
DK-DUNÁNTÚLI KARBONÁTOS TRIÁSZ RÉTEGSOROK TERMÉSZETES GAMMA-SZELVÉNYÉNEK SZEKVENCIASZTRATIGRÁFIAI ÉRTÉKELÉSE

HAVASI SZIBILLA KORNÉLIA

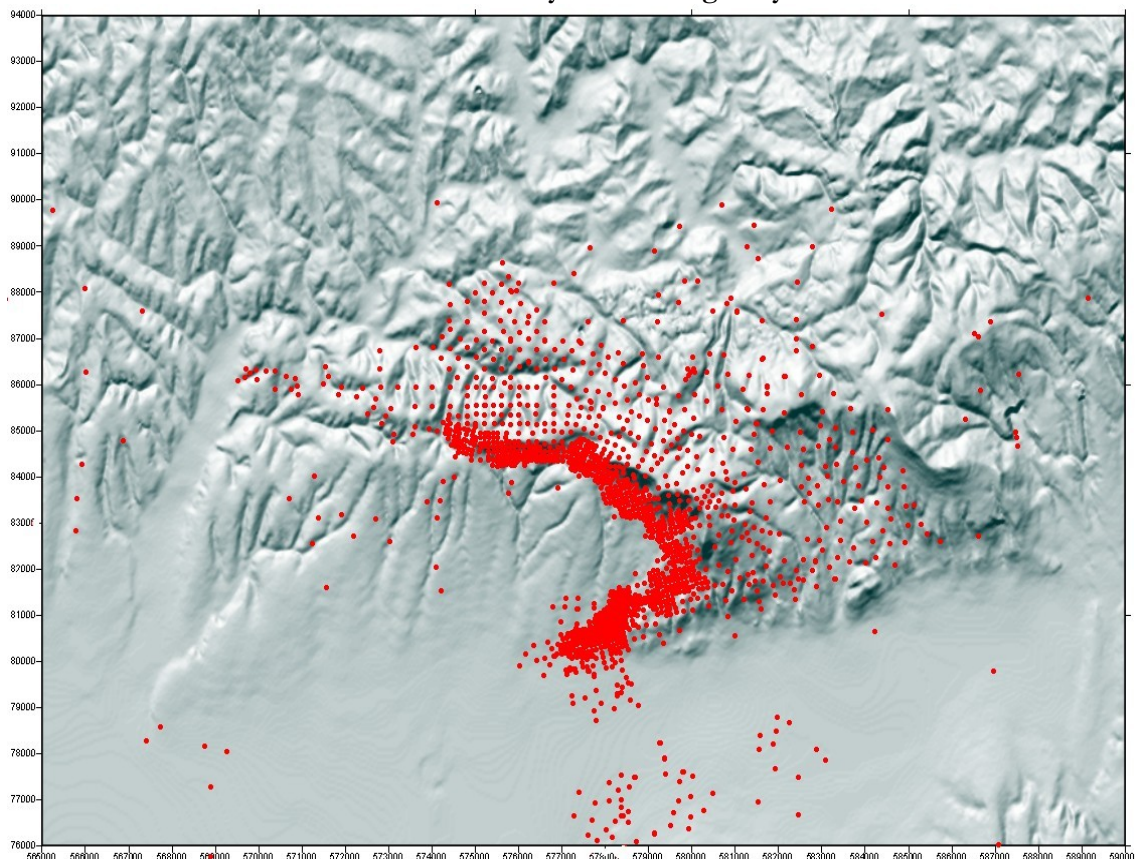
1. BEVEZETÉS

A munkában két cél vezérelt. Az első, hogy megvizsgáljam a DK-dunántúli középső-triász karbonátos rétegsorok természetes gamma potenciáljának szekvenciasztratigráfiai¹ értelmezési lehetőségét, alkalmazhatóságát.

Második cél, ha az első sikeresnek bizonyul, és párhuzamosítani lehet a vizsgált fúrások rétegsorát, esetleg eredményekkel szolgálhatok a Mecsek, és a Villányi-hegység középső-triász fejlődéstörténetének pontosításához és a távolabbi területekkel való pontosabb korrelációhoz.

¹ Ez a vizsgálati módszer már régóta a tudomány birtokában van, de alkalmazása nem mondható népszerűnek, mivel első publikálása óta (Sloss, L. L. et al. 1949) még mindig tartanak a viták, melyek használhatóságát, vagy önálló tudományágként való létét taglalják. Hogy alkalmazni tudjuk, ismernünk kell más sztratigráfiai ágak eredményeit is. Ezek a biosztratigráfia, a litosztratigráfia, és a kronosztratigráfia. A szekvenciasztratigráfia újdonsága az előbb felsoroltakkal szemben, hogy fizikai paramétereket használ kronosztratigráfiai egységek elkülönítésére. Ezek közül dolgozatomban a karbonátos kőzetek természetes gamma-sugárzását veszem alapul.

1. ábra. A Mecsek és környékén 2006-ig mélyült fúrások



Forrás: Konrád Gy.

2. KUTATÁSTÖRTÉNETI VÁZLAT

A szekvencia kifejezést először L. L. SLOSS et al. (1949) használták. A szekvencia diszkordancia felülettel határolt tengerelöntési egységet jelent. Sloss munkásságát később, tanítványa P. R. VAIL (1977) vitte tovább. Ők alkották meg a tudományág alapjait.

A kezdetben több millió évet átölelő szekvenciákat ma már 10 000 éves tengerelöntési ciklusokra tudjuk felosztani.

A szekvenciákat időtartamuk alapján 6 kategóriába lehet sorolni:

- rendű szekvencia >50 millió év
- rendű szekvencia 50 – 5 millió év

- rendű szekvencia 5 – 0,5 millió év
- rendű szekvencia 500 – 100 ezer év
- rendű szekvencia 100 – 10 ezer év
- rendű szekvencia <10 ezer év

A vizsgált területen korábban HAAS J. et al. (2002) végeztek hasonló jellegű kutatást, ők azonban 2. és 3. rendű szekvenciákat vizsgáltak, míg én 5. rendűeket.

Jelen munka kapcsán meg kell még említeni T. AIGNER et al. (1995) munkásságát. Ők német területen végeztek vizsgáltak középső-triász karbonátos képződményeken.

3. MÓDSZEREK

Munkámat AIGNER, T. et al. 1995-ben végzett kutatásai alapján végeztem. Németország területén jól feltárt és megkutatott Muschelkalk formációt vizsgálták a szekvenciasztratigráfia elve alapján. Módszerük a természetes gamma-sugárzás mérésén alapult, aminek segítségével jól be tudták azonosítani a tengerelöntések és visszahúzódások nyomait.

A tengeri üledékek mindig tartalmaznak kisebb vagy nagyobb mennyiségben agyagásványokat. Az agyagásványok legnagyobb hányada sokáig lebeg a vízben, ezért a nagyobb vízmélységű területekig is eljut. Általánosan elmondható, hogy minél nagyobb a tengermélység, annál több az üledékben az agyag aránya. Ha tehát mérni tudjuk az üledékek agyagtartalmát, és annak változását, megkaphatjuk a tengerszint-ingadozás görbáját.

Az agyagtartalom mérésére a kálium 40-es izotópját használjuk, ami megemelkedett gamma-intenzitással jelentkezik². Minél nagyobb a mért sugárzási érték, annál több a sugárzó részecske a mért rétegben, tehát annál többnek kell lennie az agyagnak.

Az előzményeknél kell még megemlítenem PITI PÉTER PÁL, és ORODÁN GYÖRGY kutatásait (2002). Ők is ezzel a témával foglalkoztak szakdolgozatukban. Munkájuk kimondottan a Mecsek hegységben a Lapsi, és a Zuhányai Mésző Formációk vizsgálatára irányult.

Vizsgálataik annyiban térnek el az általam végzettektől, hogy amíg én karotázs mérési eredményeket elemeztem, ők felszíni méréseket végeztek az említett két formáció bükkösdi kibúvásain.

Ezeket a különbségeket is figyelembe vettem az eredmények összehasonlításakor.

² A modern többszörös mérési módszerek lehetővé teszik a kálium okozta sugárzás mérését.

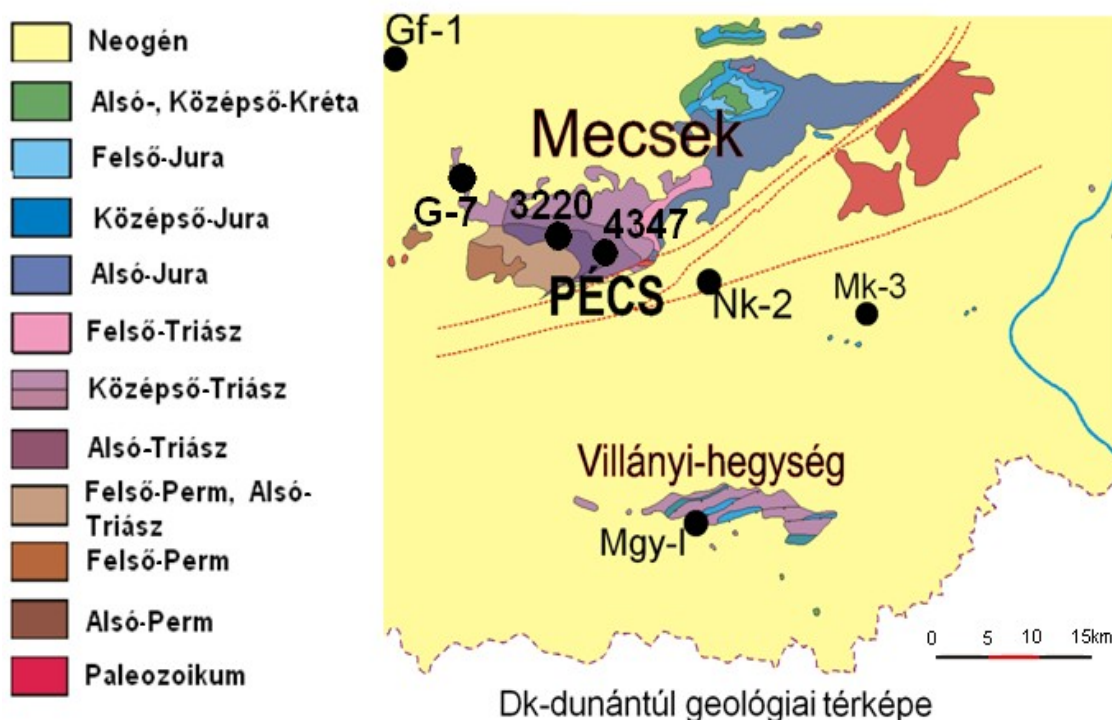
A mélyfúrások kiválasztásánál igyekeztem azokat kiválasztani, amelyek szerkezetileg legkevésbé bolygatottak, ne essenek egymáshoz túl közel, hogy a vizsgált terület — Mecsek és Villányi-hegység — minél nagyobb részéről nyerjünk adatokat.

Ezen szempontok figyelembevételével a következő mélyfúrásokat választottuk ki: Nagykozár-2, Máriagyűd-1, Gálosfa-1, majd az értékelést kiterjesztettük a 3220-as, és a 4347-es számú, valamint a Gorica-7 és a Máriakéménd-3 jelzésű ércutató fúrásokra is (2. ábra).

A fúrások eredeti karotázsszelvényeit a Mecsekérc Zrt. bocsátotta rendelkezésemre.

Az eredményeket befolyásolja, hogy a felhasznált görbék összeggörbék, vagyis tartalmazzák az urán és a tórium hatását is.

2. ábra. A vizsgált fúrások a DK-Dunántúl földtani térképvázlatán



Forrás: BARABÁS A., KONRÁD Gy. 2001 alapján)

A kiválasztott mélyfúrások karotázsszelvényeit szkenneltem, majd digitalizáltam, az így nyert adatokat grafikusán ábrázoltam. A kapott, immáron digitális görbéket kiértékeltem, összehasonlítottam egymással, és más eredményekkel is. A korreláció mellett AIGNER és munkatársainak (1995) módszerét próbáltam alkalmazni, beazonosítani az általuk meghatározott vízszintváltozási egységeket

jellegzetes lefutásait (3. ábra, lásd 7. oldal). Fontos megjegyezni, hogy a kiértékelés során nem a görbéről leolvasható értékeket kell vizsgálni, hanem a görbe lefutásának menetében lévő hasonlóságokat.

4. A VIZSGÁLT LITOSZTRATIGRÁFIAI EGYSÉGEK

Az érintett formációk vizsgálatakor elengedhetetlen az összevetés a képződmények litosztratigráfiai leírásaival. Ebben a Magyar Állami Földtani Intézet (1993, 1997) leírásaira támaszkodtam.

- **Hetvehelyi Dolomit Formáció:** Elzárt, majd nyílt lagúnában képződött evaporitból, illetve uralkodóan dolomitból és dolomitmárgából felépülő képződmény. Tagozatai a Mecsekben: Magyarürögi Anhidrit Tagozat (gipszes, anhidrites dolomit) és Vígánvári Mész-kő Tagozat (lemezes, bitumenes mészkő). Vastagsága 80-200 m. (RÁLISCHNÉ F. E. - TÖRÖK Á. - HAAS J. In: CSÁSZÁR G. 1997)
- **Vígánvári Mész-kő Formáció:** Szürke, sötétszürke, kissé hullámos lemezes, vékonyréteges, gyakran bitumenes mészkő, márga és palás-leveles agyagkő betelepülésekkel. A dolomit és dolomitmárga rétegek sokkal ritkábbak. (RÁLISCHNÉ F. E.-TÖRÖK Á. In: HAAS J. 1993)
- **Rókahegyi Dolomit Formáció:** Vörös és világos rózsaszínű, vastagpados, rétegzetlen dolomit és vékonyréteges, sárgásbarna márgás dolomitrétegek építik fel, helyenként zátonyépítő (szivacs, korall) ősmaradványokkal ("határdolomit"). Erőteljes vízcirkulációjú, nyílt self peremi fáciesű foltzátonyokkal és ooidos homokpadokkal. Vastagsága 5-100 m. (RÁLISCHNÉ F. E. - TÖRÖK Á. - HAAS J. In: CSÁSZÁR G. 1997)
- **Lapisi Mész-kő Formáció:** Sekélytengeri, uralkodóan szürke, sötétszürke színű, aprógumós, féregjáratos, esetenként laminált (wellenkalk típusú) mészkő, alsó részében vékonyréteges és dolomitos. Legfelső részén vastag réteges, pados, gumós mészkő (Tubesi Mész-kő Tagozat) települ. Vastagsága 80-300 m. (RÁLISCHNÉ F. E. - TÖRÖK Á. - HAAS J. In: CSÁSZÁR G. 1997)

- **Zuhányai Mészke Formáció:** Mélyebb nyíltvízi self-lejtő fáciesű, szürke, olykor foltosan tarka gumós mészke, mészkegumós mészmárga, brachiopodás, kagylós mészke és mészmárga („sárga betétes mészke”). A Mecsekben elkülöníthető tagozatai: Bertalanhegyi Mészke Tagozat (brachiopodás-krinoideás betelepülésekkel) és Dömörkapui Mészke Tagozat (sötétszürke, egyenetlen rétegfelszínekkel tagolt mészke, lilászvörös, sárgászvörös foltokkal). Vastagsága 50-250 m. (RÁLISCHNÉ F. E. - TÖRÖK Á. - HAAS J. In: CSÁSZÁR G. 1997)
- **Csukmai Formáció:** Vastagpados mészke és dolomit, valamint vékonyréteges márgás dolomit. A Mecsekben alsó részén ooidos, krinoideás, illetve csigás, onkoidos mészkeből (Kozári Mészke Tagozat), felső részén dolomitból (Káni Dolomit Tagozat) álló rétegsorra a nyíltvíziből a lagúna fáciesbe való átmenetet jelzi. A Villányi-hg. dolomit kifejlődése (Templomhegyi Dolomit Tagozat) elzárt lagúna fáciesű. Vastagsága 100-370 m. (RÁLISCHNÉ F. E. - TÖRÖK Á. - HAAS J. In: CSÁSZÁR G. 1997)

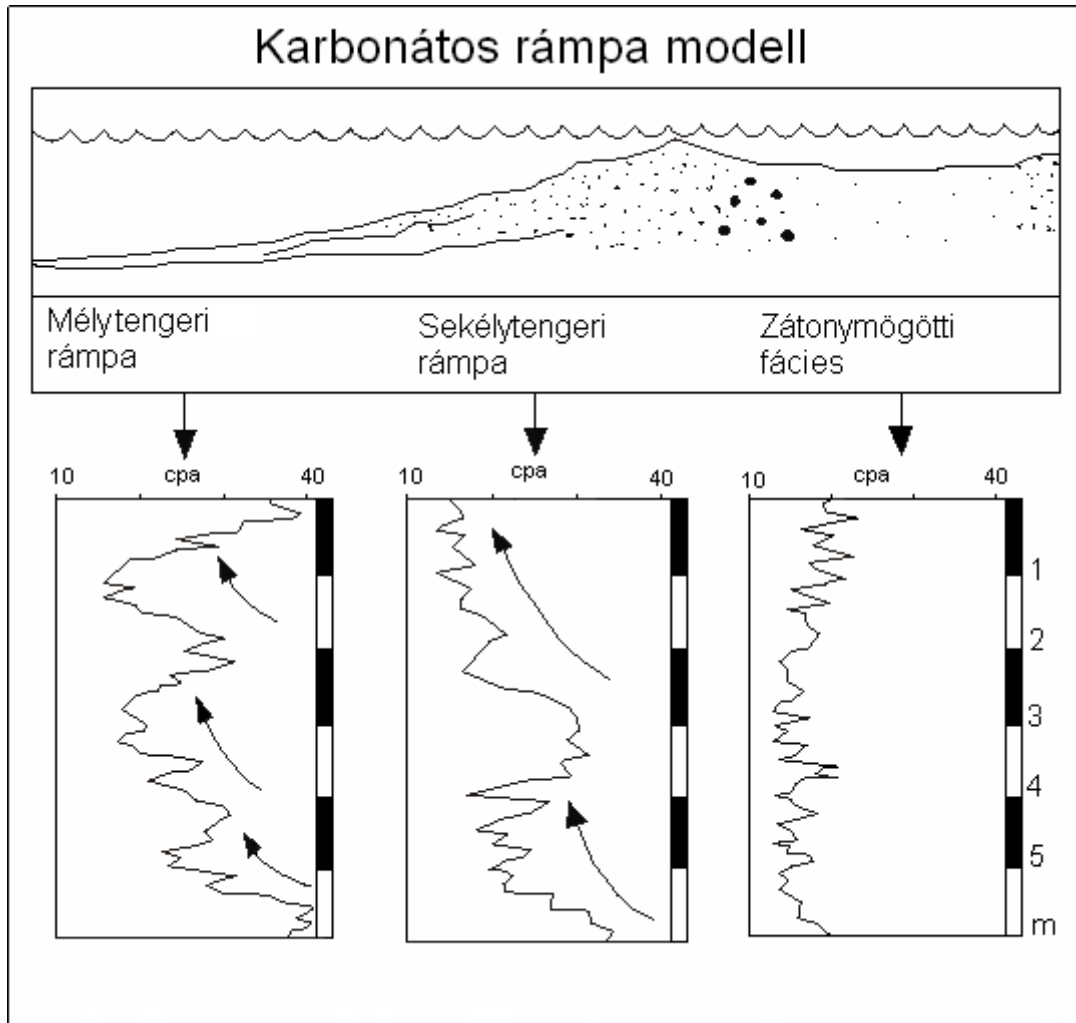
5. EREDMÉNYEK

5.1. A gammaszelvények értékelése

Az értékelés elsősorban AIGNER és munkatársainak módszere alapján történt. Ennek alapja az a három görbelefutási típus, melyeket AIGNER, T. et al. (1995) fáciesekhez tudtak társítani. Három ilyen görbeszakaszt határoztak meg (3. ábra):

- mélytengeri rámpa
- sekélytengeri rámpa
- zátonymögötti fácies

3. ábra: Aigner, T. et al. (1995) által fáciesekhez rendelt természetes gamma-eloszlási görbék.



A mélytengeri rámpára jellemző görbe a legintenzívebben, és legnagyobb határok között ingadozó. Többször és kis távolságon belül ismétlődnek benne maximumok.

A sekélytengeri rámpát jelző görbeszakasz már kevésbé változékony. Lehetnek benne nagy maximumok, de megszűnik a hirtelen ingadozás. Az előforduló csúcsok elnyújtva jelentkeznek.

A zátonymögötti fácies esetében a legnyugodtabb a görbe menete. Alacsony értékek jellemzőek, amelyek csak kis intervallumon belül ingadoznak.

Tekintettel arra, hogy a Mecsek és környéke a triász időszakban medenceperemi rámpa volt (TÖRÖK Á. 1997), és területén mélytenger nem volt jellemző, a továbbiakban a mélytengeri rámpára a belső rámpa, a sekélytengeri rámpára a külső rámpa, a zátonymögötti fáciesre pedig a sekélytenger kifejezéseket használom.

Munkám során elsősorban ezeknek a fácieseknek a felismerésére, azonosítására törekedtem.

Máriagyúd-1 számú fúrás

A Hetvehelyi Formációt nézve (4. ábra), kezdeti vízszintcsökkenésről beszélhetünk. Belső rámpa fácies jellemző. Ez esetben nem beszélhetünk igazán mélytengerről, hiszen a rétegsorban a Zuhányai Formáció képződési környezete volt a legmélyebben (BÉRCZINÉ MAKK A. et al. 2004).

A Viganvári Formációra a kezdeti alacsonyabb értékek után belső rámpa fácies jellemző és a képződmény végéig követhető.

A következő szakasz – Rókahegyi Formáció – visszaeséssel indul, ezt elnyújtott csúcs követi, majd kis intervallumon belül ingadozó értékek láthatók. Ez külső rámpa faciést jelez.

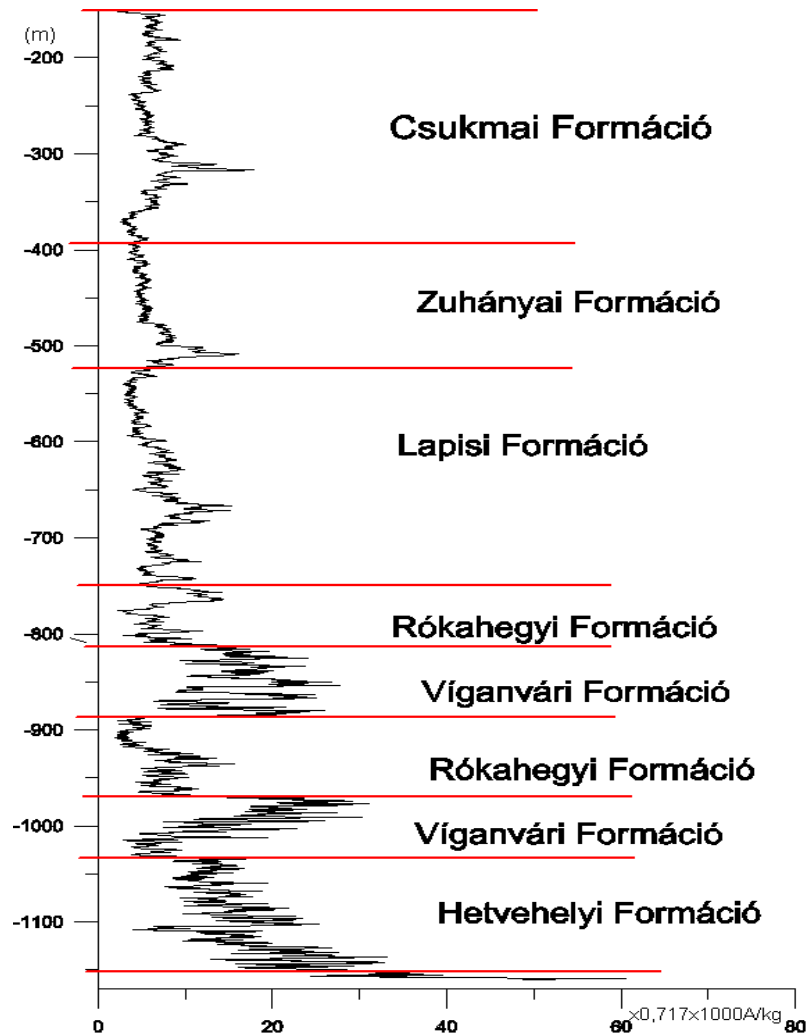
A következő rész tektonikus okok miatt, ismét a Viganvári Formációhoz sorolandó. Az előzőekhez hasonlóan itt is belső rámpa fácies a meghatározó. A formáció elvégződését mutatva, az ingadozás csökken. Ennek oka véleményem szerint, hogy lassan csökken az agyagtartalom aránya, sekélyebbé kezd válni a tenger.

Az Rókahegyi Formáció az előzőhöz képest alacsonyabb természetes gamma eloszlási értékekkel indul. A formáció felső szakaszán a gamma-sugárzás értéke megemelkedik, nyújtott csúcsot rajzolva ki. Ez külső rámpa fácies gamma-eloszlási görbéje.

A Lapsi Formáció esetében sekélytengeri görbelefutást láthatunk, de ez nem felel meg az eddigi litológiai vizsgálatok eredményeinek. Ez esetben nem használható a természetes gamma-sugárzás, faciismeghatározásra. Ugyanez igaz a Zuhányai Formációra is, mert itt is sekélytengert jelez a görbe, de az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy a valóságban ekkor volt a legmélyebb a tenger (BÉRCZINÉ MAKK A. et al. 2004).

A Csukmai Formáció esetében már valószínűsíthető a sekélytengeri fácies.

4. ábra: Máriagyűd-1 számú mélyfúrás triász karbonátos képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



4347 számú fúrás

AIGNER et al. (1995) módszere alapján a Hetvehelyi Formációban (5. ábra) belső rámpa fácies ismerhető fel. Utolsó harmad már kevésbé egyértelmű, de ennek ellenére is felismerhetőek a fácies jellemzői.

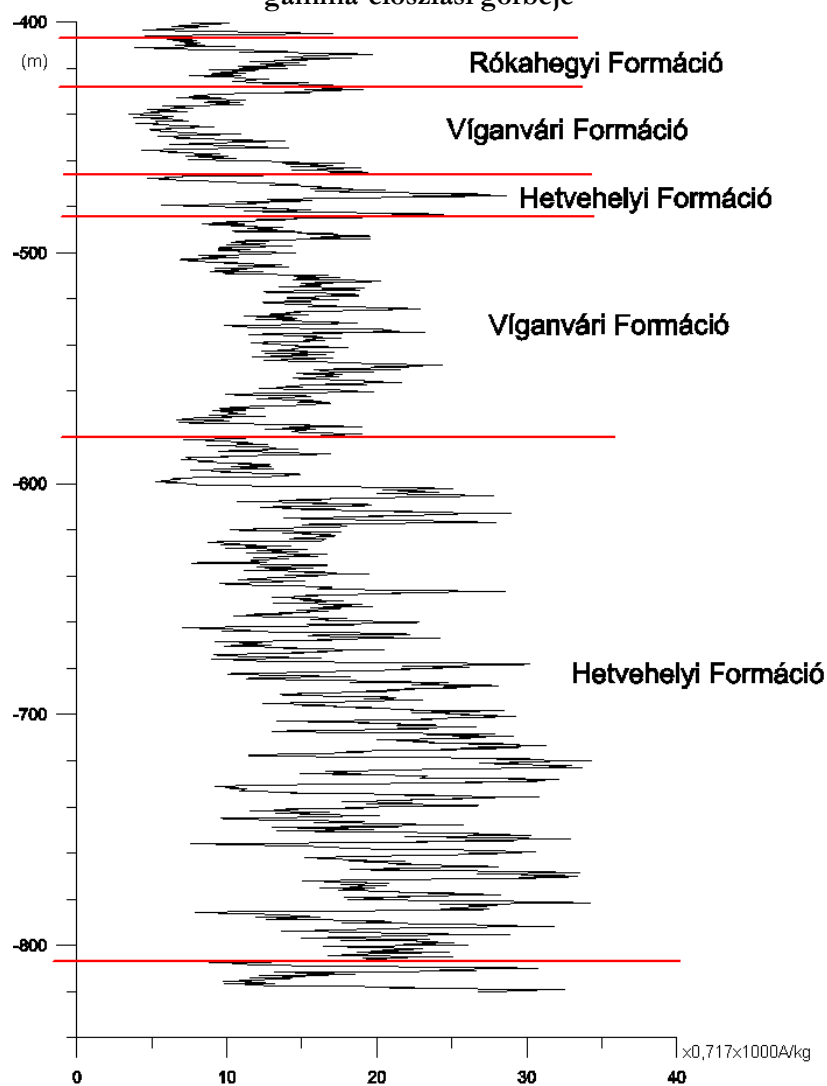
Következő a Víganvári Formáció. Az Aigner-féle görbemenetek meghatározása nem egyértelmű. Felismerhető ugyan benne belső rámpára jellemző szakaszt, de az nem egyértelmű. A formáció tetején a görbe lefutása szabálytalanná válik.

Az következő rövid szakasz, újra a Hetvehelyi Formáció része, itt is azonosítható a belső rámpa fácies.

Újra Víganvári Formáció következik, az előzőtől alacsonyabb értékekkel. Fáciesét tekintve külső rámpára lehet következtetni.

A Rókahegyi Formáció görbéje külső rámpára utal.

5. ábra. A 4347 számú érckutató fúrás triász karbonátos képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



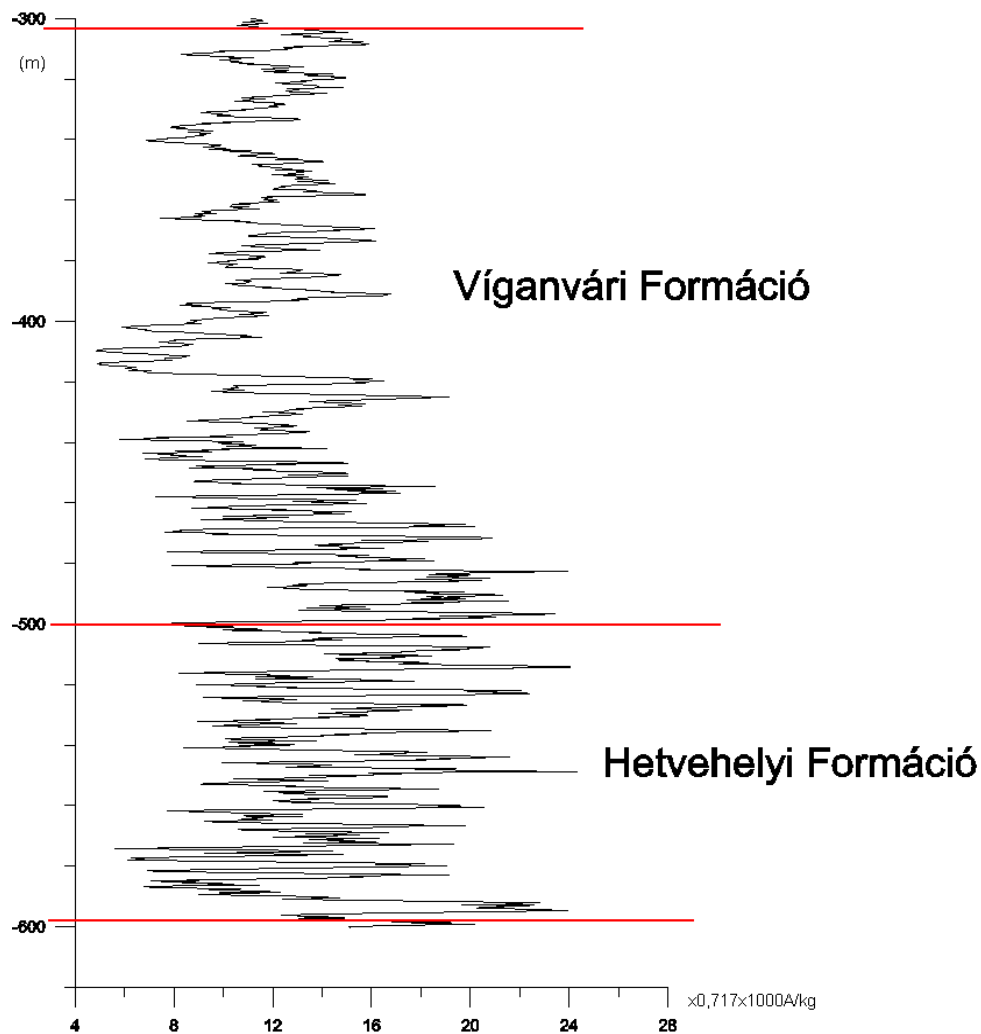
3220 számú fúrás

AIGNER et al. (1995) módszere alapján a következő megállapításokat tehetjük (6. ábra):

Elsőként a Hetvehelyi Formáció természetes gamma-sugárzási görbéje most is belső rámpára enged következtetni.

A Vígánvári Formáció rétegsorában ez folytatódik. Az értékek lassú lecsökkenése vezet át külső rámpát jelző szakaszra. Ezt jól mutatják az egymást követő elnyújtott csúcsok.

6. ábra. A 3220 számú érckutató fúrás karbonátos triász képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



Nagykozár-2 számú fúrás

A Hetvehelyi Formáció gamma-sugárzási értékei alapján (7. ábra) belső rámpa volt a terület. Ez jellemez a Vígánvári Formációra is.

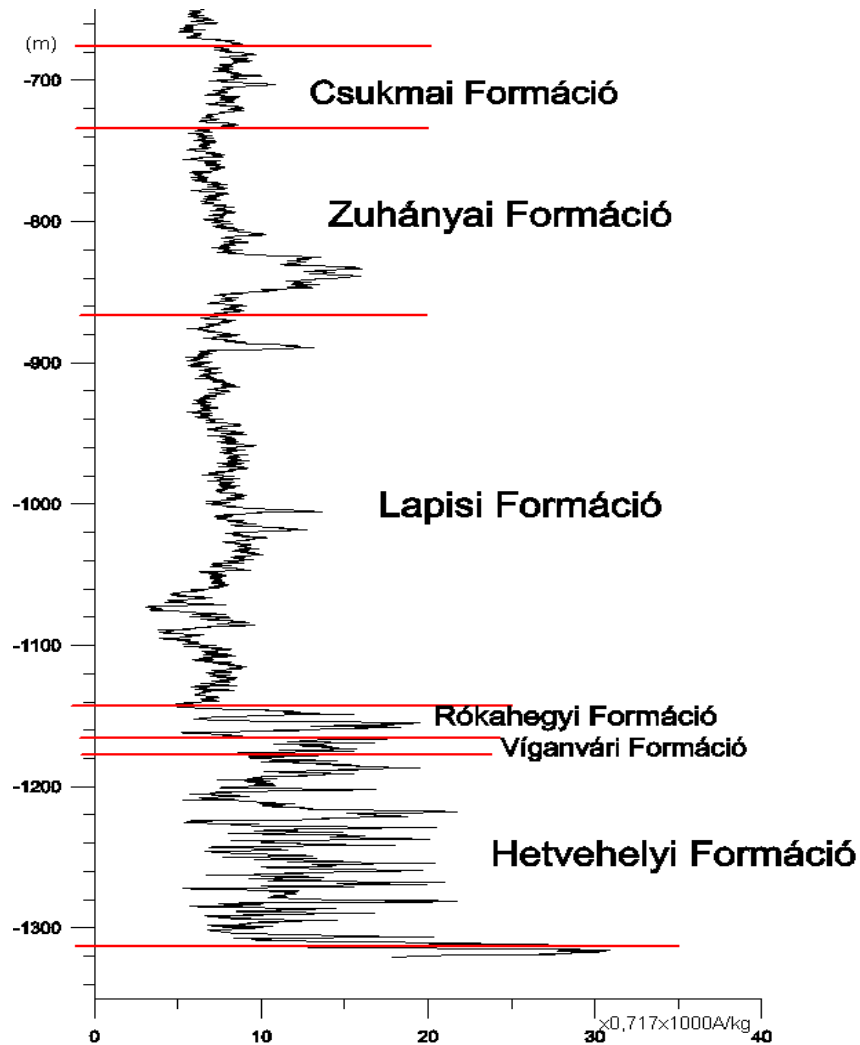
A Rókahegyi Formáció kezdetén még mindig belső rámpa jellemzői mutatkoznak, de a formáció egésze átmenetinek nevezhető, tengerszintcsökkenést vetítve előre.

A jelzett csökkenés a Lapis Formációban ki is teljeseedik. A görbe menetének állandósága több esetben megtörik, de legszembetűnőbb a középső szakaszon lévő kettős kicsúcsosodás. A formáció tetején is látható egy maximum, amit vélhetően a következő formáció első harmadában lévő nagyobb és vastagabb rétegen át jelen lévő magas sugárzási érték felé való átmenet okozhat. A görbe alapján sekélytengeri fácies állapítható meg.

A Zuhányai Formációban kicsi a sugárzási értékek ingadozása, sekélytenger jellemző, a fentebb már említett maximumot kivéve.

A Czukmai Formáció is sekélytengeri fáciest mutat. Ez esetben a fáciesről kirajzolódó kép megfelel az üledékföldtani értelmezésnek. A Czukmai Formáció képződése sekélytengerben történt.

7. ábra. A Nagykozár-2 számú mélyfúrás karbonátos triász képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



Gálosfa-1 számú fúrás

Az AIGNER és munkatársai-féle (1995) fáciesazonosítás alapján a Hetvehelyi Formációban (8. ábra) nem ismerhető fel tisztán egy általuk meghatározott tipikus görbelefutás sem. Belső és külső rámpa közötti átmenetként értékelem.

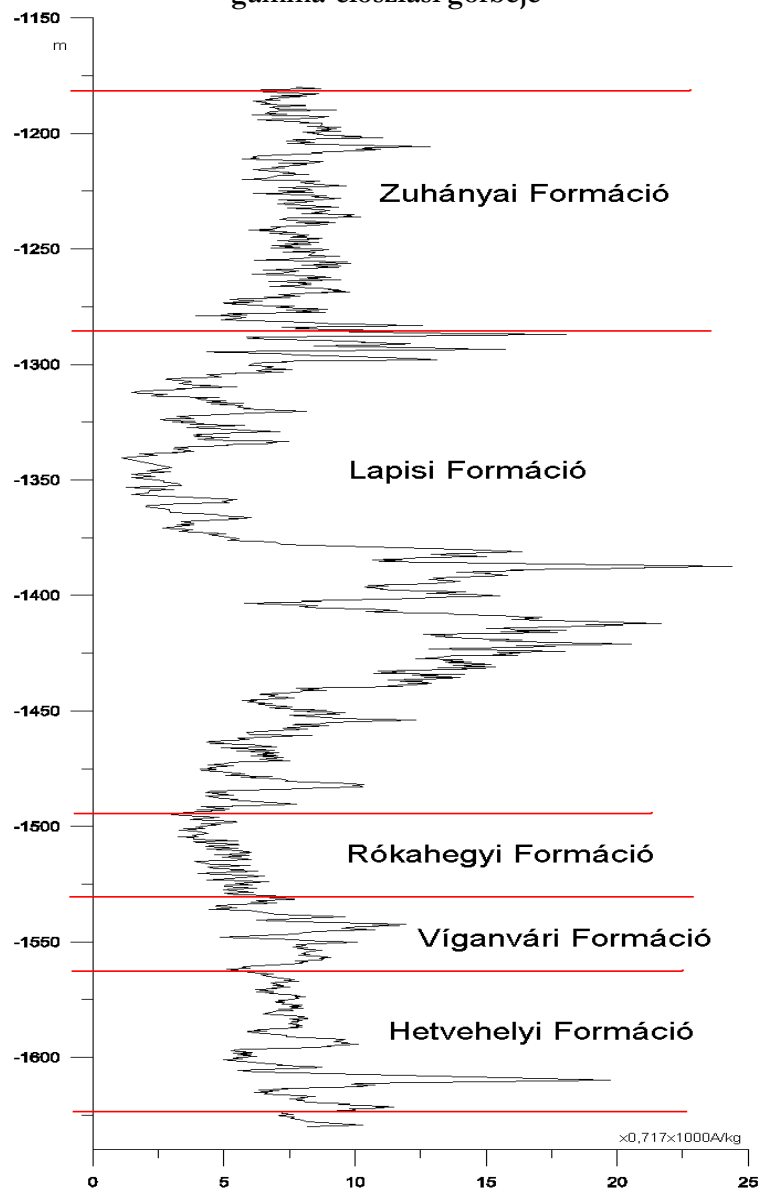
A Vígánvári Formációban már felismerhető a belső rámpa fácies.

A fedő Rókahegyi Formáció esetében sekélytengeri fácies olvasható le a természetes gamma-sugárzási görbéből. Ennél a fúrásnál is jól tükröződik a Rókahegyi Formációt jellemző kezdeti tengerszintcsökkenés.

A Lapsi Formáció belső rámpa fáciesű. A görbelefutás tendenciája többször is változik. A kezdeti emelkedés és az elnyújtott csúcsok a belső és külső rámpa közötti átmenetet jelzik. Ezután magas értékek sorakoznak, két csúcsot kirajzolva. Fentebb az értékek csökkenése több okkal is magyarázható, pl.: változott az üledékbehordás jellege, vagy klimatikus változások történtek. A görbe legalacsonyabb értékeit nézve rövid szakaszon külső rámpát mutató lefutást látunk. Ez után újra emelkedni kezd a görbe, és visszatérnek a nagy különbségek, újra mélyül a tenger, újra belső rámpa fácies jellemző a formáció tetejéig.

A Zuhányai Formáció sokkal kevésbé változékony. Fáciesét tekintve nem illeszkedik egyértelműen egyik típushoz sem. Átmeneti típusként értékelem sekélytengeri és külső rámpa fácies között.

8. ábra. A Gálósfa-1 számú mélyfúrás karbonátos triász képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje

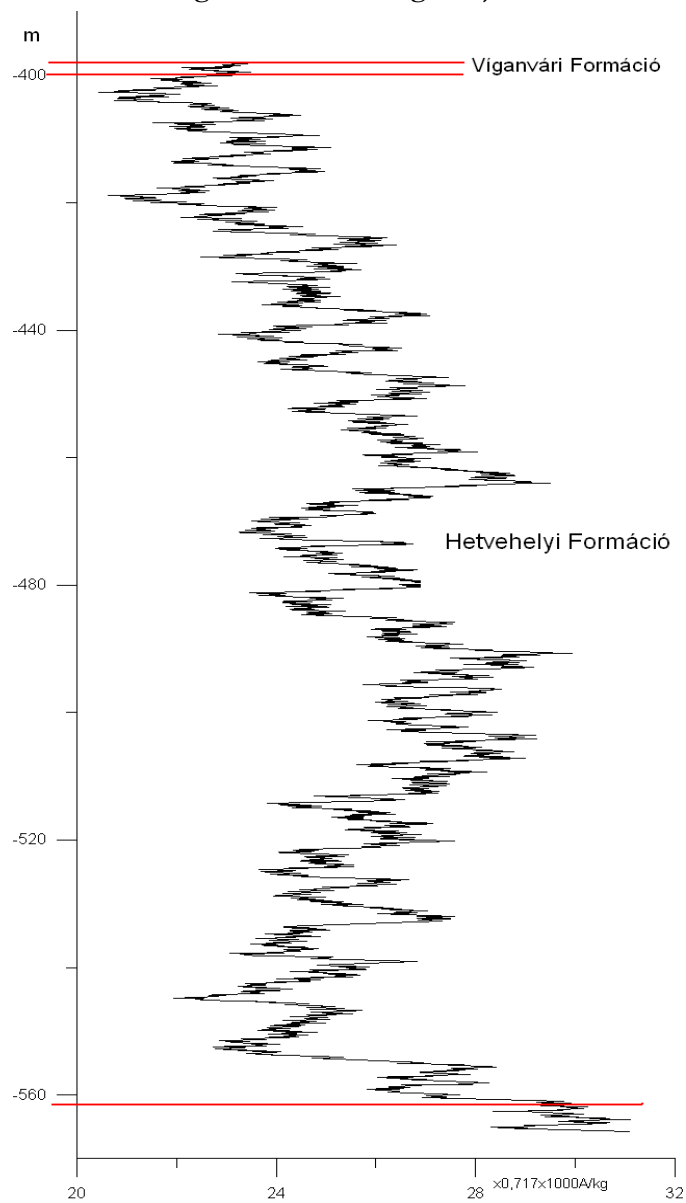


Gorica-7 számú fúrás

A Vígánvári Formáció alig néhány méterét érinti a mélyfúrás, ezért – bár az ábrán jelezve van – nem térek ki rá az értékelés során.

Az Hetvehelyi Formációban AIGNER et al.-féle (1995) fáciesekhez tartozó görbeszakaszok tekintetében a belső rámpához tartozót lehet felismerni (9. ábra). Érdekes megfigyelni a görbe második felében, hogy az értékek csökkenése mellett, a lefutás menetében nincs változás, itt is belső rámpa fácies jellemző.

9. ábra. A Gorica-7 számú mélyfúrás karbonátos triász képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



Máriakéménd-3 számú fúrás

A Hetvehelyi Formáció képe (10. ábra) ez esetben is belső rámpára utal. Ez folytatódik a Vígánvári Formációban is.

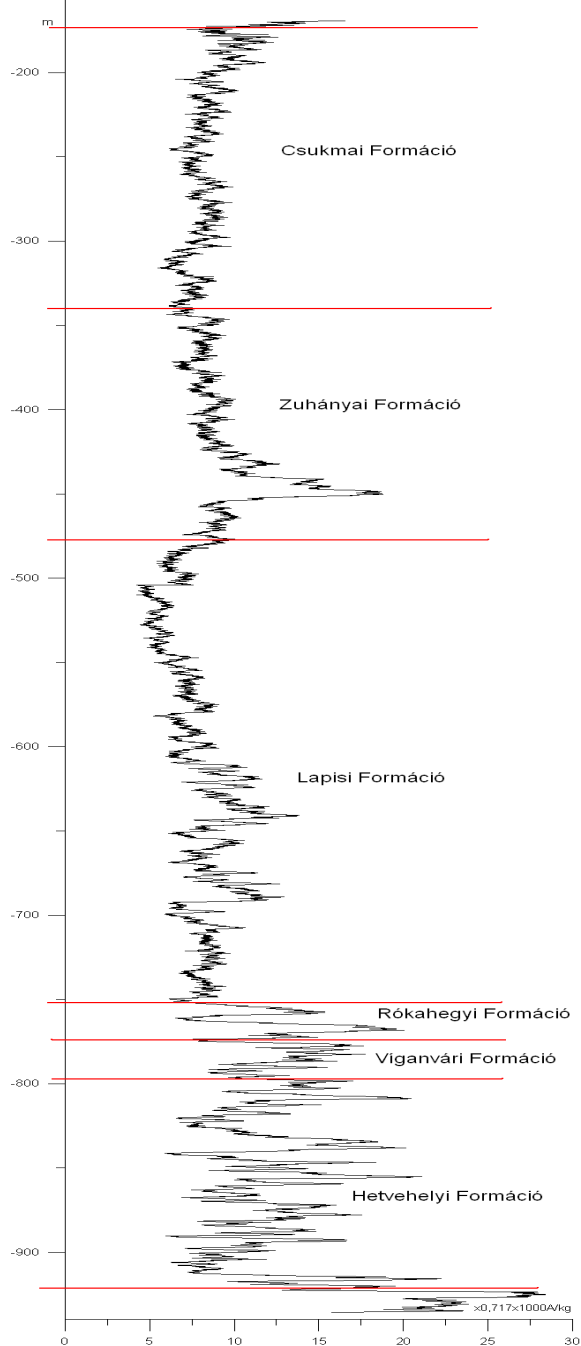
A Rókahegyi Formáció görbéje két magas csúcsból áll. Ebből egyértelmű következtetéseket levonni csak az agyagtartalom magas voltára lehetséges, a leülepedési környezetet meghatározni nehéz, legvalószínűbb egy átmeneti állapot a belső és külső rámpa fácies között. Ezt a bizonytalanságot valószínűleg az erős vízcirkuláció okozza.

A Lapsi Formáció alacsony értékei és az ingadozás csökkenése alacsonyabb vízszintet enged feltételezni. A görbe által rajzolt kép sekélytengerre utal. Ez megfelel a MÁFI által kiadott leírásnak (CSÁSZÁR G. 1997). A formáció alsó hányadában lévő, intenzívebb ingadozású szakaszt, vélhetően kisebb éghajlati változás eredménye, mivel e tényező csekély változása is befolyásolni tudja az üledékek behordását, leülepedését, amit jelen esetben ez a kisebb eltérés jelez. Ugyanez a pozitív irányba történő értékváltozás megfigyelhető a Nagykozár-2 és a Máriagyűd-1 számú mélyfúrások esetében is.

A következő a Zuhányai Formáció. Az értékek és a görbe menete sekélytengerre utal. A formáció alsó harmadában ez esetben is látható egy elnyújtott csúcs, mint a Máriagyűd-1 és a Nagykozár-2 számú fúrások esetében.

A rétegsor záró tagja a Csukmai Formáció. A kőzettani leírások, mint sekélyebbtengeri, lagúnában leülepedett formációt említik. A görbe menetét értelmezve állandó alacsonyvízi, sekélytengeri környezetet kell feltételeznünk.

10. ábra. A Máriakévend-3 számú mélyfúrás karbonátos triász képződményeinek természetes gamma-eloszlási görbéje



6. A GÖRBÉK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

6.1. A görbék egymással való összehasonlítás

A **Hetvehelyi Formációt** minden vizsgált mélyfúrás érinti. A Gálosfa-1 számú fúrás esetében nem tudtam egyértelműen következtetni a fáciesre, a többi esetben belső rámpán képződött üledékeket jelez a görbe menete. Mivel a formáció az eddigi közettani leírások alapján lagúnában képződött (BÉRCZINÉ et al. 2004), az eredmény nem tekinthető elfogadhatónak. Ennek oka lehet, hogy a formációban a karbonátok mellett számottevő az agyagkő és az anhidrit jelenléte. A fácies nem állapítható meg, de a görbe lefutása a már említett kivétellel (*1. táblázat*) hasonlóságot mutat. A formáció alsó szakaszán a későbbiekhez képest alacsonyabb értékek vannak, az ingadozás intenzív és általánosan igaz a formációra, hogy a középső harmadában egy rövidebb szakaszon jól kivehetően lecsökkennek a sugárzási értékek.

A **Viganvári Formációt** is minden mélyfúrás érinti, de a Máriakéménd-3 számú fúrásban a már említett okból kifolyólag eltekintek az értékelésétől. A 4347 számú fúrásban nem tudtam a fáciest egyértelműen meghatározni. Ez valószínűleg a tektonikai zavartságra vezethető vissza. Legtöbbször belső rámpa kifejlődés jellemző.

A **Rókahegyi Formációról** öt mélyfúrás szolgáltat információt. A legtöbb esetben nem tudtam egyértelműen megállapítani a fáciest. Mindhárom környezetre jellemző görbelefutás megjelent. Véleményem szerint ez azzal indokolható, hogy előtte belső, utána pedig külső rámpára és sekélytengerre utaló gamma-sugárzási értékek vannak, e formáció kifejlődése során történt meg a váltás.

A **Lapisi Formációt** három fúrás érinti, minden esetben — Máriagyűd-1-es, Nagykozár-2 és a Máriakéménd-3 számú mélyfúrások — jól beazonosítható mind a sugárzási értékeket és a görbelefutását tekintve is. A formáció sekélytengeri kifejlődést mutat. Az általam nyert eredmények megfelelnek a litosztratigráfiai vizsgálatokkal meghatározott sekélytengeri leülepedési környezetnek.

A következő vizsgált rétegsor a **Zuhányai Formáció**. Négy mélyfúrás érinti, a Máriagyűd-1, Nagykozár-2, Gálosfa-1, és a Máriakéménd-3 számú. Három esetben sekélytengeri fáciest tudtam megállapítani. Ez azonban a valóságban nem így van. A MÁFI közettani leírásában a Zuhányai Formációt a többihez képest mélyebb vízben kifejlődöttként említik. Ez alapján a formációnál úgy tűnik, hogy ez a módszer nem használható fácies-azonosítás. Ugyanakkor a görbe korrelációra alkalmasnak mutatkozik. Az előfordulásoknál a formációhoz tartozó görbelefutás egyenletes és alacsony

nyabb értékeket mutat, mint az azt megelőző formáció. Három esetben látható a görbék első harmadában egy vékonyabb, értéknövekedéssel mutakozó réteg. Ez a korrelálás során azonosító jellegzetességként használható.

Csukmai Formáció. Három mélyfúrás érinti, a Máriagyűd-1, Nagykozár-2 és a Máriaké-
ménd-3 számú. A litosztratigráfiai vizsgálatok alapján ez a formáció átmeneti jellegű, sekélytengeri-
ből megy át lagúna fáciesbe. Az általam használt vizsgálati módszer sekélytengerre utaló eredménye-
ket szolgáltatott.

1. táblázat. A formációk értékelése fúrásokként

	Hetvehelyi Formáció	Víganvári Formáció	Rókahegyi Formáció	Lapisi Formáció	Zuhányai Formáció	Csukmai Formáció
Mgy-1	belső rámpa	belső rámpa (2x)	külső rámpa(2x)	sekélytengeri	sekélytengeri	sekélytengeri
4347	belső rámpa(2x)	bizonytalan; külső rámpa	külső rámpa			
3220	belső rámpa	átmenet belső és külső rámpa között				
Nk-2	belső rámpa	belső rámpa	belső rámpa	sekélytengeri	sekélytengeri	sekélytengeri
Gf-1	átmenet belső és külső rámpa között	belső rámpa	sekélytengeri	bizonytalan	átmeneti sekélytengeri és külső rámpa között	
G-7	belső rámpa					
Mk-3	belső rámpa	belső rámpa	átmeneti belső és külső rámpa között	sekélytengeri	sekélytengeri	sekélytengeri

Forrás: Aigner, T.et al. (1995) alapján

Összegezve, az Aigner-féle módszer fáciesek meghatározása tekintetében nem mondható sikeresnek, bár néhány formáció esetében a meghatározás megfelel a korábbi vizsgálatok eredményeinek. Ennek jó példája a Csukmai Formáció, ahol minden mélyfúrásban jól tükröződik a sekélytengeri jelleg.

Meg kell említeni, hogy a fáciesek többnyire sikertelen azonosítása mellett, hogy az egyes formációk olyan lefutással jellemezhetők, amely lehetővé teszi korrelációjukat. Ilyenek pl.: Hetvehelyi Formáció, Zuhányai vagy a Csukmai Formáció. Ezek görbéinek lefutása az előfordulások nagy többségében szinte teljesen megegyező képet mutat a természetes gamma-sugárzási görbéken. Ezt a tulajdonságukat az ércutatás során Iván László már használta rétegazonosításra.

6.2. A görbék összehasonlítása planktonsztratigráfiai vizsgálati eredménnyel

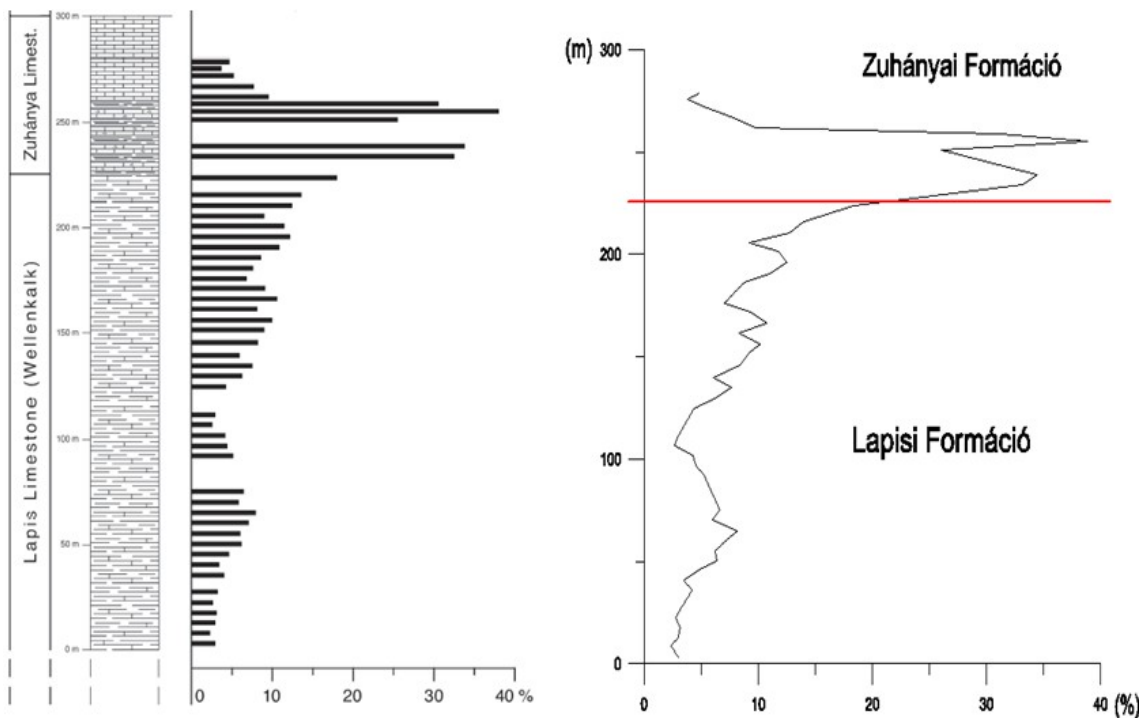
A korrelálhatóság bizonyítása érdekében planktonsztratigráfiai eredményekkel is megpróbálom összehasonlítani a természetes gamma-sugárzáson alapuló eredményeimet.

GÖTZ és munkatársai végeztek ilyen vizsgálatokat a Mecsek környékén, a Lapisi, és a Zuhányai Formáció rétegsorán (GÖTZ, A. E. et al. 2003). Módszerük elve hasonló a tengerszintnek az üledékek agyagtartalmán alapuló meghatározáshoz. A különbség az, hogy ők az üledékek planktontartalmát vizsgálták. Minél több az üledékekben a planktonmaradvány, az annál mélyebben képződtek.

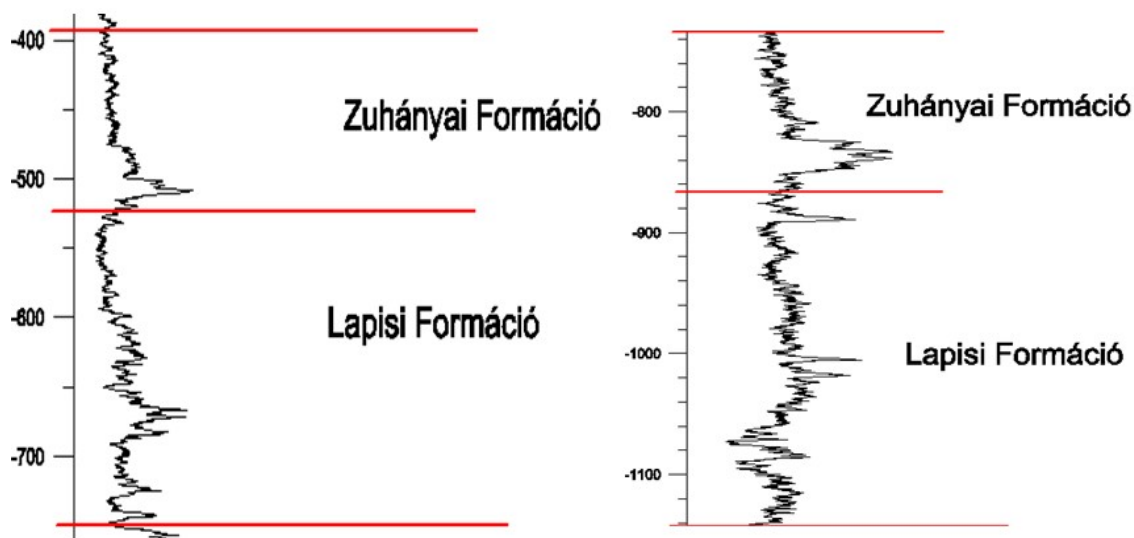
Vizsgálatuk egyik eredménye egy görbe (11. ábra), melyen a planktonmaradványok mennyiségének változása követhető nyomon az említett két formációban.

E módszerrel való korrelálás sikeresnek mondható. A Lapisi formációt tekintve teljesen, a Zuhányai Formáció kapcsán pedig részben hasonló a görbék menete (12. ábra).

11. ábra. Götz, A. E. et al. (2003) planktonsztratigráfiai görbéje és annak digitalizált változata



12. ábra. A Máriagyűd-1 és a Nagykozár-2 számú mélyfúrások természetes gamma-eloszlási görbéjének részlete

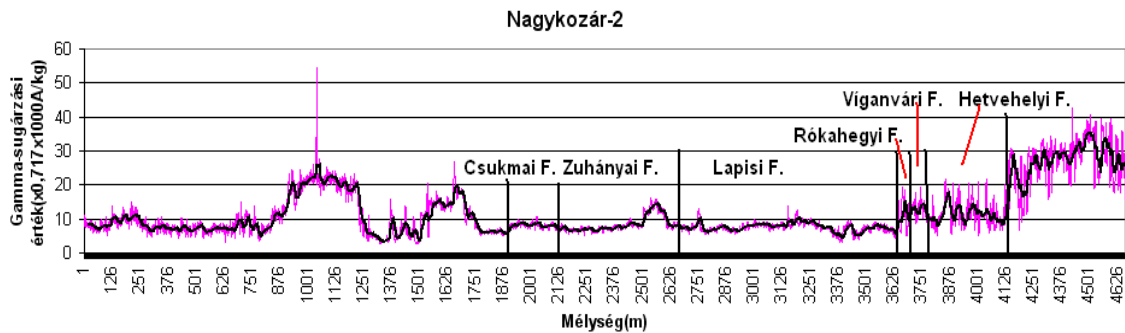


6.3. A görbék összehasonlítása statisztikai módszerrel

A korrelálás során matematikai módszert is alkalmaztam.

Az eddig ismertetett gamma-sugárzási görbéket megrajzoltam Microsoft Excel programban, és mozgóátlag görbét illesztettem rájuk. Példaként a Nagykozár-2 számú mélyfúrásról készült ábra (13. ábra), ahol színes vonallal ábrázolom a természetes gamma-sugárzás értékét és fekete a mozgóátlagot mutató görbe. Ez segítségünkre van abban, hogy jobban megfigyelhessük az egyes görbék menetét, és ezzel kiküszöbölhető a vékony rétegek következtében fellépő hirtelen és nagy intenzitású maximum vagy minimum értékek okozta zavarás.

13. ábra. A Nagykozár-2 számú mélyfúrás természetes gamma-eloszlási értékeinek mozgóátlaga



A matematikai módszer eredményesnek minősíthető, több formáció is jól korrelálható, a hozzájuk tartozó görbék lefutása igen hasonló volt minden esetben, vagy azok többségében. Megerősítette korábbi megállapításomat a formációk korrelálhatóságát illetően.

6.4. Összehasonlítás Orodán – Piti eredményeivel

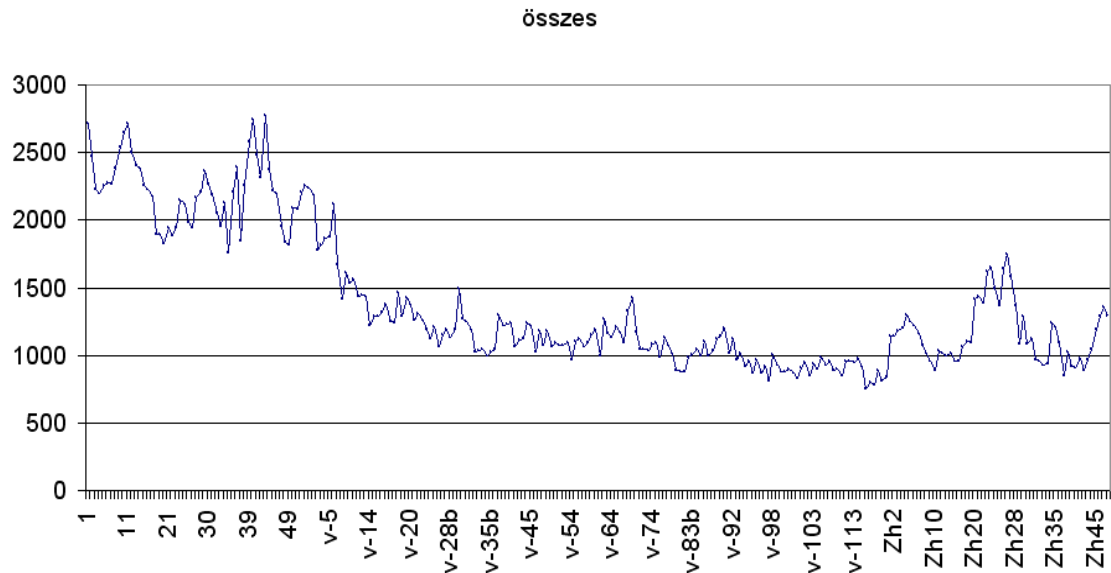
ORODÁN GY. és PITI P. P. 2002-ben végeztek kutatásokat dolgozatomhoz hasonló témában. Vizsgálataik csak a Lapsi, és Zuhányai formációkat érintik. Vizsgálati módszereink különbsége, hogy amíg:

– ők terepi természetes gamma-sugárzásmérési adatokat, addig én karotázis adatokat dolgoztam fel

A különbségek elhanyagolhatóak, ha a görbék menetének tendenciáit vizsgáljuk, nem pedig a konkrét értékeket.

Az általuk kirajzolt görbe balról jobbra mélyülő értékeket közöl (14. ábra). Ennek alapján az első kétharmad rész – az alacsonyabb értékek – mutatja a Lapsi Formációt, míg a felső egyharmad – a magasabb értékek – rész a Zuhányai Formációt.

14. ábra. Orodán P., Piti P. P. (2002) kutatásainak összesített gamma-eloszlási görbéje



Eredményeimmel való összehasonlításból (12. ábra) látszik, hogy ez esetben is helyesnek bizonyul az AIGNER, T. et al. (1995) módszere alapján Lapisi Formációra tett megállapítás, miszerint leülepedési környezete sekélytenger volt.

A Zuhányai Formáció esetében nincs tökéletes egyezés, bár a gamma-eloszlási görbéimen lévő kezdeti magas értékek, megegyeznek az Orodán és Piti görbájén lévő magas értékekkel.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A célkitűzéseket figyelembe véve, a módszer használhatósága eredményesnek bizonyult. A fáciesek meghatározása terén csak kisebb részben kaptam meg a litosztratigráfiai leírások (Császár G. 1997, Haas J. 1993) eredményeit. Ilyen szempontból eredményesnek a Csukmai Formáció vizsgálata tekinthető. A természetes gamma-sugárzás vizsgálata ez esetben tehát kevés eredményt hozott.

Pozitívum azonban, hogy a gamma-sugárzási görbék vizsgálata során bizonyos formációk esetében egyértelműen rájuk jellemző görbelefutási szakaszt tudtam társítani. Jó példa erre a Zuhányai Formáció.

Ezek az eredmények jól mutatkoztak a statisztikai módszer alkalmazása esetén is. Ennél a módszernél a zavaró tényezők csökkentésével, vagy teljes megszüntetésével tudtam vizsgálni a mélyfúrásokat, a görbékhez csatolt mozgóátlagot ábrázoló diagramok segítségével. Több formáció esetében is megegyezett a mozgóátlag görbék alakja. Ezek alapján jól párhuzamosíthatóak a különböző mélyfúrások által érintett formációk.

8. IRODALOM JEGYZÉK

- AIGNER, T., JUNGHAUS, W. D., REINHARDT, L., SCHAUER, M. (1995): *Outcrop gamma-ray logging and its applications: examples from the German Triassic*. Sedimentary Geology, 100., pp. 47-61.
- BARABÁS A., KONRÁD GY. (2001): *A magyarországi uránércutatóról és a nyugat-mecseki uránércbányászatról szóló zárójelentés*. Bányászati és kohászati lapok, Bányászat, 134. évf. 4. sz., pp. 212-219.
- BARABÁSNÉ S. Á., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E., NAGY E., TÖRÖK Á. (1993): *Mecseki és Villányi egység*. In: HAAS J. (szerk.) Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász. MÁFI, Budapest, pp. 223-264.
- BÉRCZINÉ MAKK A., KONRÁD GY., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E., TÖRÖK Á. (2004): *Tiszai Egység*. In: HAAS J. – BUDAI T. (szerk.) Magyarország geológiája, Triász, Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 303-360.
- CSÁSZÁR G. (szerk.) (1997): *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei*. MÁFI, Budapest, 114 p.
- GÖTZ, A. E., FEIST-BURKHARDT, S., KONRÁD GY., TÖRÖK Á. (2003): *Palynofacies patterns of Middle Triassic ramp deposits (Mecsek Mts., S Hungary: A powerful tool for high-resolution sequence stratigraphy*. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 46., 84. p.
- HAAS J., BUDAI T., HIPS K., KONRÁD GY., TÖRÖK Á. (2002): *Magyarországi triász fáciesrövidetek szekvencia-rétegtani elemzése*. Földtani Közlöny, 132/1, pp. 17-44.
- ORODÁN GY. (2002): *Terepi radiometrikus mérések szekvencia-rétegtani értékelése a Zubányai Mészke Formáció példáján*. Pécs, 26. p.
- PITTI P. (2002): *Terepi radiometrikus mérések szekvencia-rétegtani értékelése a Lapisi Mészke Formáció példáján*. Pécs, 22. p.

- SLOSS, L. L., KRUMBEIN, W. W., DAPPLES, E. C. (1949): *Integrated facies analysis*. In: LONGWELL, C. R. (Editor), *Sedimentary facies in geology*. Geol. Soc. Am. Memoir, 39., pp. 91-124.
- TÖRÖK Á. (1997): *Triassic ramp evolution in Southern Hungary*. Acta Geologica Hungarica, 40/4, pp. 367-390.
- VAIL, P. R., BUBB, J. N., HATLEID, W. G., MITCHUM, R. M. JR., SANGREE, J. B., THOMPSON, S. III., TODD, R. G., WIDMIER J. M. (1977): *Seismic stratigraphy and global changes of sea level*. Am. Assoc. Petrol. Geol., 26., pp. 49-205.