

## Zárójelentés a

### „A triász zátonyok fejlődése a Tethys északi peremén” című OTKA pályázathoz

A zárójelentés áttekinthetőségének érdekében először ismertetjük a kutatási tervben vállalt feladatokat (dőlt betűkkel kiemelve), majd ismertetjük az elért eredményeket:

„Aggteleki zátony:

*I. Aggtelek környékén Európában egyedülálló szelvényeket találunk a triász zátonyok kialakulásának tanulmányozásához. A perm végi kihalás után az anisusiban jelennek meg újra a zátonyok. Úgy tűnik ezek közül világviszonylatban legidősebb az aggteleki zátony. Ilyen nagykiterjedésű, összefüggő zátony ebből az időszakból csak itt ismert Európában. A másik nagy előny, hogy folyamatos rétegsorban tudjuk nyomon követni a platform fejlődését az adott időszakban, mivel az Aggtelek-jósvafői barlang mind a zátony fekjét, mind fedőjét feltárja.*

*A triász zátonyok fejlődéséről írt összefoglaló tanulmányok mind megemlítik az aggteleki zátonyt, de több cikkben megkérdőjelezzik ennek a zátonynak a korát. Első helyen tervezzük a fauna és flóra teljes revízióját. Az Erlangeni Zátonykutatócsoport több szakemberével (Baba Senowbari-Daryan és Erik Flügel professzorokkal) már évek óta munkakapcsolatban állunk. A zátonyfáciesből nagymennyiségű mintát gyűjtöttünk, ami felkeltette az erlangeni professzorok érdeklődését. Ők többször is kinyilvánították, hogy örömmel működnének együtt az aggteleki zátony feldolgozásában.*

*Az aggteleki zátony faunájának újrafeldolgozása a szegmentált mész-szivacsok evolúciójának szempontjából is fontos. Megállapíthatjuk, hogy melyek a túlélő fajok és genusok. Az új fajok és genusok mikor és hogyan alakultak ki a régiekből? Ebben nyújtana segítséget Baba Senowbari Daryan a szegmentált mész-szivacsok világhírű specialistája. Az aggteleki zátonyasszociációt össze akarjuk hasonlítani a Dolomitok azonos korú zátonyának faunájával és flórájával.*

*Aggtelek és környékének újratérképezésével a fáciesek térbeli elterjedését akarjuk tisztázni. A területen alkalmunk van a platform/medence üledékek együttes tanulmányozására. Tanulmányozhatjuk, hogy ugyanazon események milyen hatással vannak a platform fejlődésére és milyen befolyással vannak a medence üledékeire.*

*A következő kérdésekre keressük a választ:*

- *a platformfejlődés mely fázisában jelennek meg a zátonyok?*
- *mi teszi tehetővé, hogy a perm végi kihalás után az anisusiban újra nagymennyiségben jelennek meg a zátonyalkotó szervezetek? A környezeti feltételek, vagy a tektonika játszott jelentős szerepet?”*

Vizsgálataink során 250db nagyméretű csiszolatot (7x10cm) készítettünk és 79 mintát oldottunk fel ecetsavban.

### **Eredmények:**

- 1) Elkészítettük az Aggteleki platform 1:10 000-es térképét. Részletes fácies elemzést, mikrofácies vizsgálatokat, conodonta vizsgálatokat végeztünk.
- 2) Részletes térképező munkánk során kiderült, hogy nem egy, hanem két zátony található a vizsgált területen. Az első zátony a klasszikus aggteleki zátony Aggtelek és Jósvafő között terül el. Ez a zátony vagy a Curionii Subzona idején, vagy később a Piticshegy területére (ÉK.re) progradál, maga mögött hagyva a lagúnát.

- 3) Sikert a Steinalmi platform befulladásának egészen pontos korát codonoták segítségével meghatározni: Binodosus/Trinodosus Subzone határa. Ezzel igazoltunk, hogy az Északi Mésző Alpokban és a Nyugati Kárpátokban ebben az időben történt tektonikai esemény a „Reiflingi esemény” az aggteleki platform fejlődését is jelentősen befolyásolta. Ez azért is jelentős, mert az illyrben az Alp-Kárpáti térségben csak Aggtelekről ismertek platform képződmények, az illyr korú metazoa zátony pedig világviszonylatban is egyedülálló.
- 4) Sikert az első zátony (Aggteleki zátony) fedőjét is datálni (ladin), így az első zátony épülésének végét is meghatároztuk.
- 5) Conodonták segítségével 9 neptúni telérnek határoztuk meg a korát: Binodosus-, Trinodosus-, és Avisianum Subzone. Ezek teljesen új eredmények, mivel az Aggteleki platform neptúni telereit előttünk senki sem vizsgálta. A neptúni telérek korának meghatározásával a tektonikailag aktív időszakokat határoztuk meg. Esetünkben a fent említett három időszak megegyezik az Alp-Kárpátok azonos korú platformjait átszelő neptúni telérek korával. De a neptúni telérek komplex vizsgálata még két nagyszerű eredménnyel szolgált:
- 6) A szőlőhegyi neptúni telérek anyagából készült röntgenfelvételekből Kovács Pálffy Péter nonstranditot mutatott ki. Ez az ásvány két szempontból is nagyon jelentős:
  - a. Magyarországról még nem írtak le nonstanditot,
  - b. A nonstrandit jelenléte laterites mállásra utal, még hozzá hosszabb idejű laterites mállást jelez. Ebből tehát az következik, hogy a lezökkenést hosszabb ideig tartó kiemelkedés előzte meg az Avisianum subzónában. Ez az eredményünk igazolta az osztrák kollégák feltevését, (Prof. Krystyn szóbeli közlés) akik alpi szelvények neptúni teléreinek vizsgálatánál ugyanezre az eredményre jutottak.
- 7) Nem várt nagyszerű eredményeket hozott a zátony fekéjében lévő vulkáni tufában talált zirkonok abszolút korának határozása. A vizsgálatok (U/Pb) a Giesseni Egyetem Földtani Laboratóriumában készültek. A vizsgálatokat Wolfgang Dörr végezte. Eredetileg a triász korú vulkáni tevékenység abszolút korát szerettük volna meghatározni, azaz pontosítani akartuk az Aggteleki zátony kezdetének időpontját. Meglepetésünkre a cirkonok vizsgálata 502-23/+26 Ma éves kort adott. A cirkonok tehát áthalmazottak voltak. A triász vulkanizmus az akkori aljzatából ragadta magával a cirkonokat. Viszont így az egykori aljzatról sikerült információhoz jutni. Ez annál is érdekesebb, mert a Szilicei takaró, a Nyugati Kárpátok legfelsőbb takarója ma gyökértelen, azaz eredeti aljzatáról lenyíródott takaró. Biztos aljzata nem ismert. Vizsgálataink viszont valószínűsítik, hogy aljzatát a triászban a Gömörikum alkotta, mivel a 502 éves vulkanitok ismertek a Vlahovo Formációból.

### **Őslénytani eredmények:**

- 8) Meghatároztuk a zátonyt felépítő faunát és flórát. Az Aggteleki Platformból összesen 98 fajt írtunk le. Szivacs: 9, mikroproblematikum: 25, dasycladacea: 14, foraminifera: 16, brachiopóda: 11 faj, 10 genus, crinoidea 6 faj, radiolária: 17faj. Mivel Magyarországon nem minden fosszília csoporthoz találunk szakembert, ezért neves külföldi kollégákat is bevontunk kutatásainkba. A szivacsokat és a mikroproblematikumokat Senowbari Daryan Professor (Erlangen), a foraminiferákat J. Blau Professor (Giessen), a crinoideákat H. Hagdorn (Ingelfingen), a radioláriákat P. Dumitrica (Lausanne) határozta. A brachiopodákat J. Pálffy határozta, őt is később vontuk be munkánkba, mivel projektünk tervezésénél még nem sejtettük, hogy ilyen sok és jó megtartású brachiopóda kerül majd elő (8 lelőhelyről 200 példány).

Az alábbi táblázatban csak a két legfontosabb zátonyalkotó fosszília csoport fajait ismertetjük. Az összes faj és genus ismertetése meghaladná e jelentés kereteit.

## I. Zátóny

„Sphinctozoans”	Microproblematica
Celyphia minima B	
Celyphia zoldana B	Anisophytes aggtelekensis B
Celyphia sp. H	Aggtecella hungarica B
Colospongia catenulata B	Bacinella ordinata H
Colospongia sp. B	Baccanella floriformis B
Follicatena cautica B	Lamellitubus cauticus H
Olangocoelia otti B	Ladinella porata H, B,
Olangocoelia sp. H, B	Macrotubus babai B
Solemolia manon H, B	Radiomura cautica B
Solenolia sp. B,	Plexoramea celebriformis B,
Sollasia? baloghi	Plexoramea H, B
Thaumastocoelia dolomitica B	Tubiphytes obscurus
Vesicolaulis oenipontanus B	Tubiphytes multisiphonatus H
Vesicolaulis sp.	Tubiphytes gracilis B
	Tubiphytes sp. H, B
	Porostromata algae
	Röhren aus dem Ladin (Gaetani, Fois)
	Gladogirvanella cipidensis
	Gladogirvanella sp.
	Cyanophyceen
	Chatetiden
	Solenoporacean
	Collaricodium
	Bryozoa
	Wurm Röhre
	Microben Krusten

## II. Zátóny

„Sphinctozoans”	Microproblematica
Colospongia catenulata H	Aggtecella hungarica B
Olangocoelia otti H	Bacinella ordinata H
Olangocoelia sp. H	Tubiphytes sp. H
Solenolia manon H	Tubiphytes gracilis H
Vesicocaulis oenipontanus H	Plexoramea H
Vesicocaulis sp.	Ladinella porata H

9) Mivel ilyen korú zátóny csak Aggtelekről ismert, ezért nagyon nagy jelentősége van a részletes őslénytani leírásnak. Munkánk eredményeként megállapítottunk, hogy négy szivacs faj: Colospongia catenulata, Follicatena cautica, Solenolia manon, Vesicocaulis oenipontanus, valamint egy mikroproblematikum: Macrotubus babai, melyek eddig csak a ladin-ból voltak ismeretesek már a késő anisusiban, az ilyenben is megjelentek. Ezzel jelentősen módosítottuk a Wettersteini zátóny felépítő fossziliák időbeli elterjedését.

10) Egy új Rhodophyta fajt is leírtunk: Aggtecella hungarica SENOWBARI-VELLEDITS néven. (Cikkünk el van fogadva a Faciesben)

11) A Scholz által Axopora aggtelekensis SCHOLZ által hydrozoának leírt fajt átsoroltuk az Anisophytes genusba. (Cikkünk be van nyújtva a Rivista Italiana di Pal. e Stratig.-ba.)

- 12) A crinoideákról önálló cikket jelentettünk meg a Neues Jahrbuch der Geol. Palaont. Abh.-ben.
- 13) Vizsgálataink tervezésénél egy nagyon fontos kérdésre kerestünk a választ: mik voltak azok a környezeti feltételek, amik lehetővé tették, hogy éppen Aggteleken alakuljon ki az Alp-Kárpáti régió legidősebb triász sánczátonya. Játszott-e szerepet a riftesedés a zátony kialakulásában. Úgy tűnik erre a kérdésre megtaláltuk a megnyugtató választ.  
Érdekes, hogy míg számos cikk foglalkozik a triász zátonyok faunájával és flórájával, egyetlen cikk sem foglalkozik a tektonika és a zátony újraépülés kapcsolatával. A szakirodalomban csak egyetlen említést találunk erre vonatkozóan: Flügel 2002-es, a triász zátonyokról írt összefoglalójában találunk egy rövid utalást, miszerint a perm végi kihalást követő zátonyújraépülés és a riftesedés között kapcsolat van.  
Kutatásaink során kimutattuk, hogy az Aggteleki zátony kifejlődése szoros kapcsolatban van a Neotethys északi peremének legfontosabb anisusi tektonikai eseményével a „Reiflingi eseménnyel”. A riftesedés során, a kéreg kivékonyodásának következtében a platformok befulladásnak. Ezek között a befulladások közül a legfontosabb a pelsoi/illyr határon bekövetkezett befulladás, az ún. „Reiflingi esemény”. Ekkor következett be az aljzat nagyon jelentős differenciálódása. Ekkor alakultak ki a platformok és a medencék. A differenciálódás jelentős szintkülönbségeket hoz létre az aljzatban. Nagy sánczátonyok mindig mély medencék szomszédságában jönnek létre, mivel itt a hideg, tápanyagban, és oldott mészből gazdag víz feláramlik, a hullámverés övébe érke a széndioxid távozásával mész kicsapódik (szerves, vagy szervetlen úton). Az Aggteleki zátony is a legjelentősebb aljzat differenciációt követően jött létre.
- 14) A zátony bázisát képező mélyvízi eseményben Aggteleken is kimutattuk a conodonták fejlődésében oly jelentős kihalási eseményt: A pelágikus mészkövek bázisán még megjelenik a három pelsoi forma: Gondolella bifurcata, G. hanbulogi, G. budurovi. Pár méterrel feljebb viszont ezek a fajok kihálnak, és egy új asszociáció jelenik meg. Szerintünk a riftesedés következtében megváltoztak a környezeti feltételek: megváltozott a hőmérséklet, áramlási rendszer, sótartalom stb. Ez a változás idézte elő a három pelsoi faj kihalását, és lehetővé tette új fajok megjelenését.
- 15) A zátony rétegsorát tanulmányozva kimutattuk a zátonyfejlődés egyes szakaszait: Stabilization/Colonisation/Diversification. A zátonyalkotók megjelenését Aggteleken is a crinoideák megtelepedése előzi meg. A crinoideák stabilizálják az aljzatot, lehetővé téve a zátonyalkotók megtelepedését. Később megjelennek a zátonyalkotók. Előbb csak néhány egyed, majd egyre több egyed és faj jelenik meg.
- 16) Az aggteleki platform épülésével egyidőben a terület ÉK-i részén (Nagy Jeney tető) egy intraplatform medence létezett, melyben szépen kifejlett turbidites sorozatot fedeztünk fel. Vizsgálataink előtt ez a turbidites sorozat ismeretlen volt. Conodontákkal sikerült mind a sorozat bázisát: Binonosus Subzone, mint a legfiatalabb rétegeit: Curioni Subzone datálni.
- 17) Kitérkepeztünk, és meghatároztuk faunáját és flóráját a II. Zátonynak is (Pitics hegyi zátony) Az aggteleki zátony progradációja következtében a turbidites sorozat fedőjében megjelenik a II. zátony. Leírtuk a II. zátony faunáját és flóráját. Összehasonlítva az I. zátonyasszociációjával jelentős különbséget nem lehet megállapítani.

*„III. Vizsgálni szeretnénk, hogy a fent említett platformoknak a fejlődése hogyan korrelálható Észak-Magyarország egyéb területeinek (Bükk, Darnó zóna) fejlődésével? Mi közöttük az összefüggés? Milyen szerepet játszott a riftesedés a platformok fejlődésében?*

*A témavezető elmúlt évi kutatásai során behatóan tanulmányozta a Bükk triász fejlődéstörténetét és arra egy új modellt állított fel. Ezen OTKA kutatás keretében lehetőség lenne egy riftesedő Tethys ág északi (Aggtelek-Rudabányai egység), riftesedő (Darnó zóna) és*

déli (Bükki egység) részének fejlődéstörténetének korrelálására. Az itt tapasztalt fejlődéstörténeti trendet összehasonlíthatjuk az Északi- és a Déli-Alpok, a Dinaridák és Hellenidák azonos korú képződményeinek fejlődésével. Az Alp-mediterrán térségből számos helyről ismertek platform befulladásai időpontok. Több neves kutató (Füchtbauer, Richter, Lein) felveti azt a gondolatot hogy a hajdani üledékgyűjtő platformjainak befulladásai között kapcsolat van. Kutatási eredményeinket összevetve az osztrák, német, szlovák kutatók eredményeivel szeretnénk ezt az állítást igazolni, vagy elvetni. „

18) Az Aggteleki platform fejlődését összehasonlítva az Alp-Kárpátok azonos korú karbonát platformjaival megállapítható, hogy fejlődése követi az kinyíló óceán északi platformjainak fejlődését. Itt is kimutatható a Reiflingi esemény hatása, itt is (akárcsak az Északi Mészköalpokban és a Nyugati Kárpátokban) jelentős tektonikai események detektálhatók a késő Pelsőiban, a kora illyrben, és az Avisianum Subzónában.

19) Összehasonlítva a világ egyéb alsó-középső triász zátonyaival a következő megállapítást tehetjük: a P/Tr kihalást követően az első zátonyt Kínából írták le az alsó és középső triász határáról.

Ezt követően a pelsoiból ismerünk zátonyokat a Dolomitok, valamint a German triász területéről. Ezek csak foltzátonyok, átmérőjük 10-20m. Az illyrből csak az aggteleki zátony ismert, ami viszont egy igazi barrier zátony, hiszen 3,5km hosszan követhető. A Dolomitok foltzátonyainak kialakulását is az aljzat differenciálódása előzte meg. A pelsoiban Aggteleken rámpát találunk, tehát lényeges szintkülönbségek még nincsenek. A zátony az első jelentős aljzatt differenciálódást követően jelent meg.

#### **Publikációs tevékenység** (a konferencia absztraktokat nem említjük)

- Kutatási eredményeinkből eddig 3 cikk jelent meg referált folyóiratban.
- Egy cikk túljutva a bírálati procedúrán megjelenésre vár egy szintén referált folyóiratban.
- Egy újabb cikk van jelenleg bírálat alatt szintén referált folyóiratban.
- Az aggteleki platform kutatási eredményeit egy nagyszerű nemzetközi rendezvény keretében mutattuk be magyar, osztrák, német, olasz, és svájci kollégáknak. Ehhez a terepbejáráshoz angol nyelvű kirándulásvezetőt is készítettünk.
- Egy további cikk megjelentetésén dolgozunk (Facies).

Eredményeinket három nemzetközi konferencián: két előadáson és egy poszteren mutattuk be.

Végül befejezve eredményeink felsorolását, köszönetet szeretnénk mondani az egykori bírálóknak, és az akkori OTKA bizottság tagjainak, akik 2002-ben pénzt és bizalmat szavaztak meg nekünk. Ha eredményeinket olvassák majd, reméljük úgy érzik, hogy megszolgáltuk a bizalmat. Itt szeretném megemlíteni néhai Erik Flügel professzor nevét, aki a triász zátonyok legjobb ismerője volt. Sajnos nem érthette meg, eredményeik megszületését, pedig amikor öt éve egy rövid ösztöndíj keretében Erlangenben tartózkodtam többször találkoztunk személyesen. Egy rövid idő után mindig az Aggteleki zátonyról beszélgettünk. Projektünk tervezésénél sok értékes tanácsot, biztatást, és egy ajánlólevelet kaptam Tőle a posztdoktori ösztöndíjamhoz. Sok (18) eddig ismeretlen összefüggésre sikerült rávilágítanunk. Sok előre nem tervezett új eredményt értünk el. Persze maradtak még feladatok a következő generációnak is. Kutatásainkba 5 külföldi szakembert is bevontunk, akik örömmel működtek velünk együtt. Szakmai vitáinkból mi is, ők is sokat tanultunk. Bár nagyon sok előre nem látott nehézség merült fel projektünk megvalósítása során, s mint ahogy ez már csak lenni szokott a probléma sokkal bonyolultabb volt, mint ahogy az az első ránézésre tűnt, de mindent összevetve örülünk, hogy végig csináltuk.