

## **Felső-oligocén otolithok összehasonlító vizsgálata**

**Szerző: Bodnár Katalin, földrajz–biológia**  
**Péter Adrienn, földrajz–biológia**  
**Konzulens: dr. dávid Árpád, főiskolai docens**

*(Fizika, földtudományok és matematika szekcióban III. hely,  
kiemelt különdíj)*

### **1. Bevezetés**

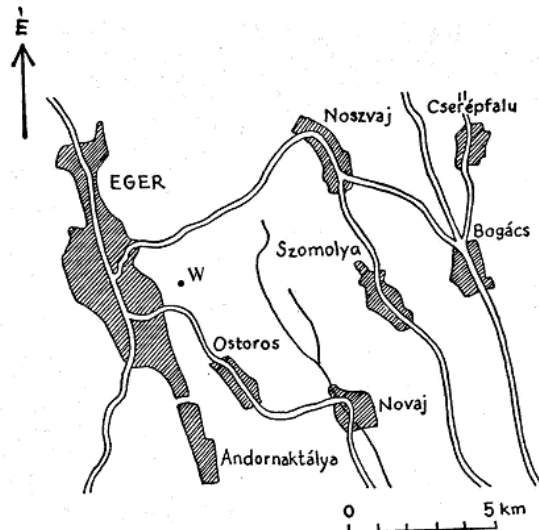
A volt Wind-féle téglagyár agyagbányájának rétegsora a feltárás gazdag, változatos ősmaradvány együttese még a bánya megnyitása után több mint száz évvel is számos kutatót vonz. A feltárás az Egri emelet sztratotípusa, ezért szükség van a minél sokrétűbb szedimentológiai és paleontológiai megismerésére.

Kutatásaink célja, hogy feltárjuk, bemutassuk és összehasonlítsuk a bánya három rétegének otolith faunáját. Vizsgálati eredményeink alapján a területre vonatkozó paleoökológiai és ősföldrajzi megállapításokat teszünk.

### **2. A lelőhely földrajzi elhelyezkedése**

A várostól K-re fekszik. Déli irányból a Homok út határolja. É, ÉNy-on Eger Merengő nevű városrésze jelenti határát. Közvetlen közelében halad az Egert Putnokkal összekötő vasútvonal.

A feltárás mind gyalogszerrel, mind pedig személygépkocsival jól megközelíthető (1. ábra), (1. kép).



W – Wind-féle téglagyár agyagbányája

*1. ábra: A lelőhely földrajzi elhelyezkedése*



*1. kép: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának távlati képe*

### 3. Az egeri korszak ősföldrajzi vázlata

Az oligocén elejére medencék láncolatából álló, többé-kevésbé izolált, hatalmas beltenger jött létre, amely az Alpok É-i előterétől az Aral-tóig húzódott.

Ez a beltenger volt a Paratethys.

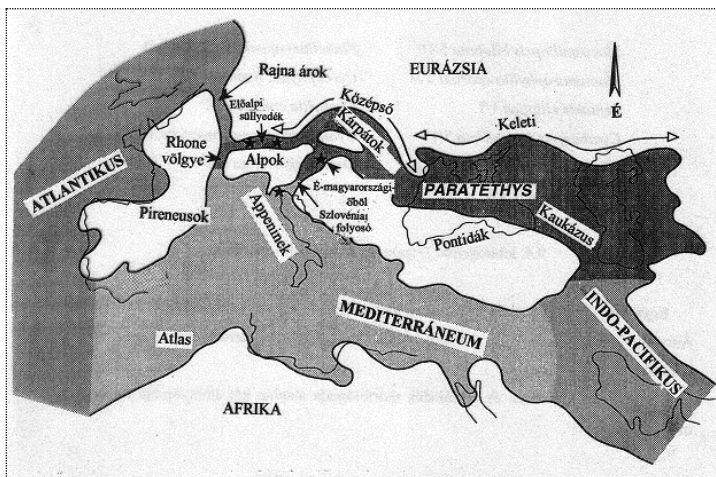
Két részre tagolódott, a Középső- és a Keleti-Paratethysre. Az alpi-kárpáti régió a Középső-Paratethyshez tartozott.

Az egerien idején a Paratethys középső medencéje Szlovénián keresztül közvetlen kapcsolatban állt a Mediterráneummal. A Keleti-Paratethysnek az É-i tengerek felé voltak összeköttetései. A Középső- és Keleti-Paratethys pedig az Erdélyi-medencén át kapcsolódott össze.

Az egerien főbb történései a következők voltak:

- a Középső-Paratethys molluszkafaunájában ismét megjelentek a Mediterráneum elemei,
- feltűntek a nagyforaminiferák, boreális taxonokkal keveredve,
- számos helyen transzgresszió játszódott le, az euxin fácies visszaszorult,
- az egerien végén általános regresszív tendencia figyelhető meg:
- az alpi-tátrai szárazulat gyors ütemű emelkedése kezdődik, emiatt gyorsabb üteművé válik az üledékképződés az alsó kiscellienhez viszonyítva.

A klíma hűvös-szubtrópusi, és különösen a vége felé humid volt (BÁLDI 1980, 1983) (2. ábra).



2. ábra: Az egerien ősföldrajzi vázlata (Rögl és Steiner nyomán)

#### 4. A Wind-féle téglagyár agyagbányájának földtani képződményei

A Wind-féle téglagyárban az Egri formáció rétegei fokozatos átmenettel fejlődnek ki a fekvő Kiscelli Agyagból. Erre erősen glaukonitos, tufitos homokkő települ. Makrofaunájára jellemző a *Flabellipecten burdigalensis* Lamarck, a *Cerithium egerense* Gábor, a *Babylonia eburnoides umbilicosiformis* Telegdi-Roth, *Dentalium apenninicum* Sacco, valamint magányos korallok, halúszótüskék előfordulása.

A glaukonitos homokkőre mintegy 35–40 m vastagságban molluszkás agyag települ. A kifejlődést gazdag foraminifera és apró molluszkás puhatestű fauna jellemzi. Alsó része a Legányi-féle ún. X<sub>1</sub> és X<sub>2</sub> aleurit közbetelepülések igen gazdag faunájúak és sok növénymaradványt tartalmaznak /alsó-flóra/. A magasabb helyzetű Telegdi-Roth K. által X rétegnek nevezett finomhomokos összlet faunája átmenetet képvisel a felsőbb rétegek felé.

Erre az összletre 5–5,5 m vastagságú homokzsínóros agyag települ. Igen gyakoriak a limonitos konkréciók, a leveles, palás elválás, felsőbb részében jelentős mennyiségű növénymaradvánnyal /középső-flóra/.

Majd 2 m vastagságban helyenként linomitos, laza, gyengén meszes homokkő következik, igen gazdag, jó megtartású molluszká faunával. Ez a Legányi F. által „k” rétegnek nevezett összlet. A régebbi szakirodalomban ennek a faunája fedte az „egri fauna” fogalmát.

A rétegsor 10–12 m vastag szürke agyagmárga, kőzetlisztes agyag, márga kifejlődésben folytatódik homok közbetelepülésekkel. Ez az összlet ősmaradványokban ritka. Legányi ezt „tellinás agyag”-nak vagy „d” rétegnek nevezte. Erre mintegy 5–7 m vastag csillámos, kőzetlisztes agyag, felső részén palás, limonitos homokkő betelepülés következik, szórványos növénylenyomatokkal. A rétegsor mintegy 20 méteres vastagságban keresztarétegzett, aprókavicsos durva homok, laza durva homokkő, felső részén felfelé sűrűsödő agyagbetelepülések és konkréciók sorozatából áll. Az összlet ősmaradványokban ritka.

Ezután csökkentsósvízi kifejlődésű limonitos agyag következik *Polymesoda convexa* és *Unio* fajokkal (Telegdi-Roth-féle „u” réteg).

A következő finomrétegzett, csillámos, laza, homokkőből, homokos agyagból álló réteg tartalmazza a „felső flóra” kivételesen szép, jó megtartású növénymaradványait.

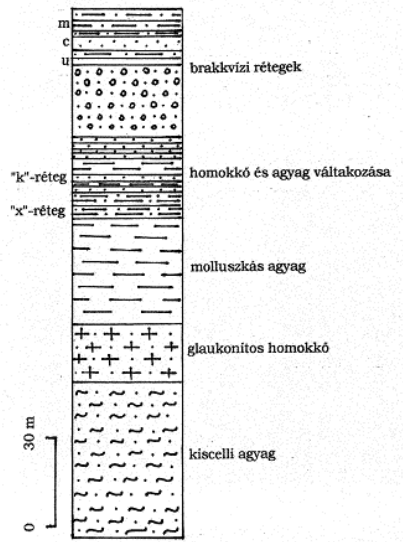
Majd 4–5 m vastag homokos agyag, agyagos laza homokkő következik gazdag csökkentsósvízi faunával. Ez a Telegdi-Roth által „c”-vel jelzett „cerithiumos réteg”.

Erre 1 m vastagságú, csillámos, laza, agyagos homokkő következik.

Felette 0,8–1,0 m-es kavicsos laza homokkő, lumasellaszerűen felhalmozott gazdag faunával (pl.: *Anadara diluvii* Lamarck, *Mytilus aquitanicus*

Mayer, *Ostrea cyathula* Lamarck, *Tympanotonus margaritaeus* Brocchi). E szintet Telegdi-Roth „m”-el jelölte („mytiluszos réteg”).

A rétegsort 1-2 m növénymaradványos agyag, limonitos, mytiluszos (m<sub>1</sub> réteg) homok és homokkő, végül 0,5 m agyagos kavics, s 4–5 m limonit-konkréciós agyag, kőzetliszt zárja, kevés „k” réteghez hasonló (k<sub>1</sub>) faunával (3. ábra) (Báldi 1966; 1967; 1973; Báldi et al. 1961; Báldi–Senes 1975; Gyalog 1996).



3. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának elvi rétegoszlopa (Báldi, T. 1966)

## 5. A Wind-féle téglagyári feltárás földtani és őslénytani megismerése

A téglagyári faunáról legrégebbi adatot Böckh J. geológusnál találunk. Mégis a történeti áttekintést Legányi F. volt egri földbirtokos nevével kell kezdeni. Ez az autodidakta paleontológus páratlan szorgalommal, kitartóan, nagy odaadással végezte a gyűjtést ezen a területen egész életén át. Ő hívta fel Telegdi-Roth K. figyelmét a feltárás faunájára, mint ezt 1912-ben keltezett levelei is bizonyítják.

Az egri puhatestű faunáról Telegdi-Roth K. (1914) készít elsőként monográfiát. Ebben 73 fajról ad pontos leírást. Ezt követte Gábor R. (1936) kiegészítő publikációja, amelyben 17, Egerből addig ismeretlen forma leírását adja. Ezek között nemcsak új fajok találhatók, hanem Egerea névvel egy új

csiga-nemzetséget is felállított. A gyűjtött anyagot id. Noszky J. (1936) is megvizsgálta. Összesítése inkább bővített fauna-listának nevezhető, s 324 új fajt, alfajt foglal magában. Az időközben jelentősen gyarapodott gyűjteményt ismét id. Noszky J. dolgozta fel 1951-ben. Ez a munka azonban nem került nyomtatásba.

Erre a kéziratra épül Benkőné Czabaly L. közleménye, amely 1041 fajt és változatot említ a feltárásból, alig téve többet a fajok felsorolásánál.

A kiegészítő adatok sorából említésre méltó Csepregyhyné Meznerics I. monográfiája, amelyben 7 *Pecten* fajt ír le Egerből. Báldi T. 2 új *Glycymeris* fajt említ a feltárásból.

Az eddig említett anyag – a Legányi-féle gyűjtemény kivételével – szinte teljes egészében csak a „k” réteg, legfeljebb az „x” réteg látványos faunáját képviseli. Báldi T. (1966) gyűjtései a mélyebb agyagösszlet, és az 1961-ben mélyített 80 m-es alapfúrás faunájára is kiterjednek.

A puhatestűek mellett a vizsgálat kiterjedt más törzsekre is. A foraminiférákat Majzon L., a korallokat Hegedűs GY. (1962), a kacslábú rákokat (*Balanus*) Kolosváry (in Benkőné Czabaly L.) vizsgálta és dolgozta fel.

A feltárás otolithjairól D. Nolf és R. Brzobohaty (1994) jelentett meg tanulmányt. Művükben részletesen tárgyalják a glaukonitos homokkő, a moluszkás agyag, és a „cerithiumos” réteg csontoshalainak hallóköveit.

A feltárás flóráját Andreánszky G. tette vizsgálat tárgyává.

## **6. Otolithok szerkezeti és morfológiai felépítése**

### **6.1. Történeti áttekintés**

Az otolithok vagy hallókövek sajátos gerinces fossziliák, mivel nem részei a csontváznak, de lényeges és különleges részei az akusztikus-oldalvonal rendszernek.

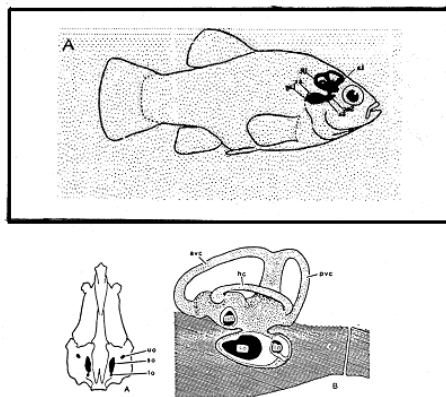
Taxonómiai helyüket először Cuvier határozta meg 1836-ban, őslénytani jelentőségüket pedig Koken alapozta meg 1884-ben. Megjelent munkájában kitarzott amellelt, hogy közel valamennyi osteichthyan faj azonosítható szakkuláris otolithja alapján és alaposan megvitatta az alapjait az összehasonlító morfológiai vizsgálatoknak és megvilágította a recens és fosszilis fajok rokonságát. Megtálalható a jurától napjainkig a legkülönbélebb rétegekben A csontoshal fauna rekonstrukciója során a szakkuláris otolithok fontos szerepet játszanak, mint a fogak a cápa- vagy emlősfauna térképezésében. Míg a teljesen ép csontvázak ritkák, addig az otolithok viszonylag nagy mennyiségben fordulnak elő a tengeri üledékekben és sokkal kiterjedtebb faunák rekonstrukcióját engedik meg.

A másik jelentős szerző Schubert, aki 1902 és 1916 között főleg a Bécsi-medence miocén otolithjairól jelentetett meg publikációkat (NOLF, D. 1985).

## 6.2. Az otolithok elhelyezkedése

A belső fül vagy labirintus kalciumkristályai minden gerincesben előfordulnak. Méretük 1 és 50 mikron között mozog. A Sugarasúszójúakban (Actinopterygii) és a Tetrapodák kivételével az összes Sarcopterygiában, vagyis a Bojtosúszós (Crossopterygii) és Tüdős (Dipnoi) halakban ezek a kristályok egy alakilag jól körülhatárolható képletet alkotnak: ez az otolith vagy hallókő.

Az otolith eredete a labirintussal függ össze. Maga a labirintus a fültájéki lemezből származik, mely fokozatosan megvastagodott és betűródött a fej mindkét oldalán. A lemezek eredetileg az oldalvonal részei, de befelé vándoroltak a fejlődés során és megalkották a fülhólyagot vagy más néven otocisztát. Az ontogenezis során a fülhólyag lefűződött az epidermiszről és alsó része elvándorolva kialakította a fülducot a VIII. agyideggel. A zsákszerű képlet egy összetettebb háti (dorzális – utriculus) és egy hasi (ventrális – sacculus) kamrára tagolódik. Az alsóbbrendű gerincesekben a sacculus újabb részét lagenának nevezik, az emlősökben ez a bonyolultabb csigának (cochlea) felel meg. Az utriculus felső részéből ered a három félkörös ívjárat és az endolimphaticus (nyirok) vezeték. Mindez a koponya hallótokjában helyezkedik el. A labirintus különböző részeit porc veszi körül, amit a gerincesek többségében csont vált fel (4. ábra) (HOLLÓSI 1995).



4. ábra: Az otolithok elhelyezkedése a halak koponyájában (D. NOLF 1985 nyomán)

Mindhárom zsákszerű képletben található egy-egy érzékelő- és támasztó-sejtekből álló folt, melyet maculának neveznek. A maculák hasonlítanak az oldalon-rendszer érzékelő-foltjaihoz, de nagyobbak azoktól.

A legtöbb Sugarasúszójában három otolith található, közülük a sacculáris a legfontosabb a fajok azonosításában. A Bojtosúszósoknál csak sacculáris otolith ismert, a Tüdőshalakban sacculáris és utriculáris otolithot is találtak (Galács–Monostori, 1992; Géczy 1985; Géczy 1993).

A szakirodalomban többféle elnevezés is él a három hallókőtípus elkülönítésére. A sacculáris otolithot nevezik még sagittának vagy sacculithnak, az utriculárist lapillusnak vagy utriculithnak, a lagenálist pedig asteriscusnak vagy lagenalithnak (Nolf, D. 1985).

### 6.3. Az otolithok összetétele

A hallókövet kalcium-karbonát és egy szerves anyag alkotja, utóbbit otoline-nak neveznek. Az otoline mennyisége az otolithban változó: 0,2 és 10% között mozog. Ez a szerves anyag egy rostos fehérje aminosavak építik fel.

Sok halfajnál a kalcium-karbonát aragonit formájában van jelen, s az aragonit-kristályok a hallókő középpontjától sugárirányban kifelé rendeződnek. Az alacsonyabbrendű Sugarasúszójákban egy másik kristályforma is megjelenhet, a vaterit, míg a melegvérű tetrapodákban (Aves – Madarak, Mammalia – Emlősök) a statoconia anyaga kalcit. A legjobban kutatott hullófajoknál a statoconiát aragonit és kalcit keveréke alkotja. A Cápáknál a hallókő rendszerint aragonitból áll. A Körszájúak (Cyclostomata) statoconiája másfajta vegyület alkotja: a gerincesek csontanyagát is adó kalcium-foszfát vagy apatit. A vaterit jelenléte az otolithokban a törzsfajlás egy alacsonyabb szintjét mutatja, mivel ez az ásvány a Sugarasúszóják (Actinopterygii) csoportjában fordul elő. A valódi csontoshalak (Teleostei) majd összes csoportjában aragonitból épül fel a hallókő, de a primitívebb formákban a colliculumokat vaterit alkothatja.

A Valódi csontoshalak (Teleostei) hallóköveinek patológiás, alaki elváltozását is vaterit képezi. Frizzell & Exline (1958) ezt a jelenséget otoconiának nevezte el. Rendszerint az otoconiás otolith mellett a labirintusban vannak még elkülönült amorf vateritkristályok. Frizzell & Exline (1958) ezeket ossiculithnak nevezte

Oxigén- és szénizotópos vizsgálatok kiderítették, hogy a különböző csontoshalak otolithjának aragonittartalma közelít a tenger aragonittartalmához, a tengeri és édesvízi héjas gerinctelenekhez hasonlóan. Ezért az otolithok alkalmasak ökoszisztémái viszonyok megállapítására (Nolf, D. 1985).

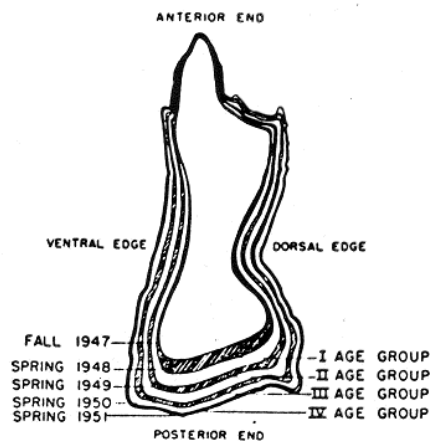


#### 6.4. Otolithok szerkezete

Szerkezeti összetételét tekintve az otolithok koncentrikus gyűrűkből állnak. Ezek növekedési gyűrűk, a kalcium-karbonát és a fehérje sorozatos egymásra rakódásával keletkeznek. Metszetben nagyon finom szerkezetet mutatnak: a sötétebb, opak sávok váltakoznak világosabb, szélesebb, áttetsző sávokkal. A középső hosszanti egyenes felé eső síkban láthatók legjobban a növekedési vonalak.

A vastagabb, világosabb, áttetsző öv a gyors lerakódás periódusában képződik (rendszerint nyáron és ősszel). Ebben az időszakban a fehérjék képződése jelentős, de a kalcifikáció még inkább. A szerves-szervetlen anyagok aránya az otolithban egyértelműen a szervetlen felé billen. A sötét öv a lassú lerakódás idejét jelenti. Ebben az időszakban sokkal kevesebb szerves anyag képződik, de a szerves-szervetlen anyagok közül a szerves van jelen nagyobb arányban, mivel a kalcifikáció szinte teljesen szünetel. A világos és sötét sávok mintázata ott jelenik meg kifejezettebben, ahol az évszakok között nagyobb a hőmérséklet-különbség. A halbiológiában használják ezeket az éves gyűrűket a hal korának megállapításához. A trópusi területeken, ahol nincsenek évszakok, a hallóköveken sem figyelhetők meg élesen kivehető sávok.

Recens otolithon „évgyűrűket” Panella tanulmányozott. Acetátos maratással az éves gyűrűknél finomabbakat is el tudott különíteni. A szélesebb sávok mellett megkülönböztetett havi, kéthetes és napi gyűrűket. Kísérletei során elkülönített 100–110 napos téli, és 230-260 napos nyári zónákat. A napi kalcium-lerakódás feltehetőleg összefüggésben van a halak viselkedésével, anyagcseréjével, és napi (circadian) ritmusával (Nolf, D. 1985) (5. ábra).



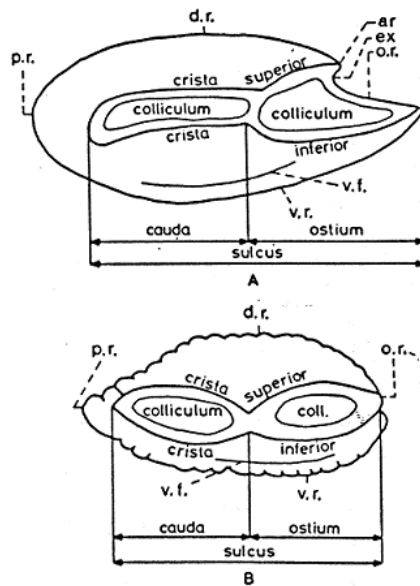
5. ábra: Növekedési vonalak egy otolith hosszmetészetén

## 6.5. Az otolithok morfológiai felépítése

Az otolithok mérettartománya néhány tizedmilliméter és 1,5 centiméter között mozog. Külső felépítésüket a 5 ábra mutatja.

Az otolith legfőbb azonosító jellegei a következők: legfontosabb határozó bélyegzőjük a külalakjuk, a központi barázda (sulcus) mélysége, a belső oldal konvexitása, a külső oldal konvex illetve konkáv volta, az otolith vastagsága és mintázata. Határozáskor a belső oldal képleteit kell vizsgálni, a barázda alakját, a benne elhelyezkedő kiemelkedések (colliculum) formáját és méretét, egymáshoz való viszonyát, a sulcuson belül a cauda és az ostium arányát, a ventrális hasíték (fissura ventralis) lefutását illetve az area mélységét és kiterjedését. Fontos bélyeg még az otolith anterior peremén a jellegzetes rostrum és antirostrum aránya. Fontos a meghatározásban még az otolith körvonala, széleinek mintázottsága (Nolf, D. 1985, Radwanska, U. 1992).

Néha a külső oldal is segíthet a határozásban, bár ez a rész meglehetősen változékony. Szintén variációs lehetőséget nyújt az a tény is, hogy a fiatalabb és idősebb példányok otolithja eltérő nagyságú és mintázottságú lehet (6. ábra).



6. ábra: Az otolithok morfológiája (D. NOLF 1985 nyomán)

## 6.6. Otolithok funkciója

Az otolithok szoros kapcsolatban állnak a halak egyik fő érzékszervével, az oldalvonallal, tulajdonképpen annak specializált, ásványosult részei.

Négy fő funkciót töltenek be:

1. az izomtónus fenntartása és szabályozása,
2. a szöggyorsulás érzékelése,
3. egyensúly-érzékelés,
4. hang/rezgésérzékelés.

A labirintus felső része érzékeli az egyensúlyi helyzetet (az utriculus és a félkörös ívjáratok), míg az alsó rész (a sacculus és a lagena) a rezgések érzékeléséért felelős. Nagyméretű, módosult otolithjuk van azoknak a halaknak, melyek hangadásra képesek, mint a Sciaenidae. A hallókövek erős piezoelektromos tulajdonságát tekintve feltételezhető, hogy van köze a frekvenciaanalízishez vagy a mélységérzékeléshez, esetleg mindkettőhöz (Nolf, D. 1985).

## 6.7. Az otolithok jelentősége

Az otolithkutató az őslénytan kevésbé ismert területe, jelentős mértékben feltáratlan, kevés hozzá a szakirodalom. Pedig az otolithok jelentősége igen nagy, hiszen a fajra meghatározott hallókövek mennyiségéből és eloszlásából következtethetünk a vízmélységre, sótartalomra, vízhőmérsékletre, valamint a hal korára (Brzobohaty 1989).

## 7. Kutatási módszerek

A Wind-féle téglagyár agyagbányájának három rétegéből – molluszkás agyag, aleuritos finomhomokkő, limonitos homokkő – 500-500 kg üledéket gyűjtöttünk. Ezt szárítás után hidrogén-peroxidos forró vízben áztattuk. A molluszkás agyag esetében 10 l vízhez 3 dl hidrogén-peroxidot adtunk. Az aleuritos finomhomokkő és a limonitos homokkő esetében 10 l vízhez 2 dl hidrogén-peroxidot öntöttünk. Az anyagot 0,8 mm lyukátmérőjű szitán iszapoltuk. Az iszapolási maradékból sztereomikroszkóp segítségével válogattuk ki az otolithokat. Ezeket Nolf 1978, Nolf–Brzobohaty 1994; Nolf–Da Silva 1997; Reichenbacher–Capetta 1999; Smigielska 1973 és Seurbaut 1979 alapján határoztuk meg.

Lemértük az otolithok legnagyobb hosszát, hogy méretbeli megoszlásukat vizsgálhassuk. A méréshez sztereomikroszkópot használtunk szálkeresztes optikai feltétellel. Az otolithokról fényképek készültek, melyhez Kodak Ultra Gold 400 filmet használtunk.

## 8. Megfigyelések, vizsgálati eredmények

### 8.1. Molluszkás agyag

A kifejlődést mintegy 30-40 m vastagságban tanulmányozhatjuk (2. kép).



2. kép: Molluszkás agyag a Wind-féle téglagyár agyagbányájában

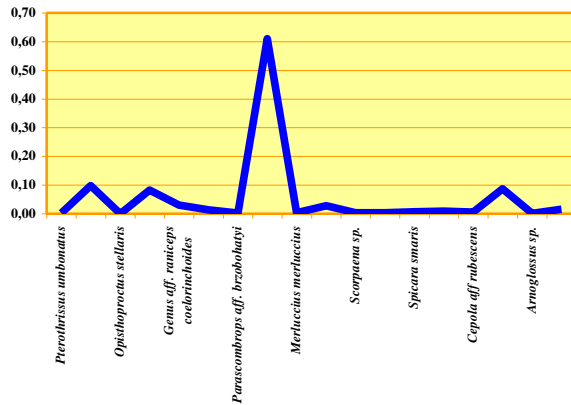
A gazdag puhatestű faunán kívül az általunk talált nagyszámú otolith a halfauna gazdagságát is bizonyítja. Az 500 kg üledék iszapolási maradékából 2133 db hallókövet válogattunk ki, és azokat 17 taxonba soroltuk (1. táblázat).

1. táblázat: Faunalista – molluszkás agyag

TAXON	db
<i>Pterothrissus umbonatus</i> (Koken, 1884)	5
<i>Rhechias nagymarosyi</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	208
<i>Opisthoproctus stellaris</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	1
<i>Diaphus pristismetallis</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	175
Genus aff. <i>raniceps coelorinchoides</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	64
<i>Physiculus</i> aff. <i>huloti</i> Poll 1953.(Steurbaut 1979)	29
<i>Parascombrops</i> aff <i>brzobohatyi</i> Nolf, 1988	4
<i>Bregmaceros</i> sp.	1300
<i>Merluccius merluccius</i> Linnaeus, 1758	6
<i>Echiodon</i> sp.	59
<i>Scorpaena</i> sp.	7
<i>Trigla</i> sp.	6
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Dentex</i> aff. <i>gregarius</i> (Koken, 1891)	20
<i>Cepola</i> aff. <i>rubescens</i> Linnaeus, 1766	13
<i>Gobius vicinalis</i> Koken 1891.	185
<i>Arnoglossus</i> sp.	3
Otolith sp. indet	34

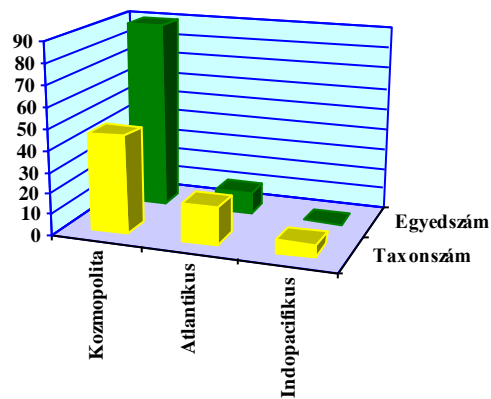
Relatív gyakoriságuk alapján meghatározóak a *Bregmaceros* sp., *Rhechias nagymarosi*, (6. kép) *Gobius vicinalis* taxonok (7. ábra).

7. ábra: Az egyes otolith taxonok relatív gyakorisága a Wind-féle téglagyár molluskás agyag rétegében



A halak elterjedését vizsgálva megállapítható, hogy mind egyedszámban mind taxonszámban a kozmopoliták dominálnak. A legkisebb arányban az indopacifikus elemek fordulnak elő (8. ábra).

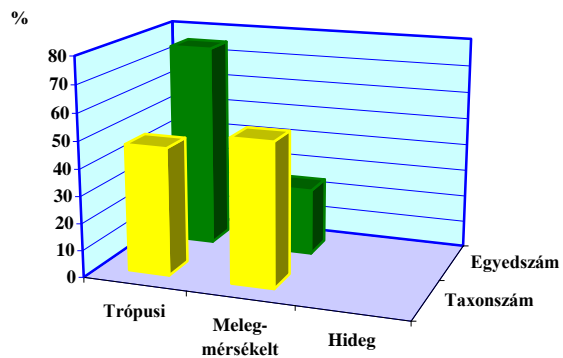
8. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának molluskás agyag rétegéből gyűjtött otolithok ösföldrajzi megoszlása %



Az éghajlati igényeket figyelembe véve taxonszámban a trópusi és meleg-mérsékelt elemek aránya csak kis eltérést mutat, viszont egyedszámot

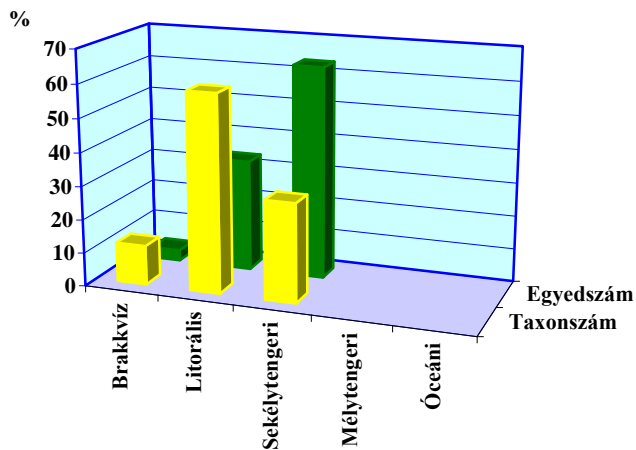
nézve a trópusi taxonok több mint 75%-ban vannak jelen. Hideg éghajlati fajok hiányoznak (9. ábra).

9. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának molluszkás agyag rétegéből gyűjtött otolithok éghajlat szerinti megoszlása



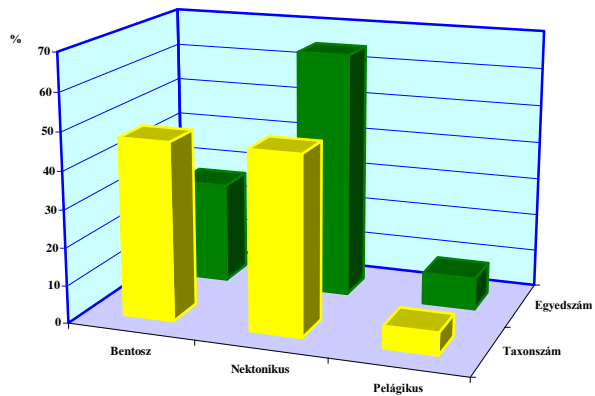
A vízmélységi viszonyok eredményeként az állapítható meg, hogy taxon számban a litorális, egyedszámában a sekélytengeri elemek a meghatározóak. A két darab brakvízi taxon mindössze csak 3,2%-ban jelenik meg az egyedszámot tekintve. A mélytengeri és óceáni halak hiányoznak (10. ábra).

10. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának molluszkás agyag rétegéből gyűjtött otolithok élőhely szerinti megoszlása



Életmód szempontjából taxonszámot tekintve az aljzathoz közel élők és a nektonikusak dominálnak, egyedszámban viszont a nektonikusak az uralkodók közel 65%-kal (11. ábra).

11. ábra: A Wind-féle téglagyár molluskás agyag rétegéből gyűjtött otolithok életmód szerinti megoszlása



## 8.2. Aleuritós homokkő

Ez az a réteg amit Telegdi-Róth „X rétegnek” nevezett el. Faunája átmenetet képvisel a felsőbb rétegek felé (3. kép).



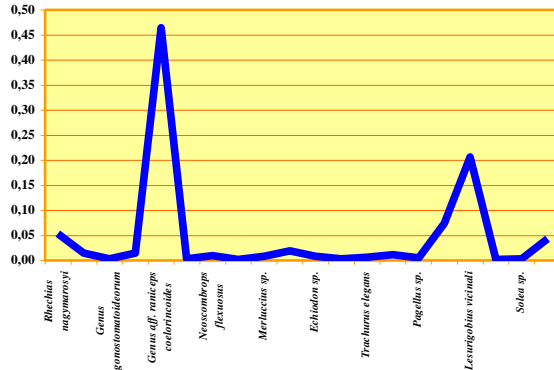
3. kép: Aleuritós finomhomokkő a Wind-féle téglagyár agyagbányájából

Az átvizsgált 500 kg üledékből 622 otolith került elő, amit 20 taxonba soroltunk be. Relatív gyakorisági vizsgálatok alapján leggyakoribb taxonok a *Genus aff. Raniceps coelarincoides*, *Gobius vicinális* (2. táblázat) (12. ábra).

2. táblázat: Faunalista – aleuritos finomhomokkő

TAXON	db
<i>Pterothrissus umbonatus</i> (Koken, 1884)	28
<i>Rhechias nagymarosyi</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	33
<i>Rhynchoconger pantanelli</i> (Bassoli&Schubert,1906)	9
Genus <i>gonostomatoideorum</i> sp.	2
<i>Diaphus</i> sp.	9
Genus aff. <i>raniceps coelarincoides</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	288
<i>Physiculus</i> sp.	2
<i>Neoscombrops flexuosus</i> Steurbaut 1979.	6
<i>Parascombrops</i> aff <i>brzobohatyi</i> Nolf, 1988	1
<i>Merluccius</i> sp.	5
<i>Phycis</i> sp.	12
<i>Echiodon</i> sp.	5
<i>Morone</i> sp.	2
<i>Trachurus elegans</i> Jonet ,1973	4
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Pagellus</i> sp.	3
<i>Dentex</i> aff. <i>gregarius</i> (Koken, 1891)	46
<i>Gobius vicinális</i> Koken 1891.	128
<i>Arnoglossus</i> sp.	1
<i>Solea</i> sp.	2
Otolith sp. indet	29

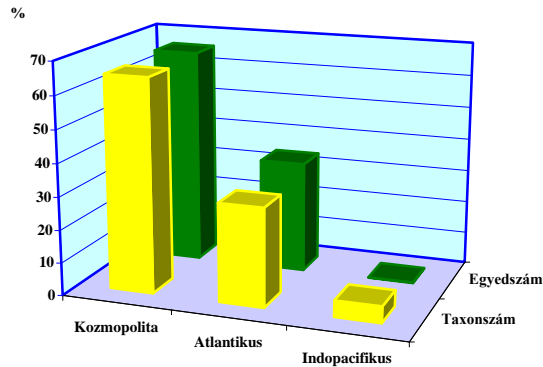
12. ábra: Az egyes otolith taxonok relatív gyakorisága a Wind-féle téglagyár aleuritos finomhomokkő rétegében





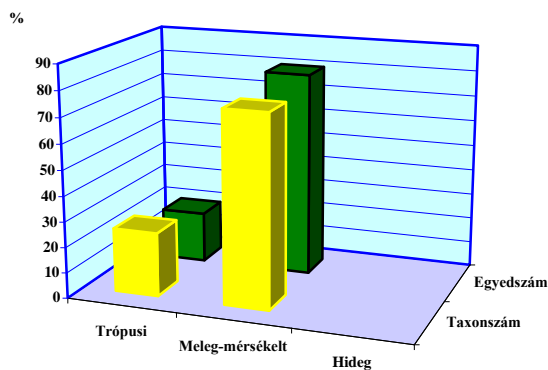
Taxonszámot és egyedszámot tekintve egyaránt a kozmopolita fajok dominanciája jellemző. Az indopacifikus taxonok egyedszáma nem éri el az 1%-ot sem (13. ábra).

13. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának aleuritos finomhomokkő rétegéből gyűjtött otolithok ösföldrajzi megoszlása



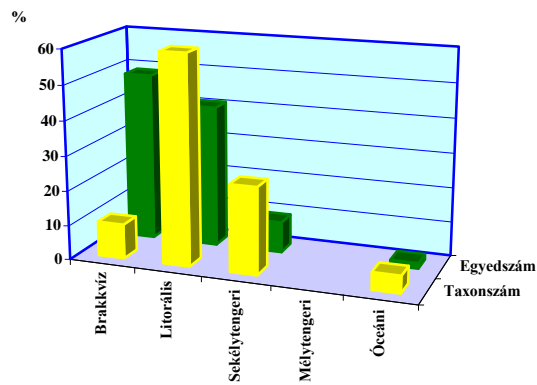
A meleg-mérsékelt magas taxonszámhoz magas egyedszám társul. A trópusi fajok kisebb arányúak, hidegtaxonok nem fordulnak elő (14. ábra).

14. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának aleuritos finomhomokkő rétegéből gyűjtött otolithok éghajlat szerinti megoszlása



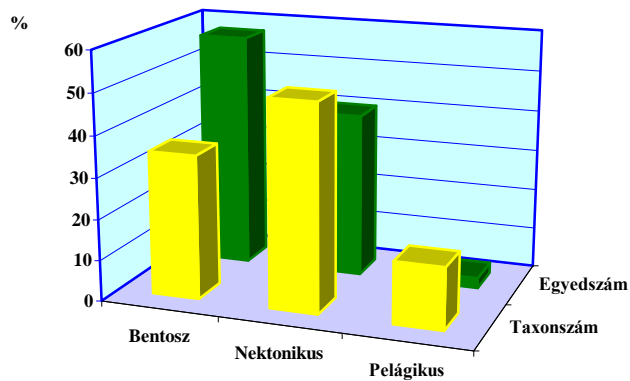
A litorális régióban élő halak taxonszáma jelentős viszont egyedszámában a brakkvízi taxonok a kiemelkedők. A sekélytengeriek aránya kicsi, óceáni fajoké pedig 1% körüli (15. ábra).

15. ábra: A Wind-féle téglagyár aleuritos finomhomokkő rétegéből gyűjtött otolithok élőhely szerinti megoszlása



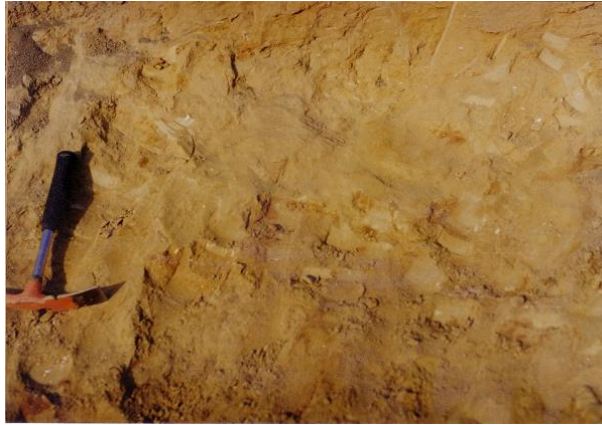
Életmódot figyelembe véve a nektonikus elemek az uralkodók, viszont egyedszámuk nem éri el a bentosz életmódúak egyedszámát. A pelágikus életmód három taxonnal és 2,5%-os egyedsűrűséggel jelenik meg (16. ábra).

16. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának aleuritos finomhomokkő rétegéből gyűjtött otolithok életmód szerinti megoszlása



### 8.3. Limonitos homokkő

Ez a Legányi F. által „k” rétegnek nevezett összlet. A réteget 2 m vastagságban lehet tanulmányozni (4. kép).



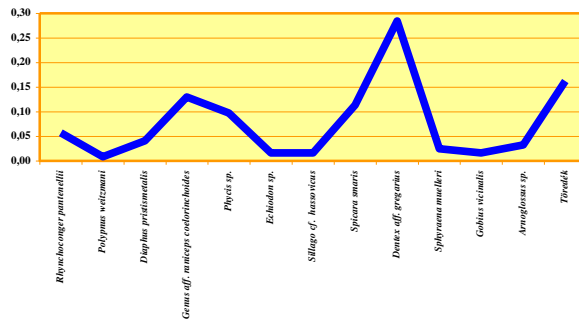
4. kép: Limonitos homokkő a Wind-féle téglagyár agyagbányájából

Az 500 kg üledékben talált 123 otolithot 12 taxonba soroltuk be. Relatív gyakoriság alapján elmondható, hogy a *Dentex aff. Gregarius* Genus aff. *Raniceps coelorrhynchoides* az uralkodó (3. táblázat), (17. ábra).

3. táblázat: Faunalista – limonitos homokkő

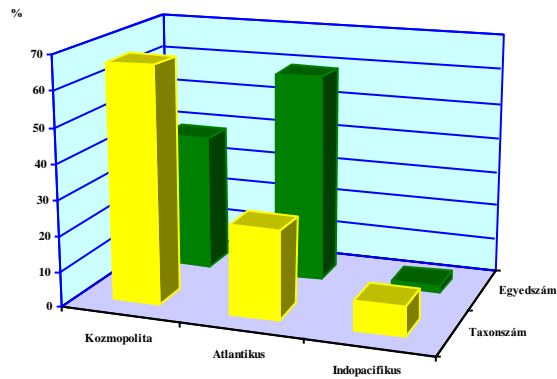
TAXON	db
<i>Rhynchoconger pantanelli</i> (Bassoli&Schubert,1906)	7
<i>Polyipnus weitzmani</i> Steurbaut, 1982.	1
<i>Diaphus pristismetallis</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	5
Genus aff. <i>raniceps coelorrhynchoides</i> (Nolf&Brzobohaty 1994)	16
<i>Phycis</i> sp.	12
<i>Echiodon</i> sp.	2
<i>Sillago</i> cf. <i>hassovicus</i> (Koken, 1891)	2
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Dentex</i> aff. <i>gregarius</i> (Koken, 1891)	35
<i>Sphyraena muelleri</i> (Peters, 1884)	3
<i>Gobius vicinalis</i> Koken 1891.	2
<i>Arnoglossus</i> sp.	4
Otolith sp. indet	20

17. ábra: Az egyes otolith taxonok relatív gyakorisága a Wind-féle téglagyár limonitos homokkő rétegében



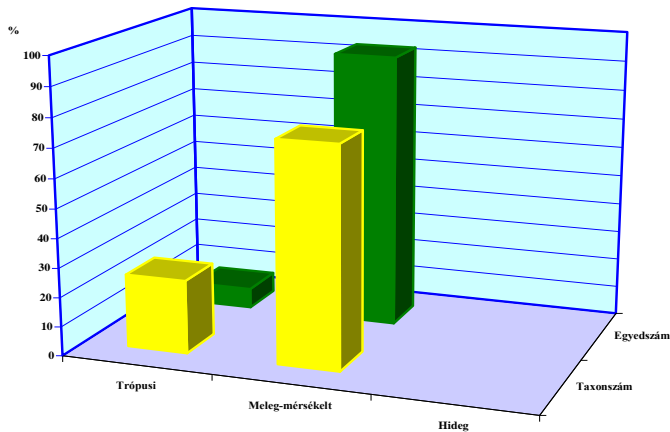
A kozmopolita taxonok dominálnak, viszont egyedszámban az atlantikusak a meghatározóak. Az indopacifikus elemek aránya elenyésző (18. ábra).

18. ábra: A Wind-féle téglagyár limonitos homokkő rétegéből gyűjtött otolithok ösföldrajzi megoszlása



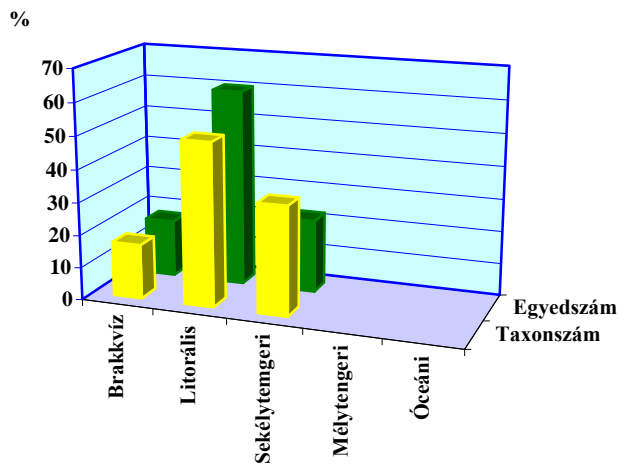
Az éghajlatot figyelembe véve mind taxonszámban mind egyedszámban a meleg-mérsékelt elemek az uralkodók. A trópusi fajok egyedszáma nem éri el a 7%-ot. A hideg éghajlatra jellemző fajok alárendeltek (19. ábra).

19. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának limonitos homokkő rétegéből gyűjtött otolithok éghajlat szerinti megoszlása



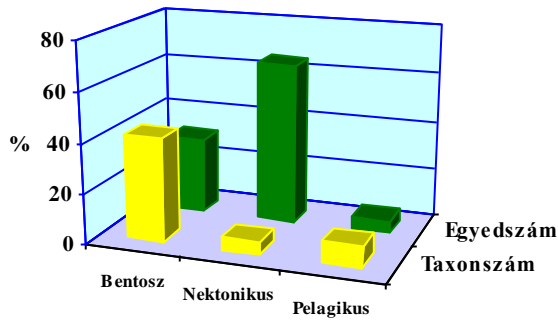
A legtöbb hal a litorális régiót részesítette előnybe de sekélytengeri taxonok is meghatározóak. A brakkvízi elemek egyedszáma a legkisebb (20. ábra).

20. ábra.: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának limonitos homokkő rétegéből gyűjtött otolithok élőhely szerinti megoszlása



Taxonszámban is, egyedszámban is a nektonikusak a dominánsak, de jelentős az aljzathoz közel élők aránya is (21. ábra).

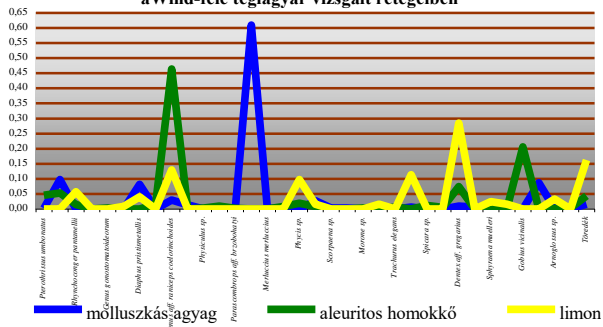
21. ábra: A Wind-féle téglagyár agyagbányájának limonitos homokkő rétegéből gyűjtött otolithok életmód szerinti megoszlása



## 9. Elemzés, értékelés

A három réteg összehasonlításánál a relatív gyakoriság (22. ábra), illetve a Jaccard-féle index eredményeit vettük alapul. A Jaccard-index hasonlóság kifejezésére szolgál. Számításaink alapján a molluszkás agyag és az aleuritos homokkő rétegek a leghasonlóbbak, valamint az aleuritos homokkő és a limonitos homokkő rétegek. Ez is bizonyítja az aleuritos homokkő réteg átmeneti jellegét. Legkisebb a hasonlóság a molluszkás agyag és a limonitos homokkő között. A három rétegben azon közös taxonokat vizsgáltuk, melyeknek egyedszáma meghaladta vagy elérte a 14-et. Mindezek alapján 3 közös taxont találtunk. A *Genus aff.raniceps coelorrhynchoides*, *Dentex aff.gregarius*, *Spicara smaragdina* taxonok méretbeli megoszlását vizsgáltuk.

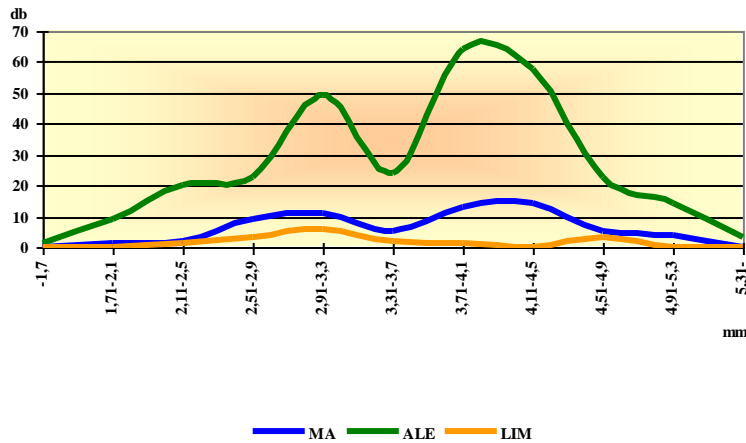
22. ábra: Az egyes otolith taxonok relatív gyakorisága a Wind-féle téglagyár vizsgált rétegeiben



A *Genus aff.raniceps coelorchoides*-nek az aleuritos homokkőben a legnagyobb a relatív gyakorisága, a legkisebb a molluszkás agyagban. A *Dentex aff. gregarius* a limonitos homokkőben a leggyakoribb, és a molluszkás agyagban a legritkább. A *Spicara smaris* szintén a limonitos homokkőben a leggyakoribb, és a molluszkás agyagban a legritkább.

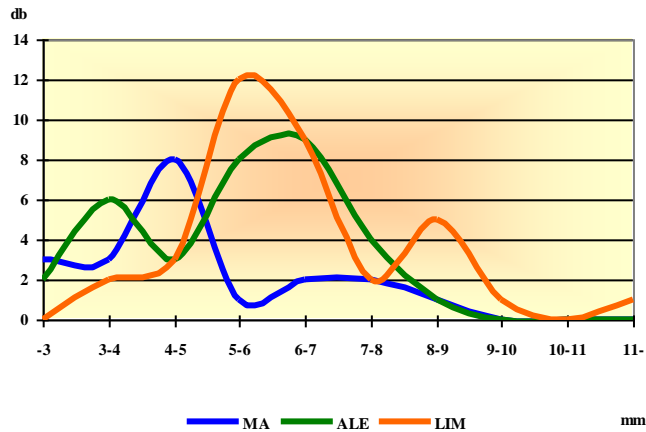
Ugyanezeket a taxonokat vizsgáltuk az otolithjaik mérete alapján. A *Genus aff.raniceps coelorchoides* mérete a három rétegben hasonló megoszlást mutat (23. ábra).

23. ábra: A *Genus aff. Raniceps coelorchoides* nemzetség méretbeli megoszlása a vizsgált rétegekben



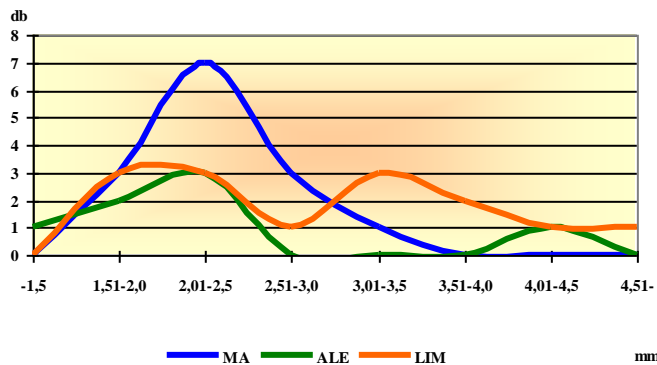
A *Dentex aff.gregarius* esetében voltak a legnagyobb különbségek. Legnagyobbak a limonitos homokkőben, a legkisebbek pedig a molluszkás agyagban voltak (24. ábra).

24. ábra: A *Dentex aff. gregarius* faj otolithjainak méretbeli megoszlása a vizsgált rétegekben



A *Spicara smaris* esetében is hasonló képet kapunk (25. ábra). Valószínűsíthetjük, hogy a halak mérete nagyobb volt a limonitos homokkő rétegben, mint a molluszkás agyagban.

25. ábra: A *Spicara smaris* faj otolithjainak méretbeli megoszlása a vizsgált rétegekben



Amennyiben a vizsgált taxonok ösföldrajzi megoszlását vizsgáljuk a három rétegben, jelentős változást vehetünk észre mind taxonszámot, mind egyedszámot tekintve. A molluszkás agyag rétegben a kozmopoliták aránya a legnagyobb. A többi csoport alárendelt helyzetű. Az atlantikus elemek látványos növekedését tapasztalhatjuk az x réteget vizsgálva, bár még mindig a kozmopoliták a dominánsak. Az indopacifikus taxonok továbbra is



alárendeltek. A limonitos homokkő esetében a taxonszámot tekintve a kozmopoliták az uralkodók. Egyedszámot tekintve az atlantikus faunaelemek vannak többségben. Az indopacifikus taxonok itt sem számottevőek.

Az éghajlati övek szerinti megoszlást vizsgálva a molluszkás agyag esetében a trópusi öv dominanciája figyelhető meg. Az aleuritós homokkőből gyűjtött otolithfauna alapján elmondhatjuk, hogy változás történt. Mind taxonszámot, mind egyedszámot tekintve a meleg-mérsékelt klímára jellemző egyedek jelentősége növekedett. Mindhárom rétegből hiányoztak a hideg övre jellemző faunaelemek.

Amennyiben az élőhelyek szerinti megoszlást hasonlítjuk össze a rétegek között, a következő eredményt kapjuk. A molluszkás agyagtól a limonitos homokkőig haladva csökken a sekélytengeri faunaelemek jelentősége és növekszik a partközeli környezetet jelző taxonok mennyisége. A mélytengeri formák mindenütt hiányoznak.

Vizsgáltuk még az otolithok alapján meghatározott halak életmód szerinti megoszlását. A molluszkás agyagban a nektonikus halak dominálnak mind taxonszámot, mind egyedszámot tekintve. Az aleuritós finomhomokkő rétegben megfigyelhetjük, hogy uralkodóvá válnak a bentosz elemek. A limonitos homokkőből gyűjtött otolithok alapján még mindig a bentosz elemek a legjelentősebbek. Egyedszámot tekintve viszont a nektonikus halak voltak többen.

Az ösföldrajzi elterjedést tekintve a kapott adatok alapján arra következtethetünk, hogy az egerien idején a Paratethys medencéje közvetlen kapcsolatban állt a Földközi-tengerrel és az atlantikus régióval. Ez a kapcsolat a molluszkás agyagtól a limonitos homokkő felé haladva egyre kifejezettebbé vált. Az indopacifikus elemeknek a faunában betöltött alárendelt szerepe azt mutatja, hogy az egerien idején a Paratethys középső medencéje nem állt kapcsolatban az indopacifikus régióval. Az éghajlati megoszlást tekintve arra következtethetünk, hogy az egerien idején a klíma fokozatosan hűvösebbé vált. Az élőhely szerinti megoszlás alapján a tenger sekélyebbé válására következtethetünk, mivel nőtt a litorális és brakkvízi elemek aránya a faunában. Az életmód szerinti megoszlás szintén a sekélytengeri körülményeket mutatja.

Összevetettük az általunk talált taxonokat a Nolf tanulmányban leírt taxonokkal.

A molluszkás agyagban Nolf 7 otolith taxont talált 100 kg üledékben.

Mi 500 kg molluszkás agyagból 9 taxont határoztunk meg. A közös taxonok száma 4. Szignifikáns eltérés darabszámot tekintve a *Bregmaceros* sp. esetében van, Nolf 10-et említ, az általunk vizsgált anyagból pedig 1300 db került elő. Jelentős egyedszámbeli különbség adódik a genus aff. *Raniceps coelorrinchoides* és a *Gobidaek* esetében is.

Az aleuritós homokkővet összehasonlítva a taxonszámok a következőképpen alakulnak: Nolf 13; a dolgozat szerzői 12. A közös taxonok száma tíz. Jelentős egyedszámbeli különbség csak a genus aff. *Raniceps coelorinchoides* taxonnál tapasztalható (84/288).

### Irodalom

- Báldi, T. (1966): Az egri felsőoligocén rétegsor és molluszkafauna újvizsgálata. Földtani Közlöny 96. pp. 171–194.
- Báldi, T. (1967a.): A Mátyászsámbéki-medence felsőoligocén makrofaunája. Földtani Közlöny 97. pp. 435–446.
- Báldi, T. (1967b.): A magyarországi felsőoligocén paleocönózisokról és ősföldrajzi jelentőségükről. Őslénytani viták. 8. pp. 1–6.
- Báldi, T. (1973 a.): Mollusc Fauna of the Hungarian Upper Oligocene /Egerian/. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 511.
- Báldi, T. (1973 b.): Az életközösségek és üledékképződési környezetek összefüggésének vizsgálati módszereiről. Földtani Közlöny 103. pp. 340–344.
- Báldi, T. (1980): A korai Paratethys története. Földtani Közlöny 110. pp. 456–472.
- Báldi, T. (1983): Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk. Akadémiai Kiadó, Budapest p. 293.
- Báldi, T.–Kecskeméti, T.–Nyirő, R.–Drooger, W. (1961): Neue Angaben zur Grenzziehung zwischen Chatt und Aquitan in der Umgebung von Eger (Nordungarn). Ann. Mus. Nat. Hun. 53. pp. 67–132.
- Báldi, T.–Senes, J. (ed. //1975): Cronostratigraphie und Neostratotypen: Miozän der Zentralen Paratethys. VEDA – Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava, pp. 134–137.
- Brzobohaty, R. (1989): Die untermiozäne Otolithenfauna von Maigen bei Eggenburg, Niederösterreich. Ann. Naturhist. Mus. Wien, Vol. 90A, pp. 21–47.
- Gábor, R. (1936): Újabb adatok Eger felső-oligocén molluszkafaunájához. Doktori értekezés: pp. 1–13.; pp. 43–48, + irodalom + I. és II. fényképes tábla
- Galác, A.–Monostori, M (1992): Ősállattani praktikum. Tankönyvkiadó, Budapest p. 664.
- Géczy, B. (1985): Ősállattan. Tankönyvkiadó, Budapest p. 453.
- Géczy, B. (1993): Ősállattan, Invertebrata paleontológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest p. 595.
- Gyalog L. (szerk.) (1996): A Földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. Magyar Állami Földtani Intézet, p. 77.
- Hegedűs, GY. (1959): Magyarországi oligocén korallok. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1959. évről pp. 231–261.
- Hollósi G. (1995): Funkcionális állatanatómia III. Az állati test szervei és szervrendszerei 2. Kézirat Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Nolf, D. (1978): Les Otolithes des Teleosteens du Plio-Pleistocene Belge. Geobios No. 11, Fasc. 4., p. 517–559.
- Nolf, D. (1985): Otolithi Piscium in: Handbook of Paleoichthyology, Volume 10., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 145. p.

- Nolf, D.–Brzobohaty, R. (1994): Fish otoliths from the Late Oligocene (Eger and Kiscell Formations) in the Eger area (northeastern Hungary) *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 64 pp. 225–252.
- Nolf, D.–Da Silva, M. (1997): Otolithes de Poissons Pliocenes (Plaisancien) de Vale de Freixo, Portugal, *Revue de Micropaleontologie*, Vol. 40, No. 3. pp. 273–282.
- Noszky, J. (1936): Az egri felső cattién molluszkafaunája. *Ann. Mus. Nat. Hung.* XXX. pp. 53–115.
- Radwanska, U. (1992): Fish Otoliths in the Middle Miocene (Badenian) Deposits of Southern Poland, *Acta Geologica Polonica*, Vol. 42. No. 3–4. p. 286.
- Reichenbacher, B.–Capetta, H. (1999): First Evidence of an Early Miocene Marine Teleostean Fish Fauna (Otoliths) from La Paillade (Montpellier, France); *Palaeovertebrata*, Montpellier 28 (1), pp. 1–46.
- Smigielska, T. (1973): Fish Otoliths from the Lower Tortonian Deposits at Niskowa near Nowy Sacz, *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Vol. XLIII. p. 23.
- Sturbaut, E. (1979): Les Otolithes de Teleosteens des Marines de Saubrigues (Miocene D'Aquitaine Meridionale, France), *Paleontographica Abt. A*, Vol. 166./1–3, pp. 50–91.
- Telegdi-Roth, K. (1914): Felső-oligocén fauna Magyarországból. *Geologica Hungarica* 1. pp. 1–66.