

**Anisusi (középső triász) Brachiopoda társulások vizsgálata a felsőörsi
szelvényben (Balaton-felvidék)**

Porkoláb Kristóf
ELTE TTK Földtudomány BSc

Témavezető: Pálffy József
ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék

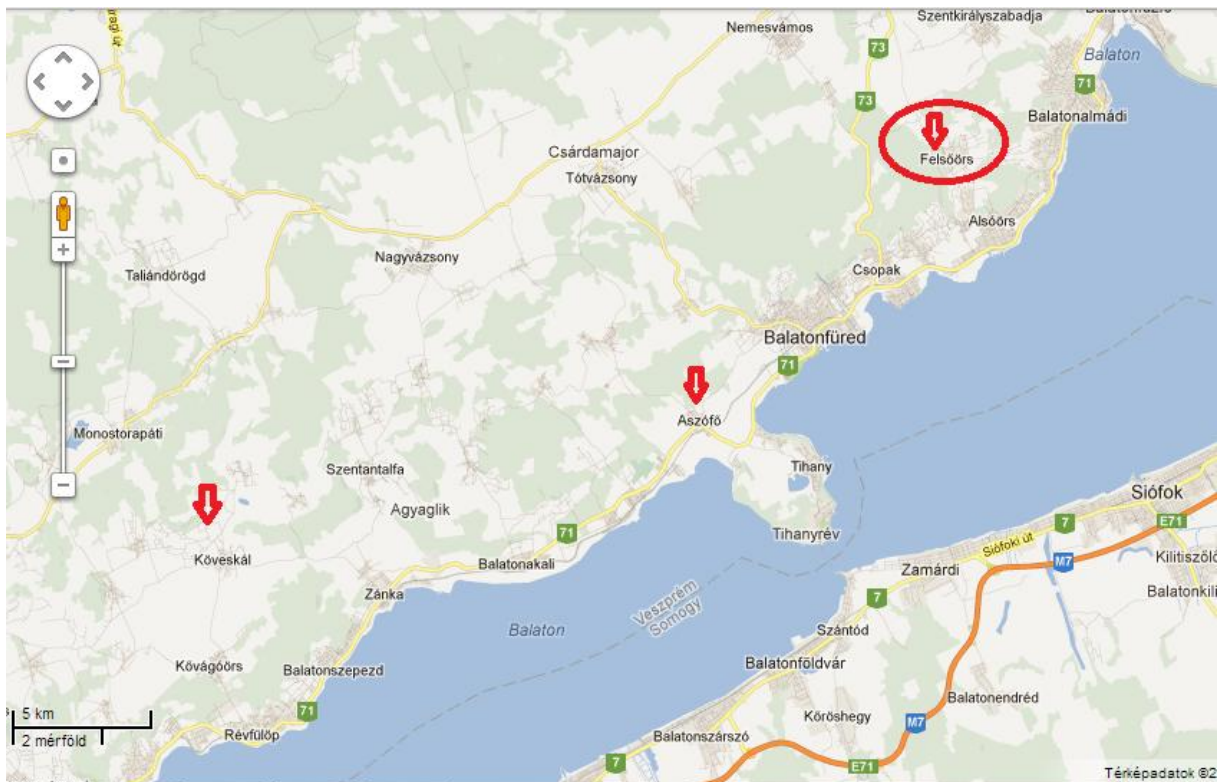
2013.01.09.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Kutatástörténet	4
3. Vizsgálati anyag és módszerek	5
4. Eredmények	7
5. A réteg szerint gyűjtött felsőörsi fauna elemzése	10
5.1 Diverzitás	10
5.2 Egyes fajok, társulások gyakoriság-eloszlása	14
5.3 Többváltozós adatelemzés	17
6. Felsőörs rétegek szerint gyűjtött és törmelékből származó anyagának összehasonlítása	22
7. A felsőörsi fauna összehasonlítása a köveskáli, és aszófői faunával	23
7.1 Köveskál faunája	24
7.2 Aszófő faunája	25
8. Összefoglalás	27
9. Köszönetnyilvánítás	28
10. Irodalomjegyzék	28

1. Bevezetés

A brachiopodák, mint szesszilis, epibentonikus élőlények, jó alapot szolgáltatnak ökoszisztémái elemzések számára. A brachiopodák evolúciójában komoly töréspontot jelentett a perm-triász határon bekövetkezett tömeges kihalási esemény. A mezozoikum folyamán a törzs kisebb felvirágzáson ment keresztül, melynek kezdete a középső-triász volt. Ennek nyoma megtalálható Magyarországon is. A Balaton-felvidék középső-triász brachiopoda faunája körülbelül 160 éve ismert, alapos és sokrétű kutatások tárgya volt. A középső-triász faunát tartalmazó rétegek (Felsőörsi Mészkő Formáció) több, egymástól néhány 10 kilométerre elhelyezkedő feltárásban bukkannak felszínre.



1. ábra: A Balaton-felvidéki szelvények földrajzi elhelyezkedése

A felsőörsi Forrás-hegy rétegsorának brachiopoda faunája törmelékből gyűjtött anyagból már ismert (Pálfy 1986), rétegsor szerint viszont még nem volt feldolgozva. A Laczkó Dezső Kövületvadász Tábor 1992-ben rétegek szerint gyűjtött anyagot a feltárásból, ami feldolgozatlanul állt a Természettudományi Múzeum Föld-és Őslénytárában. Témavezetőm, Pálfy József által lehetőségem nyílt a minta vizsgálatára. A dolgozat jelentőségét a rétegek

szerint elkülönített anyag adja, melynek feldolgozása új eredményeket ígért a fauna időbeliségét, és az ezt meghatározó öskörnyezetet illetően.

A felsőörsi szelvény vizsgálatának megkezdésekor a kiindulási hipotézis a következő volt: a két domináns faj (*Caucasorhynchia altaplecta* és *Trigonirhynchella attilina*) egy társulást alkot, amely csak Felsőörsre jellemző, és feltételezhetően sajátos környezeti feltételeknek köszönhető (Pálfy 1991). A társulás (és a fauna) rétegsoron belüli gyakoriság-eloszlását illetően a vizsgálat előtt csak feltételezésekkel élhettem. A törmelékből gyűjtött anyag faunájában a *Trigonirhynchella attilina* és *Caucasorhynchia altaplecta* döntő arányban fordult elő (Pálfy J. 1986), így azt kívántam ellenőrizni, hogy a társulás valóban az egész rétegsorban dominál e.

A vizsgálat elsődleges célja a fauna időbeli változásainak és az ezeket meghatározó öskörnyezeti folyamatok kimutatása. A másodlagos cél az új eredményeket felhasználva a Balaton-felvidéki brachiopoda fauna területi különbségeinek bemutatása, aminek segítségével a középső-triász, tagolt, sekélytengeri medence fejlődési modelljéhez (Pálfy J. 1991) lehet hozzájárulni.

2. Kutatástörténet

A Balaton-felvidék földtanilag Magyarország egyik régóta tanulmányozott területe. A Bakony déli részének első geológiai leírása a francia Beudant-tól származik (1822), aki felismerte a mezozoós képződmények meglétét. A 19. század közepén fejlődésnek indult az alpi geológia. Az alpi és bakonyi kifejlődések közti hasonlóság hamar a Balaton-felvidékre irányította az Osztrák-Magyar Monarchia geológusainak figyelmét.

Az "alpesi kagylósmész" első leírása a területről Zepharovich (1856) nevéhez fűződik, aki Köveskál környékén brachiopodákat is gyűjtött. Így Köveskál a legrégebb óta ismert magyarországi triász brachiopoda-lelőhely. Stur (1865) két rétegtani szintre különítette el a kagylósmészet, a recoaro mészkőre (mai nevezéktan szerint Felsőörsi Mészkő Formáció), illetve a reiflingi mészkőre.

Böckh János 1869 és 1871 között térképezett a területen, alapos rétegtani tagolást hozott létre, munkássága kiemelkedő a Balaton-felvidék kutatástörténetében (Böckh 1872). Öt új

brachiopoda fajt írt le, és felismerte a felsőörsi rétegsorok jelentőségét a sztratigráfiai tagolás szempontjából. A szelvényt részletesen Telegdi-Róth Lajos (1872) írta le elsőként.

A Magyar Földrajzi Társaság 1891-ben megkezdte a Balatonnak és környékének tudományos vizsgálatát, így a földtani-paleontológiai kutatások is újabb lendületet kaptak. A földtani kutatást Lóczy Lajos vezette. Az eredményeket a Balaton-monográfiában összegezték (Lóczy 1913), míg az őslénytani anyagot a négy kötetes Paleontológiai függelék tartalmazza. Ebben kaptak helyet Bittner (1912) és Frech (1912) brachiopodákról szóló munkái. Bittner összegezte ismereteit a recoaro mészkő brachiopodáiról. Külön kiemelte Felsőörsöt és Köveskált, mint legfontosabb lelőhelyeket, és 26 fajt sorolt fel innen.

A felsőörsi szelvény rétegeinek máig érvényes felosztását a Szabó et al. (1980) dolgozták ki. Az általam vizsgált krinoideás-brachiopodás mészkő a felosztás szerint a 68-as rétegtől a 81-es rétegig tart.

A Balaton-felvidék brachiopoda faunájának legátfogóbb feldolgozása Pálfy (1986) nevéhez fűződik. Vizsgálatai kapcsolódtak a Balaton-felvidék földtani újratérképezéséhez (Budai et al. 1999). A négy lelőhelyről (Aszófő, Köveskál, Felsőörs, Iszkaszentgyörgy) gyűjtött anyag taxonómiai feldolgozása mellett (Pálfy 1988, 2003) elvégezte a fauna paleoökológiai, paleobiogeográfiai, biosztratigráfiai, és evolúciós szempontú értékelését is. Aszófő és Köveskál esetében egy *Mentzelia mentzeli-Tetractinella trigonella* társulást, Felsőörs esetében egy *Caucasorhynchia altaplecta-Trigonirhynchella attilina* társulást figyelt meg. A paleoökológiai eredményeket felhasználva felállította a Balaton-felvidék anisusi emeletének öskörnyezeti modelljét (Pálfy 1991).

A felsőörsi szelvény az anisusi-ladini emelethatár GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) címére is jelölt volt az ammonitesz-biosztratigráfia és U/Pb radiometrikus kormeghatározás összeegyeztetése révén (Vörös et al. 2003).

3. Vizsgálati anyag és módszerek

Vizsgálatom tárgyát a felsőörsi Forrás-hegy rétegsorából (azon belül is a Felsőörsi Mészkő Formációból) gyűjtött minta képezi. A szelvény a középső-triáson belül anisusi és ladini emelethez tartozó képződményeket is tartalmaz. A szelvény rétegsora a Megyehegyi Dolomit Formációval indul, utána egy vastag, tűzköves, bitumenes átmeneti mészkőréteg következik, melynek legfelső padjai már tartalmaznak brachiopodákat. Az átmeneti rétegre települ a Felsőörsi Mészkő Formáció, amely a forrás-hegyi szelvényben márgásabb,

mállékonyabb, mint a többi lelőhelyen. A mészkő krinoideákban és brachiopodákban gazdag, kissé kovás, szöveti képe packstone-wackestone jellegű (Pálffy 1986). A Felsőörsi Mészkő Formáció fedőjét a Vászolyi Formáció képezi (e formáció már a ladini emelethez tartozik), melyet vékonypados, szürkésbarna, márgás, vulkáni törmeléket (tufa, tufit) is tartalmazó mészkő alkot (Vörös et al. 2003).

A vizsgált anyagot az 1992-es Laczkó Dezső Kövületvadász Tábor gyűjtötte, a minta a Forrás-hegy szelvényének 72. rétegétől a 82. rétegéig tart. A rétegek 1980-as felosztását (Szabó et al. 1980) bizonyos rétegek esetében, tagoltságuk miatt Pálffy tovább bontotta a és b rétegekre. Így a vizsgált intervallumban nem 10, hanem 14 réteg található. Gyűjtés után az anyag a Természettudományi Múzeum Föld-és Őslénytani Tárába került, feldolgozatlanul. A 79. réteg anyaga valószínűleg elveszett. Lennie kellett benne brachiopodáknak, hiszen alatta (78.) és fölötté (80.) is gazdag a fauna, így biztosan gyűjtöttek is a rétegből, csak valahol elvesztették a mintát. A továbbiakban a 79. réteg faunáját a 78. és a 80. közti folytonos átmenetnek tekintem.

A minta vizsgálatát preparálással kezdtem a Föld-és Őslénytár kötőrétegében. A rétegek többsége könnyen preparálható, márgás anyagú, így egyszerű eszközökön (kalapács, harapófogók, kefék) kívül nem volt másra szükségem. Összesen 832 brachiopodát preparáltam ki. A példányok hossza körülbelül 0,5 cm-től 3 cm-ig terjedt, ami lehetővé tette a makroszkópos meghatározást. A meghatározásnál Pálffy taxonómiai munkáit vettem alapul (Pálffy 1988, 2003), új faj előkerülésére nem számítottam. A cikkek tartalmazzák a felsőörsi faunában előforduló brachiopodák morfológiai leírását és fényképeit. Segítségemre volt még a Természettudományi Múzeum gyűjteménye, aminek segítségével a már meghatározott korábbi gyűjtések anyagához hasonlíthattam a példányaimat.

A fauna elemzése során megvizsgáltam a diverzitás időbeliségét. Az egyes rétegek diverzitásának reális összehasonlíthatósága érdekében ritkítást (rarefaction) alkalmaztam, és meghatároztam faunájuk Simpson dominancia indexét. Megvizsgáltam egyes fajok, társulások gyakoriság-eloszlását, illetve többváltozós adatelemzéssel (klaszter analízis és NMDS módszer) a rétegenkénti előfordulásuk hasonlóságát, és a rétegek faunájának hasonlóságát.

A klaszter analízis a változók hasonlóságáról ad információt valamilyen kiválasztott matematikai módszer alkalmazásával. Lényege, hogy ahány változó (esetünkben faj, vagy réteg) szerepel a táblázatban, annyi dimenziós térben számolja ki a távolságot az egyes változók között. A PAST szoftver (Hammer&Harper 2001.) sok különböző matematikai módszert ajánl a klaszter analízishez. A különböző képletek a sokdimenziós tér két eleme

közi távolságnak az eltérő definiálásából erednek. Legegyszerűbb választás az Euklidészi távolság (Euclidean distance) alkalmazása, mely egyszerűen a pontok közti lineáris távolságot számolja ki a sokdimenziós térben. Akármelyik módszert választjuk, miután a számítás véget ért, az egymástól legkevésbé eltérő elemeket párokba (klaszterekbe) rendezi a program, majd a klaszterek közti távolságot is megadva egy mindent összekötő “szuperklaszterbe” rendezi őket. Így végeredményben egy dendrogramnak nevezett ábrát kapunk, mely tartalmazza a számunkra érdekes információkat a rétegek, vagy fajok közti hasonlóságot illetően. A számításokat a PAST őslénytani adatelemző programmal végeztem (Hammer&Harper 2001.).

4. Eredmények

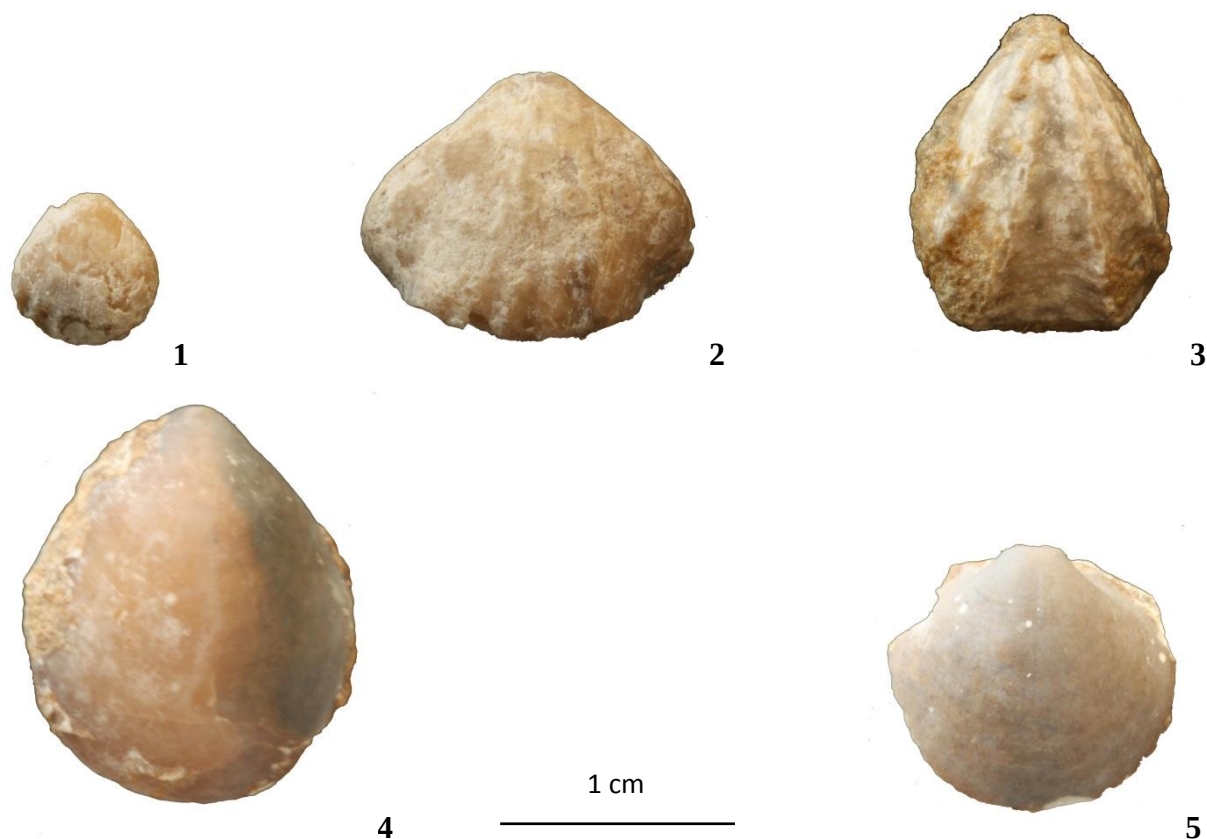
Az alábbi fejezet a felsőörsi szelvény rétegek szerint gyűjtött anyagának feldolgozása során elért eredményeket tartalmazza. A Balaton-felvidék egyéb lelőhelyeivel való összehasonlítás eredményeit külön fejezetben (7.) tárgyalom.

A preparálás és meghatározás eredményeként rendelkezésemre álltak a faunavizsgálathoz szükséges adatok. A meghatározás során 11 nemzetség 14 faját különítettem el, új faj nem került elő.

	72	72b	73	73a	73b	74	75	76	76a	76b	77	78	80	81	82	82a	82b	TOTAL
<i>Brachiopoda</i> indet.		2		11	10	5	18	3	27	24	17	41	33	16	1	2	1	210
<i>Rhynchonellida</i> indet.		1			8	3	11		3	9	28	13		4	1	2		83
<i>Terebratulida</i> indet.													2					2
<i>Trigonirhynchella attilina</i>		2		6	9		10	1	44	8	65	2	2	2	1			152
<i>Caucasorhynchia altapecta</i>			1	2	4		4	5	36	16	34	22	10	29				163
<i>Volirhynchia</i> sp.													2					2
<i>Piarorhynchella trinodosi</i>				2	2		1		3			2		5				15
<i>Angustothyris angustaeformis</i>				2	2		1		1	2		1	4	2				15
<i>Koesteralina koestalyensis</i>				2		1	2	2	5	12	5	8	3					40
<i>Tetractinella trigonella</i>		2		8	2	6		1	6	1	3	5						34
<i>Schwagerispira schwageri</i>									1				1					2
<i>Schwagerispira mojsisovicsi</i>										1	1			1				3
<i>Coenothyris</i> sp.												10	15	14	1	1	1	40
<i>Coenothyris vulgaris</i>													5	2				7
<i>Coenothyris krafftii</i>												6	9	5				20
<i>Mentzelia mentzeli</i>										9	9	11	9	4				42
<i>Mentzelia balatonica</i>	1										1							2
<i>Discinica</i> sp.													1					1
TOTAL	1	7	1	33	37	15	47	12	126	82	163	121	95	84	4	4	2	832

1. táblázat: Az egyes taxonok gyakorisága a felsőörsi szelvény rétegeiben

A táblázaton az látható, hogy mely brachiopoda-csoportból (legtöbb esetben faj) mely rétegben hány példány található. A táblázat nyers adatait a 3. fejezetben részletezett módon vizsgáltam meg.



2. ábra: A legfontosabb brachiopoda taxonok: *Trigonirhynchella attilina* (1), *Caucasorhynchia altaplecta* (2), *Tetractinella trigonella* (3), *Coenothyris* (4), *Mentzelia mentzeli* (5)

A fauna diverzitása a rétegsor aljáról a teteje felé haladva összességben nő, a 80-as rétegre éri el csúcspontját. A diverzitás minimum, és a Simpson dominancia index maximum értékei egybeesnek, a 76a és 77. rétegekben jelentkeznek (2. ábra). A *Caucasorhynchia altaplecta* és a *Trigonirhynchella attilina* gyakorisági-eloszlási maximuma szintén e két réteget jellemzi (lásd 3. ábra). A diverzitás maximuma, és a dominancia index minimuma a 80. rétegre jellemző (2. ábra).

Az egyes fajok, társulások gyakoriság-eloszlásának vizsgálata során a következő eredményekre jutottam: a vizsgálat előtt a feltételezetten egy társulást alkotó *Trigonirhynchella attilina* és *Caucasorhynchia altaplecta* (Pálfy 1991) gyakoriság eloszlása a tapasztaltak szerint nem mozog teljesen együtt. A 72b rétegtől a 77. rétegig hasonló

tendenciát mutat a faunán belüli arányuk változása, a 77. réteg után viszont a *Trigonirhynchella* jelentősége elveszik, míg a *Caucasorhynchia*-é megmarad (3. ábra).

A két domináns Rhynchonellida után a *Mentzelia mentzeli*, *Coenothyris vulgaris*, és a *Coenothyris krafftii* fajok eloszlását vizsgáltam. A *Mentzelia mentzeli* összesen öt rétegben (76b, 77, 78, 80, 81), míg a *Coenothyris* nemzetség ezen az öt rétegen belül is csak háromban (78, 80, 81) fordul elő. A *Coenothyris* nemzetség megjelenésével a *Trigonirhynchella attilina* faunán belüli jelentősége elveszik, és már nem is tér vissza (4. ábra).

A többváltozós adatelemzés eredményeként a rétegeket fauna szempontjából három csoportra tudtam elkülöníteni. Az első csoportot a 76b, 78, 80, és a 81. rétegek, a másodikat a 74, 76, 73, 72, 72b, 73b, 75, és 73a rétegek, a harmadikat pedig a 76a és a 77. rétegek alkotják (5. ábra). A három csoport különválása valószínűleg változó öskörnyezeti paramétereket jelent, elsősorban a sekélytengeri aljzat változását.

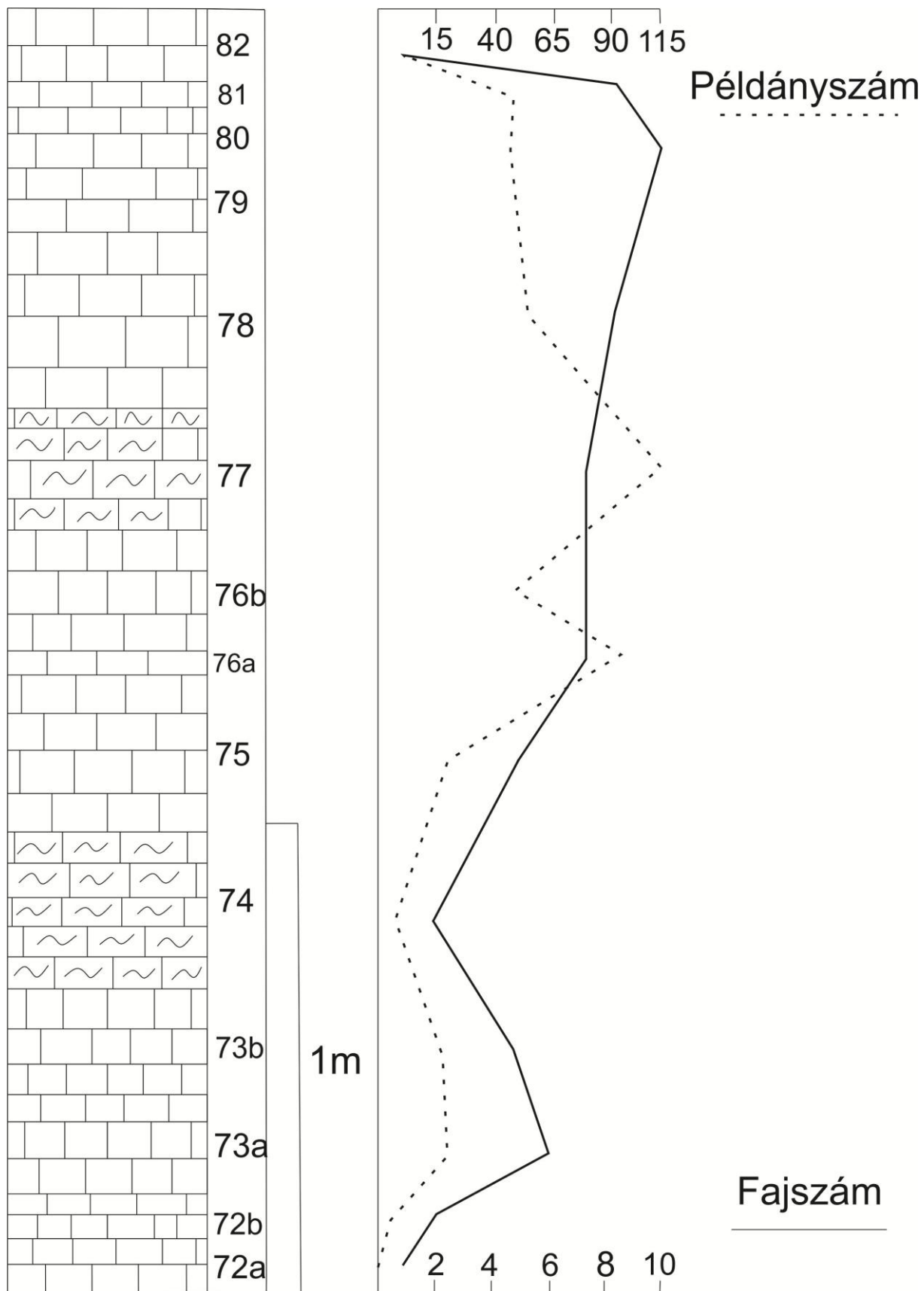
A két domináns faj (*Caucasorhynchia altaplecta* és *Trigonirhynchella attilina*) rétegsorban való előfordulása nem mindig mozog együtt. Ezt az eredményt hozta a gyakoriság-eloszlási vizsgálat (3. ábra), és a klaszter analízis is (7. ábra). A két fajt bár egy klaszterbe helyezi, nagy köztük a távolság.

5. A réteg szerint gyűjtött felsőörsi fauna elemzése

5.1 Diverzitás

Egyes faunák diverzitásának általában (és esetünkben) nem csak az abszolút értéke, hanem az időbeli változásai, térbeli különbségei érdekesek. Jelen alfejezetben a felsőörsi fauna diverzitásának időbeli változásait tárgyalom (α diverzitás), melyet a 7. fejezetben a Balaton-felvidék egyéb brachiopoda faunáinak diverzitásával hasonlítok össze (β diverzitás).

Elsőként a diverzitás nyers adataival (fajszám és példányszám) foglalkoztam. Ez látható az 1. ábrán:

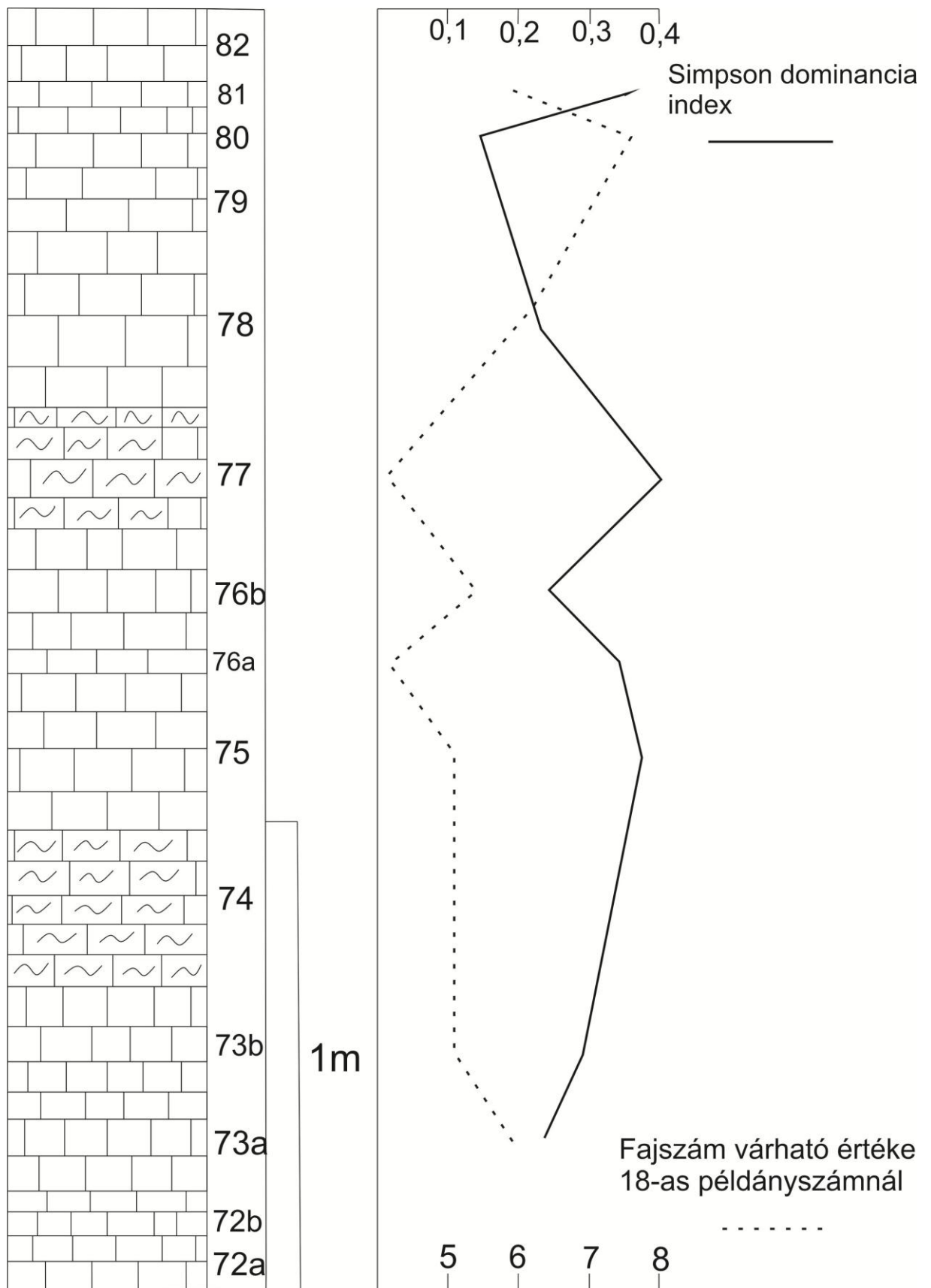


3. ábra: A felsőörsi brachiopoda fauna faj-és példányszám adatokkal

A 3. ábra mutatja, hogy a fajszám jórészt együtt mozog a példányszámmal, tehát a fajgazdagság erősen függ a minta méretétől. Ebből következik, hogy a diagramon ábrázolt nyers adatok nem alkalmasak a rétegek diverzitásának reális összehasonlítására, ritkításra (rarefaction) van szükség.

A ritkítás lényege, hogy minden réteg példányszámát ugyanannyinak vesszük, és ehhez képest nézzük a várható fajszámot. Esetünkben a 18-as példányszám tűnt ideálisnak. A rétegek többsége ennél nagyobb példányszámú, ami pedig alatta marad, annak fajszáma már nem tekinthető statisztikusan értelmezhetőnek a diverzitást illetően. A 18-nál nagyobb példányszámú rétegek esetében az összes közül véletlenszerűen kiválasztott 18 példány fajszámának várható értékét kapjuk, így válik reálisan összehasonlíthatóvá a rétegek diverzitása. A ritkított görbe tehát a fauna sokféleségéről szolgáltat információt.

Léteznek különböző diverzitási mérőszámok, melyek különféle képletekkel írják le a minta sokféleségét. Az általam használt Simpson dominancia index annak a valószínűségével arányos, hogy a mintából (adott réteg faunájából) véletlenszerűen választott két példány ugyanabba a fajba tartozik. Így a dominancia index értéke 0 és 1 között változhat; 0, ha minden faj egyenlően képviselt; 1, ha monospecifikus a társulás. Az index hasznos információval szolgálhat a fauna diverzitásáról, így a ritkításos görbe mellett azt is ábrázoltam a következő diagramon.

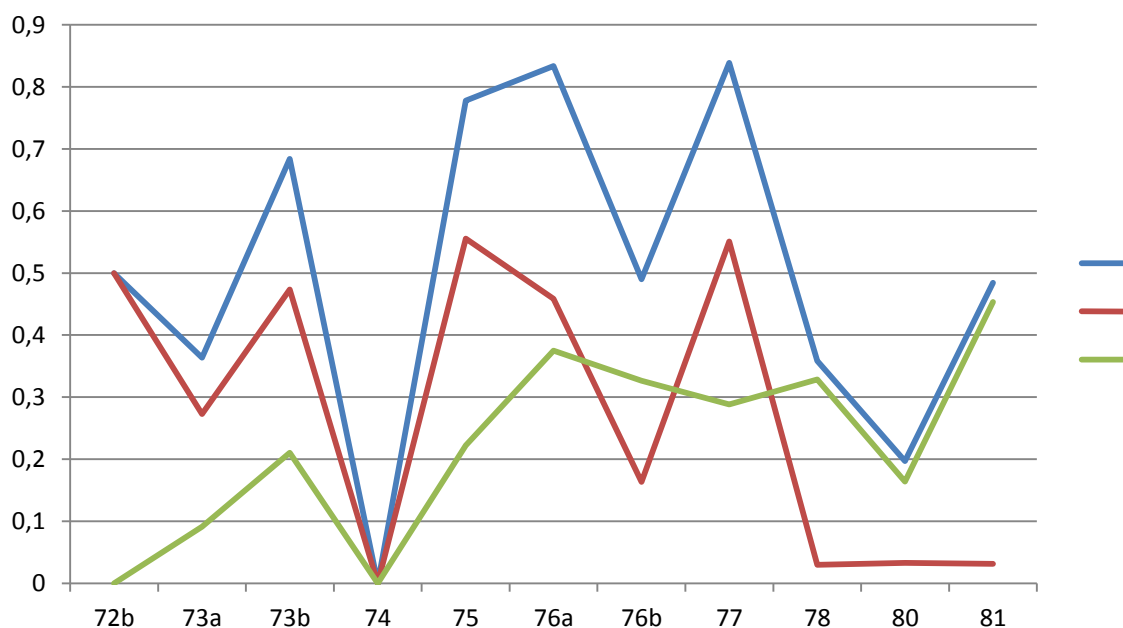


4. ábra: A ritkított diverzitás (fajszám rarefakciós görbéje), és a Simpson dominancia index ábrázolása a felsőörsi szelvény mentén

A rarefakciós görbén csak azon rétegek fajszámát vettem fel értéként, amelyek példányszáma legalább 18. Ahol ennél kisebb a példányszám, ott az előző, és utána következő értékek közti folytonos átmenetnek tekintettem az adott réteg fajszámát. Látszik, hogy a fauna összetétele, sokfélesége időben nem állandó, néhol a görbék meredeksége hirtelen változásra utal. A két ábrázolt görbe jó közelítéssel egymás tükörképei. Ez nem meglepő, hiszen minél kisebb a diverzitás, általában annál nagyobb lesz bizonyos fajok dominanciája.

Két mélypont van a fauna diverzitásában: a 76a, és a 77. réteg, ugyanakkor e rétegekben a legmagasabb a dominancia index értéke. Ez a diverzitási minimum egybeesik a *Trigonirhynchella attilina* és a *Caucasorhynchia altoplecta* fajok gyakoriság-eloszlási maximumával (lásd később). A diverzitás alacsony, és a dominancia index magas értéke gyakran környezeti stresszt jelent. Feltételezhető, hogy a környezeti feltételek az előbb említett társulás erős dominanciájához vezettek a két rétegben. A 77. (nagy dominancia-értékű, legkevésbé diverz) réteg után a fauna jellege erősen megváltozik. Új nemzetség (*Coenothyris*) jelenik meg, a *Trigonirhynchella* szerepe jelentéktelenné válik. A 80. rétegre a fauna eléri diverzitási maximumát: 18 véletlenszerűen választott példányból várhatóan 7,6 különböző faj kerül elő. A 81-es réteg fajszáma újra visszaesik, majd a fauna el is tűnik, hiszen a 82. réteg már nem a krinoideás-brachiopodás mészkő része (Szabó et al. 1980).

5.2 Egyes fajok, társulások gyakoriság-eloszlása



5. ábra: A *Caucasorhynchia altoplecta* (zöld), *Trigonirhynchella attilina* (piros), és a két faj összesített részesedése (kék) a rétegek példányszámából

A *Trigonirhynchella attilina* faj 152, a *Caucasorhynchia altaplecta* 163 példánnyal képviselteti magát a felsőörsi mintában. Már preparáláskor feltűnt, hogy rétegenkénti gyakoriságuk nagy szórást mutat.

Pálfy 1991-es cikkében a törmelékből gyűjtött anyag alapján azt feltételezte, hogy a két faj egy társulást alkot (Pálfy 1991). A gyakoriság-eloszlásuk egészen a 77. rétegig azonos tendenciát képvisel (ugyanakkor nő, vagy csökken az arányuk), utána viszont ez felborul. A két domináns Rhynchonellida közül a *Trigonirhynchella* előfordulása a szeszélyesebb.

Bizonyos rétegekben (73b, 75, 76a, és 77) közel 50%, vagy 50% fölötti az aránya, a 77. réteg után pedig teljesen jelentéktelenné válik a faunában betöltött szerepe. A bezáró kőzet, és a *Trigonirhynchella* faunán belüli jelentősége között egyértelmű összefüggés fedezhető fel. A márgás anyagú rétegek rendszerint gazdagak e fajban, míg ahol a kőzet keményebb mészkő, a számarányuk erősen lecsökken. Kivételnek minősül a 74. réteg, ahonnan nem került elő *Trigonirhynchella*, pedig a kőzet agyagos. Ezt a réteget a szintén lazább kőzetekben gyakori *Tetractinella trigonella* uralja. A kőzetminőség-függés végigkövethető több fajnál is.

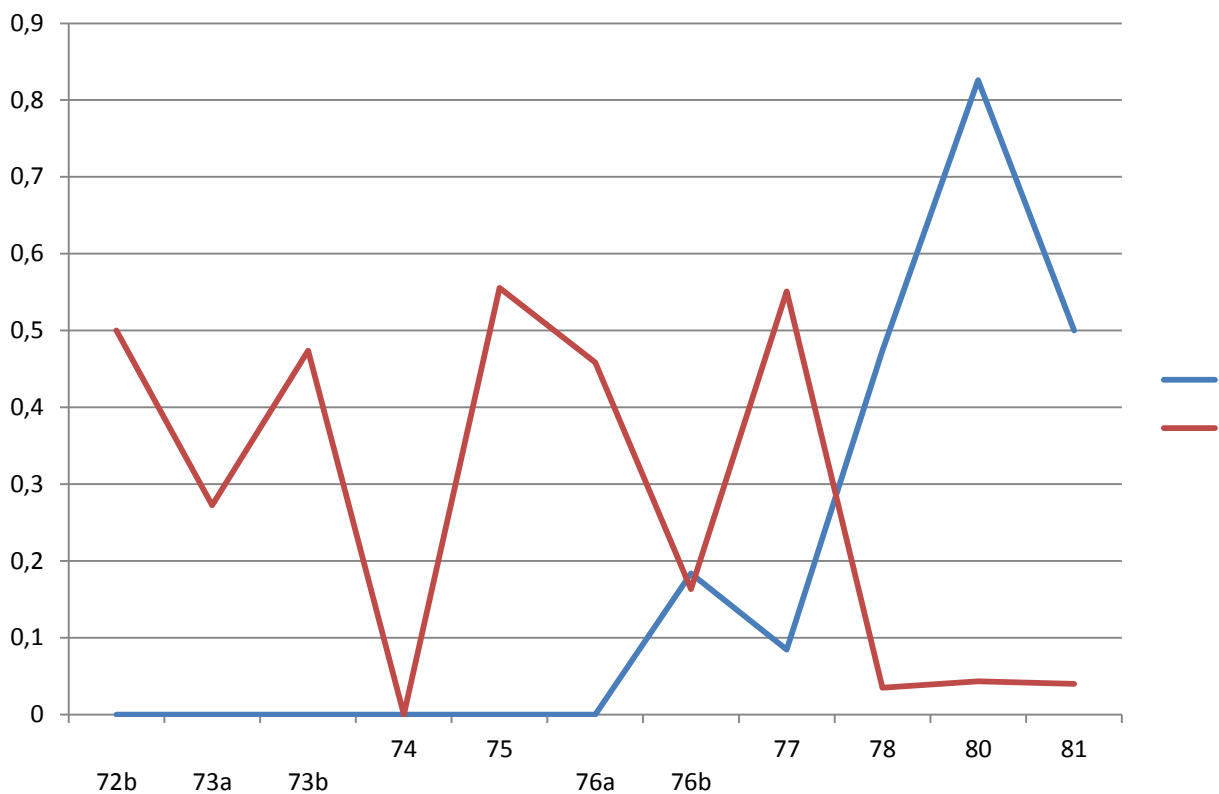
A kőzet minősége tükrözi az egykori üledékképződési környezetet, így adódik, hogy a sekélytenger fizikai, kémiai paraméterei meglehetősen gyorsan változtak a vizsgált időtartam (maximum néhány 100 ezer év) alatt. A brachiopodák, mint szesszilis, epibentonikus élőlények, az aljzathoz rögzülve élnek. Sikerességük erősen függ a sekélytengeri körülményektől, elsősorban pedig az aljzat minőségétől. Az említett fajok valószínűleg hatékonyabban tudtak rögzülni a kevésbé jó megtapadást biztosító, lágyabb aljzaton, mint társaik, ennek köszönhető gyakoriságuk a 73b, 75, 76a, és 77. rétegekben.

A *Caucasorhynchia altaplecta* valamivel egyenletesebb eloszlást mutat, mint a *Trigonirhynchella*. Az aránya összességében növekvő tendenciát mutat a rétegsorban. A 76a és 77. rétegekben bár gyakori, de alárendelt a *Trigonirhynchella*-val szemben. A *Caucasorhynchia* esetében nem mondható ki egyértelműen az a kőzetminőség-függés, mint a másik domináns faj esetében. Ahol a 77. (laza, márgás) réteg után a kemény, sötétszürke mészkőből álló 78. rétegben a *Trigonirhynchella* lényegében eltűnik, ott a *Caucasorhynchia* aránya még nő is. A *Caucasorhynchia* valószínűleg társánál fejlettebb alkalmazkodóképességének köszönheti egyenletesebb eloszlását a faunában. A 80. rétegben aránya kissé visszaesik, de ez csak átmeneti hullámvölgy, a krinoideás-brachiopodás mészkő utolsó rétegének (81) ismét a *Caucasorhynchia altaplecta* a domináns brachiopodája.

A 3. ábra mutatja, hogy az összesített görbe két maximuma a 76a és a 77. réteg. A 74. réteg egyik fajból sem tartalmaz példányt, ami jelentős eseménynek tűnik. Mégsem kell ennek

túlzott jelentőséget tulajdonítani, ugyanis a 74. rétegből mindössze 7 brachiopoda került elő, és ez nem tekinthető teljesen releváns, reprezentatív mintának a réteg valós faunáját illetően. Ugyanakkor érdekes, hogy akár a kevés példány között is miért nincs egy *Trigonirhynchella*, vagy *Caucasorhynchia*, mivel magát a réteget laza, agyagos kőzet alkotja, amiben a két faj (elsősorban a *Trigonirhynchella*) gyakori szokott lenni.

A 77-es réteg után a fauna jellege megváltozik. Erősen visszaesik a két domináns Rhynchonellida aránya, megjelenik a *Coenothyris* nemzetség, és nő a *Mentzelia mentzeli* faj aránya. A *Mentzelia mentzeli* előfordulása mindössze öt (76b, 77, 78, 80, 81) rétegre, a *Coenothyris*-é ezen az öt rétegen belül is csak háromra (78, 80, 81) korlátozódik. Az, hogy mely rétegekben jelennek meg az említett nemzetségek, erősen függeni látszik a *Trigonirhynchella attilina* sikerességétől. A következő diagramon a *Mentzelia* és *Coenothyris* nemzetség összesített arányát ábrázolom, és mellette a *Trigonirhynchella attilina* már ismert görbéjét.



6. ábra: A *Mentzelia mentzeli* és a *Coenothyris* nemzetség összesített részesedése, és a *Trigonirhynchella attilina* részesedése a rétegek példányszámából.

Látszik, hogy a *Trigonirhynchella attilina*, és a *Mentzelia-Coenothyris* társulás nem független egymástól; ahol az egyik nagyarányú, ott a másik jelentéktelen, vagy elő sem fordul. A *Trigonirhynchella* elveszti domináns szerepét a 77. réteg után. Rögtön a 78. rétegben már majdnem a fauna 50%-át teszi ki a *Mentzelia-Coenothyris* társulás, a 80-as rétegben pedig már egyértelműen ők alkotják a fauna domináns társulását. A 81. rétegben kicsit csökken a jelentőségük, de még mindig a réteg faunájának 50%-át teszik ki. A *Trigonirhynchella attilina* és a *Mentzelia-Coenothyris* társulás egymást kizáró jelenléte a rétegsorban arra enged következtetni, hogy a két csoport meglehetősen különböző környezetben sikeres, illetve a sekélytengeri életkörülmények a 77-78. rétegek környékén erősen megváltoztak.

A preparálás, és meghatározás során elkülönített 14 faj közül a 4 legfontosabb, domináns faj gyakoriságát vizsgáltam eddig. Röviden összefoglalom a kevésbé jelentős fajok előfordulását is a rétegsorban.

A Balaton-felvidék egyéb lelőhelyein gyakori *Tetractinella trigonella* itt összesen 34 példánnyal képviselteti magát. A rétegsor alján (kis példányszámú rétegekben) a fauna fontos részét alkotja, a 73a és 74. (mészmárgás) rétegben domináns szerepe van. A 74. réteg után viszont elveszti jelentőségét, bár majdnem minden rétegben megtalálható, de nem számottevően.

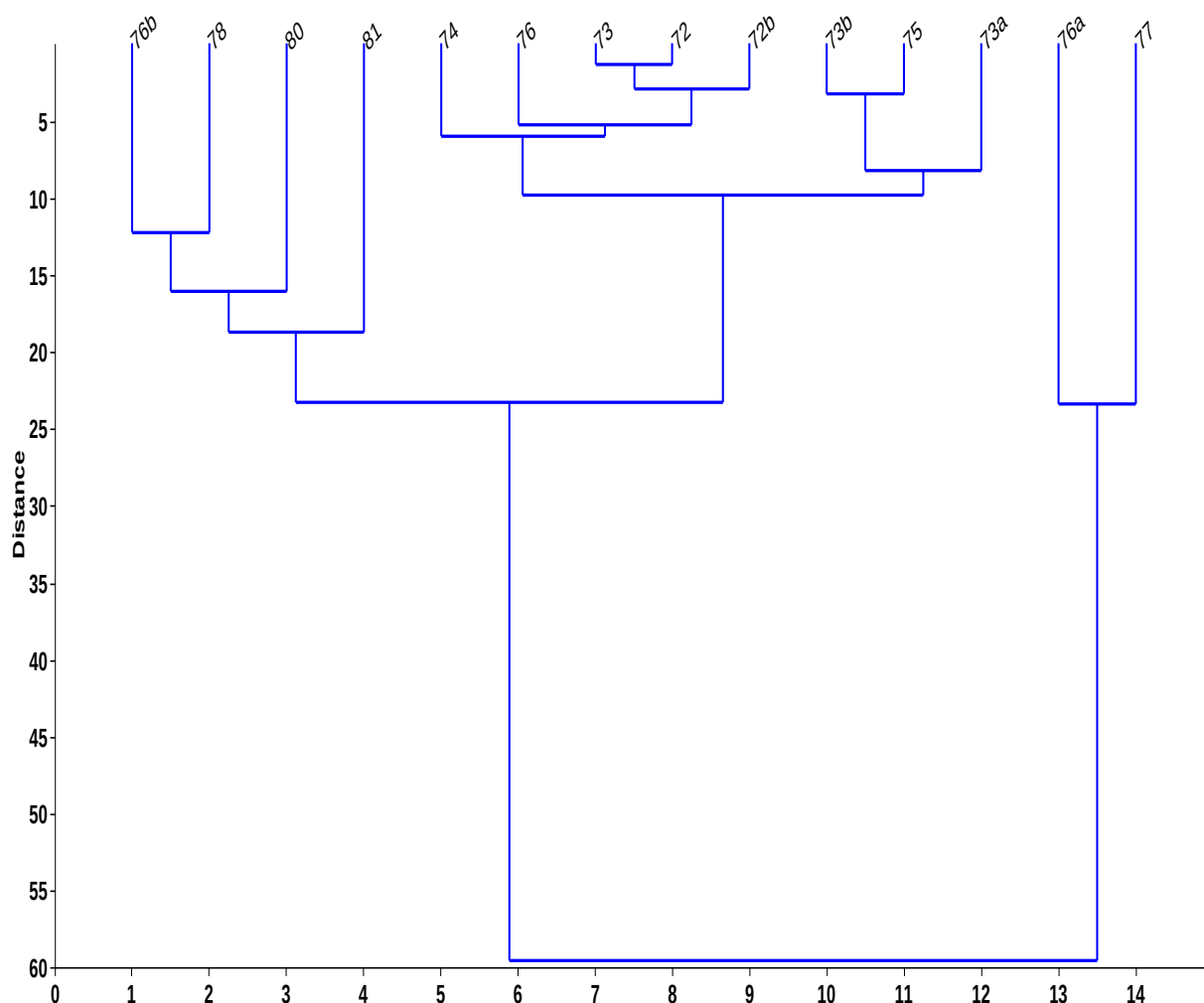
A *Koeveskallina koeveskalyensis* előfordulásának maximumai a 76b és 78. rétegek; mindkettő kemény, sötétszürke mészkő. A kőzetminőség-függés azonban nem egyértelmű, a faj agyagos rétegekben is előfordul, bár valamivel kisebb arányban.

A legkisebb számban előforduló Rhynchonellida, a *Piarorhynchella trinodosi* bár kisebb hézagokkal, de megtalálható az egész rétegsorban. Ugyanez elmondható az *Angustothyris angustaeformis*-ről is. A *Schwagerisprira* nemzetség két faja (*schwageri* és *mojsisovicsi*) a rétegsor közepén, a nagy példányszámú rétegekben egy-egy példánnyal képviseltetik magukat.

5.3 Többváltozós adatelemzés

A többváltozós adatelemzés a modern paleontológiai faunavizsgálatok fontos, bevált részévé vált az utóbbi két évtized folyamán. Esetünkben az egyes fajok, vagy rétegek közti kapcsolatot vizsgáltam klaszter analízissel (cluster analysis), illetve NMDS módszerrel (nem-parametrikus többdimenziós skálázás) (lásd 3. Vizsgálati anyag és módszerek). Amikor az egyes változók hasonlóságát, vagy távolságát említem, ugyanarról a mennyiségről beszélek; a

kis távolság a nagy hasonlósággal egyenértékű. Először az egyes rétegek faunájának hasonlóságát vizsgáltam meg:



7. ábra: Egyes rétegek faunájának hasonlósága (klaszter analízis). A függőleges tengelyen a rétegek faunája közti távolság, a vízszintesen szimpla sorszám olvasható.

Ahol a távolság kicsi, ott a két réteg faunája hasonló. A rétegsor legelején található rétegek (72, 72b, 73) hasonlósága a nagyon alacsony példányszámnak köszönhető, az eredmény ebben az esetben torz, elhamarkodott lenne a rétegek egyformaságára következtetni. A többi réteg faunája esetében a diagram által mutatott távolság relevánsnak tekinthető. A dendrogramon látható rétegeket három jól elkülönülő csoportra bonthatjuk. Balról az első csoport a 76b, 78, 80, és 81. rétegek, második a 74, 76, 73, 72, 72b, 73b, 75, és 73a rétegek, harmadik a 76a és 77. rétegek.

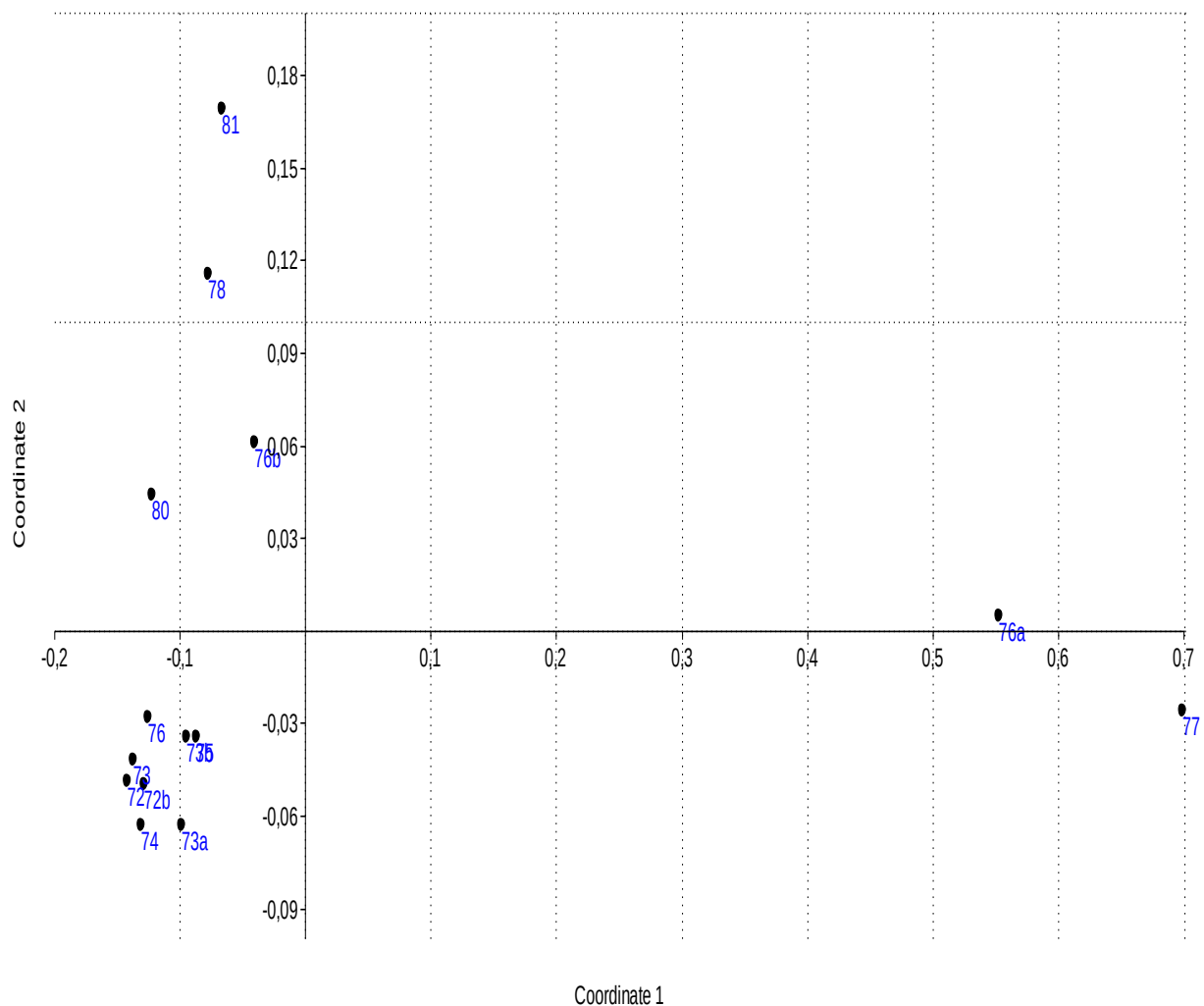
A harmadik csoport a 76a és 77. rétegekből áll, melyekben a *Trigonirhynchella attilina* és a *Caucasorhynchia altaplecta* dominanciája leginkább érvényesül. A két réteg faunája láthatóan teljesen elüt a többiétől, bármely más, e diagramon leolvasható távolság több mint kétszeresével különbözik a másik két csoport faunájától. Nem csak a többi rétegtől, de némileg egymástól is elüt a 76a és 77 faunája. Ennek oka a 77. rétegben már megjelenő *Mentzelia mentzeli* lehet, illetve a 77. rétegben a *Trigonirhynchella* még nagyobb aránya.

Az első csoportot négy, nagyon hasonló kőzetből (kemény, sötétszürke mészkő) álló réteg alkotja. Ebből három (78, 80, 81) a 77. feletti hirtelen faunaváltást követő réteg. A 76b a 76a és 77. agyagos rétegek közé beékelődő kőzet, melynek faunája előremutat a 77-es után következő rétegekre: kevés *Trigonirhynchella*, közepes mennyiségű *Caucasorhynchia*, és *Mentzelia mentzeli* jellemzi. A 78-as rétegtől való eltérését a *Coenothyris* nemzetség hiánya, és a szokatlanul sok *Koeveskallina koeveskalyensis* okozza.

A második csoport rétegei mind kis példányszámú rétegek. Mivel a 72, 72b, és 73. rétegek közti távolságot nem tekinthetjük relevánsnak a minimális példányszám miatt. Így a két, egymáshoz leginkább hasonlító réteg a 73b és a 75. Láthatóan nem áll tőlük messze a 73a réteg faunája sem, és csak közepes távolságra van a 74-es.

A megfigyeléseket összegezve elmondhatjuk, hogy a fauna a szelvény első felében (72-75) nem sokat változik, a rétegek hasonlóak. A szelvény középső részén gyors, nagy volumenű változás ment végbe, a többi rétegtől erősen elütő fauna jelent meg a 76a és 77-es rétegben. A 76a és 77 közötti 76b réteg helyzete elgondolkodtató, faunája előremutat a 78-as rétegre. A szelvény végét (78, 80, 81) is egymáshoz hasonló rétegek alkotják, melyeknek összetétele nem igazán hasonlít semmilyen előző réteghez (kivéve a 76b-t), új nemzetségek, fajok jelennek meg, és válnak jelentőssé bennük. A három elkülönülő csoport valószínűleg változó ökoszisztémái paraméterekre utal.

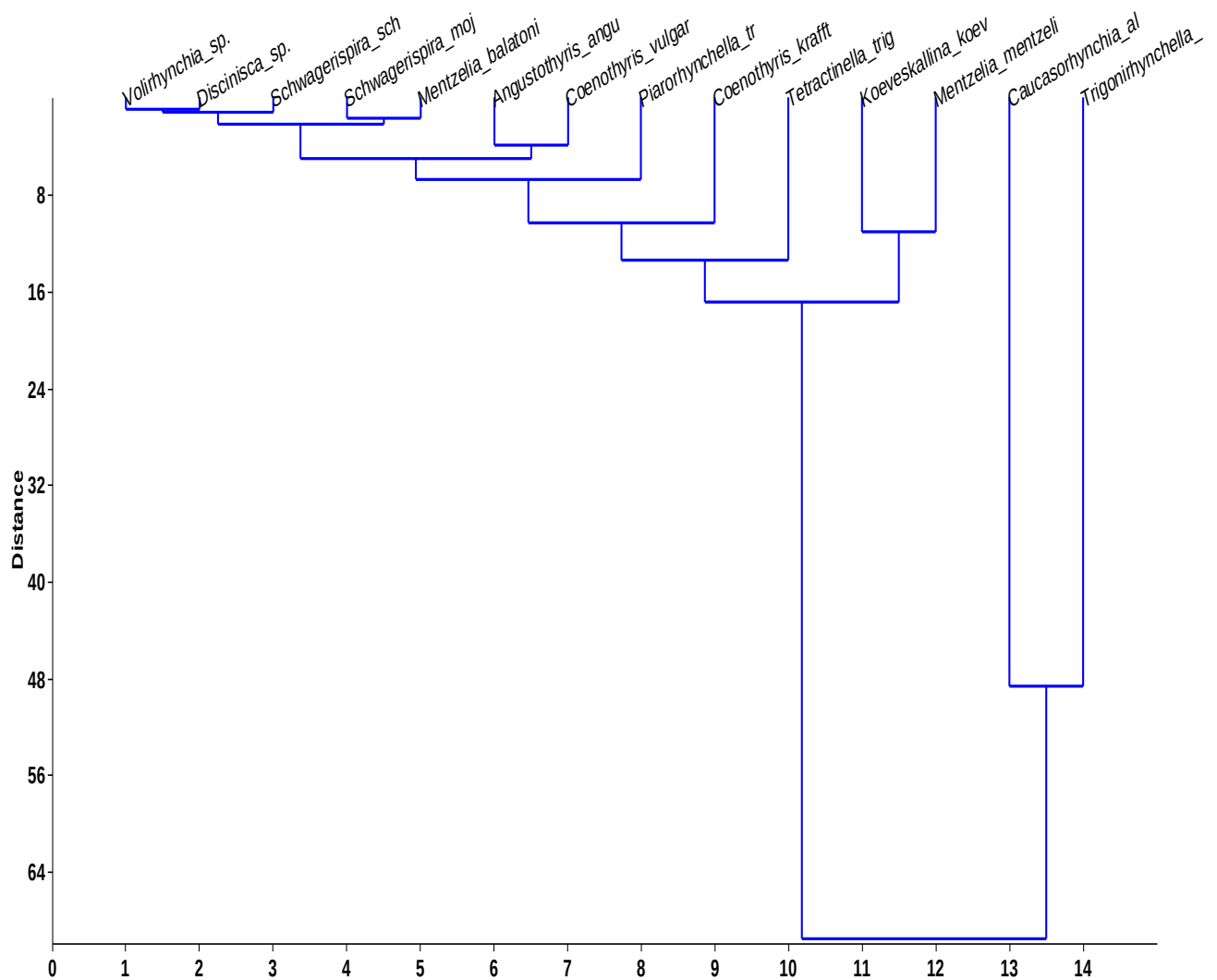
Ugyan erre a következtetésre jutunk, ha NMDS (nem-parametrikus többdimenziós skálázás) módszerrel vizsgáljuk meg az egyes rétegek faunájának hasonlóságát.



8. ábra: Egyes rétegek faunájának hasonlósága (NMDS módszer)

Az ábra láttán hasonló megfigyeléseket tehetünk, mint a dendrogram esetében. A klaszter analízisnél elkülönített három rétegcsoporthoz az NMDS-ábrán is szépen elkülönül.

A rétegek közti kapcsolat vizsgálata után megvizsgáltam az egyes fajok hasonlóságát. A hasonlóság ebben az esetben azt jelenti, hogy az adott fajok hasonló társulásban fordulnak elő a rétegsorban.



9. ábra: Egyes fajok előfordulásának hasonlósága (klaszter analízis)

A dendrogram bal oldalán található, kis egymás közti távolsággal jellemezhető fajokat, nemzetségeket ismét érdemes egy bizonyos fenntartással kezelni, a rendkívül kis példányszám miatt. Például: a *Volirhynchia* és a *Discinisca* nemzetség közti távolság gyakorlatilag 0 a diagramon. Mindkét nemzetség csak egy rétegben fordul elő, az előbbi kettő, utóbbi egy példánnyal. Az algoritmus így nyilván nem lát különbséget köztünk, de elhamarkodott lenne ebből bármire is következtetni, az előfordulásuk valószínűleg csak véletlenszerűen esett egybe, nem alkotnak valós társulást.

Ami szembeszökő, az a *Trigonirhynchella attilina* és a *Caucasorhynchia altaplecta* elkülönülése a többi fajtól. A gyakoriság-eloszlásuk elemzése után ez nem is meglepő eredmény. Láthatóan nem csak a többi fajtól, hanem egymástól is különböznek, a klaszter analízis azért teszi őket párba, mert még mindig egymásra hasonlítanak leginkább. A csak

közepes mértékű hasonlóság a két faj között megkérdőjelezheti, hogy valóban egy társulásról beszélünk-e (Pálffy 1991). Ennek eldöntésében segít a többi Balaton-felvidéki szelvénnel való összehasonlítás (lásd 7. fejezet).

6. Felsőörs rétegek szerint gyűjtött és törmelékből származó anyagának összehasonlítása

A rétegek szerint, illetve törmelékből gyűjtött anyag faunáinak összehasonlítása bizonyos fajok közetminőség-függéséről szolgáltat információt. Az egyes fajok, társulások közetminőség-függését megfigyeltem a gyakoriság-eloszlás vizsgálatánál (lásd 5.2 fejezet). A megfigyeléseimet alátámasztják a 8. ábra által mutatott százalékos részesedések.

	Rétegek szerint gyűjtött anyag	Törmelékből gyűjtött anyag
<i>Trigonirhynchella attilina</i>	28,3	37,9
<i>Caucasorhynchia altoplecta</i>	30,3	32,7
<i>Volirhynchia</i> sp.	0,38	0,8
<i>Piarorhynchella trinodosi</i>	2,8	3,2
<i>Angustothyris angustaeformis</i>	2,8	1
<i>Koeveskallina koeveskalyensis</i>	7,4	1,6
<i>Tetractinella trigonella</i>	6,3	17
<i>Schwagerispira schwageri</i>	0,8	0,11
<i>Schwagerispira mojsisovicsi</i>	0,6	1,8
<i>Coenothyris</i> sp.	7,4	0
<i>Coenothyris vulgaris</i>	1,3	2,5
<i>Coenothyris krafftii</i>	3,7	0
<i>Mentzelia mentzeli</i>	7,8	0,6
<i>Mentzelia balatonica</i>	0,37	0,2
<i>Discinisca</i> sp.	0,18	0
<i>Decurtella decurtata</i>	0	0,3

2. táblázat: Egyes taxonok százalékos részesedése a rétegek szerint, illetve a törmelékből gyűjtött anyagban

A *Trigonirhynchella attilina* és a *Tetractinella trigonella* sokkal nagyobb arányban van jelen a törmelékes anyagban. Egyszerű magyarázat erre, hogy mindkét faj a mállékony márgarétegekben gyakori, így az egész törmelékben felülreprezentált. A *Tetractinella* részesedését a könnyű felismerhetősége is növelheti a törmelékes faunában.

Megfigyeltem, hogy a *Mentzelia mentzeli* a kemény mészkőrétegekben gyakori. Ezt támasztja alá a törmelékes anyagban való kis részesedése, hiszen a nehezen málló, masszív mészkőpadok anyagából kevés jut a törmelékbe. Ugyanez mondható el a *Koeveskallina koeveskalyensis*-ről is.

Az 5.2 fejezetben felvettem a *Caucasorhynchia altaplecta* társainál jobb alkalmazkodó-képességének lehetőségét. Alátámasztani látszik ezt a felvetést a faj hasonló aránya a kétféle gyűjtés által eredményezett anyagokban. Ez annyit jelent, hogy a *C. altaplecta* egyenletesen előfordul mind a márgás, mind a keményebb mészkőrétegekben is.

A *Coenothyris* nemzetségen belüli eltérések okát nem tudtam kideríteni. A 8. ábra mutatja, hogy a törmelékből gyűjtött anyagból *Coenothyris krafftii* nem lett elkülönítve, minden *Coenothyris* a *vulgaris* nevet viseli (Pálfy 1986). A két fajt a *C. krafftii* mellső peremének uniplikációja alapján lehet elkülöníteni (Pálfy 2003). A rétegek szerint gyűjtött *Coenothyris*-ek többségénél látható volt az említett elkülönítő jegy, ez alapján 20 darab *Coenothyris*-t *C. krafftii*-nak határoztam, míg *C. vulgaris*-ből csak hetet találtam. A sérült mellső peremű, vagy összenyomott példányokat csak nemzetség szinten soroltam be (*Coenothyris* sp.).

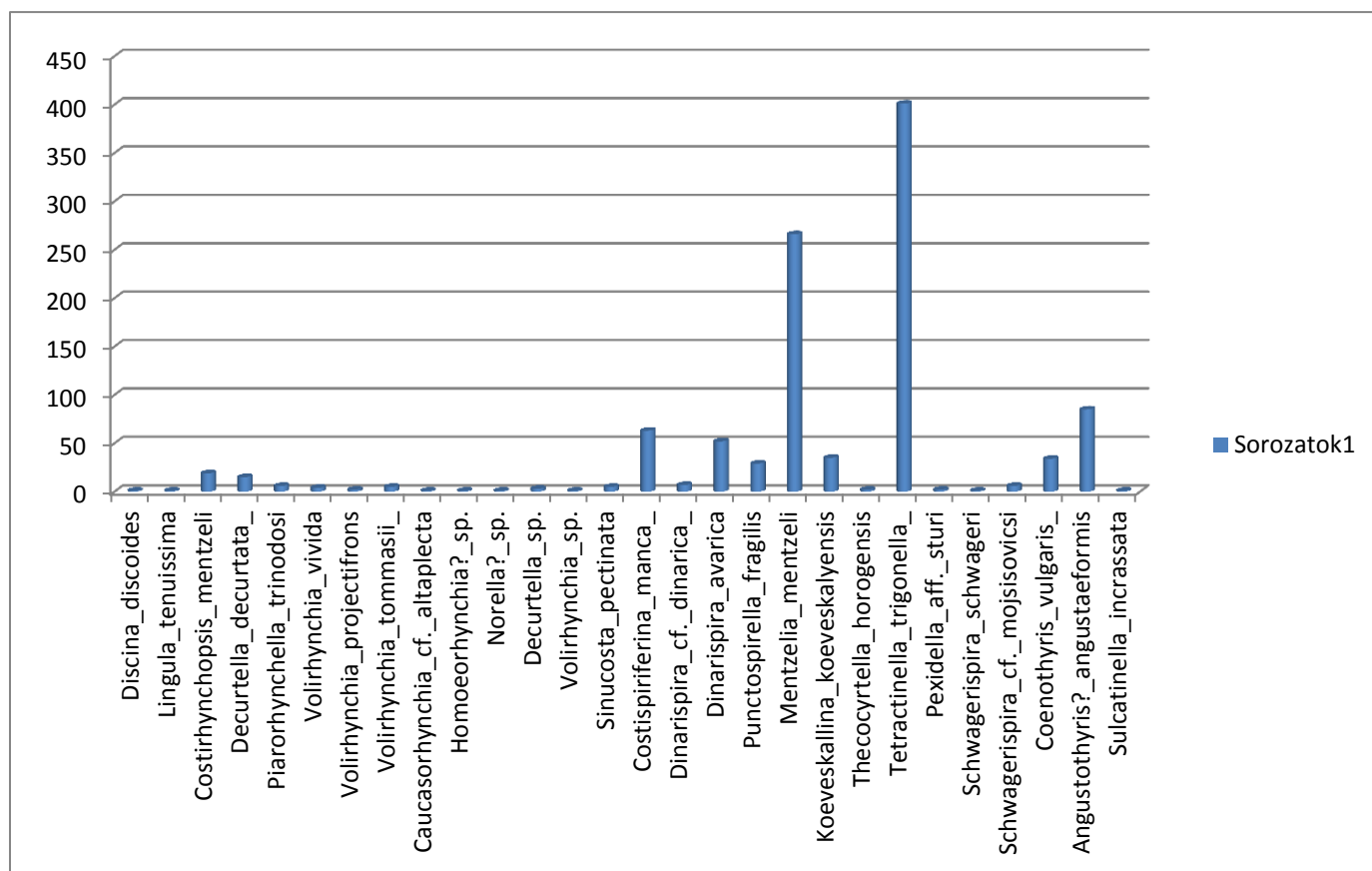
7. A felsőörsi fauna összehasonlítása a köveskáli, és aszófői faunával

Felsőörs, Köveskál, és Aszófő három, egymástól néhány 10 km távolságra elhelyezkedő lelőhelyek. A szelvények közel azonos korúnak tekinthetők, ugyan azok a rétegek (Megyehegyi Dolomit Formáció, Felsőörsi Mészkő Formáció, Vászolyi Formáció) bukkannak fel a három település közelében.

A fejlődéstörténeti modell szerint az anisusi emelet alsó részében még egységes karbonátos platformon folyt az üledékképződés. Időleges szárazra kerüléssel, illetve hipersalin körülményekkel magyarázható a dolomitos jelleg (Megyehegyi Dolomit Formáció). Az anisusi közepén tagolódott az üledékgyűjtő, normális sekélytengeri körülmények stabilizálódtak, gazdag élővilággal jellemezhető karbonátos szedimentáció folyt (Felsőörsi Mészkő Formáció) (Pálfy 1986, 1991). Az egyes lelőhelyek (Felsőörs, Köveskál, Aszófő) megfeleltethetők a tagolt sekélytengeri medence egyes részmedencéinek. Aszófő és Köveskál esetében nagy energiájú, erős vízmozgású medencét feltételezhetünk, míg Felsőörs

esetében lassabb áramlási viszonyokat, és a vízmozgás hiánya miatt tápanyagszegénységet (Pálfy 1991).

7.1 Köveskál faunája



10. ábra: A köveskáli szelvény faunája, vízszintes tengelyen az egyes taxonok, a függőleges tengelyen a példányszám olvasható (Pálfy 1986).

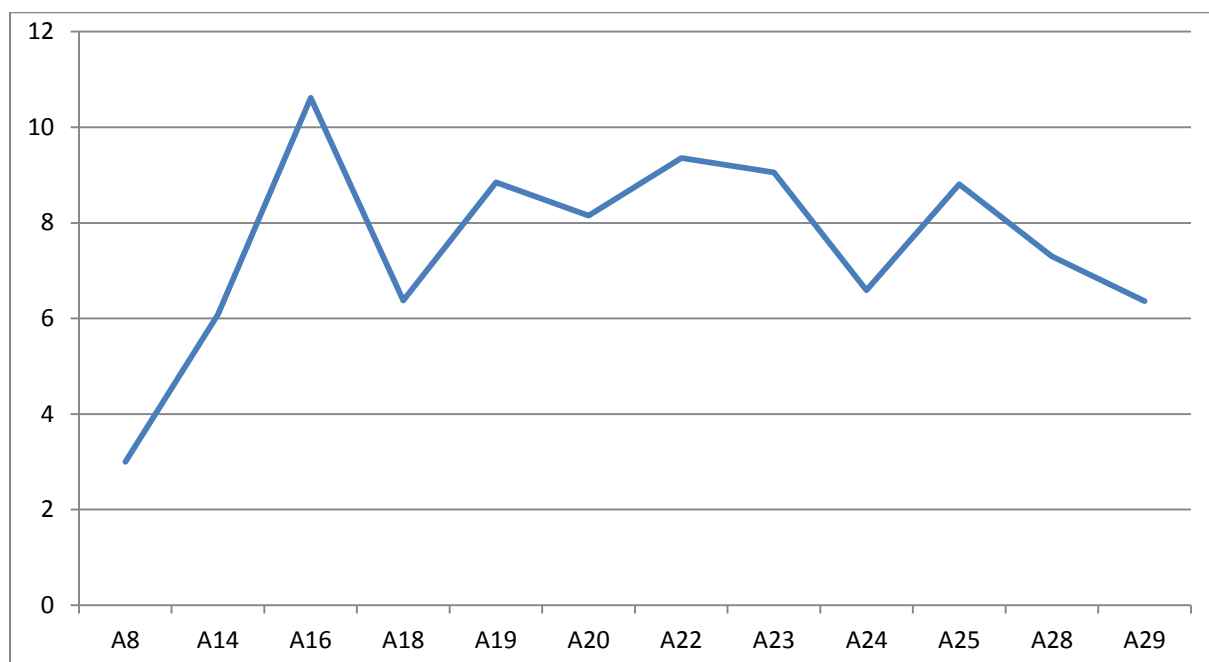
Az általam feldolgozott adatok Köveskál esetében törmelékből gyűjtött anyagból származnak (Pálfy 1986). A fauna szerkezete teljesen más, mint Felsőörs esetében. A Felsőörsön domináns Rhynchonellidák közül egyetlen darab *Caucasorhynchia altaplecta* található a köveskáli anyagban, a *Trigonirhynchella attilina* pedig nem fordul elő. Köveskálon a két domináns faj a *Mentzelia mentzeli*, és a *Tetractinella trigonella*. Érdekes, hogy a felsőörsi anyagban tapasztaltak szerint a két faj eltérő rétegekben gyakori; a *Mentzelia* a kemény mészkőrétegekben, a *Tetractinella* a lazább márgarétegekben. A gyakori fajok közé tartozik még Köveskálon a felsőörsi szelvényben is megjelenő *Angustothyris angustaeformis*, *Koeveskallina koeveskalyensis*, és a *Coenothyris vulgaris*.

A köveskáli fauna fajgazdagsága nagyobb, mint a felsőörsi faunáé. Pálfy összesen 22 fajt különített el (Pálfy 1991). A szelvényből már volt rétegek szerinti gyűjtés és vizsgálat (Vörös, Pálfy 2002), az eredmények feldolgozásával azonban még nem végeztem.

7.2 Aszófő faunája

Aszófő esetében előnyösebb a rendelkezésre álló adatállomány, mivel réteg szerint gyűjtött anyagból származnak (Pálfy 1986). Az adatokat a ma már könnyen elérhető, modern módszerekkel még nem vizsgálták meg (rarefakciós görbe, többváltozós adatelemzés), így adódott ennek a feladatnak az elvégzése.

Aszófő fajgazdagsága a lelőhelyek közül a legnagyobb, a rétegek szerint gyűjtött anyagból 26 különböző faj került elő (Pálfy 1991). Az egyes rétegek diverzitásának reális összehasonlíthatósága érdekében itt is készítettem rarefakciós görbét. A mintaméretet 23 példányban határoztam meg. Ennél nagyobb minta esetében túl sok réteg maradt volna ki a diagramból, a kisebbek pedig már nem tekinthetők relevánsnak.

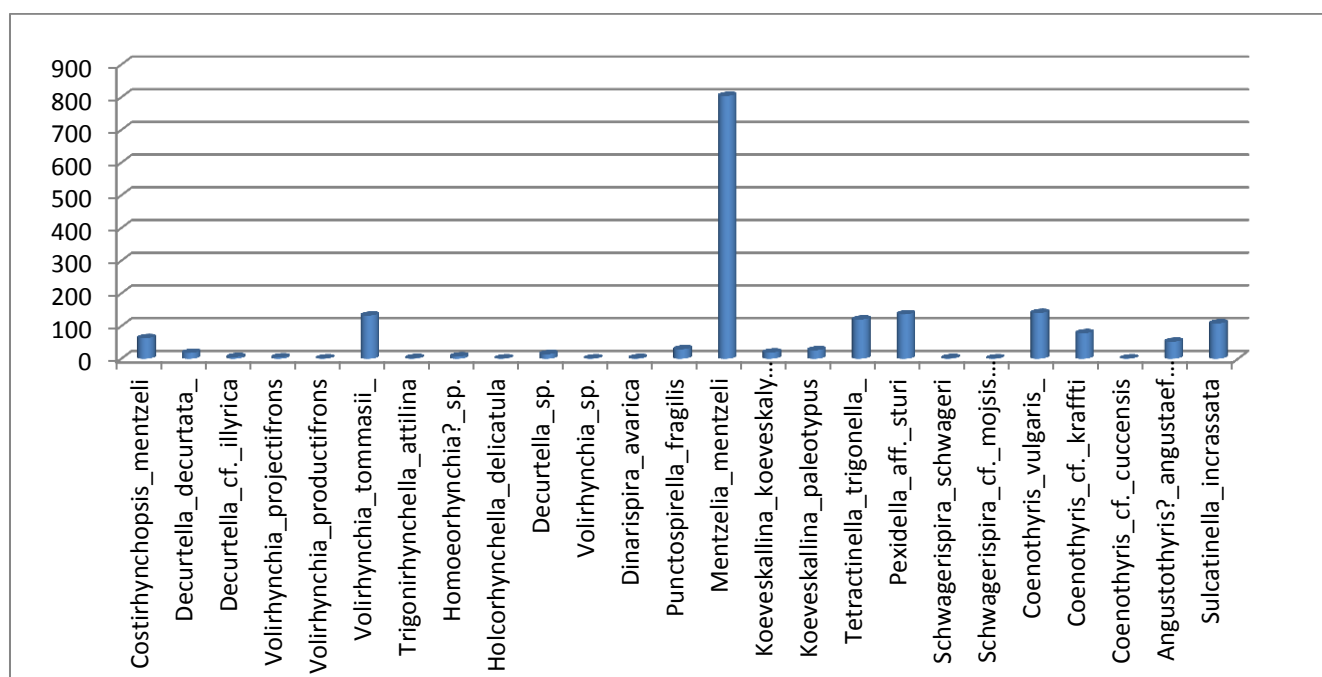


11. ábra: Az aszófői szelvény diverzitása; vízszintes tengelyen az egyes rétegek, függőleges tengelyen 23-as példányszámnál a fajszám várható értéke

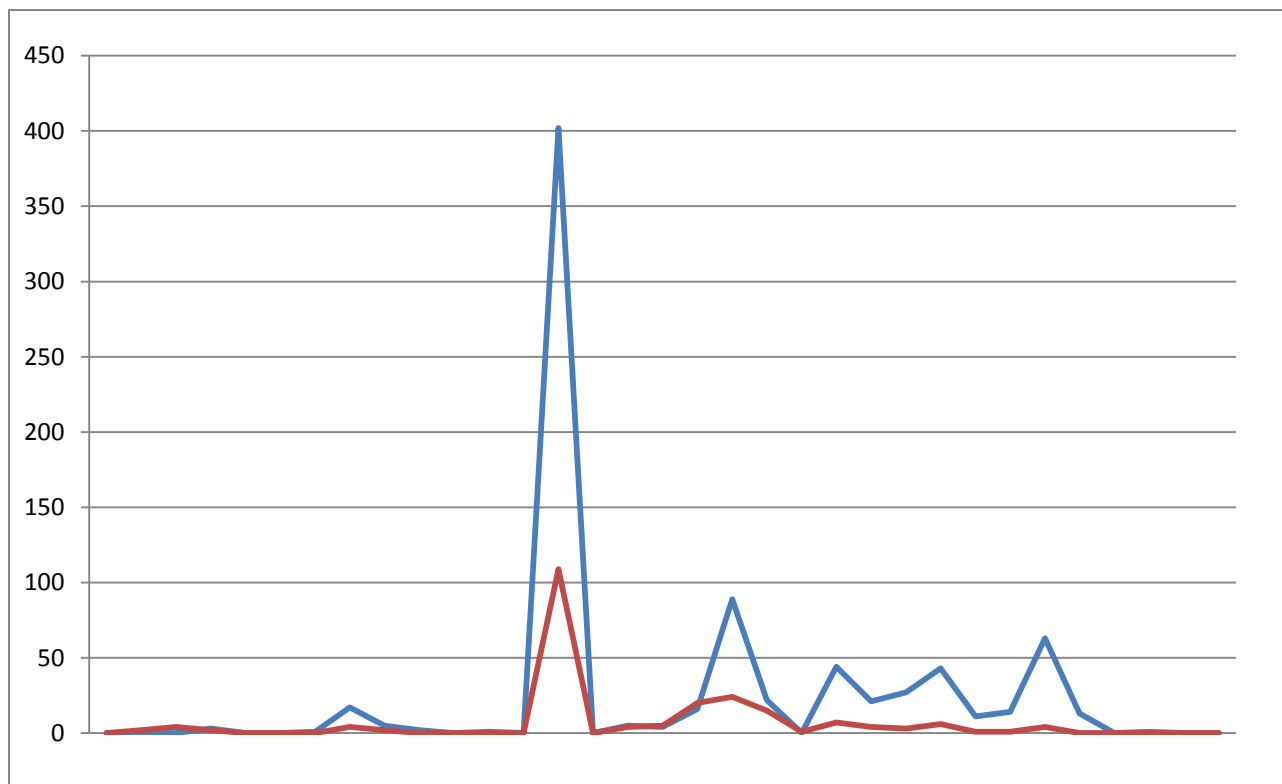
A 23-as mintaméret miatt a rétegek több mint fele kimaradt diagramból. Ez azt jelenti, hogy példányszám tekintetében nagy a szórás az aszófői rétegeket illetően. A 11. ábra mutatja, hogy a nagy példányszámú rétegek diverzitása már nem szór annyira, stabilan 6

fölött van a várható fajszámuk 23-as példányszám esetén. Kiugró érték a 16. réteg esetében a 10,6-os várható fajszám.

A fauna összetételét a 12. ábra mutatja. A domináns faj a *Mentzelia mentzeli*, durván a fauna felét alkotja. Második leggyakoribb nemzetség a *Coenothyris*; a *C. vulgaris* és *C. krafftii* is fontos része a faunának. A *Coenothyris* mindhárom lelőhelyen számottevő arányban jelenik meg. Felsőörsön a gyakoriság-eloszlás vizsgálatánál (lásd 5.2 fejezet) megállapítottam, hogy a *Mentzelia mentzeli*-vel azonos rétegekben fordulnak elő, elképzelhető, hogy egy társulást alkotnak. Megvizsgáltam az aszófői gyakoriság-eloszlásukat is, a felvetésemet alátámasztandó. Az eredményt a 13. ábra mutatja. A *Mentzelia mentzeli* és a *Coenothyris* nemzetség előfordulása még pontosabban együtt mozog az aszófői szelvényben, mint Felsőörs esetében. A *Mentzelia* a domináns faj, de kísérőként majdnem minden rétegben ott van mellette a *Coenothyris* valamelyik faja (*vulgaris* vagy *krafftii*).



12. ábra: Az aszófői szelvény faunája, vízszintes tengelyen az egyes taxonok, a függőleges tengelyen a példányszám olvasható (Adatok: Pálffy 1986).



13. ábra: A *Mentzelia mentzeli* (kék) és a *Coenothyris* nemzetség (piros) gyakoriság-eloszlása az aszófői szelvény mentén (Adatok: Pálffy 1986)

8. Összefoglalás

A felsőörsi brachiopoda fauna időbeli változásai nem a törzs evolúciójával, hanem környezetváltozásokkal, elsősorban a sekélytengeri aljzat változásával magyarázható. A középső anisusi üledékgyűjtőben karbonátos szedimentáció folyt. Eleinte tápanyagszegény, gyenge vízmozgású környezetben (Pálffy 1991), puha aljzaton (rosszabb megtapadási lehetőségek), ami a *Trigonirhynchella attilina* - *Caucasorhynchia altaplecta* társulásnak kedvezett. Az aljzat keményebbé válása (76b réteg) a társulás, és különösen a *T. attilina* faunán belüli szerepének visszaesését eredményezte. Átmenetileg visszatértek a régi életkörülmények (77. réteg), ami a *T. attilina* arányának gyors növekedését eredményezte, a 77. réteg után azonban a faj a szelvény végéig elveszti jelentőségét. A könnyebben lakható aljzaton megjelent a *Mentzelia mentzeli* – *Coenothyris vulgaris*, *Coenothyris krafftii* társulás, és hamar jelentős arányt értek el a felsőbb rétegek (80, 81) faunájában. A 80. réteg faunája a legdiverzebb a rétegsorban. Valószínűleg a kedvezőbb aljzat mellett a környezet sem volt már annyira tápanyagszegény a 77. utáni rétegek lerakódásának idején.

A Balaton-felvidéki lelőhelyek (Aszófő, Köveskál, Felsőörs) faunái közti különbség szintén a vízmozgatottság, az ezzel összefüggő tápanyag-ellátottság, illetve a sekélytengeri aljzat különbségeivel magyarázhatók. Tervezett feladat aszófői és köveskáli fauna részletesebb vizsgálatának elvégzése, mely a felsőörsi eredményekkel együtt részletesebb fejlődéstörténeti modell felállítását tenné lehetővé.

A fenti eredmények ellenőrzésének érdekében, illetve további eredmények reményében vékonycsiszolatos, karbonát-szedimentológiai vizsgálatokat tervezek.

Köszönetnyilvánítás

Elsősorban témavezetőmnek, Pálffy Józsefnek tartozom köszönettel. Továbbá szeretném megköszönni Bosnakoff Mariann sokirányú segítségét, Vörös Attilának a preparáláshoz kapott szerszámokat, és a Természettudományi Múzeum Föld-és Őslénytani Tárában dolgozóknak, hogy a kőtörőt használhattam.

10. Irodalomjegyzék

- BÖCKH, J. 1872: A Bakony D-i részének földtani viszonyai. – *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve*, 2: 65-173.
- BUDAI, T., CSÁSZÁR, G., CSILLAG, G., DUDKO, A., KOLOSZÁR, L. & MAJOROS, G. 1999: *A Balaton-felvidék földtana*. – Alkalmi kiadvány, 197. MÁFI, Budapest, 257+47 tábla+3 melléklet p.
- FRECH, F. 1912: Új kagylók és brachiopodák a bakonyi triászból. – *A Bal. Tud.Tan.Ered. Pal. Függ.*, 2: 1-128.
- HAMMER, O. & HARPER, D. A. T. 2006: *Paleontological Data Analysis*. – Blackwell Publishing, Oxford, 351 p.

- HAMMER, O., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001: PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. – *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9 (http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- PÁLFY, J. 1986: Balaton-felvidéki középső-triász brachiopoda faunák vizsgálata (Investigations on Middle Triassic brachiopod faunas from the Balaton Highland (Transdanubian Central Range, Hungary)). – *Őslénytani Viták (Discussiones Palaeontologicae)*, 33: 3-52.
- PÁLFY, J. 1988: Middle Triassic rhynchonellids from the Balaton Highland (Transdanubian Central Range, Hungary). – *Annales Historico-Naturale Musei Nationalis Hungarici*, 80: 25-46.
- PÁLFY, J. 1991: Paleoecological significance of Anisian (Middle Triassic) brachiopod assemblages from the Balaton Highland (Hungary). – In: D. I. MacKinnon, D. E. Lee & J. D. Campbell (szerk.), *Brachiopods through Time*. Balkeema, Rotterdam, pp. 241-246.
- PÁLFY, J. 2003: The Pelsonian brachiopod fauna of the Balaton Highland. – *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 55: 139-158.
- STUR, D. 1865: Über die Formationen des bunten Sandstein und des Muschelkalkes in Ober-Silesien und ihre Versteinerungen. – *Jb.d.k.k.Geol.R.A.*, 15: 242-248.
- SZABÓ, I., KOVÁCS, S., LELKES, G. & ORAVECZ-SCHEFFER, A. 1980: Stratigraphic investigation of a Pelsonian-Fassanian section at Felsőörs (Balaton Highland, Hungary). – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 85(3-4): 789-806.
- VÖRÖS, A. 2003: The Pelsonian Substage on the Balaton Highland (Middle Triassic, Hungary). – *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 55: 1-195.
- VÖRÖS, A., BUDAI, T., HAAS, J., KOVÁCS, S., KOZUR, H. & PÁLFY, J. 2003: GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) proposal for the base of Ladinian (Triassic). A proposal for the GSSP at the base of the Reitzi Zone (sensu stricto) at Bed 105 in the Felsőörs section, Balaton Highland, Hungary. – *Albertiana*, 28: 35-47.
- ZEPHAROVICH, R. V. 1856: Die Halbinsel Tihany im Plattensee und die nächste Umgebung von Füred. – *Sitzungber. d.k. Akad.d.Wiss*, 19: 339-373.