

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE
DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE

**RELAȚIA DINTRE ASOCIAȚIILE DE
FORAMINIFERE FOSILE ȘI MEDIILE
DEPOZIȚIONALE DIN FORMAȚIUNEA DE HIDA
(NORD-VESTUL BAZINULUI TRANSILVANIEI)**

TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

Doctorand

Claudia Mariana Beldean

Coordonator științific

Prof. Dr. Sorin Filipescu

Cluj-Napoca

2010

CUPRINS

Introducere	1
Cap. 1. Evoluția geologică a Depresiunii Transilvaniei	4
1.1. Evoluția tectonică a Depresiunii Transilvaniei	5
1.2. Evoluția sedimentară a Depresiunii Transilvaniei.....	6
Cap. 2. Miocenul inferior din Depresiunea Transilvaniei	12
2.1. Litostratigrafie.....	12
2.2. Biostratigrafie	15
Cap. 3. Materiale și metode de lucru	23
3.1. Prelevarea probelor.....	23
3.2. Prelucrarea probelor.....	23
3.3. Interpretarea rezultatelor.....	24
3.3.1. Analize cantitative.....	24
3.3.2. Raportul planctonice/bentonice.....	26
3.3.3. Indicele de oxigen dizolvat estimat pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase.....	27
3.3.4. Asociații de foraminifere aglutinante.....	28
3.3.5. Morfogrupuri de foraminifere aglutinante.....	31
Cap. 4. Rezultate și discuții	35
4.1. Relația dintre mediile de sedimentare și asociațiile de foraminifere.....	35
4.1.1. Suci de Sus.....	35
4.1.2. Rebra.....	41
4.1.3. Gersa.....	42
4.1.4. Coșbuc.....	43
4.1.5. Zagra.....	45
4.1.6. Spermezeu.....	46
4.1.7. Valea Măgoaja.....	55
4.1.8. Dumbrăveni.....	62
4.1.9. Ciceu-Giurgești.....	67
4.1.10. Valea Șimișna.....	67
4.1.11. Cristolț.....	81
4.1.12. Fabrică.....	83

4.1.13. Bobâlna.....	87
4.1.14. Fântânele.....	88
4.1.15. Dragu.....	89
4.1.16. Așchileu.....	94
4.1.17. Panticeu.....	97
4.1.18. Șoimeni.....	98
4.1.19. Deușu.....	98
4.1.20. Chinteni.....	100
4.1.21. Alte aflorimente.....	101
4.2. Relația dintre asociațiile de foraminifere aglutinante și mediile depoziționale	102
4.3. Implicații paleoecologice și paleogeografice ale asociațiilor de foraminifere planctonice	106
4.3.1. Asociații cu <i>Streptochilus pristinum</i>	106
4.3.2. Asociații cu globigerinide mari (<i>Globigerina</i> sp.).....	110
4.3.3. Asociații cu globigerinide mici (<i>Globigerina</i> sp., <i>Tenuitella</i> sp. și <i>Tenuitellinata</i> sp.).....	111
4.4. Zonarea paleogeografică a asociațiilor de foraminifere	113
4.5. Biostratigrafia Formațiunii de Hida.....	124
4.5.1. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de foraminifere planctonice.....	124
4.5.2. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de foraminifere planctonice biseriata.....	125
4.5.3. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de nannoplancton calcaros.....	127
Cap. 5. Descrierea sistematică a foraminiferelor din Formațiunea de Hida.....	130
Cap. 6. Concluzii.....	181
Bibliografie.....	184
Planșe.....	211
Anexe.....	233
Anexa 1. Coordonatele punctelor de colectare a probelor.....	233
Anexa 2. Lista speciilor identificate.....	234
Anexa 3. Numărul de indivizi.....	240

Cuvinte cheie: foraminifere, Formațiunea de Hida, Miocen inferior, Depresiunea Transilvaniei.

INTRODUCERE

Scopul principal al prezentei lucrări este caracterizarea Formațiunii de Hida, de vârstă miocen inferioară, din perspectiva datelor micropaleontologice și, subordonat, sedimentologice. Analizele micropaleontologice realizate au presupus investigarea asociațiilor de foraminifere fosile din punct de vedere morfologic, taxonomic, biostratigrafic și paleoecologic. Rezultatele obținute au fost corelate cu datele sedimentologice, cu scopul de a reconstitui mediile depoziționale, astfel încât să obținem o imagine clară asupra evoluției bazinului sedimentar.

Obiectivele stabilite pentru prezentul studiu au fost următoarele:

- ✓ studiul detaliat al depozitelor Formațiunii de Hida din perspectivă micropaleontologică și sedimentologică;
- ✓ realizarea unor analize calitative și cantitative, care, prin integrarea rezultatelor să permită realizarea unui model de evoluție a asociațiilor de foraminifere;
- ✓ identificarea variației asociațiilor de foraminifere bentonice în funcție de modificarea condițiilor de mediu cum ar fi: concentrația de oxigen de la interfața apă/sediment, modificarea nivelului marin relativ, aportul de materie organică în bazin;
- ✓ biostratigrafierea depozitelor cu ajutorul asociațiilor de foraminifere planctonice și încadrarea biozonelor în contextul stratigrafic regional.
- ✓ întocmirea unui model sintetic cu succesiunea paleomediilor Miocen inferioare din partea nord-vestică a Depresiunii Transilvaniei sub influența contextului tectonic și paleogeografic.

Pentru ajutorul acordat în elaborarea acestei teze de doctorat, doresc să-i mulțumesc în primul rând domnului profesor dr. Sorin Filipescu, care pe parcursul celor aproape patru ani de cercetări mi-a acordat sprijinul moral și logistic care au condus la îndeplinirea obiectivelor propuse. Doresc să-i mulțumesc pentru faptul că m-a însoțit în deplasările pe teren și pentru răbdarea arătată în discuțiile avute.

De asemenea doresc să le mulțumesc domnilor referenți: CS I dr. Popescu Gheorghe, dr. Michael Kaminski și prof. dr. Bucur Ioan, pentru răbdarea de a citi și aprecia această lucrare.

Domnului dr. Fred Rögl îi adresez mulțumiri pentru ajutorul acordat în determinarea foraminiferelor, pentru punerea la dispoziție a colecției de foraminifere de la Muzeul de Istorie Naturală din Viena și pentru conversațiile constructive avute.

Domnilor CS I dr. Gheorghe Popescu și dr. Michael Kaminski le mulțumesc pentru conversațiile purtate și sugestiile făcute cu referire la identificarea taxonomică a foraminiferelor.

Adresez mulțumiri domnului dr. Carlo Aroldi, domnului șef lucr. dr. Săsăran Emanoil, doamnei conf. Carmen Chira împreună cu care am efectuat unele deplasări în teren și care m-au ajutat în înțelegerea unor aspecte referitoare la geologia regiunii studiate. Domnișoarei șef lucr. dr. Ramona Bălc îi mulțumesc pentru analizele de nannoplancton efectuate.

Mulțumesc conducerii companiei Romgaz SA Mediaș pentru faptul că mi-au pus la dispoziție o parte din profilele seismice realizate în regiunea studiată, precum și domnului dr. Csaba Krézsek pentru indicațiile oferite în înțelegerea evoluției tectonice a Depresiunii Transilvaniei. Îi mulțumesc și domnului asist. dr. Lucian Barbu-Tudoran pentru asistența acordată în timpul efectuării fotografiilor la microscopul electronic.

Le sunt recunoscătoare tuturor colegilor și prietenilor din cadrul Departamentului de Geologie care au făcut ca timpul petrecut alături de ei să treacă mult prea repede.

Mulțumesc soțului meu Paul Beldean, atât pentru înțelegerea și suportul acordat cât și pentru faptul că m-a însoțit în majoritatea deplasărilor efectuate pe teren.

Nu în ultimul rând și în mod special îi mulțumesc mamei mele și soțului ei, fără a căror sprijin moral și financiar nu ar fi fost posibilă realizarea acestei lucrări.

Acest proiect de cercetare a fost parțial finanțat de CNCSIS România prin grantul TD nr. 473/2007

CAPITOLUL 1

Evoluția geologică a Depresiunii Transilvaniei

Formarea Depresiunii Transilvaniei a început în Cretacicul superior odată cu încetarea etapelor orogenice care au condus la sutura blocurilor continentale Tisza și Dacia (Csontos et al., 1992). Depresiunea își începe evoluția într-un regim compresional regional cu orientare E-V (Ciulavu, 1999), cu posibilitatea unei faze extensionale minore în

Badenianul inferior (Krézsek & Filipescu, 2005), reprezentând un bazin de back-arc al subducției carpatice (Horvath et al., 2006).

Umplutura sedimentară post-tectonică a Depresiunii Transilvaniei are local o grosime de peste 5000 m (Vancea, 1960; Ciupagea et al., 1970) și a fost divizată în patru megasecvențe stratigrafice majore (Krézsek & Bally, 2006): Cretacic superior (rift, colaps gravitațional), Paleogen (sag), Miocen inferior (flexural), Miocen mediu-Miocen superior (secvența de backarc influențată de tectonica gravitațională).

CAPITOLUL 2

Miocenul inferior din Depresiunea Transilvaniei

În timpul Miocenului inferior Depresiunea Transilvaniei a evoluat sub forma unui bazin flexural, localizat în partea central-nordică a Transilvaniei (Krézsek & Bally, 2006). Succesiunea sedimentară este reprezentată de o mare varietate de depozite: de la depozite litorale până la depozite turbiditice marin-adânci (Rusu, 1969, Popescu et al., 1995, Filipescu, 2001).

Miocenul inferior aflorează în principal în vestul și nord-vestul Depresiunii Transilvaniei fiind caracterizat de mai multe formațiuni: Formațiunea de Coruș (Hauer & Stache, 1863), Formațiunea de Chechiș (Hofman, 1879) și Formațiunea de Hida (Koch, 1900). În aceeași regiune se dezvoltă partea superioară a Formațiunii de Vima (Lăzărescu, 1957, Rusu, 1969) cu faciesurile laterale echivalente, respectiv, formațiunile de: Buzaș (Dumitrescu, 1957), Valea Almașului (Răileanu & Saulea, 1956), Cuzăplac (Moisescu, 1972) și Cubleș (Moisescu, 1972).

Studiile micropleontologice realizate asupra depozitelor Miocen inferioare din nord-vestul Depresiunii Transilvaniei sunt diverse, fiind analizate diferite grupe de organisme (moluște, ostracode, foraminifere). Analizele asupra asociațiilor de foraminifere cuprind, mai ales, observații taxonomice și mai rar interpretări de paleomediul sau paleoecologice. Biozonarea depozitelor miocen inferioare din nord-vestul Depresiunii Transilvaniei este dificil de realizat datorită absenței fosilelor index și prezenței asociațiilor caracteristice unor medii restrictive. Aceste particularități fac uneori imposibilă corelarea biozonărilor din Depresiunea Transilvaniei cu cele din Paratethysul Central sau zona Mediterană. Cu toate acestea, în ultimele decenii au fost realizate o serie de studii biostratigrafice de referință.

CAPITOLUL 3

Materiale și metode de lucru

Pentru obținerea unor rezultate cât mai complete și de încredere am integrat mai multe moduri de abordare a temei propuse. Etapele de lucru parcurse în cadrul acestui studiu au fost următoarele: prelevarea și prelucrarea probelor după metode micropaleontologice standard, urmate de interpretarea calitativă și cantitativă a asociațiilor de foraminifere (abundența relativă, diversitatea – Shannon-Wiener, echitabilitatea, Fisher α). Am insistat asupra evidențierii semnificațiilor tipurilor de asociații (asociații de „tip fliš” asociații de pantă, asociații abisale) și morfogrupurilor de foraminifere aglutinante pentru caracterizarea paleoambientală, biostratigrafică și paleogeografică a succesiunii studiate. Pe baza raportului planctonice/bentonice am estimat paleoadâncimea, iar pe baza morfotipurilor de foraminifere bentonice calcaroase am calculat indicele de oxigen dizolvat (BFOI).

CAPITOLUL 4

Rezultate și discuții

În perioada 2006-2008 am efectuat mai multe campanii de teren în urma cărora am identificat 44 de aflorimente (fig. 4) din care au fost prelevate 253 de probe.

În urma observațiilor sedimentologice efectuate și a prelucrării probelor am identificat o varietate mare a asociațiilor de foraminifere (peste 250 de taxoni), astfel încât am reușit obținerea unei viziuni de ansamblu asupra repartiției și evoluției mediilor depoziționale din Formațiunea de Hida.

4.1. Relația dintre mediile sedimentare și asociațiile de foraminifere

Pe baza asociațiilor de foraminifere identificate și a observațiilor sedimentologice am realizat caracterizarea mediilor depoziționale din arealele care au oferit date relevante.

4.1.1. Suciu de Sus

Sucesiunea sedimentară de la Suciu de Sus, localizată în partea inferioară a Formațiunii de Hida, este reprezentată prin depozite turbiditice cu cicluri progradante (de tip shallowing și coarsening-upward).

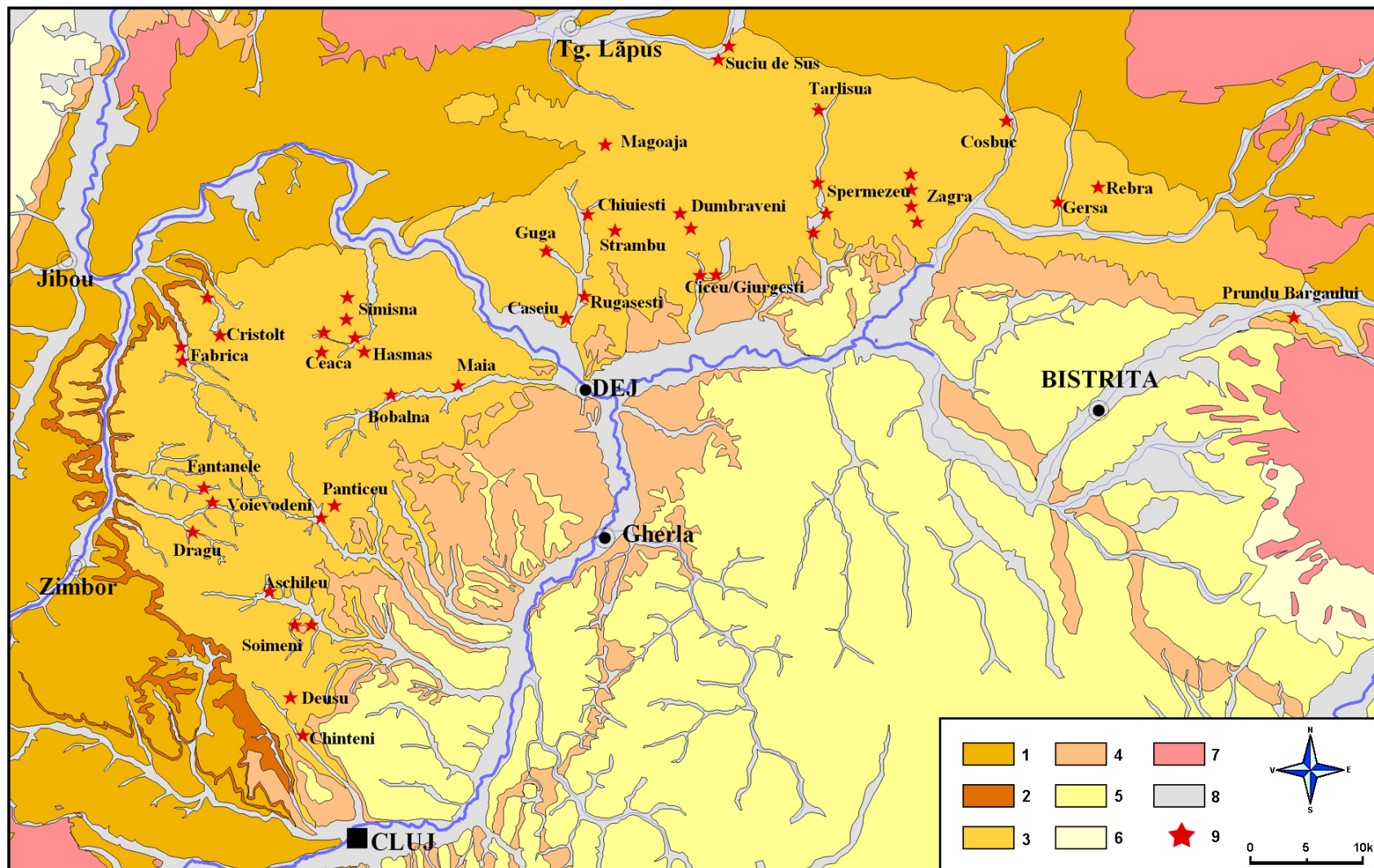


Fig. 4. Localizarea aflorimentelor identificate: 1 - Paleogen, 2 - Miocen inferior, 3 - Miocen inferior: Formațiunea de Hida, 4 - Badenian, 5 - Sarmațian, 6 - Panonian, 7 - metamorfite, 8 - Cuaternar, 9 - puncte de colectare.

Secvențele Bouma Ta-b și Ta-c sunt organizate în nivele alternante cu grosimi individuale ale stratelor de gresii până la 2 m, putând fi observată o continuitate laterală a acestora. Mediul depozitional din această regiune poate fi considerat de tranziție de la conuri distale la mediane, în care aportul sedimentar și densitatea curentului turbiditic cresc progresiv în timp.

Asociațiile de foraminifere identificate sunt tipice mediilor marine adânci, fiind prezente atât foraminifere aglutinante cât și bentonice calcaroase și planctonice (Filipescu & Beldean, 2008) (fig. 7). Analizând figura 7 se poate observa dominanța foraminiferelor bentonice, cu precădere a celor aglutinante, cu valori ale abundenței de peste 50%.

Abundența foraminiferelor planctonice este scăzută, acestea sunt slab păstrate, însă au fost identificate câteva forme reprezentative pentru Miocenul inferior, cum sunt: *Globorotalia peripheroronda*, *Globigerinoides primordius*, *Catapsydrax martini*, *Globigerina woodi*, *Globoquadrina langhiana*, *Globigerina lentiana*.

Se constată o diversitate relativ ridicată în prima parte a succesiunii (probele 1-3) datorită prezenței în număr mai mare a foraminiferelor bentonice calcaroase, după care diversitatea se menține la valori constante ($H' \sim 2,2 - 2,9$; Fischer $\alpha \sim 10 - 8$) până la nivelul ultimei probe când scade semnificativ. Această scădere se înregistrează și la nivelul echitabilității datorită predominanței unei singure specii de foraminifere aglutinante (*Budashevaella wilsoni*).

Indicele de oxigen dizolvat (BFOI) are valori cuprinse între 6 și 40, ceea ce indică un mediu oxigenat, cu valori ale oxigenului din mediu între 1,5 – 3,0 ml/l.

În urma analizei morfogrupurilor de foraminifere aglutinante (fig. 8) este de remarcat absența morfogrupului M2c care este specific mediilor marine marginale. Celelalte morfogrupuri sunt prezente în proporții variabile, cu dominanța formelor tubulare, oportuniste incluse în morfogrupul M1, care uneori ating valori de 90%. Conform lui Jones & Charnock (1985) acest morfogrup prezent în proporție de peste 70 % indică zone bathial inferioare până la abisale, unde curenții marini aduc constant materie organică.

În secțiunea studiată abundența mare a morfogrupului M3a este datorată prezenței în proporție ridicată a speciei *Ammodiscus incertus*.

Dacă partea inferioară a profilului studiat era dominată de morfogrupuri caracteristice mediilor marine adânci – bathiale – spre partea superioară se observă că acestea sunt înlocuite de forme tipice mediilor de șelf extern, asociațiile fiind formate din specii ale morfogrupului M2b. Trecerea de la medii bathiale la medii de șelf este sugerată și de creșterea participării procentuale a foraminiferelor bentonice calcaroase.

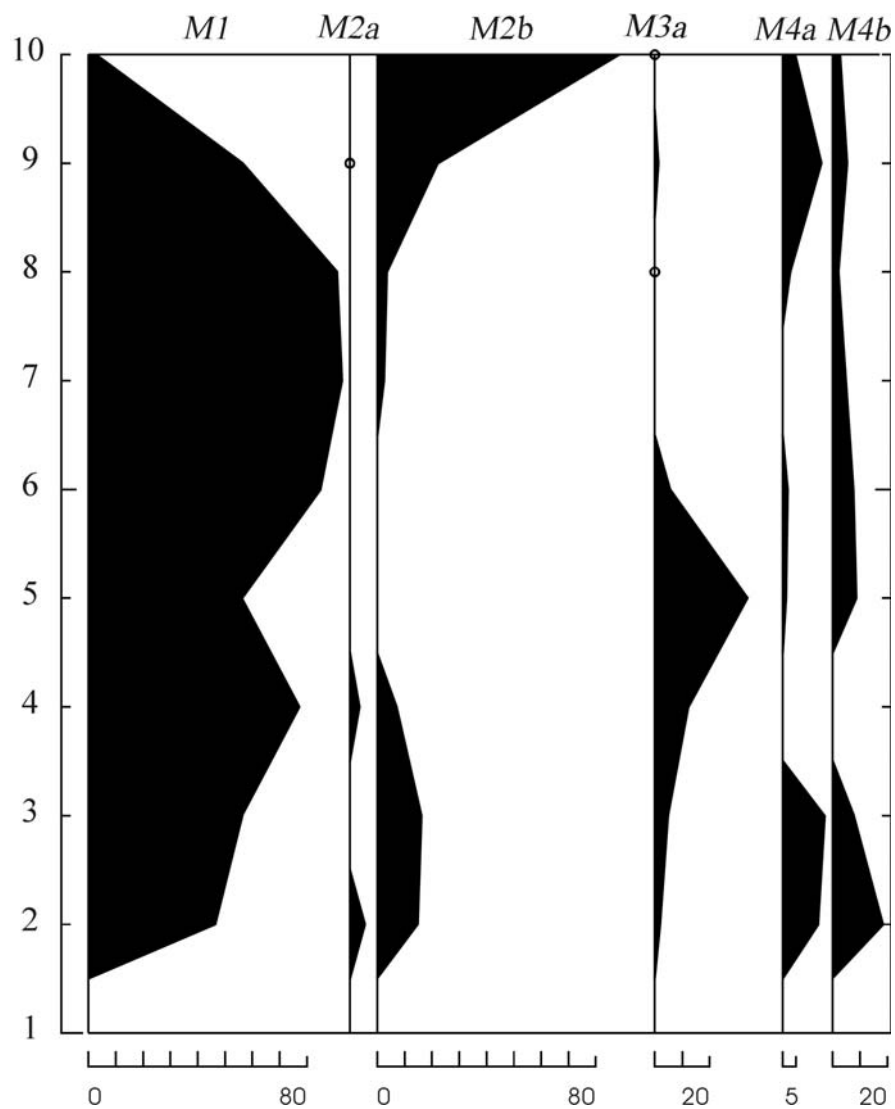


Fig. 8. Proporția dintre principalele morfogrupuri de foraminifere aglutinante de la Suciul de Sus

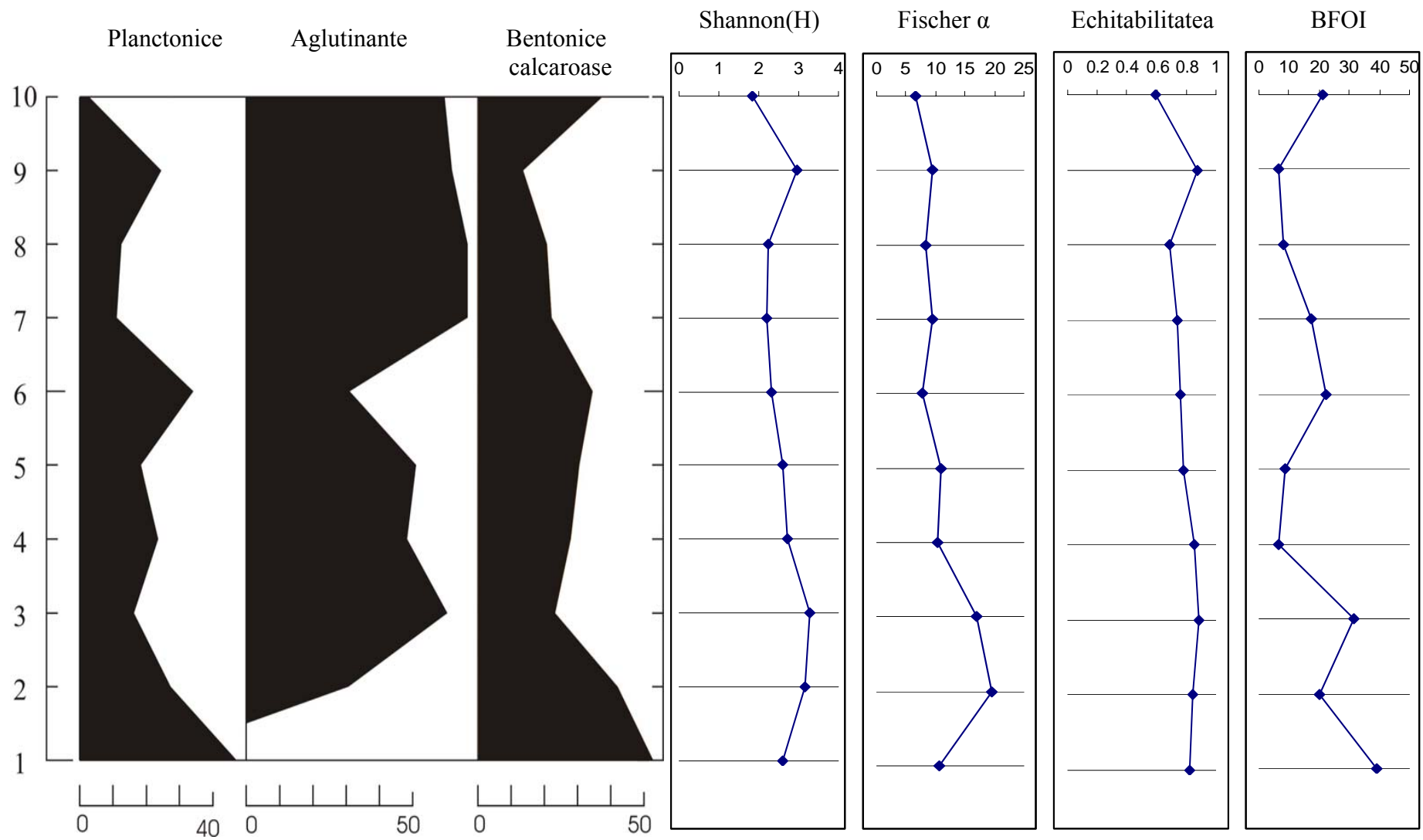


Fig. 7. Raportul planctonice/bentonice (aglutinante și calcaroase) și indicii paleoecologici ai foraminiferelor de la Suci de Sus

4.1.6. Spermezeu

În apropiere de localitatea Spermezeu (Spermezeu 3), am identificat o succesiune care debutează cu sedimente caracteristice turbiditelor distale care în partea superioară trec în turbidite medii cu bancuri masive de gresii, fiind o succesiune progradantă (tip shallowing upward și coarsening up) (fig. 23). În partea superioară a deschiderii materialul vegetal este prezent în cantități considerabile, ceea ce indică transportul activ de pe continent asociat cu o tendință regresivă. Din aceste depozite am prelevat 25 de probe în vederea analizelor micropaleontologice.

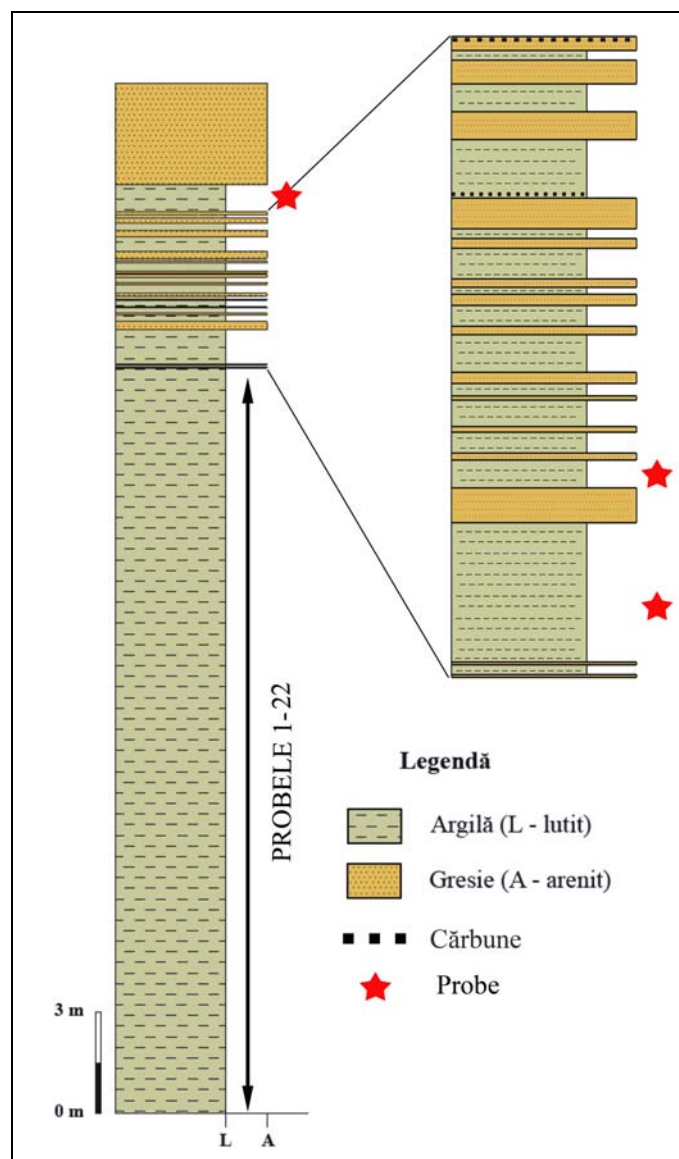


Fig. 23. Coloana litologică a succesiunii de la Spermezeu 3

Se poate observa existența atât a foraminiferelor bentonice aglutinante și calcaroase, cât și planctonice (fig. 24). În partea inferioară a succesiunii domină foraminiferele bentonice calcaroase (> 50%), acestea corespunzând unui mediu marin puțin adânc (100-200 m adâncime). Deasupra acestui interval se constată creșterea abundenței foraminiferelor planctonice până la 70%, ceea ce dovedește tendința transgresivă (adâncimi estimate de până la 600 m). Speciile planctonice dominante sunt: *Globigerina ottangiensis*, *Globigerina praebulloides*, *Globorotalia obesa* și *Globigerinoides altiapertura*. În același timp abundența foraminiferelor bentonice calcaroase scade. Chiar dacă pe toată succesiunea analizată indicele de oxigen dizolvat are valori pozitive, indicând un mediu oxic, se pare că rolul determinant în colonizarea substratului revine aportului de materie organică (Beldean et al., 2010a).

În partea superioară a deschiderii ponderea foraminiferelor planctonice scade semnificativ, foraminiferele bentonice aglutinante (forme tubulare) și cele calcaroase (*Siphonina reticulata*, *Globobulimina ovula*, *Valvulineria fabiani*, *Cibicidoides* sp.) având o participare procentuală mai mare. O parte din foraminiferele bentonice calcaroase identificate sunt caracteristice mediilor de șelf, fiind identificați taxoni reprezentativi pentru Formațiunea de Chechiș (*Ammonia beccari*, *Sigmoilina* sp.). Tendința de modificare a asociațiilor, care devin caracteristice unor medii tot mai puțin adânci, este confirmată de caracterul progradant al sedimentației.

Indicii de diversitate prezintă fluctuații minore de-alungul succesiunii și se încadrează în limitele unei diversități ridicate. Diversitatea și echitabilitatea mai scăzută de la nivelul probei 24 se datorează abundenței scăzute a foraminiferelor aglutinante. Valorile diversității (Shannon $H \sim 1,5-3,5$; Fischer $\alpha \sim 5-30$) se încadrează în limitele stabilite de Murray (1991) pentru mediile de pantă continentală.

În succesiunea de la Spermezeu 3, foraminiferele aglutinante au o abundență relativ constantă, cu fluctuații minore între 10 și 20%. Modificări majore în asociațiile de foraminifere apar în topul deschiderii, unde formele aglutinante ajung la abundență de până la 50%. Cu excepția morfogrupului M3b, toate celelate morfogrupuri sunt prezente în proporții variabile (fig. 26).

Se poate observa o corelare negativă între morfogrupurile M1 și M4b, datorită diferitelor strategii de hrănire (suspensivore vs. detritivore active) și oxigenare. Morfogrupul M4b are o abundență mai mare în condițiile unui nivel marin relativ ridicat, fiind probabil mai tolerant la modificările cantității de oxigen dizolvat din mediu, în timp ce morfogrupul M1 domină asociațiile când nivelul marin este în scădere (Cetean, 2009).

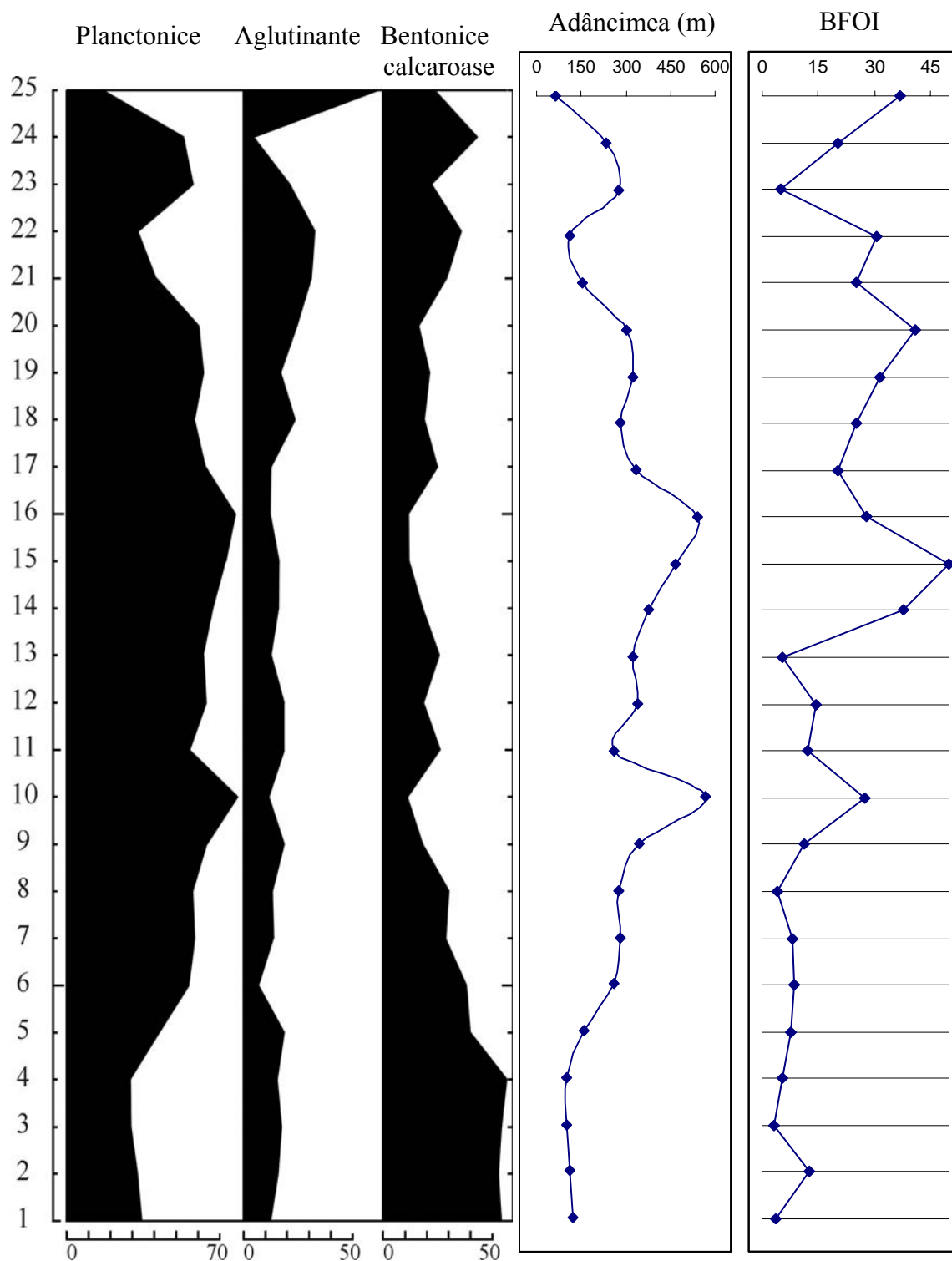


Fig. 24. Raportul planctonice/bentonice (aglutinante și calcaroase), adâncimea apei și indicele de oxigen dizolvat

Este de remarcă prezența sporadică a morfogrului M2c (*Spirolectamina*) corelată probabil cu o scădere relativă de nivel marin, în partea superioară a succesiunii

acest morfogrup atingând valori maxime. În topul deschiderii crește abundența morfogrupurilor M2b, M2c și M3a și se reduce abundența celorlalte morfogrupuri.

Atât pe baza raportului planctonice/bentonice cât și pe baza distribuției morfogrupurilor se poate constata trecerea de la medii marine adânci (bathiale) la medii de șelf.

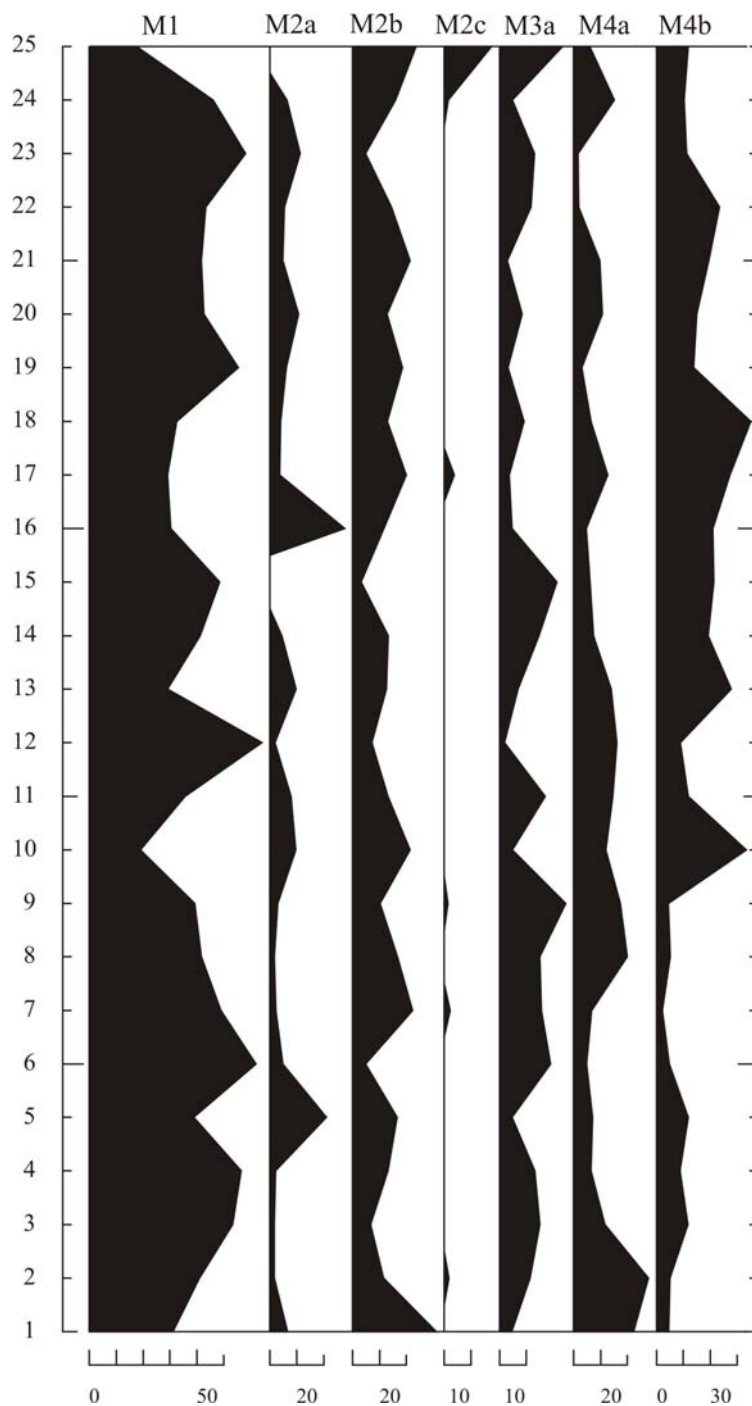


Fig. 26. Proportia dintre principalele morfogrupuri de foraminifere aglutinante de la Spermezeu 3

Pe raza localității Chiuiеști depozitele sunt alcătuite din argile fine corespunzătoare diviziunilor Bouma Tc-Te formate în zona distală a sistemului turbiditic.

Asociațiile de foraminifere identificate sunt diverse, atât cu specii planctonice, cât și bentonice calcaroase și aglutinante. Pe întreaga succesiune atât valorile diversității cât și cele ale echitabilității se mențin ridicate. Diversitatea este argumentată și prin valorile scăzute ale raportului P/B dar și prin prezența diferitelor morfogrupuri (Beldean & Filipescu, 2008).

În urma analizei asociațiilor de foraminifere identificate se poate observa că raportul planctonice/bentonice (fig. 30) prezintă fluctuații minore, cu dominanța foraminiferelor bentonice în partea inferioară a succesiunii, care ulterior sunt înlocuite de cele planctonice.

Se remarcă corelarea dintre asociațiile de foraminifere, adâncimea apei și cantitatea de oxigen dizolvat (fig. 30). Spre topul succesiunii se trece treptat de la medii puțin adânci, bine oxigenate dominate de foraminifere bentonice, în special calcaroase (*Cibicidoides pachyderma*, *Neoeponides campester*), la medii marine adânci, suboxice (0,3 – 1,5 ml/l oxigen) unde asociațiile de foraminifere sunt dominate de specii planctonice. Foraminiferele bentonice calcaroase, prezente în partea superioară a secțiunii, sunt reprezentative pentru medii marine adânci, slab oxigenate: *Praeglobobulimina ovata*, *Globobulimina ovula*, *Uvigerina popescui*, *Stilostomella* sp.

Foraminiferele planctonice sunt bine păstrate, speciile dominante fiind tipice pentru Paratethys: *Globigerina praebulloides*, *Globigerina officinalis*, *Globigerina gnaucki*, *Globigerina steiningeri* și *Globigerina lentiana*. Particularitatea asociațiilor de foraminifere planctonice din acest areal este dimensiunea relativ mare a indivizilor, fapt care sugerează stabilitatea mediului. Spre deosebire de alte asociații de foraminifere planctonice identificate în Formațiunea de Hida (ex. Dragu, Cristolț, Fântălele), la Chiuiеști sunt absenți taxonii aparținând genului *Tenuilella* și *Tenuitellinata*.

Foraminifere aglutinante (fig. 31) sunt prezente în proporții relativ mari ceea ce indică existența unor condiții de mediu favorabile și stabile care au permis dezvoltarea unor testuri de dimensiuni foarte mari (ex. testuri foarte mari de *Bathysiphon taurinense*). În componența asociației intră forme tubulare (*Bathysiphon filiformis*, *Nothia latissima*, *Nothia excelsa*, *Psammosiphonella cylindrica*, *Hyperammia rugosa*), forme seriate (*Reophax duplex*, *Karrerulina conversa*, *Karrerulina apicularis*, *Karreriella badenensis*) și forme înrulate (*Cyclamina* sp., *Reticulophragmium acutidorsatum*, *Reticulophragmium rotundidorsatum*, *Trochammina kibleri*, *Miliamina* sp.).

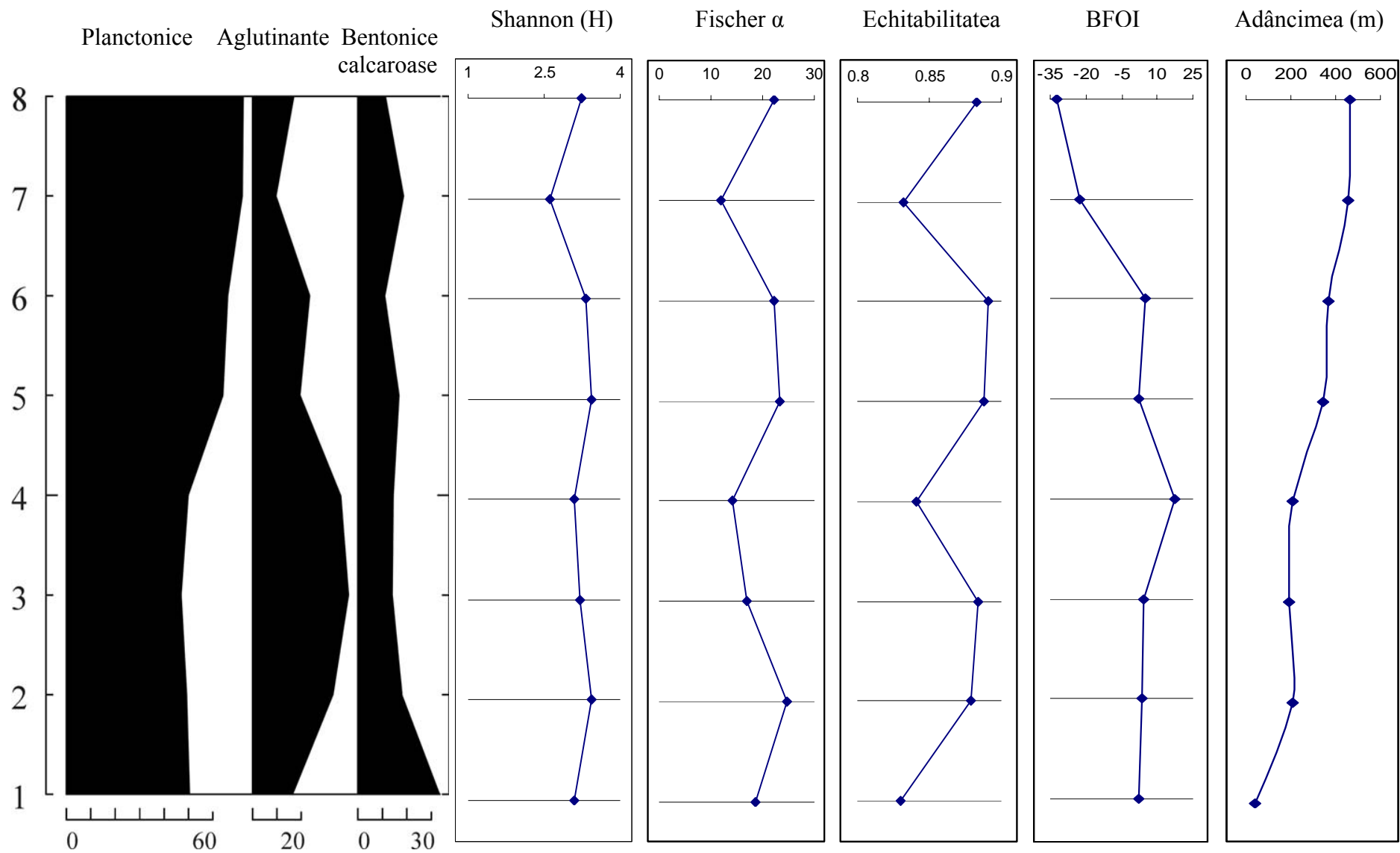


Fig. 30. Raportul planctonice/bentonice (aglutinante și calcaroase) și indicii paleoecologici ai foraminiferelor de la Chiuiesti

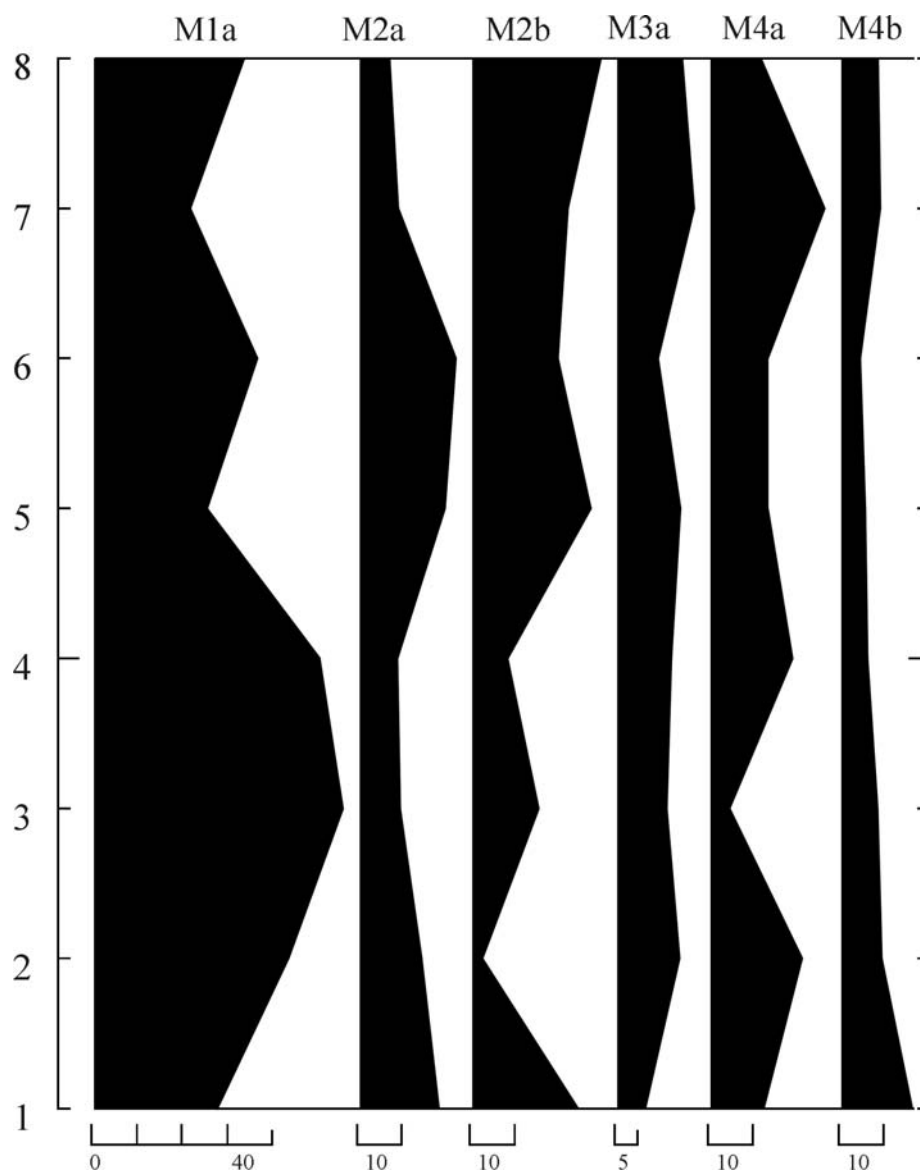


Fig. 31. Proporția dintre principalele morfogruri de foraminifere aglutinante de la Chiuești

Distribuția morfogrurilor, asociațiile de foraminifere bentonice calcaroase precum și adâncimea apei, indică tranziția de la medii de șelf extern la medii bathiale, proces probabil asociat unui episod transgresiv.

4.1.10. Valea Șimișna

Pe Valea Șimișna, în apropiere de satul Ceaca (Ceaca 1) am identificat depozite argiloase, fine, caracteristice diviziunilor Bouma Td-Te. Spre partea superioară a aflorimentului argilele sunt înlocuite de gresii.

Analizând raportul planctonice/bentonice se observă dominanța foraminiferelor planctonice (fig. 52), acestea atingând în prima probă o abundență de 80%, ceea ce corespunde unui nivel marin relativ ridicat. În celelalte probe abundența foraminiferelor planctonice se menține la valori ridicate (50-60%). Atât foraminiferele bentonice calcaroase cât și cele aglutinante prezintă fluctuații minore în abundența lor (între 10-20%).

Foraminifere aglutinante, chiar dacă au o abundență scăzută, sunt diversificate, fiind identificate aproape toate morfogrupurile (fig. 53), însă se observă existența în proporție mai ridicată a morfogrupului M1 (*Bathysiphon* sp., *Rhabdammina linearis*, *Psammosiphonella cylindrica*), M3a (*Ammodiscus* sp.) și M4a (*Cyclamina* sp., *Haplophragmoides* sp.). Dintre reprezentanții celorlalte morfogrupuri am identificat *Praesphaerammina subgaleata*, *Psammosphaera* sp. (M2a), *Budashevaella wilsoni*, *Cribrostomoides subglobosus* (M2b), (M3a), *Gaudrinopsis* sp., *Textularia* sp. (M4b).

Asociațiile de foraminifere (raportul planctonice/bentonice, distribuția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante), cât și caracterele sedimentologice indică un mediu marin adânc (bathial).

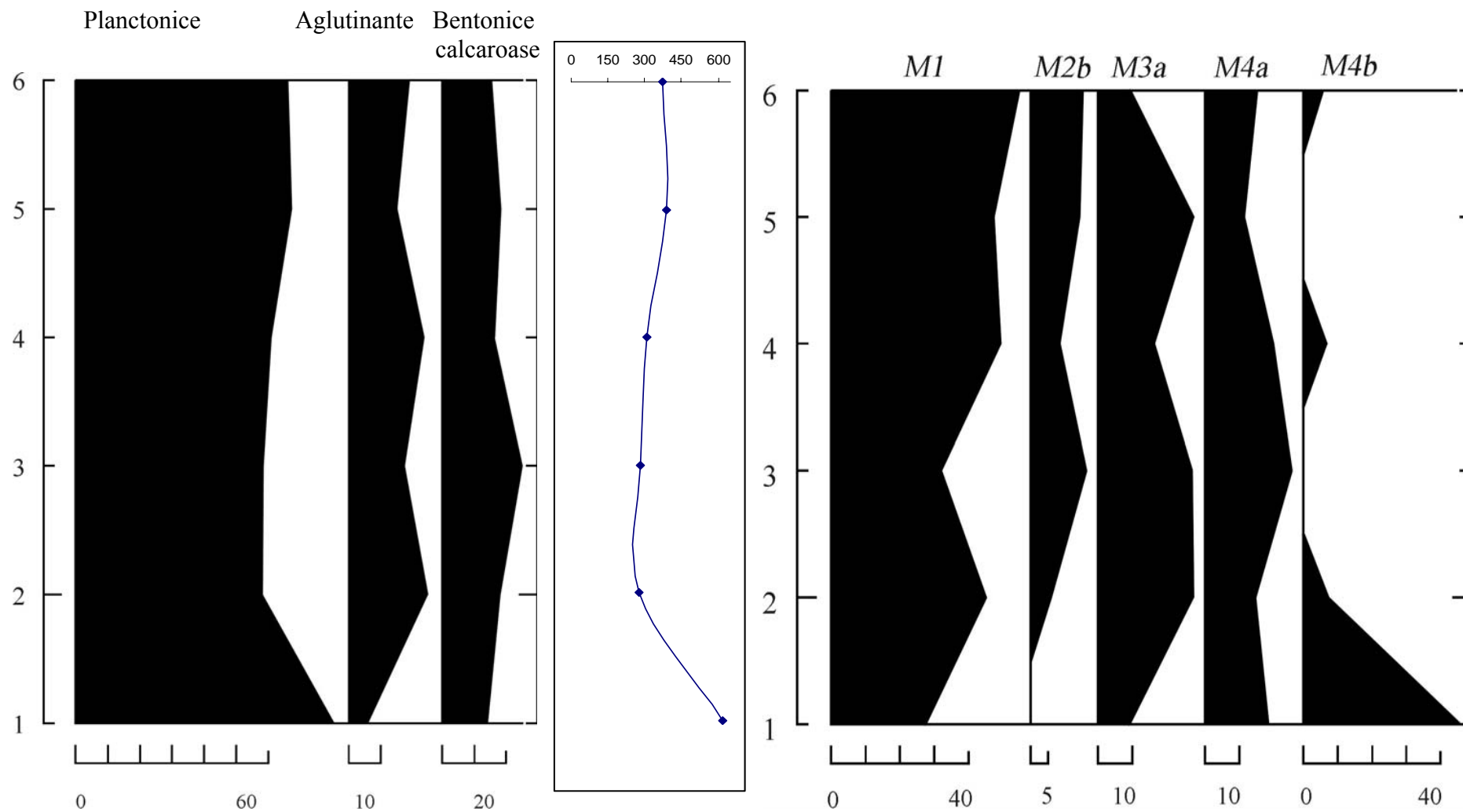


Fig. 52-53. Raportul planctonice/bentonice, adâncimea și proporția dintre principalele morfogruri de foraminifere aglutinante de la Ceaca 1

4.1.11. Cristolț

Depozitele identificate la Cristolț 2 sunt alcătuite din intercalații centimetrice și decimetrice de gresii și argile cu tendință coarsening și thickening upward specifice turbiditelor medii (Tb-Td). Din intercalațiile argiloase am prelevat trei probe, abundența principalelor grupe de foraminifere fiind reprezentată în figura 59. Se constată o scădere treptată a abundenței foraminiferelor planctonice de la prima până la a trei probă, corelată cu creșterea abundenței formelor bentonice.

Printre foraminiferele planctonice se regăsesc: *Globigerina bulloides*, *Globigerina praebuloides*, *G. diplostoma*, , *G. concinna*, *G. ottnangiensis*, *G. dubia*, *Globigerinella obesa*, *Globigerina woodi*, *Paragloborotalia continua*, *Tenuitella clemenciae*, *Tenuitellinata juvenilis*, *Tenuitellinata pseudoedita*. Foraminiferele aglutinante care domină asociația sunt reprezentate prin forme înrulate plan spiral (*Budashevaella laevigata*, *B. multicamerata*, *Haplophragmoides* sp., *Cyclamina cancellata*) alături de care mai apar câțiva taxoni tubulari, grosier aglutinați (*Hyperammina rugosa*). Foraminiferele bentonice calcaroase au o abundență mai scăzută, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *Amphicoryna armata* și *Praeglobobulimina ovata* fiind speciile cu cel mai mare număr de indivizi.

Atât pe baza caracterelor sedimentologice cât și pe baza succesiuni asociațiilor de foraminifere se observă tendința regresivă a succesiunii.

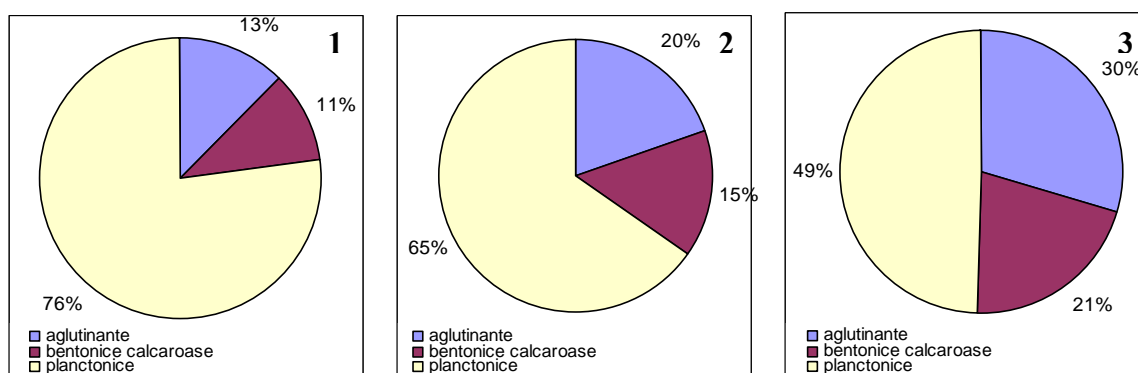


Fig. 59. Abundența relativă a principalelor grupe de foraminifere de la Cristolț 2

4.1.15. Dragu

În apropiere de localitatea Dragu am identificat intercalții centimetrice de argile, argile siltice, nisipuri și gresii corespunzătoare părții mediane a conurilor turbiditice (fig. 68).

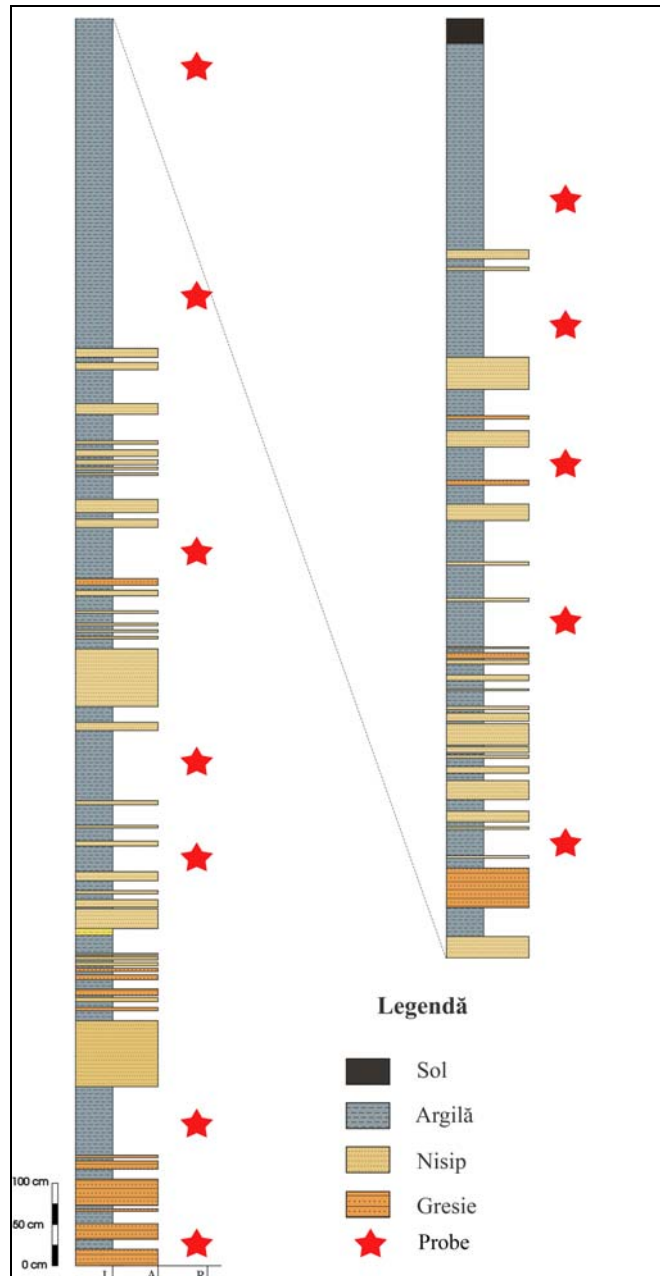


Fig. 68. Coloana litologică a succesiunii de la Dragu

Analizând raportul planctonice/bentonice (fig. 69) se constată dominanța netă a foraminiferelor planctonice, acestea având o abundență de peste 70% în aproape toată succesiunea. La fel ca și la Cristolț, sunt dominante foraminiferele planctonice de

dimensiuni mici: *Globigerina bollii*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina praebulloides*, *Paragloborotalia semivera*, *Paragloborotalia continua*, *Paragloborotalia pseudocontinua*, *Globigerina altiapertura*, *Tenuitellinata juvenilis*, *Tenuitellinata pseudoedita*, *Tenuitellinata angustiumbilitata*, *Tenuitellinata uvula*, *Tenuitella clemenciae*. Abundența foraminiferelor aglutinante este în general scăzută (10-20%) până la nivelul ultimei probe, când participarea procentuală a acestora în asociație ajunge la peste 30%. Foraminiferele bentonice calcaroase sunt reprezentate prin diferite specii ale genurilor *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Marginulina*, *Cibicidoides*, însă cu o abundență scăzută (exceptional ajung la 20% din totalul de foraminifere).

Adâncimea apei stabilită pentru succesiunea de la Dragu prezintă fluctuații între 200 m și 800 m, însă cu o tendință generală regresivă mai ales în partea superioară a succesiunii. Chiar dacă nivelul marin relativ este ridicat conținutul de oxigen are valori mari (1,5 – 6 ml/l), fiind un mediu oxic până la foarte oxigenat.

Diversitatea foraminiferelor este relativ ridicată (Shannon H 3 – 3,6; Fischer α 10 – 25), cu fluctuații minore în limita acestor valori. Sub aceeași formă se prezintă și valorile echitabilității, care uneori ajung la limita superioară.

Distribuția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante (fig. 71) este discontinuă, probabil datorită abundenței scăzute și diversității ridicate. De asemenea, aportul sedimentar și perturbarea substratului sunt factorii care determină distribuția asociațiilor de foraminifere aglutinante. Recolonizarea succesivă în urma curgerilor turbiditice ar putea fi cauza distribuției discontinue la scară mică a morfogrupurilor de foraminifere aglutinante.

În succesiunea de la Dragu sunt prezente toate morfogrupurile descrise de Kaminski & Gradstein (2005). Trebuie remarcată prezența morfogrupului M3b (*Ammolagena clavata*), deoarece acesta apare cu frecvență foarte redusă în depozitele Formațiunii de Hida, fiind prezent doar la Cristolț și Șimișna.

Taxonii tubulari (morfogrupul M1 - *Bathysiphon* sp., *Rhizammina indivisa*, *Rhizammina* sp) sunt abundenți pe toată succesiunea analizată, reprezentând uneori până la 70% din asociație, cu proporție mai scăzută în partea superioară când ajung până la 25%. Nagy et al., (1997) a interpretat variațiile acestui morfogrup ca indicator paleobathimetric, fiind abundent în zona pantei continentale unde există flux de materie organică ridicat. La fel ca în cazul altor succesiuni sedimentare din Formațiunea de Hida se observă invers proporționalitatea dintre morfogrupul M1 și M4a.

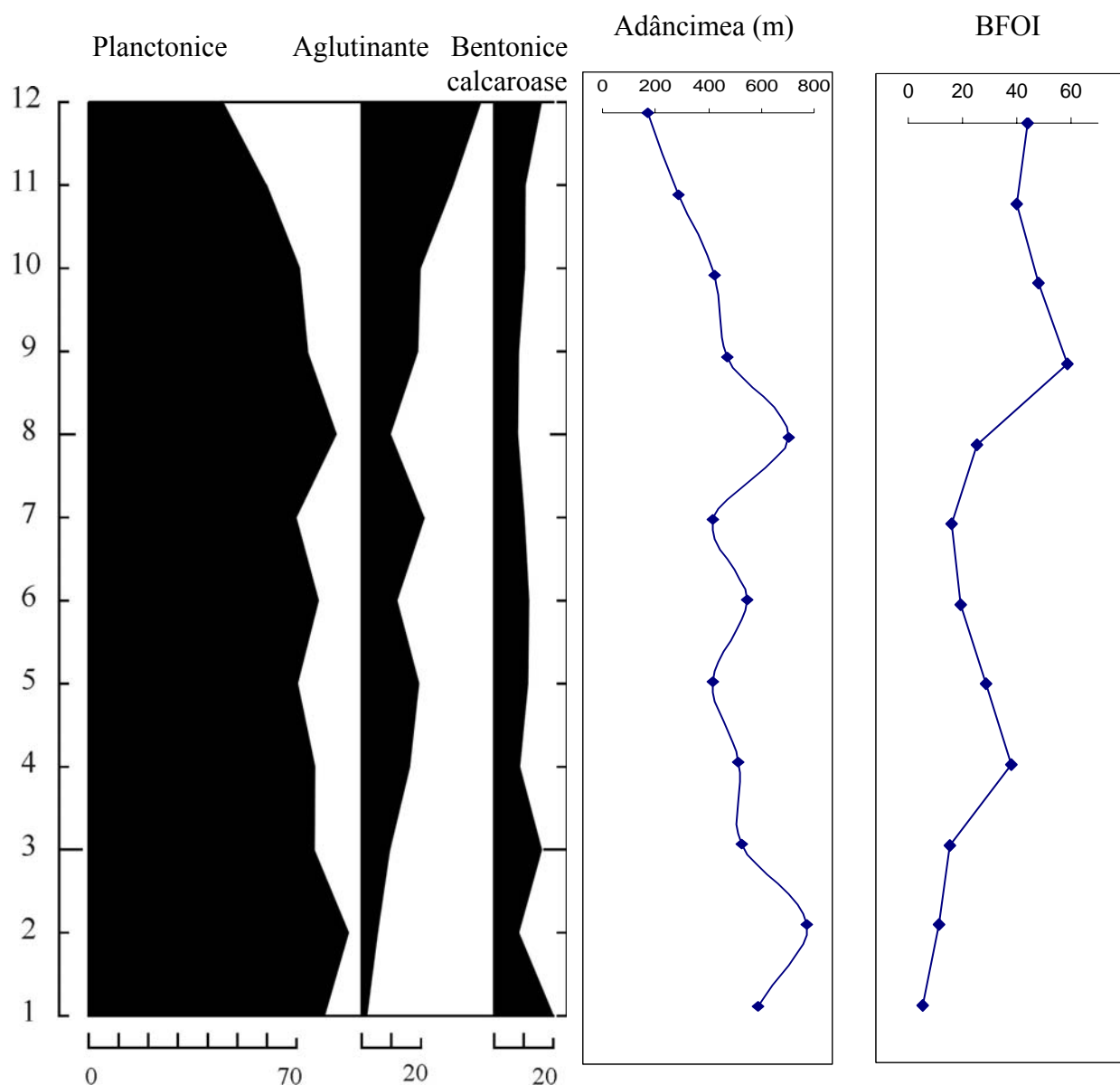


Fig. 69. Raportul planctonice/bentonice (aglutinante și calcaroase), adâncimea și indicii de oxigen dizolvat de la Dragu

Raportul planctonice/bentonice, distribuția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante și valorile indicilor de diversitate indică pentru depozitele de la Dragu medii bathiale cu o tendință regresivă și fluctuații în conținutul de oxigen și materie organică.

Din toate probele prelevate din acest afloriment a fost analizat nannoplanctonul calcaros. Pe baza asociațiilor identificate a fost stabilită biozona NN1 în probele 1-11, iar în ultima probă (12) a fost semnalată existența biozonei NN2.

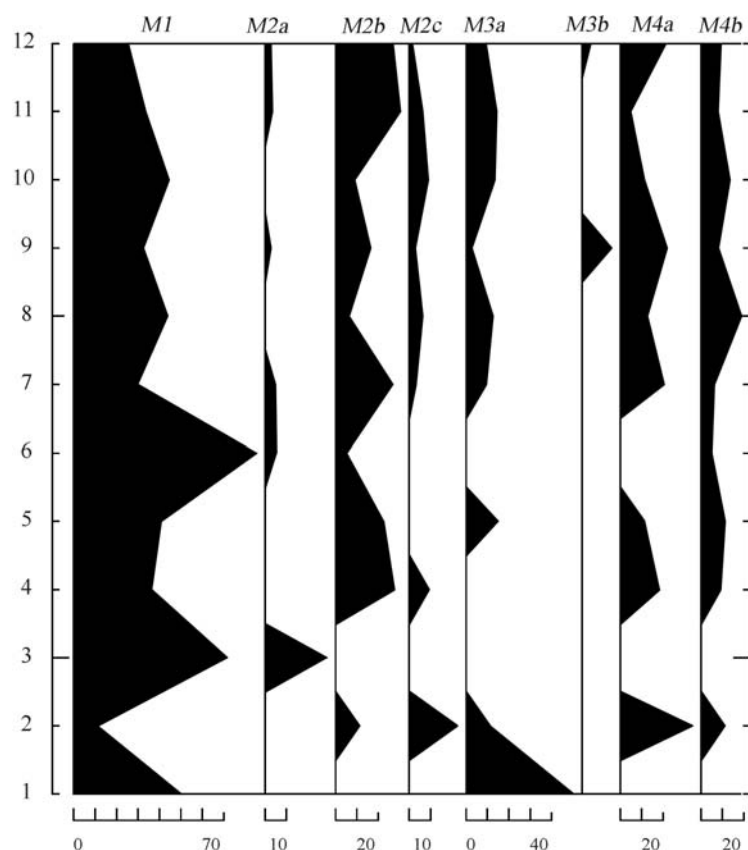


Fig. 71. Proportia dintre principalele morfogrupo de foraminifere aglutinante de la Dragu

4.2. Relația dintre asociațiile de foraminifere aglutinante și mediile depozitionale

Într-o serie de studii (Kaminski, 2005; Kaminski et al., 1988; Kuhnt & Kaminski, 1990; Rai & Singh, 2001; Mendesa et al., 2004) foraminiferele bentonice au fost utilizate pentru interpretări de bathimetrie.

Pentru caracterizarea asociațiilor de foraminifere aglutinante identificate în Formațiunea de Hida vom utiliza tipurile de asociații separate de Kaminski & Gradstein (2005). Au fost separate patru tipuri de asociații: asociații abisale (AA), asociații de „tip fliș” (FTA) (bathial inferior-abisal), asociații de „tip scaglia” (bathial mediu-inferior) și asociații de pantă (SMA) (bathial superior-mediu) (fig. 81).

În Formațiunea de Hida sunt dominante asociațiile de „tip fliș” și pantă; nu am identificat asociații abisale propriu-zise, doar asociații de „tip fliș” cu influențe abisale. Datorită evoluției tectonice a Bazinului Transilvaniei, în timpul Miocenului inferior nu au existat asociații de „tip scaglia”.

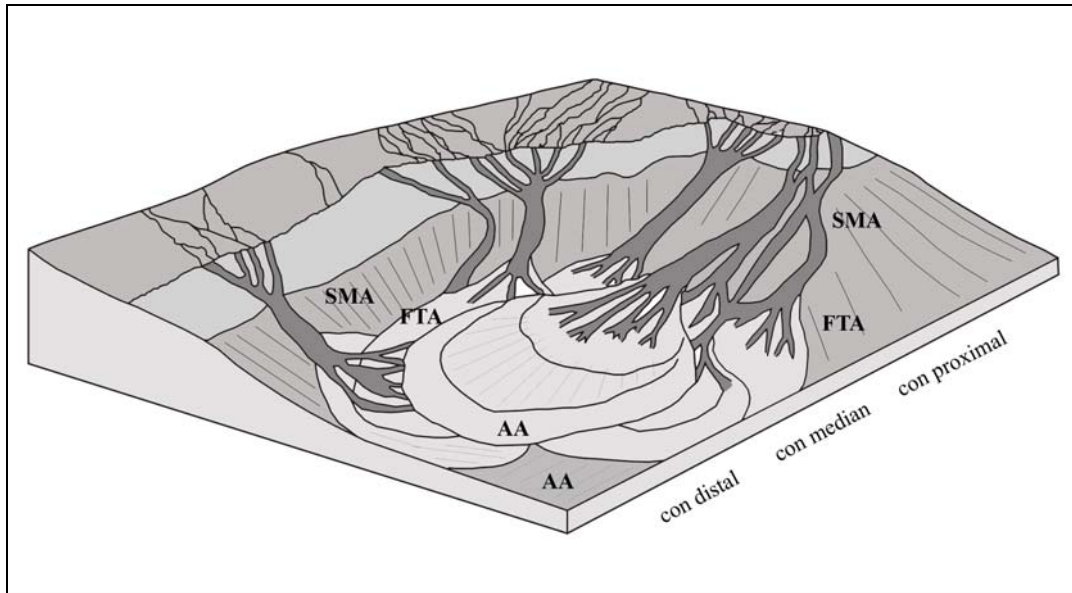


Fig. 81. Reconstituirea sistemelor depozitionale (modificat după Eschard et al., 2004) și localizarea tipurilor de asociații de foraminifere aglutinante (după Kaminski & Gradstein, 2005) (SMA - asociații de pantă, FTA – asociații de „tip fliș”, AA – asociații abisale)

Asociațiile de pantă au fost identificate în mai multe zone de aflorare: Șimișna 2, Spermezeu 2, Spermezeu 3, Fabrică. Foraminiferele specifice asociațiilor de pantă din Formațiunea de Hida sunt reprezentate prin taxoni cu ciment carbonatic sau arenaceu: *Ammodiscus incertus*, *A. miocenicus*, *Budashevaella laevigata*, *Budashevaella multicamerata*, *Cribrostomoides subglobosus*, *Karrerulina conversa*, *Karrerulina horida*, *Haplophragmoides* sp, *Miliammina* sp.

Indicii de diversitate calculați pentru asociațiile de pantă se încadrează între următoarele limite: Shannon H – 1,7-3,8; Fischer α – 11-27. Aceste valori corespund cu diversitatea asociațiilor de pantă descrise din mediile actuale (Murray, 1991). În general, adâncimea la care am identificat asociații de pantă este cuprinsă între aproximativ 100 m și 350 m, adâncimi care sunt specifice zonelor bathiale și de șelf extern. Oxigenul dizolvat are valori cuprinse între 1,5 – 3 ml/l, caracteristice unui mediu oxigenat.

Asociațiile de „tip fliș” apar în mai multe locații: Suci de Sus, Rebra, Gersa, Coșbuc, Dumbrăveni 1, Șimișna 1, Cristolț 2, Dragu. Spre deosebire de asociațiile de pantă diversitatea foraminiferelor aglutinante este în general mai mare în asociațiile de „tip fliș”. Acestea sunt dominate de formele tubulare: *Bathysiphon*, *Nothia*, *Rhabdammina*, *Rizammina*, *Hyperammina*, *Psammosiphonella* alături de care apar și forme globulare (*Psammosphaera*, *Saccammina*) sau înrulate (*Recurvoides*, *Haplophragmoides*, *Glomospira*). O caracteristică a acestor asociații este ocurența foraminiferelor grosier-aglutinante.

Asociații de „tip fliș” cu influențe abisale. Asociațiile identificate sunt de „tip fliș”, însă cu unele caractere specifice mediilor abisale cum ar fi structura fin-granulară a testului, dimensiunile mici ale formelor tubulare. Acestea au fost recunoscute la Chiuiiești, Strâmbu, Dumbrăveni 2, Ceaca 1. Spre deosebire de asociațiile abisale propriu zise în asociațiile identificate de noi, abundența și diversitatea este mare. Aceasta se datorează localizării mediilor depoziționale deasupra CCD, astfel încât apar și foraminifere calcaroase bentonice și planctonice.

4.3. Implicații paleoecologice și paleogeografice ale asociațiilor de foraminifere planctonice

În Formațiunea de Hida am remarcat existența a cel puțin trei episoade cu abundențe ridicate ale asociațiilor de foraminifere planctonice specifice:

- Asociații cu *Streptochilus pristinum*
- Asociații cu globigerinide mari (*Globigerina* sp.)
- Asociații cu globigerinide mici (*Globigerina* sp., *Tenuitella* sp. și *Tenuitellinata* sp.)

Aceste asociații au fost separate în principal pe baza compoziției taxonomice. Între ultimele două tipuri de asociații, pe lângă compoziția taxonomică, caracterul morfometric al indivizilor a fost un criteriu determinant în separarea acestora, deoarece dimensiunea testului foraminiferelor planctonice reflectă condiții de mediu specifice.

4.3.1. Asociații cu *Streptochilus pristinum*

O asociație particulară a fost întâlnită la Ciceu-Giurgești, Zagra și Șoimeni în depozitele argiloase din partea superioară a Formațiunii de Hida. Aici am identificat o asociație formată aproape în exclusivitate (>90%) din foraminifere biseriante de dimensiuni mici (Beldean et al., 2009). Investigațiile realizate la microscopul electronic au arătat că foraminifere de la Ciceu-Giurgești și Zagra conțin aproape în exclusivitate forme de dimensiuni mici aparținând genului *Streptochilus*, taxon planctonic provenit dinspre regiunea Indo-Pacifică. Acest tip de asociație este pentru prima dată documentat în Miocenul inferior din Depresiunea Transilvaniei și, probabil, din arealul Paratethysului (Beldean et al., 2010b). Astfel, asociația este monospecifică, dominată net de *Streptochilus pristinum*. La Șoimeni asociația considerată de noi ca fiind echivalentă conține doar specii de *Bolivina*.

Asociațiile cu *Streptochilus/Bolivina* Miocen inferioare au avut o dezvoltare explozivă ca răspuns la fluctuațiile aportului de nutrienți cauzate de evenimentul transgresiv sau datorită unei invazii masive dinspre Oceanul Indian stimulată de circulația apelor de suprafață. Diferența față de asociațiile de foraminifere din vestul Europei demonstrează evidențe clare ale unei conexiuni cu arealul Indo-Pacific, această asociație fiind înlocuită cu faune de tip mediteranean doar în momentul restabilirii conexiunilor marine cu Mediterana la începutul Badenianului.

4.3.2. Asociații cu globigerinide mari (*Globigerina* sp.)

Această asociație se caracterizează prin prezența indivizilor cu camere de dimensiuni mari, bine păstrate, în care speciile dominante sunt *Globigerina praebulloides*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina gnaucki*, *Globigerina steiningeri*, *Globigerina lentiana*, *Globigerina conicina*, *Globigerina dubia*, *Globigerina* cf. *wagneri*, *Globigerina ottnangiensis*, *Globigerinodes sicanus*. Acest tip de asociație a fost identificată în mai multe areale de aflorare a Formațiunii de Hida: Chiuiești, Fabrică, Șimișna 1, Ceaca 1.

Dimensiunea mare a foraminiferelor din aceste asociații se datorează probabil existenței unor condiții oligotrofe cu parametrii de mediu stabili (Schmidt et al., 2003). Asociații asemănătoare au fost identificate în Miocenul inferior din Austria (Bazinul Molasic) unde foraminiferele identificate indicau ape cald-temperate (Rögl & Spezzaferri, 2003).

4.3.3. Asociații cu globigerinide mici (*Globigerina* sp., *Tenuitella* sp. și *Tenuitellinata* sp.)

La Dragu, Cristolț, Fântânele și Strâmbu alături de specii ale genului *Globigerina*, asociațiile sunt caracterizate prin proporții ridicate taxonilor aparținând genurilor *Tenuitella* și *Tenuitellinata*. Speciile dominante în aceste areale sunt: *Tenuitellinata angustumbilicata*, *Tenuitellinata juvenilis*, *Tenuitellinata pseudoedita*, *Tenuitella clemenciae*, *Tenuitella munda*, *Globigerina ottnangiensis*, *Globigerina tarchanensis*, *Globigerinella obesa*, *Globigerina dubia*, *Globigerina woodi*, *Paragloborotalia* sp. Această asociație se individualizează prin dimensiunile reduse ale indivizilor și prezența în număr considerabil a formelor juvenile aparținătoare speciilor amintite.

Dimensiunea redusă a testului foraminiferelor planctonice se datorează existenței unor parametri de mediu instabili din apele de suprafață, datorită dezvoltării indivizilor înafara parametrilor ecologici optimi, astfel încât nu pot ajunge la potențialul maxim de dimensiune a testului (Al-Sabouni et al., 2007). Fluxul organic și temperatura sunt principalii factori care influențează aceste asociații.

Abundența ridicată a foraminiferelor trochospirale, microperforate din genurile *Tenuitella* și *Tenuitellinata* au fost asociate cu evenimente transgresive (Filipescu & Silye, 2008). În Miocenul inferior din Austria au fost identificate astfel de asociații la două intervale stratigrafice din Miocenul inferior. Rögl & Nagymarosy (2004) au descris o asociație cu foraminifere planctonice de dimensiuni mici din intervalul Aquitanian superior - Burdigalian inferior (biozona N5 după Blow, 1969). O altă asociație cu foraminifere planctonice de dimensiuni mici a fost identificată în baza Ottnangianului tot din Austria. În această regiune a fost pusă în evidență existența curenilor de upwelling care aduc periodic la suprafață ape reci bogate în nutrienți, și există un aport sedimentar de pe continent (Roetzel et al., 2006; 2007).

Prezența în Formațiunea de Hida a acestor asociații în care genurile *Tenuitella* și *Tenuitellinata* au o pondere semnificativă sugerează existența unui episod transgresiv și probabil o conexiune marină cu zona Indo-Pacifică (asociațiile mediteraneene contemporane sunt diferite).

4.4. Zonarea paleogeografică a asociațiilor de foraminifere

Depozitele Miocen inferioare sunt reprezentate de umplutura sedimentară a unui bazin flexural dezvoltat în partea central-nordică a Depresiunii Transilvaniei în urma împingerii exercitate de Pânzele Pienide. Aceste depozite sunt delimitate în partea bazală de o discordanță, care poate fi urmărită spre nord ca și suprafață corelativă. Succesiunea sedimentară Miocen inferioară are o geometrie în formă de pană, mai groasă spre Pienide și mai subțire spre zona de forebulge (spre centrul depresiunii) (Krézsek & Bally, 2006).

Pentru interpretarea cât mai completă a succesiunii asociațiilor de foraminifere identificate în Formațiunea de Hida am utilizat patru profile seismice realizate de S.N.G.N. Romgaz S.A. Majoritatea acestora au orientare generală N-S (profilele 2, 3, 4), unul singur fiind realizat pe direcția E-V (profil 1) (fig. 85) Formațiunea de Hida a fost delimitată atât pe baza reflectorilor seismici observați cât și pe baza limitelor geografice dintre diferitele formațiuni.

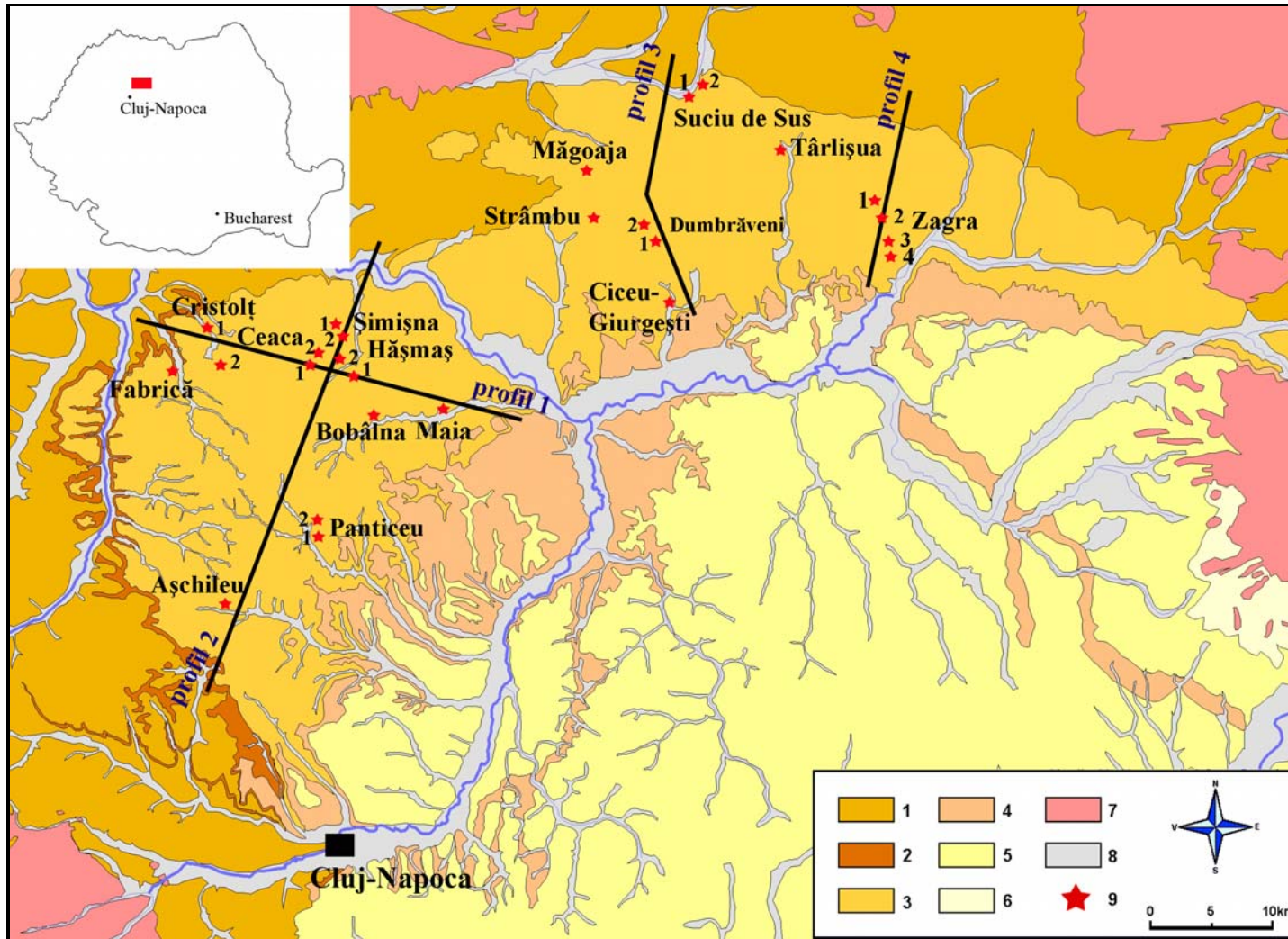


Fig. 85. Localizarea profilelor seismice

✓ Profil seismic 3

Acest profil seismic este realizat pe direcția nord-sud (fig. 88), fiind identificate cel puțin trei discordanțe care separă pachete seismice cu diferite înclinări. Reflectorii observați deasupra acestor discordanțe sunt amalgamați, au o amplitudine mare și o formă externă canalizată care sugerează depunerea unor sedimente grosiere. Aceste discordanțe corelate cu modificările seismice de facies indică o activitate tectonică sin-sedimentară, care a produs transgresiuni și regresiuni la nivel bazinal (Krézsek & Bally, 2006).

Probele analizate de la Suciul de Sus sunt cele mai vechi și probabil cele mai adânci. Depozitele mai noi din această regiune au fost probabil erodate odată cu ridicarea Pienidelor. Foraminifere identificate aici sunt dominate de forme aglutinante care indică medii bathiale cu influențe abisale. În topul succesiunii acestea trec în asociații de pantă (*Budashevaella*), în care crește considerabil și abundența foraminiferelor bentonice calcaroase.

Depozitele de la Târlișua sunt alcătuite din alternanțe centimetrice și decimetrice de gresii și argile, reprezentând turbidite medii (Tb-Td). Probele prelevate din aceste depozite sunt sărace în foraminifere, astfel încât este dificilă precizarea mediului depozițional.

La Măgoaja succesiunea sedimentară este alcătuită din conglomerate și gresii care reprezintă diviziunile Ta și Tb ale secvenței Bouma. Acestea s-au format într-un regim de curgere cu energie ridicată în partea superioară a conurilor submarine. Baza erozională a sedimentelor indică un mediu depozițional de canal. Aceste depozite grosiere ar putea reprezenta una din discordanțele remarcate în Miocenul inferior formate în condiții de nivel marin scăzut (Krézsek & Bally, 2006).

În succesiunea analizată urmează depozite fine, argiloase cu intercalații subțiri de gresii identificate la Strâmbu. Asociația de foraminifere determinată aici este dominată de foraminifere planctonice de dimensiuni mici (*Globigerina ottangiensis*, *Globigerina tarchanensis*, *Globigerinella obesa*, *Tenuitella*). Foraminiferele planctonice au o abundență de peste >70%, ceea ce corespunde unor medii de larg, dincolo de panta continentală (Murray, 1991). Foraminiferele aglutinante au o abundență scăzută, fiind reprezentate de indivizi de dimensiuni mari ai genului *Ammodiscus* și *Bathysiphon*.

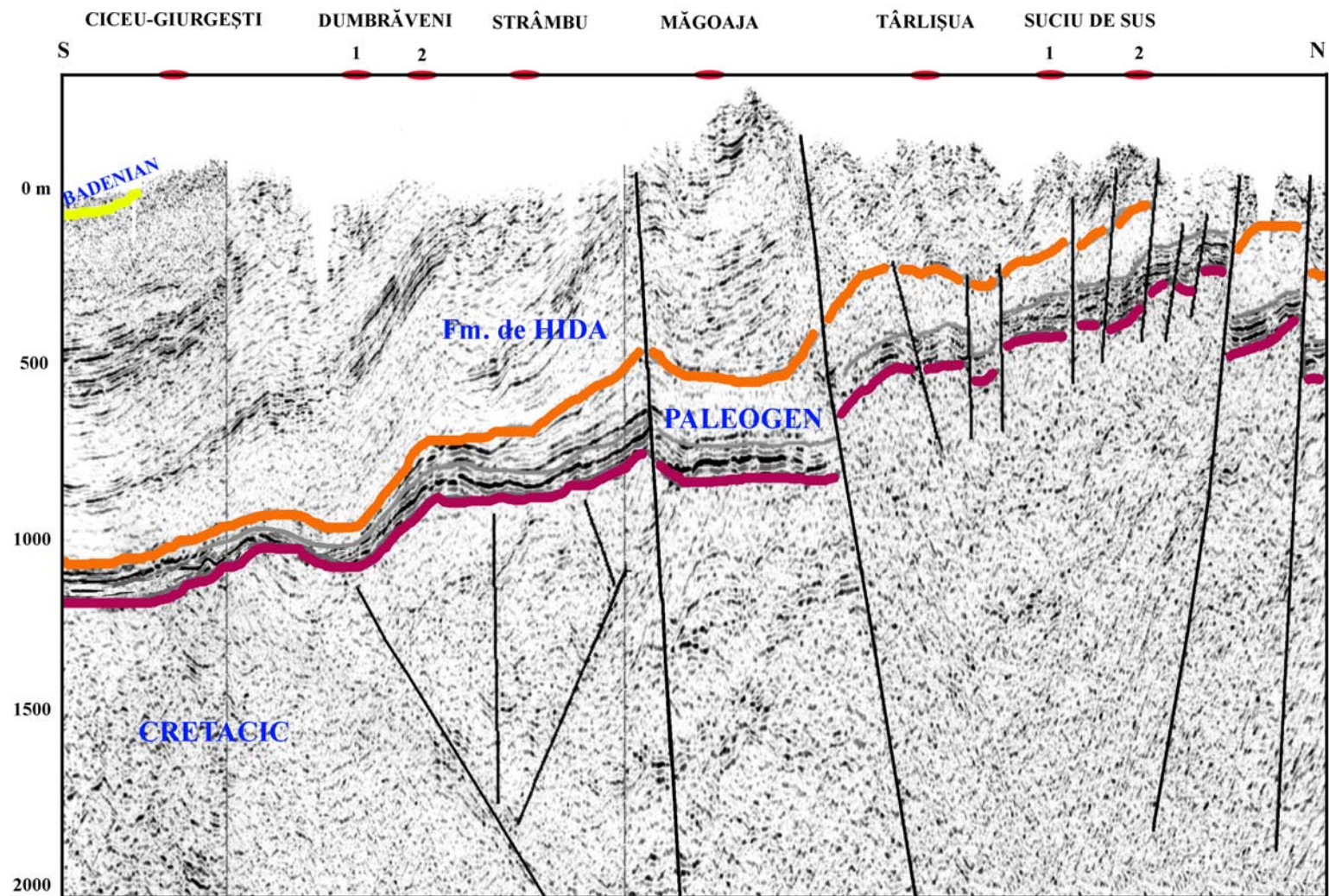


Fig. 88. Profil seismic cu orientare N – S (profil 3) (după Krézsek & Bally, 2006)

4. 5. Biostratigrafia Formațiunii de Hida

4.5.1. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de foraminifere planctonice

Foraminiferele planctonice sunt bine reprezentate în mai multe intervale din Formațiunea de Hida, unde am identificat numeroase specii, cum sunt: *Globigerina praebulloides*, *G. bulloides*, *G. officinalis*, *G. gnaucki*, *G. steiningeri*, *G. lentiana*, *G. obesa*, *G. conicina*, *Globigerinodes sicanus*, *Tenuitellinata pseudoedita*, *Globigerina ottangiensis*, *Globigerina tarchanensis*, *Globigerinella obesa*, *Globigerina dubia*, *Globoquadrina langhiana*. Din păcate aceste foraminifere au o distribuție stratigrafică largă, fiind specifice pentru întreg Miocenului inferior. Astfel de asociații de foraminifere planctonice au fost descrise de Rögl (1985) din zona Paratethysului Central unde le atribuie vârsta Eggenburgian-Ottangian și le corelează cu Zona cu *Globigerinoides trilobus* (Iaccarino, 1985) descrisă pentru arealul mediteranean și Zona cu *Globigerina bollii* din arealul carpatic (Pishvanova, 1968 în Rögl, 1985).

4.5.2. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de foraminifere planctonice biseriatae

În Formațiunea de Hida, asociațiile de foraminifere planctonice conțin taxoni cum sunt: *Globigerina ottangiensis*, *Globigerina dubia*, *Globigerina tarchanensis*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina officinalis*. Rögl (1994) și Rögl et al. (2002) au menționat astfel de asociații planctonice ca fiind comune în Miocenul inferior din Paratethysul Central. Asociația cu foraminifere biseriatae (*Streptochilus pristinum*) de la Ciceu- Giurgești și Zagra, este localizată biostratigrafic între aceste asociații cu globigerine și primele asociații badeniene cu *Praeorbulina* (biozona M5a după Berggren et al., 1995 – fig. 90).

Nannoplanctonul calcaros din aceleași depozite indică Zona NN4 cu *Helicosphaera ampliapertura*.

Ocurența particulară a foraminiferelor biseriatae în relație cu un eveniment transgresiv îi conferă asociației un mare potențial de corelare, motiv pentru care am considerat pe deplin justificată separarea unei noi biozone:

Biozona de abundență cu *Streptochilus* – *Bolivina*

Definiție: reprezentată prin corpul de strate aparținând unui interval transgresiv distinct din partea superioară a Burdigalianului (fig. 90), cu o mare abundență a

foraminiferelor biseriate din genurile *Streptochilus* (*Streptochilus pristinum*) și *Bolivina* (*B. dilatata dilatata*, *B. dilatata brevis*, *B. molassica*).

Vârsta: Burdigalian superior (Karpatian), deasupra asociațiilor Miocen inferioare cu globigerine (*Globigerina* sp., *Tenuitellinata* sp.) și sub prima ocurență a genului *Praeorbulina* din baza Miocenului mediu. Probabil intervalul de abundență optim a fost între 16.8 și 16.4 Ma în clasificarea lui Rögl et al. (2008).

Secțiuni reprezentative: Ciceu-Giurgești, Zagra, Șoimeni.

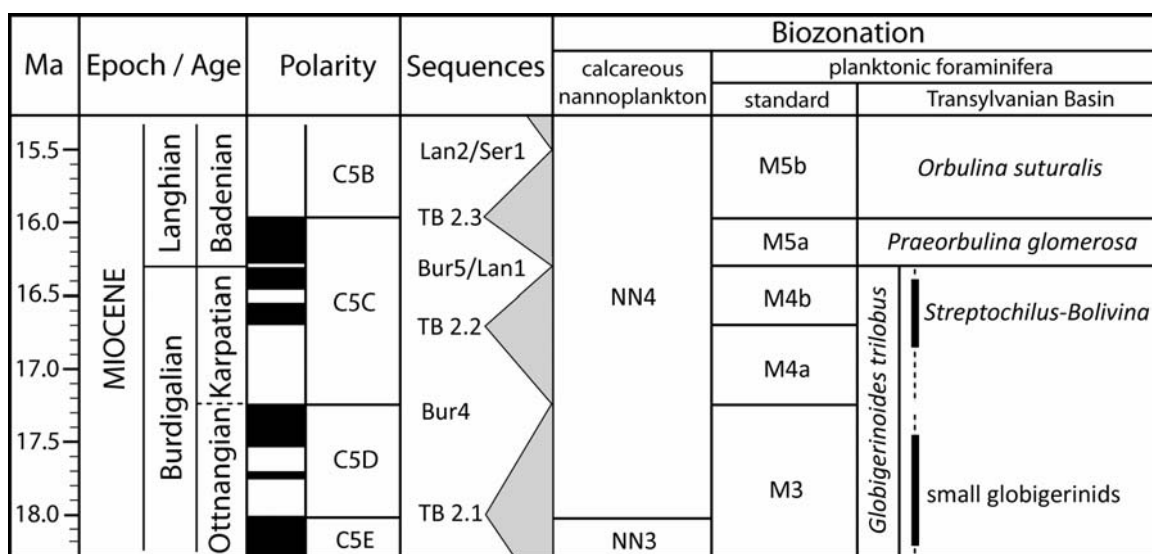


Fig. 90. Poziția Biozonei de abundență cu *Streptochilus-Bolivina* în zonările stratigrafice standard (zone după Rögl et al., 2008, Haq et al., 1988; Hardenbol et al., 1998; Berggren, 1995; Popescu, 1975)

4.5.3. Implicații biostratigrafice ale asociațiilor de nannoplancton calcaros

Pentru a încerca o calibrare a asociațiilor de foraminifere, am încercat datarea unor părți ale formațiunii utilizând asociațiile de nannoplancton calcaros. În succesiunea de la Dragu (vestul formațiunii) au fost identificate biozonele NN1 și NN2. Biozona NN1 cu *Triquitrordulus carinatus* a fost definită între ultima apariție (LO) a speciei *Helicosphaera recta* și prima apariție (FO) a speciei *Discoaster druggii* și indică vârsta Egerian superior – Eggenburgian inferior (Aquitanean – Burdigalian inferior).

Asociațiile de nannoplancton calcaros existente în probele de la Șimișna 2 sunt dominate de specii tipice pentru Miocenul inferior (*Helicosphaera scissura*, *Helicosphaera mediterranea*, *Sphenolithus belemnus*, *Helicosphaera ampliapertura*), însă apar și taxoni cu distribuție largă (*Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Cyclicargolithus floridanus*). Prezența speciei *Sphenolithus belemnus* indică zona pentru NN3 (după

biozonarea lui Martini, 1971), definită de LO a speciei *Triquetrorhabdulus carinatus* și LO a speciei *Sphenolithus belemnos*, caracteristică intervalului Eggenburgian superior – Ottnangian inferior (Burdigalian).

La Ciceu-Giurgești și Zagra biozona de nanoplanton identificată a fost NN4 cu *Helicosphaera ampliaperta* (definită de la LO a lui *Sphenolithus belemnos* și LO a speciei *Helicosphaera ampliaperta*) din partea superioară a Burdigalianului (după clasificarea lui Martini, 1971).

Nannoplanctonul calcaros identificat de noi în Formațiunea de Hida (*Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Helicosphaera scissura*, *Reticulofenestra minuta*) indică intervale mai largi de vârstă pentru această unitate, respectiv întregul Miocen inferior (fig. 91). Considerăm că partea inferioară a Formațiunii de Hida este sincronă cu Formațiunile de Coruș și Chechiș, care reprezintă medii depoziționale mai puțin adânci. Superpoziția acestor unități litostratigrafice s-a realizat în timpul procesului transgresiv (mediile proximale de tip Coruș au fost acoperite de medii de șelf de tip Chechiș și parțial de medii turbiditice adânci de tip Hida) și în final prin regresiunea amplă corespunzătoare părții superioare a Formațiunii de Hida, cauzată de ridicarea Pienidelor.

EPOCA (Ma)	VARSTE REGIONALE (PARATETHYSUL CENTRAL)	BIOZONE				UNITATI LITOSTRATIGRAFICE				
		Foraminifere planctonice		Nannoplancton						
		Berggren (1995)	Popescu (1975, 1995) Beldean et al. (2010)	Martini (1971)	Mărunțeanu (1991, 1999)					
Late MIOCENE 11,608	PANNONIAN	M12-M13	<i>Ammonia</i>	NN11 NN10 NN9b NN8-NN9a	NN11	Formațiunea de Lopadea				
	SARMATIAN	M8-M11	<i>Porosonion aragviensis</i> <i>Dogielina sarmatica</i>	NN7	NN7-NN10	Formațiunea de Dobârca	Formațiunea de Feleac			
			<i>Elphidium reginum</i> <i>Articulina sarmatica</i> <i>Varidentella reussi</i>	NN6			Formațiunea de Iris			
<i>Anomalinoidea dividens</i>			NN5	Grupul de Câmpie			Subgrupul de Mireș	Fm. de Pietroasa		
<i>Velapertina</i> <i>Globoturbotalia druryi</i> / <i>Globototalia transsylvanica</i>	NN6	Fm. de Ocna Dej/Cheia								
<i>Orbulina suturalis</i> /G.(T) bykovae	NN5	Fm. de Gârbova								
Middle MIOCENE 15,97	BADENIAN	M7				Formațiunea de Dej	Fm. de Ciceu-Giurgești			
	KARPATIAN	M4	<i>Streptochilus - Bolivina</i>	NN4	NN4		Formațiunea de Hida			
		OTTNANGIAN	M3	<i>Globigerinoides trilobus</i>	NN4			NN4		
		EGGENBURGIAN	M2		NN3			NN3	Formațiunea de Chechiș	
			EGERIAN		M1			<i>Globigerinoides primordius</i>	NN2	NN2
a	NN1	NN1								
Early MIOCENE 23,03	EGERIAN	P22	<i>Globigerina ciperoensis</i> <i>G. anguliofficialis</i>	NP25	NP25	Formațiunea Valea Almașului	Formațiunea de Buzaș	Formațiunea de Vima		
									P21	NP24
OLIGOCENE	KISCELLIAN	P21								

Fig. 91. Corelarea biozonelor Miocen inferioare și medii pe bază de foraminifere și nannoplancton calcaros cu unitățile litostratigrafice din Depresiunea Transilvaniei (după Berggren 1995; Blow, 1969; Popescu, 1975, 1995; Martini, 1971; Filipescu, 2001, 1996a; Beldean et al., 2010b)

CAPITOLUL 5

Descrierea sistematică a foraminiferelor identificate în Formațiunea de Hida

În urma investigațiilor pe care le-am efectuat în Formațiunea de Hida, au fost identificate peste 250 de specii de foraminifere. Foraminiferele bentonice sunt expuse în ordine taxonomică pe baza clasificării supragenerice a lui Loeblich & Tappan (1987) pentru cele calcaroase, și Kaminski (2004a) pentru cele aglutinante. Foraminiferele planctonice au fost ordonate taxonomic după Kennett and Srinivasan (1983).

Identificarea taxonomică a speciilor are la bază , în mare parte următoarele lucrări: Kaminski & Gradstein (2005), Kennett & Srinivasan (1983), Cicha et al., 1998, Popescu, 1975, Spezzaferri, 1994 etc.

CAPITOLUL 6

Concluzii

Prezentul studiu a luat în considerare asociațiile specifice de foraminifere din Formațiunea de Hida considerată în sens larg, ca unitate de sedimentare care a evoluat într-un context complex, într-un bazin flexural influențat de tectonica regională.

Asociațiile de foraminifere de apă adâncă bine reprezentate, distribuția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante și caracteristicile sedimentologice ale Formațiunii de Hida demonstrează prezența mediilor marine adânci (de la bathial la șelf extern). Aceste medii adânci au fost întâlnite în aproape toate zonele de aflorare a formațiunii sub forma depozitelor turbiditice (Fântânlă, Ceaca, Chiuiești, Hășmaș, Dragu, Cristolț, Suci de Sus, Spermezeu, Șimișna), ca urmare considerăm neadecvată utilizarea termenului de „molasă” sau depozite „fluvial-deltaice” cum a fost considerată până nu demult Formațiunea de Hida.

Diferitele unități litostratigrafice descrise în Miocenul inferior din Depresiunea Transilvaniei (formațiunile de Coruș, Chechiș, Vima, Hida) reprezentau la începutul evoluției bazinului medii depoziționale sincrone. Superpoziția acestor unități s-a realizat în timpul procesului transgresiv (mediile proximale de tip Coruș au fost acoperite de medii de șelf de tip Chechiș și parțial de medii turbiditice adânci de tip Hida) și în final prin regresivitatea amplă corespunzătoare părții superioare a Formațiunii de Hida, cauzată de ridicarea Pienidelor.

În urma analizei morfogrupurilor de foraminifere aglutinante am identificat mai multe tipuri de asociații, similare celor descrise de Kaminski & Gradstein (2005):

✓ asociațiile de „tip fliș” din Formațiunea de Hida au fost identificate în mai multe locații: Suciu de Sus, Rebra, Gersa, Coșbuc, Dumbrăveni 1, Șimișna 1, Cristolț 2, Dragu, unde au fost înregistrate cele mai mari valori ale diversității foraminiferelor aglutinante. Aceste asociații sunt dominate de formele tubulare: *Bathysiphon*, *Nothia*, *Rhabdammina*, *Rizammina*, *Hyperammina*, *Psammosiphonella* alături de care apar și forme globulare (*Psammosphaera*, *Saccammina*) sau înrulate (*Recurvoides*, *Haplophragmoides*, *Glomospira*) caracteristica acestora fiind dezvoltarea unor testuri de dimensiuni mari. Asociațiile de „tip fliș” sunt comune în medii bathiale, în turbiditele distale la baza pantei continentale, în probele analizate din Depresiunea Transilvaniei fiind întâlnite la adâncimi cuprinse între 200 și 800m.

✓ asociațiile de pantă întâlnite în probele prelevate de la Șimișna 2, Spermezeu 2, Spermezeu 3, Fabrică sunt caracterizate prin prezența foraminiferelor cu ciment calcaros. Asociațiile identificate în aceste depozite conțin specii ca: *Ammodiscus incertus*, *Ammodiscus miocenicus*, *Budashevaella laevigata*, *Haplophragmoides fragilis*, *Subreophax* sp., *Cribrostomoides subglobosus*. În general, adâncimea la care am identificat asociații de pantă este cuprinsă între aproximativ 100 și 350 m, adâncimi care sunt specifice zonelor bathiale și de șelf extern.

✓ nu am identificat asociații abisale tipice în Formațiunea de Hida, doar asociații de „tip fliș” cu influențe abisale (Chiuiești, Strâmbu, Dumbrăveni 2, Ceaca 1) în care sunt comune genurile *Reticulophragmium*, *Haplophragmoides*, *Karrerulina*. Alături de acestea mai apar *Rhizammina*, *Bathysiphon* și *Hyperammina*, însă spre deosebire de reprezentanții acestor genuri din asociațiile de tip fliș, în acest tip de mediu testurile sunt mai fragile și au dimensiuni mai mici. Spre deosebire de asociațiile abisale propriu zise în asociațiile identificate de noi, abundența și diversitatea este mare. Aceasta se datorează localizării mediilor depoziționale deasupra CCD, astfel încât apar și foraminifere calcaroase bentonice și planctonice.

Pe baza analizei asociațiilor de foraminifere bentonice calcaroase și preferințele acestora pentru habitatele particulare am stabilit pentru diferite zone din cadrul Formațiunii de Hida concentrația de oxigen dizolvat din bazin. În general valorile obținute indică medii oxigenate (1,5 – 3 ml/l oxigen dizolvat), cu rare episoade suboxice (0,3 – 1,5 ml/l oxigen dizolvat). Nivelul de oxigen a fost corelat, unde a fost posibil, cu adâncimea apei astfel

încât s-a constatat că intervalelor de nivel marin relativ ridicat le corespund valori mai scăzute ale oxigenului.

Urmărind evoluția asociațiilor de foraminifere în timp se poate constata existența mai multor cicluri transgresiv-regresive, cu mai multe scăderi relative importante ale nivelului marin (conglomeratele de la Măgoaja, Spermezeu 2, Cristolț 1, Șimișna 2).

Sedimentele din nordul Formațiunii de Hida sunt cele mai vechi (Suciu de Sus), acestea având în bază formațiuni paleogene. Depozitele din vestul formațiunii (Fabrică, Cristolț) sunt mai noi și încăleacă progradant dinspre nord peste formațiuni miocen inferioare (Coruș și Chechiș). În partea de sud-est află cele mai noi depozite ale formațiunii, aici fiind identificată și limita cu formațiunile badeniene (Ciceu-Giurgești, Zagra, Șoimeni).

Identificarea la Ciceu-Giurgești, Zagra și Șoimeni a asociațiilor particulare cu foraminifere planctonice biseriata a oferit posibilitatea separării în partea superioară a formațiunii, a unei noi biozone – **Biozona de abundență cu *Streptochilus* – *Bolivina*** (Beldean et al. 2010b).

Asociații cu foraminifere planctonice cu *Globigerina* sp., *Tenuitella* sp. și *Tenuitellinata* sp. de dimensiuni mici au fost corelate cu biozonele de nannoplancton NN1 și NN2 (Egerian superior – Eggenburgian, după Martini, 1971).

Identificarea în Formațiunea de Hida a zonelor de nannoplancton calcaros NN1 – NN4 impune extinderea distribuției în timp a formațiunii în tot intervalul Miocenului inferior (Aquitanian – Burdigalian).

Prezența în Formațiunea de Hida a asociațiilor de foraminifere planctonice particulare cu *Tenuitella* și *Tenuitellinata*, precum și a asociației cu *Streptochilus* sugerează existența unor episoade transgresive și conexiuni marine cu zona Indo-Pacifcă, la cel puțin două intervale stratigrafice distincte: unul în baza Miocenului inferior (zona NN1 – Dragu, Fântânele), iar altul la limita dintre Miocenul inferior și mediu (NN4 – Ciceu-Giurgești, Zagra).

Evidențierea relației dintre asociațiile de foraminifere și mediile depoziționale pe baza metodelor cantitative, a fost clar confirmată de observațiile sedimentologice și seismice. Astfel a putut fi obținută o imagine de ansamblu asupra distribuției geografice a asociațiilor, succesiunii populațiilor fosile și astfel asupra evoluției bazinului de sedimentare în timpul depunerii Formațiunii de Hida.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- AL-SABOUNI, N., KUCERA, M., SCHMIDT, D. N., 2007: Vertical niche separation control of diversity and size disparity in planktonic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, **63**(1-2): 75-90.
- BELDEAN, C., FILIPESCU, S., 2008: Abundance, diversity and similarity of agglutinated foraminifera assemblages of the Hida Formation (NW Transylvanian Basin, Romania). *Eighth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Cluj University Press* (abstracts volume), 2-2 pg.
- BELDEAN, C., FILIPESCU, S., AROLDI, C., IORDACHE, G., 2010 (in press): Foraminifera assemblages and Early Miocene paleoenvironments in the NW Transylvanian Basin. *Acta Paleontologica Romaniaae*, **7**: xx-yy.
- BELDEAN, C., FILIPESCU, S., BALC, R., 2009: "Bolivinid event" in the Early Miocene of Transylvanian Basin. *Neogene of Central and South-Eastern Europe, Presa Universitara Clujeana* (abstracts volume), 5-5.
- BELDEAN, C., FILIPESCU, S., BĂLC, R., 2010 (in press): An Early Miocene biserial foraminiferal event in the Transylvanian Basin (Romania). *Geologica Carpathica*, **61**(3): xx-yy.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., SWISHER III, C.C., AUBRY, M.P.A, 1995: Revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: BERGGREN, W.A., KENT, D.V., HARDENBOL, J., (eds.), Geochronology, time scale and global stratigraphic correlations: a unified temporal framework for a historical geology. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, **54**: 129-212.
- BLOW, W.H. 1969: Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: BRÖNNIMANN, P., RENZ, H.H. (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, Leiden*, **1**: 199-421.
- CETEAN, C.G. 2009. Cretaceous foraminifera from the southern part of the eastern Carpathians, between Stoenesti and Cetateni. Paleocology and Biostratigraphy. *Ph.D. Thesis*, Babes-Bolyai University, 214 pg.
- CICHA, I., RÖGL, F., RUPP, C., CTYROKA, J., 1998: Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **549**: 1-325.
- CIULAVU, D., 1999: Tertiary tectonics of the Transylvanian Basin. *Phd thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam*, 152 pg.
- CIUPAGEA, D., PAUCĂ, M., ICHIM, T., 1970: Geologia Depresiunii Transilvaniei. *Editura Academiei RSR*, Bucuresti, 256 pg.
- CSONTOS, L., NAGYMAROSI, A., HORVATH, F., KOVAC, M., 1992: Tertiary evolution of the intra-Carpathian area; a model. *Tectonophysics*, **208**: 221-241.
- DUMITRESCU, I., 1957: Asupra faciesurilor și orizontării Cretacicului superior și Paleogenului din bazinul Lăpușului (nordul Depresiunii Transilvaniei). *Lucrările Institutului de Petrol și Gaze*, **3**: 13-45.
- FILIPESCU, S., 2001: Cenozoic Lithostratigraphic Units in Transylvania. in BUCUR, I.I., FILIPESCU, S., SĂSĂRAN, E. (eds), *Algae and carbonate platforms in western part of Romania. 4th Regional Meeting of IFAA Cluj-Napoca 2001 - Field Trip Guidebook. Cluj-Napoca: Cluj University Press*, 75-92.
- FILIPESCU, S., BELDEAN, C., 2008: Foraminifera in the deep-sea environments of the Hida Formation (Transylvanian Basin, Romania). *Acta Paleontologica Romaniaae*, **6**: 105-114.

- FILIPESCU, S., SILYE, L., 2008: New Paratethyan biozones of planktonic foraminifera described from the Middle Miocene of the Transylvanian Basin (Romania). *Geologica Carpathica*, **59**(6): 537-544.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J., VAIL, P. R. 1988: Chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science*, **235**: 1136–1167.
- HARDENBOL J., THIERRY J., FARLEY M.B., JACQUIN T., DE GRACIANSKY P.C., VAIL P.R., 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European Basins. In: *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basins* (de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jacquin, T., Vail, P.R., Ed.), *Society for Sedimentary Geology*, Special Publication, **60**: 3-13.
- HAUER, F.R. VON, STACHE, G., 1863: Geologie Siebenbürgens. Wien, *Braumüller*, 637 pg.
- HOFMANN, K., 1887: Geologische Notizen über die krystallinische Schieferinsel von Preluka und über das nordlich und südlich anschliessende Tertiärland. *Jahr. k. ungar. geol.* (1885), 31-61.
- HORVÁTH, F., BADA, G., SZAFIÁN, P., TARI, G., ÁDÁM, A., CLOETINGH, S., 2006: Formation and deformation of the Pannonian Basin: constraints from observational data. In: Gee, D. G., Stephenson, R. A. (eds.), *European Lithosphere Dynamics. The Geological Society of London*, **32**: 191-206.
- ICCARINO, S., 1985: Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B., PERCH-NIELSEN, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press*, **1**: 283-314.
- JONES, R. W., CHARNOCK, M. A., 1985: "Morphogroups" of agglutinating foraminifera. Their life position and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. *Revue de Paleobiologie*, **4**, (2): 311-320.
- KAMINSKI, M.A. 2004a: The year 2000 classification of the agglutinated foraminifera. In: BUBÍK, M., KAMINSKI, M.A. (eds), *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication*, **8**: 237-255.
- KAMINSKI, M.A., GRADSTEIN, F.M. (eds.), BÄCKSTRÖM, S., BERGGREN, W.A., BUBÍK, M., CARVAJAL-CHITTY, H., FILIPESCU, S., GEROCH, S., JONES, G.D., KUHN, W., MCNEIL, D.H., NAGY, J., PLATON, E., RAMESH, P., RÖGL, F., THOMAS, F.C., WHITTAKER, J.E., YAKOVLEVA-O'NEIL, S., 2005: *Atlas of Paleogene Cosmopolitan Deep-Water Agglutinated Foraminifera.*, *Grzybowski Foundation Special Publication*, 574 pg.
- KAMINSKI, M.A., 2005: The utility of Deep-Water Agglutinated Foraminiferal acmes for correlating Eocene to Oligocene abyssal sediments in the North Atlantic and Western Tethys. *Studia Geologica Polonica*, **124**: 325–339.
- KAMINSKI, M.A., GRADSTEIN, F.M. BERGGREN, W.A., 1988: Flysch-type agglutinated foraminiferal assemblages from Trinidad: taxonomy, stratigraphy and paleobathymetry. *Abh. Geol. B.-A.* **41**: 155-227.
- KENNETT, J. P., SRINIVASAN, M. S., 1983: Neogene planktonic foraminifera: a phylogenetic atlas. *Hutchinson Ross Publishing Company*, 265 pg.
- KOCH, A., 1900: Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgische Landesteile. *II Neogene Abtheilung*, Budapest, 370 pg.
- KRÉZSEK, C., FILIPESCU, S., 2005: Middle to late Miocene sequence stratigraphy of the Transylvanian Basin (Romania). *Tectonophysics*, **410**(1-4): 437-463.
- KUHNT, W., KAMINSKI, M.A., 1990: Paleocology of Late Cretaceous to Paleocene deep-water agglutinated foraminifera from the North Atlantic and Western Tethys. In: HEMLEBEN, C., KAMINSKI, M.A., KUHN, W., SCOTT, D.B (eds), *Paleocology*,

- Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera. *Kluwer Academic Publishers*, 433-505.
- LĂZĂRESCU, V., 1957: Asupra unei noi speciide *Coeloma* și considerații paleoecologice asupra brachiurilor. *Bul. Șt. Acad. ser. Geol.-Geogr*, **II**(3-4): 665-682.
- LOEBLICH, A.R., TAPPAN, H. 1987: Foraminiferal Genera and their Classification. *Van Nostrand Reinhold*, New York, vol. 2, 1182 pg.
- MARTINI, E., 1971: Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: FARINACCI, A., (ed.), *Proceedings of the II Planktonic Conference*, Roma, 739-785.
- MENDESA, I., GONZALEZA, R., DIASB, J.M.A., LOBOA, F., MARTINS, V., 2004: Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). *Marine Micropaleontology*, **51**: 171-192
- MOISESCU, V., 1972: Mollusques et échinides stampiens et égériens de la région Cluj-Huiedin-Românași (Nord-Ouest de la Transylvanie). *Mémoires - Institut de Géologie*, **XVI**: 1-152.
- MURRAY, J. W., 1991: Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. *John Wiley & Sons Inc. New York*. 397 pg.
- NAGY, J., GRADSTEIN, F.M., KAMINSKI, M.A., HOLBOURN, A.E., 1995: Foraminiferal morphogroups, paleoenvironments and new taxa from Jurassic to Cretaceous strata of Thakkhola, Nepal. In: KAMINSKI, M.A., GEROCH, S., GASIŃSKI, M.A. (eds), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication*, **3**: 181-209
- POPESCU, G., 1975: Études des foraminifères du Miocène inférieur et moyen du nord-ouest de la Transylvanie. *Mémoires - Institut de Géologie et de Géophysique*, **XXIII**: 1-121.
- POPESCU, G., MĂRUNȚEANU, M., FILIPESCU, S. 1995: Neogene from Transylvania Depression. X . Congress RCMNS, București 1995, Guide to excursion A1. *Romanian Journal of Stratigraphy*, **76**: 1-27.
- RAI, A.K., SINGH, V.B., 2001: Late Neogene deep-sea benthic foraminifera at ODP Site 762B, eastern Indian Ocean: diversity trends and palaeoceanography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **173**: 1-8.
- RĂILEANU, G., SAULEA, E., 1956: Paleogenul din regiunea Cluj și Jibou (NW Bazinului Transilvaniei). *Analele Comitetului de Geologie*, **XXIX**: 271-308.
- ROETZEL, R., ČORIĆ, S., GALOVIĆ, I., RÖGL, F., 2006: Early Miocene (Ottangian) coastal upwelling conditions along the southeastern scarp of the Bohemian Massif (Parisdorf, Lower Austria, Central Paratethys). *Beitr. Paläont.*, **30**: 387-413.
- ROETZEL, R., ČORIĆ, S., GALOVIĆ, I., RÖGL, F., 2007: Early Miocene (Ottangian) coastal upwelling conditions along the southeastern scarp of the Bohemian Massif (Parisdorf, Lower Austria, Central Paratethys). *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun*, **36**: 15-16.
- RÖGL, F., 1985: Late Oligocene and Miocene planktic foraminifera of the Central Paratethys. In: BOLLI, H.M, SAUNDERS, J.B., PERCH-NIELSEN, K. (eds.), *Plankton stratigraphy. Cambridge University Press*, **1**: 315-328.
- RÖGL, F., ČORIĆ, S., HARZHAUSER, M., JIMENEZ-MORENO, G., KROH, A., SCHULTZ, O., WESSELY, G., ZORN, I., 2008: The Middle Miocene Badenian stratotype at Baden-Sooss (Lower Austria). *Geologica Carpathica*, **59**(5): 367-374.
- RÖGL, F., NAGYMAROSY, A., 2004: Biostratigraphy and correlation of the Lower Miocene Michelstetten and Ernstbrunn sections in the Waschberg Unit, Austria (Upper Egerian to Eggenburgian, Central Paratethys). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **246**: 129-151.

- RUSU, A., 1969: Sur la limite Oligocène – Miocène dans le Bassin de Transylvanie. *Rev. Roum. G. G. G., Geologie*, **13**(2): 203-216.
- SCHMIDT, D.N., RENAUD, S., BOLLMANN, J., 2003: Response of planktic foraminiferal size to late Quaternary climate change. *Paleoceanography*, **18**(2), doi:10.1029/2002PA000831.
- SPEZZAFERRI, S., 1994: Planktonic foraminiferal biostratigraphy and taxonomy of the Oligocene and lower Miocene in the oceanic record. An overview. *Paleontographia Italica*, **81**: 1-187.
- VANCEA, A., 1960: Neogenul din Bazinul Transilvaniei. București, *Editura Academiei RSR*, 262 pg.