

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

**Relația dintre asociațiile de foraminifere
fosile și mediile depozitionale din nordul
Pânzei de Tarcău
(Carpații Orientali, România)**

Teza de Doctorat

Rezumat

Doctorand

Raluca Emilia Bindiu

Coordonator științific

Prof. Dr. Sorin Filipescu

**Cluj-Napoca
2013**

CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

Introducere	1
Capitolul I. Geologia Zonei	3
1.1. Stratigrafia Pânzei de Tarcău	7
1.1.1. Cretacicul Superior	7
1.1.2. Paleogenul	8
1.1.2. a. Paleocenul	9
1.1.2. b. Eocenul	9
1.1.2. c. Oligocen-Miocen.....	13
1.2. Tectonica.....	14
Capitolul II. Istoricul cercetărilor micropaleontologice	16
Capitolul III. Material studiat și metode de lucru	21
3.1. Colectarea materialului	21
3.2. Prelucrarea materialului	21
3.3. Metode de analiză și interpretare	22
3.3.1. Indici cantitativi	22
3.3.2. Indici de diversitate.....	23
3.3.3. Asociații de foraminifere aglutinante.....	24
3.3.4. Morfogrupuri de foraminifere aglutinante	27
3.3.5. Raportul planctonice/bentonice (P/B).....	29
3.3.6. Indicele de oxigen dizolvat reconstituit pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase (BFOI)	30
Capitolul IV. Rezultate și discuții	32
4.1. Caracterizarea asociațiilor micropaleontologice.....	33
4.1.1. Valea Sucevei 1.....	33
4.1.1.a. Componenta asociației de foraminifere.	36
4.1.1.b. Biostratigrafie.	36
4.1.1.c. Paleoecologie	38
4.1.2. Valea Brodinei 2	41
4.1.2.a. Componenta asociațiilor de foraminifere bentonice	42
4.1.2.b. Biostratigrafie	42
4.1.2.c. Paleoecologie	45
4.1.3. Valea Putnei	49
4.1.3.a. Componenta asociațiilor de foraminifere aglutinante	53
4.1.3.b. Biostratigrafie	54
4.1.3.c. Paleoecologie	58
4.1.4. Valea Suha și Valea Sucevei 2.....	68
4.1.4.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	69
4.1.4.b. Biostratigrafie	71
4.1.4.c. Paleoecologie	71
4.1.5. Palma.....	76
4.1.5.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	76
4.1.5.b. Biostratigrafie	77
4.1.5.c. Paleoecologie	77
4.1.6. Straja Vest și Valea Brodinei 1	78
4.1.6.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	79
4.1.6.b. Biostratigrafie	80
4.1.6.c. Paleoecologie	80

4.1.7. Dobra, Rusca și Grozăvești.....	83
4.1.7.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	86
4.1.7.b. Biostratigrafie	86
4.1.7.c. Paleoecologie	86
4.1.8. Valea Brodinei 3, Valea Brodinei 6 și Voroneț.....	89
4.1.8.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	92
4.1.8.b. Biostratigrafie	94
4.1.8.c. Paleoecologie	94
4.1.9. Valea Sucevei 3.....	98
4.1.9.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	99
4.1.9.b. Biostratigrafie	102
4.1.9.c. Paleoecologie	105
4.1.10. Valea Moldoviței	108
4.1.10.a. Componenta asociațiilor de foraminifere.....	109
4.1.10.b. Biostratigrafie	111
4.1.10.c. Paleoecologie	111
4.1.11. Valea Humorului.....	113
4.1.12. Valea Boului	113
4.1.13. Locații sterile din punct de vedere micropaleontologic.....	116
4.2. Corelarea secțiunilor investigate.....	116
Capitolul V. Descrierea sistematică a foraminiferelor identificate în nordul Pânzei de Tarcău.	120
Capitolul VI. Concluzii.....	165
Bibliografie	168
PLANȘE.....	194
ANEXE.....	235
Anexa 1. Coordonatele punctelor de colectare a probelor.....	235
Anexa 2. Lista speciilor identificate	236
Anexa 3. Număr de indivizi	241

Cuvinte cheie: foraminifere, Pânza de Tarcău, Cretacic superior, Paleogen, biostratigrafie, paleoecologie, Carpații Orientali.

Introducere

Lanțul Carpatic reprezintă, de aproape două secole, o arie de interes pentru studiul asociațiilor de foraminifere, care, în multe cazuri, au fost utilizate pentru a argumenta aspecte biostratigrafice și paleoecologice. Pionierul biostratigrafiei aplicate a fost Joseph Grzybowski, care, în anul 1898, a demonstrat pentru prima dată aplicabilitatea foraminiferelor în corelările de vârstă pentru formațiunile cu hidrocarburi din Carpații Poloniei. Ulterior, foraminiferele din formațiunile cu turbidite depuse în condiții marine adânci au fost studiate în întreg arealul Carpaților.

Motivația de a studia asociațiile de foraminifere fosile din nordul Pânzei de Tarcău a pornit de la faptul că potențialul biostratigrafic și paleoambiental al acestora nu a fost suficient valorificat, studiile anterioare rezumându-se de multe ori la caracterizarea generală a asociațiilor și la aspectele taxonomice. În aceste condiții, utilizând metode micropaleontologice și statistice, am dorit caracterizarea asociațiilor în relație cu mediile depoziționale, identificarea unor bioevenimente cu potențial de corelare stratigrafică și o caracterizare a evoluției bazinului de sedimentare la nivel regional. Ne-am concentrat asupra părții nordice a Pânzei de Tarcău (între Valea Sucevei în nord și Valea Moldovei în sud) datorită potențialului micropaleontologic oferit de formațiunile turbiditice paleogene. Analizele s-au concentrat cu prioritate spre caracterizarea cantitativă și calitativă a asociațiilor de foraminifere fosile, morfologie, taxonomie, biostratigrafie și paleoecologie. Datele micropaleontologice au fost prelucrate statistic și corelate cu tendința sedimentologică din sistemele turbiditice, pentru a avea o imagine mai clară despre distribuția în spațiu și evoluția în timp a parametrilor paleoambientali, sub influența fluctuațiilor de nivel marin, a aportului terigen și nutritiv. De asemenea, am urmărit obținerea unor criterii de corelare cu aplicabilitate regională făcând apel la bioevenimente deja cunoscute din alte zone geografice, care să permită o mai bună înțelegere a etapelor și contextului în care a evoluat bazinul de sedimentare.

O parte din rezultatele obținute au fost publicate în revistele *Studia UBB Geologia* (Bindiu & Filipescu, 2011) și *Geologica Carpathica* (Bindiu et al., 2013).

Adresez respectuoase mulțumiri domnului profesor dr. Sorin Filipescu pentru alegerea temei, îndrumarea științifică, sprijinul moral și logistic oferit pe parcursul celor trei ani de cercetare și ajutorul acordat în structurarea și revizuirea textului tezei.

Mulțumesc doamnei dr. Ewa Malata atât pentru discuțiile științifice purtate cât și pentru sprijinul moral extraordinar oferit în timpul stagiului de cercetare desfășurat la Jagiellonian University (Cracovia, Polonia).

Activitatea de teren și diseminarea rezultatelor au fost sprijinite și prin grantul „Brian O’Neal” oferit de Fundația Grzybowski, pentru care îi sunt recunoscătoare d-lui Prof. Michael A. Kaminski de la King Fahd University of Petroleum and Minerals (Dhahran, Arabia Saudită).

Adresez mulțumiri d-rei dr. Ramona Bălc pentru analizele de nanofosile calcaroase utilizate pentru clarificarea datelor biostratigrafice referitoare la două dintre secțiunile importante investigate.

Mulțumiri speciale colegei mele dr. Claudia Beldean pentru tot sprijinul și îndrumarea științifică, în special în perioada de început a pregătirii doctorale.

Mulțumesc prietenului meu Horea pentru înțelegerea și sprijinul acordat pe toată perioada derulării stagiului de doctorat, pentru faptul că m-a însoțit în majoritatea campaniilor de teren, pentru ajutorul oferit în realizarea materialului grafic și optimizarea prelucrărilor statistice.

Nu în ultimul rând, le mulțumesc părinților mei și surorii mele pentru tot sprijinul moral oferit în acești ani.

Le sunt recunoscătoare tuturor colegilor din Departamentul de Geologie al UBB atât pentru discuțiile științifice purtate cât și pentru faptul că mi-au devenit prieteni.

Mulțumesc d-lor referenți CS I dr. Gheorghe Popescu, Prof. dr. Mihai Brânzilă și Prof. dr. Ioan Bucur, pentru răbdarea de a citi și evalua această lucrare.

Realizarea prezentului studiu a fost posibilă cu sprijinul financiar oferit de Fondul Social European (proiect POSDRU/107/1.5/S/76841), S.N.G.N. ROMGAZ (contract 18/2011) și Fundația Gryzbowski (grantul Brian J. O’Neill).

Structural, aparține Pânzei de Tarcău respectiv Moldavidelor Externe (formațiuni sedimentare cu turbidite, care conțin și hemipelagite sau roci bituminoase - Săndulescu, 1984). Pânza de Tarcău, alături de pânzele de Vrancea și Subcarpatice constituie cele mai externe pânze de cuvertură ale Moldavidelor (figura 1), care păstrează succesiuni sedimentare cu vârstă cretacică - cenozoică (Bădescu, 2005; Puglisi et al., 2006).

Pânza de Tarcău (Joja, 1954; Săndulescu, 1984), cunoscută și sub denumirea de “Unitatea Medio – Marginală” (Agheorghiresei et al., 1967), este o unitate plurifacială (Dumitrescu 1948, 1952) și constituie, prin compoziția litostratigrafică, structura tectonică și extindere, unitatea cea mai importantă din Flișul Extern al Carpaților Orientali.

Din punct de vedere litostratigrafic Pânza de Tarcău este alcătuită în arealul studiat din formațiuni care aparțin Cretacului superior, Paleogenului și Miocenului (Săndulescu, 1984). Perioada Paleogenă s-a remarcat prin condiții variabile de facies pe extinderea bazinului de sedimentare. În timpul Eocenului, datorită regimului tectonic activ, au apărut diferențe majore în caracterul sedimentației din partea de nord (zona Suceava – Putna) și sud (bazinul Moldovei), în nord făcându-și prezența faciesurile silicioase grosiere ale Gresiei de Scorbura (Joja, 1954), iar în sud sedimentele fiind grezoase micacee aparținătoare Formațiunii de Tazlău și Sucevița (Atanasiu, 1943; Agheorghiresei et al., 1967, Ionesi, 1971).

Capitolul II. Istoricul cercetărilor micropaleontologice

Din nevoia de datare și corelare stratigrafică a formațiunilor din cadrul Pânzei de Tarcău, studiile micropaleontologice s-au bazat pe analiza diferitelor grupe de fosile – microforaminifere, macroforaminifere, nannoplancton calcaros, moluște. Cercetările asupra asociațiilor de foraminifere au cuprins în marea majoritate observații taxonomice și mai rar interpretări paleoambientale. Una din principalele direcții de cercetare a fost stabilirea unei scheme de zonare biostratigrafică pentru acest areal, deoarece existența complicațiilor tectonice (cute, falii, solzi și digitații) a iscat de-a lungul timpului numeroase controverse în datarea și corelarea formațiunilor.

Studii bazate pe asociații de foraminifere din Cretacul Pânzei de Tarcău au fost realizate de Tocarjescu (1954), Ion (1973, 1975 a,b), Neagu et al. (1992). Limita Cretacic – Paleogen a fost studiată de către Costea & Balteș (1962), Joja et al. (1963),

Ionesi & Tocojescu (1968), Bratu & Alexandrescu (1970), Dicea (1974), Ionesi (1974), Bratu (1975) iar Paleogenul a fost studiat de către Ionesi (1957), Joja et al. (1963), Agheorghiresei et al. (1967), Dicea & Dicea (1976, 1980), Ionesi (1987), Săndulescu et al. (1987), Săndulescu & Micu (1989), Juravle (2007) și Juravle et al. (2008).

Studii recente care s-au referit la semnificația biostratigrafică și la implicațiile paleoecologice ale asociațiilor de foraminifere din Carpații Orientali au fost realizate de următorii autori: Bubik (2006), Kaminski et al. (2007), Filipescu et al. (2009), Cetean (2009), Cetean et al. (2008, 2011), Bindiu et al. (2010), Szabo et al. (2010), Szabo & Filipescu (2010), Bindiu & Filipescu (2011), Bindiu et al. (2011), Szabo et al. (2011), Szabo & Filipescu (2011), Bindiu et al. (2012), Bindiu et al. (2013).

Capitolul III. Material studiat și metode de lucru

În timpul campaniilor de teren din perioada 2010 – 2012 am colectat un total de 235 probe. Din dorința de a acoperi un areal cât mai mare al Pânzei de Tarcău și de a obține informații asupra zonelor cu potențial micropaleontologic zona studiată inițial a fost situată între Valea Sucevei la nord și Valea Siriului la sud. În urma prelucrării probelor colectate inițial, zona Siriu și zonele adiacente s-au dovedit a fi improprie pentru un studiu micropaleontologic, datorită rarității microfosilelor. Astfel, arealul de studiu a fost restrâns la intervalul dintre Valea Sucevei (N) și Valea Moldovei (S).

Etapele de lucru parcurse în prezentul studiu au fost: prelevarea și prelucrarea probelor după metode micropaleontologice standard, interpretări calitative și cantitative ale asociațiilor de foraminifere (abundența relativă și absolută, dominanță generică), indici de diversitate (indicele Fisher, indicele Hulbert, indicele Shannon Wiener, Echitabilitatea, indicele Simpson), biofaciesuri de foraminifere aglutinante, morfogrupuri de foraminifere aglutinante, raportul dintre speciile planctonice și bentonice (P/B) și, în probele în care au fost identificate și forme bentonice calcaroase, indicele de oxigen dizolvat (BFOI).

Capitolul IV. Rezultate și discuții

Cele 27 de zone cu deschideri în formațiunile Pânzei de Tarcău, din care au fost prelevate 235 probe micropaleontologice se pot observa în figura 2.

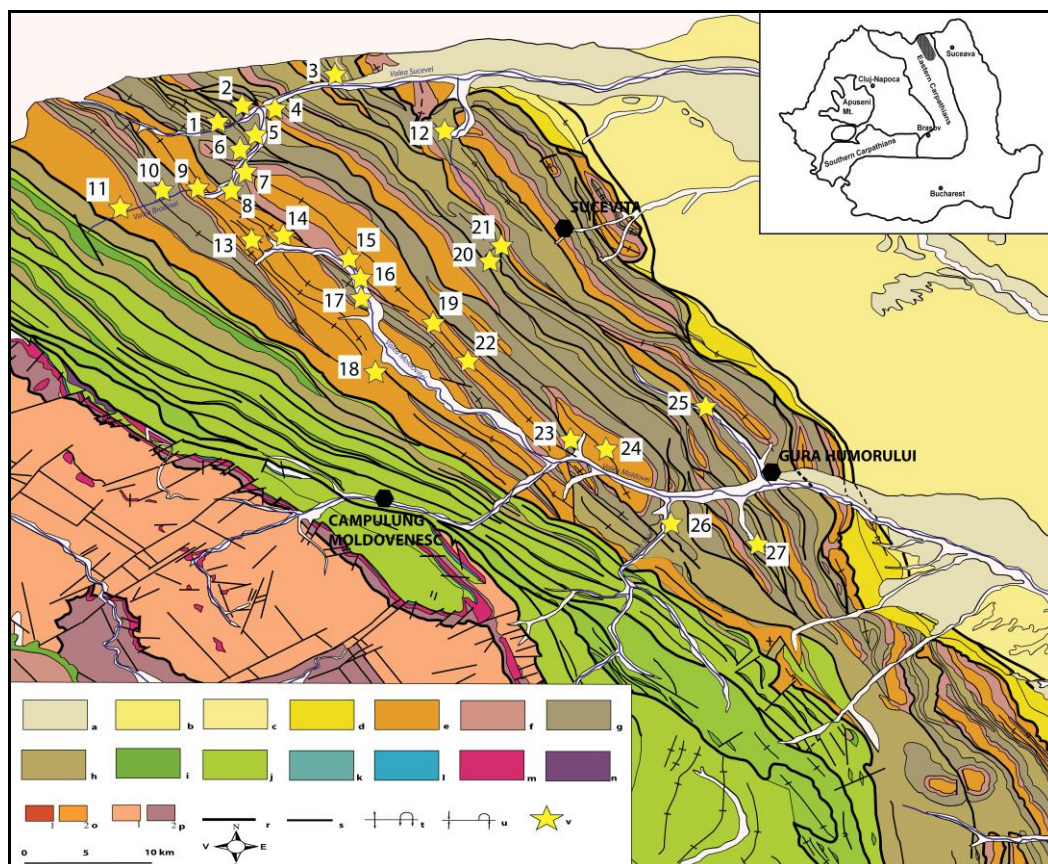


Figura 2. Localizarea secțiunilor investigate a. Cuaternar; b. Badenian; c. Sarmatian; d. Burdigalian; e. Oligocen; f. Eocen; g. Paleocen - Eocen; h. Cretacic Superior – Paleocen; i. Cretacic Superior; j. Cretacic Inferior; k. Jurassic Superior – Cretacic Inferior; l. Jurassic Mediu - Superior; m. Triasic; n. Magmatite mezozoice; o. Magmatite neogene (1 – roci magmatice, 2 – formațiune vulcanogen sedimentară); p. Roci metamorfice (1 - epimetamorfite, 2 - mezometamorfite); r. falii; s. digitații; t. anticlinal (simetric, răsturnat); u. sinclinal (simetric, răsturnat); v. localizarea secțiunilor analizate: 1 - Valea Sucevei 1; 2 - Valea Sucevei 2; 3 - Straja Vest; 4 - Valea Sucevei 3; 5 - Valea Brodinei 1; 6 - Valea Brodinei 2; 7 - Valea Brodinei 3; 8 - Valea Brodinei 4; 9 - Valea Brodinei 5; 10 - Valea Brodinei 6; 11 - Valea Brodinei 7; 12 - Valea Putnei; 13 - Argel 1; 14 - Argel 2; 15 - Argel 3; 16 – Rașca; 17 - Valea Moldoviței; 18 - Valea Boului; 19 – Ciumârna; 20 – Palma; 21 – Rusca; 22 – Dragoșa; 23 – Dobra; 24 – Molidu; 25 - Valea Humorului; 26 - Valea Suha; 27 - Voroneț. (Modificat după Harta Geologică a României, scara 1:200.000, foaia Rădăuți).

4.1. Caracterizarea asociațiilor micropaleontologice

În urma analizei micropaleontologice se pot face următoarele observații generale: asociațiile de foraminifere prezintă o varietate mare și o abundență ridicată (peste 230 taxoni între care domină cei aglutinanți); asociațiile identificate se încadrează în grupul asociațiilor de “tip fliš”; au fost identificate toate morfogrupurile de foraminifere aglutinante

4.1.1. Valea Sucevei 1

Sucesiunea sedimentară este reprezentată de turbidite siliciclastice, cu granulații medii spre grosiere, care păstrează diviziuni caracteristice secvențelor Bouma -tip Tb-c și Tc-e - în partea bazală și superioară a succesiunii; în partea medie a deschiderii apar hemipelagite foarte fine de culoare roșie, care ar putea fi asimilate cu unitățile de tip "red beds".

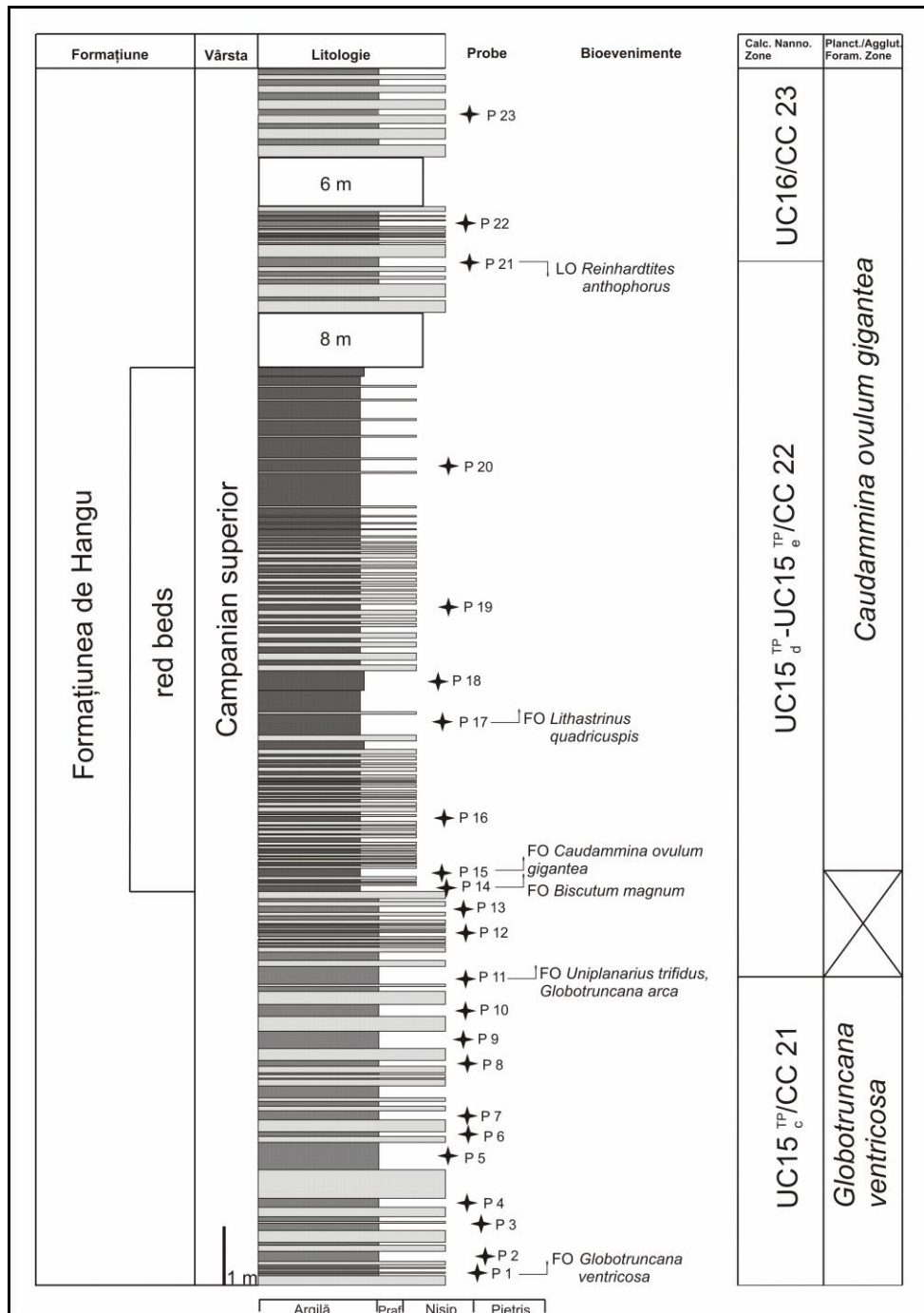


Figura 3. Profilul litologic și biostratigrafia secțiunii de pe Valea Sucevei 1.

Depozitele investigate aparțin Formațiunii de Hangu și sunt de vârstă Campanian superior (fig. 3); atribuirea acestei vârste a fost făcută pe baza prezenței taxonilor *Globotruncana ventricosa* (partea bazală a succesiunii) și *Caudammina ovulum gigantea* (partea medie și superioară). Pentru a avea un control mai bun asupra vârstei, au fost analizate și asociațiile de nannofosile calcaroase care confirmă vârsta deja menționată. Analizele de diversitate și de morfogrupuri de foraminifere aglutinante sugerează medii marine bathial medii spre inferioare; partea bazală a succesiunii este caracterizată de flux scăzut de materie organică în (abundență ridicată a foraminiferelor tubulare), în partea medie conținutul de nutrienți crește (crește numărul foraminiferelor infaunale) urmând ca în partea superioară să revină condițiile de mediu sărace, cu flux organic scăzut.

4.1.2. Valea Brodinei 2

Succesiunea sedimentară care aflurează pe Valea Brodinei, în localitatea Brodina de Jos este reprezentată de turbidite puternic tectonizate constituite din argile cenușii și gresii silicioase cenușiu gălbui, în strate groase de 10-15 cm, excepțional 50 cm. Acestea aparțin părții superioare a Formațiunii de Hangu din nordul Pânzei de Tarcău. Asociațiile de foraminifere (bentonice aglutinante și calcaroase) sunt caracteristice mediilor marine adânci, fapt susținut și de apariția sporadică a unor specii de radiolari. Singura specie cu valoare biostratigrafică este *Caudammina ovulum gigantea*. Pe baza prezenței acestei specii, depozitele pot fi încadrate în Zona cu *Caudammina ovulum gigantea* care, așa cum am menționat la secțiunea anterioară, este caracteristică intervalului Campanian mediu – Maastrichtian. Prezența altor forme - *Remesella varians*, *Rzehakina inclusa* și *Rzehakina minima* sugerează posibilitatea de restrângere a vârstei la intervalul Maastrichtian superior, foarte aproape de limita cu Paleocenul. Asociațiile de foraminifere sunt dominate de forme tubulare (morfogrupul M1 – fig. 4) care indică medii bathiale cu flux foarte scăzut de materie organică și nivel de oxigenare moderat.

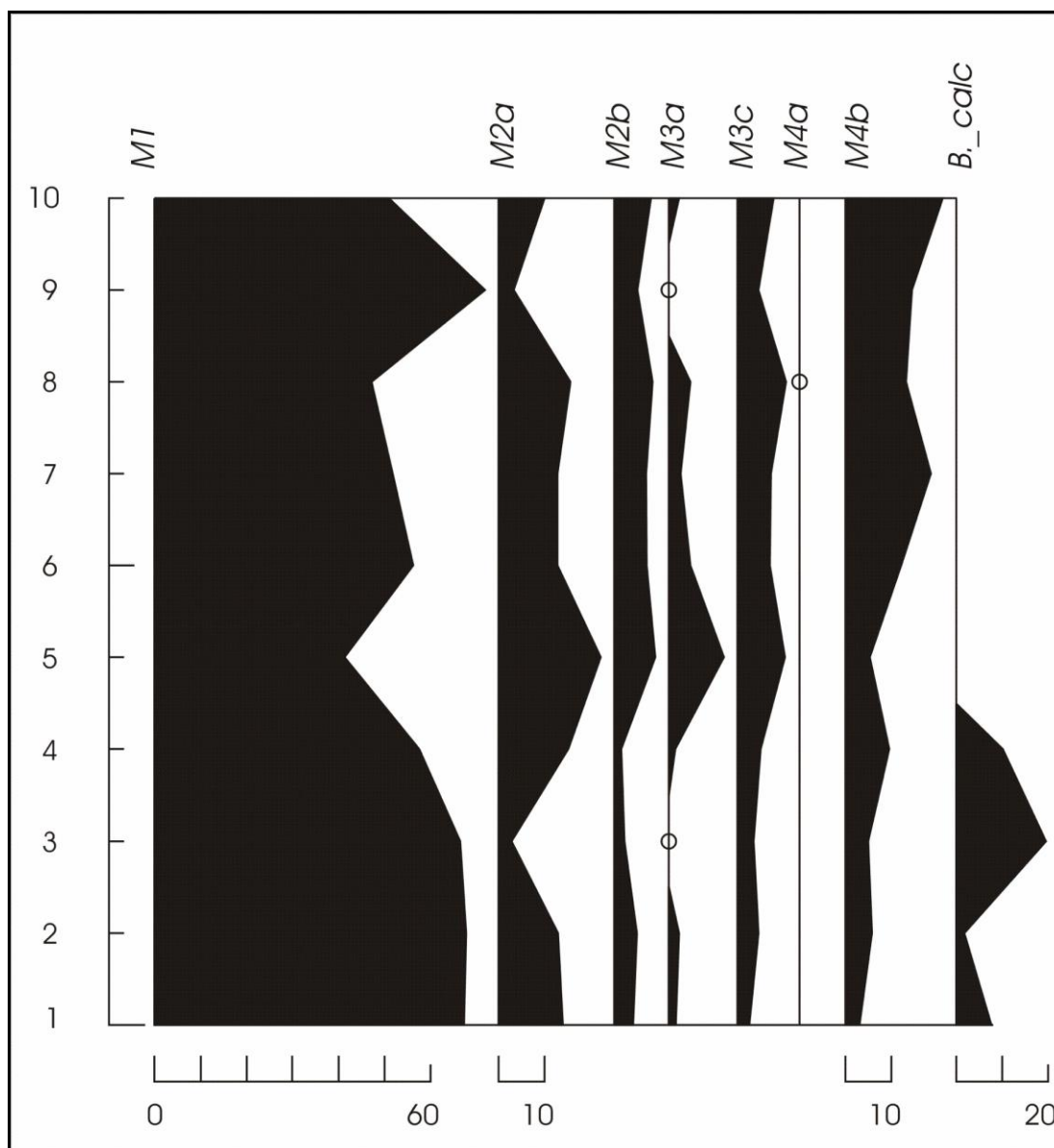


Figura 4. Distribuția morfogrurilor de foraminifere aglutinante (M1 - tubulare; M2a - globulare; M2b – rotunjit trochoispiral și streptospiral/planconvex trochospiral; M3a - applatizat trochospiral/ applatizat planispiral și streptospiral; M3c – applatizat streptospiral; M4a -rotunjit planispiral; M4b – alungit subcilindric/alungit conic) și a foraminiferelor bentonice calcaroase din secțiunea de pe Valea Brodinei 2.

4.1.3. Valea Putnei

Sucesiunea sedimentară de pe Valea Putnei prezintă o dezvoltare amplă cu deschideri în teren continue fiind alcătuită din depozite cretacice superioare, paleocene și eocene aparținătoare formațiunilor de Hangu, Putna (Izvor), Straja și Scorbură.

Pe baza aparițiilor, disparițiilor și abundențelor specifice (fig. 5). a anumitor taxoni aglutinanți, am separat pentru depozitele de pe Valea Putnei 4 zone cu foraminifere aglutinante.

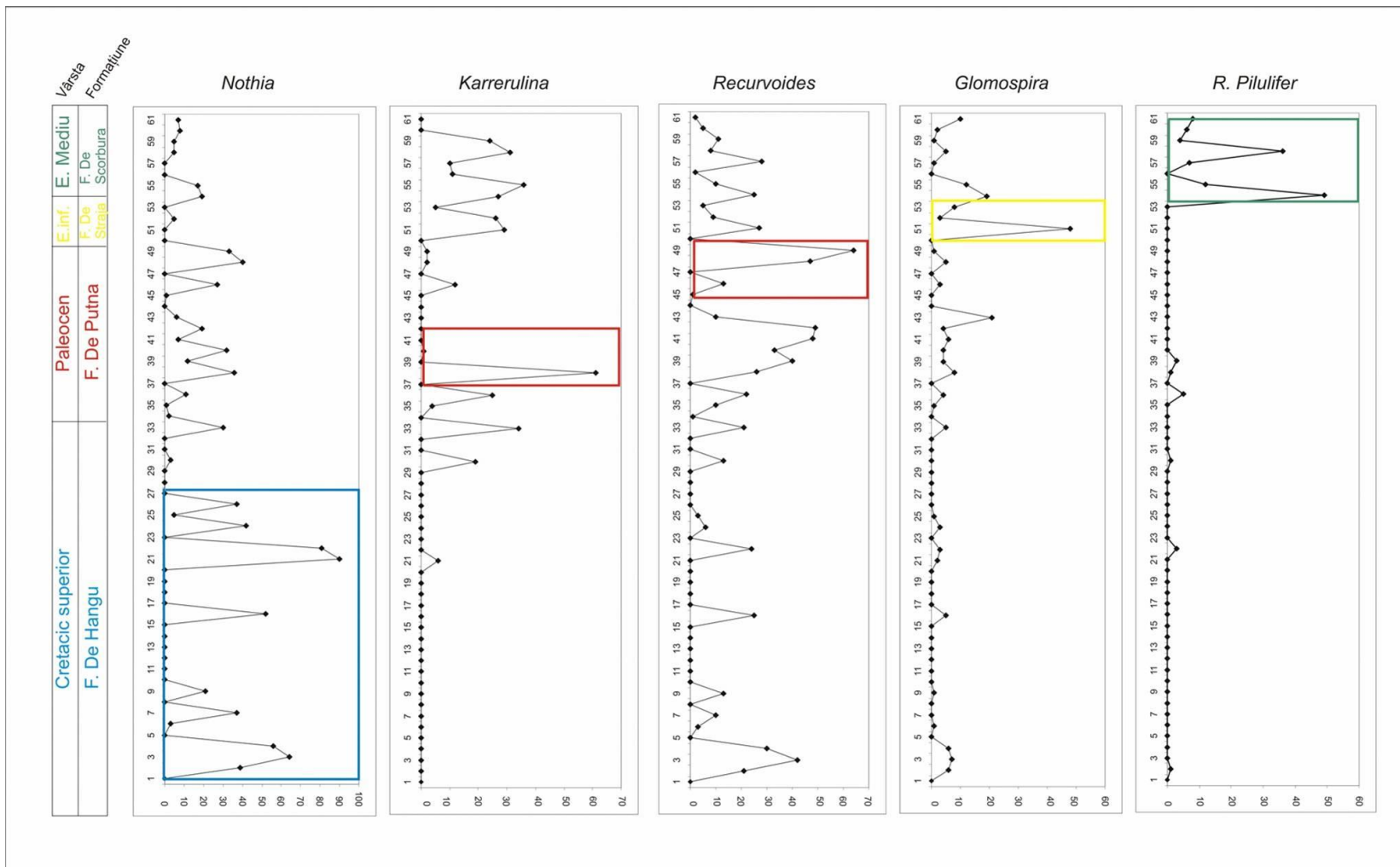


Figura 5. Abundența principalelor specii de foraminifere din secțiunea de pe Valea Putnei.

1. Zona cu *Caudammia ovulum gigantea*, definită de prima și ultima apariție a taxonului menționat. În secțiunea de pe Valea Putnei, prima apariție a taxonului diagnostic a fost observată în proba 2, iar ultima apariție în proba 33.
2. Zona cu *Rzehakina fissistomata*, definită de prima și ultima apariție a acestui taxon - este caracteristică Paleocenului (Morgiel & Olszewska, 1981; Geroch & Nowak, 1984; Neagu et al., 1992). În secțiunea de pe Valea Putnei, prima apariție a acestui taxon a fost identificată în proba 38 iar ultima apariție în proba 48.
3. Zona cu *Glomospira*. La nivelul probei 51 (Formațiunea de Straja – Eocen inferior) apare o abundență foarte ridicată a speciilor *Glomospira charoides* și *Glomospira gordialis*. Acest bioeveniment este caracteristic Eocenului inferior din numeroase regiuni asociate Tethysului (Morgiel & Olszewska, 1981; Ortiz, 1995; Olszewska, 1997; Bak, 2004; Allegret et al., 2005, 2009, 2010; Giusberti et al., 2009; Bindu & Filipescu, 2011).
4. Zona cu *Reophax pilulifer*, definită de abundența ridicată a speciei diagnostice în intervalul dintre probele 54 și 57. Această zonă este caracteristică pentru partea superioară a Eocenului mediu în Carpații Poloniei (Morgiel & Olszewska, 1981).

Reconstituirile paleoecologice cu ajutorul asociațiilor micropaleontologice s-au făcut prin afilierea speciilor la morfogrupurile de foraminifere aglutinante. Distribuția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante, abundențele relative și generice ridicate ale unor specii sau genuri și valorile diversității indică medii marine bathial medii cu flux scăzut de materie organică pentru partea inferioară a succesiunii (Cretacic superior), o adâncire a bazinului la nivelul Paleocenului (probele 35-49), cu medii marine bathial inferioare –abisale și condiții relativ bune de viață; condițiile de viață relativ bune se păstrează și la nivelul Eocenului inferior și mediu.

4. 1. 4. Valea Suha și Valea Sucevei 2

Cele două succesiuni sedimentare prezintă caractere litologice similare fiind alcătuite din alternanțe centimetrice – decimetrice de gresii cu argile și marne care

aparțin Formațiunii de Putna (Izvor) din Pânza de Tarcău (Săndulescu & Dimitrescu, 2004).

Atribuirea depozitelor de pe Valea Suha și Valea Sucevei 2 Paleocenului Formațiunii de Putna (Izvor) s-a făcut pe baza prezenței taxonului *Rzehakina fissistomata*. Din punct de vedere paleoecologic succesiunea de la Valea Suha este caracterizată de frecvente instabilități ale condițiilor de mediu cu variații în aportul de flux organic și nivel de oxigenare; la Valea Sucevei 2 asociațiile de foraminifere sunt dominate de forme tubulare care sugerează existența mediilor marine adânci cu flux scăzut de materie organică.

4. 1. 5. Palma

Sucesiunea sedimentară aparține Formațiunii de Putna (Izvor) și este alcătuită din alternanțe de argile și gresii cu grosimi decimetrice, foarte tectonizate. Încadrarea depozitelor studiate în Paleocen s-a făcut pe baza prezenței speciei *Rzehakina fissistomata*. Interpretările paleoecologice sunt similare cu cele de la Valea Sucevei 2.

4. 1. 6. Straja Vest și Valea Brodinei 1

Sucesiunile sedimentare constau în alternanțe de argile vărgate (verzi și roșii) cu intercalații de gresii glauconitice centimetrice; în partea superioară a aflorimentelor apar bancuri masive de gresii.

În ambele secțiuni diversitatea foraminiferelor este foarte scăzută, asociațiile de foraminifere fiind alcătuite în exclusivitate din forme aglutinante, cu abundență ridicată a speciilor *Glomospira charoides*, *G. gordialis*, *G. diffundens*. Pe această bază, pentru ambele secțiuni, am separat “asociația cu *Glomospira*.”, care este caracteristică Eocenului inferior din Tethys și Atlanticul de Nord. Acest bioeveniment sugerează o creștere în aportul terigen (Morgiel and Olszewska, 1981; Bak, 2004), o îmbogățire a productivității și un deficit de oxigen în apele de suprafață (Arreguin-Rodriguez et al., 2013).

4. 1. 7. Dobra, Rusca și Grozăvești

În cele 3 locații s-a observat că speciile de *Karrerulina conversa*, *Karrerulina horrida* și *Karrerulina coniformis* sunt prezente în proporție ridicată (la Rusca ating 41% din asociație). Abundența ridicată a acestor specii a permis separarea “asociației

cu *Karrerulina*". Asociații similare au fost identificate în Eocenul inferior din Carpații Poloniei (Bağ, 2004) deasupra Zonei cu *Glomospira*. Prezența acestui tip de asociație sugerează medii marine adânci, cu flux ridicat de materie organică și o oxigenare a substratului relativ ridicată.

4. 1. 8. Valea Brodinei 3, Valea Brodinei 6 și Voroneț

Spre deosebire de locațiile prezentate anterior, la Valea Brodinei 3, Valea Brodinei 6 și Voroneț s-a observat prima apariție a unor noi specii, caracteristice Eocenului mediu: *Reticulophragmium amplexans*, *Ammodiscus latus*, *Reophanus berggreni*, *Eratidus gerochii*, *Haplophragmoides parvulus*, *Spirosigmoilinella compressa* și *Psamminopelta gradseini*. Totodată, s-a observat o abundență ridicată a speciei *Reophax pilulifer*, care este un comportament caracteristic Eocenului mediu (Morgiel & Olszewska, 1981). La Valea Brodinei 3, distribuția morfogrupurilor înregistrează o schimbare majoră la nivelul probei 8 (trecere de la condiții bune de viață la flux scăzut de materie organică) acolo unde formele tubulare ating procente ridicate (figura 6).

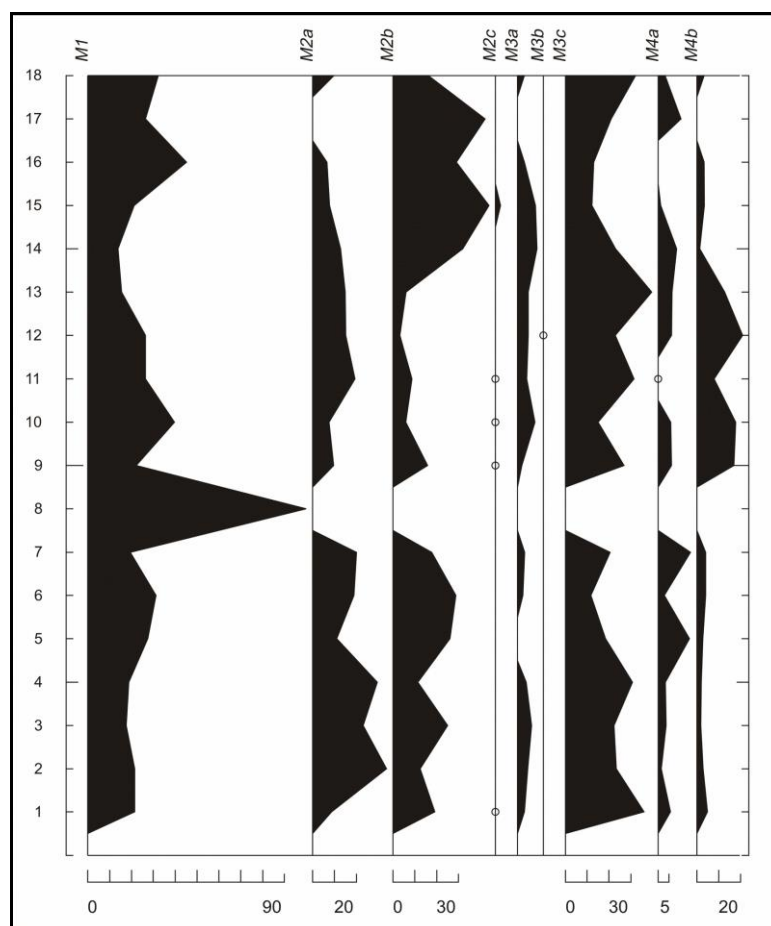


Figura 6. Distribuția morfogrurilor de foraminifere aglutinante la Valea Brodinei 3.

La Valea Brodinei 6 și Voroneț valorile diversității sunt moderate și sugerează condiții de mediu stabile cu aport de materie organică și nivel de oxigenare moderate.

4. 1. 9. Valea Sucevei 3

Sucesiunea sedimentară este alcătuită din alternanțe ritmice de argile calcaroase cenușii și verzui cu gresii cuarțitice verzui; în partea bazală a succesiunii au fost identificate 3 intervale cu argile și gresii vineții.

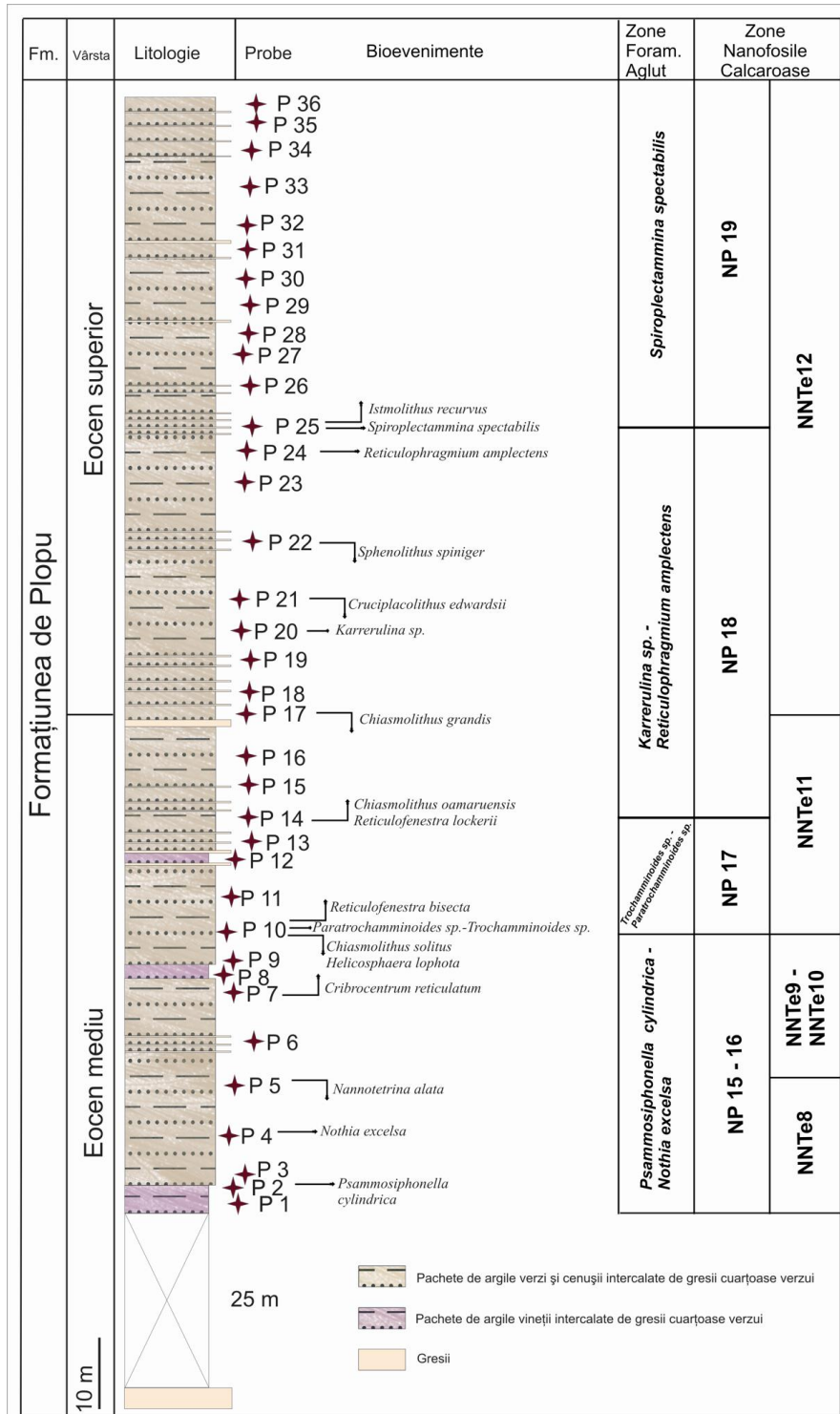


Figura 7. Profilul litologic și biostratigrafia secțiunii de pe Valea Sucevei 3.

Datele biostratigrafice (figura 7) obținute pe baza foraminiferelor (*Reticulophragmium amplexens*, *Spiroplectamina spectabilis*) și a nanofosilelor calcaroase (ultima apariție a speciei *Chiasmolithus grandis* în proba 17, ultima apariție a speciei *Cruciplacolithus edwardsii* în proba 21, ultima apariție a speciei *Sphenolithus*

spiniger în proba 22 și prima apariție a speciei *Istmolithus recurvus* în proba 25) vin să demonstreze cu argumente biostratigrafice clare ideea susținută de Joja et al. (1963), Agheorghiresei et al. (1967), Săndulescu et al. (1987), Bădescu (2005), care afirmă că limita dintre Eocenul mediu și cel superior este plasată în interiorul Formațiunii de Plopu.

Analiza asociațiilor de foraminifere și de nanofosile calcaroase sugerează o trecere de la condiții de viață cu flux relativ scăzut și ape calde în timpul Eocenului mediu la așer reci și condiții eutrofe în timpul Eocenului superior.

4. 1. 10. Valea Moldoviței

Sucesiunea sedimentară de la Valea Moldoviței este similară atât din punct de vedere litostratigrafic cât și al componenței asociațiilor de foraminifere cu cea din partea superioară de la Valea Sucevei 3. S-a remarcat și în aceste asociații abundența ridicată a speciei *Spiroplectamina spectabilis* (morfogrupul M2c) caracteristică Eocenului superior. Interpretările paleoecologice sunt similare cu cele pentru stabilite pentru Eocenuol superior de pe Valea Sucevei 3.

4. 1. 11. Valea Humorului

Pe Valea Humorului deschiderile sunt limitate fiind alcătuite din alternanțe de centimetrice de argile cenusii și gresii cenușiu gălbui. Marea majoritate a asociațiilor de foraminifere au fost foarte sărace. S-a putut remarca prezența speciilor *Reticulophragmium amplexans* și *Reophanus berggreni*, care permit încadrarea în Eocenul mediu – superior (Kaminski & Gradstein, 2005).

4. 1. 12. Valea Boului

Sucesiunea sedimentară de pe Valea Boului deschide turbidite depuse în partea medie a conurilor submarine, puternic tectonizate, alcătuite din alternanțe de argile și gresii calcaroase cenusii, centimetrice până la decimetrice. Chira et al. (2011) au considerat această succesiune ca fiind miocen inferioară pe baza asociațiilor de nanofosile calcaroase (*Triquetrorhabdulus carinatus*, *Helicosphaera ampliaptera*, *H. recta* etc. - nanozonele NN1 – NN4). Singurele interpretări paleoecologice concludente sunt cele obținute din analiza raportului dintre foraminiferele planctonice

și cele bentonice. Prezența speciilor planctonice sugerează depunerea în medii marine bathiale situate deasupra CCD.

4. 1. 13. Locații sterile din punct de vedere micropaleontologic.

Există, din nefericire, și locații în care nu au putut fi identificate asociații micropaleontologice în probele studiate. Acestea sunt: Ciumârna (5 probe), Dragoșă (5 probe), Molidu (2 probe), Argel (3 probe), Rașca (o probă), Valea Brodinei 4 (4 probe), Valea Brodinei 5 (1 probă), Valea Brodinei 7 (2 probe).

4.2. Corelarea secțiunilor investigate

Analiza asociațiilor de foraminifere din nordul Pânzei de Tarcău a permis separarea unor bioevenimente (prime apariții, ultime apariții, abundențe specifice) caracteristice intervalului Cretacic superior - Eocen superior. În figura 8 se poate urmări distribuția stratigrafică și abundențele ridicate ale principalilor taxoni cu semnificație biostratigrafică. Au fost puse în evidență unele asociații cu semnificație biostratigrafică și paleoecologică. Toate acestea au permis corelarea succesiunilor investigate (figura 9).

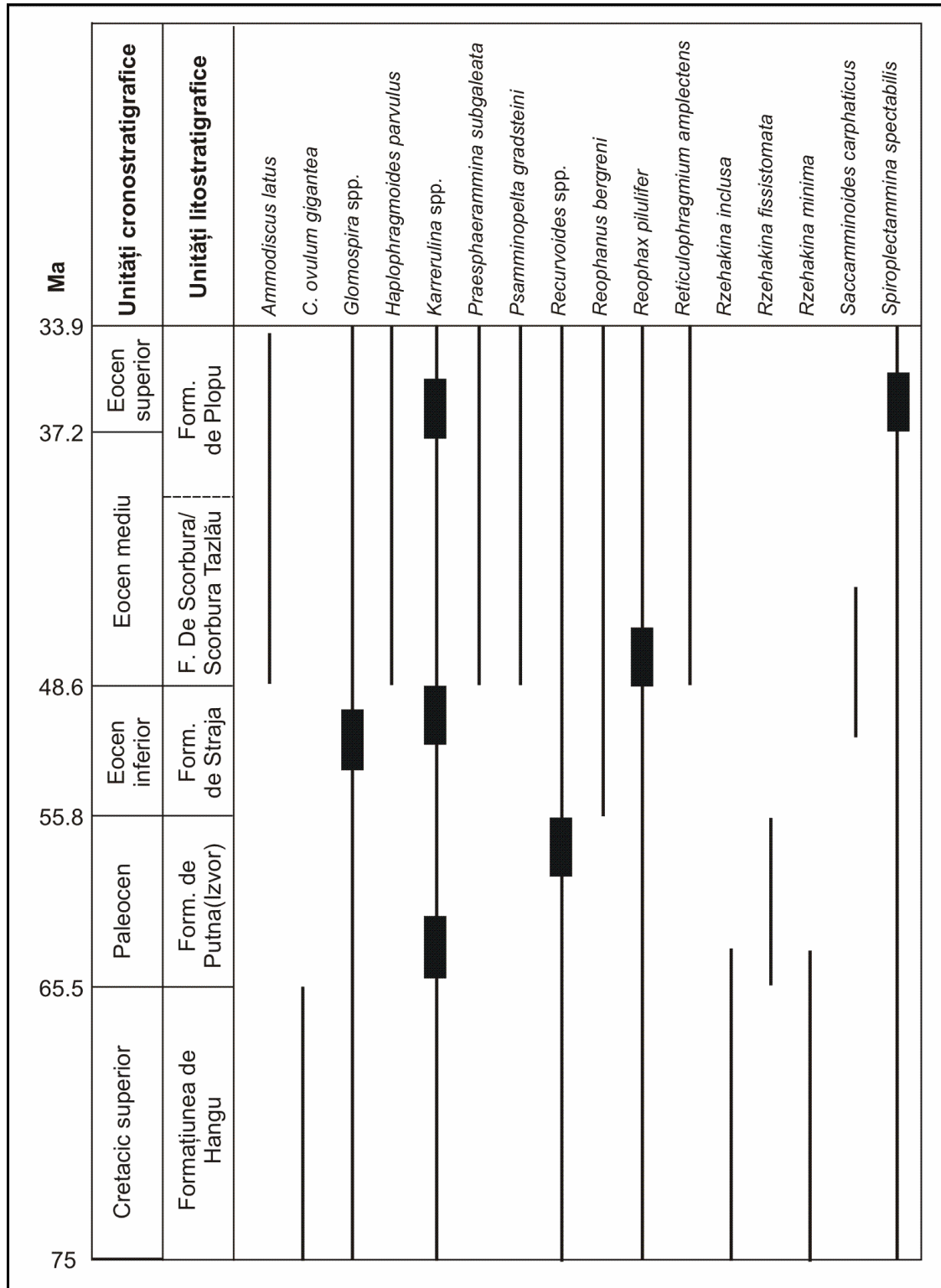


Figura 8. Distribuția stratigrafică și abundențele relative ridicate ale principalelor specii de foraminifere cu semnificație biostratigrafică identificate în nordul Pânzei de Tarcău.

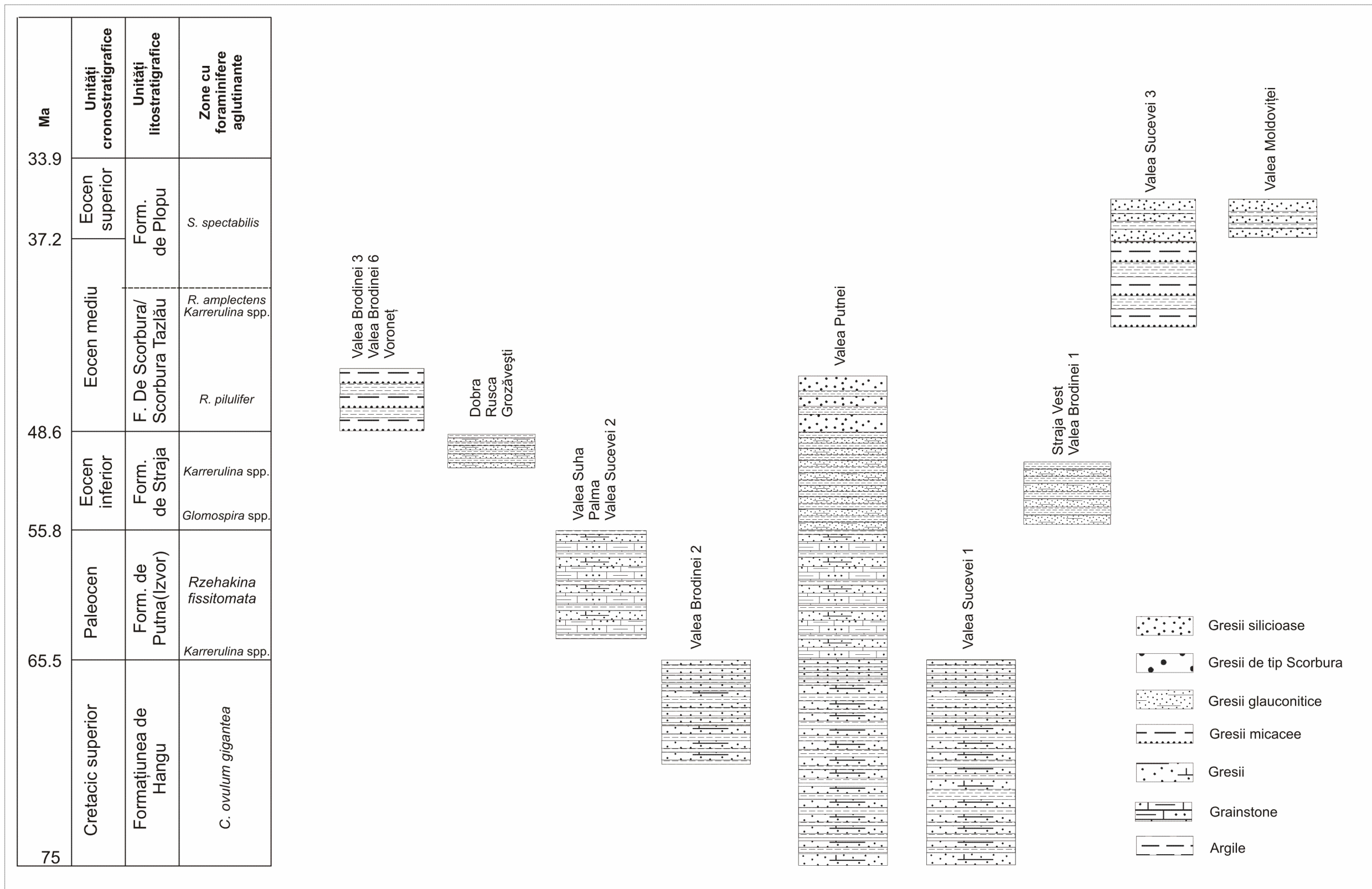


Figura 9. Corelarea secțiunilor investigate din nordul Pânzei de Tarcău.

Capitolul V. Descrierea sistematică a foraminiferelor identificate în nordul Pânzei de Tarcău.

În urma analizelor micropaleontologice efectuate pentru probele colectate din nordul Pânzei de Tarcău am identificat peste 230 de specii de foraminifere.

Foraminiferele aglutinante sunt expuse în ordine taxonomică pe baza clasificării supragenerice realizată de către Kaminski (2004), cele bentonice pe baza clasificării supragenerice a lui Loeblich & Tappan (1987) iar foraminiferele planctonice au fost ordonate taxonomic după clasificarea propusă de către Kennett and Srinivasan (1983). Identificarea taxonomică a speciilor are la bază, în principal, următoarele lucrări: Kennett & Srinivasan (1983), Morkhoven et al. (1986), Kaminski & Geroch (1993), Bolli et al. (1994), Cicha et al. (1998), Premoli-Silva & Sliter (2002), Premoli-Silva et al. (2003), Premoli-Silva & Verga (2004), Kaminski & Gradstein (2005), Pearson et al. (2006).

Capitolul VI. Concluzii

Prezentul studiu a avut ca obiectiv principal analiza asociațiilor de foraminifere fosile din partea de nord a Pânzei de Tarcău (Carpații Orientali) cu scopul de a stabili unele repere biostratigrafice și de a reconstitui parametrii paleoambientali care au controlat compoziția populațiilor, în contextul evoluției bazinelor sedimentare din intervalul Cretacic superior – Oligocen și Miocen.

În ansamblu, asociațiile de foraminifere sunt dominate de foraminifere aglutinante, caracteristice mediilor marine adânci (bathial superioare până la abisale), în care s-au depus formațiunile reprezentative pentru sectorul nordic al Pânzei de Tarcău.

Compoziția morfogrupurilor de foraminifere aglutinante și analizele statistice de diversitate atestă că toate populațiile pot fi încadrate în „asociații de tip fliš”, constituite din specimene grosier aglutinante, caracteristice sistemelor turbiditice din mediile marine adânci.

Pe baza primei și ultimei apariții a unor specii cu valoare biostratigrafică la nivel regional și a unor bioevenimente care au generat abundențe particulare, au fost separate șapte ecozone cu foraminifere aglutinante, caracteristice intervalului Cretacic superior - Eocen superior:

- Zona cu “*Caudammina ovulum gigantea*”, marcată de prima și ultima apariție a speciei menționate, a fost identificată în secțiunile de pe Valea Sucevei 1, Valea Brodinei 2 și Valea Putnei. Este caracteristică Formațiunii de Hangu și din punct de vedere biostratigrafic definește intervalul Campanian – Maastrichtian superior.
- Zona cu “*Rzehakina fissistomata*” este caracteristică Paleocenului și a fost separată pe baza primei și ultimei apariții a speciei index. Caracterizează Formațiunea de Putna (Izvor) și a fost identificată în secțiunile de pe Valea Suha, Palma, Valea Sucevei 2 și Valea Putnei.
- Zona cu “*Glomospira*” caracterizează Formațiunea de Straja și a fost identificată în secțiunile Straja Vest, Valea Brodinei 1 și Valea Putnei. Este definită de abundența ridicată a speciilor *Glomospira charoides*, *G. gordialis*, *G. serpens* și este specifică părții inferioare a Eocenului..
- Zona cu “*Reophax pilulifer*” definește baza Eocenului mediu din Formațiunea de Scorbura investigată pe Valea Putnei, Valea Brodinei 3, Valea Brodinei 6 și Voroneț. A fost separată pe baza abundenței ridicate a speciei.
- Zona cu “*Reticulophragmium amplexans* și *Karrerulina*” a fost identificată în secțiunea de pe Valea Sucevei 3. Este caracteristică Eocenului mediu – superior al Formațiunii de Plopu.
- Zona cu “*Spiroplectamina spectabilis*” este definită de abundența ridicată a speciei diagnostice și este caracteristică Eocenului superior al Formațiunii de Plopu de pe Valea Sucevei 3 și Valea Moldoviței.

O situație particulară este cea a "Zonei cu *Karrerulina*", caracterizată de abundența ridicată a speciilor *Karrerulina conversa* și *K. horrida*. Cu toate că această zonă a fost descrisă în literatura de specialitate ca fiind specifică Eocenului inferior, în studiul de față am identificat-o în succesiunile sedimentare paleocene de pe Valea Putnei, eocene inferioare de pe Valea Dobra, Rusca, Grozăvești și eocene medii și superioare de pe Valea Sucevei 3. Prezența acestei asociații la mai multe nivele stratigrafice îi conferă în primul rând o semnificație ecologică și mai puțin una biostratigrafică.

Cele șapte ecozone cu foraminifere aglutinante au permis corelarea spațială și temporală a faciesurilor individuale.

Compoziția asociațiilor studiate a permis și soluționarea unei controverse legată de vârsta Formațiunii de Plopu. Astfel, foraminiferele și nannofosilele calcaroase identificate pe Valea Sucevei 3 sunt caracteristice intervalului Eocen mediu - Eocen superior (cu limita Eocen mediu/Eocen superior situată în cadrul Formațiunii de Plopu) și nu Eocenului superior.

Asociațiile de foraminifere identificate au permis conturarea evoluției bazinului de sedimentare pe intervalul Cretacic superior – Oligocen/Miocen:

- în timpul Cretacicului superior mediile marine erau bathial superioare/medii cu un flux scăzut de materie organică;
- Paleocenul a fost caracterizat de o adâncire a bazinului de sedimentare la medii bathial inferioare-abisale;
- începutul Eocenului a fost definit de medii marine bathial medii, instabile, cu rată de sedimentare scăzută;
- în timpul Eocenului mediu adâncimile au scăzut și s-au instaurat medii bathial superioare; aceste condiții s-au menținut și în timpul Eocenului superior;
- Oligocenul și Miocenul au fost caracterizate de asociații cu foraminifere planctonice (secțiunea de pe Valea Boului) care sugerează o nouă inundare marină.

Sucesiunea paleomediilor identificate permite și reconstituirea la scară mare a tendințelor de fluctuație relativă a nivelului marin, chiar dacă în mediile turbiditice un asemenea demers este foarte dificil. Astfel se poate presupune existența unor intervale transgresive în Paleocen și Oligocen și Miocen, care încadrează un interval regresiv în Eocenul mediu. Acest scenariu urmărește tendințele majore la scară globală (Haq et al., 1978; Hardenbol et al., 1998), peste care se suprapun oscilații de ordin superior, generate de tectonica regională.

Prezentul studiu oferă așadar o imagine de ansamblu asupra distribuției spațiale și temporale a asociațiilor de foraminifere fosile și a evoluției bazinului de sedimentare din nordul Pânzei de Tarcău, oferind criterii pentru corelarea faciesurilor la nivel local și regional și permițând reconstituirea unei părți din istoria unui bazin de sedimentare controlat de dinamica Carpaților.

Bibliografie selectivă

Agheorghiresei, V., Băncilă, I., Costea, I. & Roșca, A. 1967. Contribuții la stratigrafia Flișului Carpatic. *D. S. Com. Geol.* 53 (1): 251–273.

Alegret, L. & Thomas, E., 2005. Cretaceous/Paleogene boundary bathyal paleoenvironments in the central North Pacific (DSDP Site 465), the Northwestern Atlantic (ODP Site 1049), the Gulf of Mexico and the Tethys: The benthic foraminiferal record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **224**: 53-82.

Alegret, L., Ortiz, S., Orue-Etxebarria, X., Bernaola, G., Baceta, J.I., Monechi, S., Apellaniz, E. & Pujalte, V., 2009. The Paleocene-Eocene Thermal Maximum: new data from the microfossil turnover at the Zumaia section, Spain. *Palaios*, **24**: 318-328.

Alegret, L., Ortiz, S., Arenillas, I. & Molina, E., 2010. What happens when the ocean is overheated? The foraminiferal response across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at the Alamedilla section (Spain). *Geological Society of America Bulletin*, **122** (9/10): 1616-1624.

Arreguín-Rodríguez, G.J., Alegret, L. & Ortiz, S., 2013. *Glomospira Acme* during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: response to CaCO₃ dissolution or to ecological forces? *Journal of Foraminiferal Research*, **43** (1): 40-54.

Atanasiu, I., 1943. Les Facies du Flysch marginale dans le partie moyenne des Carpates Moldaves. *AIGR*, **22**: 149-146.

Bąk, K., 2004. Deep-water agglutinated foraminiferal changes across the Cretaceous/Tertiary and Paleocene/Eocene transition in the deep flysch environment; eastern Carpathians (Bieszczady Mts, Poland). *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, **8**: 1-56.

Bădescu, D., 2005. Evoluția tectono-stratigrafică a Carpaților Orientali în decursul Mezozoicului și Neozoicului. *Editura Economică*, București, 311 pp.

Bindiu, R., Beldean, C. & Filipescu, S., 2010. Date preliminare privind asociațiile de foraminifere din Pânza de Tarcău (Moldavidele Carpaților Orientali). In S., Filipescu & I. Bucur, (eds.) *Sesiunea Științifică Anuală "Ion Popescu Voitești"*, 26 noiembrie 2010, Cluj-Napoca, Program și Abstracte, 22.

Bindiu, R. & Filipescu, S., 2011a. Agglutinated Foraminifera from the Northern Tarcău Nappe (Eastern Carpathians, Romania). *Studia UBB Geologia*, **56** (2): 31-41.

Bindiu, R. & Filipescu, S., 2011b. Foraminiferal Assemblages on turbidite deposits from the northern part of the Tarcau Nappe. Age and paleoenvironmental interpretation. In. Csiki, Z. (ed.) *Eight Romanian Symposium on Paleontology, Bucharest, 29-30 September 2011, Abstract Book*, 3.

Bindiu, R., Filipescu, S. & Beldean, C., 2011. Morphogroup analysis on deep-sea agglutinated foraminifera from the northern part of the Tarcău Nappe (Eastern Carpathians, Romania). In. Bak, M., Kaminski, M.A., Waskowska, A. (eds.). *Integrating Microfossil Records from the Oceans and Epicontinental Seas*, **17**: 75-76.

Bindiu, R., Filipescu, S. & Bălc, R., 2011. Asociații de foraminifere fosile din Nordul Pânzei de Tarcău (bazinul superior al Văii Sucevei). In S., Filipescu & I. Bucur, (eds.) *Sesiunea Științifică Anuală "Ion Popescu Voitești", 9-10 decembrie 2011, Cluj-Napoca, Abstracte*, 4-5.

Bindiu, R., Bălc, R. & Filipescu, S., 2012. Biostratigraphy and paleoenvironments of the Eocene deep water deposits from the northern part of the Eastern Carpathians, Romania. In Alegret, L., Ortiz, S. & Kaminski, M.A. (eds.). *Ninth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Grzybowski Foundation Special Publication*, **18**: 16-17.

Bindiu, R., Filipescu, S. & Bălc, R., 2013. Biostratigraphy and paleoenvironment of the Upper Cretaceous deposits in the northern Tarcău Nappe (Eastern Carpathians) based on foraminifera and calcareous nannoplankton. *Geologica Carpathica*, **64** (2): 117-132.

Bolli, H.M., Beckmann, J.-P. & Saunders, J.B., 1994. Benthic foraminiferal biostratigraphy of the south Caribbean region. *Cambridge University Press*, Cambridge, 408 pp.

Bratu, E., 1975. Coupe du Maestrichtien a l'Oligocène inférieure dans le Flysch externe de Cujeș (Bassin de la Bistrița). *14th European Micropaleontological Colloquium*, București, 135–141.

Bratu, E. & Alexandrescu, G., 1970. Date stratigrafice și micropaleontologice asupra stratelor de Hangu și a stratelor de Straja din Valea Bistriței. *Studii Cerc. Geol., Geof., Geogr. Seria Geologie*, 2, tom. **15**: 451-467

Bubík, M., 2006. Preliminary foraminiferal results from the Cretaceous Red Beds of Romanian East Carpathians. *Report on geological research in 2005*, 9-12.

Cetean, C.G., 2009. Cretaceous foraminifera from the southern part of the Eastern Carpathians, between Stoenesti and Cetățeni. Paleocology and biostratigraphy. *Unpublished PhD Thesis*, Universitatea "Babes-Bolyai", 212 pp.

Cetean, C.G, Bălc, R., Kaminski, M.A., & Filipescu, S., 2008. Biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian boundary in the Eastern Carpathians (Dâmbovița Valley): preliminary observations. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia*, **53** (1): 11 – 23.

Cetean, C., Balc, R., Kaminski, M. A. & Filipescu, S., 2011. Integrated biostratigraphy and palaeoenvironments of an upper Santonian – upper Campanian succession from the southern part of the Eastern Carpathians, Romania. *Cretaceous Research* **32**: 575–590.

Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C. & Ctyroka, J., 1998. Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **549**: 1-325.

Costea, I. & Balteș, N., 1962. Corelări stratigrafice pe baza microfosilelor. *Editura Tehnică București*, 263pp.

Dicea, O., 1974. Studiul geologic al regiunii Voroneț - Suha Mică – Platonița. *Studii tehnice și economice., seria J, Stratigrafie*, **11**: 1–143.

Dicea, O. & Dicea, M., 1976. Limita Oligocen – Eocen în flișul extern de la pârâul Larga pe baza nanoplanctonului. *Mine Petrol și Gaze*, **27** (4): 185-188.

Dicea, O. & Dicea, M., 1980. Corelări stratigrafice pe baza nanoplanctonului în flișul extern din Carpații Orientali. *Dări de Seamă ale Institutului Geologic și Geofizic*, **65**: 111–126.

Dumitrescu, I., 1948. La Nappe du Grès de Tarcău la Zone marginale et la Zone néogène, entre Cașin et Putna. *Comptes Rendus des Séances de l'Institut Géologique de Roumanie*, **29**(1940-1941): 84-105.

Dumitrescu, I., 1952. Studiul geologic al regiunii dintre Oituz și Coza. *Anuarul Comitetului Geologic*, **24**: 195-270.

Filipescu, S., Bălc, R., Săsăran, E., Szabo, B., Bercea, R., Iordache, G., Székely, S.F. & Petruța, S., 2009. Date asupra micropaleontologiei și faciesurilor sedimentare din zona Pucioasa (jud. Dâmbovița). In I. Bucur & E. Săsăran (eds.) *Sesiunea de comunicări științifice „I.P. Voitești”*, 4 Decembrie 2009, Cluj-Napoca Program și Abstracte: 2.

Geroch, S. & Nowak, W. 1984. Proposal of zonation for the late Tithonian-late Eocene, based upon arenaceous foraminifera from the outer Carpathians, Poland. In Oertli, H. J., (ed.), *Benthos '83, 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera*, (Pau 1983). Elf Aquitaine, Esso REP, and Total CFP, Pau and Bordeaux, 225-239.

Giusberti, L., Coccioni, R., Srovieri, M. & Tateo, F. 2009. Perturbation at the sea floor during the Paleocene–Eocene thermal maximum: evidence from benthic foraminifera at Contessa road, Italy. *Marine micropaleontology*, **70**: 102–119.

Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.S.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (eds.) – Sea level changes: an integrated approach. *SEPM, Special Publication*, Tulsa, **42**: 72-108.

Hardenbol, J., J. Thierry, M.B. Farley, T. Jacquin, P.C. de Graciansky, & P. Vail, 1998. Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins, in P.C. Graciansky, et al. (eds) *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins: SEPM Special Publication* 60, p. 3-13, charts 1-8.

Ion (Săndulescu), J., 1973. Étude micropaléontologique et stratigraphique du flysch du Crétacé supérieur-Paléocène de la région de Brețcu-Comandău (Secteur intern meridional de la nappe de Tarcău-Carpates Orientales). *Memorii, Institutul Geologic, București*, **17**: 1-52.

Ion, J., 1975a. Microbiostratigraphie, associations et zones a foraminifères du Crétacé du flysch externe des Carpates Orientales (Roumanie). *Revista Española de Micropaleontologia*, **7** (1): 99-111.

Ion, J., 1975b. Zone de foraminifères dans l’Albien – Senonien des Carpates Orientales. *Dări de seamă ale Institutului de Geologie și Geofizică*, **62** (4): 93-120.

Ionesi, L., 1957. Contribuții la studiul Paleogenului din Valea Superioară a Tarcăului. *Analele Științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași*, **III**, extras.

Ionesi, L., 1971. Flișul Paleogen din Bazinul Văii Moldovei. *Editura Academiei Române*, București. 250 pp.

Ionesi, L., 1987. Stade de connaissance de la limite Paléocène – Éocène dans le flysch externe carpathique. *Analele Științifice ale Universității "Al. I. Cuza" Iași*, **33** (2): 41 – 44.

Ionesi, L. & Tocorjescu, M., 1968. Date microfaunistice asupra limitei Cretacic Superior – Paleogen în flișul extern din bazinul Văii Moldovei. *Analele Științifice ale Universității Al. I. Cuza*, **18** (2): 61-68.

Joja, T., 1954. Geological structure of the marginal flysch along Putnișoara Valley and in the lower course of Putna River. *Records of the Geological Committee*, **38**: 183-228.

Joja, Th., Cosma, V. & Dumitrescu, Z., 1963. Horizontality of the external flysch between Suceava and Sucevița and their micropaleontological content. *Assoc. géol. Carpato-Balc., Congr. V*, **3** (1): 221-252.

Juravle, D. T., 2007. Geologia regiunii dintre Valea Sucevei și Valea Putnei (Carpații Orientali). *Casa Editorială Demiurg*, Iași, 319 pp.

Juravle, D. T., Florea, F. F. & Bogatu, L., 2008. The importance of calcareous nannoplankton in establishing lithostratigraphic landmarks in the Eocene column of Tarcau Nappe in the Suceava river basin (Obcina Mare). *Acta Paleontologica Romaniae*, **6**: 145–172.

Kaminski, M.A. & Geroch, S., 1993. A revision of foraminiferal species in the Grzybowski Collection. *In: Kaminski, M.A., Geroch, S. & Kaminski, D. (eds), The Origins of Applied Micropaleontology: The School of Józef Grzybowski*. Grzybowski Foundation Special Publication no. **1**. Alden Press, Oxford, 239-323.

Kaminski, M.A., 2004. 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 D. S., Kuhnt 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*. 547 pp.

Kaminski, M.A., Cetean, C.G., Henderson, A. & Filipescu, S., 2007. On the Cretaceous occurrences of *Ammogloborotalia* ZHENG, 2001 (Foraminifera). *Studia Universitatis "Babeş-Bolyai"*, Geologia, **52**(2): 67-71.

Kennett, J. P. & Srinivasan, M. S., 1983. Neogene planktonic foraminifera: a phylogenetic atlas. *Hutchinson Ross Publishing Company*, 265 pp.

Loeblich, A.R. & Tappan, H. 1987. Foraminiferal Genera and their Classification. *Van Nostrand Reinhold*, New York, **2**, 1182 pg.

Morgiel, J. & Olszewska, B., 1981. Biostratigraphy of the Polish external Carpathians based on agglutinated foraminifera. *Micropaleontology*, **27** (1): 1-24.

Morkhoven, F.P.C.M. van, Berggren, W.A. & Edwards, A.S., 1986. Cenozoic Cosmopolitan Deep-Water Benthic Foraminifera. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Mem. 11. 421 pp.

Neagu, T., Platon E., Dumitrescu G. & Selea A., 1992. The biostratigraphical significance of agglutinated foraminifera in the Eastern Carpathians (Upper Cretaceous). *Analele Universităţii Bucureşti*, **15-16**: 45-49.

Ortiz, N., 1995. Differential patterns of benthic foraminiferal extinctions near the Paleocene/Eocene boundary in the North Atlantic and the western Tethys. *Marine Micropaleontology*, **26**: 341-359.

Pearson, P.N., Olsson, R.K., Huber, B.T., Hemleben, C. & Berggren, W.A., 2006. Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera. *Cushman Foundation Special Publication 41*, 514 pp.

Premoli-Silva, I., Rettori, R. & Verga, D., 2003. Practical Manual of Paleocene and Eocene planktonic Foraminifera. In Rettori, R., Verga, D., (Eds.), *International School on Planktonic Foraminifera, 2° Course: Paleocene and Eocene. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Perugia*, 152 pp.

Premoli-Silva, I. & Sliter, W.V., 2002. Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera. In Premoli Silva, I., Rettori, R., (Eds.), *International School on Planktonic Foraminifera 1° Course: Cretaceous. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Perugia*, 462 pp.

Premoli-Silva, I. & Verga, D., 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic

Foraminifera. In Premoli Silva, I., Rettori, R., (Eds.), *International School on Planktonic Foraminifera 3^o Course: Cretaceous. Tipografia Pontefelcino, Perugia*, 283 pp.

Puglisi, D., Bădescu, D., Carbone, S., Corso, S., Franchi, R., Gigliuto, L.G., Loiacono, F., Miclăuș, C. & Moretti, E., 2006. Stratigraphy, petrography and palaeogeographic significance of the Early Oligocene “menilite facies” of the Tarcau Nappe (Eastern Carpathians, Romania). *Acta Geologica Polonica*, **56**(1): 105-120.

Săndulescu, M., 1984. Geotectonica României. *Editura Tehnică*, București. 334 pp.

Săndulescu, M., Ștefănescu, M., Butac, A., Pătruț, I. & Zaharescu, P., 1981. Genetical and Structural Relations between Flysch and Molasse (The East Carpathians Model): *Guide to Excursion A5, Carpatho-Balkan Geological Association XIIth Congress, Bucharest - Romania 1981. Guidebook Series of the Geological Institute of Romania*, **19**: 3-96.

Săndulescu, M., Micu, M. & Bratu, E., 1987. Stratigraphy of the Eocene Flysch formations of the East Carpathians. In: Petrescu, I., Ghergari, L., Mészáros, N., Nicorici, E. (Eds.), *The Eocene from the Transylvanian Basin, Romania. Geological Formations of Transylvania*, Romania 1, Cluj-Napoca, Romania, 159-164.

Săndulescu, M. & Micu, M., 1989. Oligocene paleogeography of the East Carpathians. In I. Petrescu et al., (eds.) *The Oligocene from the Transylvanian Basin*, Romania, University of Cluj-Napoca, Geology-Mineralogy Department Special Issue, **2**: 79-86.

Săndulescu, M. & Dimitrescu, R., 2004. Geological structure of the Romanian Carpathians, *32nd International Geological Congress, Florence, Italy, August 20-28, 2004*. 52 pp.

Szabo, B., 2012. Reconstituirea condițiilor de paleomediul marin din zona de tranziție de la Paleogen la Neogen din extremitatea sudică a Pânzei de Tarcău (Carpații Orientali) pe baza asociațiilor de foraminifere fosile. *Unpublished PhD Thesis*, Universitatea “Babes-Bolyai”, 182 pp.

Szabo, B., Bercea, R., Iordache, G., Székely, S.F., Petruța, S., Filipescu, S., Săsăran, E. & Bălc, R., 2010. New data on the sedimentary facies and micropaleontology from Pucioasa (Dâmbovița District). In A. Ricu et al., (eds.) *Ist*

International Geosciences Student Conference, 22-24 April 2010, Bucharest-Romania, Abstracts Kitt: 149.

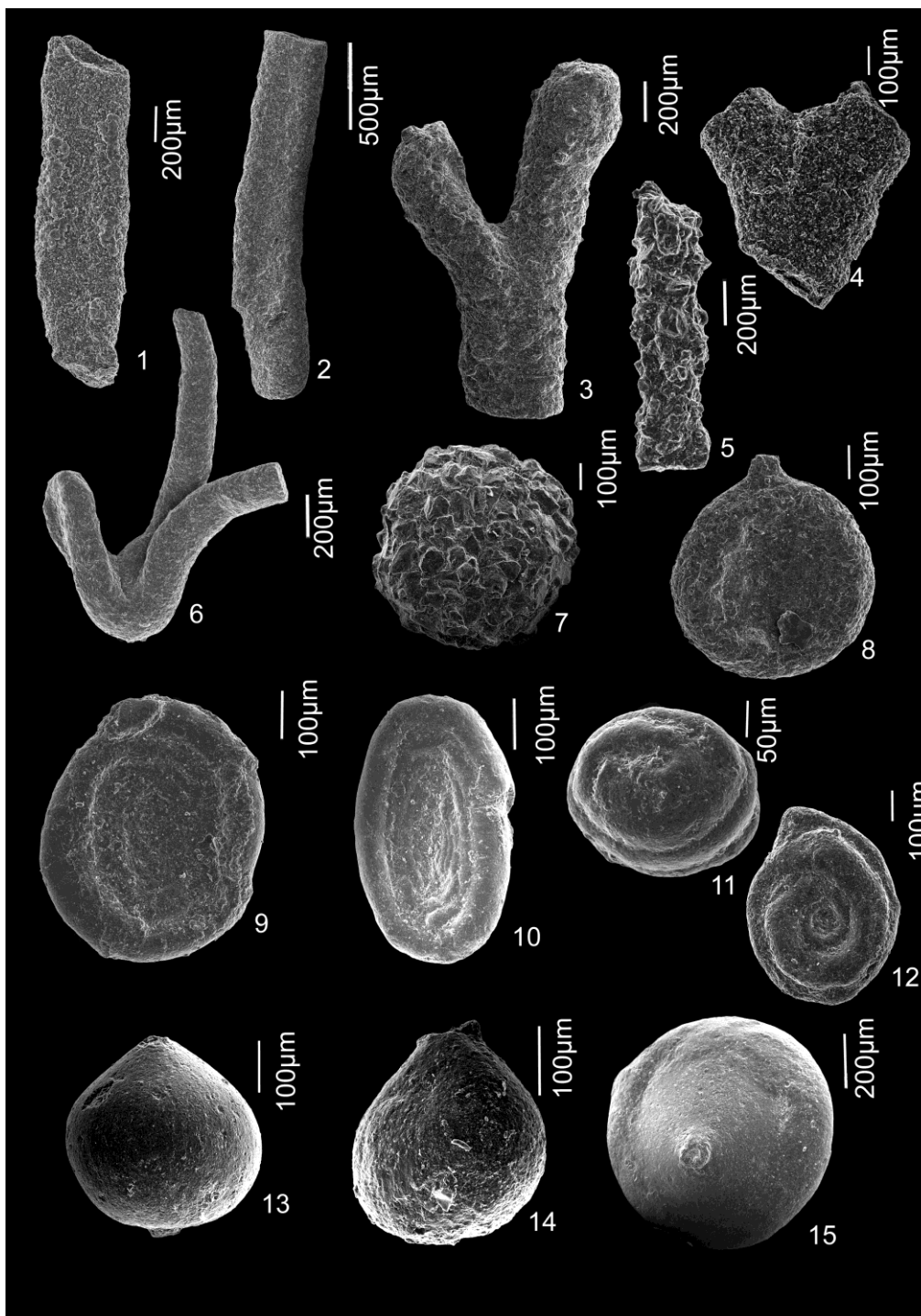
Szabo, B. & Filipescu, S., 2010. Studiul biostratigrafic și paleoecologic al asociațiilor micropaleontologice din Formațiunea de Pucioasa (Carpații Orientali, România). In S., Filipescu & I. Bucur, (eds.) *Sesiunea Științifică Anuală "Ion Popescu Voitești"*, 26 noiembrie 2010, Cluj-Napoca, Program și Abstracte: 63.

Szabo, B. & Filipescu, S., 2011. Paleogene agglutinated foraminifera from the southern part of the Eastern Carpathian Foredeep (Pucioasa section, Romania). In Bak, M., Kaminski, M.A., & Waskowska, A. (eds.). *Integrating Microfossil Records from the Oceans and Epicontinental Seas. Grzybowski Foundation Special Publication*, 17: 131.

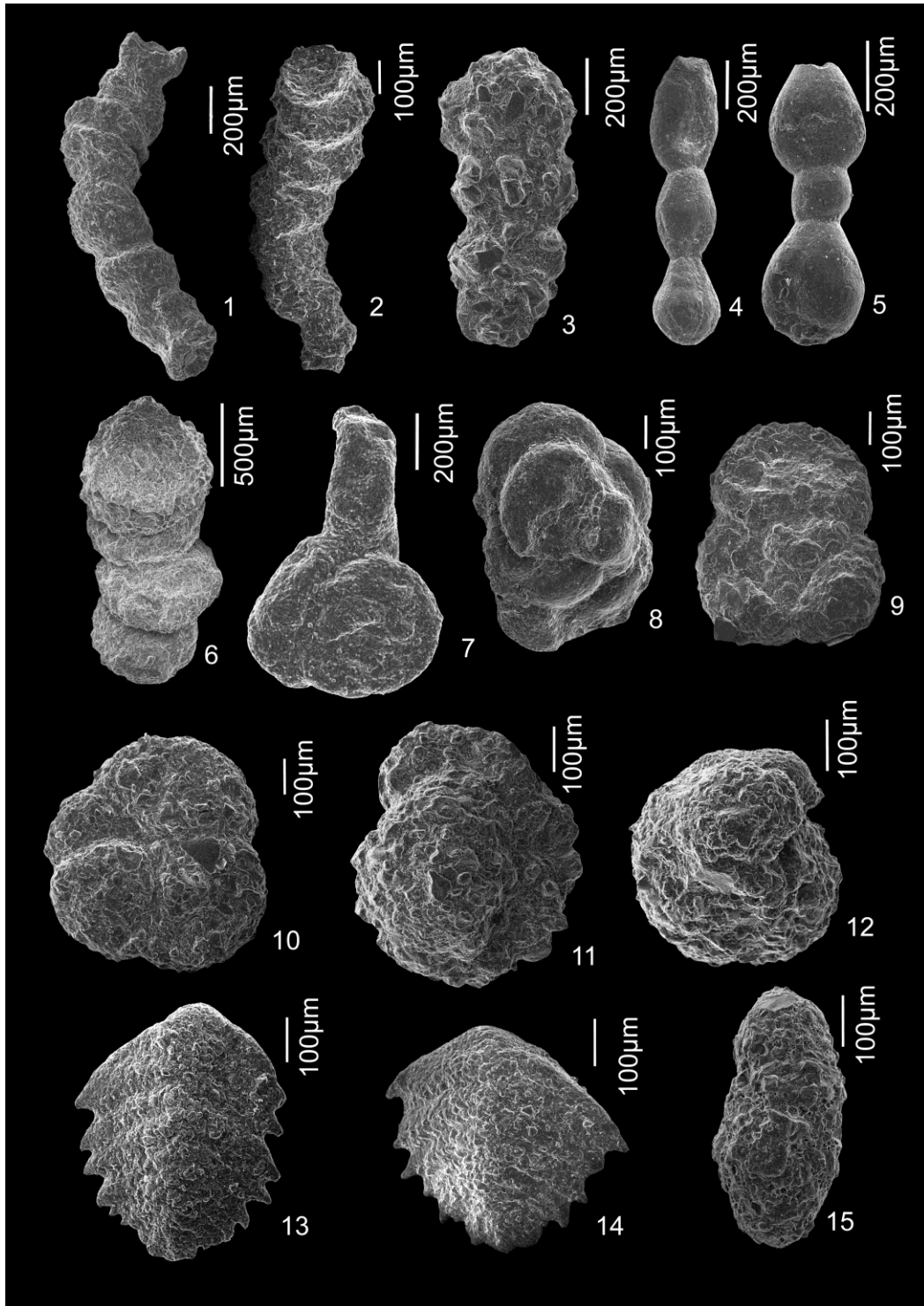
Szabo, B., Bercea, R., Balázs, Z. & Filipescu, S., 2011. Paleoenvironmental changes along the Oligocene – Miocene transition in Gura Viteoarei section (Prahova District, Romania), based on foraminifera assemblages. In Z. Csiki (ed.) *Eight Romanian Symposium on Paleontology, Bucharest, 29-30 September 2011, Abstract Book*: 112.

Tocorjescu, M., 1954. Studiul Globotruncanelor din Cretacicul superior din zona Flișului. *Dări de Seamă ale Comitetului Geologic București*, **38**: 215 – 228.

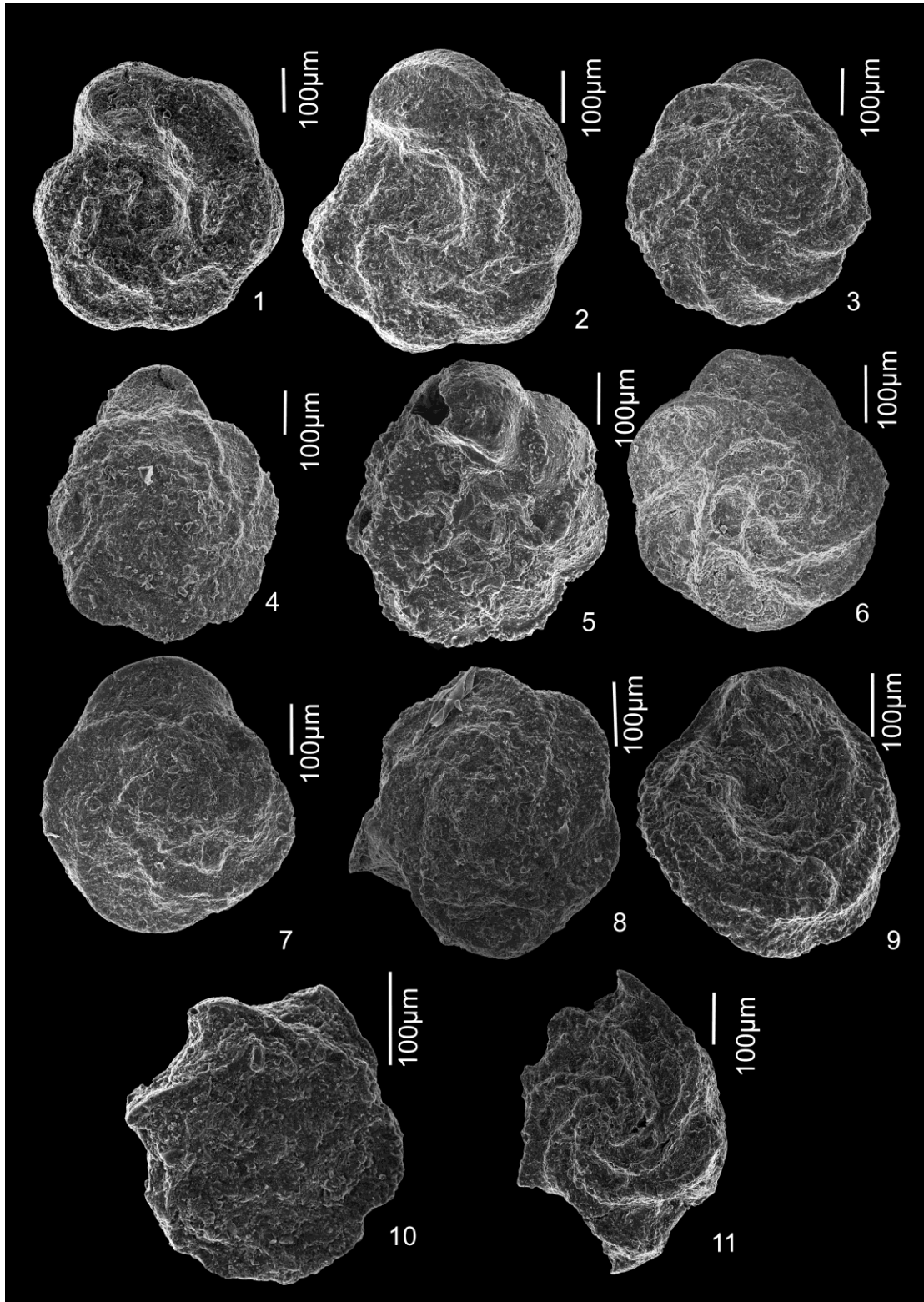
PLANȘA (Selectiv)



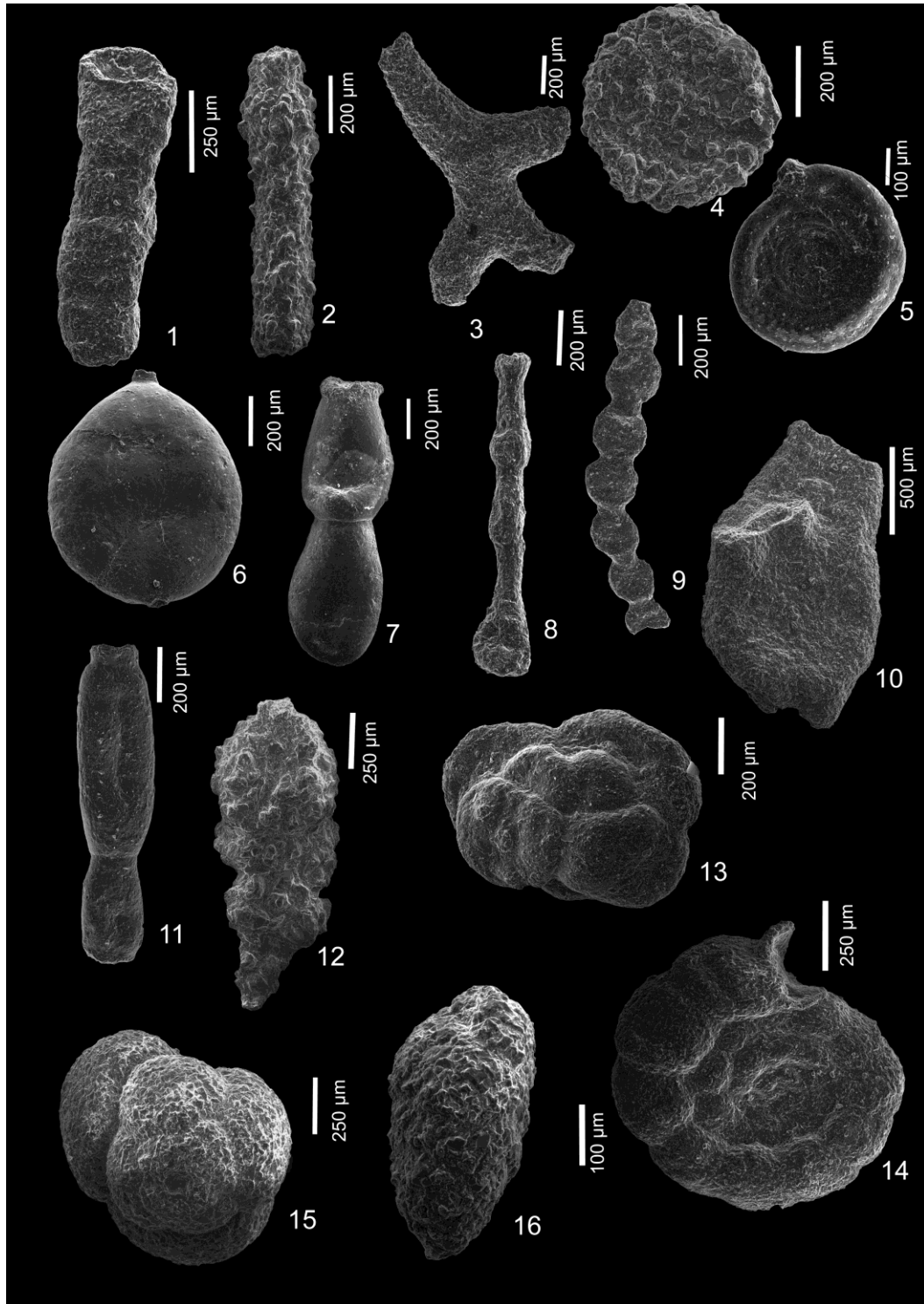
PLANȘA 1. Foraminifere aglutinate de la Valea Sucevei 1:1 – *Bathysiphon* sp. – proba 2; 2 – *Nothia excelsa* (Grzybowski) – proba 2; 3 – *Nothia excelsa* (Grzybowski) – proba 5; 4 – *Nothia excelsa* (Grzybowski) – proba 7; 5 – *Rhabdammina* sp. – proba 14; 6 – *Rhizammina* sp. – proba 23; 7 – *Psammosphaera irregularis* (Grzybowski) – proba 6; 8 – *Placentammina placenta* (Grzybowski) – proba 10; 9 – *Ammodiscus cretaceus* (Reuss) – proba 4; 10 – *Ammodiscus peruvianus* Berry – proba 7; 11 – *Glomospira gordialis* (Jones & Parker) – proba 17; 12 – *Glomospira* sp. – proba 14; 13 – *Caudammina ovula* (Grzybowski) – proba 13; 14 – *Caudammina ovula* (Grzybowski) – proba 19; 15 – *Caudammina ovulum gigantea* (Geroch) – proba 15.



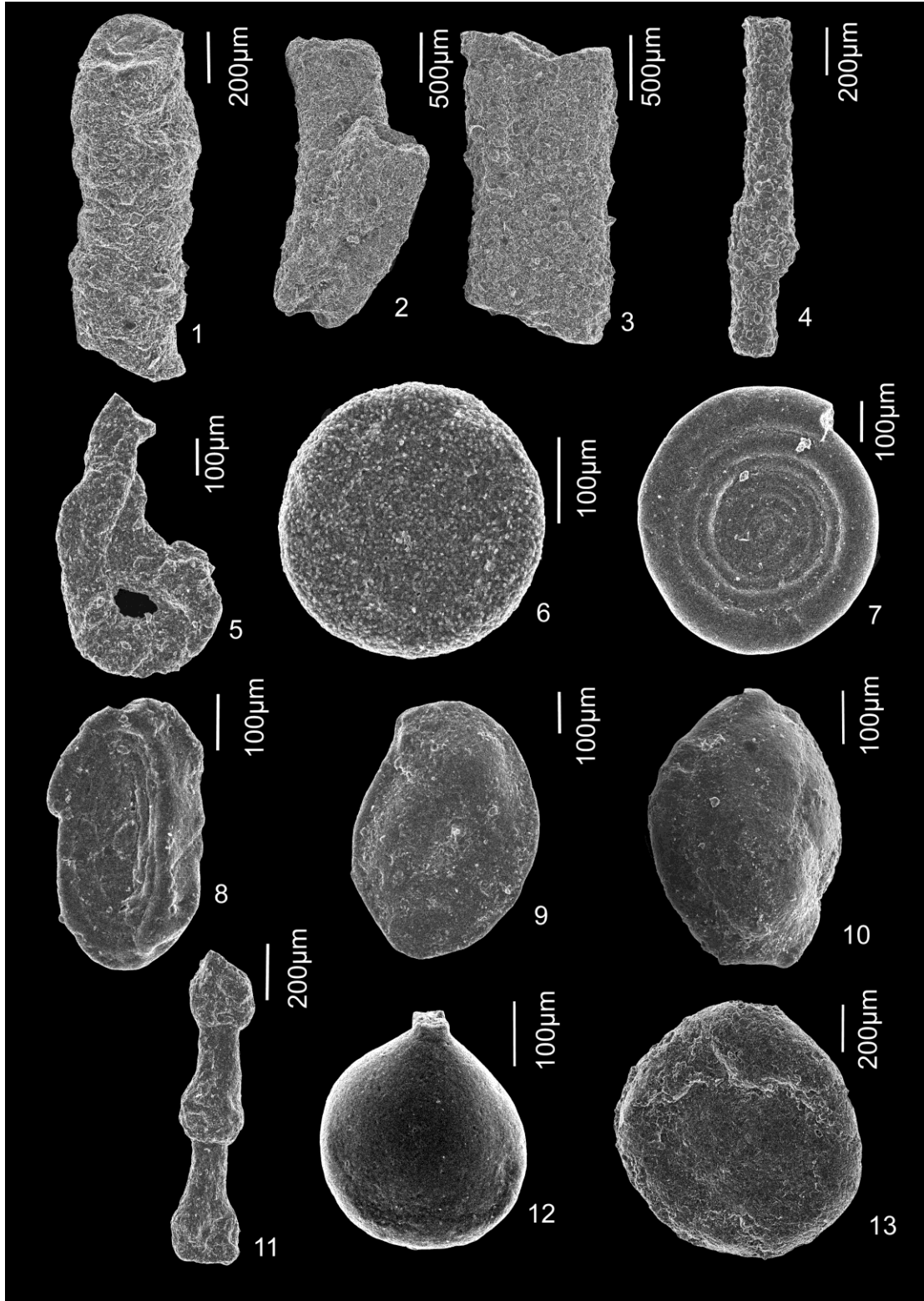
PLANŞA 2. Foraminifere aglutinate de la Valea Sucevei 1: 1 – *Subreophax scalaris* (Grzybowski) – proba 3; 2 – *Subreophax scalaris* (Grzybowski) – proba 23; 3 – *Reophax globosus* Sliter – proba 1; 4 – *Hormosina velascoensis* (Cushman) – proba 2; 5 – *Hormosina velascoensis* (Cushman) - proba 17; 6 – *Hormosina trinitatensis* Cushman & Renz – proba 4; 7 – *Lituotuba lituiformis* (Brady) – proba 21; 8 – *Paratrochamminoides acervulatus* (Grzybowski) – proba 13; 9 – *Trochamminoides variolarius* (Grzybowski) – proba 8; 10 – *Haplophragmoides kirki* Wickenden – proba 1; 11 – *Recurvoides anormis* Mjatluk – proba 5; 12 – *Recurvoides anormis* Mjatluk – proba 8; 13 – *Spiroplectinella dentata* (Alth) – proba 6; 14 - *Spiroplectinella dentata* (Alth) - proba 21; 15 – *Karrerulina* sp. – proba 17.



PLANŞA 3. Foraminifere planctonice de la Valea Sucevei 1: 1 – *Globotruncana ventricosa* White – proba 1; 2 – *Globotruncana ventricosa* White – proba 3; 3 – *Globotruncana ventricosa* White – proba 4; 4 – *Globotruncana ventricosa* White – proba 8; 5 – *Globotruncana arca* (Cushman) – proba 11; 6 – *Globotruncanita elevata* (Brotzen) – proba 1; 7 – *Globotruncanita elevata* (Brotzen) – proba 1; 8 – *Globotruncanita elevata* (Brotzen) – proba 4; 9 – *Globotruncana* sp. – proba 4; 10 – *Globotruncana* sp. – proba 5; 11 – *Radotruncana calcarata* (Cushman) – proba 4.

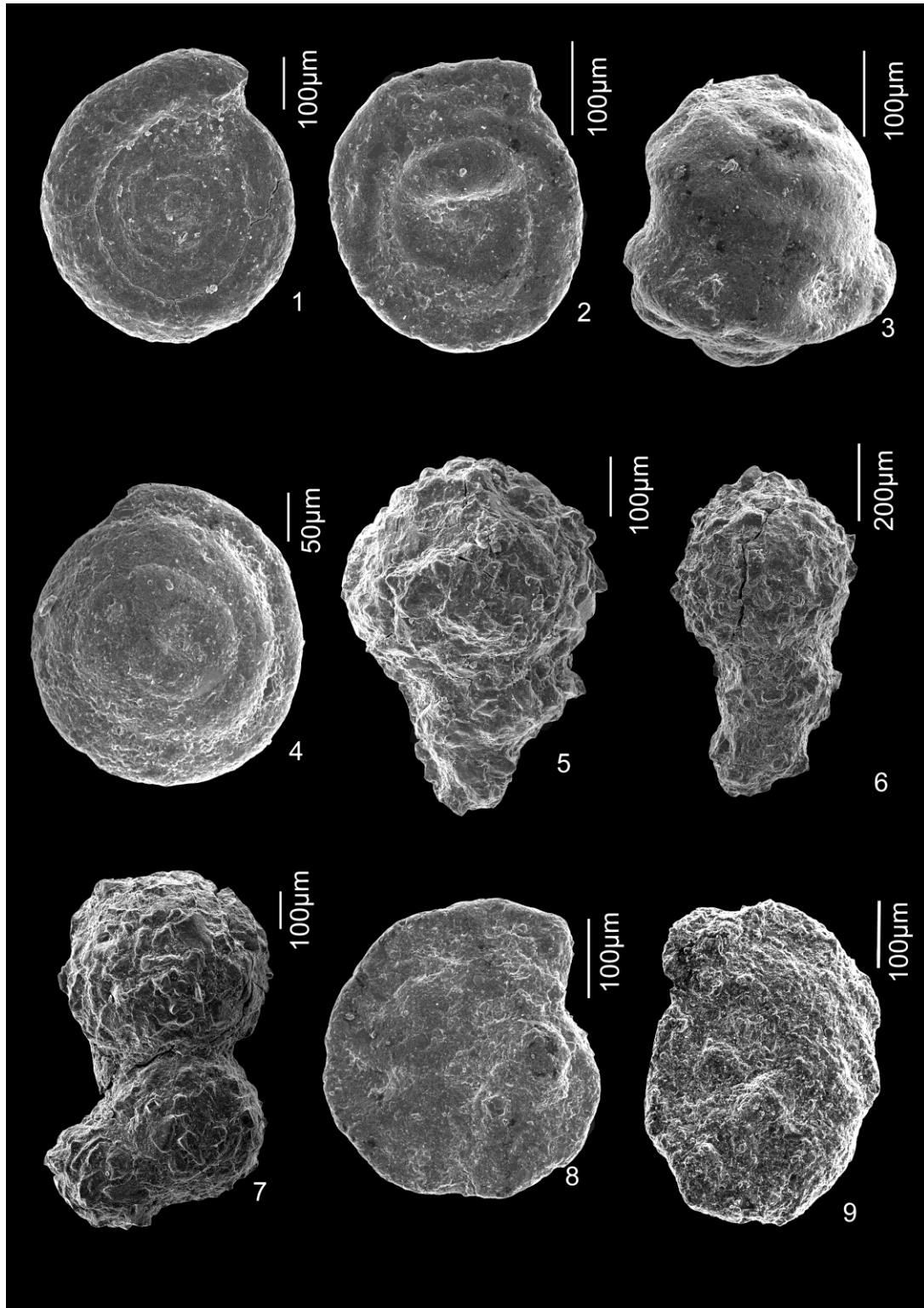


PLANŞA 4. Foraminifere aglutinante de la Valea Brodinei 2: 1 – *Bathysiphon* sp. – proba 9; 2 – *Psammosiphonella discreta* (Brady) – proba 10; 3 – *Rhabdammina abyssorum* Sars – proba 6; 4 – *Psammosphaera irregularis* (Grzybowski) – proba 5; 5 – *Ammodiscus* sp. – proba 1; 6 – *Caudammina ovulum gigantea* (Geroch) – proba 6; 7 – *Caudammina ovuloides* (Grzybowski) – proba 8; 8 – *Caudammina excelsa* (Dyląganka) – proba 4; 9 – *Hormosinelloides gutifer* (Brady) – proba 7; 10 – *Aschemocella carphatica* (Neagu) – proba 6; 11 – *Kalamopsis grzybowski* (Dyląganka) – proba 4; 12 – *Reophax globosus* Sliter – proba 2; 13 – *Trochamminoides subcoronatus* (Grzybowski) – proba 10; 14 – *Trochamminoides proteus* (Karrer) – proba 7; 15 – *Conotrochammina voerigensis* Gradstein & Kaminski – proba 9; 16 – *Karrerulina* sp. – proba 10.

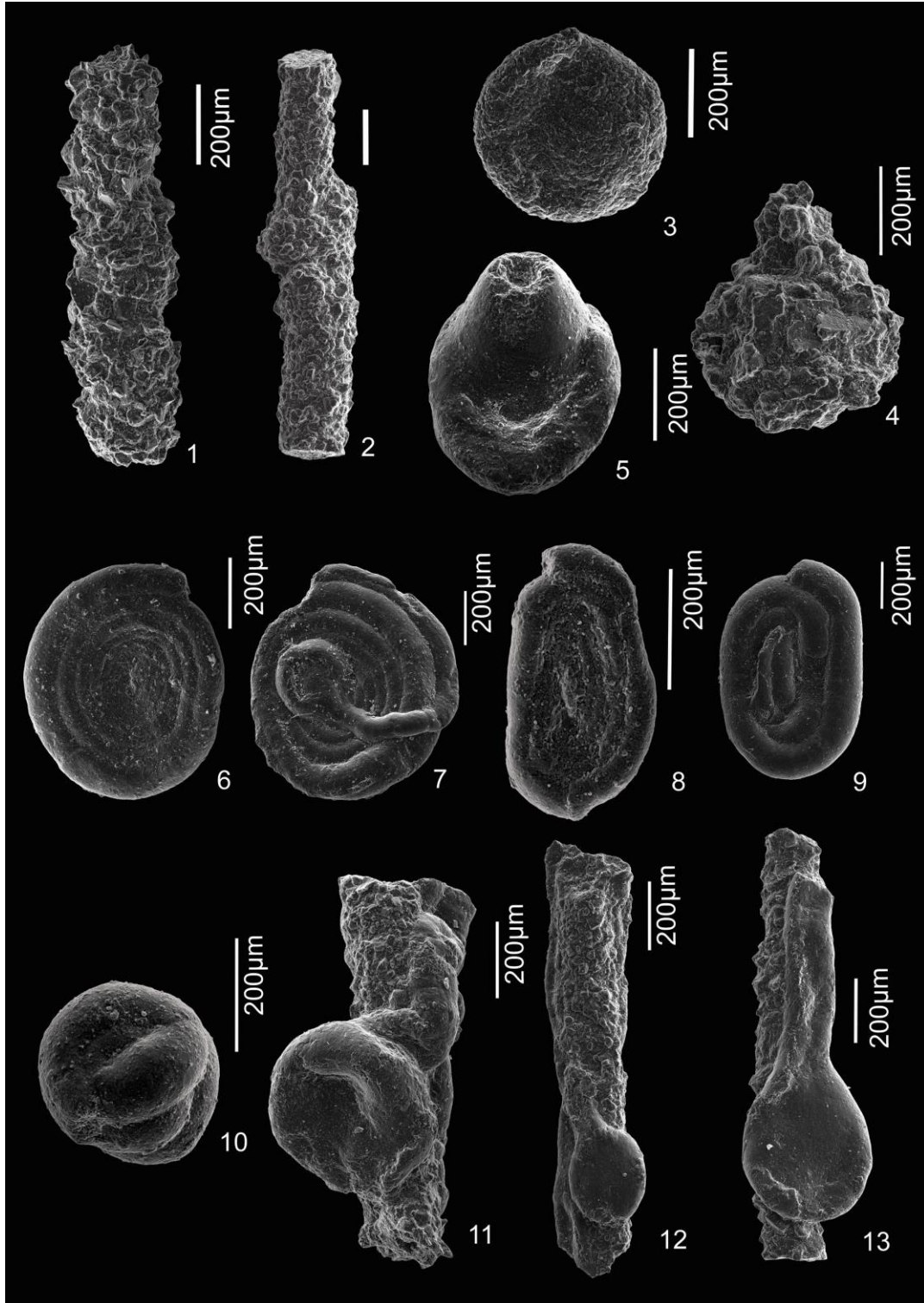


PLANŞA 5. Foraminifere aglutinate de la Valea Putnei (Cretacic superior):

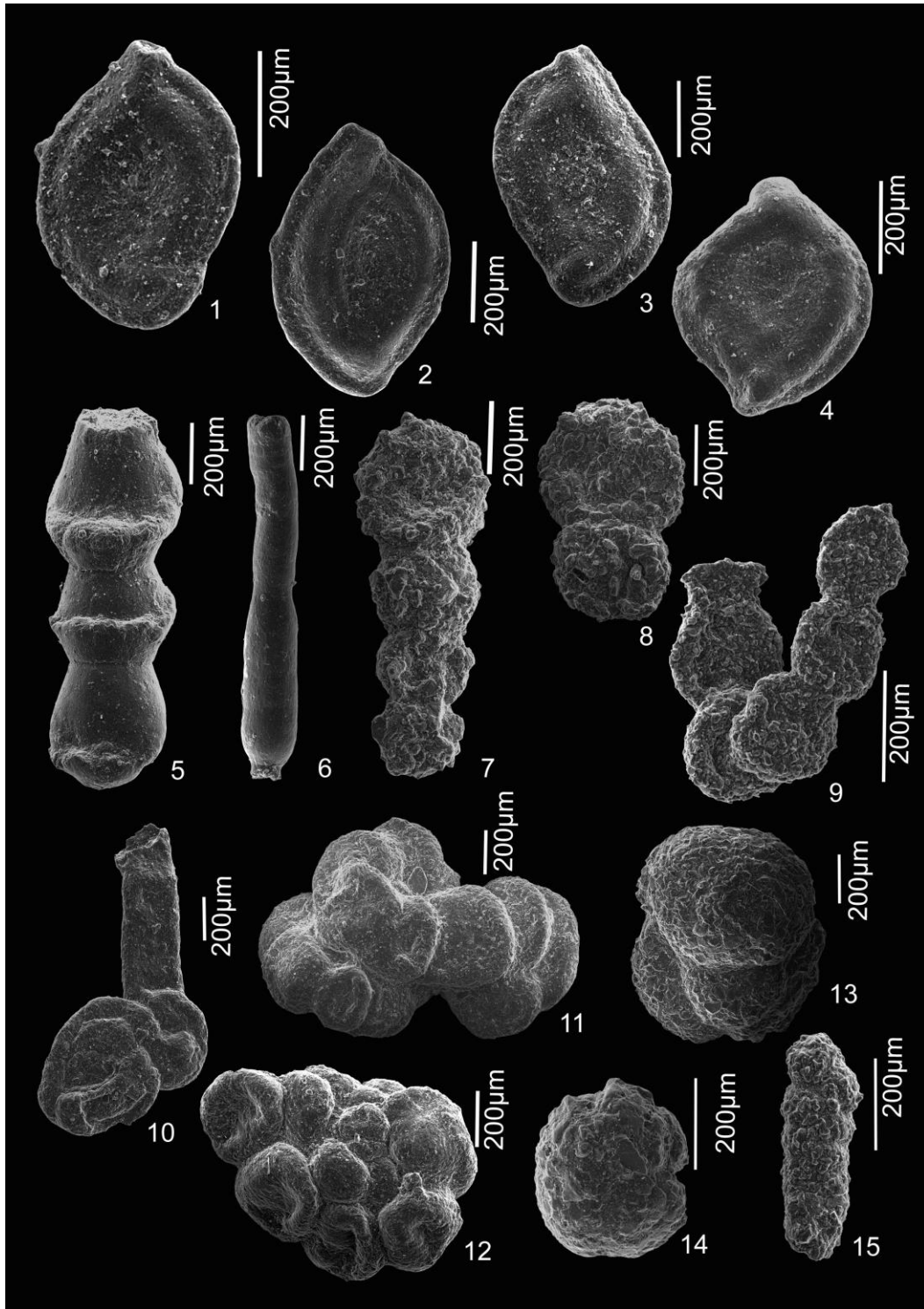
1 – *Bathysiphon* sp. – proba 6; 2 – *Nothia robusta* (Grzybowski) – proba 2; 3 – *Nothia latissima* (Grzybowski) – proba 3; 4 – *Rhabdammina linearis* Brady – proba 16; 5 – *Rhizammina* sp. – proba 6; 6 – *Placentammina placenta* (Grzybowski) – proba 9; 7 – *Ammodiscus cretaceus* (Reuss) – proba 33; 8 – *Ammodiscus peruvianus* Berry – proba 22; 9 – *Rzehakina inclusa* (Grzybowski) – proba 26; 10 – *Rzehakina inclusa* (Grzybowski) – proba 27; 11 – *Caudammina excelsa* (Dyląganka) – proba 30; 12 – *Caudammina ovula* (Grzybowski) – proba 24; 13 – *Caudammina ovulum gigantea* (Geroch) – proba 3.



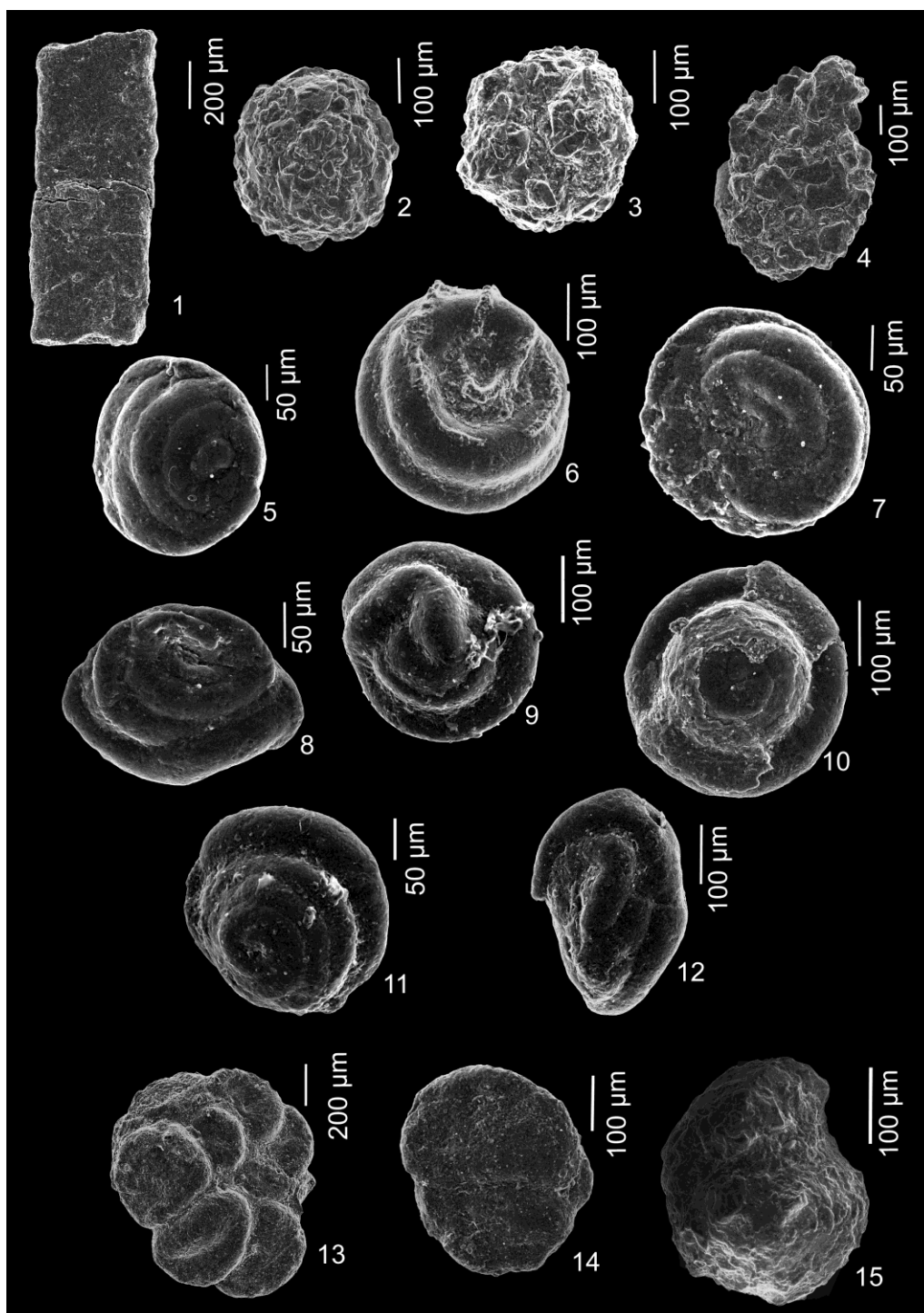
PLANŞA 6. Foraminifere aglutinante de la Valea Putnei (Eocen): 1 – *Ammodiscus latus* Grzybowski – proba 61; 2 – *Ammodiscus penny* Cushman & Jarvis – proba 57; 3 – *Glomospira charoides* (Jones & Parker) – proba 51; 4 – *Glomospira charoides* (Jones & Parker) – proba 51; 5 – *Saccamminoides carpathicus* Geroch – proba 54; 6 – *Reophax pilulifer* Brady – proba 54; 7 – *Reophax pilulifer* Brady – proba 58; 8 – *Haplophragmoides excavatus* Cushman & Waters – proba 51; 9 – *Trochamminoides subcoronatus* (Grzybowski) – proba 52.



PLANŞA 7. Foraminifere aglutinante de la Valea Suha: 1 – *Rhabdammina* sp. – proba 4; 2 – *Rhabdammina linearis* Brady – proba 6; 3 – *Placentammina placenta* (Grzybowski) – proba 1; 4 – *Saccammina grzybowskii* (Schubert) – proba 11; 5 – *Hyperammina dilatata* Grzybowski – proba 2; 6 – *Ammodiscus cretaceus* (Reuss) – proba 10; 7 – *Ammolagena clavata* Jones & Parker fixată pe *Ammodiscus* sp. – proba 9; 8 – *Ammodiscus peruvianus* Berry – proba 5; 9 – *Annectina grzybowskii* (Jurkiewicz) – proba 7; 10 – *Glomospira* sp. – proba 6; 11 – *Ammolagena clavata* Jones & Parker fixată pe *Rhabdammina* sp. – proba 5; 12 – *Ammolagena clavata* Jones & Parker fixată pe *Psammosiphonella* sp. – proba 6; 13 – *Ammolagena clavata* Jones & Parker fixată pe *Psammosiphonella* sp. – proba 15.

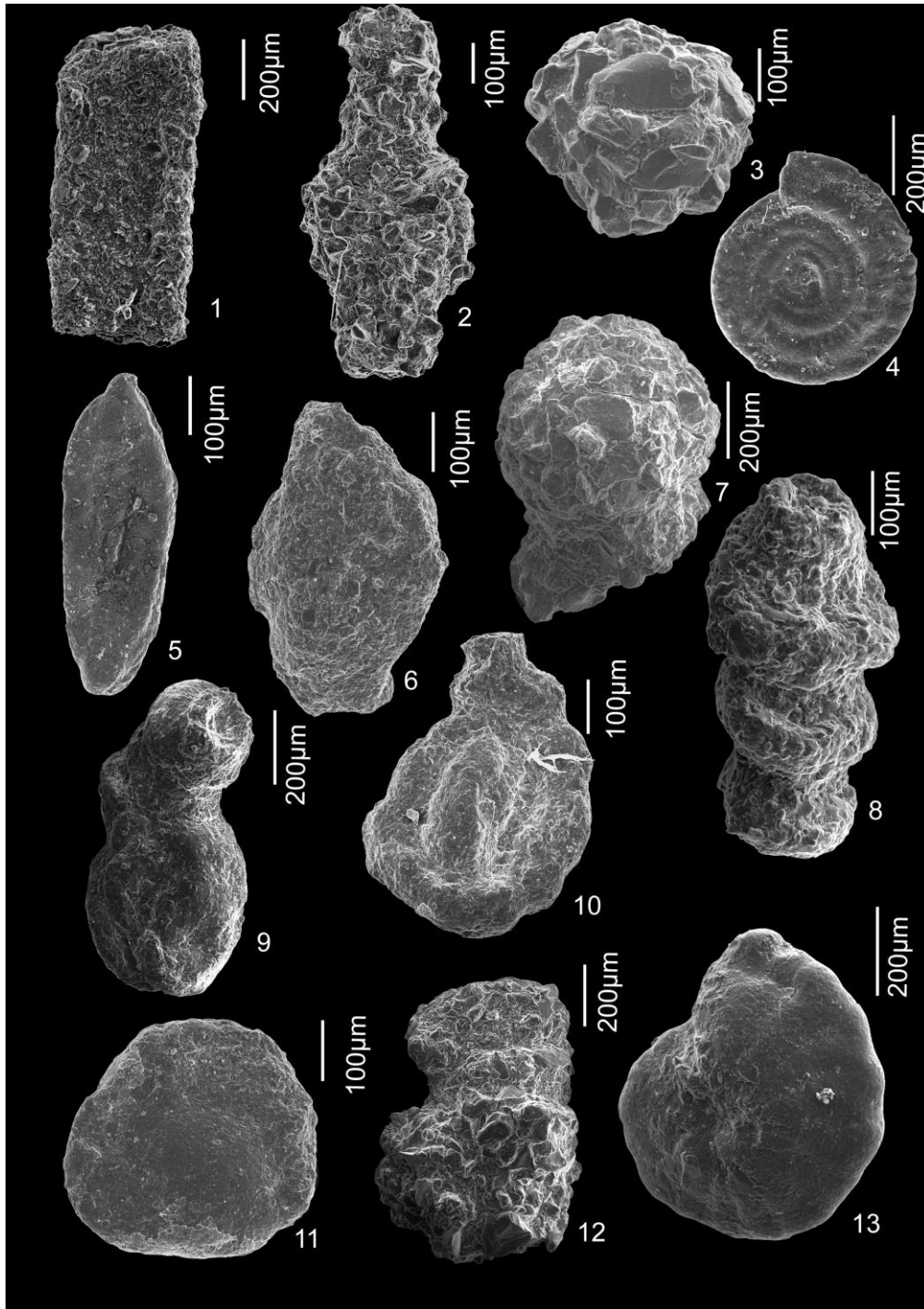


PLANŞA 8. Foraminifere aglutinante de la Valea Suha. 1 – *Rzehakina fissistomata* (Grzybowski) – proba 1; 2 – *Rzehakina fissistomata* (Grzybowski) – proba 2; 3 – *Rzehakina fissistomata* (Grzybowski) – proba 4; 4 – *Rzehakina fissistomata* (Grzybowski) – proba 9; 5 – *Hormosina velascoensis* (Cushman) – proba 10; 6 – *Kalamopsis grzybowski* (Dyląganka) – proba 17; 7 – *Reophax globosus* Sliter – proba 5; 8 – *Reophax duplex* Grzybowski – proba 15 ; 9 – *Subreophax scalaris* (Grzybowski) – proba 14; 10 – *Lituotuba lituiformis* (Brady) – proba 15; 11 – *Paratrochamminoides mitratus* (Grzybowski) – proba 7; 12 – *Paratrochamminoides deflexiformis* (Noth) – proba 2; 13 – *Trochamminoides variolarius* (Grzybowski) – proba 9; 14 – *Recurvoides* sp. – proba 7; 15 – *Karrerulina conversa* (Grzybowski) – proba 11

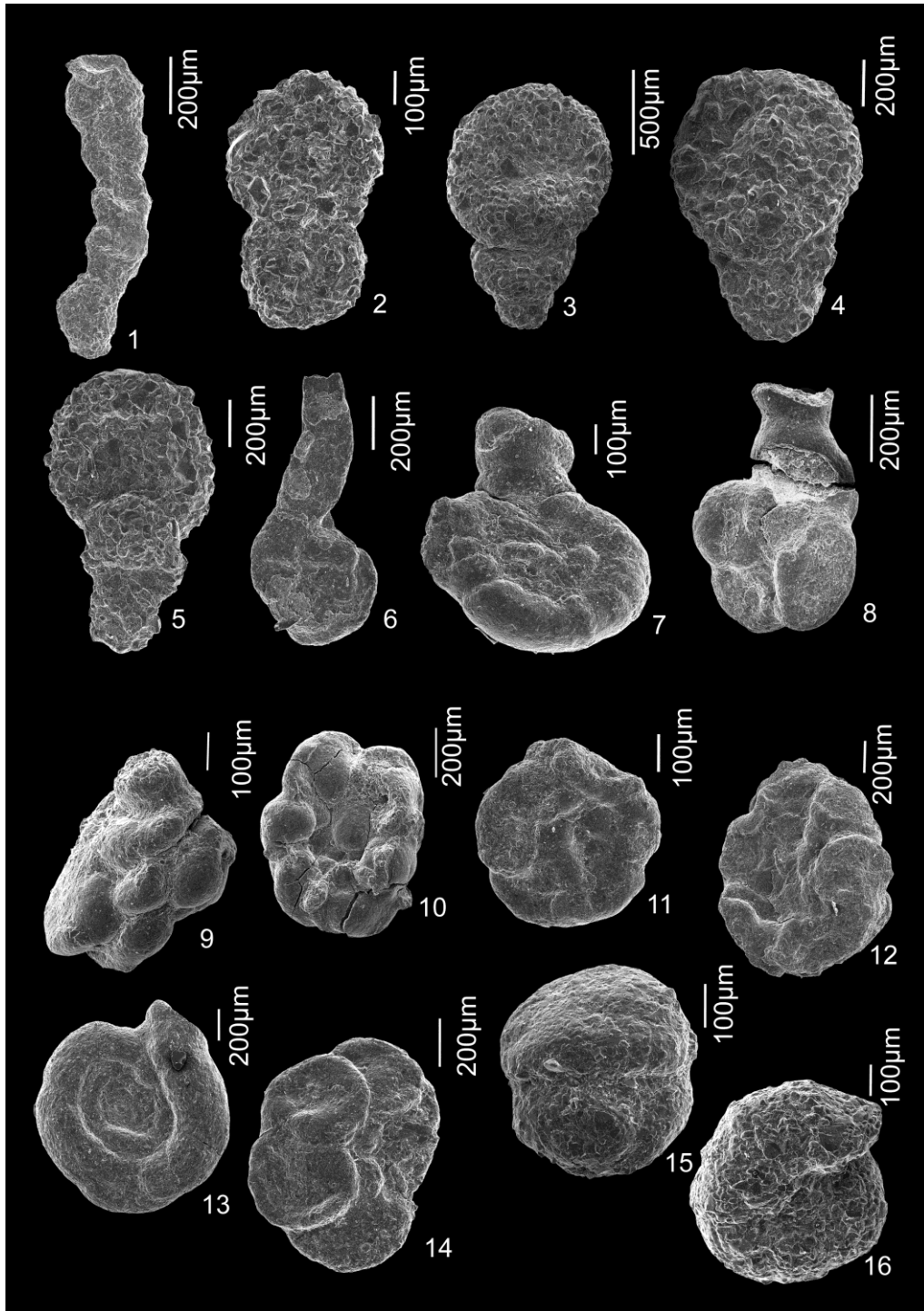


PLANŞA 9. Foraminifere aglutinate de la Straja Vest și Valea Brodinei 1:

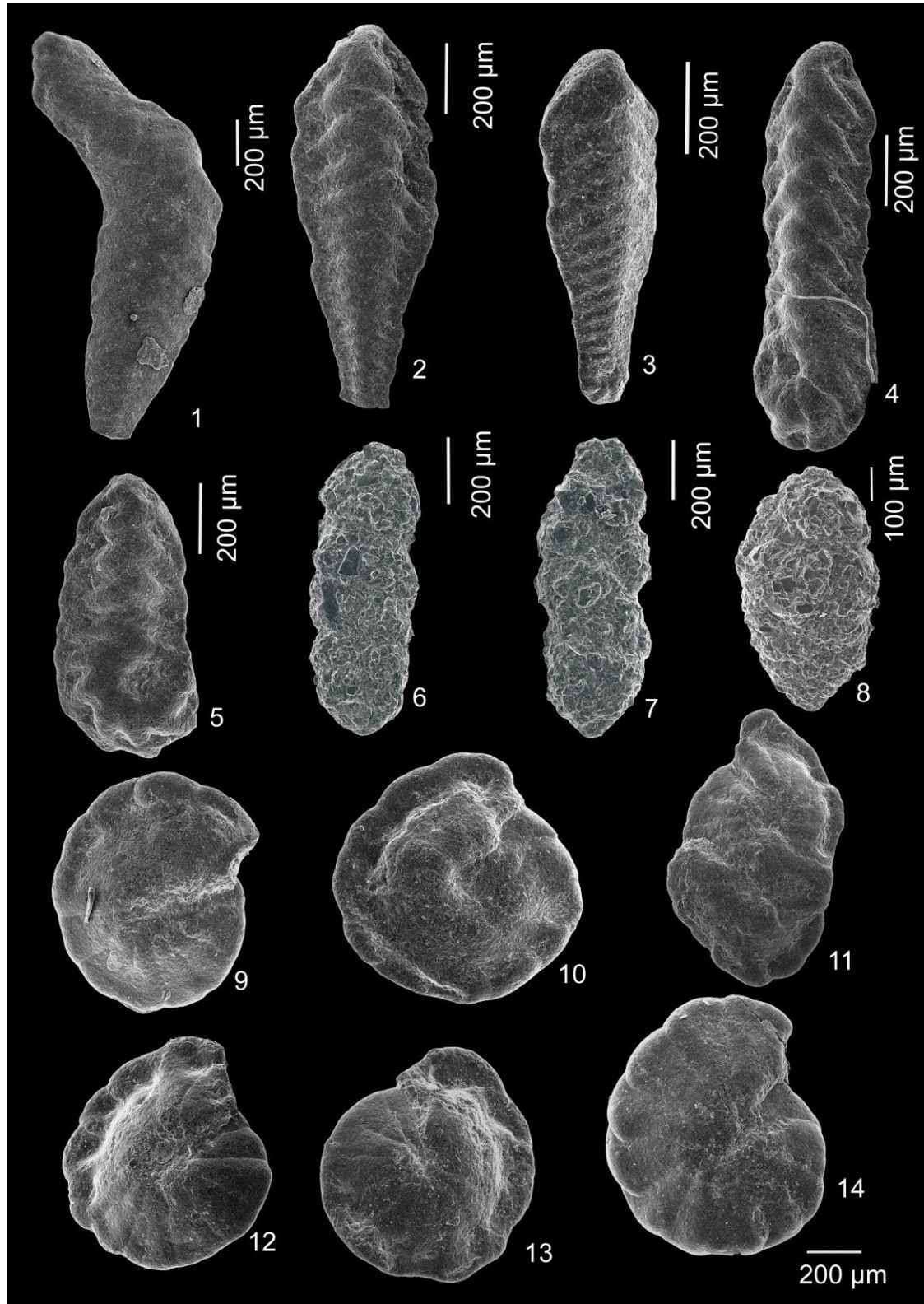
1 – *Nothia* sp. (Straja) – proba 1; 2 – *Psammospaera irregularis* (Grzybowski) (Straja) – proba 1; 3 – *Psammospaera fusca* Schultze (Straja) – proba 1; 4 – *Saccamina grzybowskii* (Schubert) (Straja) – proba 1; 5 – *Glomospira diffundens* Cushman & Renz (Straja) – proba 1; 6 – *Glomospira gordialis* (Jones & Parker) (Straja) – proba 1; 7 – *Glomospira gordialis* (Jones & Parker) (Straja) – proba 1; 8 – *Glomospira gordialis* (Jones & Parker) (Straja) – proba 1; 9 – *Glomospira gordialis* (Jones & Parker) (Valea Brodinei 1) – proba 2; 10 – *Glomospira charoides* (Jones & Parker) (Straja) – proba 1; 11 – *Glomospira charoides* (Jones & Parker) (Valea Brodinei 1) – proba 3; 12 – *Glomospira serpens* (Grzybowski) (Straja) – proba 1; 13 – *Trochamminoides subcoronatus* (Grzybowski) (Straja) – proba 1; 14 – *Ammosphaeroidina pseudopauciloculata* (Mjatliuk) (Valea Brodinei 1) – proba 4; 15 – *Recurvoides* sp. (Valea Brodinei 1) – proba 5



PLANŞA 10. Foraminifere aglutinante de la Valea Brodinei 3, Valea Brodinei 6 și Voroneț. 1 – *Nothia excelsa* (Grzybowski) (Valea Brodinei 3) – proba 8; 2 – *Rhabdammina linearis* Brady (Valea Brodinei 3) – proba 12; 3 – *Psammosphaera fusca* Schultze (Valea Brodinei 6) – proba 1; 4 – *Ammodiscus tenuissimus* Grzybowski (Valea Brodinei 6) – proba 2; 5 – *Psamminopelta gradsteini* (Matsunaga) (Valea Brodinei 3) – proba 12; 6 – *Reophanus berggreni* Gradstein & Kaminski (Valea Brodinei 3) – proba 9; 7 – *Saccamminoides carpathicus* Geroch (Voroneț) – proba 1; 8 – *Hormosina velascoensis* (Cushman) (Voroneț) – proba 1; 9 – *Paratrochamminoides heteromorphus* (Grzybowski) (Valea Brodinei) – proba 13; 10 – *Trochamminoides grzybowskii* Kaminski & Geroch (Voroneț) – proba 1; 11 – *Praesphaerammina subgaleata* (Vašiček) (Voroneț) – proba 2; 12 – *Ammobaculites agglutinans* (d'Orbigny) (Valea Brodinei 3) – proba 7; 13 – *Reticulophragmium amplexans* (Grzybowski) - (Voroneț) – proba 1.



PLANŞA 11 Foraminifere aglutinate de la Valea Sucevei 3: 1 – *Subreophax scalaris* (Grzybowski) – proba 31; 2 – *Reophax duplex* Grzybowski – proba 22; 3 – *Hormosina trinitatensis* Cushman & Renz – proba 25; 4 – *Hormosina trinitatensis* Cushman & Renz – proba 27; 5 – *Hormosina trinitatensis* Cushman & Renz – 29; 6 – *Lituotuba lituiformis* (Brady) – proba 31; 7 – *Paratrochamminoides heteromorphus* (Grzybowski) – proba 10; 8 – *Paratrochamminoides heteromorphus* (Grzybowski) – proba 13; 9 – *Paratrochamminoides acervulatus* (Grzybowski) – proba 10; 10 – *Paratrochamminoides acervulatus* (Grzybowski) – proba 11; 11 – *Paratrochamminoides* sp. 1 – proba 2; 12 – *Paratrochamminoides* sp. 2 – proba 10; 13 – *Trochamminoides* sp. – proba 9; 14 – *Trochamminoides subcoronatus* (Grzybowski) – proba 10; 15 – *Praesphaerammina subgaleata* (Vašiček) – proba 6; 16 – *Recurvoides* sp. – proba 5.



PLANȘA 12. Foraminifere aglutinante de la Valea Sucevei 3: 1-5 – *Spiroplectammina spectabilis* (Grzybowski) – proba 25; 6 – *Karrerulina horrida* (Mjatliuk) – proba 20; 7 – *Karrerulina horrida* (Mjatliuk) – proba 29; 8 – *Karrerulina coniformis* (Grzybowski) – proba 35; 9 - 14 – *Reticulophragmium amplexens* (Grzybowski) – proba 24.

PLANȘA 13

Nannofosile calcareoase de la Valea Sucevei 1 (după Bindiu et al., 2013 – planșa și explicațiile-Bălc Ramona)

1. *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina
2. *Biscutum constans* (Górka)
3. *Biscutum magnum* Wind & Wise
4. *Broinsonia parca constricta* Hattner
5. *Broinsonia parca parca* (Stradner)
6. *Broinsonia parca expansa* Wise & Watkins
7. *Broinsonia signata* (Noël)
8. *Calculites obscurus* (Deflandre)
9. *Ceratolithoides aculeus* (Stradner)
10. *Ceratolithoides prominens* Burnett
11. *Ceratolithoides sesquipedalis* Burnett
12. *Cribracorona gallica* (Stradner)
13. *Cribrospheraella ehrenbergii* (Arkhangelsky)
14. *Cylindralithus* sp.
15. *Discorhabdus ignotus* (Górka)
16. *Eiffelithus eximius* (Stover)
17. *Eiffelithus turriseiffelii* (Deflandre)
18. *Gartnerago segmentatum* (Stover)
19. *Helicolithus anceps* (Górka)
20. *Kamptnerius magnificus* Deflandre
21. *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt
22. *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre)
23. *Microrhabdulus* sp.
24. *Micula staurophora* (Gardet)
25. *Monomarginatus quaternarius* Wind & Wise
26. *Orastrum campanensis* (Cepek)
27. *Placozygus fibuliformis* (Reinhardt)
28. *Prediscosphaera arkhangelskyi* (Reinhardt)
29. *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky)
30. *Prediscosphaera grandis* Perch-Nielsen
31. *Prediscosphaera stoveru* (Perch-Nielsen)
32. *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini)
33. *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre)
34. *Tranolithus* sp.
35. *Uniplanarius sissinghii* Perch-Nielsen
36. *Uniplanarius trifidus* (Stradner)
37. *Watznaueria barnesiae* (Black)
38. *Watznaueria britannica* (Stradner)
39. *Zeugrhabdotus bicrescenticus* (Stover)
40. *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre)

