



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI  
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI  
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



Fondul Social European  
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



OIPOSDRU

MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
CERCETĂRII  
TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI  
CLUJ-NAPOCA



DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE  
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI

**UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA**

**FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE**

**DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE**

**STUDIUL BIOSTRATIGRAFIC ȘI  
PALEOECOLOGIC AL ASOCIAȚIILOR  
DE FORAMINIFERE SARMAȚIENE DIN  
SUD-VESTUL BAZINULUI BOROD**

**Rezumatul tezei de doctorat**

**Doctorand:**

**Miclea Angela Eva**

**Coordonator științific:**

**Prof. Dr. Filipescu Sorin**

**Cluj-Napoca**

**2017**

# Cuprinsul tezei de doctorat

<b>Capitolul 1. INTRODUCERE</b> .....	1
<b>1.1. Scopul și obiectul studiului</b> .....	1
<b>1.2. Localizare</b> .....	2
<b>1.3. Istoricul cercetărilor geologice</b> .....	3
<b>Capitolul 2. GEOLOGIA BAZINULUI BOROD</b> .....	9
<b>2.1. Fundamentul bazinului</b> .....	10
<b>2.2. Succesiunea sedimentară neogenă</b> .....	12
<b>2.3. Tectonica bazinului</b> .....	16
<b>2.4. Particularitățile zonelor studiate</b> .....	16
<b>Capitolul 3. MATERIAL ȘI METODE DE STUDIU</b> .....	21
<b>3.1. Localizarea secțiunilor studiate</b> .....	21
<b>3.2. Prelevarea și prelucrarea materialului micropaleontologic</b> .....	21
<b>3.3. Interpretarea rezultatelor</b> .....	23
3.3.1. Indici de diversitate: Abundența relativă, Dominanța, Indicele Shannon-Wiener, Echitabilitatea, Fisher $\alpha$ , Simpson .....	23
3.3.2. Indicele de oxigen dizolvat (BFOI) estimat pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase .....	25
3.3.3. Analiza factorială Q-mode și R-mode .....	27
<b>3.4. Analiza morfogrupurilor de foraminifere bentonice</b> .....	27
<b>Capitolul 4. REZULTATE</b> .....	33
<b>4.1. Profilul D12</b> .....	34
4.1.1. Descriere litologică .....	34
4.1.2. Interpretări paleoecologice .....	36
4.1.3. Evoluție paleoambientală .....	43
4.1.4. Biostratigrafie.....	44
<b>4.2. Profilul D13</b> .....	44
4.2.1. Descriere litologică .....	44
4.2.2. Interpretări paleoecologice .....	45
4.2.3. Evoluție paleoambientală .....	51
4.2.4. Biostratigrafie.....	51
<b>4.3. Profilul D11</b> .....	51
4.3.1. Descriere litologică .....	51
4.3.2. Interpretări paleoecologice .....	51

4.3.3 Biostratigrafie.....	53
<b>4.4. Profilul D10 .....</b>	<b>53</b>
4.4.1. Descriere litologică .....	53
4.4.2. Interpretări paleoecologice .....	54
4.4.3 Biostratigrafie.....	55
<b>4.5. Profilul D9a .....</b>	<b>55</b>
4.5.1. Descriere litologică .....	55
4.5.2. Interpretări paleoecologice .....	56
4.5.3. Evoluție paleoambientală .....	63
4.5.4. Biostratigrafie.....	64
<b>4.6. Profilul D9 .....</b>	<b>65</b>
4.6.1. Descriere litologică .....	65
4.6.2. Interpretări paleoecologice .....	66
4.6.3. Evoluție paleoambientală .....	74
4.6.4. Anomalii morfologice .....	76
4.6.4.1. Cauzele anomaliilor morfologice ale testului de foraminifere.....	77
4.6.4.2. Tipuri de anomalii morfologice identificate la <i>Ammonia</i> și <i>Elphidium</i> .....	79
4.6.4.3. Distribuția și diversitatea testurilor malformate la genurile <i>Ammonia</i> și <i>Elphidium</i> .....	82
4.6.5. Biostratigrafie.....	86
<b>4.7. Profilul D8 .....</b>	<b>87</b>
4.7.1. Descriere litologică .....	88
4.7.2. Interpretări paleoecologice .....	88
4.7.3. Evoluție paleoambientală .....	94
4.7.4. Biostratigrafie.....	95
<b>4.8. Profilul D7 .....</b>	<b>95</b>
4.8.1. Descriere litologică .....	97
4.8.2. Interpretări paleoecologice .....	97
4.8.3. Evoluție paleoambientală .....	104
4.8.4. Biostratigrafie.....	105
<b>4.9. Profilul D6 .....</b>	<b>105</b>
4.9.1. Descriere litologică .....	106
4.9.2. Interpretări paleoecologice .....	106
4.9.3. Evoluție paleoambientală .....	112
4.9.4. Biostratigrafie.....	113
<b>4.10. Profilul D5 .....</b>	<b>113</b>
4.10.1. Descriere litologică .....	113
4.10.2. Interpretări paleoecologice .....	114
4.10.3. Evoluție paleoambientală .....	121
4.10.4. Biostratigrafie.....	121

<b>4.11. Profilul D4</b> .....	122
4.11.1. Descriere litologică .....	122
4.11.2. Interpretări paleoecologice .....	122
4.11.3. Evoluție paleoambientală .....	128
4.11.4. Biostratigrafie.....	128
<b>4.12. Profilul D3a</b> .....	129
4.12.1. Descriere litologică .....	129
4.12.2. Interpretări paleoecologice .....	129
4.12.3. Evoluție paleoambientală .....	134
4.12.4. Biostratigrafie.....	135
<b>4.13. Profilul D3</b> .....	135
4.13.1. Descriere litologică .....	136
4.13.2. Interpretări paleoecologice .....	136
4.13.3. Evoluție paleoambientală .....	141
4.13.4. Biostratigrafie.....	141
<b>4.14. Profilul D2</b> .....	142
4.14.1. Descriere litologică .....	143
4.14.2. Interpretări paleoecologice .....	143
4.14.3. Evoluție paleoambientală .....	149
4.14.4. Biostratigrafie.....	150
<b>4.15. Profilul D1</b> .....	150
4.15.1. Descriere litologică .....	150
4.15.2. Interpretări paleoecologice .....	152
4.15.3. Evoluție paleoambientală .....	158
4.15.4. Biostratigrafie.....	159
<b>4.16. Profilul D0</b> .....	159
4.16.1. Descriere litologică .....	159
4.16.2. Interpretări paleoecologice .....	160
4.16.3. Evoluție paleoambientală .....	168
4.16.4. Biostratigrafie.....	169
<b>4.17. Profilul DF</b> .....	170
4.17.1. Descriere litologică .....	170
4.17.2. Interpretări paleoecologice .....	171
4.17.3. Evoluție paleoambientală .....	174
4.17.4. Biostratigrafie.....	176
<b>4.18. Profilul DE</b> .....	176
4.18.1. Descriere litologică .....	176
4.18.2. Interpretări paleoecologice .....	177
4.18.3. Evoluție paleoambientală .....	184

4.18.4. Biostratigrafie.....	185
<b>4.19. Profilul DD .....</b>	<b>185</b>
4.19.1. Descriere litologică .....	185
4.19.2. Interpretări paleoecologice .....	186
4.19.3. Evoluție paleoambientală .....	194
4.19.4. Biostratigrafie.....	194
<b>4.20. Profilul DB .....</b>	<b>195</b>
4.20.1. Descriere litologică .....	195
4.20.2. Interpretări paleoecologice .....	195
4.20.3. Evoluție paleoambientală .....	201
4.20.4. Biostratigrafie.....	202
<b>4.21. Profilul DA' .....</b>	<b>202</b>
4.21.1. Descriere litologică .....	203
4.21.2. Interpretări paleoecologice .....	203
4.21.3. Evoluție paleoambientală .....	208
4.21.4. Biostratigrafie.....	209
<b>4.22. Profilul DA .....</b>	<b>209</b>
4.22.1. Descriere litologică .....	209
4.22.2. Interpretări paleoecologice .....	209
4.22.3. Evoluție paleoambientală .....	216
4.22.4. Biostratigrafie.....	217
<b>4.23. Profilul Lunceșoara.....</b>	<b>218</b>
4.23.1. Descriere litologică .....	218
4.23.2. Interpretări paleoecologice .....	218
<b>Capitolul 5. ALTE ASOCIAȚII DE MICROFOSILE .....</b>	<b>220</b>
<b>Capitolul 6. SINTEZA REZULTATELOR ȘI DISCUȚII .....</b>	<b>237</b>
<b>Capitolul 7. CONCLUZII.....</b>	<b>243</b>
<b>7.1. Morfogruperi de foraminifere bentonice .....</b>	<b>243</b>
<b>7.2. Tipurile de asociații de foraminifere bentonice .....</b>	<b>245</b>
<b>7.3. Tipurile de biofacies .....</b>	<b>247</b>
<b>7.4. Anomalii morfologice ale testurilor de foraminifere bentonice .....</b>	<b>248</b>
<b>7.5. Biostratigrafie .....</b>	<b>248</b>
<b>7.6. Importanța secțiunii de la Vârciorog.....</b>	<b>250</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>251</b>

<b>Planșe</b> .....	271
Planșele 1-41: Foraminifere bentonice sarmațiene de pe Pârâul Vișinilor.....	271
Planșele 42-48: Anomalii morfologice ale genului <i>Ammonia</i> de pe Pârâul Vișinilor.....	354
Planșele 49-54: Anomalii morfologice ale genului <i>Elphidium</i> de pe Pârâul Vișinilor .....	368
Planșa 55: Secțiuni subțiri pe testul miliolidelor de pe Pârâul Vișinilor .....	380
Planșele 56-58: Secțiuni subțiri pe calcarele de pe Pârâul Vișinilor .....	382
 <b>Anexe</b> .....	 389
Anexa 1: Lista de specii de foraminifere bentonice identificate pe Pârâul Vișinilor .....	390
Anexa 2: Distribuția foraminiferelor pe probe / profil. 395 .....	395
Anexa 3: Numărul de foraminifere atribuite fiecărui morfogrup.....	471
Anexa 4: Valorile indicilor de diversitate și participarea taxonilor indicatori ai condițiilor de mediu pentru fiecare probă și profil studiat .....	483
Anexa 5: Distribuția și tipurile de malformații ale speciilor <i>Ammonia</i> din profilul D9 .....	495
Anexa 6: Distribuția și tipurile de malformații ale speciilor <i>Elphidium</i> din profilul D9 .....	496
Anexa 7: Lista de abrevieri ale speciilor utilizate în dendrograme .....	497

# Cuprinsul rezumatului

<b>Capitolul 1. INTRODUCERE</b> .....	10
<b>1.1. Scopul și obiectul studiului</b> .....	10
<b>1.2. Localizare</b> .....	10
<b>1.3. Istoricul cercetărilor geologice</b> .....	11
<b>Capitolul 2. GEOLOGIA BAZINULUI BOROD</b> .....	13
<b>2.1. Fundamentul bazinului</b> .....	14
<b>2.2. Succesiunea sedimentară neogenă</b> .....	14
<b>2.3. Tectonica bazinului</b> .....	17
<b>2.4. Particularitățile zonelor studiate</b> .....	17
<b>Capitolul 3. MATERIAL ȘI METODE DE STUDIU</b> .....	17
<b>3.1. Localizarea secțiunilor studiate</b> .....	17
<b>3.2. Prelevarea și prelucrarea materialului micropaleontologic</b> .....	18
<b>3.3. Interpretarea rezultatelor</b> .....	18
3.3.1. Indici de diversitate: Abundența relativă, Dominanța, Indicele Shannon-Wiener, Echitabilitatea, Fisher $\alpha$ , Simpson.....	18
3.3.2. Indicele de oxigen dizolvat (BFOI) estimat pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase.	19
3.3.3. Analiza factorială Q-mode și R-mode.....	19
<b>3.4. Analiza morfogrupurilor de foraminifere bentonice</b> .....	20
<b>Capitolul 4. REZULTATE</b> .....	21
<b>Capitolul 5. ALTE ASOCIAȚII DE MICROFOSILE</b> .....	22
<b>Capitolul 6. SINTEZA REZULTATELOR ȘI DISCUȚII</b> .....	24
<b>Capitolul 7. CONCLUZII</b> .....	29
<b>7.1. Morfogrupuri de foraminifere bentonice</b> .....	29
<b>7.2. Tipurile de asociații de foraminifere bentonice</b> .....	31
<b>7.3. Tipurile de biofacies</b> .....	32
<b>7.4. Anomalii morfologice ale testurilor de foraminifere bentonice</b> .....	33
<b>7.5. Biostratigrafie</b> .....	33
<b>7.6. Importanța secțiunii de la Vârciorog</b> .....	35
<b>Bibliografie selectivă</b> .....	36

**CUVINTE CHEIE: foraminifere, Bazinul Borod, Vârciorog, Miocen, Sarmațian, biostratigrafie, paleoecologie.**

**NOTĂ: Figurile și tabele păstrează numerotarea originală, conform cu teza de doctorat.**



*Îmi exprim recunoștința și mulțumirile față de coordonatorul științific Prof. Dr. Sorin Filipescu pentru îndrumare, susținerea morală, sprijinul logistic, atenția și recomandările constructive oferite.*

*De asemenea îmi exprim recunoștința sinceră și mulțumirile față de Conf. Dr. Ioan Tanțău, care mi-a oferit cu optimism suport continuu, sfaturi utile începând din perioada studenției până în prezent. Mulțumiri deosebite adresez Prof. Dr. Ioan Bucur pentru comentariile și sugestiile referitoare la alge și calcare. Pentru experiența dobândită, ajutorul și discuțiile productive acordate, atât în teren cât și în laborator, doresc să adresez mulțumiri d-lui Prof. Dr. Vlad Codrea.*

*Aprecierea și gratitudinea mea se îndreaptă către Dr. Ramona Bălc și Dr. Luminița Zaharia pentru sprijinul moral, profesional și prietenia cu care m-au încurajat în toată această perioadă. Mulțumesc de asemenea Dr. Dana Pop, pentru încurajări și ajutor. Colegului Dr. George Pleș îi sunt recunoscătoare pentru ajutorul tehnic, colegului Răzvan Bercea pentru sprijinul acordat în vederea realizării coloanelor litologice, și tuturor celor care au contribuit la formarea mea. Pentru sfaturi și discuții constructive, dar și pentru exemplul de viitor cercetător, doresc să adresez sincere mulțumiri Dr. Claudia Cetean. Mulțumesc deasemenea colegei mele Mădălina Kallanxhi pentru discuțiile și sugestiile oferite.*

*Îmi exprim recunoștința față de Dr. Ioan Cociuba care a venit în sprijinul meu prin ieșiri pe teren și discuții științifice privind sectorul de studiu ales.*

*De asemenea adresez mulțumiri cadrelor didactice de la Departamentul de Geologie al Universității Babeș-Bolyai și bibliotecarelor Bibiotecii de Geologie, d-na. Monica Baciuc și d-na. Adriana Bondor, care au creat un mediul de lucru plăcut și prietenos și au contribuit la formarea mea profesională.*

*Mulțumiri speciale se îndreaptă către regretatul Prof. Dr. Constantin Crăciun, Dr. Lucian Barbu Tudoran și tehnician Septimiu Tripon de la Centrul de Microscopie Electronică al Universității Babeș-Bolyai, Prof. Dr. Simion Șimon, directorul Institutului de Cercetări Interdisciplinare în Bio- și Nanno- Științe din aceeași universitate, pentru sprijinul tehnic în realizarea fotografiilor la microscopul electronic.*

*Mulțumesc prietenilor și colegilor care au fost alături de mine în tot acest răstimp.*

*Îmi exprim recunoștința pentru colaborarea cu Dr. Mathias Harzhauser de la Muzeul de Istorie Naturală din Viena, Dr. Martin Groß de la Muzeul National Joanneum din Graz și Dr. Kamil Zágoršek de la Muzeul de Istorie Naturală din Praga, în urma căreia am realizat o publicație în revista *Geologica Carpathica*, în anul 2014. De asemenea, doresc să adresez*

*mulțumiri speciale coordonatoarelor mele Dr. Ágnes Görög și Dr. Emőke Tóth, cât și staff-ului de la Universitatea Eötvös Loránd din Budapesta, pentru oportunitatea și schimbul de experiență, amabilitatea, suportul științific, acces continuu la bibliotecă, la materialul comparativ și facilitarea șederii mele pe perioada stagiului la această universitate.*

*Pentru conversațiile utile, articole, dar și pentru identificarea otholitelor și îndrumări doresc să aduc mulțumiri d-lui Dr. Werner Schwarzans și d-nei Dr. Bettina Reichenbacher. De asemenea, pentru identificarea fosilelor de crabi mulțumesc d-lui Dr. Sebastian Klaus. Apecieri sincere doresc să adresez către Dr. Jean-Pierre Debenay, Dr. Andrew J. Gooday, Prof. Dr. Martin Langer, Dr. Bruce W. Hayward, Dr. Kakhaber Koiava care au venit în ajutorul meu prin discuții legate de taxonomie și prin completarea bibliografiei la care nu am avut acces.*

*Cele mai profunde mulțumiri doresc sa le adresez copiilor mei care au avut răbdare și încredere în mine, m-au sprijinit fără sfârșit și m-au încurajat și au fost alături de mine în toată această perioadă. În mod cu totul special îmi îndrept mulțumirile și respectul către prietenul meu Cătălin Jipa pentru susținerea în permanență, suportul moral și ajutorul acordat în toate campaniile de teren. Ca mulțumire, dedic această lucrare copiilor mei, prietenului meu Cătălin, familiei și, în special, tatălui meu care nu mai este printre noi.*

*Teza de doctorat a fost realizată cu suport financiar din **Programul co-finanțat de Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 - 2013, Contract POSDRU 6/1.5/S/3 - „Studii doctorale: prin știință spre societate”**. Pentru aportul logistic și ajutorul dat, mulțumesc cu această ocazie întregii echipe de management a burselor POSDRU.*

# Capitolul 1. INTRODUCERE

## 1.1. Scopul și obiectivele studiului

Studiul de față se dorește să abordeze, într-un mod complex, aspecte ale cunoașterii asociațiilor de foraminifere în vederea obținerii de interpretări biostratigrafice și paleoecologice. Arealul ales pentru studiu este reprezentat de aria de sedimentare sud-vestică a Bazinului Borod, ca cea mai vestică estensie a Bazinului Pannonic. Alegerea arealului a ținut cont de bogăția și varietatea materialului micropaleontologic, în condițiile în care, la nivelul Sarmațianului, asociațiile de foraminifere nu au beneficiat până în prezent de o abordare biostratigrafică și paleoecologică detaliată.

Astfel, obiectivele prezentului studiu au inclus:

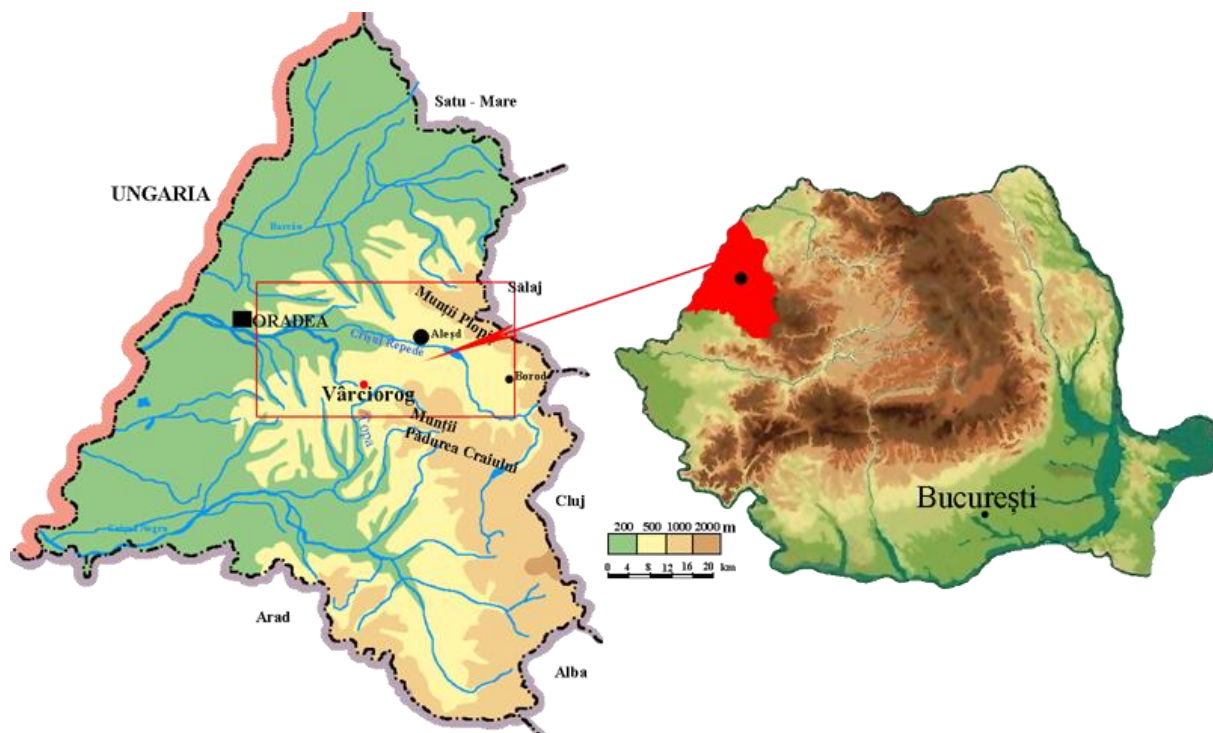
- descrierea morfologică și identificarea taxonomică a asociațiilor de foraminifere din aflorimentele ce expun formațiuni sedimentare miocene în sud-vestul Bazinului Borod;
- analiza semnificației biostratigrafice a asociațiilor de foraminifere și evaluarea potențialului foraminiferelor bentonice ca fosile index la nivel bazinal și regional;
- realizarea unui studiu calitativ și cantitativ al comunităților de foraminifere bentonice sarmațiene pentru interpretări paleoecologice și reconstituiri de paleomediul, precum și documentarea răspunsului paleoambiental la evenimentele regionale sau globale.

## 1.2. Localizare

Din punct de vedere geografic, arealul studiat este parte componentă a Depresiunii Vad-Borod din partea nord-vestică a României (Fig. 1.1), dezvoltată pe marginea nord-vestică a Munților Apuseni. Se întinde în lungul Crișului Repede sub forma unui graben situat între Munții Pădurea Craiului, la sud și Munții Plopișului, la nord (Fig. 1.1). Lungimea depresiunii de la Oradea pâna la Cornișel este de aproximativ 57 de km, iar lățimea este de aproximativ 7-8 km, reprezentând un coridor îngust tip golf în sistemul Munților Apuseni (Petrescu et al., 1987).

Prezintă un relief alcătuit din culmi domoale cu înălțimi în general mici și ocupă aproape în totalitate partea de est a depresiunii, unde se găsește doar o zonă îngustă de șes, care se suprapune cu lunca Văii Borodului. Această zonă se lărgeste treptat, spre vest, începând de la confluența Văii Borodului cu Crișul Repede, dealurile dispunându-se aici predominant pe latura

nordică a depresiunii. Aceste înălțimi variază în medie între 200-450 m. Vârfurile și culmile ce trec de 450m sunt rare. Astfel, în mod excepțional, la extremitatea estică a bazinului găsim altitudini de peste 500m, cele mai frecvente înălțimi ajungând la 350-400 m altitudine (Givulescu, 1957).



**Fig. 1.1. Localizarea bazinului Borod pe teritoriul României, în județul Bihor (dreapta) și în partea vestică a Munților Apuseni (chenar roșu) (stânga).**  
(modificat după <http://pe-harta.ro/bihor/>)

### 1.3. Istoricul cercetărilor geologice

Documentarea necesară întocmirii prezentului studiu a apelat la lucrările importante care au avut ca subiect regiunea studiată. Bazinul Borod a reprezentat o arie de interes pentru numeroși cercetători, iar studiile publicate oferă date valoroase despre litologie, tectonică și paleontologie. În cazul unor lucrări mai vechi (din sec. XIX), care nu au putut fi consultate, datele folosite în prezentul studiu au fost preluate din lucrări mai noi (ex. Givulescu, 1957).

În cuprinsul Bazinului Borod au fost descrise formațiuni permo-mezozoice care constituie fundamentul, precum și umplutura sedimentară ce include formațiuni neogene și cuaternare. Dintre cercetătorii care au oferit date referitoare la fundamentul bazinului trebuie menționați: Szadeczky (1903), Szontagh, (1904, 1915), Pálfi (1916), Kräutner (1939, 1941), Givulescu (1943, 1950, 1954a,b), Șuraru & Șuraru (1973), Dragastan (1966), Dragastan et al. (1967), Istocescu (1970), Bleahu et al. (1971), Mureșan et al. (1974), Ianovici et al. (1976), Bucur (1981), Săndulescu (1984), Bucur et al. (1993) și Balintoni (1994, 1997).

Informații referitoare de umplutura sedimentară neogenă au fost oferite de Boué (1833), Wolf (1863), Mártonfi (1882), Mátyásovszky (1883, 1884), Pantocsek (1886), Szádeczky (1903), Lázár (1910, 1912), Roth von Telegd (1913), Rotarides (1925), Protescu (1932), Voitești (1935), Kräutner (1938, 1939), Sümeghy (1939, 1943) și Hojnós (1942).

Începând cu anul **1943-1944**, **Givulescu** realizează o serie impresionantă de studii în bazin, lăsându-ne o amplă bibliografie floristică. Întrun comunicat din anul **1950**, **Givulescu** descrie din zona de nord de Crișul Repede și la sud de zona Munților Plopiș, existența depozitelor sarmațiene inferioare și pannoniene care sunt distribuite inegal pe suprafața bazinului și care conțin faune caracteristice pentru fiecare perioadă. **Givulescu (1954b)** oferă o notă asupra depozitelor neogene ale Bazinului Borod care după opinia sa, cuprindeau regiunea dintre Munții Șes (Plopiș) și Munții Pădurea Craiului, în parte, pe cursul Crișului Repede. Prezența Tortonianului (Badenian), Sarmațianului și a “Pliocenului” a fost argumentată pe baze paleontologice de către **Givulescu (1957)** în monografia geologică a Bazinului Borod. Pe baza observațiilor din perimetrul Cornișel-Aleșd, **Givulescu (1964)** a considerat că activitatea vulcanică din Bazinul Borod s-a desfășurat în Pliocenul superior.

Contribuții importante asupra florei fosile din regiune au fost oferite de același autor în anii **1969, 1974a,b, 1976, 1994 și 1996**.

Alte argumente paleontologice importante pentru zona în studiu au fost aduse de **Nicorici (1967, 1970)**, **Nicorici & Istocescu (1970)** și **Nicorici et al. (1978)**. De la Vârciorog **Nicorici (1971)** a descris o faună sarmațiană de moluște, alături de care a identificat resturi de foraminifere, alge, ostracode și viermi. **Nicorici (1980, 1981)** a publicat corelări stratigrafice ale Neogenului din bazinele vestice ale Munților Apuseni și Bazinul Transilvaniei. Prin studiul forajelor de la Groși-Aștileu-Copăcel, ce vizau formațiunile sarmațiene purtătoare de cărbuni **Nicorici et al. (1982)** au argumentat vârsta sarmațian inferioară a întregii succesiuni investigate. **Nicorici (1988)** a studiat asociația malacologică din partea de sud-vest a Bazinului Vad-Borod, argumentând vârsta sarmațiană inferioară, iar în **1990** a comparat moluștele pannoniene din Bazinul Vad-Borod cu cele descrise din Bazinul Vienei.

**Venczel (1990)** a publicat date despre herpetofauna fosilă pleistocenă și actuală de la Subpiatră.

**Codrea & Czier (1991)** au descris din Pleistocenul de la Subpiatră, câteva elemente dentare și post-craniene de rinocer fosil.

Algele calcaroase de vârstă sarmațiană de la Luncoșoara au fost studiate de **Bucur & Șuraru (1994)**.

**Popa et al. (1997)** au pus în evidență prezența unor asociații de moluște marine și salmastre pe baza cărora au argumentat vârsta Miocen inferioară a formațiunilor din acest areal.

**Popa (1998a,b)** a subliniat importanța biostratigrafică a ostreidelor și a făcut un amplu studiu paleontologic și biostratigrafic al formațiunilor neogene din partea estică a Bazinului Vad-Borod. În anul **2000**, autoarea a adus noi și importante contribuții la litostratigrafia unităților miocene din partea de est a Bazinului Borod, iar în **2001** a discutat semnificația biostratigrafică a asociațiilor de moluște. **Popa & Trîmbițaș (2003)** au oferit noi date privind structura depozitelor miocene din Bazinul Borod.

**Filipescu & Popa (2001)** au publicat o analiză biostratigrafică și paleoecologică referitoare la asociațiile macro- și micropaleontologice badeniene din partea estică a Depresiunii Borod.

**Codrea et al. (2007)** au prezentat date despre diatomitele sarmațiene din bazinele Zarand și Vad-Borod și resturile fosile asociate.

Un studiu asupra micromamiferelor din sedimentele colectate de pe Pârâul Vișinilor de la Vârciorog realizat de **Molnar (2011)** a documentat vârsta sarmațiană a depozitelor.

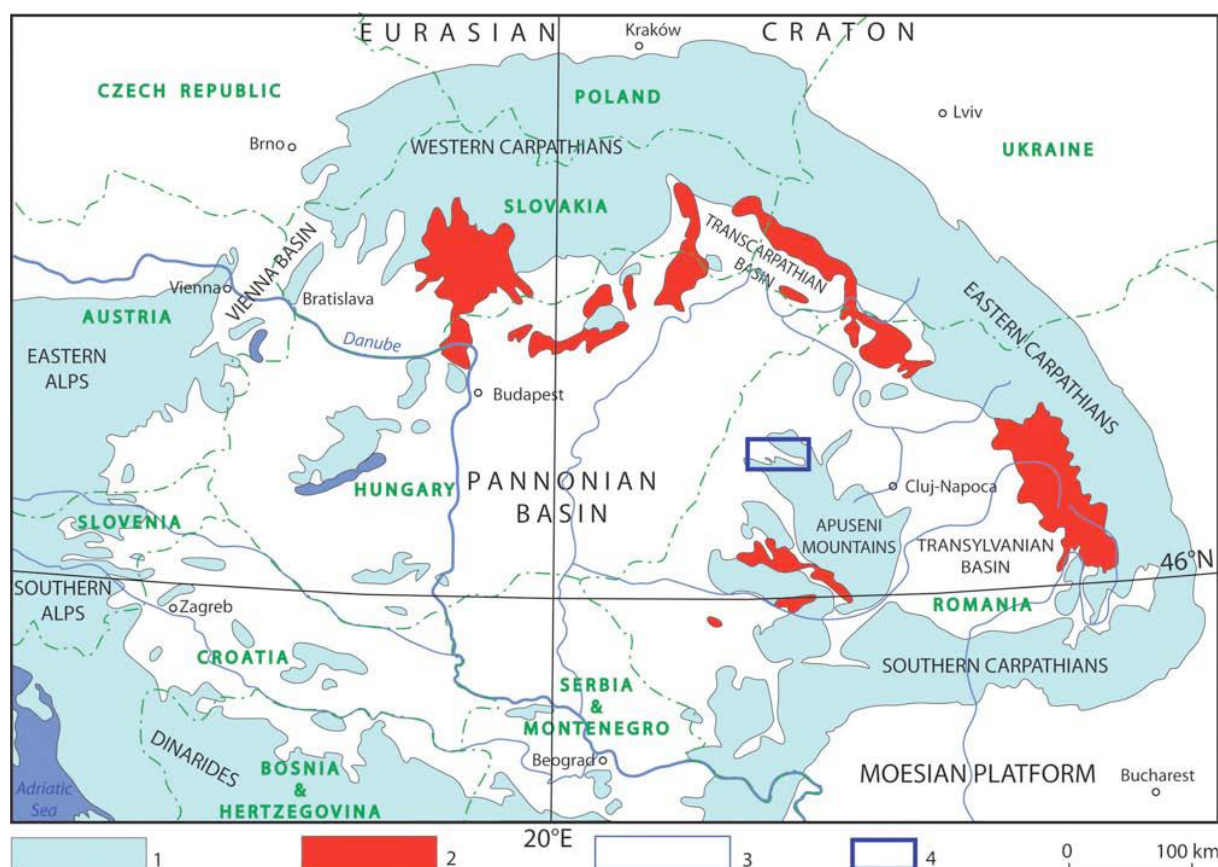
**Filipescu et al. (2014)** fac o analiză biostratigrafică complexă prin studiul micro- și macrofosilelor dintrun profil de la Vârciorog (Pârâul Vișinilor) prin care argumentează vârsta sarmațiană a depozitelor.

## **Capitolul 2. GEOLOGIA BAZINULUI BOROD**

Depresiunea Borodului reprezintă o prelungire estică a Bazinului Pannonic (Fig. 2.1), fiind unul dintre bazinele neogene externe dezvoltate pe bordura vestică a Munților Apuseni (Istocescu & Istocescu, 1974; Györfi & Csontos, 1994; Papaianopol & Macaleț, 1998a,b). Formarea Depresiunii Borodului a avut loc în timpul Miocenului mediu, ca o consecință a unui regim tectonic extensional, cu o evoluție asemănătoare depresiunilor Șimleu, Beiuș și Zarand (Györfi & Csontos, 1994; Popa, 2000).

Geotectonic, Bazinul Borod aparține cratonului Preapulian (Balintoni, 1997), evoluția bazinului fiind legată atât de evoluția Bazinului Pannonic care prezintă un regim tectonic extensional, cât și de procesele tectonice care au avut loc în arealul Carpato - Pannonic asupra blocurilor continentale Intra-Carpatice: Placa ALCAPA și micro-placa Tisza-Dacia, care au generat spațiu de acomodare pentru secvențele badeniene și post-badeniene (Royden, 1988; Csontos, 1995; Balintoni & Puște, 2001). Ca prelungire estică a Bazinului Pannonic, Bazinul Borod are aspectul unui sinclinal cu orientare NV-SE fiind format pe blocuri scufundate ale

fundamentului, de-a lungul unei falii cu aceeași orientare (Istocescu et al., 1970). Depozitele de umplutură ale bazinului au aspect ondulatoriu, datorat compactării diferențiate a rocilor și mișcărilor pe verticală (Istocescu et al., 1970).



**Fig. 2.1. Localizarea bazinului Borod în arealul Carpato-Panonic.**

**1. Lanțuri muntoase mezozoice și cenozoice; 2. Vulcanite neogene; 3. Umplutura sedimentară neogenă; 4. Bazinul Borod (din Filipescu et al., 2014).**

## 2.1. Fundamentul bazinului

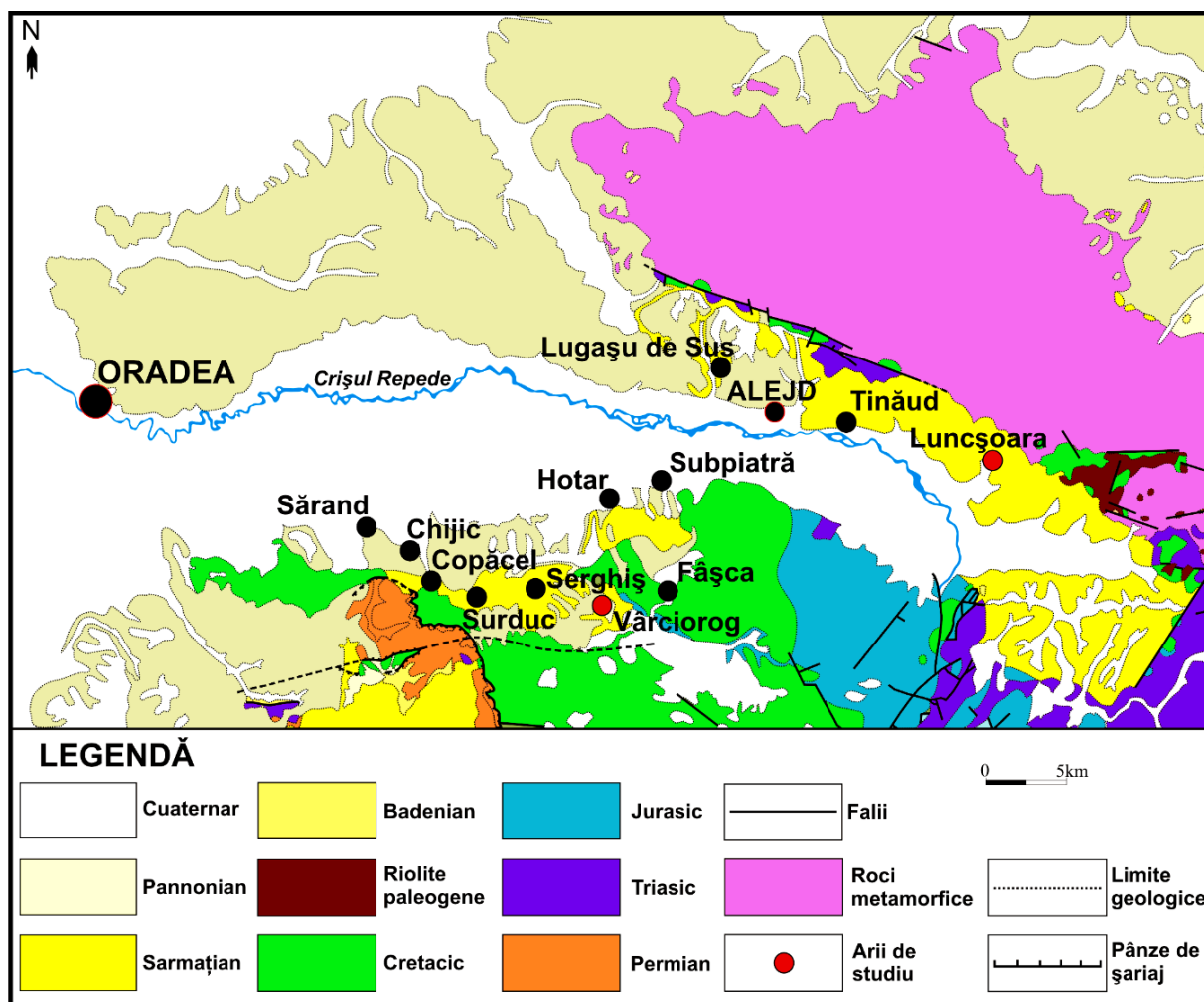
Fundamentul Bazinului Borod este constituit predominant din metamorfite (cu grad mediu și ridicat de metamorfozare) ce suportă o succesiune sedimentară permian-mezozoică de roci sedimentare și vulcanice (Istocescu et al., 1970; Popa, 2000). Parte a Unității de Bihor, șisturile cristaline (gnaise și micașturi) afloră pe arii foarte largi pe rama de nord-est a depresiunii Borod (Fig. 2.2), dar au fost interceptate și în foraje (ex. la Borș; Istocescu & Ionescu, 1970).

## 2.2. Succesiunea sedimentară neogenă

Existența unor formațiuni aparținătoare **Miocenului inferior** a fost susținută din punct de vedere paleontologic de numeroase studii (Paucă, 1954; Givulescu, 1957; Șuraru & Șuraru,

1973; Nicorici et al., 1978; Petrescu & Nicorici, 1978; Şuraru et al., 1978; Moisescu, 1990a,b, 1991, 1992; Popa et al., 1997; Popa, 1998a,b, 2000; Popa & Chira, 1999).

**Sarmaţianul** din Bazinul Vad-Borod are o dezvoltare importantă (Fig. 2.2), cu faciesuri predominant terigene, cu conglomerate, calctare, gresii, marne, nisipuri, tufuri, diatomite și intercalații de cărbuni.



**Fig. 2.2. Harta geologică a Bazinului Borod**  
(după Harta Geologică a României, scara 1:200.000, foaia 9 - Şimleul Silvaniei).

În Bazinul Vadului, formațiunile sarmaţiene se dezvoltă în faciesuri continentale și salmastre. Istocescu et al. (1970) au separat o unitate inferioară, predominant marnoasă, cu diatomite, bentonit și argile cărbunoase, urmată de tufite și calcare, toate aparținând Volhynianului și Bessarabianului inferior. Trecerea spre formațiunile acoperitoare se face printr-o discordanță, care acoperă intervalul Bessarabian mediu - Pannonian inferior (Istocescu & Istocescu, 1974).



Prezența **Pannonianului** în bazin a trezit multe controverse. Roth von Telegd (1913) a semnalat existența acestor depozite în sectorul Aușeu-Luncșoara. Ulterior au apărut o serie de studii care infirmău (Paucă et al., 1968; Paucă, 1969; Paucă, 1973a,b) sau susțineau (Sümeghy, 1939; Nicorici, 1970; Givulescu, 1974b, 1991, 1994; Istocescu & Istocescu, 1974; Petrescu & Nicorici, 1977; Petrescu et al., 1979; Popa, 2000) existența formațiunilor pannoniene. Principala cauză a controverselor era prezența la acest nivel a genului *Orygoceras* (Paucă, 1954, 1969).

În partea estică a bazinului, pentru intervalul Badenian - Pannonian au fost separate trei unități litostratigrafice: Formațiunea de Borod, Formațiunea de Cornișel și Formațiunea de Beznea (Popa, 2000).

**Formațiunea de Borod** (?Eggenburgian - Badenian) a fost definită pe baza studiilor efectuate în zona Valea Cetii și este alcătuită din argile și marne siltice negricioase cu ceriți, intercalații de siltite, nisipuri, gresii și nivele subțiri de cărbuni. Aceste depozite află doar în partea nordică a bazinului având o grosime între 100-240 m. Asociațiile fosile caracteristice, pe baza cărora s-a încercat stabilirea vârstei acesteia, conțin malacofaună, foraminifere, ostracode (Șuraru & Șuraru 1973; Moisescu, 1990a; Popa et al., 1997, 1998, 1999; Filipescu & Popa, 2001), spori și polen (Petrescu & Nicorici, 1977), precum și nannoplancton calcaros (Popa et al., 1997; Popa & Chira, 1999).

**Formațiunea de Cornișel** (Sarmațian inferior) ocupă partea nordică și estică a bazinului și este constituită în principal din marne compactate, gresii și micro-conglomerate verzui în partea inferioară. Cele două nivele de cărbuni separate de tufuri au fost încadrate **Membrului de Borozel**. Grosimea depozitelor variază de la zeci de metri la 250-300 m în partea estică a bazinului. Spre vest, depozitele prezintă o grosime medie de 600 m. Fauna fosilă descrisă conține taxoni puțini cu moluște și foraminifere, iar vârsta Formațiunii de Cornișel a fost stabilită cu ajutorul gastropodelor (Popa, 2000) și foraminiferelor (Filipescu et al., 2014). Din aceste depozite au fost descrise și asociații de alge calcaroase (Bucur et al., 1993; Bucur & Șuraru, 1994).

**Formațiunea de Beznea** (Pannonian) este alcătuită din marne albicioase puternic compactate, cu intercalații de tufuri, care acoperă mari suprafețe din bazin, având grosimi între 500 m în est și 700 m în vest. În sud-estul bazinului, acestea stau direct peste formațiunile mezozoice ale Munților Pădurea Craiului, iar în nord-vest peste metamorfitele Munților Plopiș. Asociațiile micro- și macropaleontologice sunt relativ sărace, cu moluște, foraminifere și ostracode (Givulescu, 1957; Nicorici et al., 1978).

**Sedimentele cuaternare** ocupă în bazin suprafețe întinse (Fig. 2.2), în special de-a lungul Crișului Repede și cuprind toate terasele și șesurile aluvionare, dezvoltarea acestor depozite fiind mai amplă în partea stângă a Crișului Repede (Istocescu et al., 1970).

### **2.3. Tectonica bazinului**

În Neogen, evoluția tectonică specifică a arealului Munților Apuseni a condus la separarea a trei evenimente care au fost atribuite sistemelor de falii orientate NV-SE (Paleogen-Miocen inferior), NE-SV (Badenian-Sarmațian) și NV-SE (Miocen superior - Pliocen) (Györfi & Csontos, 1994; Csontos, 1995).

Sistemul de falii din Bazinul Borod a fost interpretat de către Givulescu (1969) din studiile de teren completate cu date din foraje din zona estică a bazinului. Istocescu et al. (1970) au individualizat două structuri majore, o unitate structurală cutată care formează depozitele preneogene și o unitate post-tectonică. Formațiunile sedimentare dinspre nord sunt delimitate de un sistem de falii majore asociate cu roci eruptive, care fac trecerea spre Munții Plopiș și care separă sedimentarul de fundament.

### **2.4. Particularitățile zonelor studiate**

Obiectul de interes în cadrul acestui studiu l-au reprezentat depozitele sarmațiene din două areale de studiu: zona Vârciorog – în partea sudică a Bazinului Vad-Borod, și respectiv zona Lunșoara, din estul bazinului. În ambele areale, depozitele studiate fac parte din Formațiunea de Cornițel (Popa, 2000).

Arealul Vârciorog, și mai exact Pârâul Vișinilor, reprezintă de departe zona cea mai bogată în asociații paleontologice.

## **Capitolul 3. MATERIAL ȘI METODE DE STUDIU**

### **3.1. Localizarea secțiunilor studiate**

Materialul luat în studiu a fost colectat între anii 2010 și 2015 de la Vârciorog (Pârâul Vișinilor), unde au fost identificate 26 aflorimente, coordonatele geografice fiind trecute la fiecare profil în parte. Au fost ridicate coloane litologice și s-au colectat sistematic probe pe fiecare afloriment în parte, ajungându-se la un total de 526 probe.

Pentru o corelare mai precisă a zonei studiate au fost identificate aflorimente din zonele învecinate. Astfel, s-au eșantionat trei aflorimente din zona Subpiatră (47°0'15.30"N, 22°18'56.09"E; 47°0'16.17"N, 22°18'46.98"E și 47°0'21.96"N, 22°18'34.62"E), două de la Lunșoara (47°2'33.20"N, 22°32'57.33"E și 47°2'33.21"N, 22°32'55.02"E) și câte unul de la

Surduc – 46°58'33.45"N, 22°12'6.18"E și Lugașul de Sus – 47°6'6.35"N, 22°20'52.17"E, fiind recoltate în total 46 probe din aflorimente.

Etapele de lucru parcurse în cadrul acestui studiu au vizat prelevarea și prelucrarea probelor după metodele micropaleontologice clasice, urmate de interpretarea cantitativă și calitativă a principalelor tipuri de asociații și morfogrupuri, cu scopul de a determina potențialul biostratigrafic și semnificația paleoecologică a acestora, în contextul evoluției bazinului de sedimentare.

### **3.2. Prelevarea și prelucrarea materialului micropaleontologic**

Probele au fost colectate pe toată lungimea secțiunilor, cu o frecvență de la 2 la 30 cm. Intervalele în care s-au observat fie schimbări în litologie, fie un potențial micropaleontologic ridicat, probarea s-a făcut la intervale de 2-15cm. Cantitatea de probă colectată a fost aproximativ 1000 g, din care 250 g au fost prelucrate, iar materialul rămas a fost depozitat la Departamentul de Geologie al Universității "Babeș-Bolyai".

### **3.3. Interpretarea rezultatelor**

După identificarea taxonomică, speciile au fost grupate pentru fiecare profil în opt morfogrupuri și s-au alcătuit asociații micropaleontologice pentru care au fost calculați indicii de diversitate.

Pentru fiecare profil de pe Pârâul Vișinilor, au fost realizate diagrame utilizate în interpretarea biodiversității, iar pe baza interpretărilor s-a realizat corelarea profilelor pe baza caracterelor comune, precum și reconstituirea paleomediului pe baza caracteristicilor particulare ale asociațiilor.

Pentru fiecare specie au fost calculate abundențele procentuale și au fost elaborate diagrame cu ajutorul analizelor statistice.

#### **3.3.1. Indici de diversitate: Abundența relativă, Dominanța, Indicele Shannon-Wiener, Echitabilitatea, Fisher $\alpha$ , Simpson**

Pentru un anumit habitat, biodiversitatea se poate cuantifica prin diverși indici care reprezintă o măsură matematică a diversității speciilor, facilitând astfel comparația între structurile unei comunități (Begon et al., 1996). Indicii de diversitate și analiza statistică multivariată au fost calculate folosind programul statistic PAST - PAleontological STatistics (Hammer et al., 2001).

### 3.3.2. Indicele de oxigen dizolvat (BFOI) estimat pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase

**BFOI** (Benthic Foraminifera Oxygen Index) este un indice care arată relația dintre foraminiferele bentonice calcaroase și conținutul de oxigen dizolvat la interfața apă-sediment. Acest indice a fost stabilit analizând morfologia testurilor de foraminifere din oceanele actuale în vederea utilizării rezultatelor în interpretări de paleomediul (Kaiho, 1991, 1994, 1999). Însă valorile indicelui de oxigenare propuse de Kaiho (1994, 1999) în vederea cuantificării paleo-oxigenării maselor de apă au fost calculate pentru valori absolute de oxigenare și oferă o estimare relativă și limitată (Kouwenhoven & van der Zwaan, 2006).

În funcție de caracterele morfologice specifice, nivelul de oxigenare (Bernhard, 1986; Corliss, 1985; Corliss & Chen, 1988; Corliss & Fois, 1990) și microhabitat (Corliss, 1985; Kitazato, 1984; Corliss & Emerson, 1990; Kaiho, 1991, 1994, 1999; Gebhardt, 1999) foraminiferele bentonice au fost împărțite în trei grupe de indicatori faunali: oxici (O) (cantitatea de oxigen dizolvat > 1.5 ml/l), suboxici (S) (cantitatea de oxigen dizolvat = 0.3-1.5 ml/l) și disoxici (D) (cantitatea de oxigen dizolvat = 0.1-0.3 ml/l) (Tab. 3.1).

Condiții de oxigenare	Oxigen, ml/L	BFOI	Foraminifera (indicatori)
Oxic ridicat	3.0 - 6.0	50 - 100	raport ridicat de indicatori oxici, disoxici, suboxici
Oxic scăzut	1.5 - 3.0	0 - 50	raport scăzut de indicatori oxici, disoxici, suboxici
Suboxic	0.3 - 1.5	-40 - 0	disoxici și raport ridicat de indicatori suboxici
Disoxic	0.1 - 0.3	-50 - -40	disoxici și raport scăzut/insuficient de indicatori suboxici
Anoxic	0.0 - 0.1	-55	forme calcaroase insuficiente

**Tabel 3.1. Condițiile de oxigenare recunoscute în funcție de foraminiferele bentonice calcaroase și caracteristicile lor (după Kaiho, 1994)**











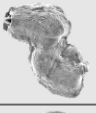

### 3.3.3. Analiza factorială Q-mode și R-mode

Analiza factorială Q-mode și R-mode reprezintă modele multivariate cantitative statistice care exprimă interdependențele dintre componentele ecosistemelor și sunt construite pe baza prelucrării unui număr mare de măsurători experimentale realizate pe parcursul unui program complex de monitorizare. Aplicată în cercetări biologice și geologice, analiza factorială studiază relațiile dintre un număr mare de variabile măsurabile, cu scopul evidențierii unor noi variabile, teoretice, numite factori.

În prezentul studiu, analiza Q-mode și R-mode a fost realizată pe specimene de foraminifere bentonice în vederea repartizării lor în asociații sau probe care caracterizează condiții ecologice asemănătoare. Dendrogramele create oferă informații utile și simplifică foarte mult datele în vederea interpretării paleoecologice a asociațiilor de foraminifere bentonice.

### 3.4. Analiza morfogrupurilor de foraminifere bentonice

Forma testului și morfologia sunt caractere foarte importante în descrierea foraminiferelor, atât bentonice cât și planctonice (Tabel 3.2.). Termenul de morfogrup se referă la gruparea foraminiferelor cu forme sau tiparuri de creștere similare, fără a se ține cont de taxonomie (Murray et al., 2011). Astfel, prin folosirea analizei morfogrupurilor se elimină diferențele taxonomice și se pot face comparații între asociații de foraminifere de vârste diferite.

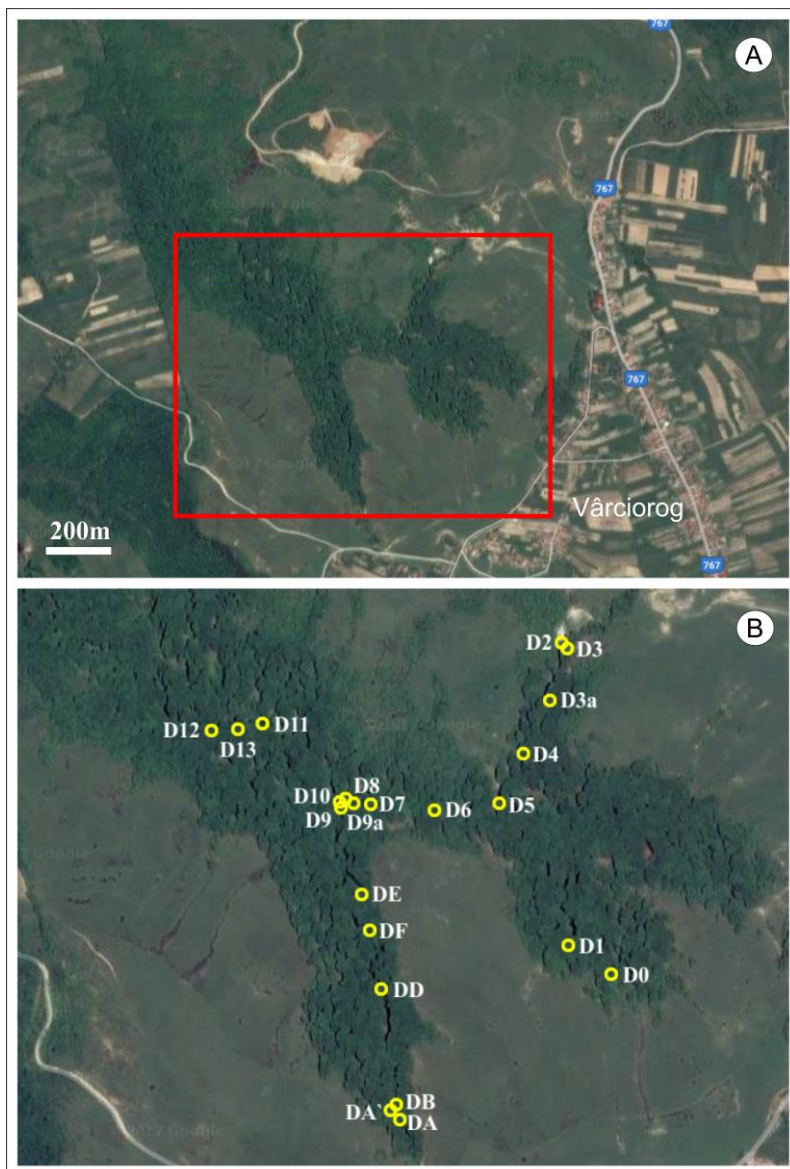
MORFOGRUP	FORMA TESTULUI	FAMILII DE FORAMINIFERE	MOD DE VIAȚĂ	MOD DE HRĂNIRE	NIVELUL DE OXIGEN	GENURI DE FORAMINIFERE (din această lucrare)
M1	Planspiral rotunjit	 Elphidiidae Nonionidae	infaunal liber	ierbivore și detritivore	suboxic	<i>Criboelphidium</i> , <i>Elphidiella</i> , <i>Elphidium (necarenat)</i> , <i>Haynesina</i> , <i>Nonion</i> , <i>Nonionella</i> , <i>Porosonion</i>
M2	Planspiral carenat / aculeat	 Elphidiidae	epifaunal	ierbivore	oxic	<i>Elphidium</i> (carenat/aculeat) <i>Parrelina</i>
M3	Planconvex / biconvex ușor trochospiral	 Rotaliidae	infaunal liber	?ierbivore	oxic / suboxic	<i>Ammonia</i> <i>Aubignyna</i>
M4	Planconvex trochospiral	 Rotaliidae	epifaunal atașat temporar / permanent	omnivore ierbivore	oxic / suboxic	<i>Anomalinoidea</i> , <i>Asterigerinata</i> , <i>Cibicides</i> , <i>Lobatula</i> , <i>Neoconorbina</i> , <i>Rosalina</i> , <i>Rotaliella</i> , <i>Schackoinella</i>
M5	M5a Conic alungit / aplatizat	 Boliviniidae	infaunal-epifaunal liber	?detritivore	disoxic	<i>Bolivina</i>
	M5b Conic cilindric bi-/triseriate trochospirale	 Buliminidae	infaunal liber	?detritivore	suboxic / disoxic	<i>Bulimina</i> <i>Buliminella</i> <i>Caucasina</i> <i>Fursenkoina</i>
M6	Lenticular și/sau ovoid spre ovoid aplatizat	 Rotaliidae	infaunal liber	detritivore	suboxic / oxic	<i>Cassidulina</i> <i>Globocassidulina</i>
M7	Sferice / piriforme uniloculare	 Lagenidae	infaunal liber	detritivore	suboxic	<i>Fissurina</i> , <i>Galwayella</i> , <i>Grigelis</i> , <i>Guttulina</i> , <i>Laryngosigma</i> , <i>Oolina</i> <i>Orthomorphina</i> , <i>Pseudopolymorphina</i>
M8	M8a Miliolin parțial derulat	 Miliolidae	epifaunal liber	ierbivore detritivore	oxic	<i>Articularia</i> , <i>Articulina</i> , <i>Dogielina</i> , <i>Ptychomiliola</i> , <i>Sarmatiella</i>
	M8b Miliolin înrulat	 Miliolidae	epifaunal liber	ierbivore detritivore	oxic / suboxic	<i>Affinetrina</i> , <i>Cycloforina</i> , <i>Edentostomina</i> , <i>Flintina</i> , <i>Massilina</i> , <i>Miliolinella</i> , <i>Nodobaculariella</i> , <i>Pseudolachlanella</i> , <i>Pseudotriloculina</i> , <i>Quinqueloculina</i> , <i>Spiroloculina</i> , <i>Triloculina</i> , <i>Varidentella</i>
	M8c Planconvex și sinusoidal înrulat în faza inițială	 Miliolidae	epifaunal sesil	ierbivore pasive ?hrănire din suspensie	oxic	<i>Meandroloculina</i> <i>Sinzowella</i>
	M8d Planspiral înrulat	 Miliolidae	infaunal	?	oxic	<i>Cornuspira</i>

**Tabel 3.2. Morfogrupurile și morfotipurile de foraminifere bentonice**

(adaptate după Bernhard, 1986; Corliss & Chen, 1988; Corliss & Fois, 1990; Corliss, 1991; Kaiho, 1991, 1994, 1999; Murray, 1991; Intrieri & Valleri, 2007; Jones, 1994, 2014; Reolid et al., 2008; Tóth & Görög, 2008).

## Capitolul 4. REZULTATE

În urma campaniilor de teren efectuate în perioada 2010-2015, la Vârciorog, pe Pârâul Vișinilor, au fost identificate 26 deschideri naturale, din 22 fiind preluate probe pentru studiul micropaleontologic. Din aval spre amonte, pe brațul principal al pârâului se găsesc profilele D12-D2, pe afluentul de stânga au fost identificate profilele D0 și D1, iar la confluența cu profilul D7, spre stânga, au fost identificate profilele DF-DA (Fig. 4.1).



**Fig. 4.1. Imagini din satelit unde:**  
**A. localizarea arealului studiat în**  
**zona Vârciorog (chenar roșu); B.**  
**Localizarea profilelor investigate**  
**de pe Pârâului Vișinilor**  
(<https://www.google.com/earth>).

Sucesiunea sedimentară investigată de pe Pârâul Vișinilor conține asociații de foraminifere bentonice și alte grupuri de micro- și macrofosile, care au un potențial ridicat pentru reconstituirea condițiilor paleoambientale de la nivelul Sarmațianului.

Deschiderile de pe Pârâul Vișinilor au fost studiate fiecare în parte, în cadrul fiecărui profil fiind realizate analize statistice, grafice privind abundența relativă a principalelor grupuri

taxonomice, indicii paleoecologici ai foraminiferelor bentonice, proporția și frecvența morfogrupurilor și analizele factoriale R-mode și Q-mode de-a lungul fiecărui afloriment.

În urma analizării asociațiilor de foraminifere bentonice, au fost indentificate speciile index în vederea încadrării în biozone, profilele sedimentare fiind grupate în funcție de biozonarea Sarmațianului din Paratethysul Central.

## Capitolul 5. ALTE ASOCIAȚII DE MICROFOSILE

Foraminiferele bentonice sunt prezente uneori în asociație cu alte grupuri micro- și macrofosile (moluște, ostracode, asociații de briozoare și otholite), care au fost parțial studiate prin colaborările avute cu Dr. Mathias Harzhauser (moluște), Dr. Martin Gross (ostracode), Dr. Kamil Zágoršek (briozoare) (ex. Profilul D9 de pe Pârâul Vișinilor - Filipescu et al., 2014). Aceste grupuri fosile au fost utilizate pentru a verifica concluziile biostratigrafice și paleoecologice la care s-au ajuns pe baza studiului foraminiferelor.

Din probele analizate, până în prezent au fost identificate 18 familii și 25 specii de moluște, printre care și o specie nouă pentru România - *Tectura* aff. *zboroviensis* Friedberg, 1928 (sp. nov.), 17 specii ostracode, 6 specii de briozoare și numeroase otholite (Harzhauser în Filipescu et al., 2014).

În profilul D9, fauna de moluște este caracteristică pentru Sarmațianul inferior, respectiv Zona cu *Mohrensternia* și se corelează cu asociațiile de foraminifere și ostracode.

Din grupul gastropodelor terestre helicidele indică o influență continentală, cu zone umede, împădurite. Condițiile marine de coastă au fost stabilite prin apariția formelor de *Agapilia picta*, *Granulolabium* sau *Loripes niveus*. Sedimentele măloase de coastă au fost populate cu *Agapilia picta*, *Granulolabium bicinctum* și *Cerithium rubiginosum*, iar *Mohrensternia angulata* și *Clavatula doderleini* probabil preferau mediile de tranziție spre zona sublitorală puțin adâncă (Harzhauser în Filipescu et al., 2014).

Asociația de ostracode a indicat, de asemenea, o vârstă sarmațian inferioară și a fost încadrată în Zona cu *Cytheridea hungarica* - *Aurila mehesi* (NO 11 - Jiříček & Riha, 1991).

Miocypridele și Hemicypridele colonizează mediile depozitionale cu fluctuații de salinitate. Acești taxoni domină mediile marine marginale, depozitele nisipoase sau apele salmastre (Cernajsek, 1972). Genul *Aurila* preferă zonele epineritice, infralitorale până la circalitorale, în ape oxigenate cu adâncimi mai mici de 80 m (Hartman, 1975; Tóth et al., 2010).

Xestoleberidele viețuiesc în medii marine puțin adânci, aproape de tărâm, pe substrat mâlos, cu alge (Puri et al., 1969; Bonaduce et al., 1976; Lachenal, 1989, Tóth, 2009). Apariția exemplarelor rare de ostracode de apă dulce (*Ilyocypris*, *Heterocypris*) documentează existența unor medii fluviale, iar *Cytherella* sau *Tenedocytherele* populează adesea mediile depoziționale mai adânci cu ape calde din zona eufotică (Gross în Filipescu et al., 2014). Specii aparținând genului *Loxococoncha* sunt adaptate apelor marin-litorale bogate în alge, fiind caracteristice depozitelor sarmațiene (Tóth, 2009).

Asociațiile de briozoare prezintă o diversitate scăzută, cu specii ciclostomate oportuniste precum *Tubulipora*, *Cryptosula* sau *Schizoporella*, specii care, de asemenea, documentează vârsta sarmațiană a depozitelor (Ghiurcă & Stancu, 1974; Vávra, 1977; Zágoršek, 2007; Zágoršek în Filipescu et al., 2014). Genul *Schizoporella* a fost semnalat aproape în toate mediile marine puțin adânci, având capacitate ridicată de adaptare la schimbări ale parametrilor de mediu (Holcová & Zágoršek, 2008).

În Bazinul Borod, la Lugașu de Jos, diatomeele centrice și pennate, de vârstă sarmațian inferioară, apar pe suprafețe restrânse, alături de alte vertebrate cum sunt pești, reptile sau mamifere (Codrea et al., 2007). Asociațiile micro- și macrofosile atestă zone împădurite, cu ape salmastre care erau întrerupte de episoade de îndulcire. Partea superioară a Pârâului Vișinilor, păstrează de asemenea nivele tufitice în care au fost identificate diatomee, alături de alte grupuri fosile documentând medii depoziționale similare.

Bolboformele sunt microfosile marine cu filiație încă incertă, care provin din apele reci/temperate de la latitudini medii/mari și prezintă un potențial biostratigrafic și paleoceanografic, datorită unui grad ridicat de rezistență la procesele de dizolvare din sedimente (Cooke et al., 2002; Spezzaferri & Rögl, 2004; Spiegler & Spezzaferri, 2005). La Vârciorog, au fost identificate câteva fragmente de bolboforme, similare celor din Bessarabianul de pe Platforma Moldovenească (Brânzilă, 2013), și care sunt semnalate pentru prima oară în Bazinul Borod. Asociațiile de foraminifere identificate din nivelul cu *Bolboforma* sp. indică ape mai reci, în medii depoziționale puțin adânci.

Mysidele dau o biozonă caracteristică Sarmațianului (Volhynian superior - Bessarabian inferior) în întreg Paratethysul (Voicu, 1981, 1984, 1992), iar la Vârciorog a fost identificată din partea superioară a Pârâului Vișinilor, unde, alături de nubecularii sugerează vârsta bessarabiană a depozitelor.

Prezența algelor dasycladale în secțiunea D9 de pe Pârâul Vișinilor și la Luncșoara, sunt și ele caracteristice Sarmațianului prin specia *Halicoryne moreletti* (Bucur et al, 1993; Bucur & Șuraru, 1994; Bucur, com. pers.).



Otolithele identificate la Vârciorog sunt comparabile cu speciile din Paratethys, aparținătoare familiilor Mugilidae, Gobiidae, Clupeidae etc., care populau mediile marine de adâncime redusă (<50m), ușor salmastre (Bratishko et al., 2015). Din profilele de pe Pârâul Vișinilor au fost colectate și alte fragmente de vertebrate cum sunt: fragmente craniene, vertebre și dinți de pești și microvertebrate.

În lucrarea de licență redactată de Molnar (2011) sub îndrumarea prof. Vlad Codrea (Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca), au fost identificate pentru prima oară fragmente de microvertebrate care aparțin familiilor: Muridae, Gliridae și Erinaceidae de pe Pârâul Vișinilor, care atestă vârsta Sarmațianului inferior (Volhynian).

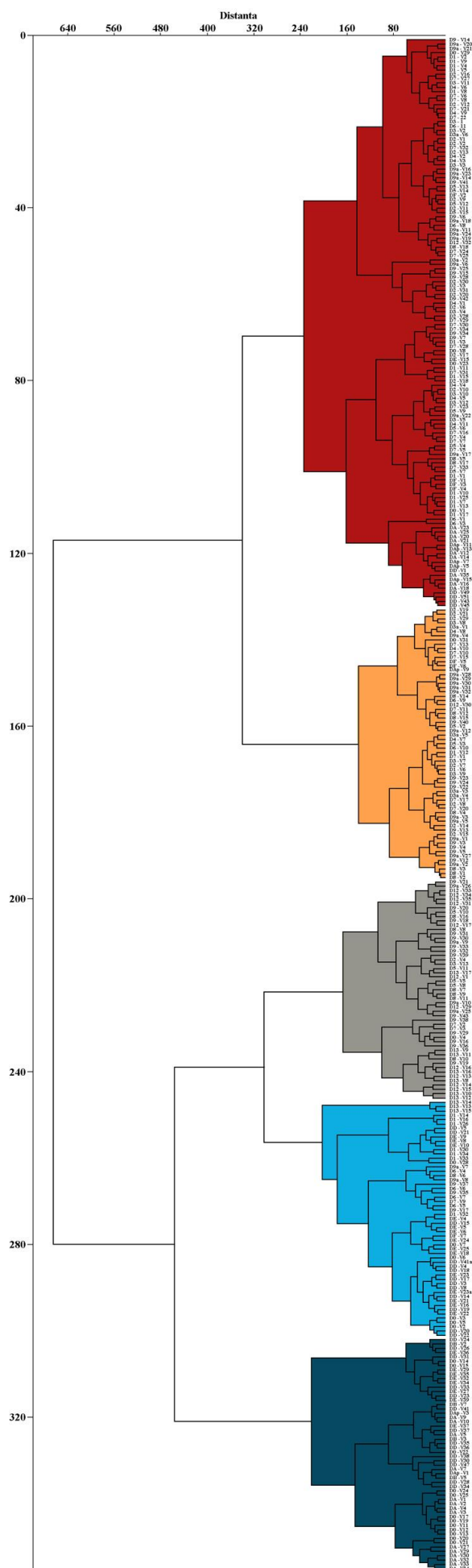
De asemenea, unele aflorimente din zona de studiu păstrează fragmente de crabi de apă dulce (chelae de *Potamidae* - Klaus, com. pers), care indică medii de tranziție (mlaștină - medii lacustre) (Klaus et al., 2011).

## **Capitolul 6. SINTEZA REZULTATELOR ȘI DISCUȚII**

În urma investigării tuturor profilelor de pe Pârâul Vișinilor, s-a ajuns la concluzia că sedimentele depuse în partea de sud-vest a Bazinului Borod au o răspândire mare și cuprind o bună parte a succesiunii caracteristice Sarmațianului. Depozitele sunt alcătuite dintr-o mare varietate litologică: argile, argile cărbunoase, silturi, nisipuri, pietrișuri, gresii și calcare, iar la anumite nivele, argilele sau silturile prezintă un aspect lumașelic. Faciesurile sunt foarte variabile pe laterală datorită învecinării domeniilor marin și continental, ceea ce uneori a făcut ca deschiderile să fie mai greu corelabile.

În profilele investigate au putut fi puse în evidență, din bază spre top, următoarele nivele litologice caracteristice:

- nisipuri, cu intercalații de pietrișuri în partea inferioară,
- silturi și argile, care spre partea superioară trec în gresii,
- tufite, care conțin uneori intercalații de argile cărbunoase,
- alternanțe de calcare și silturi cu aglomerări de cochilii,
- nisipuri siltice.



Din punct de vedere paleontologic, deschiderile de pe Pârâul Vișinilor, conservă asociații deosebit de bogate de foraminifere și alte grupuri de micro- și macrofosile caracteristice Sarmațianului.

Abundențele speciilor de foraminifere au fost studiate și reprezentate statistic. Dendrograma sintetică (Fig. 6.1) a fost obținută prin transpunerea tuturor speciilor de foraminifere cu participare de minim 3%, pentru 355 probe investigate. Aceleași date au fost utilizate pentru analiza componentelor principale (PCA - Fig. 6.2). Din ambele analize au reieșit ca relevante abundențele relative a 12 specii și 7 genuri.

**Fig. 6.1 Dendrograma sintetică bazată pe abundența speciilor care apar în proporție de minim 3% pe Pârâul Vișinilor**

Speciile au fost grupate statistic în mai multe biofaciesuri majore (Fig. 6.1):

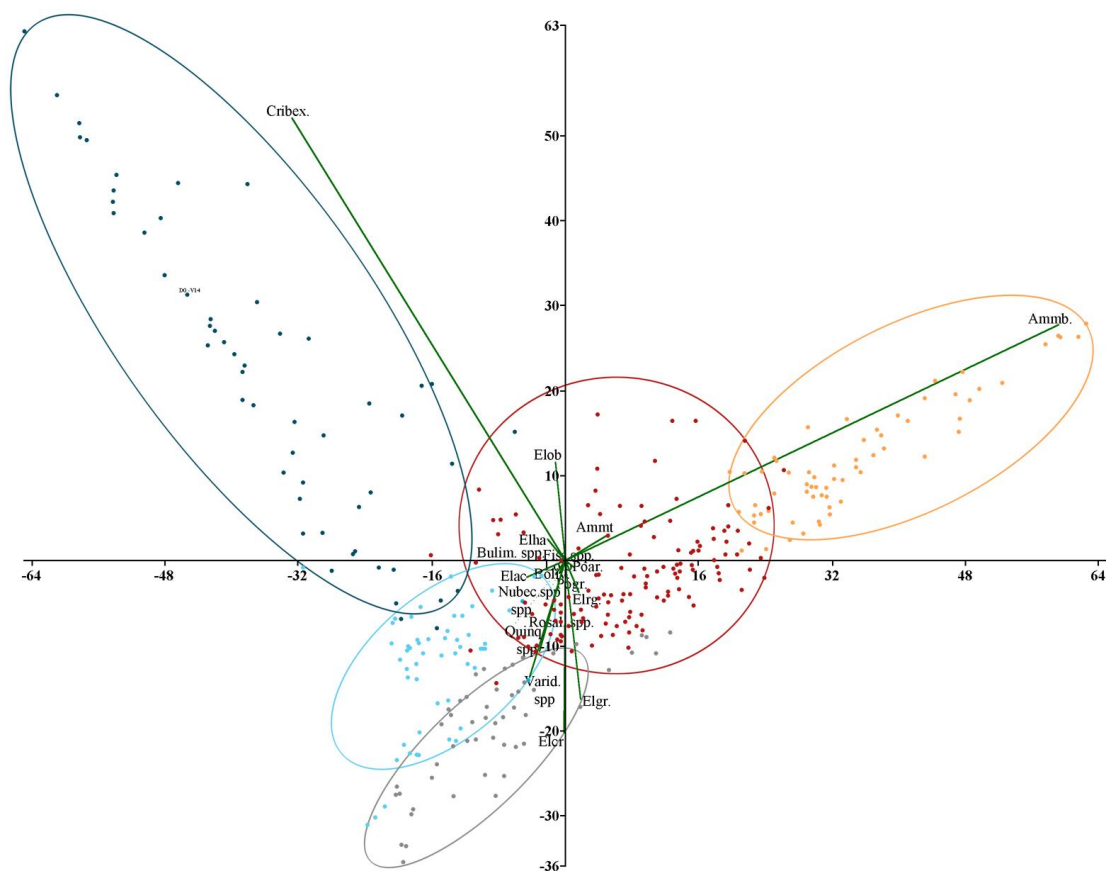
- biofaciesul cu *Ammonia tepida* (culoare roșie) – este reprezentat prin specii dominant eurihaline, oportuniste, cu toleranță spre condițiile de mediu fluctuante;
- biofaciesul cu *Ammonia beccarii* (culoare galbenă) – prin prezența masivă a speciei care îi dă numele, definește mediile marginale puternic îndulcite;
- biofaciesul cu *Elphidium crispum*, *E. grilli*, *E. reginum*, *E. hauerinum* (culoare gri) – caracterizează medii depoziționale puțin adânci și condiții de mediu stabile, și substrat vegetal;
- biofaciesul cu *Elphidium aculeatum* (culoare albastru deschis) – speciile epifaunale de *Elphidium* împreună cu miliolidele documentează episoade de salinitate normală până la hipersalinitate, în condiții oxice;
- biofaciesul cu *Criboelphidium excavatum* (culoare albastru închis) definește mediile depoziționale restrictive, cu episoade suboxice și cantități fluctuante de materie organică.

Diagrama PCA (Fig. 6.2) reduce, la nivel bidimensional, modul de grupare a probelor individuale (punctele colorate) în funcție de taxonii care definesc asociațiile (segmentele colorate), subliniind asemănarea dintre probe și legătura liniară dintre variabile. PCA indică relevanța unor parametri ecologici și caută seturi de probe care se corelează pentru definirea unor medii în care sunt reprezentate specii cu aceleași preferințe paleoecologice. Rezultatele analizei permit verificarea unor rezultate deduse din interpretările paleoecologice făcute direct asupra asociațiilor.

Analiza PCA (Fig. 6.2) a permis gruparea următoarelor asociații:

- Asociația cu *Ammonia beccarii*, reprezentată cu puncte galbene, care caracterizează mediile cu salinitatea cea mai scăzută și un nivel de oxigenare ușor diminuat;
- Asociații de tranziție (cu specii de *Ammonia*, *Elphidium*, *Porosononion*, *Lobatula* etc.), reprezentate prin puncte roșii, de obicei prezente în partea medie-inferioară a succesiunii, caracterizate de o anumită toleranță la condițiile de mediu;
- Asociații caracteristice unor medii cu salinitate ridicată și oxigenare relativ bună (cu miliolide dominante și unele rotaliide), reprezentate prin puncte de culoare albastru deschis;
- Asociații tipice pentru medii cu salinitate apropiată de valorile normale și nivelul de oxigenare cel mai ridicat (cu rotaliide dominante și miliolide), reprezentate prin puncte gri;

- Asociații care sugerează un mediu bogat în nutrienți, cu valori reduse de oxigenare, dar cu salinități normale (dominat de specii de buliminide), reprezentate de punctele de culoare albastru închis.



**Fig. 6.2. Reprezentarea prin analiză factorială (PCA) a grupării principalelor asociații identificate pe Pârâul Vișinilor.**

Segmentele de culoare verde reprezintă proporțional gradul de conformare a speciilor respective la condițiile de mediu caracterizate de asociațiile pe care le definesc sau cu care se învecinează.

Chiar dacă valorile axelor graficului nu sunt legate direct de valorile unor parametri de mediu, prin gruparea grafică a punctelor caracteristice asociațiilor majore se poate observa tendința de creștere de la dreapta spre stânga a salinității și de sus în jos a valorilor de oxigenare.

Corelarea profilelor de pe Pârâul Vișinilor (Fig. 6.3) a fost posibilă prin reprezentarea asociațiilor (în coloana din stânga, cu culorile din fig. 6.1) și biofaciesurilor rezultate din analiza factorială (figurate în coloana din dreapta și explicate la legendă), alături de biozonele identificate prin analiza biostratigrafică pe profilele litologice individuale. După cum se poate observa, alături de încadrarea brută în schema de biozonare, utilizarea de date multiple permite o mai bună rezoluție în poziționarea profilelor individuale în cadrul fiecărei biozone, ceea ce subliniază utilitatea metodelor statistice.

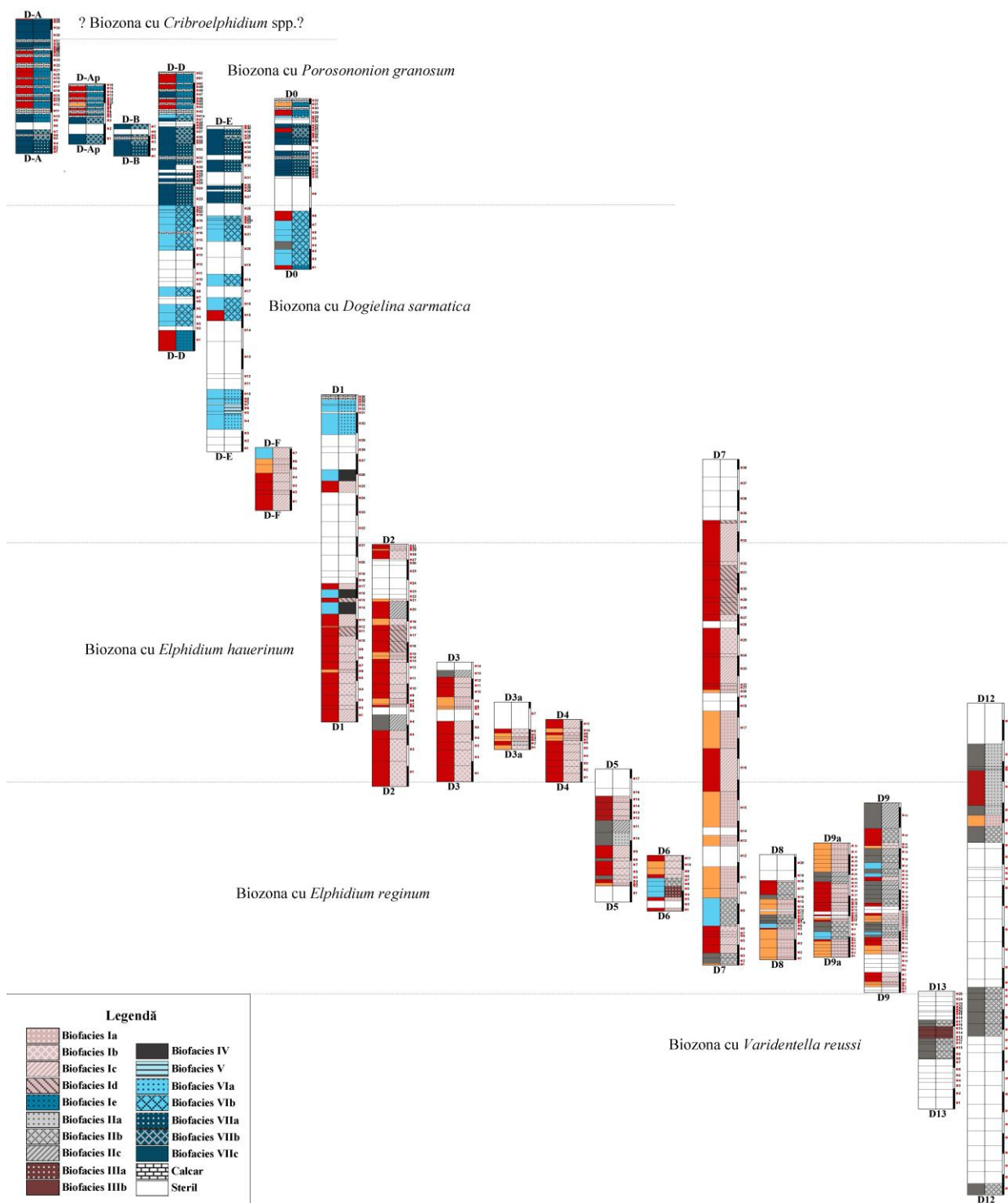


Fig. 6.3. Corelarea profilelor studiate de pe Pârâul Vișinilor

## Capitolul 7. CONCLUZII

Studiul de față a avut ca subiect investigarea asociațiilor de foraminifere sarmatiene din partea de sud-vest a Bazinului Borod, cu scopul de a detalia biostratigrafia și de a reconstitui contextul paleoambiental și evoluția în timp și spațiu a mediilor depoziționale.

Din cele 22 de aflorimente investigate de pe Pârâul Vișinilor, au fost separate asociații diverse de foraminifere bentonice (137 specii, 54 genuri), unele dintre acestea semnalate pentru prima oară în România (ex. *Elphidium* aff. *tongaense*, *Galwayella trigonomarginata*). Caracterizarea asociațiilor s-a făcut cu ajutorul analizelor taxonomice, biostratigrafice și de abundență a speciilor, urmate de reconstituirea caracterelor paleoecologice prin evidențierea și interpretarea morfogrupurilor, asociațiilor și biofaciesurilor caracteristice.

### 7.1. Morfogrupurile de foraminifere bentonice

Morfogrupurile subliniază relația dintre testul foraminiferelor și bathimetrie, calitatea substratului, salinitate, hidrodinamică, nivelul de oxigenare și aportul nutritiv. În secțiunea de pe Pârâul Vișinilor, au fost separate următoarele morfogrupuri:

- **M1** este reprezentat de elphidiide și nonionide cu test planspiral rotunjit, cu mod de viață infaunal liber, care caracterizează medii depoziționale bogate în materie organică din zona șelfului intern până în zona bathyal-superioară, în ape cu valori ale salinității ușor scăzute până la hypersaline, fără însă a suporta variații mari ale salinității (Boltowskoy & Wright, 1976; Jorissen, 1987; Langer, 1993; Poignant et al., 2000; Debenay et al., 2005; Murray, 1991, 2006, Darling et al., 2016).
- **M2** include specii carenate și aculeate de *Elphidium*, epifaunale, epifite, care se hrănesc prin suspensie, cu preferințe pentru un substrat grosier/nisipos, în ape oxigenate, cu abundență în zona litorală și sublitorală (Langer et al., 1989; Murray, 2006; Darling et al., 2016). Elphizii carenați în mediile actuale indică zone cu ape temperat-calde (Murray, 1991).
- **M3** cu specii infaunale cu test planconvex/biconvex ușor trochospiral, ce au preferințe pentru un substrat mâlos și/sau nisipos în medii fluviale, estuare, zone marin marginale puțin adânci, din zona oxi-suboxică, cu variații largi ale salinității și temperaturii sau o gamă largă de valori în conținutul de materie organică (Bradshaw, 1957, 1961; Jorissen, 1987; Walton & Sloan, 1990; Almogi-Labin et al., 1992, 1995; Debenay et al., 1998; Alve & Murray, 1999; Hayward et al., 2004).

- **M4** reunește genuri de rotaliide epifaunale/epiphite cu test planconvex trohospiral, având partea spirală aplatizată în vedere laterală și conturul testului rotunjit până la ascuțit. Sunt specii atașate permanent sau temporar, cu preferințe pentru un substrat dur sau grosier, în zone cu hidrodinamică ridicată, în ape de adâncimi mici cu valori saline normale și medii bine oxigenate (Corliss & Fois, 1990; Murray, 1991, 2006; Langer, 1993, Schönfeld, 2002).
- **M5**, împărțit în două morfotipuri:
  - M5a, cuprinde taxoni cu test conic aplatizat, cu mod de viață liber în sedimente fine, în medii marine adânci cu energie relativ scăzută și salinitate normală capabile să tolereze medii depozitionale suboxice până la condiții anaerobe (Bernhard, 1986). Aceste forme infaunale și detritivore (*Bolivina*) se regăsesc pe șelful intern și în partea inferioară a zonei bathyale cu un conținut ridicat în detritus vegetal (Corliss & Chen, 1988; Kaiho, 1991, 1994; Bernhard & Sen Gupta, 1999; Murray, 2003, 2006).
  - M5b, grupează specii infaunale cu test conic-cilindric rotunjit bi/triseriat (buliminide) care sunt forme oportuniste cu toleranță pentru zonele de oxigenare scăzută până la niveluri disaerobe în condiții de salinitate normală, cu distribuție în ape puțin adânci, zone neritice până la ape adânci cu energie relativ scăzută, diversitatea speciilor fiind direct proporțională cu adâncimea (Intrieri & Valleri, 2007; Jones 1994, 2014).
- **M6** este reprezentat de specii cu test lenticular până la ovoid aplatizat, cu morfologie biconvexă. Sunt taxoni infaunali, detritivori, care trăiesc liber în sedimentele fine din apele puțin adânci cu salinitate normală, în condiții de oxigenare și energie relativ scăzute (Kaiho, 1991, 1994; Intrieri & Valleri, 2007).
- **M7** include specii infaunale cu test sferic/piriform unilocular, cu mod de hrănire detritivor, cu preferințe pentru sedimente fine în ape suboxice, puțin adânci cu energie scăzută, salinitate normală și flux moderat de materie organică (Mendes et al., 2004; Murray, 2006; Intrieri & Valleri, 2007).
- **M8**, reprezentat de miliolide și a fost împărțit în patru morfotipuri:
  - M8a, ce grupează miliolidele parțial derulate care trăiesc libere în sedimente relativ grosiere, iar prezența lor în asociație sugerează zone din vecinătatea țărmurilor, cu apă foarte puțin adâncă (<30 m), bine oxigenată și mai puțin agitată (Łuczowska, 1974).
  - M8b cuprinde forme epifaunale cu test miliolin înrulat, libere sau atașate de substrat sau plante cu preferințe pentru condiții marine normale până la

hipersaline în ape temperat-calde, în condiții oxi-/suboxice, lagune, zona șelfului intern (0-40 m) (Murray, 1991, 2006; Peryt & Gedl, 2010).

- M8c grupează miliolide cu test planconvex și înrulate sinusoidal în faza inițială. Sunt forme epifaunale cu mod de viață sesil, regăsindu-se în mediile marine puțin adânci, oxigenate, în condiții instabile de mediu, la interfața apă-sediment pe substrat vegetal. Aceste specii sugerează medii marine din apropierea țărmurilor, în zone cu consum de energie, ape calde, foarte puțin adânci, în condiții de salinitate mai ridicată (Blanc-Vernet, 1969; Łuczowska, 1974; Murray, 1991; Armstrong & Brasier, 2005; Tóth & Görög, 2008).
- M8d include miliolide mici asociate mediilor marine puțin adânci din zona internă a platformelor continentale, care pot tolera variații ale salinității, în ape oxigenate, cu o diversitate invers proporțională cu adâncimea (Jones 1994, 2014).

## 7.2. Tipurile de asociații de foraminifere bentonice

În stabilirea denumirii asociațiilor de foraminifere s-a ținut cont de procentajul cel mai mare pe care îl are o specie în gruparea clusterului. Condițiile paleoecologice au fost descrise ținând cont de grupurile de specii sau chiar de specii singulare dacă acestea au preferințe diferite față de restul speciilor cu care participă în asociație. În profilele de pe Pârâul Vișinilor au fost identificate 14 tipuri de asociații de foraminifere bentonice, denumite și grupate statistic în funcție de frecvența speciilor:

- **A1** - asociația cu *Ammonia*, caracteristică mediilor dominant salmastre, cu fluctuații mari ale parametrilor ecologici, precum salinitatea, temperatura, oxigenul sau cantitatea de nutrienți (Boltovskoy & Wright, 1976; Murray, 1991, 2006; Sen Gupta, 2002; Carboni et al., 2009). Preferința speciilor pentru un anumit microhabitat se poate schimba în funcție de disponibilitatea de hrană sau condițiile de mediu (Jorissen, 1988; Corliss & Emerson, 1990; Debenay et al., 1998).
- **B1** - asociația cu *Elphidium crispum*, alături de specii infaunale caracterizează mediile depoziționale de adâncimi mici, golfuri sau lagune protejate, fără curenți activi, în condiții de mediu oligotrofic până la valori ecologice marine normale pe sediment predominant mâlos/nisipos.
- **B2** - asociația cu *Elphidium grilli*, alături de specii epifite, este caracteristică mediilor depoziționale puțin adânci, oxice, cu substrat vegetal, nisipos, din zona infralitorală-circalitorală cu valori normale ale salinității (Langer, 1993; Tóth & Görög, 2008; Sadri et al., 2011).



- **B3** - asociația cu *Elphidium reginum* caracterizează un mediu cu vegetație bogată în alge arborescente, cu durată scurtă de viață, cu sedimente argiloase-nisipoase, din zona infralitorală-circalitorală
- **B4** - asociația cu *Elphidium hauerinum* este tipică în medii depoziționale oxi-/ suboxice puțin adânci și salinități fluctuante, dar apropiate de valorile normale, pe sedimente măloase/nisipoase.
- **B5** - asociația cu *Elphidium aculeatum* caracterizează medii depoziționale cu substrat dens de vegetație, în medii marine puțin adânci, zone de țărm cu hidrodinamică ridicată, cu salinități normale până la ușor ridicate.
- **B6** - asociația cu *Criboelphidium excavatum* este caracteristică mediilor marine de mică adâncime în condiții oxi-/suboxice, cu preferințe pentru un substrat nisipos/argilos, în sedimente bogate în materie organică.
- **C1** - asociația cu *Quinqueloculina* indică medii cu salinități normale spre hipersaline, cu abundență ridicată în regiunile calde, în ape de adâncimi mici, în lagune sau golfuri, cu ape bine oxigenate și productivitate primară moderată.
- **C2** - asociația cu *Varidentella sarmatica* caracterizează medii marine oxice, puțin adânci cu substrat vegetal, mediile lagunare cu salinități normale până la hipersaline, în condiții instabile de mediu.
- **C3** - asociația cu *Sinzowella* reprezintă o asociație particulară, cu prezența nubeculariilor ca specii dominante. Astfel de asociații sugerează medii marine din apropierea țărmurilor, în zone cu ape calde, foarte puțin adânci și substrat vegetal, cu salinitate mai ridicată.
- **D** - asociația cu *Bolivina-Buliminella* caracterizează mediile depoziționale suboxice pe sedimente măloase/argiloase și cantități importante de materie organică.
- **E** - asociația cu *Porosonion granosum* caracterizează sedimente bogate în materie organică, un substrat mălos/nisipos din zona șelfului intern până în zona bathyal-superioară, în ape cu valori ale salinității ușor scăzute până la marin normale.
- **F** - asociația cu *Lobatula* arată o sedimentare detritică a depozitelor și ape cu regim de energie ridicată, în medii instabile.

### 7.3. Tipuri de biofacies

În aflorimentele studiate au fost identificate șapte tipuri de biofacies, grupate statistic în funcție de parametrii ecologici responsabili de distribuția speciilor de foraminifere în probele investigate:

- **Biofaciesul I** cu sub-biofaciesurile aferente a fost dominat de *Ammonia* și corespunde zonelor instabile, cu ape salmastre, în condiții diferite de substrat și aport nutritiv;
- **Biofaciesul II**, dominat de *Elphidium*, corespunde unor condiții de mediu mai stabile, cu substrat mai grosier sau vegetat, nivel de oxigenare și aport nutritiv variabile, care permit viața speciilor epifaunale și infaunale, ierbivore și detritivore, în condiții de salinitate apropiate de valorile normale;
- **Biofaciesul III**, dominat de miliolide, care sunt forme epifaunale detritivore și/sau ierbivore și caracterizează apele de mică adâncime, cu salinități normale sau condiții hipersaline;
- **Biofaciesul IV**, cu *Lobatula lobatula*, care documentează existența unui substrat grosier sau vegetat, cu hidrodinamică ridicată;
- **Biofaciesul V**, separat în urma apariției unor specii noi față de restul succesiunii (*Dogielina sarmatica*, *Sinzowella*, *Affinetrina*), în zona de trecere la Bessarabian;
- **Biofaciesul VI**, dominat de asociațiile particulare cu nubecularii, este caracterizat de un substrat fin, o hidrodinamică redusă și salinități normale sau condiții hipersaline;
- **Biofaciesul VII**, dominat de apariția explozivă a genurilor *Criboelphidium*, *Elphidium* și *Porosonion*, care caracterizează salinități apropiate de valorile normale, adâncimi reduse, substrat mâlos sau nisipos, cu aport de materie organică.

#### 7.4. Anomaliile morfologice ale testurilor de foraminifere bentonice

O altă abordare în studiul paleoecologic a fost reprezentată de investigarea anomaliilor morfologice ale testurilor de foraminifere, care s-a concentrat pe asociațiile din profilul D9. Observațiile s-au făcut pe testul speciilor bentonice din genurile *Ammonia* și *Elphidium*, chiar dacă au fost observate malformații și pe testul altor specii. În urma analizelor calitative și cantitative, formele aberante au fost separate după modelul propus de Polovodova & Schönfeld (2008), în 4 tipuri (camerale, aperturale, arhitecturale și anomalii de test) și 14 subtipuri de malformații. Cele mai frecvente tipuri de deformații au fost asociate cu instabilitatea mediului, cauzată în principal de fluctuațiile valorilor salinității și nivelului de oxigenare.

#### 7.5. Biostratigrafie

Urmărind evoluția asociațiilor micropaleontologice din profilele investigate, au putut fi separate mai multe dintre biozonele recunoscute la nivel regional pentru Sarmățian (Fig. 7.1):

- **Biozona cu *Varidentella reussi*** (Sarmățian / Volhynian) - caracterizată de proliferarea genului *Varidentella* (Popescu, 1995).

Paratethysul Central						Paratethysul Estic			
Etaje standard	Etaje regionale	AUSTRIA		ROMÂNIA					
		Bazinul Vienei		Bazinul Vad-Borod	Popescu, 1995	Platforma Moldovenească			
		Grill 1941, 1943 Papp et al., 1974	Harzhauser & Piller, 2004	Vârciorog (acest studiu)		Ionesi 1968, 1986			
Tortonian	Pannonian	Zona	Zona	Zona	Zona	Zona			
Serravallian	Sarmațian superior	<i>Nonion granosum</i>	<i>Porosononion granosum</i>	<i>Criboelphidium</i> spp.	<i>Porosononion aragviensis</i>	<i>Nonion bogdanowiczi</i>			
				?					
	Sarmațian inferior	<i>Elphidium hauerinum</i>	<i>Elphidium hauerinum</i>	<i>Dogielina sarmatica</i>	<i>Dogielina sarmatica</i>	<i>Porosononion granosum</i> & <i>Elphidium macellum</i>			
		<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium hauerinum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Articulina sarmatica</i>	<i>Ammonia beccarii</i> & <i>Porosononion subgranosum</i> & <i>Quinqueloculina consobrina</i>	
									Subzona cu <i>Peneroplidae</i>
<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Varidentella reussi</i>	<i>Varidentella reussi</i>	<i>Elphidium rugosum</i> & <i>Quinqueloculina reussi</i> & <i>Articulina</i>			
		<i>Anomalinoides dividens</i>			<i>Lobatula dividens</i>	<i>Cibicides badenensis</i> & <i>Cibicides lobatulus</i> & miliolide striate			

**Fig. 7.1. Corelarea biozonelor din Sarmațian pe baza foraminiferelor bentonice** (după Grill, 1941, 1943; Ionesi, 1968, 1986; Papp et al., 1974; Popescu, 1995; Harzhauser & Piller, 2004).

- **Biozona cu *Elphidium reginum*** (Sarmațian / Volhynian) - caracterizată de o amplă răspândire a speciilor de *Elphidium* (*E. reginum*, *E. aculeatum*), alături de care apar specii de *Porosononion* și *Nonion*. În partea superioară a zonei sunt comune speciile *Glabratella imperatoria*, *Elphidium koberi* și *Spiroloculina okrajantzi* (Popescu, 1995).

- Biozona cu *Elphidium hauerinum* (Sarmațian / Volhynian) - (Grill, 1941), a fost separată pe baza abundenței ridicate a speciei index. Alte particularități ale biozonei sunt absența taxonilor stenohalini și apariția unor specii noi - ex. *Elphidium alvarezianum serrulatum* (Cushman, 1930).
- Biozona cu *Dogielina sarmatica* (Sarmațian / Bessarabian) - are limita inferioară trasată la apariția genului *Dogielina*, împreună cu alte specii de miliolide (*Sinzowella*, *Affinetrina* etc. – Popescu, 1995).
- Biozona cu *Porosonion granosum* (Sarmațian / Bessarabian) - (Grill, 1941), a fost separată pe baza frecvenței ridicate a taxonului index, după dispariția totală a nubeculariidelor (Biozona cu *Dogielina sarmatica*).
- Biozona cu *Criboelphidium* - caracteristică părții superioare a succesiunii stratigrafice, marcată de apariția abundentă a speciei *Criboelphidium excavatum* și o diversitate scăzută a asociațiilor. Biozona este dificil de corelat cu alte biozone regionale.

## 7.6. Importanța secțiunii de la Vârciorog

Secțiunea investigată conservă asociații micropaleontologice marine puțin adânci, care au evoluat în condiții cu parametri fluctuanți, datorită proximității mediilor continentale și de tranziție, care au migrat sub influența oscilațiilor de nivel marin.

Secțiunea de pe Pârâul Vișinilor oferă posibilitatea unei bune corelări între asociațiile micropaleontologice și mediile depoziționale.

Diferitele metode de analiză utilizate în studiu au permis evidențierea unor criterii de corelare potențiale, fundamentate pe litologie (nivele cu litologie similară), biostratigrafie (prezența biozonelor), de stratigrafie secvențială (suprafețe de inundare marină și regresioni), evenimente cu potențial de corelare (depunerea tufurilor vulcanice) și metode statistice. Corelarea profilelor investigate poate fi urmărită în Cap. 6 - Fig. 6.4.

Secțiunea de la Vârciorog deschide în mod optim un interval reprezentativ pentru Sarmațianul din Bazinul Borod, care cuprinde majoritatea biozonelor descrise până în prezent din România și Paratethysul Central. Doar biozona caracteristică bazei Sarmațianului nu a fost identificată în secțiunea studiată.

Toate metodele de analiză utilizate, interpretările și rezultatele prezentate au permis obținerea unei imagini mai clare asupra distribuției spațiale și temporale a asociațiilor, ceea ce a permis reconstituirea unei părți din istoria evoluției Bazinului Borod și a extremității estice a Bazinului Pannonic.

## Bibliografie selectivă

- Almongi-Labin, A., Perelis-Grossovicz, L., Raab, M., 1992.** Living *Ammonia* from a hypersaline inland pool, Dead Sea area, Israel. *Journal of Foraminiferal Research* **22**, 257-266.
- Almongi-Labin, A., Siman-Tov, R., Rosenfeld, A., Debard, E., 1995.** Occurrence and distribution of the foraminifer *Ammonia beccarii tepida* (Cushman) in water bodies, recent and quaternary, of the Dead Sea Rift, Israel. *Marine Micropaleontology* **26**, 153-159.
- Alve, E., Murray, J.W. 1999.** Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **146**, 171-193.
- Armstrong, H.A., Brasier, M., 2005.** *Microfossils*. Blackwell Publishing, 304 p., Oxford.
- Balintoni, I., 1994.** *Structure of the Apuseni Mountains*. ALCAPA II Field Guide Book, Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology, **75/2**, 51-58, București.
- Balintoni, I., 1997.** *Geotectonica terenurilor metamorfice din România*. Editura Carpatica, 176 p., Cluj-Napoca.
- Balintoni, I., Puște, A., 2001.** Probleme tectonice în partea de vest a Masivului Pădurea Craiului (Munții Apuseni). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia XLVI/1*, 29-33, Cluj-Napoca.
- Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R. 1996.** *Ecology, Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Science Ltd., 958p, Australia.
- Bernhard, J.M., 1986.** Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research* **16/3**, 207- 215.
- Bernhard, J., Sen Gupta, B. K., 1999.** Foraminifera of oxygen-depleted environments. In Sen Gupta, B.K. (ed.) *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 201-216.
- Blanc-Vernet, L., 1969.** Contribution à l'étude des Foraminifères de Méditerranée. Relations entre la microfaune et le sédiment. Biocoenoses actuelles, thanatocoenoses pliocènes et quaternaires. *Recueil des travaux de la Station marine d'Endoume. Bulletin* **48/64**, 281 p.
- Bleahu, Mt., Istocescu, D. Diaconu, M., 1971.** Formațiunile preneogene din partea vestică a Munților Apuseni și poziția lor structurală. *Dări de seamă ale ședințelor*, **LVII /5**, 1969-1970. Tectonică și geologie regională, 5-21, București.
- Boué, A., 1833.** Journal d'un voyage géologique fait a travers la chaine des Carpathes en Bucovine, Transylvanie et Maramuresch. *Mémoires de la société géologique de France I/1*, 237-316, Paris.
- Boltovskoy, E., Wright, R., 1976.** Recent Foraminifera. Junk, The Hague, 515 p.
- Bonaduce, G., Ciampo G., Masoli, M., 1976.** Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* **1/40**, 1-154.
- Brânzilă, M., 2013.** *Bolboforma*, a new taxon in the Moldavian Platform biostratigraphy. *The 9th Romanian Symposium on Paleontology*, Iași.
- Bucur, I.I., 1981.** Algues calcaires du Crétacé inférieur des Monts Pădurea Craiului. *Nimphaea, Folia Naturae Bihariae*, **VIII-IX**, 53-68, Oradea.
- Bucur, I., Nicorici, E., Șuraru, N., 1993.** Sarmatian calcareous algae from Romania. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* **I**, 81-91, Modena.
- Bucur, I.I., Șuraru, N., 1994.** *Halicoryne morelleti* (Pokorny) from the lower Sarmatian deposits of the Borod basin (Romania). *The Miocene from the Transylvanian Basin, Romania*, 41-46, Cluj-Napoca.
- Bradshaw, J.S., 1957.** Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer, “*Streblus beccarii* (Linné) var. *tepida* (Cushman)”. *Journal of Paleontology* **31/6**, 1138-1147.
- Bradshaw, J.S., 1961.** Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera. *Contribution Cushman Foundation for Foraminiferal Research* **12**, 87-106.
- Bratishko, A., Schwarzahans, W., Reichenbacher, B., Vernyhorova, Y., Coric, S., 2015.** Fish otoliths from the Konkian (Miocene, early Serravallian) of Mangyshlak (Kazakhstan): testimony to an early endemic evolution in the Eastern Paratethys. *Paläontologische Zeitschrift*, **89, 4**, 839-889.
- Carboni, M.G., Succi, M.C., Bergamin, L., Di Bella, L., Frezza, V., Landini, B., 2009.** Benthic foraminifera from two coastal lakes of southern Latium (Italy). Preliminary evaluation of environmental quality. *Marine Pollution Bulletin*, **59**, 268-280.

- Codrea, V., Czier, Z., 1991.** *Dicerorhinus etruscus brachycephalus* (Perissodactyla, Mammalia) from the Pleistocene of Subpiatră (Țețchea village, Bihor county, Romania). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia* **XXXVI/2**, 27-33.
- Codrea, V., Barbu, O., Bedeleian, H., 2007.** Middle Miocene diatomite-bearing formations from western Romania. *Bulletin of the Geological Society of Greece* **XXXX**, 21-30.
- Corliss, B.H., 1985.** Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature* **314**, 435-438.
- Corliss, B.H., Chen, C., 1988.** Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology* **16/8**, 716-719.
- Corliss, B.H., Emerson, S., 1990.** Distribution of Rose Bengal stained deep-sea benthic foraminifera from the Nova Scotian continental margin and Gulf of Maine. *Deep-Sea Research* **37**, 381-400.
- Corliss, B.H., Fois, E., 1990.** Morphotype analysis of deep-sea benthic foraminifera from the Northwest Gulf of Mexico. *Palaios* **5**, 589-605.
- Corliss, B.H., 1991.** Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology* **17**, 195-236, Amsterdam.
- Cooke, P. J., Nelson, C. S., Crundwell, M. P., Spiegler, D., 2002.** *Bolboforma* as monitors of Cenozoic palaeoceanographic changes in the Southern Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **188**, 73-100.
- Csontos, L., 1995.** Cenozoic tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review. *Acta Vulcanologica* **7**, 1-13.
- Darling, K. F., Schweizer, M., Knudsen, K. L., Evans, K. M., Bird, C., Roberts, A., Filipsson, H. L., Kim, J.-H., Gudmundsson, G., Wade, C. M., Sayer, M. D.J., Austin, W. E.N., 2016.** The genetic diversity, phylogeography and morphology of Elphidiidae (Foraminifera) in the Northeast Atlantic. *Marine Micropaleontology* **129**, 1-23.
- Debenay, J.-P., Bénéteau, E., Zhang, J., Stouff, V., Geslin, E., Redois, F., Fernandez- Gonzalez, M., 1998.** *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology* **34/3-4**, 235-244.
- Debenay, J.P., Millet, B., Angelidis, M.O., 2005.** Relationships between foraminiferal assemblages and hydrodynamics in the Gulf of Kalloni, Greece. *Journal of Foraminiferal Research* **35**, 327-343.
- Dragastan, O., 1966.** Microfaciesurile Jurasicului superior și Cretacicului inferior din Munții Apuseni (Munții Trascău și Pădurea Craiului). *Analele Universității București, Seria Științele Naturii, Geologie- Geografie* **15/2**, 37-47.
- Dragastan, O., Isocescu, D., Diaconu, M., 1967.** Etude du niveau à Charophytes d'âge Crétacé inférieure des Monts Pădurea Craiului (Roumanie). *Revue du Micropaléontologie* **9/1**, 23-28, Paris.
- Filipescu, S., Popa, M., 2001.** Biostratigraphic and palaeoecologic significance of the macro- and microfossils assemblages in the Borod Formation (Eastern Borod Depression, North-West Romania). *Acta Palaeontologica Romaniae* **3**, 135-148.
- Filipescu, S., Miclea, A., Gross, M., Harzhauser, M., Zágóršek, K., Jipa, C., 2014.** Early Sarmatian paleoenvironments in the easternmost Pannonian Basin (Borod Depression, Romania) revealed by the micropaleontological data. *Geologica Carpathica* **65/1**, 67-81.
- Gebhardt, H., 1999.** Middle to Upper Miocene benthonic foraminiferal palaeoecology of the Tap Marls (Alicante Province, SE Spain) and its palaeoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **145**, 141-156.
- Ghiurcă, V., Stancu, J. 1974.** Les Bryozoaires sarmatiens du Paratethys Central. In: *M5 Sarmatien: Die Sarmatische Schichtengruppe und ihr Stratotypus*, (Eds, Papp, A., Marinescu, F. & Seneš, J.), 298-317, (VEDA, Bratislava).
- Givulescu, R., 1943.** Notă asupra florei sarmatice din estul Bazinului Borod (jud. Bihor). *Revista Muzeului Mineralogic-Geologic* **VIII/1** (1943-1944), 258-267, Timișoara.
- Givulescu, R., 1950.** Nouvelles contributions á la stratigraphie de la partie orientale du Bassin Néogène de Borod (district de Bihor). *Comptes Rendus des Séances* **XXXVII** (1949-1950), 73-74.
- Givulescu, R., 1954a.** Contribuțiuni la studiul Cretacicului superior din Bazinul Borodului. *Studii și Cercetări Științifice* **1-2/V**, 173-218.
- Givulescu, R., 1954b.** Notă asupra Neogenului din Bazinul Borodului (Reg. Oradea). *Studii și Cercetări Științifice* **3-4/V**, 187-199, Cluj-Napoca.
- Givulescu, R., 1957.** Cercetări geologice in bazinul neogen al Borodului (Reg. Oradea). *Studii și Cercetări Științifice, Geologie-Geografie* **VIII/ 1-2**, 99-158, Cluj-Napoca.

- Givulescu, R., 1964.** Contribuții la cunoașterea activității vulcanice din Bazinul Borodului. *Studii și Cercetări de Geologie-Geofizică-Geografie, seria Geologie XIX/1*, 223-228.
- Givulescu, R., 1969.** Câteva observații privind alcătuirea subsamentului în porțiunea estică a Bazinului Borod. *Buletinul Științific (B) I.P. 3, I/1*, 195-205, Baia Mare.
- Givulescu, R., 1974a.** Asupra vârstei unor flore fosile neogene din depresiunea Borod. *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutului Geologic, Stratigrafie LX/4*, (1972-1973), 115-120, București.
- Givulescu, R., 1974b.** *Periploca* cf. *graeca* LINNÉ în Pannonianul Bazinului Borod. *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutului Geologic, Paleontologie LX/3*, (1972-1973), 217-219, București.
- Givulescu, R., 1976.** O nouă contribuție la cunoașterea florei fosile de la Cornițel (Bihor). *Nymphaea IV*, 59-66, Oradea.
- Givulescu, R., 1991.** Plante fosile din forajul 3153 de la Borod, jud. Bihor. *Studii și Cercetări Științifice* 36, 73-76, București.
- Givulescu, R., 1994.** Quelques considerations sur la composition et l'évolution des tourbieres du secteur estique du bassin de Vad-Borod. *The Miocene from the Transylvanian Basin, Romania*, 35-39, Cluj-Napoca.
- Givulescu, R., 1996.** *Turbăriile fosile din Terțiarul României*. Editura Carpatica, 51-60, Cluj-Napoca.
- Grill, R., 1941.** Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und der benachbarten Molasse-Anteilen. *Oel und Kohle*, 31, 595-602.
- Grill, R., 1943.** Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. *Mitt. Reichsanst. Bodenforschung* 6, 33—44.
- Györfi, I., Csontos, L., 1994.** Structural evolution of SE Hungary and Neogene basins of the Apuseni Mountains (Romania). *Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology* 75, 19-20.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001.** PAST: PAleontological STatistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* 4, 1, 1-9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hartmann, G. 1975.** Ostracoda. Dr. H.G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 5, 1. Abteilung, 2. Buch, 4. Teil, 4. Lieferung, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 569—786.
- Harzhauser, M., Piller, W.E., 2004.** Integrated Stratigraphy of the Sarmatian (Upper Middle Miocene) in the western Central Paratethys. *Stratigraphy* 1, 65-86.
- Hayward, B.W., Holzmann, M., Grenfell, H.R., Pawlowski, J., Triggs, C.M., 2004.** Morphological distinction of molecular types in *Ammonia*-towards a taxonomic revision of the world's most commonly misidentified foraminifera. *Marine Micropaleontology* 50, 237-271.
- Hojnos, 1942.** Nagybárod geológiája különös tekintettel a Krétaképződményekre. Beszámoló a M. K. Int. vitáuléseinek munkálairól, Budapesta.
- Holcová, K., Zágorský, K., 2008.** Bryozoa, foraminifera and calcareous nannoplankton as environmental proxies of the “bryozoan event” in the Middle Miocene of the Central Paratethys (Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 267, 216–234.
- Ianovici, V., Borcoș, M., Bleahu, M., Patrulius, D., Lupu, M., Dimitrescu, R., Savu, H., 1976.** *Geologia Munților Apuseni*, Editura Academiei Române, 631 p., București.
- Intrieri, E., Valleri, G., 2007.** Statistical analysis on benthic foraminifers from the Pliocene Canoa Formation (Manabí Basin, Ecuador): a tool for palaeoenvironmental reconstruction. In Coccioni, R., Marsili, A. (eds.): *Proceedings of the Giornate di Paleontologia 2005*. Grzybowski Foundation Special Publication 12, 20-35.
- Ionesi, B., 1968.** *Stratigrafia depozitelor miocene de platformă dintre Valea Siretului și Valea Moldovei*. Editura Academiei Republicii Socialiste România, 391 p., București.
- Ionesi, B., 1986.** Asupra Sarmatianului și subdiviziunilor sale. *Anuarul Muzeului de Științe Naturale, seria Geologie-Geografie, V*, 59-82, Piatra Neamț.
- Istocescu, D., 1970.** Stratigrafia și fauna depozitelor cretacice din zona Vârciorog-Copăcel (nord-vestul Pădurii Craiului, Muntii Apuseni). *Dări de Seamă ale Institutului Geologic LIV/4*, 161-164, București.
- Istocescu, D., Istocescu, F., 1974.** Considerații geologice asupra depozitelor neogene ale Bazinului Crișurilor. *Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie, Seria geologie* 19, 155-127, București.
- Istocescu, D., Ionescu, Gh., 1970.** Geologia părții de nord a Depresiunii panonice (Sectorul Oradea-Satu Mare). *Dări de Seamă ale Institutului Geologic LV*, (1967-1968), 73-87, București.

- Istocescu, D., Mihai, A., Diaconu, M., Istocescu, F., 1970.** Studiul geologic al regiunii cuprinse între Crișul Repede și Crișul Negru. *Dări de Seamă ale Institutului Geologic LV/5*, (1967-1968), 89-106, București.
- Jones, R.W., 1994.** *The Challenger Foraminifera*. Oxford University Press, 149 p.
- Jones, R.W., 2014.** *Foraminifera and their applications*. Cambridge University Press, 401p.
- Jorissen, F.J., 1987.** The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea. *Marine Micropaleontology* **12**, 21-48.
- Jorissen, F.J., 1988.** Benthic Foraminifera from the Adriatic Sea. Principles of Phenotypic Variation. *Utrecht Micropaleontological* **37**, 176 p.
- Kaiho, K., 1991.** Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea circulation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **83**, 65-85.
- Kaiho, K., 1994.** Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. *Geology* **22**, 719-722.
- Kaiho, K., 1999.** Effect of organic carbon flux and dissolved oxygen on the benthic foraminiferal oxygen index (BFOI). *Marine Micropaleontology* **37**, 67-76.
- Kitazato, H., 1984.** Microhabitats of benthic foraminifera and their application to fossil assemblages: Benthos' 83. *2<sup>nd</sup> International Symposium of Benthic Foraminifera*, 339-344.
- Klaus, S., Böhme, M., Schneider, S., Prieto, J., Phetsomhou, B., 2011.** Evidence of the earliest freshwater decapod fossil from Southeast Asia (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *The Raffles Bulletin of Zoology*, **59**, **1**, 47-51.
- Kouwenhoven, T.J., van der Zwaan G.J. 2006.** A reconstruction of late Miocene Mediterranean circulation patterns using benthic foraminifera. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* **238**, 373-385.
- Krätner, Th., 1938.** Recherches géologiques et pétrographiques dans les massifs cristallins du NW de la Transylvanie. *Comptes Rendus de l'Institut Géologique de Roumanie XXII*, București.
- Krätner, Th., 1939.** Die geologischen Verhältnisse des östlichen Teiles des Pădurea Craiului. *Bulletin de la Société Roumaine de Géologie IV*, 73-90, București.
- Krätner, Th., 1941.** Études géologiques dans la Pădurea Craiului. *Comptes Rendus de l'Institut Géologique de Roumanie XXV* (1936-1937), 145-156, București.
- Lázár, V., 1910.** Geologische Verhältnisse der Kohlenfloezed von Nagy-Barod. *Földtani Közlöny XL*, 295 p., Budapest.
- Lázár, V., 1912.** Bericht über die im Sommer des Jahres 1909 in der Umgebung von Nagybäröd vorgenommenen Geolog Arbeiten. *Jahresbericht der Königlich Ungarischen Geologischen Reichsanstalt für 1909*, 138-142, Budapest.
- Lachenal, A.M., 1989.** Écologie des ostracodes méditerranéen: application au Golfe de Gabes (Tunisie orientale). Les variations du niveau marin depuis 30 000 ans. *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon*, **108**, 239p.
- Langer, M., Hottinger, L., Huber, B., 1989.** Functional morphology in low-diverse benthic foraminiferal assemblages from tidal flats of the North Sea. *Senckenbergiana maritima* **20**, **3/4**, 81-90.
- Langer, M.R., 1993.** Epiphytic foraminifera. *Marine Micropaleontology* **20**, 235-265.
- Łuczowska, E., 1974.** Miliolidae (Foraminiferida) from Miocene of Poland, part II. Biostratigraphy, Palaeoecology and Systematics. *Acta Palaeontologica Polonica* **19/1**, 1-176.
- Martonfi, L., 1882.** Ásvány-földtani kirándulás a Sebes-Körös völgyében (Excursie geologo-mineralogică pe Valea Crișului Repede). *Orvos -Természettudományi Értesítő VII/2*, 105-112, Cluj.
- Mátyásovszky, J., 1883.** Bericht über die geologischen Detailaufnahmen am NW Ende des Rezgebirges in der Gegend zwischen Nagy-Báród und Felső-Derna. *Jahrbuch der Königlich Ungarische Geologische Anstalt*, 1884, Budapest.
- Mátyásovszky, J., 1884.** A Királyhágó és a Sebes-Körös völgy Bucsától Révig. Részletes földtani felvétel 1883-ban. *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1883-ról*, 1884, 191-196, Budapest.
- Mendes, I., Gonzalez, R., Dias, J.M.A., Lobo, F., Martins, V., 2004.** Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). *Marine Micropaleontology* **51**, 171-192.
- Moisescu, V., 1990a.** Mollusques miocenes du Basin de Borod. *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutului de Geologie și Geofizică*, **74/3** (1987), 169-194, București.



- Moisescu, V., 1990b.** Remarque sur la faune de molluque aquitaniens du bassin de Borod. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie XXXV/2*, 89-96, Cluj-Napoca.
- Moisescu, V., 1991.** Nouvelles espèces des mollusques miocènes dans le bassin de Borod. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie XXXVI/1*, 93-96, Cluj-Napoca.
- Moisescu, V., 1992.** L'etude de la variabilité du groupe *Pirenella* du Bassin de Borod. *Romanian Journal of Paleontology* **75**, 13-18, Bucureşti.
- Molnar, G., 2011.** Asociația de micromamifere din Miocenul mediu de la Vârciorog. Universitatea "Babeş-Bolyai", Lucrare de disertație, 58p, Cluj Napoca.
- Murray, J.W., 1991.** Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. Longman Scientific and Technical, Harlow, 397 p., England.
- Murray, J.W., 2003.** An illustrated guide to the benthic foraminifera of the Hebridean shelf, west of Scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontologia Electronica* **5/2**, 31 p.
- Murray, J.W., 2006.** Ecology and Application of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, 426 p., Cambridge.
- Murray, J.W., Alve, E., Jones, B.W., 2011.** A new look at modern agglutinated benthic foraminiferal morphogroups: Their value in palaeontological interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **309**, 229-241.
- Mureşan, I., Şuraru, M., Şuraru, N., 1974.** Contribuție la caracterizarea unor piroclastite din Senonianul Bazinului Borod. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie-Mineralogie* **2**, 25-35.
- Nicorici, E., 1967.** La question du sarmatien moyene dans les golfes neogenes occidentaux des monts Apuseni. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie-Geografie* **2**, 57-69.
- Nicorici, E., 1970.** Creseis borodiana Paucă sau Orygoceras fuchsi (Kittl). *Bulletinul Ştiinţific (Biologie, Fizică, Chimie, Matematică)* **II**, 123-127, Baia-Mare.
- Nicorici, E., 1971.** Fauna sarmațiană de la Vârciorog (Bazinul Vadului). *Studii și Cercetări de Geologie-Geofizică-Geografie, seria Geologie XVI/1*, 215-232.
- Nicorici, E., 1990.** Contributions a la connaissance de la faune de mollusques pannoniens du Bassin Vad-Borod. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, seria Geologia XXXV/2*, 79-87, Cluj-Napoca.
- Nicorici, E., Istocescu, D., 1970.** Cercetări biostratigrafice asupra Sarmațianului de la Vârciorog (Bazinul Vadului). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie-Mineralogie* **2**, 47-54.
- Nicorici, E., Petrescu, I., Wanek, Fr., Blidaru, I., Gabos, I., 1978.** Contribuții la cunoșterea Neogenului din sectorul Aleşd-Sălbociu (Bazinul Vadului). *Nymphaea* **VI**, 93-126, Oradea.
- Nicorici, E., 1980-1981.** Badenianul din bazinele neogene vestice ale Transilvaniei. *Nymphaea* **IX**, 69-92.
- Nicorici, E., Petrescu, I., Nicoroci, M., 1982.** Contribuții la cunoașterea depozitelor sarmațiene din sectorul Groși-Aștileu-Copăcel (Bazinul Vad-Borod), pe baza datelor din foraje. *Nymphaea* **X**, 31-46.
- Nicorici, E., 1988.** Contributions a la connaissance des associations malacologiques sarmatiennes du sud-ouest du Bassin Vad-Borod. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologie-Geografie XXXIII/2*, 25-37, Cluj-Napoca.
- Pálffy, M., 1916.** Geologyai jegyzetek a Biharhegység és a királyerdő csatlakzásáról. A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi jelent. 1915-ről, 278-298, Budapest.
- Pantocsek, J. 1886.** Beiträge zur Kenntnis der Fossilien Bacillarien Ungarns. I. Marine Bacillarien. *Nagy-Tapolcsány, Buchdruckerei von Julius Platzko*, 74 p.
- Papaianopol, I., Macaleț, R., 1998a.** La lithostratigraphie et la biostratigraphie du Sarmatien du Golfe du Borod (Bassin Pannonique, Roumanie). *Analele Ştiinţifice ale Universităţii Al. I. Cuza, Geologie XLIV*, 151-166, Iași.
- Papaianopol I., Macaleț R., 1998b.** La biostratigraphie du Pannonien dans le bassin du Borod (Bassin Pannonique, Roumanie). *Analele Ştiinţifice ale Universităţii "Al. I. Cuza", Geologie XLIV*, 123-134, Iași.
- Papp, A., Marinescu, F., Seneš, J., 1974.** M-5 Sarmatien (sensu Suess 1866). *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys* **IV**, 707 p., VEDA Bratislava.
- Paucă, M., 1954.** Neogenul din bazinele externe ale Munților Apuseni. *Anuarul Comitetului Geologic XXVII*, 259-336, Bucureşti.
- Paucă, M., Istocescu, D., Istocescu, F., 1968.** Bazinul neogen al Vadului. *Dări de Seamă ale Institutului Geologic LIV/1*, 279-311.
- Paucă, M., 1969.** *Creseis borodiana* n.sp. de pteropod din bazinul Vadului. *Dări de Seamă ale Comitetului de Stat al Geologiei, Institutul Geologic LIV/2* (1966-1967), 25-29, Bucureşti.

- Paucă, M., 1973a.** Probleme geologice în bazinele neogene din vestul României. *Studii și Cercetări de Geologie-Geofizică-Geografie, Seria Geologie* **18/1**, 127-141, București.
- Paucă, M., 1973b.** Probleme geologice în bazinele neogene din vestul și nord-vestul României. *Studii și Cercetări ale Muzeului de Științe Naturale, Seria Geologie - Geografie* **II**, 29-50, Piatra-Neamț.
- Peryt, D., Gedl, P., 2010.** Palaeoenvironmental changes preceding the Middle Miocene Badenian salinity crisis in the northern Polish Carpathian Foredeep Basin (Borków quarry) inferred from foraminifers and dinoflagellate cysts. *Geological Quarterly* **54**, 487-508.
- Petrescu, I., Nicorici, E., 1977.** Contribuții biostratigrafice la cunoașterea formațiunilor neogene din Bazinul Borod (sectorul Borozel). *Nymphaea* **V**, 37-52.
- Petrescu, I., Nicorici, E., 1978.** Conținutul micropaleontologic al depozitelor neogene din forajele de la Aleșd și Sălbociu-Bazinul Vadului (NV României). *Nymphaea* **VI**, 127-144.
- Petrescu I., Nicorici E., Wanek Fr., Blidaru I., 1979.** Date biostratigrafice cu privire la Neogenul din Forajul hidrogeologic de la Oradea-Est (F1A). *Nymphaea, Folia naturae Bihariae* **VII**, 111-123, Oradea.
- Petrescu, I., Nicorici, E., Bitoianu, C., Țicleanu, N., Todros, C., Ionescu, M., Mărgărit, G., Nicorici, M., Dușa, A., Patruțoiu, I., Munteanu, A., Buda, A., 1987.** Geologia zacamintelor de carbuni. 2. Zacaminte din Romania. Editura Tehnică, 217-288 București.
- Poignant, A., Mathieu, R., Levy, A., Cahuzac, B., 2000.** *Haynesina germanica* (Ehrenberg), *Elphidium excavatum* (Terquem) L.S and *Porosonion granosum* (D'Orbigny), margino-littoral species of foraminifera from the central Aquitaine (SW France) in the middle Miocene (Langhian). The problem of *Elphidium lidoense* Cushman. *Revue de Micropaleontologie* **43, 3**, 393-405.
- Polovodova, I., Schönfeld, J., 2008.** Foraminiferal test abnormalities as proxies of environmental change. *Journal of Foraminiferal Research* **38/4**, 318-336.
- Popa, M., Chira, C., Meszaros, N., 1997.** Miocene molluscs and nannoplankton of the eastern part of the Borod depression. *Acta Paleontologica Romaniae* **1**, 129-133, București.
- Popa, M., 1998a.** L'importance biostratigraphique des ostreidés de la partie orientale de la Dépression Borod (Nord-Ouest de la Roumanie). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia* **XLII/2**, 41-56, Cluj-Napoca.
- Popa, M., 1998b.** Biostratigrafia depozitelor neogene din partea estică a Bazinului Vad-Borod. Teză de doctorat. 248 p., Cluj-Napoca.
- Popa, M., Chira, C., 1999.** Miocene mollusks and calcareous nannoplankton assemblages from the Borod formation (Borod basin, Romania). *Acta Palaeontologica Romaniae* **2**, 397-406, Cluj-Napoca.
- Popa, M., 2000.** Lithostratigraphy of the Miocene deposits in the eastern part of Borod Basin (north-western of Romania). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia* **XLVI/ 2**, 93-108, Cluj-Napoca.
- Popa, M., 2001.** *Liotia ornata* n. sp. (Mollusca, Gastropoda) from Badenian of Borod Basin (NW Romania). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia* **XLVI/2**, 63-68, Cluj-Napoca.
- Popa, M., Trâmbițaș, M.G., 2003.** Applications of spatial databases and structures of the study of Miocene deposits of Borod basin. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Informatica* **XLVII/1**, 33-42, Cluj-Napoca.
- Popescu, G., 1995.** Contribution to the knowledge of the Sarmatian Foraminifera of Romania. *Romanian Journal of Paleontology* **76**, 85-98.
- Puri, H.S., Bonaduce, G., Gervasio, A.M., 1969.** Distribution of Ostracoda in the Mediterranean. In: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of Recent Ostracoda* (ed. J. W. Neale), Edinburgh: Oliver & Boyd, 356-412.
- Protescu, O., 1932.** Rezervele de cărbuni ale României. *Studii tehnice și economice* **III/8**, București.
- Reolid, M., Rodríguez-Tovar, F.J., Nagy, J., Olóriz, F., 2008.** Benthic foraminiferal morphogroups of mid to outer shelf environments of the Late Jurassic (Prebetic Zone, southern Spain): Characterization of biofacies and environmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **261**, 280-299.
- Rotarides, M., 1925.** Beiträge zur Kenntniss der sarmatischen Landschneckenfauna des Rezgebirges im Comitate Bihor. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* **XXII**, Budapesta.
- Roth K. von Telegd, L., 1913.** Die Nordost und Sudseite des Rezgebirges. *Jahresbericht der Königlich Ungarischen Geologischen Reichsanstalt für 1912*, 133-143, Budapesta.

- Royden, L.H., 1988.** Late Cenozoic tectonics of the Pannonian basin system. In Royden, L.H., Horváth, F. (eds.) *The Pannonian Basin, a Study in Basin Evolution. American Association of Petroleum Geologists Memoirs* **45**, 27-48.
- Sadri, S., Hart, M.B., Smart, C.W., 2011.** Foraminifera from the sea grass communities of the proposed marine conservation zone in Tor Bay. *Geoscience in South-West England* **12**, 269-277.
- Săndulescu, M., 1984.** *Geotectonica României*. Editura Tehnică, 336p, București.
- Schönfeld, J., 2002.** Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). *Marine Micropaleontology* **44**, 141-162.
- Sen Gupta, B.K., 2002.** *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 367 p.
- Spezzaferri, S., Rögl, F., 2004.** *Bolboforma* (Phytoplankton Incertae Sedis), *Bachmayerella* and other Calciodinelloidea (Phytoplankton) from the Middle Miocene of the Alpine–Carpathian Foredeep (Central Paratethys). *Journal of Micropalaeontology* **23**, 139–152.
- Spiegler, D., Spezzaferri, S., 2005.** *Bolboforma*, an overview. *Paläontologische Zeitschrift. Stuttgart* **79**, 1, 167-181.
- Sümeghy, J., 1939.** A Györi-medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve XXXII/2*, Budapesta.
- Sümeghy, J., 1943.** Földani adatok az Erdélyből és környékéről. *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve jel. 1943-ról*, Budapesta.
- Szádeczky, G.A., 1903.** Nagybarodi rhyolithről mint a Vlegyásza Biharhegység eruptívus törmegének E-i folytatásáról (Riolitul de la Borod, continuarea spre N a celui de la Vlădeasa). *Orvostudományi - Természettudományi értesítő XXV*, 171-193, Cluj.
- Szontagh, T.V., 1904.** Rev-Bihar - Kalota - Vidavölgyi telep (Királyerdő) földtani viszonyai. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi jelent. 1903- ról*, 58-64, Budapest.
- Szontagh T., 1915.** Geológiai felvétel Biharrosa, Bihardobrod és Vércsorog között. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi jelent. 1915*, 295-303, Budapest.
- Șuraru, N., Șuraru, M., 1973.** Asupra prezenței Miocenului inferior în bazinul Borod (Bihar). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologie-Mineralogie XVIII/2*, 29-38, Cluj-Napoca.
- Șuraru, M., Șuraru, N., Givulescu, R., 1978.** Sarmatianul din Valea Băița com. Borod și paleoflora lui. *Nymphaea VI*, 65-92.
- Tóth, E., Görög, A., 2008.** Sarmatian foraminifera fauna from Budapest (Hungary). *Hantkeniana* **6**, 187-217.
- Tóth, E., 2009.** Őskörnyezeti változások a Középső-Paratethysben a szarmata folyamán a mikrofauna őslénytani és geokémiai vizsgálata alapján (Changements paléoenvironnementaux dans la Parathéthys Centrale pendant le Samartien (Miocène moyen): étude paléontologique de microfaunes et analyses géochimiques). PhD Thesis, *Eötvös Loránd University*, Budapest, 163 p.
- Tóth, E., Görög, A., Lécuyer, CH., Moissette, P., Balter, V., Monostori, M., 2010.** Palaeoenvironmental reconstruction of the Sarmatian (Middle Miocene) Central Paratethys based on palaeontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. *Geological Magazine* **147/2**, 299-314.
- Vávra, N., 1977.** Bryozoa tertiaria. *Catalogus Fossilium Austriae, Heft Vb/3*, 1-189.
- Venczel, M., 1990.** Date asupra herpetofaunei fosile de la Subpiatră (jud. Bihar). *Crisia XX*, 543-562.
- Voicu, G., 1981.** Upper Miocene and Recent Mysid Statoliths in the Central and Eastern Paratethys. *Mémoires, Institut de Géologie et de Géophysique* **30**, 71-92, (in Romanian).
- Voicu, G., 1984.** Upper Miocene and Recent Mysid Statoliths in the Central and Eastern Paratethys. *Micropaleontology*, **27**, 3, 227-247.
- Voicu, G., 1992.** Les significations de la biozone à statolites de mysides du Sarmatien de la Parathéthys. *Travaux du Muséum National d'histoire Naturelle „Grigore Antipa”*, **32**, 479-491.
- Voitești, I.P., 1935.** Evolutia geologico-paleogeografică a pamântului românesc. *Revista Muzeului Geologic și Mineralogic V*, 1- 204, Cluj.
- Walton, W.R., Sloan, B.J., 1990.** The genus *Ammonia* Brünnich, 1772: its geographic distribution and morphologic variability. *Journal of Foraminiferal Research* **20/2**, 128- 156.
- Wolf, H., 1863.** Bericht über die geologischen Verhältnisse im Körösthale in Ungarn, nach den Aufnahmen im Jahre 1860. *Jahrbuch der Kaiserlich und Königlich Geologische Reichsanstalt*, 265-292.
- Zágoršek, K. 2007.** A new Miocene Bryozoa from the Sarmatian of the Danube basin. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen* **243/2**, 299-303.
- basin. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen* **243/2**, 299-303.

