



**UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE
DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE**



Asociații de foraminifere sarmațiene din sudul Bazinului Transilvaniei și semnificația acestora în reconstituirea mediilor depozitionale

- Rezumatul tezei de doctorat -

**Doctorand
Lóránd SILYE**

**Conducător științific
Prof. Dr. Ioan I. BUCUR**

**Cluj-Napoca
2010**

Cuprins

Capitolul 1 – Introducere	3
Capitolul 2 – Istoria cercetărilor geologice efectuate în partea sudică a Bazinului Transilvaniei.....	3
Capitolul 3 – Geologia părții sudice a Bazinului Transilvaniei	4
3.1. Fundamentul în partea sudică a Bazinului Transilvaniei	4
3.2. Cuvertura sedimentară din sudul Bazinului Transilvaniei.....	4
Capitolul 4 – Sarmățianul din partea sudică a Bazinului Transilvaniei.....	6
4.1. Conceptul etajului Sarmățian	6
4.2. Lithostratigrafie	6
4.3. Biostratigrafie.....	6
Capitolul 5 – Materiale și metode.....	7
Capitolul 6 – Rezultate și discuții	8
6.1. Asociații de foraminifere și litofaciesurile asociate	8
6.2. Foraminifere planctonice în Sarmățian: consecințe biostratigrafice, cronostratigrafice și cosecințe în corelarea regională	8
6.2.1. Biozona cu <i>Streptochilus</i>	8
6.2.2. Consecințele cronostratigrafice ale prezenței <i>Streptochilus</i> în Sarmățian.....	8
6.3. Cronologia asociațiilor de foraminifere Sarmățiene.....	9
6.4. Paleomedii, paleoecologie și paleogeografie.....	10
6.4.2 Paleogeografie.....	14
Capitolul 7 – Taxonomia	15
Capitolul 8 – Concluzii	15
Bibliografie selectivă.....	16

Cuvinte cheie: foraminifere, Bazinul Transilvaniei, Sarmățian, biostratigrafie, paleoecologie, medii depoziționale

Capitolul 1 – Introducere

Sarmațianul din Bazinul Transilvaniei are o grosime medie de 1000 m și face parte din megasecvența cea mai superioară (Krézsek și Filipescu, 2005). Chiar dacă aflorează în cea mai mare parte în sudul bazinului, și un număr relativ mare de studii sau ocupat de caracterizarea geologică a Sarmațianului (vezi Ciupagea et al., 1970; Lubenescu, 1981; Popescu et al., 1995), sau de asociații de foraminifere (ex. Marinescu et al., 1972; Popescu et al., 1995), influența faciesurilor sedimentare asupra asociațiilor de foraminifere sarmațiene din sudul Bazinului Transilvaniei era puțin studiat și înțeles până în prezent. Mai mult, nici un studiu nu s-a ocupat până în prezent de descrierea sistematică a forminiferelor sarmațiene din sudul Bazinului Transilvaniei.

Scopurile și obiectivele prezentului teze este următoarea:

1. analizarea celor aproape 180 de probe colectate din aflorimentele sarmațiene situate în sudul Transilvaniei și interpretate din punct de vedere sedimentologic cu scopul documentării și descrierii a faunelor de foraminifere recuperate.
2. analizarea semnificației biostratigrafice a asociațiilor de foraminifere colectate.
3. caracterizarea faciesurilor sedimentare din punct de vedere a conținutului micropaleontologic și interpretarea factorilor sedimentologici și paleoecologici care au influențat asociațiile identificate.

Capitolul 2 – Istoria cercetărilor geologice efectuate în partea sudică a Bazinului Transilvaniei

Studierea geologică a părții sudice a Transilvaniei are o istorie de peste două secole și începe cu cartea publicată de Johann Ehrenreich von Fichtel în 1780. Această lucrare a fost urmată de o sumedenie de lucrări cu subiecte stratigrafice, paleontologice sau tectonice, a căror rezultate au fost concluzionate în sintetizele lui Hauer și Stache (1863), Koch (1894, 1900), sau Ciupagea et al. (1970). În ultima perioadă studiile cele mai importante au avut ca subiect tectonica, evoluția structurală, sedimentologia sau stratigrafia secvențială a Bazinului Transilvaniei și a părții sudice al acestuia (ex. Huisman et al., 1997; Ionescu et al., 2009; Krézsek și Filipescu, 2005; Krézsek și Bally, 2006; Krézsek et al., 2010).

Explorările geofizice începute în anul 1933 (Ciupagea et al., 1970) au avut consecințe importante în descifrarea unor trăsături geologice a bazinului. Rezultatele investigațiilor geofizice au fost folosite pentru întocmirea unor studii având ca teme tectonica sau geologia structurală a Bazinului Transilvaniei și a părții sudice a acestuia: ex. Ciulvau și Bertotti (1994), Ciupagea et al. (1969), Visarion și Velciu (1981).

Capitolul 3 – Geologia părții sudice a Bazinului Transilvaniei

3.1. Fundamentul în partea sudică a Bazinului Transilvaniei

Bazinul Transilvaniei și partea estică a Bazinului Panonic au un fundament comun (Csontos și Vörös, 2004), care este constituit dintr-un șir de pânze de șariaj asamblate în Cretacic mediu/superior (Săndulescu, 1984, 1988). Acestea sunt compuse din unități cristaline paleozoice (Ciupagea et al., 1970; Săndulescu și Visarion, 1978; Visarion și Velciu, 1981), ofiolite sau vulcanite de tiparc insular (ex. Burchfiel, 1976; Ionescu et al., 2009) și sedimente permieni-cretacice (ex. Ciupagea et al., 1970), care sunt similare cu cele care află în jurul bazinului (Ciulav, 1999). Sistemul pânzelor asamblate este cunoscut ca cratonul Tisza-Dacia (Csontos și Vörös, 2004) sau ca Dacide Interne, Transilvanide și Dacide Mediane (Săndulescu, 1984). Este important de menționat însă că Dacidele Interne lipsesc din alcătuirea fundamentului în partea sudică a Bazinului Transilvaniei (vezi Krézsek și Bally, 2006).

3.2. Cuvertura sedimentară din sudul Bazinului Transilvaniei

Cuvertura sedimentară a Bazinului Transilvaniei are în unele locuri grosimi de peste 5 km și poate fi subdivizat în patru megasecvențe tectono-stratigrafice: 1) Cretacic superior (extensional, generat de colaps gravitațional); 2) Paleogene (sag); 3) Miocen inferior (flexural); și 4) Miocen mediu și superior (back-arc), bazându-se pe discordanțele sau suprafațele erozionale regionale (vezi Krézsek și Bally, 2006).

Atât unitățile litostratigrafice cât și conținutul fosilifer ale acestor megasecvențe este destul de bine cunoscută, fiindcă regiunea este acoperită în cea mai mare parte de Miocen mediu-superior (vezi Fig. 1, și Tab. 1), dar și sedimentele cretacice superioare și paleogene află într-o zonă relativ restrânsă (vezi Fig. 1). Mai mult, datele de suprafață sunt completate de datele celor 38 de foraje care au intrat sub cuvertura Miocenul mediu (Badenian inferior) (vezi Falk, 2007).

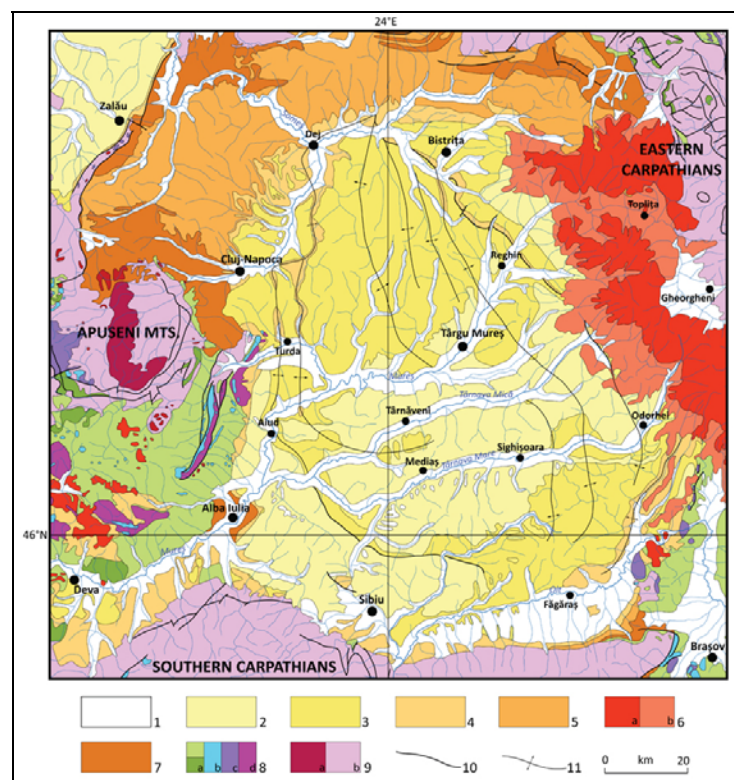


Figura 1. Harat geologică a Bazinului Transilvaniei: 1. Cuaternar; 2. Pannonian; 3. Sarmatian; 4. Badenian; 5. Miocen inferior; 6. Arc vulcanic Neogen (a. roci vulcanice; b. depozite volcano-sedimentare); 7. Paleogen; 8. Mezozoic (a. Cretacic; b. Jurassic; c. Triasic; d. arc vulcanic Triasic-Jurassic); 9. Pre-Mezozoic (a. roci magmatice; b. metamorfite) – după Filipescu et al. (2009)

Etaje regionale (Paratethys Central)		Biozone de foraminifere (după Popescu, 1995, 2000)		Unități lithostratigrafice (după Filipescu, 2001; Ilie, 1955; Lubenescu, 1981; Popescu et al., 1995; Rado et al., 1980)		
Pannonian		ostracods <i>Ammonia acme</i> ostracods		Fm. de Vingard		Formațiunea de Ocland
				Fm. de Săcădate	Fm. de Gușterița	
Sarmatian	Bess.	<i>Porosonion aragviensis</i>		Formațiunea de Dobârca		Formațiunea de Merești
		<i>Dogielina sarmatica</i>				
	Volhinian	<i>Elphidium reginum</i>	<i>Articulina sarmatica</i>			
		<i>Varidentella reussi</i>				
		<i>Anomalinoides dividens</i>				
Badenian	Sup.	<i>Velapertina</i>		Formațiunea de Pietroasa		Formațiunea de Mărtiniș
	mediu			Formațiunea de Ocna Dej		
		Inferior	<i>Globoturborotalita druryi</i> / <i>Globorotalia transsylvanica</i>		Tuful de Dej	
	<i>Orbulina suturalis</i> / <i>Globorotalia bykovae</i>					
	<i>Praeorbulina glomerata</i>		? Tălmăciu		?"Conglomerate de Persani"	

Tabelul 1. Unitățile lithostratigrafice miocen medii și superioare din sudul Bazinului Transilvaniei. Etaje regionale după Harzhauser și Piller (2004) și Rögl (1998a).

Capitolul 4 – Sarmățianul din partea sudică a Bazinului Transilvaniei

4.1. Conceptul etajului Sarmățian

Termenul „Sarmățian”, ca o unitate cronostratigrafică, a fost introdus în literatura de specialitate de către Suess în data de 5 iulie, 1866 (vezi Suess, 1866). Faptul că el a făcut o referire în opera sa pe Barbot de Marny a generat o dispută controversială legată de prioritatea privind definiția termenului Sarmățian (vezi Ionesi et al., 2005; Papp, 1974). Interpretările și corelările Sarmățianului din Bazinul Transilvaniei reflectă incertitudinile legate de limita Sarmățian/Pannonian (vezi Krézsek, 2005) și problemele de corelare între Sarmățianul din Paratethysul Central și Oriental. Drept consecință, Sarmățian din Bazinul Transilvaniei a fost corelat cu 1) întregul Sarmățian (= Sarmatian s.l.) al Paratethysului Oriental (ex. Gräf et al., 1973; Török, 1933); 2) cu Volhinian și Bessarabian (ex. Filipescu, 1999; Gräf et al., 1971; Popescu, 1995); sau 3) cu Volhinian + Bessarabian inferior (ex. Krézsek și Filipescu, 2005).

4.2. Lithostratigrafie

În partea sudică a Bazinului Transilvaniei au fost definite numai câteva unități litostratigrafice (vezi Tab. 1): *Formațiunea de Dobârca* (Lubenescu, 1981), care acoperă concordant unitățile mai vechi din partea sud-vestică a bazinului, și unitățile de *Formațiunea de Mărtiniș* (Țicleanu în Rado et al., 1980) și *Formațiunea de Merești* (Țicleanu în Rado et al., 1980) în partea estică a Bazinului Transilvaniei.

4.3. Biostratigrafie

Datorită lipsei sau rarității ale fosilelor planctonice în sedimente sarmațiene, zonările biostratigrafice propuse în diferite bazine (sau țări) din zona Paratethysului Central sau Oriental au fost definite exclusive pe baza fosilelor bentonice (ex. Boda, 1974; Görög, 1992; Grill, 1941; Jiříček, 1972; Koiava, 2006; Kojumdgieva et al., 1989; Łuczkowska, 1967; Papp, 1956; Vengliniski, 1975).

În România, biozonarea în uz a foraminiferelor sarmațiene a fost definit de Popescu (1995), care sa bazat pe asociațiile colectate din diferite părți ale României, inclusiv Bazinul Transilvaniei. Biozonele de moluște au fost definite de Ionesi et al. (2005) în Platforma Moldovenească și de Lubenescu (1981) în Bazinul Transilvaniei.

Capitolul 5 – Materiale și metode

Au fost colectate aproape 180 de probe din 139 de aflorimente situate în partea sudică a Bazinului Transilvaniei, însă din diferite motive pentru studiul prezent am ales cele mai semnificative 31 de probe. Acest număr de probe sa dovedit a fi suficient pentru prima caracterizare generală a asociațiilor de foraminifere din sudul Bazinului Transilvan. Fiecare afloriment a fost interpretat sedimentologic cu ajutorul Domnului Dr. Csaba Krézsek (vezi în Krézsek et al., 2010), iar aflorimentele au fost fotografiate de Prof. Dr. Sorin Filipescu și Dr. Csaba Krézsek.

Asociațiile de foraminifere au fost interpretate din punc de vedere paleoecologic pe baza indicilor calculate cu ajutorul programului PAST ver. 1.94b (Hammer et al., 2001), morfogrulul ale foraminiferelor bentonice și analogii cu asociații recente. Vârsta depozitelor cercetate au fost determinate bazându-se în mare pe biozonările actuale (ex. Popescu, 1995).

Morfogroup		Morfotip	Group de foraminifere	Mod de viață	Mod de hrănire	Genuri importante
S1		Planspiral cu margine rotunjită	Elphiidae și nonionidae	infaunal	ierbivor și detritivor	<i>Nonion</i> , <i>Elphidiella</i> , <i>Porosonion</i> , <i>Elphidium</i> (necarenat)
S2		Planspiral cu carenă și/sau aculeat	Elphiidae carinate sau aculeate	epifaunal	ierbivor	<i>Elphidium</i> (carenat)
S3		Planoconvex trochospiral	Rotaliidae atașate permanent sau temporar	epifaunal	omnivor	<i>Rosalina</i> , <i>Discorbis</i> , <i>Schakoinella</i>
S4		Planocovex sau biconvex, jos trochospiral	Rotaliidae neatașate	infaunal	?ierbivor	<i>Ammonia</i> , <i>Aubignyna</i>
S5	S5a	Miliolin înrulat	Miliolidae	epifaunal	ierbivor, detritivor	<i>Cycloforina</i> , <i>Triloculina</i> , <i>Pseudotriloculina</i> , <i>Varidentella</i>
	S5b	Miliolin parțial derulat	Miliolidae	epifaunal	ierbivor, detritivor	<i>Articulina</i> , <i>Articularia</i>
S6		Lenticular - ovoidal aplatizat sau ovoidal	Buliminidae biseriata planspirale și Lagenidae uniloculare	infaunal	detritivor	<i>Cassidulina</i> , <i>Islandiella</i> , <i>Fissurina</i> , <i>Oolina</i>
S7	S7a	Conical aplatizat	Boliviniidae	infaunal	?detritivor	<i>Bolivina</i>
	S7b	Conical și cilindric	Buliminidae bi-triseriate și trochospirale	infaunal	?detritivor	<i>Bulimina</i> , <i>Caucasina</i> , <i>Buliminella</i> , <i>Fursenkoina</i> , <i>Orthomorphina</i>
S8		Planoconvex trochospiral	Rotalidae jos trochospirale	?epifaunal	?	<i>Anomalinoidea</i> , ? <i>Lobatula</i>

Tabelul 2. Morfogrupuri și morfotipuri folosite în acest studiu, parțial după Corliss și Chen (1988), Tóth și Görög (2008). Morfotipul și modul de viață ale unor genuri compilat după Corliss și Chen (1988), Kaiho (1991, 1999), și Murray (1991), iar modul de hrănire compilat după Murray (1991).

Capitolul 6 – Rezultate și discuții

6.1. Asociații de foraminifere și litofaciesurile asociate

Aflorimentele studiate au demonstrat existența a mai multor litofaciesuri în Sarmațianul ariei studiate din Bazinul Transilvaniei. Aceste litofaciesuri în general pot fi recunoscute în mai multe aflorimente, drept consecință noi prezentăm aflorimentele cele mai importante grupate după caracterele sedimentologice dominante. Descrierea celor 25 de aflorimente și interpretarea lor sedimentologică se bazează pe date proprii și pe Krézsek et al. (2010), în timp ce cele 21 de asociații de foraminifere definite sunt bazate pe abundență și diversitate, pe distribuția morfogrupurilor foraminiferelor calcaroase și abundența relativă a genurilor importante. Rezultatele acestui subcapitol sunt sumarizate în tabelul 4.

6.2. Foraminifere planctonice în Sarmașian: consecințe biostratigrafice, cronostratigrafice și cosecințe în corelarea regională

6.2.1. Biozona cu *Streptochilus*

În câteva asociații (ex. Asociația 16 mixtă *Bolivina-Nonion*; Toarcia B) au fost observate câteva specimene mici, biseriata și aparent asemănătoare cu *Bolivina*. Investigarea lor cu ajutorul microscopului electronic cu baleaj a arătat că aceste specimene au niște caractere care sunt tipice genului planctonic *Streptochilus*, deci am putut demonstra că în realitate anumite specimene prezente în probele noastre nu aparțin la bolivine, dar la genul *Streptochilus*. Prezența genului *Streptochilus* în Sarmațian superior, adică în stratele în care apar forme evoluate ale genului *Porosonion* în medii depozitionale puțin adânci (ex. Nicolești) suportă ideea separării a unei biozone de asociație cu *Streptochilus*, care a fost publicat ca parte a acelei teze de Filipescu și Silve (2008).

6.2.2. Consecințele cronostratigrafice ale prezenței *Streptochilus* în Sarmașian

Specimenele și speciile de *Streptochilus* prezente în asociații Sarmațian Superioare ne oferă o nouă posibilitate de corelare stratigrafică la nivel regional. Mai mult pe baza primelor ocurențe ale speciilor identificate *Streptochilus globulosum* și *S. latum* (see Boltovskoy, 1978; de Kász et al., 1989), se poate pronunța că definirea limitei Sarmațian/Pannonian ar trebui revizuită, și corelarea acestuia cu limita Serravallian/Tortonian reconsiderată.

Standard stage	Paratethyan stages		Foraminiferal biozones and ecozones				Position of the proposed biozone	Depositional sequences		Global cycles	
	Central	Eastern	Vienna Basin		Romania						
11.42 My	Serravallian	Sarmatian	L. Bess.	Porosonion granosum Zone	Porosonion aragviensis Zone		Streptochilus Zone	TST7	MLM7	TB2.6	
					Dogielina sarmatica Zone			LST7			
				Elphidium reginum Zone	Articulina sarmatica Zone	TST6		MLM6			
			Elphidium reginum Zone			Varidentella reussi Zone		LST6			
			Elphidium hauerinum Zone	Anomalinoides dividens Zone		HST5		MLM5	TB2.5		
			Anomalinoides dividens Zone			TST5					
12.7 My		U. Badenian	Konkian	Bulimina-Bolivina Zone		Tenuitellinata Zone				LST5	
						Bogdanowiczia Subzone Velapertina Zone		HST4		MLM4	
								TST4			
13.8 My											

Figura 2. Cronostratigrafia, biostratigrafia și stratigrafia secvențială ale Badenianului superior și Sarmatianului din România și Bazinul Transilvaniei și corelările cu biozonele din Bazinul Vienei. Biostratigrafia foraminiferelor din Bazinul Vienei după Grill (1941), Harzhauser și Piller (2004) și Rögl (1998c); biozonare din Bazinul Transilvaniei (România) după Filipescu (2004a), Filipescu și Silve (2008), și Popescu (1975, 1995); secvențe depoziționale după Krézsek și Filipescu (2005); ciclul global după Haq et al. (1988). Corelarea etajelor regionale după Harzhauser și Piller (2004) și Rögl (1998a), iar vârstele radiometrice după Harzhauser și Piller (2004), Hilgen et al. (2005), Lier et al. (2009) și Lourens et al. (2004a, 2004b). Vezi poziția biozonei cu *Streptochilus*, indicat după Filipescu și Silve (2008).

6.3. Cronologia asociațiilor de foraminifere Sarmatiene

Asociațiile de foraminifere identificate au fost aranjate în ordine stratigrafică (vezi Tab. 3) pe baza datelor privind ocurențele ale principalelor taxoni (Filipescu et al., 2005; Popescu, 1995, 1998) controlat de corelările stratigrafice între aflorimente, secvențe depoziționale și date rezultate din investigații geofizice (Krézsek și Filipescu, 2005; Krézsek et al., 2010). Distribuția în timp ale asociațiilor a fost controlat și corelat de distribuția stratigrafică a ostacodelor (în Wanek, 1992) prezente în diferite probe.

Regional stages		Foraminiferal biozones		Dep. seq.	Palaeoenvironment								
Central	Eastern				Marginal		Inner shelf		Outer shelf		Bathyal		
SARMATIAN	L. Bessarabian	<i>Porosonion aragviensis</i> Zone	<i>Streptochilus</i> Zone	?HST	Asmb. 1 Feliceni								
				TST7			Asmb. 12 Nicolesți	Asmb. 13 Nicolesți; Ulieș	Asmb. 20 Șoroștin 3&4	Asmb. 21 Archita2; Mărtiniș1	Asmb. 17&18 Cenade 3&4	Asmb. 15&16 Toarcia A&B	
		<i>Dogielina sarmatica</i> Zone		LST7			Asmb. 2 Berghin 1	Asmb. 14 Noul Român					
	Volhynina	<i>Elphidium reginum</i> Zone	<i>Articulina sarmatica</i> Zone	HST6			Asmb. 9 Arpașu Asmb. 4&5 Sărata A&B		Asmb. 11 Rășinari				
				TST6			Asmb. 10 Mihai Viteazu	Asmb. 6 Bunești 1					
		<i>Varidentella reussi</i> Zone	LST6			Asmb.7 Dobârca 2	Asmb. 8 Apoldu de Sus						
		<i>Anomalinoidea dividers</i> Zone		HST5			Asmb. 3 Dobârca 1						
				TST5			Dacia				Asmb. 19 Ruși		

Tabelul 3. Asociațiile de foraminifere și aflorimentele prezentate în acest studiu corelate cu unitățile cronostratigrafice, biostratigrafice și de stratigrafie secvențială din Sarmatianul Bazinului Transilvaniei. Biozonarea foraminiferelor după Filipescu și Silve (2008) și Popescu (1995); secvențe depoziționale după Krézsek și Filipescu (2005). Corelarea între etajele Paratethysiene după Harzhauser și Piller (2004) și Rögl (1998). Zonarea paleoambientală a asociațiilor bazat pe interpretările descrise în Capitolul 6.1. a tezei

6.4. Paleomedii, paleoecologie și paleogeografie

6.4.1. Paleomedii și paleoecologie

Sarmațianul din sudul Bazinului Transilvaniei a fost depus în medii fluviale, marine marginale (paralic), rampă marină puțin adâncă (plajă submersă, șelf proximal-median) și medii adânci. Aceste medii depoziționale se pot caracteriza cu litofaciesuri și/sau asociații de foraminifere specifice (vezi Tab. 4 și Fig. 3), iar faciesurile legate genetic și având aceeași vârstă se pot grupa în două sisteme depoziționale 1) sistemul nisipuri-pietrișuri și 2) sistemul argile-nisipuri (vezi Krézsek et al., 2010).

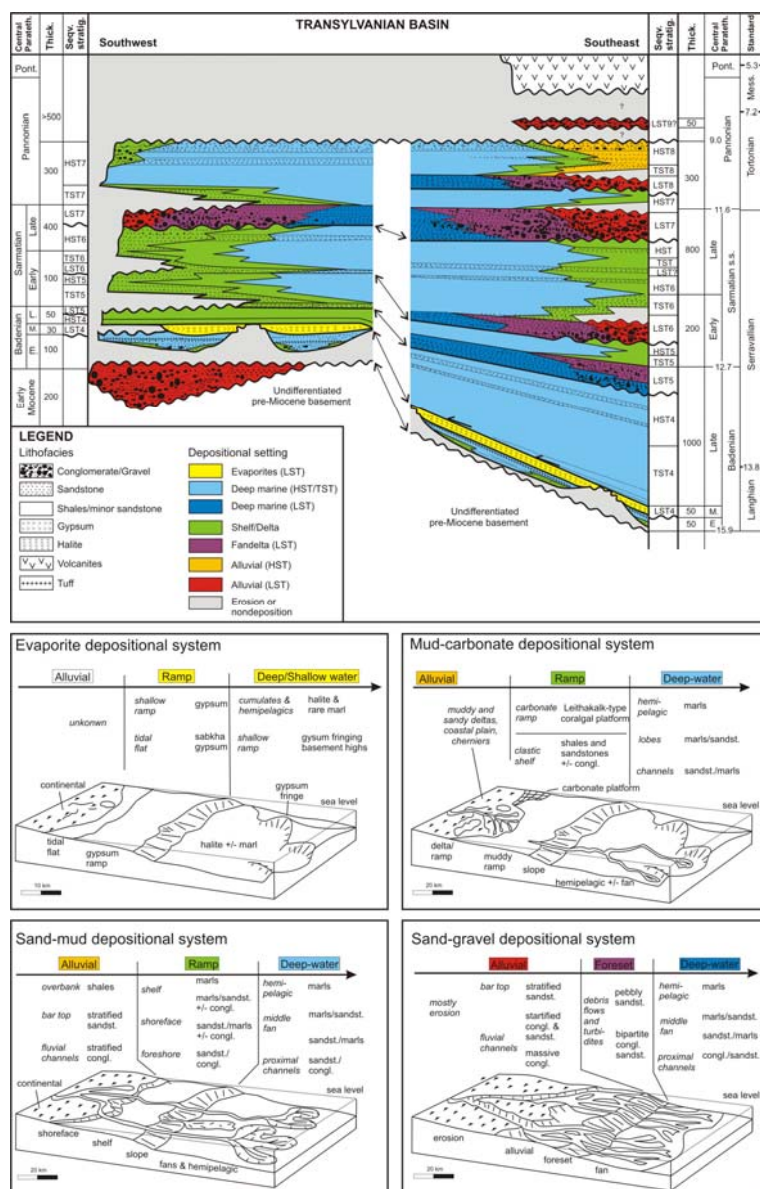


Figure 3. Evoluția sedimentară a Miocenului și modele depoziționale din sudul Bazinului Transilvaniei (după Krézsek et al., 2010). Denumirea unităților de stratigrafie secvențială urmează ideea lui Krézsek și Filipescu (2005). Corelările între etajele regionale și unitățile cronostatigrafice standard după Rögl (1998a) și Loursen et al. (2004b). Vârste radiometrice după Hilgen et al. (2005) și Lourens et al. (2004a, 2004b). A se vedea dominanța sistemelor nisip-argile și nisip-pietrișuri în Sarmațian.

Table 4. Asociații de litofaciesuri, descrierea și interpretarea asociațiilor de facies (după Krézsek et al., 2010), microfauna (studiul prezent) și aflorimente reprezentative din sudul Bazinului Transilvanie. Locația aflorimentelor este prezentată pe harta din Appendice 3 (vezi teză). Prescurtările: Sa1 – Sarmațian inferior, Sa2 – Sarmațian superior.

Lithofacies	Description	Interpretation	Microfauna	Representative outcrop and their age
Fluvial				
Massive conglomerates	Meter-scale granule to boulder-size clast- or matrix supported conglomerates. Ungraded/graded $\pm$ crude horizontal imbrication, channelized or irregular base.	Channel fill debris flows and longitudinal bedforms	absent	Sa1: Dacia Sa2: Ulieș
Stratified conglomerate	Meter-scale pebble to cobble sized clast-supported conglomerates. Graded with planar cross-stratification or through cross-stratification. Frequently scoured base.	Transverse bars or minor channel fills	absent	
Gravel lag	1-2 clast thick row of imbricated pebbles and cobbles that form discontinuous patches at the base of stratified sandstones or conglomerates	Minor channel lag	absent	Frequent
Stratified sandstone	Decimetre-scale medium to coarse-grained, sandstone and pebbly sandstone. Fining upwards, planar and through cross-stratification, horizontal lamination	Sand dunes (bar top assemblages), low-energy channel fill	absent	Frequent
Shallow-marine ramp				
Conglomerate	Decimetre to meter-scale pebble to boulder-sized clast supported conglomerates with a coarse sandy to pebbly sandstone matrix; erosional lower boundaries and highly-variable thicknesses; vaguely defined tabular or horizontal stratification; some may be massive and fining upwards.	Distributary channels incised on the inner shelf (mostly upper shoreface)	absent	Sa2: Berghin
Pebbly sandstones	Decimetre-scale well-sorted coarse-grained horizontally stratified sandstones with scattered granule to boulder sized pebble lags. The stratification is formed by centimetre-scale fining- or coarsening-upwards units. Large-scale low angle cross-stratification and low angle erosional surfaces.	Foreshore/Upper shoreface pebbly sandstones. Frequently associated with major conglomerate channels and gravel lags	absent	Sa2: Berghin, Dobârca valley
Coarse sandstone with gravel lag	Decimetre-scale beds up to 1-2 m thick of medium to coarse grained, well sorted and mostly fining upwards sandstones; occasionally pebbly and with minor lenticular conglomerates. Tabular and swaley cross stratification, minor horizontal lamination. Low angle truncations and gravel lags are frequent.	Large-scale upper shoreface dunes with gravel lags and minor conglomerate channels	absent	Sa1: Daia Română, Petrești; Fișer, Bunești, Dobârca valley (e.g. Dobârca 1) Sa2: Mureni
Bioclastic sandstone and shale	Centimetre to decimetre-scale coarse to medium grained, frequently bioclastic sandstones alternating with centimetres thick shale; the sandstone/shale boundary is sharp; rare pebble lags; the upper surface of the sandstones is not graded; wave-current ripples, hummocky cross-stratification, horizontal lamination; shales are bioturbated.	Minor lower shoreface sandy dunes with suspension fallout marls	Sa1: shallow-water benthic foraminifera (e.g. <i>Ammonia</i> spp., <i>Elphidium</i> spp., <i>Nonion</i> spp., miliolids), mysids, and ostracods Sa2: shallow-water benthic foraminifera (e.g. <i>Ammonia</i> spp., <i>Porosonion</i> spp.)	Sa1: Sărata A&B, Dobârca valley (Dobârca 1) Sa2: Mureni2

Table 4. (continued)

Lithofacies	Description	Interpretation	Microfauna	Representative outcrop and their age
Marl with sandstone and conglomerate	Centimetres-scale laminated brown and whitish marls/shales and ripple-laminated fine-grained sandstones that form several meter thick successions occasionally interbedded with centimetre-scale fining-upwards bioclastic sandstones and conglomerates; sandstones have horizontal to ripple lamination; conglomerates are massive or planar cross stratified	Inner shelf close to the storm-wave base with frequent tempestites	shallow-water microfauna Sa1: e.g. <i>Porosononion</i> spp., <i>Elphidium</i> spp.), ostracods Sa2: e.g. <i>Ammodiscus</i> sp., <i>Ammonia</i> spp., <i>Aubignyna</i> spp., <i>Porosononion</i> spp., <i>Nonion</i> spp., <i>Bolivina</i> spp., ostracods	Sa1: Bunești 1&2, Dobârca valley (e.g. Dobârca 1) Sa2: Mureni, Ulieș, Dobârca valley, Feliceni (lower part)
Marls with fine-grained sandstone	Centimetre-scale marls locally in alternation with minor fine-grained sandstone; unidirectional ripples and horizontal lamination, carbonate rich laminae	Inner to outer shelf below or sometimes close to the storm-wave base	Sa1: benthic foraminifera (e.g. <i>Elphidium</i> spp., <i>Nonion</i> spp., <i>Cassidulina</i> spp., <i>Bolivina</i> spp., <i>Anomalinoidea dividens</i> , miliolids), rare planktonic foraminifera (e.g. <i>Tenuitellina</i> spp., <i>Globigerina</i> spp.), ostracods, and molluscs Sa2: rotaliids, mysids, ostracods	Sa1: Dobârca valley (e.g. Dobârca 2), Arpașu de Jos, Râșinari, Mihai Viteazu, Grânari, Apoldu de Sus Sa2: Noul Român, Mureni 2
Fandelta				
Bipartite conglomerate and sandstone	Decimetre to meters-scale fining-upwards, clast or matrix supported pebble to boulder sized massive conglomerates, with [a(p)a(i)]-type imbrication that form multi-storey amalgamated units. The conglomerates are covered by decimetre thick horizontally laminated or massive coarse-grained sandstones. Pebbles to boulder-sized imbricated lags are frequent; high-angle depositional dips.	Bipartite flows consisting of lower cohesionless debris flows and upper turbidity currents and debris falls deposited on gravely Gilbert-type fandelta foresets	absent	Sa2: Nicoleşti (lower part), Ulieș
Pebbly sandstone and sandstone	Decimetre to meters-scale massive or horizontally laminated pebbly sandstones that fine upwards into sandstones. Frequent imbricated [a(p)a(i)] pebble lags and shale rip-ups; rare lenticular cross-stratified pebble conglomerates; low angle depositional dips and erosional surfaces; bioturbation	High-density turbidites or sandy debris flows and debris falls probably deposited on sandy fandelta low angle foresets. Minor conglomerate channels.	absent	Sa2: Mohu, Călnic
Deep-water				
Massive sandstone and conglomerate	Several meters thick fining upwards massive coarse-grained sandstones with frequent internal amalgamation surfaces sometimes capped by low density turbidites (Tbc). Frequent shale rip-ups. The sandstones may be interbedded with meters-thick channelized units formed by pebble- to boulder-sized, clast or matrix supported, frequently imbricated [a(p)a(i)] conglomerates.	Proximal submarine channel fills formed by high density turbidites, gravely debris flows and some low density turbidites	absent	Sa1: Cobor Sa2: Archita 2
Sandstones with minor marls	Decimetre to several meter-scale Bouma-type (Tab, Tabc, and Tbc) sandy turbidites interbedded with decimetre thick marls. Non-erosional parallel bed boundaries. Rare small-scale sandy channels and shale rip-ups.	Submarine channels late fill or submarine fan lobe dominated by low-density turbidites and interbedded with suspension fall-out pelagics. High density turbidites may occur.	Sa1: planktonic foraminifera (<i>Tenuitella</i> spp., <i>Tenuitellina</i> spp., <i>Globigerina</i> spp.), rare benthic foraminifera (e.g. <i>Bolivina</i> spp., <i>Oolina</i> spp, allocthonous specimens) Sa2: rotaliids and ostracods	Sa1: Felmer Sa2: Bârghiș, Cenade3&4, Jibert, Marpod, Toarcia A&B

Table 4. (continued)

Lithofacies	Description	Interpretation	Microfauna	Representative outcrop and their age
Marls with minor sandstones	Decimetre to meter scale laminated or massive marls associated with minor fine to medium grained Bouma-type (Tbc, Tcd) sandy turbidites. Non-erosional parallel bed boundaries. No rip-ups or channels.	Submarine fan levee or outer lobe fringe; dominated by suspension fall-out with minor amount of low-density turbidites	Sa1: planktonic foraminifera, benthic foraminifera (e.g. <i>Bolivina</i> spp., <i>Fissurina</i> spp. <i>Oolina</i> spp., <i>Anomalinoidea dividens</i> , allochthonous specimens of rotaliids?), ostracods Sa2: ?transported benthic foraminifera (e.g. <i>Elphidium</i> spp., <i>Porosonion</i> spp.), <i>Anomalinoidea dividens</i> , planktonic foraminifera (<i>Tenuitellina</i> spp., <i>Streptochilus</i> spp.) and rare ostracods	Sa1: Ruși 2, Brădeni, Grânari Sa2: Soroștin 2&4, Vărd
Marls	Decimetre- to meter scale massive or laminated marl and calcareous marl.	Pelagites, suspension fall-out on the basin plain	Sa1: ?transported rotaliids, and rare planktonic foraminifera (e.g. <i>Tenuitellina</i> spp., <i>Tenuitella</i> spp) and rare rotaliids	Sa1: Grânari Sa2: Archita2
Evaporite				
Gypsum	Decimetre to meter thick massive (alabaster) or thinner fibrous gypsum beds. Sometimes associated with thin calcareous marls or limestones.	Sabkha to shallow (< 5m) platform	Absent	Sa1: Daia Română

6.4.2 Paleogeografie

Evoluția paleomediilor identificate pe baza asociațiilor de foraminifere (studiul prezent) și evoluția și alternanța mediilor depozitionale (Krézsek et al., 2010) a facilitat reconstituirea paleogeografiei generale a părții sudice a Bazinului Transilvaniei (Fig. 4), și a conexiunilor acestuia spre alte bazine marine deschise.

Paleogeografia la scara bazinului

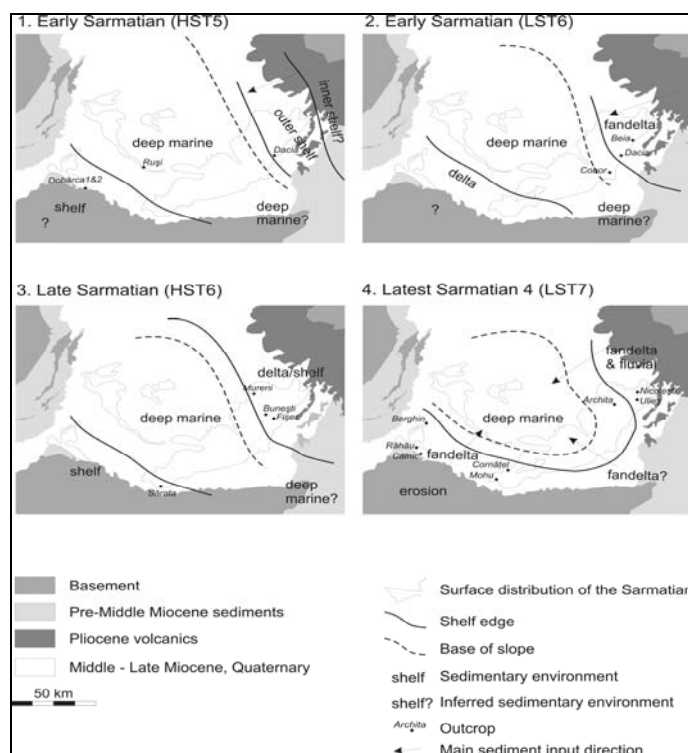


Figure 4. Reconstituirea paleogeografiei a părții sudice a Bazinului Transilvaniei în timpul unor secvențe (modificat după Krézsek et al., 2010). Mediile marine puțin adânci au apărut la începutul Sarmatianului și au persistat pe parcursul întregului Sarmatian. Șelfurile au fost dominate de sisteme depozitionale cu argile-nisipuri în timpul transgresiunilor și a nivelului relativ înalt, iar în timpul nivelului marin scăzut fandeltele erau sistemele dominante pe șelf.

Paleogeografie regională

Marea sarmațiană este în general imaginat ca având conexiuni foarte restrânse sau inexistente spre oceanet și în orice caz nu cu conexiuni spre zona indo-pacifică (ex. Paramonova et al., 2004; Rögl, 1998b). Mai mult, schimbările observate în cadrul faunelor la limita Badenian/Sarmațian (ex. Harzhauser și Piller, 2007) au fost explicate de Rögl (1999) cu schibarea survenită în conexiunile ariei Paratetyiene având conexiuni spre zona indo-pacifică în timpul Badenianului superior și cu conexiuni restrânse exclusiv spre oceanul Atlantic la începutul Sarmatianului. Această idee este infirmat de foraminiferel planctonice din Sarmatianul Bazinului Transilvaniei care sugerează conexiuni spre regiunea indo-pacifică, persistente cel puțin în timpul transgresiunilor.

Capitolul 7 – Taxonomia

Studiul taxonomic în această teză conține descrierea a 100 de specii, dintre care unele (e.g. *Ammodiscus* aff. *gullmarensis*, the planktonic foraminifera) sunt semnalate pentru prima dată din Sarmațianul Bazinului Transilvaniei sau din zona Paratethysului Central. Speciile de foraminifere bentonice și planctonice identificate au fost puse în ordine taxonomică după clasificarea supragenerică a lui Loeblich and Tappan (1988, 1992), cu excepția speciilor aparținând la *Tenuitella* and *Tenuitellinata* care au fost clasificate după Li (1987). La baza identificării a speciilor au stat în mare lucrările a lui Brestenská (1974), Cicha și Zapletalová (1963), Cicha et al. (1998), Didkowski și Satanovskaja (1970), Filipescu (2004b), Görög (1992), de Kász et al. (1989), Li (1987), Li et al. (1992), Łuczkowska (1972, 1974), Papp și Schmid (1985), Popescu (1995) și Vengliński (1958).

Capitolul 8 – Concluzii

Studiul prezent avea ca obiectiv principal descrierea asociațiilor de foraminifere sarmațiene din sudul Bazinului Transilvaniei și cercetarea semnificației acestora pentru reconstituirea faciesurilor sedimentare. Pe lângă acestea a fost discutat și interpretat semnificația asociațiilor identificate în studierea paleogeografiei și a istoriei depozitionale ale bazinului.

Asociațiile de foraminifere demonstrează pe baza analizei de morfogrupuri și analogie recente existența unor paleomedii în timpul Sarmațianului începând de medii marine marginale (deltaice sau estuariene) până la șelf distal/zona batială. Fiecare dintre paleomedii se pot caracteriza cu asociații de foraminifere caracteristice, iar în cadrul aceleiași paleomedii (ex. șelf intern) se pot separa câteva sub-paleomedii pe baza schimbărilor observabile în compoziția asociațiilor de foraminifere.

Schimbările ale nivelului marin-relativ și evoluția paleomediilor se pot modela cu destulă precizie pe baza asociațiilor sarmațiene de foraminifere bentonice sau planctonice. Evenimentele transgresive se pot identifica cu cea mai mare ușurință. Majoritatea acestora identificat pe baza schimbărilor de facies sedimentar corelează foarte bine cu invaziile foraminiferelor planctonice pe parcursul întregului Sarmațian. Sedimentele depuse la nivelul relativ-înalt se caracterizează cu asociații de șelf bine structurate și abundente (ex. la Arpașu, Rășinari, și Sărata) sau cu apariția unor medii marine marginale cu foraminifere aglutinate (ex. Feliceni). În schimb asociațiile

remaniate (ex. de la Berghin) sau de lagune hipersaline (Mihai Viteazu) se pot asocia cu nivelul marin scăzut.

Diferențele observate dintre asociațiile de foraminifere Sarmașian Inferioare și Superioare ceea ce privește compoziția lor specifică și în abundența relativă ale unor morfogrupuri sugerează că Bazinul Transilvaniei a fost bine ventilat la începutul Sarmașianului, dar schimbându-se într-un bazin cu ape stratificate și cu hipoxice la nivelul fundului în timpul Sarmașianului superior. Această schimbare probabil se datora evenimentelor tectonice.

Au fost identificate două grupuri de foraminifere interesante și nescunoscute până acum în Sarmașianul din Bazinul Transilvaniei. Este vorba despre foraminifere aglutinate (*Ammodiscus* aff. *gullmarensis*) asociate de medii deltaice particulare și de rare foraminifere planctonice biseriatae (*Streptochilus*) sau trochospirale microperforate (*Tenuitella*, *Tenuitellinata*) asociate evenimentelor transgresive. Cele din urmă demonstrează existența unor conexiuni spre mediile marine deschise ale Bazinului Transilvaniei (și a Paratethysului Central) care au persistat până la finele Sarmașianului așa cum a fost demonstrat pe baza de diatomee fosile (vezi Saint Martin și Saint Martin, 2005).

Se poate observa lipsa rocilor carbonatice depuse în ape puțin adânci în partea sudică a Bazinului Transilvaniei (vezi Fig. 4) observabile în mare majoritate a bazinelor Paratethysiene (vezi Cornée et al., 2009; Pisera, 1996) și prezența mediilor marin-adânci. Aceste caractere sunt cele mai importante și specifice ale Sarmașianului din Bazinul Transilvaniei.

Bibliografie selectivă

- Boda, J., 1974. A magyarországi szarmata emelet rétegtana. *Földtani Közlemények*, v. 104, 3, p. 249-260.
- Boltovskoy, E., 1978. Late Cenozoic benthonic foraminifera of the Ninetyeast Ridge (Indian Ocean). *Marine Geology*, v. 26, 1-2, p. 139-175.
- Brestenská, E., 1974. Die Foraminiferen des Sarmatien s. str. In: Brestenská, E. (ed.) *M₅ Sarmatien (sensu E. Suess 1866). Die Sarmatische Schichtengruppe und ihr Stratotypus. Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys*, v. 4, p. 243-293, VEDA, Bratislava.
- Burchfiel, B.C., 1976. Geology of Romania. *Special Paper*, v. 158. Geological Society of America, 82 pp.
- Cicha, I., Zapletalová, I., 1963. Die Vertreter der Gattung Bolivina (Foraminifera - Protozoa) in Miozän der Westkarpaten. *Sborník Ustředního Ústavu Geologického, Oddíl paleontologický*, v. 28(1961), p. 115-183.
- Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C., Ctyroka, J., (eds.), 1998. Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, v. 549. Verlag Waldemar Kramer, Frankfurt am Main, 1-325 pp.
- Ciulavu, D., Bertotti, G., 1994. The Transylvanian Basin and its Upper Cretaceous substratum. *Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology*, v. 75, Suppl. 2, p. 59-64.
- Ciulavu, D., 1999. Tertiary tectonics of the Transylvanian Basin. *PhD thesis*, Vrije Universiteit, Amsterdam, 152 pp.
- Ciupagea, D., Paucă, M., Ichim, T., 1970. Geologia Depresiunii Transilvaniei. Editura Academiei RSR, București, 256 pp.
- Ciupagea, D.T., Airinei, Ș., Stoenescu, S., Popescu, M., Popescu, C., Talos, D., 1969. Nouveaux éléments d'interprétation géologique des résultats géophysiques dans la partie sud-ouest de la dépression de Transylvanie. *Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie. Géophysique*, v. 13, 1, p. 87-103.

- Corliss, B.H., Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, v. 16, 8, p. 716-719.
- Cornée, J.-J., Moissette, P., Saint Martin, J.-P., Kázmér, M., Tóth, E., Görög, Á., Dulai, A., Müller, P., 2009. Marine carbonate systems in the Sarmatian (Middle Miocene) of the Central Paratethys: the Zsámbék Basin of Hungary. *Sedimentology*, v. 56, 6, p. 1728-1750.
- Csontos, L., Vörös, A., 2004. Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 210, 1, p. 1-56.
- de Klasz, I., Kroon, D., Van Hinte, J.E., 1989. Notes on the foraminiferal genera *Laterostomella* De Klasz and Rérat and *Streptochilus* Brönnimann and Resig. *Journal of Micropalaeontology*, v. 8, 2, p. 215-226.
- Falk, I., 2007. Evoluția terțiară a Depresiunii Transilvaniei cu privire la geneza capcanelor rupturale, flexurale și stratigrafice pentru hidrocarburi. PhD, Babeș-Bolyai University, Cluj-Napoca, 206 pp.
- Fichtel, J.E.v., 1780. Beytrag zur Mineralgeschichte von Siebenbürgen. Zweyter Theil welcher die Geschichte des Steinsalzes enthält. Raspische Buchhandlung, Nürnberg, 134 pp.
- Filipescu, S., 1999. The significance of foraminifera fauna from the Feleac Formation (Transylvanian Basin, Romania). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia*, v. 44, 2, p. 125-131.
- Filipescu, S., 2001. Cenozoic Lithostratigraphic Units in Transylvania. In: Bucur, I.I., Filipescu, S., Săsăran, E. (eds.) Algae and carbonate platforms in western part of Romania. 4th Regional Meeting of IFAA Cluj-Napoca 2001 - Field Trip Guidebook. p. 75-92, Cluj University Press, Cluj-Napoca.
- Filipescu, S., 2004a. *Bogdanowiczia pocutica* Pishvanova in the Middle Miocene of Transylvania - paleoenvironmental and stratigraphic implications. In: Codrea, V., Petrescu, I., Dica, P.E. (eds.) *Acta Palaeontologica Romaniae*, v. 4, p. 113-117, Supergraph, Cluj-Napoca.
- Filipescu, S., 2004b. *Anomalinoidea dividens* bioevent at the Badenian/Sarmatian boundary - a response to paleogeographic and paleoenvironmental changes. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia*, v. 49, 2, p. 21-26.
- Filipescu, S., Silye, L., Krézsek, C., 2005. Sarmatian micropaleontological assemblages and sedimentary paleoenvironments in the Southern Transylvanian Basin. In: Csiki, Z., Grigorescu, D., Lazăr, I. (eds.) *Acta Palaeontologica Romaniae*, v. 5, p. 173-179, Ars Docendi, București.
- Filipescu, S., Silye, L., 2008. New Paratethyan biozones of planktonic foraminifera described from the Middle Miocene of the Transylvanian Basin (Romania). *Geologica Carpathica*, v. 59, 6, p. 537-544.
- Filipescu, S., Krézsek, C., Săsăran, E., Silye, L., Wanek, F., Beldean, C., 2009. Field trip guide - 3rd International Workshop on the Neogene of the Central and South-Eastern Europe, Cluj-Napoca, May 20-24, 35 pp.
- Görög, Á., 1992. Sarmatian foraminifera of the Zsámbék basin, Hungary. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Geologica*, v. 29, p. 31-153.
- Gräf, I., Pană, I., Fesci, V., 1971. Die Sarmat-Mäot-Grenze im Gebiet des oberen Archita-Tals östlich von Sighișoara (SR Rumänien). *Geologie*, v. Jahrgang 20, 1, p. 62-73.
- Gräf, I., Rado, G., Mîtreă, G., 1973. Asupra prezenței sarmatianului superior (kersonian) în regiunea de la est de Satu Nou (sud-estul Bazinului Transilvaniei). *Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie. Geologie*, v. 18, 1, p. 235-244.
- Grill, R., 1941. Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und der benachbarten Molasse-Anteilen. *Oel und Kohle*, v. 31, 595-602.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, 1, art 4, p. 1-9.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.J., Posamentier, H.W., van Wagoner, J.C., Ross, C.A., Kendall, C.G.S.C. (eds.) Sea-level Change: an Integrated Approach. *SEPM Special Publication*, v. 42, p. 71-108.
- Harzhauser, M., Piller, W.E., 2004. Integrated stratigraphy of the Sarmatian (Upper Middle Miocene) in the western Central Paratethys. *Stratigraphy*, v. 1, 1, p. 65-86.
- Harzhauser, M., Piller, W.E., 2007. Benchmark data of a changing sea: palaeogeography, palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 253, 1-4, p. 8-31.
- Hauer, F.R.v., Stache, G., 1863. Geologie Siebenbürgens. Verein für Siebenbürgische Landeskunde, W. Braumüller, Wien, 636 pp.
- Hilgen, F., Abdul Aziz, H., Bice, D., Iaccarino, S., Krijgsman, W., Kuiper, K., Montanari, A., Raffi, I., Turco, E., Zachariasse, W.-J., 2005. The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Tortonian Stage (Upper Miocene) at Monte Dei Corvi. *Episodes*, v. 28, 1, p. 6-17.
- Huismans, R.S., Bertotti, G., Ciulavu, D., Sanders, C.A.E., Cloetingh, S., Dinu, C., 1997. Structural evolution of the Transylvanian Basin (Romania): a sedimentary basin in the bend zone of the Carpathians. *Tectonophysics*, v. 272, 2-4, p. 249-268.
- Ilie, M.D., 1955. Cercetări geologice în Bazinul Transilvaniei (regiunea Alba Iulia - Sibiu - Făgăraș - Rupea). *Anuarul Comitetului Geologic*, v. 28, p. 251-360.
- Ionescu, C., Hoeck, V., Tomek, C., Koller, F., Balintoni, I., Besutiu, L., 2009. New insights into the basement of the Transylvanian Depression (Romania). *Lithos*, v. 108, 1-4, p. 172-191.
- Ionesi, L., Ionesi, B., Roșca, V., Lungu, A., Ionesi, V., 2005. Middle and Upper Sarmatian on Moldavian Platform. Editura Academiei Române, București, 558 pp., (in Romanian).
- Jiříček, R., 1972. Problém hranice sarmat/panon ve Vídeňské, Podunajské a Východoslovenské pánvi. *Mineralia Slovaca*, v. 14, 4, p. 39-81.

- Kaiho, K.**, 1991. Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea circulation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 83, 1-3, p. 65-85.
- Kaiho, K.**, 1999. Effect of organic carbon flux and dissolved oxygen on the benthic foraminiferal oxygen index (BFOI). *Marine Micropaleontology*, v. 37, 1, p. 67-76.
- Koch, A.**, 1894. Az erdélyrészi medencze harmadkori képződményei. I rész: Paleogén csoport. *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve*, v. 10, 6, p. 161-356.
- Koch, A.**, 1900. Az erdélyrészi medencze harmadkori képződményei. II. Neogén csoport. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 329 pp.
- Koiava, K.**, 2006. The biostratigraphy of Sarmatian deposits of Eastern Georgia on the base of Foraminifera. *PhD thesis*, Alexandre Djanelidze Institute of Geology, Tbilisi, 163 pp., (in Georgian).
- Kojumdjieva, E.I., Paramonova, N.P., Belokrys, L.S., Muskhelishvili, L.V.**, 1989. Ecostratigraphic subdivision of the Sarmatian after molluscs. *Geologický Zborník - Geologica Carpathica*, v. 40, 1, p. 81-84.
- Krézsek, C.**, 2005. Sedimentology and architecture of Pannonian deposits from the eastern part of the Transylvanian Basin. *PhD thesis*, Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, 170 pp., (in Romanian).
- Krézsek, C., Filipescu, S.**, 2005. Middle to late Miocene sequence stratigraphy of the Transylvanian Basin (Romania). *Tectonophysics*, v. 410, 1-4, p. 437-463.
- Krézsek, C., Bally, A.W.**, 2006. The Transylvanian Basin (Romania) and its relation to the Carpathian fold and thrust belt: Insights in gravitational salt tectonics. *Marine and Petroleum Geology*, v. 23, 4, p. 405-442.
- Krézsek, C., Filipescu, S., Silye, L., Maţenco, L., Doust, H.**, 2010. Miocene facies associations and sedimentary evolution of the Southern Transylvanian Basin (Romania): Implications for hydrocarbon exploration *Marine and Petroleum Geology*, v. 27, 1, p. 191-214.
- Li, Q.**, 1987. Origin, phylogenetic development and systematic taxonomy of the *Tenuitella plexus* (Globigerinitidae, Globigerinina). *Journal of Foraminiferal Research*, v. 14, 4, p. 298-320.
- Li, Q., Radford, S.S., Banner, F.T.**, 1992. Distribution of microporiferate tenuitellid planktonic foraminifers in holes 747A and 749B, Kerguelen Plateau. In: Wise, S.W., Jr., Schlich, R., *et al.*, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 120, College Station, TX, p. 569-594.
- Lirer, F., Harzhauser, M., Pelosi, N., Piller, W.E., Schmid, H.P., Sprovieri, M.**, 2009. Astronomically forced teleconnection between Paratethyan and Mediterranean sediments during the Middle and Late Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 275, 1-4, p. 1-13.
- Loeblich, A.R., Tappan, H.**, 1988. Foraminiferal genera and their classifications. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 970 pp.
- Loeblich, A.R., Tappan, H.**, 1992. Present status of foraminiferal classification. In: Takayanagi, Y., Saito, T. (eds.) Studies in Benthic Foraminifera. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Benthic Foraminifera, Sendai, 1990 (Benthos '90)*, p. 93-102, Tokai University Press, Tokyo, Japan.
- Lourens, L., Hilgen, F., Schackleton, N.J., Laskar, J., Wilson, B.**, 2004a. Appendix 2. Orbital tuning calibrations and conversions for the Neogene Period. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. (eds.) A Geologic Time Scale 2004. p. 469-484, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lourens, L., Hilgen, F., Schackleton, N.J., Laskar, J., Wilson, B.**, 2004b. The Neogene Period. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. (eds.) A Geologic Time Scale 2004. p. 409-440, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lubenescu, V.**, 1981. Studiul biostratigrafic al Neogenului superior din sud-vestul Transilvaniei. *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică*, v. 58, p. 123-202.
- Luczkowska, E.**, 1967. Some new species of Foraminifera from the Miocene of Poland. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, v. 37, 2, p. 233-241, (in Polish).
- Luczkowska, E.**, 1972. Miliolidae (Foraminiferida) from Miocene of Poland. Part I. Revision of the classification. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 17, 3, p. 341-377.
- Luczkowska, E.**, 1974. Miliolidae (Foraminiferida) from Miocene of Poland. Part II. Biostratigraphy, Palaeoecology and Systematics. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 19, 1, p. 1-176.
- Marinescu, F., Gheorghian, D., Orăşanu, T.**, 1972. Jour III. In: Marinescu, F. (ed.) Néogène de la dépression de Transylvanie du Banat et du Bassin dacique. Guide de l'Excursion de la V^e Réunion du Groupe de Travail pour la Paratéthys. p. 49-65, Institute Geologique, Bucharest.
- Papp, A.**, 1956. Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, v. 47 (1954), p. 35-98.
- Papp, A.**, 1974. Diskussion des Begriffes Sarmatische Stufe bzw. Sarmatien. In: Brestenská, E. (ed.) M₃ Sarmatien (sensu E. Suess 1866). Die Sarmatische Schichtengruppe und ihr Stratotypus. *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys*, v. 4, p. 31-34, VEDA, Bratislava.
- Papp, A., Schmid, M.E.**, 1985. Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. Revision der Monographie von Alcide d'Orbigny (1846). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, v. 37, p. 1-311.
- Paramonova, N.P., Shcherba, I.G., Khondkarian, S.O., Gürs, K., Iosifova, J.I., Jakubovskaja, V.T., Kovac, M., Magyar, I., Pinchuk, T.N., Popov, S.V., Zastrozhnov, A.S.**, 2004. Map 7: late Middle Miocene (Late Serravallian, Sarmatian s. str., Middle Sarmatian s. l.) 12-11M a. In: Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G., Kovac, M. (eds.) Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys: 10 maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, v. 250, p. 27-29.
- Pisera, A.**, 1996. Miocene reefs of the Paratethys: a review. In: Franseen, E., Esteban, M., Ward, W., Rouchy, J.-M. (eds.) Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of the Mediterranean regions. *SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology* v. 5, p. 97-104, Tulsa, Oklahoma.

- Popescu, G.**, 1975. Études des foraminifères du Miocène inférieur et moyen du nord-ouest de la Transylvanie. *Memoriile Institutului de Geologie și Geofizică*, v. 23, p. 5-121.
- Popescu, G.**, 1995. Contribution to the knowledge of the Sarmatian Foraminifera of Romania. *Romanian Journal of Paleontology*, v. 76, p. 85-98.
- Popescu, G., Măruțeanu, M., Filipescu, S.**, 1995. Neogene from Transylvania Depression. X. Congress RCMNS, București 1995, Guide to excursion A1. *Romanian Journal of Stratigraphy*, v. 76, 3, p. 1-27.
- Popescu, G.**, 1998. Oligocene and Miocene of the Transylvanian Basin. In: Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C., Ctyroka, J. (eds.) Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, v. 549, p. 56-61.
- Popescu, G.**, 2000. Lower and middle Miocene agglutinated foraminifera from the Carpathian area. In: Bucur, I.I., Filipescu, S. (eds.) *Acta Palaeontologica Romaniae*, v. 2, p. 407-425, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Rado, G., Țicleanu, N., Gheorghian, M., Popescu, A.**, 1980. Date noi privind litobiostratigrafia depozitelor miocenului și pliocenului din regiunea Comănești-Lueta-Mărtiniș (jud. Harghita). *Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie. Geologie*, v. 25, p. 95-108.
- Rögl, F.**, 1998a. Paratethys Oligocene-Miocene stratigraphic correlation. In: Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C., Ctyroka, J. (eds.) Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, v. 549, p. 3-7.
- Rögl, F.**, 1998b. Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene and Miocene). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, v. 99A, p. 279-310.
- Rögl, F.**, 1998c. The Styrian Basin. In: Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C., Ctyroka, J. (eds.) Oligocene - Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, v. 549, p. 49-50.
- Rögl, F.**, 1999. Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, v. 50, 4, p. 339-349.
- Saint Martin, S., Saint Martin, J.-P.**, 2005. Enregistrement par les diatomées des variations paléoenvironnementales durant le Sarmatien dans l'aire paratéthysienne (Roumanie). *Comptes Rendus Palevol*, v. 4, 1-2, p. 191-201.
- Săndulescu, M., Visarion, M.**, 1978. Considérations sur la structure tectonique du soubassement de la Dépression de Transylvanie. *Dări de Seamă ale Ședințelor, Institutul de Geologie și Geofizică*, v. 64(1976-1977), 5, p. 153-173.
- Săndulescu, M.**, 1984. Geotectonics of Romania. Romanian Academy Publishing House, Bucharest, 336 pp., (in Romanian).
- Săndulescu, M.**, 1988. Cenozoic Tectonic History of the Carpathians. In: Royden, L.H., Horváth, F. (eds.) The Pannonian Basin: a study in basin evolution. v. AAPG Memoir 45, p. 17-25, Tulsa, Oklahoma.
- Suess, E.**, 1866. Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. II. Über die Bedeutung der sogenannten brackischen Stufe oder der Cerithienschichten. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, Abteilung I*, v. 54, 7, p. 218-257.
- Török, Z.**, 1933. Cercetări geologice în județul Târnava-Mare. *Anuarul liceului "Principele Nicolae" din Sighișoara pe anii 1929/30-1932/33*, p. 1-88.
- Vengliński, I.V.**, 1958. Foraminiferi miocenu Zakarpattia. Vidavictvo Akademia Nauk Ukrainskoi RSR, Kiev, 246 pp.
- Vengliński, I.V.**, 1975. Foraminiferi i biostratigrafia miocenovikh otlozenii Zakarpatskovo progiba. Naukova Dumka, Kiev, 262 pp.
- Visarion, M., Veliciu, S.**, 1981. Some geological and geophysical characteristics of the Transylvanian Basin. *Earth Evolution Sciences*, v. 3-4, p. 212-217.
- Wanek, F.**, 1992. Studiul biostratigrafic al ostracodelor sarmațiene și pannoniene din Bazinul Transilvaniei. Stațiunea de cercetări Arcalia, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, p. 49.