

Doctorand: Mădălina-Elena Kallanxhi

***Rezumat: Nanofosilele calcaroase din depozitele de vârstă Oligocen –
Miocen mediu din bazinul Albano-Thessalian (Albania)***

***Cuvinte - cheie: Albania, Bazinul Albanian-Thessalian, Biostratigrafie,
Paleoecologie, Nanofosilele calcaroase, Statistica, Paleomediu***

Cuprins

Introducere.....	2
Cadrul geologic	4
Istoricul lucrărilor	10
Material și metode.....	13
Rezultate și discuții	16
Concluzii	23
Bibliografie.....	24

INTRODUCERE

Studiul intitulat “*Nanofosilele calcaroase din depozitele de vârstă Oligocen – Miocen mediu din bazinul Albano-Thessalian (Albania)*” are ca scop biostratigrafia și paleoecologia nanofosilelor calcaroase din câteva secțiuni de vârstă Oligocen – Miocen mediu din Albania. Aceast studiu aduce contribuții noi și originale asupra nanofosilelor calcaroase și, de asemenea, completează și susține datele biostratigrafice și micropaleontologice existente, oferind o imagine mai bună asupra paleoecologiei și implicațiilor paleo-ambientale ale acestui grup microfossil din Albania.

Primul pas în atingerea obiectivelor propuse a fost compararea biostratigrafică detaliată a rezultatelor la mai multe scheme de zonare standard cu aplicabilitate globală și regională, incluzând aici o comparație cu datele existente din Albania. Merită menționat sprijinul investigațiilor cantitative selectate pentru stabilirea vârstei biostratigrafice a transectelor langhiene, la schema regională din zona Mediteraneană. O discuție și comparație mai detaliată s-a făcut pentru biostratigrafie și tendințele evolutive ale speciilor principale, la evenimente cunoscute la nivel global și/sau regional. Acest studiu subliniază anumite asemănări cu alte zone, ale conținutului de nanofosile calcaroase, dar și diferențe în ceea ce privește unele aspecte legate de distribuția stratigrafică a unor taxoni, prezentate în detaliu aici aici.

În contextul acestei lucrări, s-au aplicat analize cantitative și metode statistice pentru a sprijini caracterizarea paleoecologică a ansamblurilor de nanofosile existente, evidențiind abundența speciilor dominante și ale paleoambientului în funcție de fluctuațiile abundenței lor. Pentru o mai bună înțelegere a condițiilor de depozitare și a paleoambientului existent, statistica aplicată s-a dovedit a fi un instrument util în identificarea diferitelor combinații de nanofosile calcaroase, care sugerează condiții marine diferite, caracterizate prin fluctuații ale parametrilor paleo-ambientali, cum ar fi: furnizarea cu nutrienți terigeni, îmbogațirea cu substanțe nutritive aduse de curenții ascendenți, dinamismul provocat de curenții de coastă și de vânt, modificări ale temperaturilor și salinității suprafeței mării și fluctuații ale adâncimii apei.

Potențialul valoros al aplicabilității nanofosilelor calcaroase în biostratigrafia regională și locală în medii mai restrânse, în studiile paleoecologice și paleoambientale este bine documentat în cadrul acestui studiu.

Obiectivele acestei teze sunt:

- Identificarea nanofosilelor calcaroase și oferirea informațiilor detaliate privind biostratigrafia acestui grup microfossil pentru zona studiată;
- Compararea biostratigrafiei nanofosilelor cu diverse scheme de zonare standard locale, regionale și globale;
- Sublinierea preferințelor paleoecologice ale celor mai abundente specii și combinații;
- Compararea paleoecologiei nanofosilelor calcaroase din diferite zone și cadre geologice;
- Aplicarea metodelor statistice în investigarea nanofosilelor calcaroase;
- Evaluarea schimbărilor de mediu, așa cum este indicat de preferințele de paleoecologie ale nanofosilelor calcaroase.

Aceste obiective au fost susținute de investigația micropalaeontologică efectuată pe nanofosile calcaroase, parțial pe foraminifere și moluște. Suportul suplimentar pentru analizele moluștelor și al foraminiferelor a fost oferit de câțiva alți colaboratori.

Rezultatele acestei teze au fost publicate în două lucrări (Kallanxhi și colaboratorii, 2016, Kallanxhi & Young, în presă), în timp ce un articol este în curs de pregătire.

CADRUL GEOLOGIC

Teritoriul Albaniei include o parte din sistemul orogenic Dinaric sensu lato (s.l.) (Suess, 1883), care se extinde de la Alpii de Sud, de-a lungul coastelor Adriatice și Ionice, și mai departe până la Marea Egee și până la Munții Taur. Dinarides s.l. (Kober, 1929) incluzând lanțul Dinaric sensu stricto (s.s.), lanțul Hellenic și lanțul Egean. Conexiunea dintre Dinaride s.s. și lanțul Hellenic se realizează pe teritoriul albanez, prin falia Shkodër-Pejë (falia S-P; Cvijič, 1901). Pe baza locației lor în ceea ce privește falia S-P, unitățile nordice albanene (Cukali, Alpii Albanezi și Gashi) fac parte din lanțul Dinaric s.s. (Kober, 1929) și se continuă până în Muntenegru, în timp ce sub falia S-P, unitățile sudice (Sazani, Ionian, Kruja, Krasta, Mirdita și Korabi), fac parte din lanțul Hellenic și se continuă înspre sud-est pe teritoriul grec.

Lanțul Dinaric s.s. și lanțul Hellenic, ca parte a sistemului Alpin Mediteranean, urmează conturul părții de est a plăcii Adria (Giese & Reuter, 1978). Datorită faptului că teritoriul Albaniei cuprinde cea mai mare parte a lanțului Hellenic, structurile orogene din Albania au fost denumite „Albanide” (Peza, 1967), iar de la est la vest, sunt organizate în două zone structurale: una internă, situată în partea de est a Albaniei (zonele Mirdita, Korabi și Gashi) și una externă spre vest (zonele Alpilor Albanezi, Krasta - Cukali, Kruja, Ionică și Sazani). Unitățile interne se suprapun peste cele externe și se continuă pe teritoriul grec unde formează lanțul Hellenic.

Sucesiunea stratigrafică a bazinului intramontan Albano-Thessalian (ATHB; Bourcart, 1922) se suprapune transgresiv peste zonele Mirdita și Krasta - Cukali. ATHB reprezintă continuarea pe teritoriul Albaniei al bazinului Mesohellenic (Brunn, 1956; Figura 1) din Grecia, care este cel mai mare bazin de tip molasic din cadrul lanțului Hellenic. În totalitate, ATHB - Bazinul Mesohellenic (MHB) atinge o lungime de aproximativ 300 km și o lățime de 30-40 km, dintre care aproximativ 85 km sunt pe teritoriul albanez. Bazinul se extinde din sudul Albaniei, pe teritoriul Greciei, până la câmpia Tessaliană. Evoluția structurală a bazinului este legată de orogeneza alpină, urmând aceeași direcție cu structurile lanțului Hellenic, situate între microplaca Apuliană (parte a Hellenidelor externe, non-metamorfice) și a nappei Pelagoniene (Hellenide interne, metamorfice). Kiliass et al. (2015) a considerat MHB ca un bazin de tip “strike-slip și piggy back” cu orientare NNW - SSE, care a evoluat din Eocenul mijlociu până în Cuaternar ca o succesiune de bazine suprapuse (Ferrière et al., 1998).

Umplutura sedimentară a ATHB (Biçoku et al., 1967; Pashko et al., 1973; Pashko, 1996, 2018) a fost separată în trei cicluri depoziționale: I - Eocen (Lutețian - Priabonian); II - Oligocen la Aquitanian; III - Burdigalian la Langhian. În cadrul ATHB au fost separate mai multe zone de sedimentare (Morava, Gora - Mokra, Voskopoja și Pogradec), care prezintă

anumite aspecte particulare în litologie și conținut faunistic (Pashko et al., 1973). Litostratigrafia celui de-al doilea și al treilea ciclu sedimentar (Oligocen până la Miocenul mijlociu) din zona de sedimentare a Moravei va fi prezentată ținând cont de lucrările lui Papa & Pashko (1962, 1965, 1966), Pashko et al. (1973), Pashko (1977a, 1981), și Xhomo et al. (2002).

Stratigrafia Oligocenului

Secvențele sedimentare de vârstă oligocenă se suprapun transgresiv peste rocile ultramafice și formațiunile lutețiene mai vechi. Acestea cuprind mai multe unități din Rupelian și Chattian (Figura 2), bine dezvoltate în partea de est și sud-est a Moravei și bazinele adiacente la vest, nord și nord-vest. Unele dintre aceste sedimente din zona Moravei conțin macro- și microfaună bogate, care pot fi corelate cu depozitele din Italia și Grecia (Pashko, 2018). Unitățile stratigrafice nu pot fi întotdeauna separate în mod clar în partea de nord și vest (Voskopoja, Gora, Mokra și Pogradec), și prin urmare, studiile anterioare au considerat aceste unități ca Oligocen nedivizat (Pashko et al., 1973), în timp ce altele au făcut corelații doar pe baza similitudinilor litologice cu zona Moravei (Dimo et al., 1982; Pashko, 1996; Kumati et al., 1997). Conținutul fluctuant de fosile și lipsa fosilelor index fac dificilă atribuirea fie la Rupelian și/sau Chattian.

Cele mai vechi depozite de vârstă oligocenă din zonă au fost atribuite Rupelianului mijlociu (Bourcart, 1922; Nowack, 1929; Adrianova et al., 1961; Biçoku et al., 1967; Pashko et al., 1973; Pashko, 1977a, 1977b, 1981, 2018; Xhomo et al., 2002) și au o grosime de aproximativ 800 m. Succesiunea sedimentară începe cu **formațiunea Mborja - Dishnica**, formată din conglomerate cu claste de calcare și roci ultrabazice, intercalate cu succesiuni de gresii masive, pe alocuri silturi, concrețiuni verzui și tufuri andezitice.

Formațiunea cărbunoasa Drenova este bine dezvoltată în partea de vest a zonei Morava. Succesiunea este formată din marne, argile și silturi de culoare cenușie închisă, concrețiuni de dolomit și câteva strate de cărbune brun. Conține moluște bine conservate, tipice Rupelianului (Bourcart, 1922; Nowack, 1929; Pashko et al., 1973; Pashko, 1977a, 1977b, 1981, 2018) și asociații de foraminifere rau conservate.

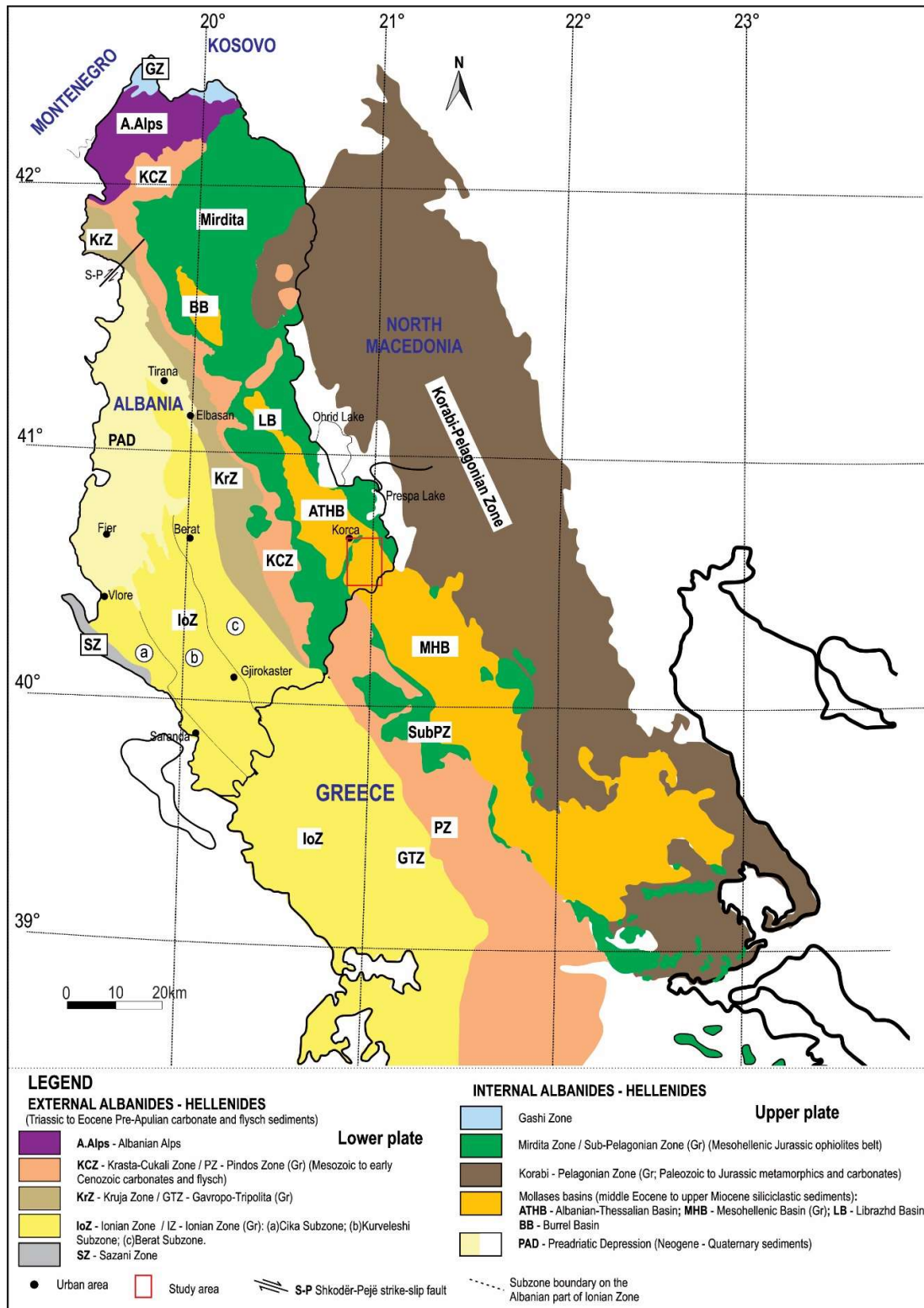


Figure 1. Harta simplificată a zonei, care arată locația ATHB - MHB pe teritoriile albaneze și grecești, inclusiv a zonei studiate în cadrul bazinului Albano-Thessalian (modificată după Robertson & Mountrakis, 2006; Xhomo et al., 2002 și Aliaj, 2012).

Rupelianul superior este reprezentat de **Formațiunea Drenica**, care constă din gresii cu caracter masiv cu granulație mijlocie până la grosiera, intercalate cu conglomerate cu claste bine rotunjite, formate în principal din roci calcaroase și ultrabazice.

Baza Chattianului se poate distinge cu ușurință în Muntele Morava, unde depozitele „**Formațiunii Marnelor cu Chama**” se suprapun treptat peste sedimentele Rupelianului (Bourcart, 1922; Pashko et al., 1973; Pashko, 1977a, 1981, 2018; Xhomo et al., 2002). Este caracterizată în principal de prezenta unei succesiuni de marne și slituri cenușiu-albăstrui, cu intercalații subțiri de gresii cu granulație fină, în partea superioară.

Ultima formațiune din Oligocen este **Formațiunea Plasa** care are aspectul flișoidal și caracter grezos, cu plante fosile în toată succesiunea (Pashko et al., 1973). Conținutul de fosile include moluștele Oligocene (Pashko et al., 1973; Pashko, 1977a, 2018) asemănându-se cu formațiunile de mai jos, în timp ce foraminiferele bentonice sunt rare și mai puțin diverse (Papa & Pashko, 1962; Pashko et al., 1973).

Stratigrafia Miocenului inferior și mijlociu

Sedimentele Neogenului au o dezvoltare mai extinsă în zona Moravei în comparație cu Paleogenul. Formațiunile Aquitaniene reprezintă o fâșie lungă și îngustă în partea de est a Muntelui Morava (Figura 2). În general, există o trecere treptată de la Formațiunea Plasa la **Formațiunea Bozdovec** de vârstă Aquitanian inferioară (Pashko et al., 1973). Aceasta este formată dintr-o secvență marnoasă cenușiu-albăstruie, din argile siltice, cu intercalații rare de gresii în partea de jos, turbidite fine în partea de mijloc și intercalații marne nisip foarte rare până la vârf. Toate secțiunile conțin asociații bogate de foraminifere și moluște (Pashko et al., 1973; Pashko, 2018). Deasupra această succesiune se continuă cu formațiunea **Guri i Capit** formată în principal din conglomerate. Pe baza ansamblurilor de moluștelor asemănătoare cu cele din bazinele din nordul Italiei, sedimentele formațiunilor Bozdovec și Guri i Capit pot fi atribuite Aquitanianului (Pashko et al., 1973; Pashko, 2018).

Burdigalianul inferior este reprezentat de calcare cu alge rodofite (*Lithothamnium*) aparținând **Formațiunea Morava**, extinsă în întreaga zonă (Bourcart, 1922; Sanxhak, 1957; Pashko et al., 1973; Xhomo et al., 2002). Formațiunea se suprapune treptat peste Formațiunea Guri i Capit, iar înspre sud (secțiunea Dardha) acoperă Dardha „Schlier”. Calcarele sunt intercalate cu gresii cu granulație medie și lentile conglomeratice cu moluște, echinoide și foraminifere mari (*Lepidocyclina elephantina*).

Sedimentele suprapuse aparțin **Formațiunii Bradvica** și sunt reprezentate de gresii masive, cu granulație fină până la medie, nivele fosilifere, silturi și marne (Pashko et al., 1973; Pashko, 2018). În partea superioară, conglomeratele devin mai frecvente, în timp ce partea de sus este în principal siltică, cu resturi de plante și gresii cu granulație fină. Au fost identificate moluște rare rau conservate și asociații abundente de foraminifere (Pashko et al., 1973; Pashko, 2018).

Formațiunea Bradvica se continua cu sedimentele **Formațiunii Sinica**, care reprezintă o secvență sedimentară groasă (> 1000m) compusă din marne și silturi cenușiu-albăstrui cu fosile (*Flabellipecten cf. burdigaliensis*), urmată de gresii masive cu granulație fină la medie, gresii calcaroase cu pectinide și *Lithothamnium*. Sedimentele acestei formațiuni conțin ansambluri bogate și bine conservate de foraminifere (Pashko et al., 1973).

Formațiunea Miras atinge o grosime maximă de aproximativ 750 m și e localizată doar în partea de sud-est a bazinului Devoll, suprapunându-se treptat peste Formațiunea Sinica (Pashko et al., 1973; Pashko, 1996, 2018; Xhomo et al., 2002). Principala caracteristică a acestei formațiuni sunt intervalele groase de gresii cu concrețiuni nisipoase, cu intercalări de silturi și marne cenușiu-albăstrui.

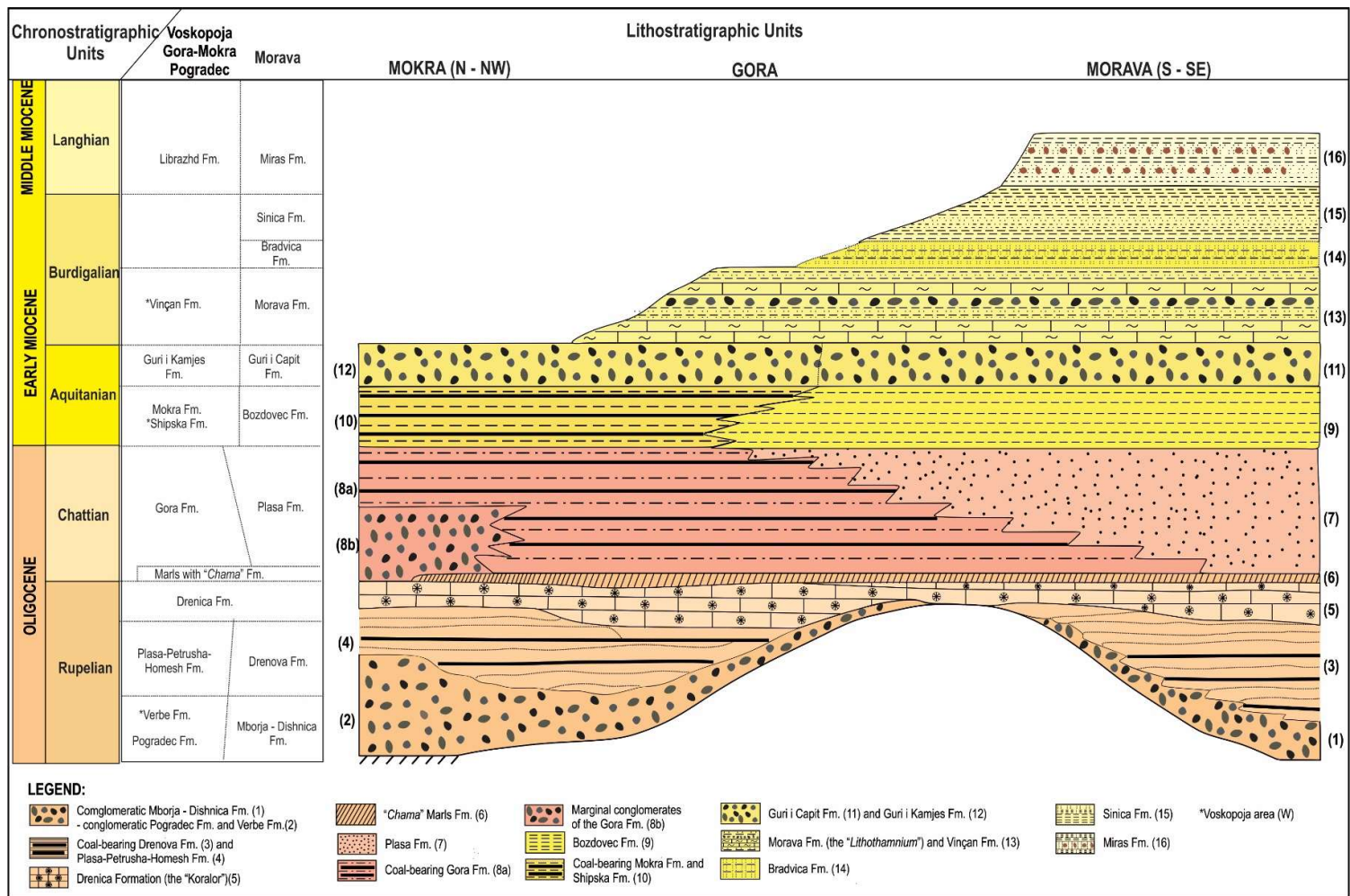


Figure 2. Litostratigrafia intervalului Oligocen –Miocen mediu din Bazinului Albano-Thessalian din principalele zone de sedimentare (modificat după Dimo et al., 1982, 1989).

ISTORICUL CERCETĂRILOR

Primele studii biostratigrafice din Albania, bazate pe nanofosile calcaroase și aplicabilitatea lor în biostratigrafie datează din 1982. Cele mai multe studii au fost realizate în cadrul cercetărilor de petrol realizate de Institutul de Petrol & Gaz (Fier, Albania) și sunt cunoscute în principal din Depresiunea Pre-Adriatică (PAD), Zona Ionică (IoZ), Zona Kruja (KrZ), Zona Sazani (SZ) și mai puțin din Bazinul Albano - Tessalian (ATHB). Aplicabilitatea nanofosilelor calcaroase în industria petrolului și a gazelor natural este menționată pentru prima dată de Kiçi (1974), care a oferit doar o informație generală pe această temă, fără date specifice de cercetare. Primii cercetători care au studiat acest grup microfossil au fost Islami (1982) și Islami & Prençi (1983). Aceștia au investigat sedimentele Miocene din bazinul Pre-Adriatic și au atribuit aceste depozite Helvetianului și Tortonianului. În general, studiile sunt concentrate pe sedimente Oligocene și Miocene din Bazinul Pre-Adriatic și din Zona Ionică (Islami & Çobo, 1984, 1985; Çobo, 1986, 1989, 1992, 1996; Dalipi & Çobo, 1989). Depozitele de tip flis din Oligocen și Miocen ale Zonei Ionice au fost cercetate de Vathi (1985, 1987, 1989, 1993, 1998a, 1998b), Vathi & Budri (1986, 1990) și Vathi et al. (1994), care a identificat mai multe zone calcaroase de nanofosile și a amendat unele dintre ele.

În zona Sazani (Kepi i Gjuhezës), zona NP25 - *Sphenolithus ciperoensis* de vârstă Oligocen superioară a fost menționată de Vathi (1995, în Xhomo et al., 2002).

Sedimentele aparținând flisului de Firza au fost datate pentru prima dată în Albania de către Gardin et al. (1996) ca aparținând Titonianului târziu până în Valanginian.

Sedimentele bazinului Albano-Thessalian au fost studiate de Kumati et al. (1995; în Pashko, 2018; NN4 până la NN5). Kumati et al. (1997) au investigat nanofosilele calcaroase, polenul și foraminiferele din această zonă și au atribuit sedimentele intervalului din Rupelian (Zona NP24) până în Langhian (NN5). Sedimentele din Eocenul mijlociu și Burdigalian de pe coasta de vest a lacului Ohrid (nord-estul ATHB) au fost cercetate de către Vathi & Kumati (1997).

Danelian et al. (2007) a alocat sedimentele din Secțiunea Sopot din Zona Ionică, Barremianului târziu și începutul Cenomanianului (NC6 până la NC10).

Ultimele cercetări asupra nanofosilelor calcaroase din Albania fac parte din acest studiu și tratează depozitele molasice ale ATHB (Kallanxhi et al., 2016; Kallanxhi & Young, în presă; Kallanxhi et al., în pregătire).

Secvențele de vârstă Oligocen – Miocen mediu din ATHB

Primele informații privind paleontologia și stratigrafia depozitelor din jurul orașului Korça au fost date de Dreger (1892), care a menționat pentru prima dată moluștele oligocenice din zona Moravei, în timp ce informațiile despre depozitele Paleogenului din această regiune sunt date de Hilber (1894). În timpul expedițiilor sale în nordul Greciei, Phillipson (în Phillipson & Oppenheim, 1894) a intrat în contact cu sedimentele Oligocenului din partea de sud a teritoriului albanez (regiunile Korça și Devoll). Materialul fosil colectat de el a fost studiat de Oppenheim (în Phillipson & Oppenheim, 1894). O altă publicație despre moluștele din Morava, colectate de Hilber, a fost făcută de Penecke (1897). Aquitanianul superior (conglomeratele Formațiunii Guri i Capit) a fost menționat pentru prima dată de către Welters (1906; în Pashko et al., 1973), ca fiind suprapuse peste Oligocenul din zonă.

Studii mai ample asupra depozitelor Oligocenului și Miocenului din zona Moravei au fost efectuate de Bourcart (1919, 1920, 1922) și Bourcart & Cossmann (1921). Moluștele din „marnele gri-albăstrui” au fost atribuite inițial Priabonianului, dar ulterior investigațiile lui Nowack (1929), Papa & Pashko (1962, 1966) le-au considerat Rupeliene (Formațiunea Drenica).

Depozitele Paleogenului și Neogenului zonei Mirdita au fost detaliate de Nowack (1929) în prima hartă geologică a Albaniei (1: 200000). Stankejev (1950) a inclus toate depozitele Oligocenului din Morava în „șisturile argiloase de vârstă Oligocen - Aquitaniană”. Descoperiri similare sunt menționate și de Baçalldin (1951) care a cuprins toate sedimentele considerate anterior Oligocen, Aquitaniene și parțial Burdigaliene în Aquitanian.

Câteva rapoarte ale autorilor Mishunina (1951 și 1955) și Mishunina & Ivanovna (1957) nu au menționat depozite Paleogene în această zonă. Singurele etaje menționate au fost Burdigalianul, Helvetianul și Tortonianul.

Sanxhak (1957) a alocat Miocenului, depozitele de cărbune ale minelor Mborja – Drenova. Aquitanianul a inclus conglomeratele bazale oligocene descrise anterior, Formațiunea cărbunoasă Drenova, parțial gresiile și conglomeratele Formațiunii Drenica, Aquitanianul formațiunilor Bozdovec și Guri i Capit, Burdigalianul cuprinzând formațiunile Morava, Bradvica și Sinica, în timp ce Helvetianul cuprinde numai Formațiunea Miras.

Într-un studiu stratigrafic al sitului Mborja, Adrianova et al. (1961) a separat următoarele unități: Oligocen cuprinzând brechiile, conglomeratele, gresile și silturile „Latorfianului” și Rupelinului; Aquitanian - incluzând fostul Chattian; Burdigalian - incluzând tot Aquitanianul și Burdigalianul. În „Helvetian” a fost inclusă doar Formațiunea Sinica.

În studiul lor asupra Miocenului timpuriu din Albania, Papa & Pashko (1962) au investigat și succesiunea stratigrafică a sitului Mborja și a bazinului Mokra. Aceștia au menționat în zona Moravei etajul „Latorfian” cu conglomerate, breccii, argile și intercalări de silturi, Formațiunea rupeliană Drenova și partea inferioară a Formațiunii Drenica. Restul etajelor sunt redată în detaliu ca Aquitanian, Burdigalian și „Helvetian”.

Lucrarea monografică despre Geologia Albaniei a lui Biçoku et al. (1967) și atribuirea vârstelor oligocene, aquitaniene, burdigaliene și helvetiene timpurii se bazează pe studiile anterioare ale lui Papa & Pashko (1962, 1965 și 1966). Pe baza studiilor anterioare, Petro & Lavdari (1971) au separat un prim ciclu de vârstă Oligocen – Miocen timpuriu, incluzând toate molasele din zona Moravei (sedimente oligocene, acvitiene, burdigaliene și „helvetiene”) și un al doilea ciclu care începe în Miocen și se termină în Pliocen și care umple bazinul Devoll. Petro & Hyseni (1972) au detaliat unitățile bazale ale Muntelui Morava și identificat trei faciesuri depoziționale: conglomeratele formațiunii Mborja-Dishnica, sedimentele cu cărbune (Formațiunea Drenova) și Formațiunea Drenica în partea superioară a succesiunii. Petro & Dodona (1976) subliniază importanța orizontului cu corali al Formațiunii Drenica și da date noi despre extinderea acesteia în cadrul bazinului

Prima corelare și descriere completă a zonei aparține lui Pashko et al. (1973), oferă o imagine de ansamblu completă cu privire la stratigrafia și paleontologia bazinului Albano-Thessalian. De asemenea, acești autori au făcut o corelare cu studiile anterioare, subliniind multe erori în atribuirea vârstei exacte. Studiile ulterioare (Pashko 1977a, 1981 și 1996; Xhomo et al., 2002) au menținut definițiile și descrierile formațiunilor. Pashko (2018) a atribuit Formațiunea Sinica Langhianului și Formațiunea Miras, considerată anterior ca aparținând Langhianului, a fost atribuită Serravalianului.

MATERIAL ȘI METODE

Materialul studiat a fost colectat din marnele, silturile și argilele aparținând a 13 secțiuni (Tabelul 1; Figura 3), din depozitele intervalului Oligocen până la Miocenul mediu. În total, au fost analizate 550 de probe pentru studiul nanofosilelor calcaroase.

Table 1. Lista secțiunilor cu poziția GPS și numărul de probe colectate. Vârsta se bazează pe rezultatele acestui studiu și parțial pe literatura existentă (*).

<i>Secțiuni</i>	<i>Detalii</i>	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>	<i>Vârsta</i>	<i>Probe</i>
<i>Mborja (Mb)</i>	Detaliu A	40°35'47.52"	20°48'50.89"	Rupelian	5
	Detaliu B	40°35'44.01"	20°48'58.53"	Rupelian	9
	Detaliu C	40°35'43.66"	20°48'58.77"	Rupelian	10
<i>Dardha Road 2 (RD-2)</i>		40°32'28.49"	20°47'24.96"	Rupelian	8
<i>Dardha Road 1 (RD-1)</i>		40°32'3.93"	20°47'28.36"	Rupelian	56
<i>Morava-5 (Mo-5)</i>	Detaliu A	40°36'57.61"	20°49'26.05"	Neclar (Rupelian*)	7
	Detaliu B	40°36'57.96"	20°49'27.79"	Rupelian-Chattian?	21
	Detaliu C	40°36'57.31"	20°49'30.65"	Rupelian-Chattian?	7
	Detaliu D	40°36'57.31"	20°49'32.16"	Neclar (Chattian*)	19
<i>Bozdovec (BD)</i>		40°34'48.37"	20°50'9.65"	Chattian	103
<i>Dardha (Da)</i>		40°31'14.04"	20°49'54.16"	Burdigalian inferior	97
<i>Dardha 1 (Da-1)</i>		40°31'11"	20°51'23"	Burdigalian inferior	26
			20°51'24"		
			20°51'26"		
<i>Kodra Partizani (KP)</i>		40°37'05.21"	20°47'54.36"	Burdigalian inferior	18
<i>Miras-3 (Mi-3)</i>	Detaliu A	40°30'10.3"	20°53'31.7"	Burdigalian mediu	36
	Detaliu B	40°30'10.1"	20°53'30.2"	Burdigalian mediu	6
<i>Miras-4 (Mi-4)</i>		40°30'8.1"	20°53'37.1"	Burdigalian mediu	24
<i>Miras-1 (Mi-1)</i>		40°30'17.9"	20°54'32.2"	Langhian inferior	33
<i>Çetë (Ct)</i>	Detaliu A	40°29'51.72"	20°55'14.11"	Langhian	18
	Detaliu B	40°29'57.79"	20°55'20.39"		
<i>Miras-2 (Mi-2)</i>		40°30'21.2"	20°55'02.6"	Langhian	23

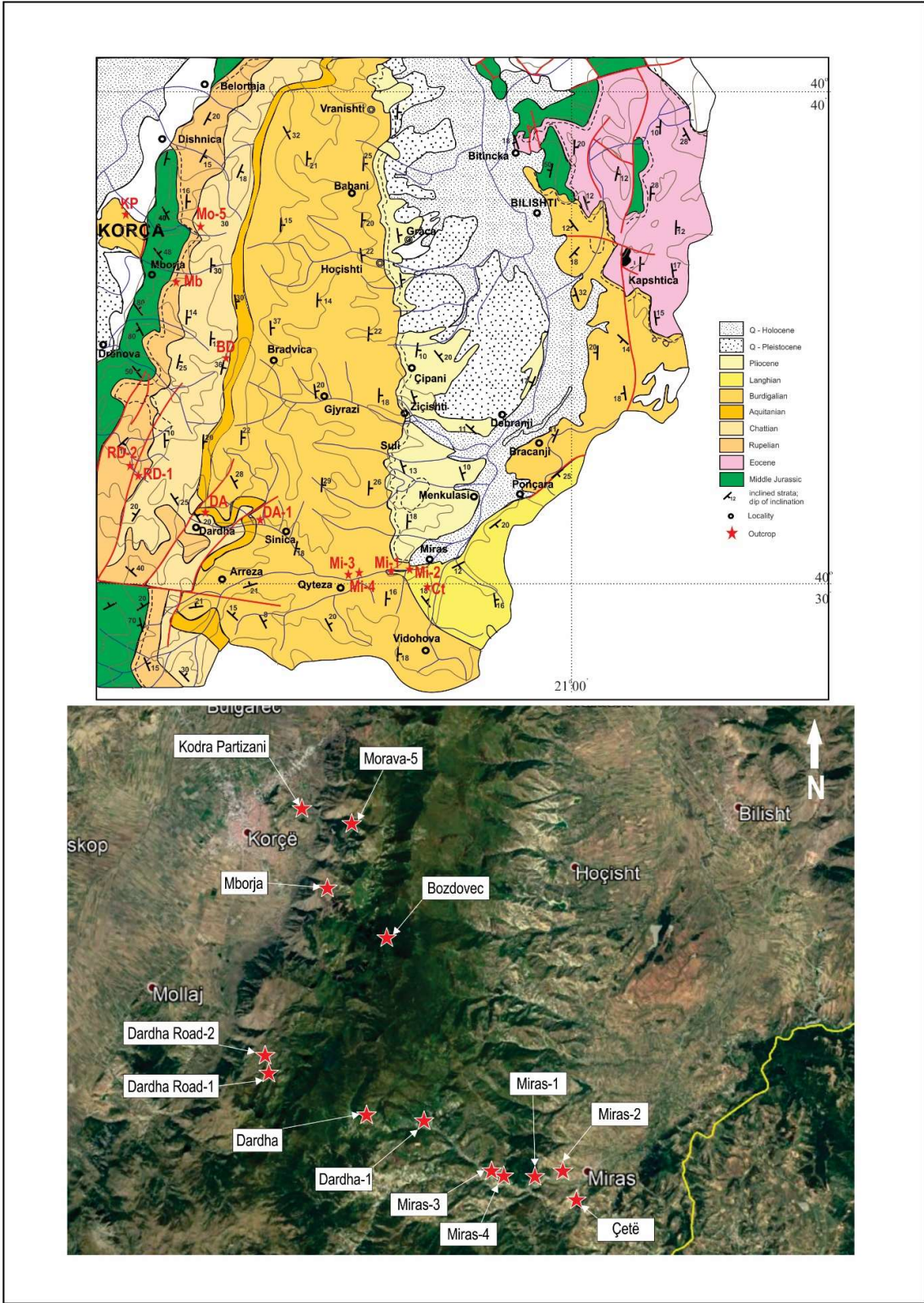


Figure 3. Localizarea secțiunilor investigate pe harta geologică (dupa Xhomo et al., 2002; 1:200000) și pe harta satelitore (Google Earth).

Metode de investigație

Pentru pregătirea eșantioanelor colectate a fost utilizată tehnica standard adaptată după Bown & Young (1998). Toate probele au fost cercetate la microscopul cu lumină transmisă folosind un obiectiv de 100x, cu ulei de imersie (cu o mărire de cel puțin 1000x), în lumină polarizată încrucișată (XPL), în câmp luminos (BF), cu placă de gips (GP) și în fază cu contrast (PC).

Colectarea datelor cantitative s-a făcut la microscop pe mostrele cele mai abundente, în timp ce pentru cele cu conținut redus de nanofosile calcaroase, s-au făcut doar observații calitative (prezență / absență). 49 de probe s-au dovedit a fi sterile în nanofosile calcaroase. Grupul reticulofenestrelor mici cu zonă centrală închisă au fost grupate sub denumirea *Reticulofenestra* gr. 3-5 μm și în mod convențional au fost asociate cu două specii, respectiv *Reticulofenestra producta* și *R. antarctica*.

Analize extinse și măsurări biometrice au fost efectuate pe exemplare aparținând speciei *Helicosphaera minima* (Kallanxhi & Young, în presă).

Abundența totală a nanofosilelor a fost evaluată la prima observare în microscop (LM; toate exemplarele dintr-un singur câmp, FOV), indiferent de speciile existente. Bloom-urile au fost considerate atunci când mai mult de 90% din ansamblul numărat conține o singură specie. În plus, 300 - 500 FOV au fost cercetate pentru taxonii mai rari și adăugați în tabelul speciilor.

Biostratigrafia standard

Biostratigrafia standard a nanofosilelor calcaroase, utilizată în general la nivel global și aplicată aici, urmează conceptele lui Martini (1971) și Okada și Bukry (1980). În plus, pentru intervalul Oligocen - Miocen mediu s-a luat în considerare zonarea Mediteraneană (Fornaciari & Rio, 1996; Fornaciari et al., 1996; Di Stefano et al., 2008). Zonările standard pentru regiunile situate la latitudini joase utilizate pentru comparație sunt cele ale lor Agnini et al. (2014) pentru Oligocen și Backman et al. (2012) pentru Miocen, în timp ce pentru intervalul Miocen timpuriu-mediu, date suplimentare au fost considerate după Young (1998). Alte scheme biostratigrafice din zona Mediteraneană și de pe teritoriul albanez utilizate pentru comparație sunt după Theodoridis (1984), Vathi (1989) și Vathi & Budri (1986).

Taxonomia standard urmărește conceptele lui Perch-Nielsen (1985), Young et al. (1991), Young (1998) și site-ul Nannotax3 (<http://www.mikrotax.org/Nannotax3>).

Analizele cantitative și procentele speciilor au fost tratate folosind programul Microsoft Excel, iar programul PAST (Hammer et al., 2001) a fost utilizat pentru statistică.

Pe specia *Helicosphaera minima* s-au făcut analize extinse și măsurători biometrice ale lungimii și lățimii, iar pe baza acestora, s-au întocmit diagrame statistice de variație a acestor parametri (Kallanxhi & Young, în presă).

Analiza ierarhică multivariată folosind metoda lui Ward și Analiza Componentelor Principale au fost aplicate pentru interpretarea statistică pentru fiecare zonă standar identificată.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Această secțiune reprezintă contribuția principală a acestui studiu de cercetare și oferă o descriere detaliată a secțiunilor investigate, litologia lor, informații despre ansamblurile de nanofosile calcaroase, markerii existenți, atribuirea biostratigrafică a vârstei și abundența taxonilor principali. Tratează toate aspectele biostratigrafice, tendințele evolutive ale speciilor în timpul Oligocenului și Miocenului mediu, așa cum este indicat în literatură, subliniind asemănările și diferențele diferitelor aspecte pe această tematică. O altă sub-secțiune tratează diversitatea asociațiilor autohtone, descrie paleoecologia celor mai abundente specii și ale grupurilor taxonomice, și descrie statistica folosită la interpretarea paleoambientului.

Biostratigrafia nanofosilelor calcaroase

Biostratigrafia intervalului studiat, din Oligocen până în Miocenul mediu se bazează pe tendințele evolutive (prime apariții, extincții și rate de abundență) și extinderea temporală ale unor specii aparținând genului *Sphenolithus*, pe evenimente biostratigrafice primare și/sau secundare suplimentare furnizate de alte specii aparținând genurilor *Helicosphaera*, *Discoaster*, *Triquetrorhabdulus* și *Reticulofenestra* (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980; Perch-Nielsen, 1985; Rio et al., 1990; Fornaciari et al., 1990; Fornaciari & Rio, 1996; Di Stefano et al., 2008; Backman et al., 2012; Agnini et al., 2014). Pentru studiul de față, principalele biozonări standard de referință utilizate sunt conform schemelor lui Martini (1971) și Okada & Bukry (1980).

Secțiunile de vârstă oligocenă (Dardha Road-2, Mborja, Morava-5, Dardha Road-1 și Bozdovec) se încadrează în intervalul Rupelian mediu - Chattian și au fost atribuite la trei biozone standard, și anume partea superioară a zonei *Sphenolithus predistentus* (NP23), zonei *Sphenolithus distentus* (NP24) și zonei *Sphenolithus ciperoensis* (NP25) din Martini (1971). Aceste trei zone corespund zonei *Sphenolithus predistentus* (CP17), subzonei *Cyclicargolithus*

floridanus (CP19a) și subzonei *Reticulofenestra bisecta* (CP19b) din Okada & Bukry (1980), parțial zonei *Dictyococcites bisectus* PRZ (CNO3), zonei *Sphenolithus distentus*/*S. predistentus* CRZ (CNO4) și *Sphenolithus ciperoensis* TZ (CNO5) din Agnini et al. (2014), zonelor *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus* și *Sphenolithus ciperoensis* ale lui Vathi (1989) și subzonei *Sphenolithus ciperoensis* PRZ (MNP25a) din Fornaciari & Rio (1996).

Secțiunile Miocenului timpuriu și mediu (Dardha, Dardha-1, Kodra Partizani, Miras-3, Miras-4, Miras-1, Çetë și Miras-2) se încadrează în intervalul Burdigalian timpuriu – Langhian, fiind asociate cu patru biozone standard (Martini, 1971), alocarea lor de vârstă fiind susținută de prezența evenimentelor succesive aparținând genurilor *Sphenolithus* și *Helicosphaera*.

Zona NP23 – *Sphenolithus predistentus*

Prezența speciei *Sphenolithus predistentus* și absența speciilor *Sphenolithus distentus* cu prima apariție la baza zonei CP18 și *Sphenolithus ciperoensis* cu prima apariție la baza zonelor NP24/CP19a, indică cea mai veche vârstă pentru secțiunea Dardha Road-2. Vathi (1989) și Vathi & Budri (1990) au descris asociații asemănătoare cu *S. predistentus* din Zona Ionică (Albania), alocându-le zonei *Sphenolithus predistentus*.

Zona NP24 – *Sphenolithus distentus*

Atribuirea secțiunilor Mborja, Dardha Road-1 și Morava-5 la zona NP24 – *Sphenolithus distentus* (Martini, 1971), respectiv subzonei CP19a – *Cyclicargolithus floridanus* (Okada & Bukry, 1980) este susținută de co-ocurența diferiților markeri (*Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus ciperoensis*, *Pontosphaera* cf. *enormis* și *Triquetrorhabdulus carinatus*). Asociații asemănătoare au fost mentinate de Vathi (1989) și Vathi & Budri (1990) din Zona Ionică în Albania.

Zona NP25 – *Sphenolithus ciperoensis*

Alocarea de vârstă a profilului Bozdovec la zona *Sphenolithus ciperoensis* (NP25; Kallanxhi et al., 2016) este susținută de absența speciilor index *Sphenolithus distentus* și *S. predistentus*. În ceea ce privește Zonarea Mediteraneană, conform Fornaciari & Rio (1996), intervalul studiat s-ar încadra în zona *Sphenolithus ciperoensis* PRZ (MNP25a), definit de ultima apariție a speciei *Sphenolithus distentus* la bază și ultima apariție a speciei *Sphenolithus ciperoensis* în tavanul zonei. Prezența continuă a speciei marker *Sphenolithus ciperoensis* de-a lungul profilului, a permis corelarea și cu zona *Sphenolithus ciperoensis* TZ (CNO5) din

Agnini et al. (2014). Co-ocurența speciilor *Sphenolithus ciperoensis* și *Sphenolithus cf. delphix* în Bozdovec este asemănătoare cu datele documentate din Zona Ionică de Vathi (1989) și Vathi & Budri (1990). Conform acestor date, profilul studiat poate fi atribuit zonei *Sphenolithus ciperoensis*, conform autorilor menționați mai sus, definit la bază de ultima apariție a speciei *Sphenolithus distentus* și în tavan de către ultima apariție a speciei *Sphenolithus ciperoensis*.

Zona NN2 – *Discoaster druggii*

Secțiunile Dardha, Dardha-1 și Kodra Partizani au fost atribuite părții de mijloc și superioare a zonei *Discoaster druggii* (NN2; Martini, 1971) de vârstă miocenă timpurie (Burdigalian timpuriu) și subzonei *Discoaster druggii* din Okada & Bukry (Subzona CN1c; 1980). O altă subdiviziune a zonei NN2/CN1c este susținută de bioevenimente succesive bine date, care au permis o alocare mai clară la *Helicosphaera ampliaperta* PRZ (MNN2b; Fornaciari & Rio, 1996) din Mediteraneană și la biozona *Helicosphaera carteri* PRZ din Backman et al. (CNM4; 2012)

Zona NN3 – *Sphenolithus belemnus*

Profilele Miras-3 și Miras-4 au fost alocate zonei *Sphenolithus belemnus* (NN3; Martini, 1971) și zonei *Sphenolithus belemnus* (CN2; Okada și Bukry, 1980), de vârstă Burdigalian medie. Conform schemelor de zonare standard din Mediteraneană și celei de la latitudini joase și medii, ale lor Fornaciari & Rio (1996) și Backman et al. (2012), materialul este atribuit zonelor MNN3a - *Sphenolithus belemnus* TRZ și CNM5 - *Sphenolithus belemnus* BZ. Prezența continuă a speciilor index *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus disbelemnus* și *S. pseudoheteromorphus* susțin această vârstă.

Zona NN4 – *Helicosphaera ampliaperta*

Secțiunea Miras-1 a fost atribuită părții superioare a zonelor *Helicosphaera ampliaperta* (NN4; Martini, 1971) și *Helicosphaera ampliaperta* (CN3; Okada & Bukry, 1980), corelându-se parțial cu zona *Discoaster signus* CRZ (CNM7) din Backman et al. (2012). Conform zonării mediteraneene (Di Stefano et al., 2008; Turco et al., 2011), profilul Miras-1 se încadrează în subzona *Coronocyclus nitescens* IS (MNN4c Subzone; MNN4 - *Helicosphaera ampliaperta* IZ) de vârstă Langhian timpurie. Această vârstă este susținută de analize cantitative.

Zona NN5 – *Sphenolithus heteromorphus*

Secțiunile Țetă și Miras-2 au fost încadrate în partea inferioară ale zonelor *Sphenolithus heteromorphus* (NN5; Martini, 1971) și *Sphenolithus heteromorphus* (CN4; Okada și Bukry, 1980), acestea corelându-se cu *Discoaster signus* CRZ (CNM7) din Backman et al. (2012). Conform zonării mediteraneene (Di Stefano et al., 2008; Turco et al., 2011), secțiunile eșantionate se încadrează în zona MNN5 - *Sphenolithus heteromorphus* IZ. Vârsta celor două secțiuni este susținută de analize cantitative și de abundențele particulare ale speciei *S. heteromorphus*.

Paleoecologia și paleomediul

Această secțiune oferă informații detaliate despre abundența nanofosilelor calcaroase, a preferințelor paleoecologice ale celor mai abundente specii și grupuri taxonomice identificate în profilele studiate, atunci când ne referim la temperatură, salinitate, flux de nutrienți, ținând cont și de preferința lor pentru diferite cadre geologice. Diferitele combinații de nanofosile reflectă preferințele paleoecologice specifice și caracterizează diferite medii. Paleoecologia și reconstrucția de paleomediul este susținută de analize statistice multivariate efectuate pe nanofosile calcaroase.

Abundența nanofosilelor calcaroase

Pentru intervalul de timp studiat (Oligocen până la Miocenul mediu), cele mai importante specii și grupuri taxonomice folosite la interpretarea paleoecologică sunt: grupul reticulofenestrelor (*Reticulofenestra minuta*, *Reticulofenestra* gr. 3-5 μm, *R. pseudoumbilicus*, *R. gelida*, *R. haqii*, *R. bisecta*, *R. stavensis* și *Cyclicargolithus floridanus*), *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera* spp., *Sphenolithus* spp., *Umbilicosphaera jafari* și *Discoaster* spp. Speciile dominante în cam toate asociațiile sunt *Reticulofenestra minuta*, *Cyclicargolithus floridanus* și *Coccolithus pelagicus*. Specia *Cyclicargolithus floridanus* este distribuită continuu de-a lungul intervalului eșantionat, atingând cele mai mari cantități în Oligocen, în timp ce în Miocen s-a observat o scădere drastică în cantitate, începând cu profilul Kodra Partizani în sus.

Specia cea mai abundentă din materialul investigat, este *Reticulofenestra minuta*, având o distribuție continuă în toate secțiunile, depășind cantități de peste 90% în Miras-1 (partea superioară a zonelor NN4/CN3; zona MNN4c; Langhian timpuriu).

Altă specie cu extindere lungă stratigrafică este *Coccolithus pelagicus* (Danian până la recent; Varol, 1989), care atinge cantități distincte în NP25 (Oligocenul târziu), NN2, NN3 (Miocenul timpuriu) și în biozona NN5 (Miocen mediu).

Reticulofenestrele mici cu zonă centrală închisă grupate ca *Reticulofenestra* gr. 3-5 μm, prezintă proporții mai mari în biozonele NP24 (Oligocen) și NN2 (Miocenul timpuriu; Burdigalianul timpuriu), și mai scăzute în biozonele NN4 și NN5 (Miocenul mediu).

Reticulofenestrele mici cu dimensiuni de la 3 până la 5 μm și cu o zonă centrală deschisă au fost atribuite la două specii, respectiv la *Reticulofenestra dictyoda* în Oligocen (NP24 și NP25) și la *Reticulofenestra haqii* în profilele din Miocenul timpuriu-mediu (zonele NN2, NN3, NN4 și NN5). Acest grup este mai abundent în Miocen.

Specia oligocenă *Reticulofenestra bisecta* nu este abundentă, dar prezintă cantități maxime în profilul Dardha Road-1 (Zona NP24) și mai reduse în restul profilelor Oligocenului.

Reticulofenestrele de dimensiuni medii până la mari (> 5 μm) cu o zonă centrală deschisă au fost atribuite la *Reticulofenestra dictyoda* (Oligocen) și la *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Miocen) și prezintă o abundență redusă în zonele NP24, NP25, NN2 și NN5 și procentaje mai ridicate în zonele NN2 și NN3.

În timpul Miocenului timpuriu-mediu, specia *Reticulofenestra gelida* prezintă cantități mai mari în biozonele NN2 și NN3 și mai mici în biozonele NN4 și NN5.

Specia *Umblicosphaera jafari*, deși este prezentă și în Oligocen și Miocen, prezintă cantități mai mari în biozona NN5 (Miocenul mijlociu).

Grupul *Sphenolithus* spp. este prezent în toate profilele, dar compoziția sa se schimbă în funcție de intervalul de timp specific. Cea mai abundentă specie este *Sphenolithus moriformis* (Selandian - Zanclean). În biozona NN5 (Miocenul mijlociu), specia marker *S. heteromorphus* prezintă cantități ridicate. În general, cu excepția speciei *S. heteromorphus*, restul speciilor marker pentru Oligocen și Miocen nu depășesc 2%.

Grupul *Helicosphaera* spp. prezintă cantități mici în biozonele NP24 și NP25 (Oligocen). Se observă o anumită creștere în Zona NN2 (Miocen timpuriu), în timp ce cantitățile cele mai mari au fost înregistrate în NN3 (Miocen timpuriu) și în biozona NN5 din Miocenul mediu.

Genul *Discoaster* este foarte rar în general, lipsind aproape în totalitate din unele profile. Numai în biozona NN5 (Miocenul mijlociu) se observă o ușoară creștere a cantității acestuia, dar aceasta este discontinuă de-a lungul aceluiași profil.

Evoluția paleoambientală a bazinului Albano-Thessalian

În timpul Oligocenului timpuriu (Rupelian mediu - târziu), configurația paleogeografică și clima din zona Mediteraneană au influențat conținutul și evoluția microfosilelor marine existente. În ceea ce privește nanofosilele calcaroase, datele din regiunea Mediteraneană evidențiază predominarea unui paleo-mediu subtropical sudic (Popov et al., 2002), așa cum sugerează dominanța genurilor *Discoaster*, *Sphenolithus*, *Helicosphaera* și *Reticulofenestra*. În cadrul ATHB, intervalul Rupelian mediu - târziu (partea superioară a zonei NP23 și NP24) este caracterizat prin dominanța depozitelor de lagună puțin adânci, caracterizate de o diversitate și abundență reduse de specii (10 specii) și, un paleo-mediu dinamic de adâncime redusă situat în zona neritică, cu asociații cu diversitate moderată până la mare (între 31 și 47 de specii) dominate de speciile genului *Reticulofenestra* (în principal *R. minuta*, *Cy. floridanus* și reticulofenestrele mici cu zonă centrală închisă), de *C. pelagicus* și în cantități puțin mai scăzute *Sphenolithus* spp. și *Helicosphaera* spp. Compoziția asociațiilor de nanofosilelor calcaroase și fluctuațiile de abundență depind de aportul crescut de nutrienți de pe continent, de influența curenților ascendenți, de amestecarea coloanei de apă, de turbulența provocată de vânt și de o climă caldă până la temperată, cu oscilații sezoniere. Asemănări în compoziția speciilor au fost recunoscute între ATHB și alte situri mediteraneene (Bazinul Mesopotamian, Müller, 1971; Oligocenul din Insula Trinidad, Bramlette & Wilcoxon, 1967 și Popov et al., 2002; Zonele NP24-NP25 din zonele Pindos - Gavrovo din Grecia, Stoykova et al., 2003; Vakalas et al., 2004; Zonele NP24-NP25 din Insulele Diapondia, Zona Ionică Externă - Grecia, Makrodimitras et al., 2010), de asemenea și unele diferențe care sunt probabil legate de caracterul semi-închis al bazinului.

Oligocenul târziu (Chattian; Zona NP25) din ATHB este dominat de asociații abundente și extrem de diverse (55 specii) cu *R. minuta*, *Cy. floridanus*, reticulofenestre mici cu zonă centrală închisă, *C. pelagicus*, *S. moriformis*, *S. ciproensis*, *S. cf. delphix*, mai puțin specii de helicoliți și *Zygrhablithus bijugatus*. Aceste asociații caracterizează zone marine mai neritice și mai stabile, cu aport sezonier de nutrienți de pe continent și de pe fundul bazinului, aflate din când în când sub influența curenților de coastă și a turbulenței părții superioare a coloanei de apă. Tranziția de la Oligocen la Aquitanian (NN1 la NN2 inferior) corespunde deschiderii unei noi conexiuni marine dintre Oceanul Indian și marea Mediterană și, mai departe cu Paratethysul Central (Rögl, 1998). Influxul de apă caldă și schimbul de microfaună a fost posibilă în această perioadă de timp, fiind asociată cu depunerea la scară regională a foraminiferelor mari în Mediterană și Paratethys. Clima caldă și condiții marine similare au

predominat în perioada Burdigalianului timpuriu în zona Mediteraneană (partea superioară a zonei NN2 și inferioară a zonei NN3 inferioare; Rögl, 1998; Popov et al., 2004). În ATHB, asociațiile de nanofosile calcaroase caracteristice acestui interval de timp (zonele NN2 - NN3) evidențiază existența unui paleoambient eutrofic neritic, a unui climat umed și cald, a fluctuațiilor în cantitatea materialului terigen, probabil datorită condițiilor paleogeografice locale. Asociații de nanofosile calcaroase cu diversitate moderată (22 până la 31 de specii) au fost înregistrate în partea superioară a zonei NN2 (Burdigalianul timpuriu), iar în timpul Burdigalianului mediu, o ușoară creștere a diversității este documentată în Zona NN3 (de la 31 la 34 de specii).

Ca urmare a coliziunii Placii Arabice cu Platoul Anatolian, configurația paleogeografică s-a schimbat în timpul Burdigalianului mijlociu, în intervalul de timp dintre partea superioară a zonei NN3 și inferioară a zonei NN4, ceea ce a dus la închiderea legăturii dintre Mediterană și Oceanul Indian (Rögl, 1998). Burdigalianul târziu corespunde parțial zonei NN4, în timpul căreia au avut loc schimbări tectonice importante, exprimate prin compresia puternică în cadrul lanțului Hellenic, care a pus capăt sedimentării marine în ATHB - MHB (Rögl, 1998). Baza și partea mijlocie a Zonei NN4, de vârstă Burdigaliană medie – târzie nu au fost identificate în cadrul profilelor studiate. Miocenul mediu (Langhian) reprezintă un interval de timp crucial pentru evoluția geodinamică și climatică a Mediteranei. Creșterea globală a nivelului mării asociată bazei Langhian (Haq et al., 1988, Rögl 1998, 1999) și transgresiunea din acest interval de timp, au afectat zona Mediteraneană și spre nord domeniul Paratethyan. Această transgresiune este legată de redeschiderea căii marine dintre Anatolia și Placa Arabiei, ceea ce a permis re-conectarea la zona Indo-Pacifică și influxul faunei tropicale de apă caldă (Haq, 1980).

Un alt eveniment important în timpul Miocenului mediu (Langhian timpuriu) este încălzirea la nivel global cunoscută ca Optima Climatică din timpul Miocenului Mediu (MMCO) care, conform lui Zachos et al. (2001) reprezintă cea mai caldă perioadă din ultimii 23 Ma. În acest interval de timp, a existat o legătură între Mediterană și Paratethysul Centrală prin bazinul Venețian, de-a lungul Coridorului Trans-Tetian în Slovenia (Rögl, 1998). Conexiunea dintre partea nordică a Mării Mediteraneene cu Paratethysul Central, prin intermediul ATHB - MHB, după cum sugerează Studencka et al. (1995) nu a existat.

Aceste schimbări paleogeografice și predominarea climatului tropical în timpul Miocenului timpuriu – mediu (Haq et al., 1977; Haq, 1980; Böhme, 2003; Rögl, 1998, 1999; Prista et al., 2015) sunt reflectate și în zona cercetată, prin îmbogățirea compoziției nanofosilelor calcaroase și a diversității ridicate (31 de specii în Miras-1, 41 în Çetë și 36 în

Miras-2), prin îmbogățirea speciilor oligotrofile de climă caldă (*Sphenolithus heteromorphus*, *Umbilicosphaera jafari* și *Discoaster* spp.), unele dintre ele fiind caracteristice pentru paleoambiente mai marine și ape mai adânci. Cantitățile ridicate de *Reticulofenestra minuta* din profilul Miras-1 sunt legate probabil de transgresiunea din timpul Langhianului timpuriu (Holcová, 2013), cuplat cu influx sezonier de material terigen de pe continent, în timp ce diversitatea mai ridicată din profilul Çetë implică existența unui paleo-mediu marin, stratificat, condiții oligotrofile și probabil salinitate ridicată a apelor de suprafață. Se presupune că fluctuațiile sezoniere ale cantității de precipitații și implicit a aportului de material continental, perioade scurte de eutrofie și productivitate mai ridicată, îmbogățirea în nutrienți și turbulența provocată de curenții de coastă sunt condițiile din timpul depunerii sedimentelor profilului Miras-2, așa cum este indicat de combinațiile de nanofosile calcaroase și de fluctuațiile abundenței acestora.

CONCLUZII

Nanofosilele calcaroase din formațiunile intervalului Oligocen – Miocen mediu din Bazinul Albano-Tessalian (Albania) au fost studiate pentru a releva potențialul lor biostratigrafic și paleoecologic. Pe lângă observațiile directe și abordarea calitativă, pentru acest grup au fost aplicate pentru prima dată metode statistice cantitative.

Atribuirea biostratigrafică a profilelor studiate s-a bazat pe identificarea speciilor marker primare și secundare, caracteristice pentru intervale de timp diferite. Pe baza aparițiilor principalelor specii de importanță globală, regională și locală și pe abundențele documentate de-a lungul transectelor eșantionate, au fost identificate șapte biozone (Martini, 1971) caracteristice intervalului dintre Oligocen și Miocenul mediu. Au fost documentate similarități între ansamblurile de nanofosile calcaroase identificate și alte date din Albania.

O specie foarte rară, *Helicosphaera minima*, a fost redescoperită în sedimentele Oligocene din zona Moravei (ATHB, Albania), această descoperire reprezentând a doua ocurență pe glob.

Analizele cantitative bazate pe abundența nanofosilelor calcaroase, corelate cu preferințele paleoecologice ale taxonilor cei mai abundenți, tratamentul statistic al datelor (Clusterelor Multivariate și Analiza Componentelor Principale), au permis reconstrucția paleo-ambientală a fiecărei zone documentate și evoluția generală a bazinului sedimentar în intervalul Oligocen - Miocen mediu:

Studiul de față oferă o privire de ansamblu asupra distribuției spațiale și temporale a ansamblurilor de nanofosile calcaroase, subliniind asemănări și diferențe în corelațiile lor cu diferite scheme globale și regionale standard. Din punct de vedere biostratigrafic, acest studiu susține atribuirea vârstei pentru anumite părți din diverse formațiuni și oferă o poziție stratigrafică mai clară pe scara geologică. Conform acestui studiu, Zona NP23 este menționată pentru prima dată în Formația Drenova (Dardha Road-2), iar o nouă vârstă este atribuită profilului Dardha (considerat anterior Aquitanian târziu) și anume Burdigalian timpuriu. Sunt puse în evidență date noi cu privire la vârsta anumitor părți din Formațiunea Sinica (profilele Miras-3 și Miras-4) și din Formațiunea Miras, alocând aceste sedimente Burdigalianului mediu (Zona NN3), respectiv Langhianul timpuriu (partea superioară a zonei NN4 și cea inferioară a zonei NN5). Acest studiu contribuie la o mai bună înțelegere a paleoecologiei diferitelor specii de nanofosile calcaroase și asociații, în bazine marginale și semi-închise, evidențiind evoluția paleo-ambientală a zonei din timpul Oligocenului până în Miocenul mediu.

BIBLIOGRAFIE

- Adrianova, K.I., Myatlyuk, E.V., Pashko, P., Safonovo, V.S. & Papa, A. 1961. Stratigrafija srednevo miocena NR Albanii, Tom. I, Vlorë.
- Agnini, C., Fornaciari, E., Raffi, I., Catanzariti, R., Pălike, H., Backman, J. & Rio, D. 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, **47** (2): 131-181. <http://dx.doi.org/10.1127/0078-0421/2014/0042>
- Aliaj, Sh. 2012. Neotectonics of Albania. Tiranë, *Klean Editing House*, 292 p. (In Albanian).
- Biçoku, T., Pumo, E., Xhomo, A., Papa, A., Spiro, A., Çili, P. & Dede, S. 1967. Albanian geology. Geological map of Albania 1:200 000. Publisher 8 Nëntori, F.Q.GJ. Tiranë.
- Backman, J., Raffi, I., Rio, D., Fornaciari, E. & Pălike, H. 2012. Biozonation and biochronology of Miocene through Pleistocene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, **45**: 221-244. [Doi: 10.1127/00780421/2012/0022](http://dx.doi.org/10.1127/00780421/2012/0022).
- Bourcart, J. 1919. Sur les terrains tertiaries de l'Albanie moyenne. *Comptes R. S. Soc. Geol. Fr.*, Paris, Nr. **9**.
- Bourcart, J. 1920. Remarque sur l'extension da l'eocene en Albanie. *Comptes R. Soc. Geol. D. Fr.*, Paris.

- Bourcart, J. 1922. Les confins albanais administres par la France (1916-1920). Contribution à la Géographie et à la Géologie de l'Albanie moyenne. *Librairie Delagrave*, Paris, p. 265.
- Bourcart, J. & Cossmann, M. 1921. Les lignites Oligocenes de la Morava (Albanien moyenne). *Bull. Soc. Geol. France*, ser. 4, **21**: 159-171.
- Bown, P.R. & Young, J.R. 1998. Techniques. In: Calcareous nannofossil biostratigraphy (Bown, P.R., Ed.). *Kluwer Academic Publications, Dordrecht*, p. 16-28. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-4902-0_2
- Brunn, J.H. 1956. Contribution à l'étude géologique du Pinde Septentrionale et d'une partie de la Macédoine Occidentale. *Annales Geologiques des Pays Helleniques, Athens*, serie 1, VII, p. 358.
- Bramlette, M. N. & Wilcoxon, J. A. 1967. Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipro section, Trinidad, W.I. *Tulane Studies in Geology and Paleontology.*, **5**: 93-131.
- Cvijić, J. 1901. Uber die tektonische Vorgänge In der Rhodopemasse. *Sttz, d. Wiener Akad.* 05.
- Çobo, L. 1986. Biostratigraphy of the Tortonian - Messinian deposits in Divjakë, Ardenicë, Frakull and Seman regions, based on calcareous nannofossils. *Fondi i Institutit Gjeologik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Çobo, L. 1989. Biozonation of the Miocene deposits in some sections of Pre-Adriatic depression based on calcareous nannoplankton. *Bulletini Nafta dhe Gazi, Fondi i Institutit Gjeologik të Naftës*, Fier, **2**: 93-106 (In Albanian).
- Çobo, L. 1992. Biostratigraphy of the Burdigalian - Langhian - Serravallian - Tortonian deposits of the Ionian Zone and UPA, in Albania, based on calcareous nannofossils. *Fondi i Institutit Gjeologik të Naftës*, Fier, p. 103 (In Albanian).
- Çobo, L. 1996. Evolution of the results achieved on calcareous nannofossils study from the Miocene deposits in our country. *Nafta Shqiptare*, **2**: 81-85 (In Albanian).
- Dalipi, V. & Çobo, L. 1989. Biostratigrafia dhe paleogeografia e depozitimeve të Tortonian - Mesinianit me metodikën e mikrofaunës dhe nanoplanktonit në UPA (Biostratigraphy and paleogeography of Tortonian - Messinian deposits, based on microfauna and calcareous nannofossils from UPA). *Fondi i Institutit Gjeologik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Danelian, T., Baudin, F., Gardin, S., Masure, E., Ricordel, C., Fili, I., Meçaj, T. & Muska, K. 2007. The record of mid Cretaceous oceanic anoxic events from the Ionian zone of southern Albania. *Revue de Micropaléontologie*, **50** (3): 225-237. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2007.06.004>

- Dimo, Ll, Pashko, P., Pine, V., Petro, Th. & Cakuli, A. 1982. Depositional conditions and coal-bearing molasses deposits from the Korca Basin. *Buletini Shkencave Gjeologjike*, **4**: 65-82 (In Albanian).
- Dimo, Ll., Pashko, P., Vaso, P., Kita, P., Çili, N., Bibaja, P., Palko, A. & Adhami, J. 1989. Coal-bearing basins of Albania and their perspective. *Bul. Shkenc. Gjeol.*, **4**: 249-258. (In Albanian, abstract in English).
- Di Stefano, A., Foresi, L. M., Lirer, F., Iaccarino, S. M., Turco, E., Amore, F. O., Mazzei, R., Morabito, S., Salvatorini, G. & Abdul Aziz, H. 2008. Calcareous plankton high resolution bio-magnetostratigraphy for the Langhian of the Mediterranean area. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **114** (1): 51-76.
- Dreger, J. 1892. Versteinerungen aus der Kreide und dem Tertiar von Corcha in Albanien. *Jahrb. Der. K.K. Geol. R.A.*, XLII, Wien.
- Ferrière, J., Reynaud, J.Y., Migiros, G., Proust, J.N., Bonneau, M., Pavlopoulos, A & Houzé, A. 1998. Initiation d'un basin transporté: l'exemple du "sillon mesohellénique" au Tertiaire (Greece). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **326**: 567-574.
- Fornaciari, E. & Rio, D. 1996. Latest Oligocene to early middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, **42** (1): 1-36. <http://dx.doi.org/10.2307/1485981>
- Fornaciari, E., Di Stefano, A., Rio, D. & Negri, A. 1996: Middle Miocene calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, **42** (1) 37-63.
- Fornaciari, E., Raffi, I., Rio, D., Villa, G., Backman, J. & Olafsson, G. 1990. Quantitative distribution patterns of Oligocene and Miocene calcareous nannofossils from western equatorial Indian Ocean. In: Duncan, R.A. et al., (Eds.). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station TX*, **115**: 237-254.
- Gardin, S., Kiçi, V., Marroni, M., Mustafa, F., Pandolfi, L., Pirdeni, A. & Xhomo, A. 1996. Litho-and biostratigraphy of the Firza flysch, ophiolite Mirdita nappe, Albania. *Ofioliti*, **21** (1): 47-54.
- Giese, P. & Reuter, K.J. 1978. Crustal and structural features of the margins of the Adria Microplate. In: Alps, Apennines, Hellenides, Stuttgart, pp. 565-588.
- Haq, B.U. 1980. Biogeographic history of Miocene calcareous nannoplankton and paleoceanography of the Atlantic Ocean. *Micropaleontology*, **26** (4): 414-443. <http://dx.doi.org/10.2307/1485353>
- Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and cycles of sea-level change. *Special Publications of SEPM*, vol. 42.

- Haq, B.U., Premoli-Silva, I. & Lohmann, G.P 1977. Calcareous plankton paleobiogeographic evidence for major climatic fluctuations in the early Cenozoic Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, **82** (27): 3861-3876. <https://doi.org/10.1029/JC082i027p03861>
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4** (1): 1-9.
- Hilber, V. 1894. Geologische Reise in Nordgriechenlands und Makedonien. *Sitzungsbeir. Kaizer. Akad. Wiesenchaften*, **102**: 575-623.
- Holcová, K. 2013. Morphological variability of the Paratethyan Oligocene–Miocene small reticulofenestrid coccolites and its paleoecological and paleogeographical implications. *Acta Palaeontologica Polonica*, **58** (3): 651–668. <http://dx.doi.org/10.4202/app.2009.0006>
- Islami, Xh. 1982. Calcareous nannoplankton zonation of Tortonian deposits from several outcrops and boreholes from the western part of Pre-Adriatic Depression. *Fondi i Institutit Gjeologjik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Islami, Xh. & Prençi, J. 1983. Zonation of the Middle Miocene deposits by the mean of calcareous nannofossils in some outcrops and drills in UPA). *Fondi i Institutit Gjeologjik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Islami, Xh. & Çobo, L. 1984. Calcareous nannoplankton investigation in Tortonian desopits from the eastern part of the Pre-Adriatic Depression and its connection to the western side. *Fond i Institutit Gjeologjik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Islami, Xh. & Çobo, L. 1985. Ongoing investigation on Tortonian - Messinian deposits from some outcrops from the UPA, based on calcareous nannofossils. *Fondi i Institutit Gjeologjik të Naftës*, Fier (In Albanian).
- Kallanxhi, M.-E., Ćorić, S. & Koçiu, A. 2016. Late Oligocene calcareous nannofossils from Albanian-Thessalian intramontane basin (Bozdovec Section, Albania) - a quantitative approach, *Studia UBB Geologia*, **60** (1): 5-20. Doi: <http://dx.doi.org/10.5038/1937-8602.60.1.1286>
- Kallanxhi, M.-E. & Young, J.R. (in press). Rediscovery of the *Helicosphaera minima* in the Oligocene deposits of the Albanian-Thessalian Basin (Albania). *Journal of Nannoplankton Research*.
- Kiçi, V. 1974. Nannoplankton and its importance in oil research. *Nafta dhe Gazi*, **3**: 8-13 (In Albanian).
- Kilias, A. D., Vamvaka, A., Falalakis, G., Sfeinos, A., Papadimitriou, E., Gkarlauni, C. H., Karakostas, B., 2015. The Mesohellenic Trough and the Paleogene Thrake Basin on the

- Rodope Massif, their Structural Evolution and Geotectonic Significance in the Hellenides. *Geology Geosciences*, **4**: 198.
- Kober, L. 1929. Die Grossgliederung der Dinariden. *Zentralbl. Mineral. Geol.*, **10**: 426-437.
- Kumati, L. Myftari, S. & Vathi, K. 1995. Stratigraphy and paleo-bathymetric interpretation of the Korca graben deposits. *Nafta Shqiptare*, **1**: 17-35 (In Albanian).
- Kumati, Ll., Korroveshi, T., Myftari, S., Vathi, K., Marku, D., Sadushi, P., Gjani, E., Dulaj, A., Shtrepi, P., Seiti, E., Veizaj, V., Zaka, M. & Polo, S. 1997. Study on the structure, biostratigraphy, depositional environment and geochemical potential of Albano-Thessalian - Mesohellenik Basin, in Burrel-Korça-Greece region. *Instituti i Studimeve dhe i Projektmeve Gjeologjike te Naftës dhe Gazit*, Fier (In Albanian).
- Makrodimitras, G., Stoykova, K., Vakalas, I. & Zelilidis A. 2010. Age determination and palaeogeographic reconstruction of Diapondia islands in NW Greece, based on calcareous nanofossils. *Bulletin of the Geological Society of Greece, 2010, Proceedings of the 12th International Congress, XLIII*, **2**: 675-684.
- Martini, E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: *Proceedings 2nd International Conference on Planktonic Microfossils Roma 1970* (Farinacci, A., Ed.). *Edizioni Tecnoscienza*, Roma, **2**: 739-785.
- Mishunina, Z.A. 1951. Geologičeskoe stroenie i neftenosnosti Priadriatičeskoj perspective of the region smezhnih regionov NR Albanii, *Vnigri-Leningrad*.
- Mishunina, Z.A. 1955. Geologičeskaja styoenije i neftanosnost N.R. Allbanii. *Vnigri-Leningrad*.
- Mishunina, Z.A. & Ivanova, E.A. 1957. Geologičeskaja Karta N.R. Allbanii v masshtabe 1:200.000. Objasnitelunja zapiska. F.Q.GJ. *Vnigri-Leningrad*.
- Müller, C. 1971. Nannoplankton-Gemeinschatte aus dem W-deutschen Mittel-Oligozän. *Notizbl. Hess.*, **99** (8): 43-53.
- Myatlyuk, E.V. 1960. Foraminiferi miocenovih otlozhenih N.R Albanii. *Fondi ING, Tiranë*.
- Nowack, E. 1929. Geologische ubershchift von Albanian. Erlanterung zur geologischen Karta 1:200000, Salzburg.
- Okada, H. & Bukry, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology*, **5**: 321-325. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8398\(80\)90016-x](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8398(80)90016-x)
- Papa, A. & Pashko, P. 1962. Middle Miocene in Albania. *Studime gjeologjike, Tiranë*, Vol. I (In Albanian).

- Papa, A. & Pashko, P. 1965. Oligocene to early Miocene transgressive deposits from the SE part of the Mirdita Zone. *Përmbledhje Studimesh*, **2**: 89-103. (In Albanian).
- Papa, A. & Pashko, P. 1966. Lower Miocene in Albania. *Bul. USHT., Ser. Shkenc. Natyr.* **4**: 53-78 (In Albanian, abstract in French).
- Pashko, P. 1977a. Biostratigraphy, molluscs and terminology of the Oligocene deposits of Morava). *Përmbledhje Studimesh*, **3**: 63-86 (In Albanian).
- Pashko, P. 1977b. Biometric study of *Barbatia albanica* OPPENHEIM, 1894. *Bul. Shkenc. Natyr.*, **1**: 75-91 (In Albanian).
- Pashko, P. 1981. Paleobiogeography of the Oligocene deposits of Korça Basin. *Përmbledhje Studimesh*, **3**: 47-61 (In Albanian).
- Pashko, P. 1996. Stratigraphy of the Tertiary intramountain basins. In: Neotectonic structure of Albanids and their geodynamic evolution (Aliaj, Sh., Melo, V., Skrami, J., Mehillka, L., Muço, B., Sulstarova, E., Profti, K., Pashko, P., Prillo, S., Eds.). Fakulteti Gjeologji-Miniera, Universiteti Politeknik, Tirana, p. 497 (In Albanian, abstract in English).
- Pashko, P. 2018. Morave Mt. Oligocene-Middle Miocene succession of Albanian-Thessalian Basin. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, **52** (1): 1-44. <https://doi.org/10.12681/bgsg.15837>
- Pashko, P., Papa, A., Huta, B. & Myftari, A. 1973. Stratigraphy of Paleogene and Neogene deposits from tectonic zone of Mirdita. *Archives of Albanian Geological Survey*, p. 564 (In Albanian).
- Penecke, K.A. 1897. Marine Tertiary-Fossilien Nordgriechenlands. *Denksch. kai. Akad. Wiss. math.-naturw., Classe Bd. 64*.
- Perch-Nielsen, K. 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In: Plankton stratigraphy (Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K., Eds.). *Cambridge University Press*, p. 427-554.
- Petro, Th. & Dodona, E. 1976. Lithofacies and biostratigraphical importance of the coral horizon within the molasses deposits of the Morava and Gora-Mokra area. *Përmbledhje Studimesh*, Tirana, **3**: 29-50 (In Albanian).
- Petro, Th. & Hyseni, B. 1972. Geology and mineral-bearing perspective of Morava and Qar-Mali i Kuq areas, Korçë (In Albanian).
- Petro, Th. & Lavdari, Xh. 1971. Geology of Devoll Basin (report), Korçë (In Albanian).
- Peza, L. 1967. Tectonic units of Albania. *Universiteti i Tiranës, Fakulteti Gjeologji-Minjera Tiranë* (In Albanian).

- Philippson, A. & Oppenheim, P. 1894. Tertiär und Tertiärfossilien in Nord-Griechenland, sowie in Albanien und bei Patrasim Peloponnes. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Berlin, **46**: 800-822.
- Popov, S.V., Akhmetiev, M.A., Bugrova, E.M., Lopatin, A.V., Amitrov, O.V., Andreyeva-Grigorovich, A.S., Zaporozhets, N.I., Zherikhin, V.V., Krasheninikov, V.A., Nikolaeva, I.A., Sychevskaja, E.K. & Shcherba, I.G. 2002. Biogeography of the Northern Peri-Tethys from the Late Eocene to the Early Miocene. Part 2. Early Oligocene. *Paleontological Journal*, **36** (3): 185-259.
- Popov, S.V., Bugrova, E.M., Amitrov, O.V., Andreyeva-Grigorovich, A.S., Akhmetiev, M.A., Zaporozhets, N.I., Nikolaeva, I.A., Sychevskaja, E.K. & Shcherba, I.G. 2004. Biogeography of the Northern Peri-Tethys from the Late Eocene to the Early Miocene. Part 3. Late Oligocene-Early Miocene. Marine Basins. *Paleontological Journal*, **38** (6): 653-716.
- Prista, G.A., Rui, A.J. & Cachão, M.A. (2015): Observing the past to better understand the future: a synthesis of the Neogene climate in Europe and its perspectives on present climate change. *Open Geosciences*, pp. 65-83. DOI: 10.1515/geo-2015-0007
- Rio, D., Fornaciari, E. & Raffi, I. 1990. Late Oligocene through early Pleistocene calcareous nanofossils from western equatorial Indian Ocean (Leg115). In: Duncan, R.A. et al. (Eds.), *Ocean Drilling Program, College Station TX. Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **115**: 175-235.
- Robertson, A. H. F. & Mountrakis, D. (Eds.) 2006. Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. *Geological Society of London, Special Publications*, **260**: 237-266.
- Rögl, F. 1998. Paleogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **99/A**: 279-310.
- Rögl, F. 1999. Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, **5**: 339-349.
- Sanxhak, G.P. 1957. Otgjet o Razvedki ugolnovo mestorozhdenija Mborja-Drenova, Tiranë.
- Stankejev, E.A. 1950. Geologija i poleznie iskapaemija narodnoj Republiki Allbanii, Moskë.
- Stoykova, K., Avramidis, P. & Zelilidis, A. 2003. Calcareous nanofossil stratigraphy of Tertiary submarine fan deposits from the Klematia-Paramythia Basin (Pindos Foreland Basin, western Greece). *Geologica Carpathica*, **54** (2): 107-118.
- Studencka, B., Gontsharova, I.A. & Popov, S.V. 1995. The bivalve fauna as a base for the reconstruction of the middle Miocene history of Paratethys. *Abstracts, 10th Congress RCMNS, Rom. J. Stratigr.*, **76** (7): 185-186.

- Suess, E. 1883. Das Antlitz der Erde. - Prag (Tempisky); Leipzig (Freitag).
- Theodoridis, S. 1984. Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utrecht Micropaleontological Bulletin.*, **32**: 1-271.
- Turco, E., Cascella, A. Gennari, R., Hilgen, F. J., Iaccarino, S. M. & Sagnotti, L. 2011. Integrated stratigraphy of the La Vedova section (Conero Riviera, Italy) and implications for the Burdigalian/Langhian boundary. *Stratigraphy*, **8**: 89-110.
- Vakalas, I., Ananiadis, G., Kontopoulos, N., Stoykova, K.K. & Zelilidis, A. 2004. Age determination and palaeogeographic reconstruction of Pindos foreland basin based on calcareous nannofossils. *Bulletin of the Geological Society of Greece, vol. XXXVI, Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki*, p. 864-873.
- Varol, O. 1998. Palaeogene. In: Bown, P. R. (Ed.) Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *British Micropalaeontological Society Publication Series.*, p. 200-224.
- Vathi, K. 1985. Les nannofossiles calcaires du flysch de la zone ionienne d'Albanie. PhD Thesis, *Mémoire des Sciences de la Terre, Université Curie*, Paris, nr. 85-19, p. 124.
- Vathi, K. 1987. The Paleogene-Neogene boundary in southwestern Albania (Ionian Zone) based on calcareous nannofossil data. *Buletini Nafta dhe Gazi, Instituti Gjeologjik i Naftës, Fier*, **2**: 87-95 (In Albanian).
- Vathi, K. 1989. Calcareous nannofossil zonation of the flysch deposits of the Ionian Zone. *Buletini Nafta dhe Gazi, Instituti Gjeologjik i Naftës, Fier*, **1**: 57-70 (In Albanian).
- Vathi, K. 1993. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Oligocene-Early Miocene deposits in the Ionian Zone (Kurveleshi Subzone). *Buletini Nafta dhe Gazi, Instituti Gjeologjik i Naftës*, **4**: 51-71 (In Albanian).
- Vathi, K. 1998a. Biostratigraphy of the Oligocene-Miocene flysch deposits from Paper-Rovë based on calcareous nannofossils. *Buletini Nafta Shqiptare, Fier*, p. 53-62 (In Albanian).
- Vathi, K. 1998b. A note on the first occurrence of *Helicosphaera carteri* in the Early Oligocene (NP23, Sphenolithus predistentus Zone). *Journal of Nanoplankton Research*, **20** (1): 39-43.
- Vathi, K. & Budri, E. 1986, Biostratigraphical interpretation of the Late Oligocene-Early Miocene deposits from Ionian Zone (Kurveleshi Area) based on calcareous nannofossils. *Fondi i Institutit Gjeologjik të Naftës, Fier* (In Albanian).
- Vathi, K. & Budri, E. 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Osmanzeza section. *Buletini Nafta dhe Gazi, Fondi i Institutit Gjeologjik të Naftës, Fier*, **4**: 31-36 (In Albanian).
- Vathi, K., Fili, I. & Odin, G.S 1994. Niveaux volcanoclatiques du Miocène inférieur et moyen d'Albanie. *Giornale di Geologia*, ser.3, **56** (1): 115-123.

- Vathi, K. & Kumati, L. 1997. Middle Eocene and Burdigalian – the bio-stratigraphic new dating (nannoplankton) on western coast of Ohri lake (Korca depression) (unpublished report)
- Xhomo, A., Kodra, A., Xhafa, Z. & Shallo, M. 2002, Albanian Geology - Explanatory text of map 1: 200 000. *Ministria e Industrisë dhe Energjetikës, Ministria e Arsimit dhe Shkencës, Shërbimi Gjeologjik Shqiptar, Albpetrol, Universiteti Politeknik i Tiranës*, Tirana, p. 435 (in Albanian).
- Young, J.R. 1998. Neogene. In: *Calcareous nannofossil biostratigraphy* (Bown, P.R., Ed.). *Kluwer Academic Publications, Dordrecht*, p. 225-265. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-4902-08>
- Young, J.R., Didymus, J.M, Bown, P.R, Prins, B. & Mann, S. 1991. Crystal assembly and phylogenetic evolution in heterococcoliths. *Nature*, **356**: 516-518.
- Young J.R., Bown, P.R. & Lees, J.A. 2020. Nannotax3 website. *International Nannoplankton Association*. <http://www.mikrotax.org/Nannotax3>
- Zachos, J.C., Pagani, M., Stone, L., Thomas, E. & Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climates 65 Ma to present. *Science*, **292**: 686-693.
- Zelilidis, A., Piper, D.J.W. & Kontopoulos, N. 2002. Sedimentation and basin evolution of the Oligocene–Miocene Mesohellenic basin, Greece. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **86** (1): 161-182.