

**SREDNJEMIOCENSKE  
KREMENIČNE ALGE SLOVENIJE**

**MIDDLE MIOCENE  
SILICEOUS ALGAE OF SLOVENIA**

**ALEKSANDER HORVAT**





SREDNJEMIOCENSKE KREMENIČNE ALGE SLOVENIJE:  
PALEONTOLOGIJA, STRATIGRAFIJA, PALEOEKOLOGIJA, PALEOBIOGEOGRAFIJA

MIDDLE MIOCENE SILICEOUS ALGAE OF SLOVENIA:  
PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY, PALEOECOLOGY, PALEOBIOGEOGRAPHY

---

Aleksander Horvat



ALEKSANDER HORVAT

SREDNJEMIOCENSKE KREMIČNE ALGE SLOVENIJE:  
PALEONTOLOGIJA, STRATIGRAFIJA, PALEOEKOLOGIJA, PALEOBIOGEOGRAFIJA  
MIDDLE MIOCENE SILICEOUS ALGAE OF SLOVENIA:  
PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY, PALEOECOLOGY, PALEOBIOGEOGRAPHY

Recenzenti/Reviewers dr. Špela Goričan, doc. dr. Vasja Mikuž, prof. dr. Jernej Pavšič

Prevod/Translated by Simon Pirc  
Jezikovni pregled/Language editing Tinka Selič  
Oblikovanje/Design Milojka Žalik Huzjan

Izdajatelj/Issued by Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU/  
Ivan Rakovec Institute of Paleontology ZRC SAZU  
Za izdajatelja/Represented by Špela Goričan

Založnik/Published by Založba ZRC/ZRC Publishing, ZRC SAZU  
Za založnika/Represented by Oto Luthar  
Glavni urednik/Editor-in-Chief Vojislav Likar

Tisk/Printed by Tiskarna Collegium graphicum, d.o.o., Ljubljana

Izid publikacije je finanno podprlo Ministrstva za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije  
The publication was supported by The Ministry of Education, Science and Sport of the Republic of Slovenia.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

561.26(497.4)“6235”

HORVAT, Aleksander, 1961-

Srednjemiocenske kremenice Slovenije : paleontologija,  
stratigrafija, paleoekologija, paleobiogeografija = Middle miocene siliceous  
algae of Slovenia : paleontology, stratigraphy,  
paleoecology, paleobiogeography / Aleksander Horvat ; [prevod Simon Pirc].  
- Ljubljana : Založba ZRC, ZRC SAZU, 2004

ISBN 961-6500-27-9  
213903872

© 2004, avtor/author in/and ZRC SAZU

Digitalna različica (pdf) je pod pogoji licence CC BY-NC-ND 4.0 prosto dostopna:  
<https://doi.org/10.3986/9616500279>

SREDNJEMIOCENSKE  
KREMENIČNE ALGE SLOVENIJE:  
PALEONTOLOGIJA, STRATIGRAFIJA,  
PALEOEKOLOGIJA, PALEOBIOGEOGRAFIJA

---

MIDDLE MIOCENE  
SILICEOUS ALGAE OF SLOVENIA:  
PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY,  
PALEOECOLOGY, PALEOBIOGEOGRAPHY

ALEKSANDER HORVAT



# KAZALO

IZVLEČEK .....	9
ABSTRACT.....	11
UVOD .....	13
Opis profilov v Krškem bazenu.....	15
Badenij .....	15
Sarmatij.....	15
Opis profilov v Tuhinjski sinklinali .....	20
Sarmatij.....	20
METODE.....	21
Paleontološke analize.....	21
Mineraloške in sedimentološke analize.....	22
Kemijske analize .....	23
REZULTATI.....	24
Sistematska paleontologija.....	24
Ebridiji .....	24
Dinoflagelati z notranjim skeletom .....	24
Silikoflagelati .....	25
Diatomeje.....	30
Sedimetnološke analize .....	88
Mineraloške analize .....	90
Profil Bela Cerkev 1.....	90
Profil Bela Cerkev 2.....	92
Profil Tunjice.....	92
Profil Šmarjeta.....	93
Diskusija.....	93
Kemijske analize .....	97
Paleoekološke analize.....	102
Badenij.....	106
Profil Šentjernej.....	106
Sarmatij.....	107
Profil Bela Cerkev 1.....	107
Profil Bela Cerkev 2.....	109
Profil Tunjice.....	112
Vrtina Si-1/8.....	115

DISKUSIJA.....	117
Stratigrafija.....	117
Diatomejska bioconacija Centralne Paratetide.....	119
Silikoflagelatna stratigrafija.....	127
Stratigrafska korelacija raziskanih profilov.....	130
Paleoekologija.....	131
Zgornji badenij.....	131
Spodnji sarmatij.....	133
Paleobiogeografija.....	137
ZAKLJUČKI.....	141
ZAHVALE.....	143
LITERATURA.....	177
INDEKS RODOVNIH IN VRSTNIH IMEN.....	191
TABLE 1–30.....	195



# CONTENTS

INTRODUCTION.....	145
Description of sections in the Krško basin.....	146
Badenian.....	146
Sarmatian.....	147
Description of section from the Tuhinj syncline.....	148
Sarmatian.....	148
METHODS.....	149
Paleontological analyses.....	149
Mineralogical and sedimentological analyses.....	149
Chemical analyses.....	149
RESULTS AND DISCUSSION.....	150
Mineralogy of diatomaceous sediments.....	150
The Bela Cerkev 1 Section.....	150
The Bela Cerkev 2 Section.....	150
The Tunjice Section.....	151
The Šmarjeta Section.....	151
Discussion.....	151
Geochemistry.....	154
Stratigraphy.....	156
Diatom biozonation of the Central Paratethys.....	157
The silicoflagellate Central Paratethys biostratigraphy.....	161
Stratigraphic correlation of the sections.....	162
Paleoecology.....	164
Principles of diatom paleoecological analysis.....	164
Upper Badenian.....	166
Lower Sarmatian.....	167
Paleobiogeography.....	171
CONCLUSIONS.....	174
ACKNOWLEDGEMENTS.....	175
REFERENCES.....	177
INDEX OF GENERA AND SPECIES.....	
191.....	
PLATES 1–30.....	195



# Izveček

**Ključne besede:** diatomeje, silikoflagelati, stratigrafija, badenij, sarmatij, paleoekologija, paleogeografija, Centralna Paratetida

Evolucijo Centralne Paratetide od oligocena naprej usmerjajo regionalni tektonski dogodki, evstatične spremembe morske gladine in zasipavanje sedimentacijskih bazenov. Kombinacija vseh teh procesov je kontrolirala menjavanje morskih in sladkovodnih ekoloških pogojev v sedimentacijskem bazenu in povezavo Centralne Paratetide z mediteranskim prostorom ter preko njega z Atlantikom na zahod ter z Vzhodno Paratetido in Indopacifikom na vzhod. Kremenice alge so primarni producenti in v današnjih oceanih predstavljajo pomemben delež fitoplanktona. Značilnost diatomej je izredna občutljivost rodov in vrst na ekološke spremembe, predvsem na spremembe v slanosti vode in količini nutrientov, kar nam omogoča dobro spremljanje paleoekološkega razvoja posameznih sedimentacijskih bazenov.

V Sloveniji najdemo srednjemiocenske diatomejske kamnine zgolj v neskljenjenih profilih v Krškem bazenu in Tuhinjski sinklinali. Vsa nahajališča ležijo južno od Savskega in Donačkega preloma. Pravih diatomitov v Sloveniji ni. Glede na vsebnost opala-A, glinenih mineralov in karbonatov lahko preiskane vzorce mineraloško ločimo v tri skupine. V prvo se uvrščajo vzorci, ki vsebujejo največ kremenca (> 30 %) in opala-A (~ 30 %). Razen tega vsebujejo tudi velik delež glinenih mineralov (> 50 %). Vsi vzorci te skupine vsebujejo tudi tufsko komponento (Ca montmorillonit), ki ne presega 20 %. Vzorce lahko uvrstimo v diatomejske meljevece. V drugo skupino lahko uvrstimo vzorce z visoko vsebnostjo karbonatov (> 60 %) ter majhno količino kremenca (< 15 %) ozi-

roma opala-A (<4%). Količina glinenih mineralov je manjša od 20%. Vzorci te skupine tudi ne vsebujejo tufske komponente. Uvrstimo jih lahko v diatomejski laporovec oziroma diatomejski karbonatni meljevec. Tretja skupina vzorcev je veliko bolj razpršena kot prvi dve. Zanje je značilna dokaj visoka količina kremenca (~ 20 %), opala-A (~ 25 %) in Ca montmorillonita (> 20 %) ter sorazmerno majhna količina karbonatov (< 45 %). Vzorce lahko opredelimo kot tufske diatomite.

Paleoekološke razmere pojavljanja diatomej v Centralni Paratetidi ustrezajo regionalnim evstatičnim in geotektonskim razmeram. V preiskanih vzorcih je določenih in opisanih 220 oblik mikrofosilov s kremeničnim skeletom. Največ je diatomej (166 vrst, 34 varietet in 6 form), sledijo silikoflagelati s sedmimi vrstami, šestimi podvrstami ter eno formo, ebridiji z eno vrsto in dinoflagelati z notranjim skeletom z eno vrsto.

Na osnovi korelacije FOD in LOD globalno primerljivih diatomejskih vrst ter sekvenčne stratigrafije je podana nova srednjemiocenska diatomejska bioconacija za Centralno Paratetido. Ločimo lahko dve badenijski transgresijski in dve regresijski bioconi ter eno spodnesarmatijsko transgresijsko biocono. Baza spodnjebadenijske biocone *Actinocyclus ingens*, je definirana s FOD vrste *Actinocyclus ingens*, zgornja meja pa s prvim pojavom endemičnih limnobraškičnih vrst. Biocono *Actinocyclus ingens* lahko koreliramo s trans-gresijskim ciklom TB 2.3 in z zgornjim delom nanoplanktonske biocone NN4. Sledi biocona *Surirella costata*-*Coscinodiscus panonicus*, ki je definirana s FOD in LOD endemičnih limnobraškičnih vrst. Stratigrafsko lahko biocono uvrstimo na mejo spodnji/zgornji badenij in jo lahko koreliramo s sekvenčno mejo Lan-2/Ser-1 ter z najvišjim delom nanoplanktonske biocone NN4 in spodnjim delom nanoplanktonske biocone NN5.

Sledi biocona *Denticula hustedti*–*Denticula lauta*, ki predstavlja interval med LOD limnobrakičnih vrst in LOD vrste *Actinocyclus ingens*. V tej bioconi se prvič pojavi vrsta *Denticulopsis hustedti*. Za biocono je značilen množičen pojav vrste *Thalassionema nitzschioides* in silikoflagelatov, ki tukaj dosežejo največjo diverziteto. Biocono *Denticula hustedti*–*Denticula lauta* lahko uvrstimo v zgornji badenij. Biocono lahko koreliramo z evstatičnim maksimumom cikla TB2.4 in zgornjim delom nanoplanktonske biocone NN5. Biocona *Navicula pinnata* je regresijska biocona, za katero je značilno izumrtje tipičnih morskih oblik. Za biocono je značilna odsotnost stenohalinih silikoflagelatov in ebridjev. Definirana je kot interval med LOD vrste *Actinocyclus ingens* in FOD vrst *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* in *Coscinodiscus doljensis*. Biocono lahko koreliramo s sekvenčo mejo Ser-2 in najzgornejšim delom nanoplanktonske biocone NN5. Spodnjearmatijska biocona *Anaulus simplex* je definirana s FOD in LOD vrst *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* in *Coscinodiscus doljensis*. Biocono lahko koreliramo s transgresijskim delom cikla TB 2.5 in spodnjim delom nanoplanktonske biocone NN6. Preiskane profile lahko uvrstimo v zgornjebadenijsko biocono *Denticulopsis lauta*–*Denticulopsis hustedti* (profila Šentjernej in Šmarjeta) ter v spodnjearmatijsko biocono *Anaulus simplex* (profili Tunjice, Bela Cerkev 1, Bela Cerkev 2 in vrtina Si-1/86).

Rezultati kvantitativnih diatomejskih paleoekoloških analiz kažejo, da so se zgornjebade-

njski sedimenti Krškega polja odlagali v morskem litoralu s slanostjo nad 30 ‰, v topli do zmerno topli vodi, kjer globina vode ni presegla 100 metrov. Visok delež planktonske vrste *Thalassionema nitzschioides* in trajnih spor kaže povezavo s pelagialom in neritikom ter na povišano bioprodukcijo in povezavo s centri obalnega »upwellinga«. V spodnjem sarmatiju se ekološka sestava diatomej spreminja hitreje in neenakomerno. V profilih se menjavajo plasti s prevladujočo polihalobno in mezohalobno diatomejsko združbo s plastmi s prevladujočo oligohalobno diatomejsko združbo ter horizonti z visokim deležem aerofilnih vrst, ki kažejo večjo stopnjo erozije. Vsebnost diatomej, kemičnih prvin, ki jih povezujemo s povišano bioprodukcijo (vrsta *Paralia sulcata*, trajne spore rodu *Chaetoceros*), in laminacija kažejo na občasno sorazmerno visoko sezonsko pogojeno bioprodukcijo. Spremenljivi paleoekološki pogoji kažejo, da je bila dinamika spodnjearmatijskih sedimentacijskih bazenov pod večjim vplivom lokalne tektonike.

Večina paleogeografskih rekonstrukcij predvideva konec povezave Centralne Paratetide z zahodnim Mediteranom v srednjem badeniju. Na podlagi novih paleontoloških datacij nahajališč z mehkužci v Krškem bazenu in paleogeografske razširjenosti nekaterih fosilnih skupin sklepamo, da je povezava Centralne Paratetide z zahodnim Mediteranom obstajala tudi v zgornjem badeniju. Na osnovi geografske razširjenosti vrste *Pereiraea gervaisi* lahko domnevamo, da je povezava Centralne Paratetide z Mediteranom preko slovenskega koridorja trajala vse do konca badenija.

# Abstract

Key words: diatoms, silicoflagellates, stratigraphy, Middle Miocene, Badenian, Sarmatian, paleoecology, sea-level changes, paleogeography, Central Paratethys, Slovenia

Since the Oligocene the evolution of the Central Paratethys was controlled by regional geotectonic events, changes in sea level, and filling of sedimentary basins. Diatoms are important primary producers in today's oceans and seas. They are also very sensitive to the changes in ecological parameters such as salinity, nutrient availability, productivity etc. The aim of this work is to trace the global tectonic, climatic, and paleoceanographic changes on diatom assemblages in the westernmost part of the Central Paratethys.

In Slovenia, diatom bearing sediments were discovered in only six sections, all located south of the Periadriatic lineament and the Donat fault in the Krško basin and the Tuhinj syncline. No real diatomites were found because the amount of opal-A in samples never reached 50%. According to the content of opal-A, clay minerals and carbonates the examined diatomaceous sediments could be divided into three groups. The first group consists of the samples with a high content of clay minerals (> 50%), quartz (> 30%), opal-A (~ 30%), the presence of tuffaceous component (Ca montmorillonite - < 20%), excluding any carbonate minerals. These samples are classified as diatomaceous mudstones. The second group includes the samples with a high content of carbonates (> 60%) and a low content of quartz (< 15%), opal-A (< 4%), and clay minerals (< 20%). These samples are classified as diatomaceous marlstones. The third group is characterised by a relatively high content of Ca montmorillonite (> 20%), quartz (15–20%), opal-A

(~ 25%), and a relatively low content of carbonates (< 45%). These samples are classified as tuffaceous diatomites.

The Middle Miocene diatom ecostratigraphy shows that changes in Central Paratethys diatom ecology follow the global sea-level changes. In the Badenian and the Sarmatian three-transgression and two-regression diatom assemblages can be recognised. A total of 220 siliceous microfossils were described: 169 species, 34 varieties, 5 forms of diatoms, 7 species, 6 subspecies, and 1 form of silicoflagellates, 1 ebridian species and 1 endoskeletal dinoflagellate species. Due to the correlation with FOD and LOD of index oceanic taxa and sequence stratigraphy new Badenian and Sarmatian diatom biozonation for Central Paratethys was proposed. Lower Badenian biozone *Actinocyclus ingens* is defined as the interval between FOD of *Actinocyclus ingens* and the first occurrence of endemic limnibrakisch species. The biozone could be correlated with the transgression of the cycle TB 2.3 of the global sea-level changes and with the upper part of the nannoplakton biozone NN4. The *Surirella costata*-*Coscinodiscus pannonicus* biozone is defined with FOD and LOD of endemic limnibrakisch species: *Coscinodiscus pannonicus*, *Melosira agria*, *M. bituminosa*, *Navicula bituminosa*, *N. halionata*, *Stephanodiscus kanitzii* and *Surirella costata*. Stratigraphically the biozone could be placed on the Lower/Upper Badenian boundary and is correlated with the sequence boundary Lan-2/Ser-1, and the uppermost part of NN4 and lower part of NN5 nannoplankton biozone. The base of the subsequent biozone *Denticula hustedti*-*Denticula lauta* is defined by the disappearance of the limnibrakisch species. The species *Denticula hustedti* appears within the biozone. The top of the biozone is defined with the

LOD of *Actinocyclus ingens*. Stratigraphically the biozone could be placed in the Upper Badenian and is correlated with the high stand of the TB 2.4 eustatic cycle and the upper part of the NN5 nannoplankton biozone. The Badenian terminates with the regressive biozone *Navicula pinnata* that is defined as an interval between LOD of *Actinocyclus ingens* and FOD of *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* and *Coscinodiscus doljensis*. A characteristic feature of the biozone is the absence of the stenohaline silikoflagellates and ebridians. The biozone is correlated with the Ser-2 sequence boundary. The biozone *Anaulus simplex* is characteristic for the Lower Sarmatian. The base and the top of the zone is defined with the FOD and LOD of *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* and *Coscinodiscus doljensis*. Biozone is correlated with the transgression of the cycle TB 2.5 and the lower part of the NN6 nannoplankton biozone. Due to their diatom assemblages the examined sections Šentjernej and Šmarjeta can be placed in Upper Badenian biozone *Denticula hustedti*–*Denticula lauta*, whereas the Bela Cerkev 1, Bela Cerkev 2, Tunjice sections respectively, and the borehole Si-1/86 belong to Lower Sarmatian biozone *Anaulus simplex*.

Quantitative diatom paleoecological analyses show that deposition in the Upper Badenian took place in real marine conditions, in the littoral where the water depth did not exceed 100 m. A high amount (27

%) of planktonic species *Thalassionema nitzschioides* indicates that there were strong connections with pelagic and neritic. A high amount of *T. nitzschioides* is also associated with occasional upwelling transported away from the upwelling centres. The paleoenvironmental conditions during the Lower Sarmatian were not so unique. Within the profiles the episodes of predominantly marine to marine-brackish (polyhalobous to mesohalobous) conditions alternate with predominantly brackish–freshwater (oligohalobous) conditions. The horizons with a high amount of *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores, high Corg and opal–A content indicate episodes with high littoral bioproduction and occasional connection with open waters whereas the horizons with high amount of aerophilous taxa and high  $TiO_2/Al_2O_3$  content indicate increased erosion. These facts suggest that the dynamic of Lower Sarmatian sedimentary basins was predominantly tectonically controlled.

In contrast to the majority of the Upper Badenian paleogeographic maps new micropaleontological dating and geographical distribution of macrofauna prove that the connection of Central Paratethys with the western Mediterranean was not closed after the Middle Badenian. Moreover, the stratigraphy and geographical distribution of the gastropod species *Pereiraea gervaisi* suggests even that the Transtethyan corridor was active till the end of the Badenian.

# UVOD

Zaradi globalnih tektonskih dogajanj se je v oligocenu začela izolacija severnega dela mediteranske Tetide. Izoblikovala se je nova paleogeografska enota Paratetida, ki se je občasno razvijala samostojno, ločeno od Mediterana. Znotraj Paratetide ločimo dva glavna sedimentacijska bazena, ki sta med seboj ločena s kopnino: Centralno Paratetido na zahodu in Vzhodno Paratetido na vzhodu. Njuno evolucijo so narekovali regionalni geotektonski dogodki, evstatične spremembe morske gladine in zasipavanje s sedimenti. Kombinacija vseh teh procesov je narekovala menjavanje morskih, brakičnih in sladkovodnih ekoloških pogojev v sedimentacijskem bazenu in povezavo Centralne Paratetide z mediteranskim prostorom ter preko njega z Atlantikom na zahodu ter z Vzhodno Paratetido in Indopacifikom na vzhodu.

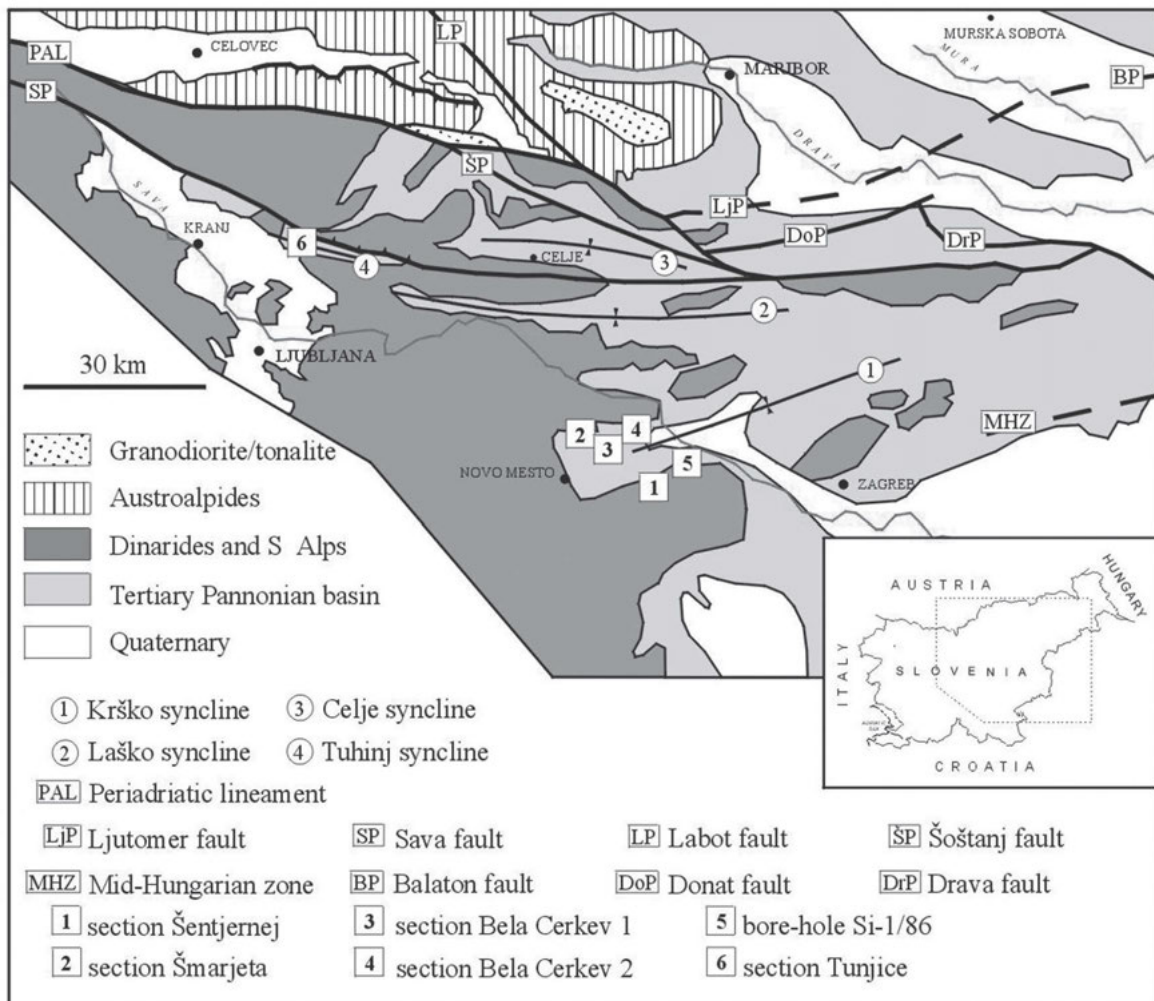
Srednjemiocenske diatomejske sedimentne kamnine so opisane s celotnega območja Centralne Paratetide. Badenijske diatomeje iz najdišč v Avstriji, na Slovaškem in Češkem je opisala Řeháková (1977, 1978), iz Panonskega bazena Madžarske Hajóseva (1968, 1986) ter Temniskova - Topalova iz badenijskih plasti Bolgarije (1981). Sarmatijske diatomeje iz najdišč Slovaške, Češke in Madžarske sta opisali Hajóseva in Řeháková (1974), iz Madžarske Hajóseva (1978, 1986), iz Romunije Krestelova (1962) ter iz Bolgarije Temniskova - Topalova (1979, 1982).

Kljub široki geografski razprostranjenosti pa se na področju celotne Centralne Paratetide diatomejski sedimenti pojavljajo v časovno omejenih sekvencah običajno v sedimentnih kamninah, ki ne vsebujejo karbonatov. Zato jih redko najdemo v sklenjenih profilih, ki bi bili litološko in regionalno primerljivi, in jih težko uvrstimo v definirane for-

macije. Tudi v Sloveniji so bile srednjemiocenske diatomejske kamnine odkrite zgolj v fragmentiranih profilih v Krškem bazenu in Tuhinjski sinklinali (slika 1). Vsa nahajališča ležijo južno od Savskega in Donačkega preloma. Podlago miocenskim sedimentom najzahodnejših delov Panonskega bazena (sensu lato) gradijo kamnine Notranjih in Zunanjih Dinaridov.

Za rodove in vrste diatomej je značilna njihova izredna občutljivost na ekološke spremembe, predvsem na spremembe v slanosti vode in količini nutrientov, kar nam omogoča dobro spremljanje paleoekološkega razvoja posameznih sedimentacijskih bazenov. Študij kenozojskih plasti v Sloveniji je pokazal, da so diatomeje razširjene predvsem v badenijskih in sarmatijskih plasteh. Prav v teh obdobjih kaže globalna evstatična krivulja (Haq et al., 1987a, b) spremembe v višini morske gladine. Morski regresiji ob koncu karpatija sledi dvig morske gladine v spodnjem in zgornjem badeniju ter regresijski dogodek v srednjem badeniju in spodnjem sarmatiju. Pričakujemo lahko, da se bodo te ekološke spremembe odražale tudi v spremembah diatomejske flore.

V Sloveniji miocenske kremenične alge še niso bile raziskovane. Prav tako ni podatkov o paleoekološki evoluciji slovenskih miocenskih sedimentacijskih bazenih, z izjemo Štajerskega. Predmet raziskav so bili le srednjemiocenski sedimentacijski bazeni, v katerih najdemo ohranjene kremenične alge. To sta Krški bazen in Tuhinjska sinklinala. Diatomeje se pojavljajo v različnih sedimentnih kamninah, ki v Sloveniji še niso definirane. Zato sem na osnovi mineraloških in geokemičnih značilnosti diatomejskih sedimentov skušal le-te klasificirati in pojasniti razlike med njimi. Predmet razskav je



Slika 1. Geotektonski položaj raziskanih profilov srednjemiocenskih diatomejskih sedimentnih kamnin (prirejeno po Tomljenović & Csontos, 2001 in Placer, 1999b).

Figure 1. Geotectonic position of the Middle Miocene diatomaceous sediments in Slovenia (after Tomljenović & Csontos, 2001 and Placer, 1999b).

tudi diverziteta in taksonomska pripadnost miocenskih diatomej in spremljevalnih mikrofosilov s kremeničnim skeletom, ki za zahodni del Centralne Paratetide še ni poznana. Sistematska paleontologija je bila osnova za študij stratigrafije, paleoekologije in paleobiogeografije. Na osnovi podatkov o prvih in zadnjih pojavljanih pomembnih vrst diatomej sem skušal bio- in ekostratigrafsko ovrednotiti časovne spremembe diatomejske flore ter, v primerjavi z drugimi najdišči v Centralni Paratetidi, postaviti stratigrafsko uporabne diatomejske biocone in jih uskladiti z globalnimi evstatičnimi in paleoklimatskimi spremembami. Nadalje je bil namen dela na osnovi kvantitativnega razmerja diatomejskih

paleoekoloških skupin in fizikalnokemičnih paleoceanografskih parametrov definirati in ovrednotiti paleoekološke značilnosti srednjemiocenskih sedimentacijskih bazenov zahodnega dela Centralne Paratetide. Nekatere natančnejše paleontološke datacije, ki so rezultat tega dela, omogočajo tudi novo zgornjebadenijsko paleogeografsko interpretacijo severnega dela Centralne Paratetide. Nekateri podatki, ki jih obravnava pričujoče delo, so bili že delno objavljeni v Horvat (2003 a, b, c), Horvat in Mikuž (2003), Horvat in Mišič (2003) ter Horvat in sodelavci (1996).



# Opis profilov v Krškem bazenu

V Krškem bazenu najdemo srednjemiocenske diatomejske sedimente v okolici Šentjerneja, Šmarjete, v ozkem pasu okoli Bele Cerkve in v vrtini Si-1/86 Sajevice pri Kostanjevici.

## BADENIJ

Kljub dokaj široki razprostranjenosti badenijskih sedimentov v Sloveniji so bile diatomeje odkrite le v Krškem bazenu v najdiščih okolice Šentjerneja in Šmarjete (slika 1). Razlog temu je lahko prav v paleoekologiji in različni geodinamiki posameznih slovenskih miocenskih sedimentacijskih bazenov. Iz novjših oceanografskih študij je znan pojav, da v vodnem stolpcu na visoko produktivnih območjih skeletov diatomej pod 300 m globine ni več. Po literarnih podatkih lahko sklepamo, da slovenski miocenski sedimentacijski bazeni niso predstavljali enotnega, med sabo povezanega prostora, kar je razvidno iz časovno različnega pojavljanja morskih sedimentov. Sedimentacija je bila vezana na ozke sedimentacijske prostore (jarke) z različno dinamiko ekstenzijskega pogreznja. Morska sedimentacija v sedimentacijskih bazenih, ki ležijo severno od Krškega, se v glavnem pojavi v začetku badenija (ali celo v karpatiju) in doseže paleobatimetrijo večjo od 500 m. V Krškem bazenu se morska sedimentacija začne šele v zgornjem badeniju z znatno manjšo paleobatimetrijo, ki ne presega 150 m (Rižnar et al., 2002; Horvat, 2003a). Hkrati predstavljata omenjeni najdišči najzahodnejše pojave zgornjebadenijskih diatomej v Centralni Paratetidi.

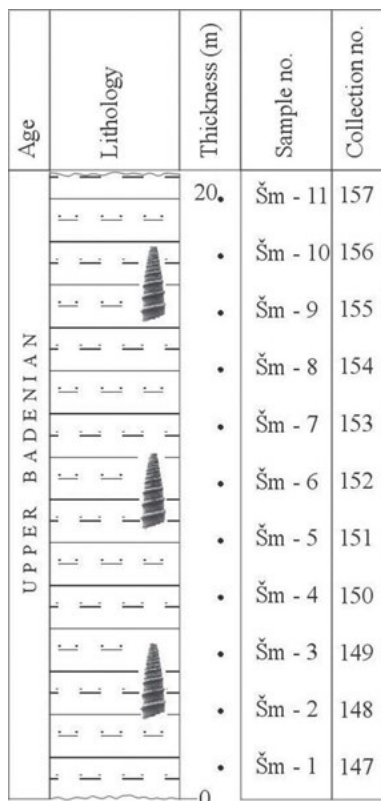
V okolici Šentjerneja sem raziskoval plasti karbonatnega melja z bogato makrofavno turitelid in pereirej, ki jih je detajlno obdelal Mikuž

(1982, 2000). Tipsko nahajališče makrofavne je v vinogradih Ivanjega dola, ki je v celoti obdelan in pozidan, tako da ni bilo na voljo nobenih profilov. Vzorčevane so bile manjše sonde, ki so bile izkopane do matične kamnine, in material, ki se je držal makrofavne. Material je vseboval srednje dobro ohranjeno in dokaj številčno diatomejsko floro. Razen diatomej so bili v preparatih prisotni še dokaj številni silikoflagelati, ebridiji, dinoflagelati z notranjim skeletom in spongijske spikule.

Profil Šmarjeta je bil posnet v useku ceste Šmarjeta-Zbure. Profil gradijo plasti temnosivega do zelenosivega karbonatnega meljevca (slika 2). Talnina in krovina profila na terenu nista vidni. V plasteh so pogosti odlomki turitelid ter redki ostanki skafopodov, ostrig in zelo redkih pereirej. Makrofavna je podobna tisti iz najdišča Ivanji dol (Mikuž, ustno), a še ni obdelana. Kremenična mikroflora in favna je v vseh vzorcih redka. V glavnem najdemo samo ostanke spongijskih spikul in redke dinoflagelate z notranjim skeletom vrste *Actiniscus pentasterias*. Skromno in slabo ohranjeno diatomejsko in silikoflagelatno floro najdemo le v vzorcu Šm-5 (slika 2, tabela 1).

## SARMATIJ

Profil Bela Cerkev 1 leži v useku nadvoza za Belo Cerkev, ki poteka nad regionalno cesto Ljubljana-Zagreb. Profil lahko razdelimo na spodnji karbonatni del in zgornji nekarbonatni del (slika 3). Prehod iz karbonatnega v nekarbonatni del je pokrit. V bazi profila leži 60 cm debela plast laminiranega karbonatnega melja. Sledi 35 cm plastnatega karbonatnega melja in navzgor 15



temno sivi do zelenosivi karbonatni meljevec s pogostimi odlomki turitelid ter redkimi ostanki skafopodov, ostrig in pereirej

dark grey to greenish grey carbonate siltstone with turrilids, scaphopods, oysters and pereiraes

Slika 2. Geološki stolpec profila Šmarjeta.

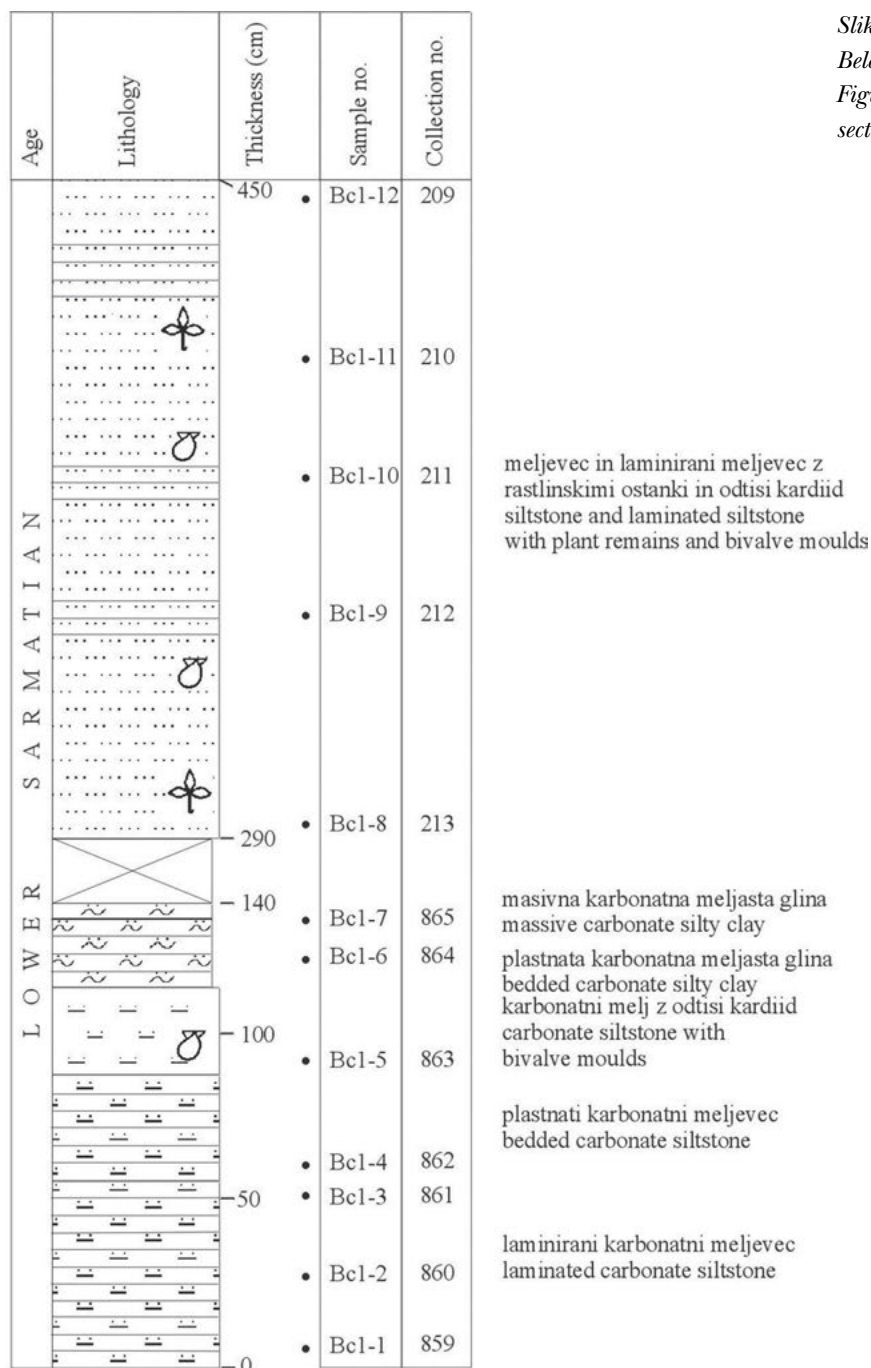
Figure 2. Geologic column of the Šmarjeta section.

cm debela plast masivnega, močno litificirane karbonatnega melja z redkimi kardiidami in številnimi odlomki lupin mehkužcev. Nad njo leži 30 cm tankoplastnate karbonatne meljaste gline brez vidnih fosilnih ostankov. Spodnji del profila zaključuje 10 cm debela plast litificirane masivne karbonatne meljaste gline. V spodnjem delu profila so diatomeje najštevilčnejše in najbolj ohranjene v vzorcih Bc1-1 in Bc1-2. Vzorci Bc1-3, 4, 5, 6 so si po ohranjenosti in številčnosti diatomej podobni; ohranjenost in številčnost diatomej je slabša kot v vzorcih Bc1-1 in Bc1-2. Vzorec Bc1-7 ne vsebuje nobene kremenične mikroflora. V spodnjem delu profila prevladujejo diatomeje, redki so silikoflagelati in ebridiji. Zgornji del profila predstavlja monotona sedimentacija tanko-plastnatega sivga meljevca in laminiranega meljevca. Če se kamnina posuši, je svetlo siva, izredno lahka in se lističavo kolje. Velikokrat je po laminah limonitizirana. V posameznih horizontih so pogosti odtisi kardiidnih školjk, katerih lupine so praviloma raztopljene, in listi ter odtisi kopenskih rastlin. Talnina in krovina profila na terenu nista vidni. Vpad plasti je 140/15. V vseh vzorcih zgornjega dela profila je prisotna dokaj dobro ohranjena in številčna diatomejska mik-

roflora (tabela 1). Kljub izraziti litološki meji med spodnjim in zgornjim delom profila se diatomejska združba vzdolž profila ne spreminja.

Profil Bela Cerkev 2 sem posnel v izkopu za hišo v vasi Bela Cerkev, nasproti hišne številke Bela Cerkev 13. V bazi profila leži nekaj centimetrov debela plast apnenčevega onkolita. Nad njo leži konkordantno 30 cm debela plast peščenega melja s številnimi polži in školjkami (rizoje, ervilije, kardiide). Plast ne vsebuje nobenih kremeničnih mikrofosilov. Profil zaključuje 40 cm debela plast skrilavega meljevca z odtisi kardiidnih školjk (slika 4). Makroskopsko je ta plast podobna zgornjemu delu profila Bela Cerkev 1. Tudi mineraloško (odsotnost kalcita, tabela 3) je profil Bela Cerkev 2 podoben zgornjemu delu profila Bela Cerkev 1. Školjčne lupine so raztopljene. Krovina profila ni vidna. Dobro ohranjeno in številno kremenično mikrofloro vsebujejo le vzorci iz zgornje plasti meljevca. Ob diatomejah najdemo še silikoflagelate in ebridije (tabela 1). Ti so redki, a jih najdemo v vseh vzorcih.

Vrtina Si-1/86 je bila izvrtana pri vasi Sajevice v bližini Kostanjevice. Litološki opis vrtine sem povzel po Rajverju (2001). V pregled sem dobil pet

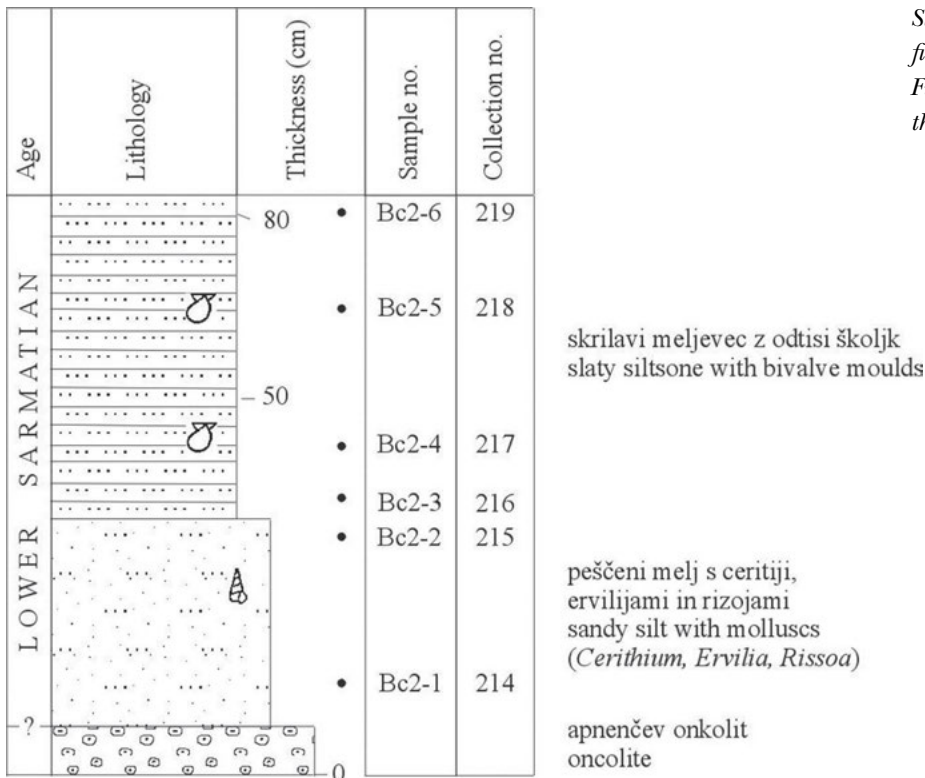


Slika 3. Geološki stolpec profila Bela Cerkev 1.

Figure 3. Geologic column of the section Bela Cerkev 1.

vzorcev iz vrhnje plasti laporovca (slika 5): razen vzorcev, označenih na sliki 5, še vzorca iz globine 100 m in 206–207 m, ki pa nista vsebovala nobene kremenične mikroflore. Debelina sarmatijskih plasti v vrtni Si-1/86 tako znaša 100–200 m. Vsi vzorci vsebujejo srednje ohranjeno diatomejsko floro, v zgornjem delu so v vzorcu prisotni tudi redki silikoflagelati in ebridiji (tabela 1).

Terciarni kamnine severnega roba Krškega polja je podrobno raziskoval Pierau (1954, 1958). Kot bazalne tericarne plasti postavlja karpatijske (helvetijske) transgresijske konglomerate, ki vsebujejo morsko favno (ostrige, pektinide, klipeastre). Badenijske (tortonijske) plasti je na podlagi foraminifer razdelil na spodnje, srednje in zgornje, vendar se že v najnižjih badenijskih horizontih

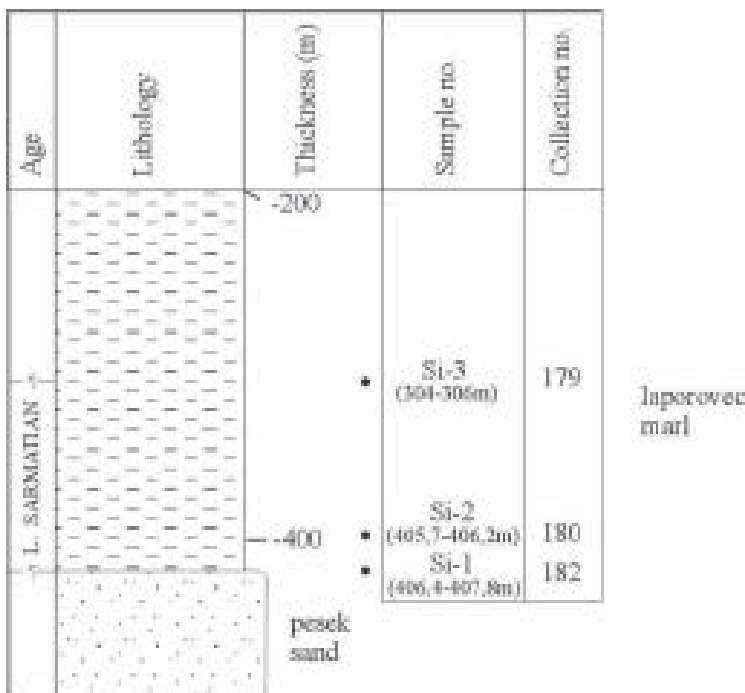


Slika 4. Geološki stolpec profila Bela Cerkev 2.

Figure 4. Geologic column of the section Bela Cerkev 2.

pojavlja foraminifera *Spiroplectammina carinata*. Vrsta *Spiroplectammina carinata* je značilna za zgornjebadenijsko biocono *Spiroplectammina carinata*, tako da je Pieraujeva datacija najstarejših

morskih sedimentov na severnem robu Krškega polja vprašljiva. Prav tako je vprašljiva definicija karpacija, saj ostrige, pektinide in klikeastre na Krškem polju najdemo zgolj v badenijskih litotamnijskih



Slika 5. Geološki stolpec vrtnice Si-1/86 (litologija po Rajver, 2001).

Figure 5. Geologic column of the Si-1/86 bore-hole (lithology after Rajver, 2001).

apnencih in kalkarenitih. Mejo med sarmatijem in badenijem postavlja znotraj litološko enotnega kompleksa glinavcev. Meja je definirana zgolj na osnovi mikrofavne. Litološko si v sarmatiju v hitrem menjavanju sledijo glinavci, laporovci in lapornati apnenci. V sarmatijskem zaporedju kamnin omenja tudi svetle tankoplastnate glinavce, ki se koljejo v liste, tanke kot papir. V teh plasteh omenja školjko *Cardium plicatum* in rastlinske ostanke.

Pleničar in Premru (1977) kot najstarejše neogenske plasti na Krškem polju označujeta badenijske plasti, ki ležijo erozijsko-diskordantno na triasnih, jurskih in krednih plasteh. K badeniju prištevata menjavanje plasti litotamnijskih apnencev, kalkarenitov in laporjev z bogato makro- in mikrofavno. Badenija stratigrafsko ne delita. Debelina badenijskih plasti na Krškem polju znaša 200 m. K sarmatijskim plastem prištevata skrilave laporje s številnimi školjkami in kremenove peske ter peščenjake. Debelino sarmatijskih plasti ocenjujeta na 20 m.

Tudi Poljak in sodelavci (1995, cf. Gosar, 1996) stratigrafsko ne razčlenjujejo badenijskih plasti. V badenij uvrščajo morske sedimente (litotamnijski apnenec, kalkarenit, lapor), ki ležijo diskordantno na ottangijskih klastitih. Debelino badenijskih plasti ocenjujejo na 350 m. K sarmatiju prištevajo konglomerat, peščenjak, lapornati apnenec in v zgornjem delu lapor. Debelino sarmatijskih plasti v vrtini Drn-1/89 ocenjujejo na 100 m.

Horvat in sodelavci (2001) uvrščajo morske plasti z gastropodno vrsto *Pereiraea gervaisi* iz pro-fila Orehovica na južnem robu Krškega polja na osnovi apnenčevega nanoplanktona v spodnji badenij (NN4).

Nasprotno pa Rižnar in sodelavci (2002) na podlagi foraminiferne biostratigrafije uvrščajo prve transgresijske morske sedimente na vzhodnem robu Krškega polja šele v zgornji badenij (biocona Bulimina–Bolivina).

# Opis profilov v Tuhinjski sinklinali

## SARMATIJ

V Tuhinjski sinklinali je erozijsko-diskordantno na oligocenskih plasteh odložen celoten miocen v morskem razvoju (Premru, 1983). Razen sarmatijskih sem vzorčeval tudi badenijske laporovce, vendar v njih nisem našel diatomejske flore. Sarmatijske plasti v Tuhinjski sinklinali leže konkordantno na morskih badenijskih sedimentih (Premru, 1983). Prično se s temnosivim lapornim meljem s sljudo. Sledi siva glina z rjavim laporjem, ki bočno prehaja v kremenov pesek in vsebuje vložke in plasti gline, melja in apnenčevega konglomerata. Za sarmatijske plasti Laške sinklinale predlaga Placer (1999a) ime Dolska formacija.

Profil sarmatijskih plasti Tunjice se nahaja v grapi potoka približno 500 m zahodno od vasi Tunjice. Začetek profila predstavlja peščeni mulj, ki ne vsebuje nobene kremenične mikroflore in nobene makrofavne. Navzgor sledi sivi masivni karbonatni meljavec. Šest m od kontakta meljevca in peska je 40 cm debela plast laminiranega karbonatnega meljevca. Nad njo leži do vrha profila masivni karbonatni meljavec (slika 6). Zgornja

meja profila ni vidna. V vseh vzorcih je mikroflora srednje dobro ohranjena. Najbogatejši in najbolj ohranjen je vzorec iz laminiranega dela profila (Tu-5). Najštevilčnejše v vseh vzorcih so diatomeje. Redkejši so silikoflagelati in ebridiji.

Age	Lithology	Thickness (m)	Sample no.	Collection no.	
L O W E R S A R M A T I A N	[Lithology diagram: 8m thick layer with horizontal dashes]	8	• Tu-7	844	karbonatni meljavec carbonate siltstone
			• Tu-6	840	
			• Tu-5	838 839	laminiran karbonatni meljavec laminated carbonate siltstone
			• Tu-4	837	
			• Tu-3	841	karbonatni meljavec carbonate siltstone
			• Tu-2	842	
			• Tu-1	843	peščeni mulj sandy mud
		0			

Slika 6. Geološki stolpec profila Tunjice.

Figure 6. Geologic column of the Tunjice section.

# METODE

## Paleontološke analize

Za izdelavo preparatov je bila uporabljena nekoliko modificirana standardna metoda (Schrader & Fenner, 1976), ki je največ v uporabi in se je z ozirom na opremljenost laboratorija izkazala za optimalno.

Vzorci sem posušil na sobno vlažnost. Za nadaljnjo obdelavo sem odtehtal 2 g vzorca. Vzorce sem 24 ur raztapljal s 36 %  $H_2O_2$ . Nato sem jih spral z destilirano vodo in jih raztapljal z 12 % HCl, dokler se ni raztopil celoten karbonat. Če so vzorci vsebovali veliko drobnozrnate frakcije, sem le-to ločil s kuhanjem v vodni kopeli. Vzorce sem 2 uri kuhal v 0,1 N  $C_2Na_2O_4$  in nato suspenzijo, v kateri je bila glinasta frakcija, previdno odlil. Vzorce sem nato spiral z destilirano vodo do nevtralnosti suspenzije. Očiščene vzorce sem prelil s 50 ml destilirane vode in jih shranil v epruveh.

Za pripravo trajnih preparatov sem suspenzijo v epruveh pretresel ter 2 ml homogenizirane suspenzije odpipetiral na objetho steklo, izparil vodo in preparate prekril s krovnim steklom velikosti 18 x 18 mm. Iz vsakega vzorca sem naredil 3 podvzorci, ki sem jih odpipetiral po različnih časih in na različnih globinah. Kot fiksativ sem uporabljal kanadski balm (n = 1,54) in Entellan (n = 1,49–1,50).

Vzorci sem preiskoval pod svetlobnim mikroskopom Carl Zeiss – »Amplival« na Oddelku za geologijo in Olympus System Microscope BX50 na Inštitutu za biologijo. Fotografiral sem pri 1000-kratni povečavi pod emerzijskim objektivom. Na mikroskopu Olympus sem z videokamero Sony 3CCD fotografije neposredno digitaliziral preko kartice za zajem in digitalizacijo slike na računalnik. Programska oprema za digitalizacijo in obdelavo slike je bila AnalySIS podjetja Soft Imaging System GmbH.

Za preparate za elektronsko mikroskopijo sem suspenzijo odpipetiral na kovinski nosilec, tekočino izparil in vzorce neparil z zlatom. Vzorce sem preiskal z elektronskim vrstičnim mikroskopom JEOL JSM - T 300 A na Paleontološkem inštitutu Ivana Rakovca ZRC SAZU.

Za kvantitativne analize relativne abundance, ki sem jih uporabljal za relativna razmerja posameznih ekoloških skupin diatomej, sem preštel prvih 500 valv v vsakem vzorcu oziroma podvzorcju, tako da sem štel vse osebke vzdolž prečnic po oseh x in y, v skladu z navodili Schrader & Gersondeja (1978). Štel sem pri 1000-kratni povečavi. Štel sem samo cele valve ali njihove odlomke, tako da je bil nedvoumno jasen njihov taksonomski položaj in da so odlomki pripadali samo enemu osebku. Pri centričnem tipu diatomej sem upošteval samo valve, ki so bile ohranjene več kot polovico, pri penatnem tipu pa sem upošteval valve, samo če je bil ohranjen centralni del na obe strani centralnega polja ali samo polovica valve do centralnega polja.

Za količinsko razmerje med silikoflagelatnimi vrstami v profilu Šentjernejski sem pri 500-kratni povečavi preštel prvih 300 osebkov.

Za meritve premerov valv vrste *Paralia sulcata* sem z merilnim okularjem pri 1000-kratni povečavi izmeril premere prvih 100 osebkov v vzorcu oziroma vse osebke v vzorcu, če njihovo število ni doseglo 100.

## Mineraloške in sedimentološke analize

Mineraloške analize so bile opravljene po standardni metodi. Vprašeni vzorci so bili posneti v difraktometrijski tehniki na rentgenskem difraktometru Philips PW 1820 na Oddelku za geologijo. Prav tako je bila posneta glinena frakcija na orientiranih preparatih. Ta preiskava ni dala želenih rezultatov zaradi koagulacije glinene frakcije, ki je verjetno posledica prisotnosti opala v vodni raztopini. Kljub temu smo lahko iz difraktogramov usmerjenih vzorcev v grobem odčitali mineralno sestavo glinene frakcije, kar smo upoštevali pri interpretaciji mineralne sestave celotnega vzorca.

Kvalitativna in kvantitativna mineralna sestava je bila določena po metodah, ki jih navaja Mišič (1998).

Količina opala je bila izračunana po metodah Boströma in sodelavcev (1972) ter Brewsterja (1983, cf. Bustillo & Lopez García, 1998).

Granulometrične analize so opravili v laboratoriju Geološkega zavoda Slovenije z laserskim merilcem velikosti zrn Fritsch na napravi Analysette 22.



## Kemijske analize

Silikatne kemijske analize, vsebnost slednih prvin, organskega in totalnega ogljika ter izgubo pri žarjenju (LOI) so opravili v laboratoriju ACME v Kanadi. Za silikatno analizo z metodo ICP so 0,2 g vzorca talili z 1,2 g  $\text{LiBO}_2$  in raztopili v 100 ml 5 %  $\text{HNO}_3$ . Izgubo pri žarjenju so določili z izgubo mase vzorca po eni uri žganja pri temperaturi 1000 °C.

Količino ogljika so določili z izgubo mase pri sežigu.

Razporeditev prvin v vzorcih laminiranih sedimentov smo določili z elektronskim mikroskopom JEOL 840 JSM po metodi energijskdispersijske spektroskopije rentgenskih žarkov (EDS) na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani.

# REZULTATI

## Sistematska paleontologija

Vsi preparati so shranjeni v paleontološki zbirki Katedre za geologijo in paleontologijo (Univerza v Ljubljani, Oddelek za geologijo). Inventarne številke preparatov so podane pri litološkem opisu raziskovanih profilov (slik1 2–6). Razširjenost vrst v preiskanih vzorcih je prikazana v tabeli 1.

V preiskanih vzorcih sem določil in opisal 220 oblik mikrofosilov s kremeničnim skeletom. Največ je diatomej (166 vrst, 34 varietet in 6 form), sledijo silikoflagelati s sedmimi vrstami, šestimi podvrstami ter eno formo, ebridiji z eno vrsto in dinoflagelati z notranjim skeletom z eno vrsto.

### EBRIDIJI

Sistematika po A. R. Loeblich III et al. (1968).

Divisio: Pyrrophyta Pascher 1914  
Ordo: Ebridales (Lemmermann) 1900  
Classis: Ebriophyceae Loeblich III 1970  
Familia: Ebriaceae Lemmermann 1900  
Genus: Hermesinum Zacharias 1906

Hermesinum schulzi Hovasse  
Tab. 7, sl. 28; tab. 9, sl. 1, 2

- 1968 Ebriopsis antiqua (Schulz) Hovasse – Hajós, 71, Taf. 6, Fig. 12, 13.  
1968 Hermesinum schulzi Hovasse – Loeblich III et al., 174, Pl. 41, Figs. 10–20.  
1972 Hermesinum schulzi Hovasse – Dumitrică, 934, Pl. 1, Figs. 13, 14.  
1980 Hermesinum schulzi Hovasse – Tappan, Figs. 5.8: 1.

Opis: Skelet je obokan. Rabda je ravna, nekoliko ekscentrična. Proklade so močno obokane in povezane s sinkladami v obroč. Opistoklade so ravne. Površina skeleta je pokrita z vozli. Daljša os skeleta meri 23 µm, krajša pa 19 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta in najštevilčnejša v miocenskih kamninah Paratetide in Kalifornije.

### DINOFLAGELATI Z NOTRANJIM SKEL- ETOM

Sistematika po P. Dumitrică (1973a).

Classis: Dinophyceae Pascher 1914  
Ordo: Gymnodinida Schnutt 1896  
Familia: Actiniscidae Kützing 1849  
Genus: Actiniscus Ehrenberg 1840

Actiniscus pentasterias Ehrenberg  
Tab. 7, sl. 27

- 1973a Actiniscus pentasterias Ehrenberg – Dumitrică, 822, Pl. 2, Figs. 2, 3, 6–11; Pl. 3, Figs. 13, 14; Pl. 5, Figs. 6–8.  
1976 Actiniscus pentasterias Ehrenberg – Perch - Nielsen, 154, Pl. 5, Figs. 1–7, 9–11; Pl. 6, Figs. 9, 13–16.

Opis: Skelet je stožčast in sestavljen iz centralne amforaste alveole, ki je obkrožena s šestimi rokami. Roke lahko imajo alveolno strukturo ali pa so masivne. Roke so različno dolge. Premer skeleta je 22 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska planktonska vrsta od zgornje krede do danes.

## SILIKOFLAGELATI

Pri taksonomskem delu sem uporabljal sistematiko po Loeblich III et al. (1968).

Divisio: Chrysophyta Pascher 1914

Ordo: Silicoflagellata Bergeret 1890

Familia: Dictyochaceae Wallich 1865

Genus: Bachmannocena (Locker, 1974) Bukry 1987

### Bachmannocena diodon diodon Ehrenberg

Tab. 4, sl. 1, 3

- 1963 Mesocena elliptica Ehrenberg – Bachmann, Papp & Stradner, 151, Taf. 18, Fig. 46-51; Taf. 21, Figs. 4, 6.
- 1968 Mesocena elliptica Ehrenberg – Hajós, 68, Taf. 4, Figs. 1, 2, 4.
- 1972 Mesocena elliptica diodon Ehrenberg – Dumitrică, 905, Pl. 1, Fig. 3.
- 1974 Bachmannocena diodon (Ehrenberg) comb. n. – Locker, 636, Taf. 2, Fig. 9.
- 1978a Mesocena elliptica Ehrenberg – Dumitrică, 211, Pl. 1, Figs. 17-19, Pl. 2, Figs. 4, 8-11.
- 1979a Mesocena diodon diodon (Ehrenberg) – Bukry, Pl. 4, Figs. 16, 17.
- 1985 Mesocena diodon diodon Ehrenberg – Perch - Nielsen, 838, Fig. 23/11.
- 1999 Bachmannocena diodon diodon (Ehrenberg, 1844) Bukry, 1987 – Amigo, 75, Pl. 3, Fig. 16.

Opis: Bazalni obroč je ovalen z enim parom kratkih bodic, ki so nameščene v smeri daljše osi. Apikalni del skeleta je v celoti reduciran. Površina skeleta je gladka. Dolžina skeleta je 90 do 110 µm.

Opombe: Oblike iz Centralne Paratetide so vse opisane kot vrsta *M. elliptica*, ne glede na število radialnih bodic. Perch-Nielsenova (1985) uvršča v vrsto *M. elliptica* samo primerke, ki imajo štiri radialne bodice, tiste z dvema pa v podvrsto *M. diodon diodon*. V spodnjebadenijskih plasteh Centralne Paratetide prevladujejo primerki z dvema radialnima bodicama, medtem ko so v zgornje-

badenijskih plasteh številčnejši primerki s štirimi radialnimi bodicami (Dumitrică, 1978a).

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v badenijskih kamninah Avstrije, Madžarske in Romunije. Dumitrică (1972) vrsto omenja iz kvartarnih sedimentov Mediteranskega morja.

### Bachmannocena apiculata apiculata (Schulz)

Tab. 4, sl. 5

- 1957 Mesocena apiculata (Schulz) Deflandre – Tynan, 134, Pl. 1, Fig. 10.
- 1968 Mesocena apiculata (Schulz) Deflandre – Hajós, 67, Taf. 4, Fig. 3.
- 1968 Mesocena oamaruensis var. apiculata Schulz – Loeblich III et al., Pl. 28, Fig. 6.
- 1979b Mesocena apiculata apiculata (Schulz) Bukry – Bukry, 985, Pl. 5, Figs. 11, 12.
- 1985 Mesocena apiculata apiculata (Schulz) Bukry – Perch - Nielsen, 837, Fig. 23/1.
- 1998 Bachmannocena apiculata apiculata (Schulz) Bukry – Schellpeper & Watkins, Pl. 1, figs. 2, 6.

Opis: Bazalni obroč je trikotne oblike z zaobljenimi koti. Stranice obroča so konveksne. V vseh kotih trikotnika so ravne in kratke bodice. Apikalni obroč je reduciran. Površina skeleta je gladka ali ornamentirana z vzdolžnimi brazdami.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Eocen do zgornji miocen (Perch-Nielsen, 1985).

Genus: Dictyocha Ehrenberg 1837

### Dictyocha fibula Ehrenberg

Tab. 4, sl. 6

- 1968 Dictyocha fibula Ehrenberg – Loeblich III et al., Pl. 9, Figs. 7-12.
- 1971 Dictyocha fibula Ehrenberg – Wornardt, Pl. 15, Figs. 1-15.
- 1972 Dictyocha fibula Ehrenberg – Dumitrică, 906, Pl. 3, Figs. 7, 9; Pl. 4, Fig. 8; Pl. 5, Figs. 1-5, 8; Pl. 6, Figs. 1, 2, 4, 5, 7, 8; Pl. 9, Fig. 1.
- 1973b Dictyocha fibula ssp. aspera Lemmermann – Dumitrică, 848, Figs. 4-13, 15, 16.

- 1974 Dictyocha fibula Ehrenberg – Locker, 635, Taf. 1, Fig. 4, 5, 6, 7, 9.
- 1975 Dictyocha fibula Ehrenberg – Locker, Abb. 6.
- 1977 Dictyocha fibula Ehrenberg – Martini, Pl. 1, Fig. 1; Pl. 2, Fig. 13.
- 1978a Dictyocha fibula Ehrenberg – Dumitrică, 212, Pl. 1, Fig. 13
- 1983 Dictyocha fibula Ehrenberg – Abbott & Ernissee, 305, Pl. 22, Figs. 1–9.
- 1985 Dictyocha aspera (Lemmermann) – Bukry & Monechi, Pl. 2, Figs. 1–3.
- 1985 Dictyocha aspera aspera (Lemmermann) Bukry & Foster – Perch-Nielsen, 831, Fig. 14/6.
- 2001 Dictyocha fibula ausonia (Deflandre) – Frydas & Avramidis, 13, Pl. 1, Figs. 1–5.

Opis: Bazalni obroč je ovalen do rombičen. Stranice bazalnega obroča so ravne, lahko pa so v sredini, na stiku z lateralnimi prečkami, nekoliko upognjene. Včasih so prisotne tudi bazalne bodice. Apikalni del skeleta je sestavljen iz apikalne prečke, ki lahko leži v smeri vzdolžne ali prečne osi. Prečka je različno dolga in na bazalni obroč pritrjena s štirimi lateralnimi prečkami. Radialne bodice so štiri in so različno dolge. Skelet je dolg 28 do 50  $\mu\text{m}$  in širok 11 do 22  $\mu\text{m}$ .

Opombe: Vrsta je zelo variabilna, kar je vidno tudi iz naših fotografij. Perch - Nielsenova (1985) loči glede na orientacijo apikalne prečke dva osnovna tipa: D. fibula, ki ima prečko orientirano v smeri daljše osi, in D. aspera, ki ima prečko orientirano v smeri krajše osi. Ker pri fosilnih primerkih pogosto najdemo skelete dvojčke, kjer ima en hčerinski skelet prečko v smeri daljše osi, drugi pa v smeri krajše osi (Dumitrică, ustno), obe obliki smatram kot variacijo iste vrste.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska vrsta od miocena do danes.

- Dictyocha fibula Ehrenberg f. mesocenoidea Frenguelli  
Tab. 4, sl. 2
- 1963 Dictyocha fibula Ehrenberg f. mesocenoidea Frenguelli – Bachmann, Papp & Stradner, 148, Taf. 17, Fig. 24; Taf. 21, Fig. 2.
- 1968 Dictyocha fibula Ehrenberg f. mesocenoidea Frenguelli – Loeblich III et al., Pl. 13, Figs. 1–3.
- Opis: Bazalni del skeleta je enak kot pri vrsti, apikalni del pa je popolnoma reduciran. Na bazalnem obroču so štiri kratke bazalne bodice.
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Formo omenjajo iz badenija Graškega bazena (Bachmann et al., 1963). Recentno najdemo ob argentinski obali (Loeblich III et al., 1968).

Genus: Distephanus Stohr 1880

- Distephanus crux (Ehrenberg)  
Tab. 4, sl. 7
- 1957 Dictyocha crux Ehrenberg – Tynan, 131, Pl. 1, Figs. 4–8.
- 1963 Dictyocha crux Ehrenberg – Bachmann, Papp & Stradner, 147, Taf. 16, Fig. 1, 3, 6–10, 12–15.
- 1969 Dictyocha crux Ehrenberg – Jerkovič, 38, Pl. 3, Figs. 6–9.
- 1972 Distephanus crux (Ehrenberg) – Dumitrică, 907, Pl. 10, Fig. 2.
- 1973b Distephanus crux (Ehrenberg) – Dumitrică, 850, Pl. 6, Figs. 4, 5, 8.
- 1974 Distephanus crux (Ehrenberg) – Locker, 102, Abb. 7.
- 1979a Distephanus crux (Ehrenberg) s. ampl. – Bukry, 985, Pl. 5, Fig. 2.
- 1979b Distephanus crux crux (Ehrenberg) – Bukry, 561, Pl. 3, Fig. 3.
- 1978a Distephanopsis crux (Ehrenberg) – Dumitrică, 213, Pl. 3, Figs. 5–8, 11, 12.
- 1983 Distephanus crux (Ehrenberg), sensu lato – Abbott & Ernissee, 306, Pl. 24, Figs. 8, 9; Pl. 25, Figs. 1–3.
- 1985 Distephanus crux (Ehrenberg) – Bukry & Monechi, Pl. 8, Figs. 7–9.

- 1985 *Distephanus crux crux* – Perch-Nielsen, 832, Fig. 18/ 8-10.  
 1999 *Distephanus crux crux* (Ehrenberg) Haeckel – Amigo, 82, Pl. 1, Fig. 1.

Opis: Vrsta *Ds. crux* sensu lato je izredno variabilna, predvsem v velikosti apikalnega obroča, obliki bazalnega obroča in dolžini radialnih bodic. Danes je razdeljena na nekaj podvrst, katerih definicija in variacijske širine so slabo definirane. K podvrsti *Ds. crux crux* prištevam majhne primerke z blago izbočenimi stranicami bazalnega skeleta. Bazalni skelet je kvadratast. Njegova dolžina je okrog 20  $\mu\text{m}$ , širina pa okrog 17  $\mu\text{m}$ . Radialne bodice so lahko različno dolge ali enake, vendar je razlika v dolžini prečnih in vzdolžnih radialnih bodic manjša kot pri podvrsti *Ds. crux scutulatus*. Apikalni obroč je kvadraten in je na bazalnega pritrjen s štirimi lateralnimi prečkami.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocenska kozmopolitska oblika.

*Distephanus crux parvus* (Bachmann) Bukry  
 Tab. 4, sl. 8, 9

- 1957 *Dictyocha crux* Ehrenberg – Tynan, 131, Pl. 1, Fig. 3.  
 1963 *Dictyocha crux* Ehrenberg – Bachmann, Papp & Stradner, 147, Taf. 16, Figs. 2, 4, 5.  
 1972 *Distephanus crux* (Ehrenberg) – Dumitrică, 907, Pl. 10, Fig. 1.  
 1978a *Distephanopsis crux* (Ehrenberg) – Dumitrică, 213, Pl. 3, Figs. 9, 10.  
 1983 *Distephanus crux* (Ehrenberg), sensu lato – Abbott & Ernissee, 306, Pl. 24, Figs. 3, 4.  
 1985 *Distephanus crux scutulatus* – Perch - Nielsen, 832, Fig. 18/15, 16.  
 1998 *Distephanopsis crux* (Ehrenberg) – Schellpeper & Watkins, 500, Pl. 2, Figs. 5, 6.  
 1999 *Distephanus crux parvus* (Bachmann) Bukry – Amigo, 83, Pl. 2, Fig. 2.

Opis: Od podvrste *Ds. crux crux* se loči po močno izbočenem bazalnem skeletu. Zaradi izbočenosti je bazalni skelet kroglast. Radialne bodice so kratke in približno enako dolge. Apikalni skelet je velik, kvadratast in je na bazalnega pritrjen s štirimi prečkami, ki so nameščene na ogliščih apikalnega

skeleta. Dolžina bazalnega skeleta je 21  $\mu\text{m}$ , širina pa 20  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska oblika v srednjem in spodnjem delu zgornjega miocena.

*Distephanus crux scutulatus* Bukry  
 Tab. 4, sl. 4, 13

- 1963 *Dictyocha crux* Ehrenberg – Bachmann, Papp & Stradner, 147, Taf. 16, Fig. 16, 17.  
 1985 *Distephanus crux scutulatus* Bukry – Perch - Nielsen, 832, Fig. 18/17.  
 1999 *Distephanus crux scutulatus* Bukry – Amigo, 83, Pl. 2, Fig. 3.

Opis: Od podvrste *Ds. crux crux* se loči po velikosti in rombasti obliki bazalnega skeleta, ki ima ravne stranice. Apikalni skelet je velik, kvadratast in je na bazalnega pritrjen s štirimi prečkami. Radialne bodice so različno dolge. Vzdolžni bodici sta veliko daljši od prečnih radialnih bodic. Dolžina bazalnega skeleta je 32–44  $\mu\text{m}$ , širina pa 22–34  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocenska kozmopolitska oblika.

*Distephanus crux* (Ehrenberg) longispinus (Schulz)  
 Tab. 5, sl. 6, 9

- 1968 *Dictyocha crux* Ehrenberg f. longispina Schulz – Loeblich III et al., Pl. 24, Fig. 29.  
 1971 *Distephanus crux* (Ehr.) Haeckel var. longispina Schulz – Bachmann, 65, Taf. 4, Fig. 4–12; Taf. 10, Fig. 10.  
 1978 *Distephanus crux* (Ehrenberg) f. longispina Schulz – Hajós, Pl. 13, Figs. 1–4; Pl. 14, Figs. 1, 2.  
 1979a *Distephanus longispinus* (Schulz) – Bukry, 562, Pl. 3, Figs. 13, 14.  
 1983 *Distephanus crux* (Ehrenberg), sensu lato – Abbott & Ernissee, 306, Pl. 24, Figs. 2, 7.  
 1985 *Distephanus longispinus* (Schulz) Bukry & Foster – Perch - Nielsen, 832, Figs. 18/22–24.  
 1998 *Distephanus longispina* (Schulz) Bukry & Foster – Schellpeper & Watkins, 501, Pl. 2, Fig. 8.

- 1999 *Distephanus crux longispinus* (Schulz) Locker & Martini – Amigo, 83, Pl. 2, Figs. 1, 6, 7.

Opis: Podvrsta se razlikuje od vrste po izredno dolgih vzdolžnih radialnih bodicah. Apikalni obroč je velik in pomaknjen na stran.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Forma se pojavlja v Centralni Paratetidi, Atlantiku in Pacifiku v srednjem in zgornjem miocenu.

*Distephanus schauinslandii* Lemmermann

Tab. 6, sl. 1–3

- 1965 *Dictyocha schauinslandii* ssp. *schauinslandii* (Lemm.) – Jerkoviæ, 123, Pl. 2, Fig. 1.
- 1968 *Distephanus schauinslandii* Lemmermann – Loeblich III et al., 121, Pl. 25, Figs. 6, 7.
- 1969 *Dictyocha schauinslandii* ssp. *schauinslandii* (Lemm.) Jerk. – Jerkoviæ, 41, Figs. 13, 21–42; Pl. 1, Figs. 1–9; Pl. 2, Figs. 6, 7, 9; Pl. 10, Figs. 1, 2; Pl. 11, Fig. 1.
- 1971 *Distephanus schauinslandii* Lemm. var. *schauinslandii* fa. *quadrangula* – Bachmann, 65, Taf. 8, Fig. 1–9; Taf. 9, Fig. 1–7.
- 1977a *Distephanus crux* (Ehr.) Hæck. – Hajós, Pl. 2, Figs. 17–18.
- 1978 *Distephanus crux* (Ehr.) Hæck var. *longispina* Schulz – Hajós, Taf. 13, Figs. 1–4.
- 1985 *Distephanus schauinslandii* Lemmermann – Perch - Nielsen, Figs. 19/ 18, 19.

Opis: Bazalni obroč je elipsast. Stranice so močno konveksne in na sredini, kjer je pritrjen apikalni obroč, nekoliko vbočene. Bazalni obroč se podaljšuje v štiri kratke radialne bodice. Bodici, ki ležita v smeri daljše osi, sta daljši. Bodici, ki ležita v smeri krajše osi, pa sta zelo kratki, trnasti. Apikalni obroč je velik, pravokoten in leži skoraj v sredini bazalnega obroča. Apikalni obroč je na bazalnega pritrjen s štirimi lateralnimi prečkami. Dolžina bazalnega obroča je 35–40 µm, širina 26–30 µm. Opombe: Vrsta *Ds. schauinslandii* je zelo podobna vrsti *Ds. crux*, vendar je od nje bistveno večja in tudi elementi skeleta so bolj robustni. Od vrste *Ds. crux* jo ločimo tudi po bolj okroglem bazalnem delu skeleta (pri vrsti *Ds. crux* je bazalni del skeleta bolj rombaste oblike), kar pa je lahko zelo subjektivno.

Razlikuje se tudi po različno dolgih radialnih bodicah. Pri vrsti *Ds. schauinslandii* sta prečni radialni bodici izrazito krajši, vzdolžni pa daljši, vendar ne tako dolgi kot pri formi *Ds. crux* f. *longispina*.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana iz sarmatijskih plasti Avstrije, Madžarske, Hrvaške in BiH (Jerkoviæ, 1965, 1969; Bachmann, 1971; Hajós, 1976). Danes živi v Pacifiku (Loeblich III et al., 1968).

*Distephanus stradneri* (Jerkoviæ) Bukry

Tab. 5, sl. 7, 8

- 1965 *Distephanus schauinslandii* ssp. *stradneri* n. ssp. – Jerkoviæ, 123, Pl. 2, Fig. 2.
- 1968 *Distephanus schauinslandii* Lemmermann *Frenguelli* ssp. *stradneri* Jerkoviæ – Loeblich III et al., 112, Pl. 7, Figs. 7, 8.
- 1969 *Distephanus schauinslandii* ssp. *stradneri* Jerk. – Jerkoviæ, 43, Figs. 43–48; Pl. 2, Figs. 1–5, 8; Pl. 3, Figs. 1–4.
- 1971 *Distephanus schauinslandii* Lemm. var. *stradneri* Jerk. fa. *quadrangula* – Bachmann, 66, Taf. 2, Figs. 1–6; Taf. 3, Fig. 1.
- 1985 *Distephanus stradneri* (Jerkoviæ) Bukry – Perch - Nielsen, Figs. 20/ 16, 17.

Opis: Bazalni obroč je rombast. Stranice so ravne, le na mestu pritrditve apikalnega obroča so jasno vbočene. Na bazalnem obroču so štiri sorazmerno dolge radialne bodice. Radialne bodice so enako dolge ali pa sta bodici v smeri daljše osi nekoliko daljši. Apikalni obroč je kvadratast in majhen ter leži na sredini bazalnega obroča. Apikalni obroč je na bazalnega pritrjen s štirimi dolgimi lateralnimi prečkami. Dolžina bazalnega obroča brez bodic je okrog 35 µm, širina okrog 25 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz miocenskih plasti Avstrije (Loeblich III et al., 1968), zgornjemiocenskih plasti v Pacifiku (Perch - Nielsen, 1985) ter sarmatijskih plasti Hrvaške in BiH (Jerkoviæ, 1965, 1969).

*Distephanus concavus* Horvat  
Tab. 5, sl. 1–5

2004 *Distephanus concavus* n. sp. – Horvat – v tisku (forthcoming).

Opis: Bazalni obroč ima štiri stranice, ki so na sredini močno vbočene, lahko tudi prelomljene. Na bazalnem obroču so štiri radialne bodice. Bodici, ki ležita v smeri vzdolžne osi, sta daljši. Apikalni obroč je kvadratast in je na bazalnega pritrjen s štirimi kratkimi lateralnimi prečkami. Pritrjen je tam, kjer je bazalni obroč najožji. Apikalni obroč leži v sredini bazalnega. Dolžina bazalnega obroča (brez bodic) je 34  $\mu\text{m}$ , širina pa 27  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz zgornjembadenijskih plasti Slovenije.

*Distephanus speculum* (Ehrenberg)  
Tab. 6, sl. 4–6

- 1968 *Dictyocha speculum* Ehrenberg – Loeblich III et al., Pl. 24, Figs. 1–10.  
1971 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Wornardt, Pl. 16, Figs. 1–12.  
1972 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Dumitrică, 908, Pl. 10, Figs. 4–11.  
1974 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Locker, 638, Taf. 3, Fig. 1–4, 7, 11?.  
1977 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Martini, Pl. 2, Figs. 3, 4.  
1978a *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Dumitrică, 214, Pl. 3, Figs. 18, 19.  
1985 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) – Bukry & Monechi, Pl. 5, Figs. 1, 2.  
1998 *Distephanus speculum speculum* (Ehrenberg) Glezer – Schepeper & Watkins, 501, Pl. 2, Figs. 11, 12; Pl. 3, Figs. 1, 2.

Opis: Bazalni obroč je šestkoten. V vsakem kotu je ena radialna bodica. Te so enako dolge ali pa je en par daljši. Bazalne bodice so lahko močno izražene – ali pa so komaj opazne. Apikalni obroč je prav tako šestkoten in je s šestimi lateralnimi prečkami pritrjen na bazalnega. Dolžina bazalnega obroča znaša 30  $\mu\text{m}$ , širina pa 25  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes v toplih vodah.

Genus: *Cannopilus* Haeckel 1887

*Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel  
Tab. 6, sl. 7–9

- 1963 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel – Bachmann, Papp & Stradner, 152, Taf. 20, Fig. 63–68; Taf. 22, Fig. 13.  
1968 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel – Hajós, 69, Taf. 5, Figs. 4–7.  
1968 *Dictyocha hemisphaerica* Ehrenberg – Loeblich III et al., 100, Pl. 17, Fig. 5  
1974 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) – Locker, 639, Taf. 4, Fig. 1, 4, 5, 7, 8.  
1978a *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel – Dumitrică, 214, Pl. 5, Figs. 6–8.

Opis: Bazalni obroč je šestkoten in ima šest radialnih bodic. Bodici v smeri vzdolžne osi sta nekoliko daljši. Apikalni obroč ima sedem apikalnih oken in je nekoliko asimetričen. Dolžina bazalnega obroča brez bodic je 25  $\mu\text{m}$ , širina pa 19  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: V Centralni Paratetidi je vrsta znana iz badenijskih plasti (Dumitrică, 1978; Hajós, 1968). Danes živi v Pacifiku (Loeblich III et al., 1968).

Genus: *Paracannopilus* Dumitrică 1978

*Paracannopilus picasso* (Stradner)  
Tab. 4, sl. 10–12

- 1963 *Cannopilus picasso* Stradner – Bachmann, Papp & Stradner, 153; Taf. 20, Fig. 74–81; Taf. 22, Fig. 17–19.  
1968 *Cannopilus sphaericus* Gemeinhardt – Hajós, Taf. 6, Figs. 1–4, 6.  
1973 *Halycalyptra picasso* (Stradner) – Dumitrică, 854, Pl. 10, Fig. 5.  
1978a *Paracannopilus picasso* (Stradner) – Dumitrică, 216, Pl. 5, Figs. 10, 11, 14, 16, 18.  
1983 *Halicalyptra picasso* (Stradner) – Abbott & Ernissee, 306, Pl. 26, Figs. 3–6.

Opis: Bazalni obroč je petkoten, redkeje šestkoten. Radialne bodice so kratke in obrnjene navzdol. Apikalni skelet je večji od bazalnega in je visoko

izbočen ter razdeljen na številna apikalna okna. Teh je lahko do 50. Na vrhu apikalnega skeleta so goste, kratke, ravne ali poševne bodice. Premer bazalnega obroča je 19 µm, apikalnega 28 µm, širina skeleta brez bodic pa znaša 24 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz srednjega miocena ZDA (Abbott & Ernissee, 1983) in JZ Pacifika (Dumitrică, 1973b) ter badenija Centralne Paratetide (Bachmann, Papp & Stradner, 1963; Dumitrică, 1978; Hajós, 1986).

## DIATOMEJE

Sistematsko razdelitev v razrede, podrazrede, rede, družine in rodove sem za povzel po Round, Crawford in Mann (1990), sistematiko znotraj rodov pa po Hustedt (1930, 1959, 1966).

Divisio: Bacillariophyta Engler & Gild 1924

Classis: Coscinodiscophyceae Round, Crawford & Mann 1990

Subclassis: Thalassiosirophycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

Familia: Thalassiosiraceae Lebour 1930

Genus: Thalassiosira Cleve 1873

*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve

Tab. 8, sl. 1

- 1930 *Coscinodiscus eccentricus* Ehrenberg – Hustedt, 388, Fig. 201.
- 1972 *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg – Hajós, Pl. 3, Figs. 3, 4, 10; Pl. 4, Figs. 1, 2, 4.
- 1978 *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg – Rampi & Bernhard, 47, Pl. 17.
- 1979 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve – Abbott & Andrews, 254, Pl. 6, Fig. 12.
- 1980 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve – Andrews, 34, Pl. 3, Fig. 16.
- 1986 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve – Hajós, Pl. 44, Figs. 1–3.
- 1989 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve – Barron & Baldauf, Pl. 3, Fig. 7.

Opis: Valva je okrogla, ploščata. Premer valve znaša 40 µm. Celotna površina valve je pokrita s heksagonalnimi areolami. Areole so razporejene v

približno ravnih tangencialnih nizih v treh sistemih. Na 10 µm pridejo 4,5 areole. Tangencialni nizi so rahlo upognjeni, na robu valve pa se struktura poruši. Rob valve je ozek, pokrit s strijami, ki jih je 18 do 20 v 10 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska vrsta od miocena do danes.

Familia: Stephanodiscaceae Glezer & Makarova 1986

Genus: *Cyclotella* Kützing & Brebisson 1838

*Cyclotella ocellata* Pantocsek

Tab. 8, sl. 14

- 1930 *Cyclotella ocellata* Pantocsek – Hustedt, 340, Fig. 173.
- 1987 *Cyclotella ocellata* Pantocsek – Kleer & Steinberg, 3.2.5/7, Fig. 17, 18, 20.

Opis: Valva je okrogla, v premeru meri 6 do 20 µm. Robni del valve prekrivajo nežne radialne strije, ki jih je približno 15 v 10 µm. V osrednji delu valve leži tri ali več punktiranih krp, ki merijo okoli 2 µm. Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta v planktonu v litoralu jezer in tudi v tekočih vodah (Kleer & Steinberg, 1987).

*Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing

Tab. 8, sl. 10

- 1930 *Cyclotella comta* (Ehr.) Kützing – Hustedt, 354, Fig. 183.
- 1987 *Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing – Kleer & Steinberg, 3.2.2., Fig. 1–4.
- 1991 *Cyclotella radiosa* Grunow – Krammer & Lange - Bertalot, 57, Taf. 62, Fig. 1–12.

Opis: Valve so okrogle, v premeru merijo 15 do 50 µm. Obrobni del valve prekrivajo radialne strije, ki jih je 13 do 15 v 10 µm. Med strijami so krajše debelejšje temne linije. Osrednji del valve je strukturiran z areolami, ki so postavljene v bolj ali manj urejene radialne nize. V centru je nekaj areol ločenih s tankim hialinskim poljem.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Danes je v Evropi zelo razširjena sladkovodna vrsta. Živi



evplanktonsko v jezerih, pogosta je tudi v tekočih vodah (Hustedt, 1930; Kleer & Steinberg, 1987).

Subclassis: Coscinodiscophycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Melosirales Crawford 1990

Familia: Melosiraceae Kützing 1844

Genus: Melosira Agardh 1824

*Melosira westii* Smith

Tab. 8, sl. 2, 3

- 1930 *Melosira westii* W. Smith – Hustedt, 268, Fig. 113.
- 1968 *Melosira westii* W. Smith – Hajós, 76, Taf. 7, Fig. 4.
- 1976 *Melosira westii* W. Smith – Andrews, Pl. 1, Figs. 1, 2.
- 1977 *Melosira westii* W. Smith – Řeháková, Pl. 2, Fig. 15.
- 1980 *Melosira westii* W. Smith – Andrews, 31, Pl. 2, Fig. 15.
- 1986 *Pseudopodosira westii* (W. Smith) Sheshukova & Glezer – Hajós, Pl. 43, Figs. 1–4.

Opis: Valva je okrogla, ravna, z močnim plaščnim delom, ki pa je redko viden zaradi valvne orientacije v presekih. Premer valve znaša 25 do 39  $\mu\text{m}$ . Na bazi valve, ob plaščnem delu so kratke, drobne strije. Srednji del valve je brez strukture, ali pa je nepravilno posejan s pegami, ki so pod optičnim mikroskopom nejasno vidne.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta je v miocenskih kamninah, danes živi v obalnih predelih vseh morij.

*Melosira distans* (Ehrenberg) Kützing

Tab. 8, sl. 12, 15

- 1930 *Melosira distans* (Ehrenberg) Kützing – Hustedt, 262, Fig. 110a–e.

Opis: Valva je cilindrična in tvori dolge kolonije. Premer valve je 11  $\mu\text{m}$ , višina pa 7  $\mu\text{m}$ . V preparatih najdemo valve v pelvalnih presekih. Plevra so polkrožna in pokrita z vzdolžnimi nizi por. Nizov

je 13 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo v srednjemiocenskih plasteh Madžarske (Hajós, 1968), Hrvaške (Jurilj, 1957) in Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979).

*Melosira* sp.

Tab. 8, sl. 11

Opis: Premer valv znaša do 15  $\mu\text{m}$ . Z radialnimi rebri je pokrit samo zunanji del valve do približno 1/3 premera. Reber je 12 do 14 v 10  $\mu\text{m}$ .

Opombe: Valve so najbolj podobne formi *Ellerbeckia arenaria* f. *teres* (Krammer & Lange-Bertalot, 1991, 18, Taf. 15, Fig. 5), le da so naši primerki več kot dvakrat manjši. Za formo navajajo velikosti 38–135  $\mu\text{m}$ .

Familia: Stephanopyxidaceae Nikolaev

Genus: *Stephanopyxis* Ehrenberg 1844

*Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti

Tab. 8, sl. 4

- 1968 *Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti – Hajós, 85, Taf. 11, Fig. 5.
- 1976 *Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti – Andrews, 9, Pl. 1, Figs. 13, 14.
- 1979 *Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti – Abbott & Andrews, 252, Pl. 5, Fig. 28.
- 1983 *Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti – Abbott & Ernissee, 303, Pl. 9, Fig. 5.

Opis: Valva je okrogla in skoraj ploščata. Premer valve znaša 33 do 49  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita s skoraj pravilnimi tremi sistemi heksagonalnih areol. Areol je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . 2 do 3  $\mu\text{m}$  od roba valve so nepravilno razporejeni trnasti izrastki.

Opombe: *S. lineata* je zelo podobna vrsti *Coscinodiscus lineatus*, le da slednja na robu valve nima trnastih izrastkov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolit-ska vrsta, značilna za miocen v obsegu foraminifer-nih biocon N9 do N15 (Abbott & Andrews, 1979).

- Stephanopyxis multispinosa Hajós  
Tab. 8, sl. 5
- 1968 Stephanopyxis multispinosa, n. sp. – Hajós, 86, Taf. 11, Fig. 6–11.
- 1986 Stephanopyxis multispinosa Hajós – Hajós, Pl. 42, Figs. 9–14.
- Opis: Valve so okrogle, konveksne, v premeru merijo okoli 30  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo diagonalni nizi areol, ki se med seboj križajo. V 10  $\mu\text{m}$  je 4–5 areol. Areole so šestkotne. Zunanje odprtine kanalov so majhne in okrogle. Na robu valve je obroč kratkih bodic.
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz badenijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986).
- Stephanopyxis turris (Greville & Arnott) Ralfs  
Tab. 8, sl. 6
- 1930 Stephanopyxis turris (Greville & Arnott) Ralfs – Hustedt, 304, Fig. 140.
- 1951 Stephanopyxis turris (Greville & Arnott) Ralfs – Cleve – Euler, 37, Fig. 40 c, s.
- 1976 Stephanopyxis turris (Greville & Arnott) Ralfs – Dzinoridze et al., Pl. 1, Figs. 1–4.
- 1983 Stephanopyxis turris (Greville & Arnott) Ralfs – Abbott & Ernissee, 303, Pl. 6, Figs. 3, 4.
- Opis: Valva je okrogla, močno konveksna, 20 do 75  $\mu\text{m}$  velika. Valve so običajno vidne plevralno. Površino valve pokriva nekoliko nepravilna heksagonalna mreža areol. V 10  $\mu\text{m}$  je 4 do 6 areol. Na vrhu izbočenega dela so močne, velike bodice. Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska vrsta z veliko stratigrafsko razširjenostjo, saj se pojavlja od krede naprej.
- Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow  
Tab. 8, sl. 7, 8
- 1957 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Jurilj, 19.
- 1968 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Hajós, 87, Taf. 11, Fig. 2, 4.
- 1976 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Andrews, 9, Pl. 1, Figs. 11, 12.
- 1976 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Dzinoridze et al., Pl. 1, Fig. 12.
- 1977 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Řeháková, Pl. 1, Fig. 76.
- 1979 Stephanopyxis corona (Ehrenberg) Grunow – Abbott & Andrews, 252, Pl. 5, Fig. 27.
- Opis: Valva je okrogla in močno konveksna, v sredini sploščena. Velikost naših primerkov je okrog 35  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita s heksagonalnimi areolami. Areole so 4 v 10  $\mu\text{m}$ . Na valvi sta dva obroča trnov. Prvi obroč se nahaja ob robu valve, drugi obroč trnastih izrastkov je na pol razdalje od roba do sredine valve.
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz miocenskih plasti vzhodnega dela ZDA (Abbott, 1980), Madžarske in Rusije (Pantocsek, 1889; Hajós, 1986) ter v sarmatiju okolice Zagreba (Jurilj, 1957). Recentna ni znana.
- Familia: Hyalodiscaceae Crawford 1990  
Genus: Podosira Ehrenberg 1840
- Podosira baldjikiana Grunow  
Tab. 8, sl. 9
- 1978 Podosira baldjikiana Grun. – Hajós, Pl. 1, Figs. 1–3.
- 1982 Podosira baldjikiana Grunow – Temniskova – Topalova, Pl. 1, Figs. 2, 3.
- Opis: V preparatih smo našli valve samo v plevralnih presekih. Valva je visoka, na zgornji strani konveksna. Široka je 29 do 37  $\mu\text{m}$ , visoka pa 29 do 37  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita s slabo vidnimi, nepravilno razporejenimi porami. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz spodnjesarmatijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986) in iz srednjega sarmatija Bolgarije (Temniskova – Topalova, 1982).

*Podosira stelliger* (Bailey) Mann  
Tab. 8, sl. 13

- 1930 *Podosira stelliger* (Bailey) Mann – Hustedt, 286, Fig. 128a.  
1964 *Podosira stelliger* (Bailey) Mann – Hendey, 90, Pl. 22, Fig. 6.  
1980 *Podosira stelliger* (Bailey) Mann – Abbott, 64, Pl. 6, Fig. 6.  
1980 *Podosira stelliger* (Bailey) Mann – Andrews, 32, Pl. 3, Fig. 4.

Opis: Valva je okrogla, rahlo konveksna. Premer valve znaša 30 do 53  $\mu\text{m}$ . Valva je razdeljena v dva koncentrična dela. Notranji del gradijo drobne, slabo vidne pore, zunanji pa je pokrit z jasno vidnimi pravilno razporejenimi areolami. Ločimo tri sisteme areol: radialnega in dva poševna. Radialne areole tvorijo nize, ki jih je 15 do 16 na 10  $\mu\text{m}$ . V nizu je 13 por na 10  $\mu\text{m}$ . Meja med notranjim in zunanjim delom je nepravilna. Rob valve je širok okoli 3  $\mu\text{m}$  in ga pokrivajo ravna radialna rebra. Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes. V miocenskih plasteh jo najdemo na Madžarskem (Hajós, 1986) in ZDA (Andrews, 1980). Danes živi v planktonu litorala vseh morij (Hustedt, 1930).

Genus: *Hyalodiscus* Ehrenberg 1845

*Hyalodiscus scoticus* (Kützing) Grunow  
Tab. 11, sl. 1, 2; tab. 14, sl. 1

- 1930 *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grunow – Hustedt, 293, Fig. 133.  
1957 *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grun. – Jurilj, 18.

Opis: Valva je okrogla in nekoliko izbočena. Premer valv znaša 10–40  $\mu\text{m}$ . Centralni del valve (umbilikus) meri 7–16  $\mu\text{m}$  in je brez strukture. Zunanjo polovico valve pokrivajo areole, ki ustvarjajo zapleten vzorec. Areol je 28 na 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana iz sarmatijskih plasti Hrvaške (Pantoscek, 1889; Jurilj, 1957) in Madžarske (Hajós, 1986). Danes živi ob morskih obalah v vseh geografskih širinah (Hustedt, 1930).

*Hyalodiscus horvaticus* Jurilj  
Tab. 11, sl. 3

- 1957 *Hyalodiscus horvaticus* spec. nova – Jurilj, 18, Tab. 2, sl. 2; Tab. 3, sl. 1.

Opis: Valve so velike do 100  $\mu\text{m}$  in močno konveksne. Vrsta se razlikuje od drugih po tem, da nima hialinskega umbilikusa, ampak je tudi ta pokrit, tako kot preostali del valve, z zapletenim nizom areol. Areole so razporejene v treh sistemih nizov, ki jih je 16–18 v 10  $\mu\text{m}$ . V nizu je 15 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Opombe: Primerki v profilu Tunjice so nekoliko manjši kot tisti iz tipskega nahajališča, vendar jih lahko zaradi za vrsto značilne strukture prištevamo k opisani vrsti.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti Hrvaške (Jurilj, 1957) in Madžarske (Hajós, 1986).

Ordo: Paraliales Crawford 1990

Familia: Paraliaceae Crawford 1988

Genus: *Paralia* Heiberg

*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve

Tab. 8, sl. 16; tab. 9, sl. 3–8; tab. 10, sl. 1, 2

- 1930 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing – Hustedt, 276, Fig. 119 a, b.  
1930 *Melosira sulcata* f. *coronata* Grunow – Hustedt, 278, Fig. 119 d.  
1951 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing – Cleve – Euler, 34, Fig. 33a.  
1973 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing – Barron, Pl. 1, Fig. 3  
1976 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Andrews, 8, Pl. 1, Figs. 1, 6.  
1976 *Paralia sulcata* var. *coronata* (Ehrenberg) n. comb. – Andrews, 9, Pl. 1, Figs. 7, 8.  
1979 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Abbott & Andrews, 247, Pl. 4, Figs. 27, 28.  
1979 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Crawford, 201, Figs. 1–21.  
1980 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Andrews, 31, Pl. 2, Fig. 23.  
1983 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Abbott & Ernissee, 301, Pl. 5, Fig. 1.  
1983 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve – Stabell,

- 60, Figs. 5–7.  
 1986 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing – Hajós, Pl. 42, Figs. 1–3.  
 1986 *Melosira sulcata* var. *coronata* (Ehrenberg) Grunow – Hajós, Pl. 42, Figs. 5, 6.  
 1987 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing – Baldauf & Barron, Pl. 6, Fig. 9.

Opis: Celice pogosto tvorijo kolonije, v katere so frustule združene z valvno stranjo. Med seboj so povezane z značilnimi, čeljustim podobnimi filamenti. Posamezne celice so široke 40 do 130  $\mu\text{m}$  in visoke 30 do 45  $\mu\text{m}$ .

Valva je ploščata, okrogla. Premer valve znaša 10 do 33  $\mu\text{m}$ . Glede na morfologijo lahko ločimo dva tipa valv. Zunanji rob je pri obeh tipih podoben in je razdeljen v prekate, ki so enakomerno razporejeni okoli valve. Teh kamric je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . Navznoter sledi ozek pas drobnih lukenj v treh smereh. Lukenj je 14 v 10  $\mu\text{m}$ . Sledi ozek, 1  $\mu\text{m}$  širok hialinski pas. Na koncu je pri prvem tipu valv (tip 2 po Crawford, 1979) pas gostih (10–12 v 10  $\mu\text{m}$ ) in tankih radialnih strij, ki se raztezajo proti sredini. Središčno polje je brez strukture. Pri drugem tipu valve (tip 1 po Crawford, 1979) je struktura roba valve enaka kot pri prvem tipu. Notranja struktura je bolj oddaljena od roba valve. Za zunanjim pasom por sledi 5  $\mu\text{m}$  širok hialinski pas. Nato sledi obroč nepravilnih izrastkov (4 v 10  $\mu\text{m}$ ). V sredini valve je veliko brezstrukturno središčno polje.

Opombe: V starejši in tudi v novejši literaturi še vedno taksonomsko ločujejo oba tipa valv. Prvi tip omenjajo kot vrsto, medtem ko drugi tip omenjajo kot varieteto *P. sulcata* var. *coronata*. Crawford (1979) je pri študiju kolonij dokazal, da oba tipa predstavljata redek primer heterovalvnosti pri centričnih diatomejah. Prvi tip se v kolonije veže le v interkalarnem obroču, medtem ko najdemo drugi tip le na koncu kolonijskih filamentov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana že iz krede, pogosta pa je predvsem v terciarnih plasteh. Danes ta kozmopolitska vrsta poseljuje litoralna področja vseh morij.

Ordo: *Coscinodiscales* Round & Crawford 1990  
 Familia: *Coscinodiscaceae* Kützing 1844  
 Genus: *Coscinodiscus* Ehrenberg 1838

*Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg  
 Tab. 11, sl. 4; tab. 14, sl. 2

- 1930 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Hustedt, 392, Fig. 204.  
 1951 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Cleve – Euler, 60, Fig. 85a.  
 1957 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Jurilj, 20.  
 1968 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Hajós, 94, Taf. 18, Fig. 7; Taf. 62, Fig. 27.  
 1971 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Wornardt, 1279, Pl. 4, Figs. 10–12; Pl. 5, Figs. 1–12.  
 1973 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Barron, Pl. 3, Figs. 1, 2.  
 1978 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Rampi & Bernhard, 47, Pl. 17.  
 1978 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Schrader & Gersonde, 150, Pl. 2, Fig. 8.  
 1979 *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg – Abbott & Andrews, 238, Pl. 3, Fig. 1.

Opis: Valva je okrogla, rahlo konveksna, s premerom 49 do 59  $\mu\text{m}$ . Površino pokrivajo heksagonalne areole, ki so na celotni površini približno enake in jih je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole so urejene v tri ravne tangencialne nize. Odprtine kanalov areol so jasne. Rob valve je ozek in ga pokrivajo strije, ki jih je 10 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska vrsta, pogosta od miocena do holocena. Danes je pogosta morska planktonska oblika.

*Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg var. *macroporus* Hajós  
 Tab. 11, sl. 6

- 1968 *Coscinodiscus lineatus* var. *macroporus* n. var. – Hajós, 95, Taf. 18, Fig. 10.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, v premeru meri 62  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo šestkotne areole, urejene v tri tangencialne nize. Rob valve je ozek in gosto rebrest. Od vrste se loči po eni veliki areoli v sredini valve. Ta je večja od ostalih in ima poroidne stene, velika pa je 3  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je

znana le iz badenijskih plasti Madžarske.

*Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor*  
(Ehrenberg) Grunow  
Tab. 11, sl. 5

- 1930 *Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor* (Ehrenberg) Grunow – Hustedt, 409, Fig. 217.  
1951 *Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor* (Ehrenberg) Grunow – Cleve – Euler, 59, Fig. 82c–e.  
1979 *Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor* (Ehrenberg) Grunow – Abbott & Andrews, 236, Pl. 2, Fig. 11.  
1986 *Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor* (Ehrenberg) Grunow – Hajós, Pl. 44, Figs. 8–11.

Opis: Valva je majhna, ploščata, v premeru meri 28  $\mu\text{m}$ . Z ukrivljenimi nizi areol je razdeljena v 10–11 sektorjev, ki se raztezajo od roba do sredine valve. Sektorji so včasih slabo vidni. Prostor med sektorji zapolnjujejo ukrivljeni nizi areol, ki so krajši. V 10  $\mu\text{m}$  je 7 areol. Centralno polje je nejasno. Valvo obkroža ozek rob, ki je pokrit s 14 strijami v 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta se pojavlja od terciarja do danes.

*Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek  
Tab. 11, sl. 12

- 1886 *Coscinodiscus vetustissimus*, n. sp. – Pantocsek, Taf. 20, Fig. 186.  
1968 *Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek – Hajós, 103, Taf. 17, Fig. 2, 3, 5, 6, 9.  
1976 *Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek – Andrews, 12, Pl. 3, Fig. 3.  
1979 *Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek, – Abbott & Andrews, 240, Pl. 3, Fig. 11.  
1986 *Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek – Hajós, Pl. 45, Figs. 1, 2.

Opis: Valva je okrogla in ploščata. V premeru meri 62 do 80  $\mu\text{m}$ . Površina valve je snopičasta, razdeljena v številne neizrazite sektorje, omejene s približno ravnimi nizi areol, ki potekajo od roba do

središča. Znotraj sektorjev so nizi postopoma krajši. Areole so velike in stojijo v heksagonalni mreži. V 10  $\mu\text{m}$  je 5 areol. Mreža areol ima primarno radialno orientacijo in sekundarno orientacijo v obliki ukrivljenih križajočih se nizov. Središčni del valve je pokrit z majhnim skupkom areol, ki so obkrožene z nepravilnim hialinskim obročem. Rob valve je gosto rebrast.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz miocena Centralne Paratetide (Pantocsek, 1886; Hajós, 1986) in ZDA (Andrews, 1976). Koizumi (cf. Abbott & Andrews, 1979) je postavil razširjenost vrste znotraj N9–N17 Blowovih (1969) foraminifernih biocon.

*Coscinodiscus nitidus* Gregory  
Tab. 11, sl. 8

- 1930 *Coscinodiscus nitidus* Gregory – Hustedt, 441, Fig. 221a.  
1951 *Coscinodiscus nitidus* Gregory – Cleve – Euler, 69, Fig. 111.  
1957 *Coscinodiscus nitidus* Gregory – Jurilj, 20, Tab. 4, sl. 1.  
1964 *Coscinodiscus nitidus* Gregory – Hendey, 76, Pl. 23, Fig. 12.  
1977a *Coscinodiscus nitidus* Gregory – Hajós, Pl. 7, Fig. 13.

Opis: Valva je okrogla, ploščata in velika 26 do 55  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo pore, ki so prosto stoječe. Na robu valve so radialne strije. Por je 5 do 7 v 10  $\mu\text{m}$ , strij pa 9 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta ob obalah morij. Fosilno najdemo od miocena naprej.

*Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg  
Tab. 11, sl. 13; tab. 14, sl. 3

- 1886 *Coscinodiscus robustus* Gregory var. *late-marginatus*, n. var. – Pantocsek, Taf. 22, Fig. 201.  
1951 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Cleve – Euler, 65.  
1957 *Coscinodiscus robustus* Gregory – Jurilj, 21.  
1974 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Lohman, 336, Pl. 2, Fig. 8.

- 1975 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Gombos, 315, Pl. 5, Fig. 14.  
 1977 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Fenner, 515, Pl. 8, Figs. 3, 7.  
 1979 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Abbott & Andrews, 238, Pl. 3, Fig. 2.  
 1983 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Abbott & Ernissee, 298, Pl. 1, Fig. 2.  
 1985b *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – Whiting & Schrader, Pl. 4, Figs. 1, 2.  
 1987 *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg – San-cetta, 231, Pl. 1, Figs. 1–13.

Opis: Valva je okrogla, nekoliko konveksna. Na robu hitro pada v globok plašč, tako da se ostrina slike popolnoma izgubi. Premer opazovanih primerkov je od 38 do 90  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z velikimi šestkotnimi areolami. Robovi areol so sestavljeni iz por. Zunanje odprtine kanalov areol so jasno vidne. V sredini valve so 2,5–3 areole na 10  $\mu\text{m}$ , na robu so 4 areole v 10  $\mu\text{m}$ . Areole so razporejene nepravilno, v časih v slabo vidne radialne nize. Valva je brez centralnega polja ali rozete.

Opombe: Pantocsek (1886) in Jurilj (1957) omenjata vrsto *C. robustus*, vendar ni bistvenih razlik, tako da je ni treba izdvajati kot samostojno vrsto. Razlika naj bi bila v robu valve, kjer naj bi imela vrsta *C. robustus* bolj redko strukturo, vendar je rob v preparatih zelo slabo viden.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Znana že iz krede in paleocena Kalifornije (Abbott & Andrews, 1979). Danes živi v planktonu litorala.

*Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt  
 Tab. 10, sl. 3

- 1930 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt – Hustedt, 418, Fig. 224.  
 1951 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt – Cleve – Euler, 66, Fig. 99a.  
 1968 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt – Hajós, 107, Taf. 19, Figs. 6–8.  
 1971 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt – Warnardt, 1280, Pl. 7, Figs. 1–12.  
 1982 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt – Baldauf & Barron, 6, Pl. 3, Fig. 1.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, ob robu močno

konveksna. Premer valve znaša 55 do 115  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z mrežo velikih areol. V sredini valve so v 10  $\mu\text{m}$  3 areole, na robu pa 5 areol. Centralno polje je majhno, rozete ni. Zunanje odprtine kanalov so jasno vidne. Krajši radialni nizi areol se končujejo z majhnimi, vendar jasnimi porami. Razen primarne orientacije nizov areol je razvita tudi sekundarna – spiralna, ki jo ustvarjajo ukrivljeni križajoči se nizi areol. Rob valve je ozek, zaradi konveksnosti slabo viden.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v miocenskih plasteh Madžarske, ZDA, Češke in Avstrije. Danes jo najdemo v planktonu Atlantskega oceana.

*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg  
 Tab. 11, sl. 10

- 1930 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Hustedt, 420, Fig. 235.  
 1951 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Cleve – Euler, 65, Fig. 97.  
 1973 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Barron, Pl. 2, Fig. 3.  
 1977 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Fenner, 516, Pl. 7, Fig. 6.  
 1978 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Rampi & Bernhard, 51, Pl. 19.  
 1985b *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Barron, Pl. 3, Fig. 7.  
 1985b *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Whiting & Schrader, Pl. 4, Fig. 3.  
 1987 *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg – Sance-tta, 234, Pl. 2, Figs. 1–10.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, velika 40 do 98  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z velikimi areolami in je brez centralnega polja ali rozete. Areole so šesterokotne, v sredini valve večje kot na robu. V sredini so 3,5 do 4 areole v 10  $\mu\text{m}$ , na robu pa 6 do 8. Areole so primarno urejene v radialne nize, sekundarno pa v spiralaste ukrivljene nize. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta nastopa od eocena, danes je zelo razširjena in pogosta (Abbott & Andrews, 1979).

*Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt  
Tab. 10, sl. 6

- 1930 *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt – Hustedt, 426, Fig. 229.  
1973 *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt – Barron, Pl. 3, Fig. 4.  
1978 *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt – Schrader & Gersonde, 150, Pl. 3, Figs. 1, 2.  
1983 *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt – Abbott & Ernissee, 299, Pl. 3, Fig. 4.  
1985b *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt – Whiting & Schrader, Pl. 4, Fig. 9.

Opis: Valva je okrogla, nekoliko konveksna in pokrita z velikimi aerolami. V premeru meri od 20 do 100  $\mu\text{m}$ . Sredina valve je brez rozete, ima pa majhno centralno polje. Na robu centralnega polja je jasno vidna bradavica, ki se loči od ostalega dela valve. Areole so na celotni valvi enako velike in jih je 5 v 10  $\mu\text{m}$ , le na robu so nekoliko gostejše. Zunanje odprtine kanalov so jasne. Areole so dokaj neurejene, radialni nizi so nejasni, sekundarna, spiralna urejenost areol ni vidna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes, v planktonu tropskih in subtropskih morij (Hustedt, 1930).

*Coscinodiscus plicatus* Grunow  
Tab. 10, sl. 8

- 1951 *Coscinodiscus plicatus* Grunow – Cleve – Euler, 63, Fig. 88a.  
1975 *Coscinodiscus plicatus* Grunow – Gombos, 316, Pl. 5, Figs. 10, 11.  
1978 *Coscinodiscus plicatus* Grunow – Andrews, 381, Pl. 1, Figs. 3, 4; Pl. 6, Fig. 1.  
1979 *Coscinodiscus plicatus* Grunow – Abbott & Andrews, 239, Pl. 3, Fig. 7.

Opis: Valva je okrogla, površina je z eno središčno gubo razdeljena na dva dela. En del je konkaven, drugi pa konveksen. Areole so okrogle in poligonalne. V 10  $\mu\text{m}$  so 3 do 4 areole. Areole so razporejene v različno dolge radialne nize, sekundarno so slabo spiralno orientirane.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz srednjega in zgornjega miocena ZDA

(Andrews, 1978).

*Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg  
Tab. 12, sl. 3

- 1930 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg – Hustedt, 445, Fig. 245.  
1977 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg – Fenner, Pl. 9, Figs. 1, 6.  
1979 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg – Abbott & Andrews, 239, Pl. 3, Fig. 5.  
1982 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg – Hajós, Pl. 2, Figs. 13, 14.  
1983 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg – Abbott & Ernissee, 299, Pl. 2, Figs. 1, 2.

Opis: Valva je ploščata in okrogla, velika okoli 60  $\mu\text{m}$ . Areole so urejene v radialne nize in v ukrivljene sekajoče se nize. Areole zapolnjujejo površino valve z vključevanjem krajših radialnih nizov, ki se končujejo z drobno poro. Areole so okrogle in jih je 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Srednje polje je majhno in gladko. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta se pojavlja od miocena dalje. Danes jo najdemo v planktonu vseh evropskih morij (Hustedt, 1930).

*Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg var. *pavillardi* (Forti) Hustedt  
Tab. 12, sl. 6

- 1930 *Coscinodiscus perforatus* var. *pavillardi* (Forti) Hustedt – Hustedt, 447, Fig. 247.  
1976 *Coscinodiscus perforatus* var. *pavillardi* (Forti) Hustedt – Andrews, 12, Pl. 2, Figs. 11, 12.

Opis: Valva je okrogla, v sredini konkavna. Od vrste se loči po tem, da ima zelo ozko, nepravilno centralno polje, okoli katerega je rozeta. Areole so bolj goste in niso več okrogle, ampak so razpotegnjenih poligonalnih oblik. Zunanje odprtine kanalov so jasno vidne.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena naprej. Danes živi v bolj toplih morjih, pogosta je v Sredozemskem morju (Hustedt, 1930, 247).

*Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg  
Tab. 12, sl. 1; tab. 14, sl. 6, 8

- 1886 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg – Pantocsek, Taf. 15, Fig. 129.  
1930 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg – Hustedt, 449, Fig. 248.  
1951 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg – Cleve – Euler, 66, Fig. 98a, b.  
1976 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg – Andrews, 10, Pl. 2, Fig. 3.  
1983 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg – Abbott & Ernissee, 299, Pl. 2, Figs. 3, 4.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, v premeru meri 59 do 70  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so areole in veliko ali majhno centralno polje brez rozete. V sredini valve so 4 areole v 10  $\mu\text{m}$ , na robu jih je 6. Zunanje odprtine kanalov areol so jasno vidne. Areole stojijo v radialnih nizih, ki so bolj pravilni od spiralnih. Rob valve je nejasen, ozek in gosto rebrast. Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska vrsta od miocena do danes.

*Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg var. *ambigua*  
Grunow  
Tab. 12, sl. 5

- 1930 *Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua* Grunow – Hustedt, 450, Fig. 249.  
1951 *Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua* Grunow – Cleve - Euler, 66, Fig. 98c, d.  
1968 *Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua* Grunow – Hajós, 109, Taf. 22, Fig. 4–6.  
1982 *Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua* Grunow – Hajós, Pl. 2, Fig. 9.

Opis: Od vrste *C. apiculatus* se razlikuje po večjih areolah, ki so poligonalne, stoje tesneje skupaj in tvorijo mrežo. Stratigrafska in geografska razširjenost: Enaka kot pri vrsti *C. apiculatus*.

*Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg  
Tab. 12, sl. 4

- 1930 *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg – Hustedt, 452, Fig. 250a.  
1964 *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg – Hendey, 78, Pl. 24, Fig. 2.  
1968 *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg – Hajós, 109, Taf. 26, Fig. 1–3.  
1979 *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg – Abbott & Andrews, 235, Pl. 2, Fig. 8.  
1985b *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg – Whiting & Schrader, Pl. 4, Figs. 4–6.

Opis: Valve so zelo velike in zelo krhke, tako da nisem našel celih primerkov, vendar je vrsta razpoznavna po značilni rozeti na sredini valve. V sredini je majhno središčno polje, ki ga obdaja rozeta, sestavljena iz devetih poligonalnih areol. Areole tvorijo radialne in spiralne nize. Areol je 4–5 v 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana od miocena naprej. Danes je kozmopolitska, planktonska vrsta (Hustedt, 1930, 453).

*Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg  
Tab. 12, sl. 2

- 1930 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg – Hustedt, 454, Fig. 252.  
1951 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg – Cleve – Euler, 67, Fig. 102a, b.  
1964 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg – Hendey, 78, Pl. 24, Fig. 1.  
1968 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg – Hajós, 110, Taf. 20, Figs. 1–6; Taf. 21, Fig. 1–5.

Opis: Valva je okrogla, velika in ploščata. V premeru meri 100 do 164  $\mu\text{m}$ . Centralno polje je majhno, nepravilno. Obkroža ga rozeta, ki jo sestavlja šest razpotegnjenih areol. Areole gradijo radialne nize, sekundarno pa tvorijo spirale. Zunanje odprtine kanalov so velike in jasne. V sredini valve so 3 areole v 10  $\mu\text{m}$ , na robu je v 10  $\mu\text{m}$  6 areol. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v terciarnih kamninah širom po svetu. Danes jo najdemo v vseh morjih in oceanih (Hus-



tedt, 1930).

*Coscinodiscus doljensis* Pantocsek  
Tab. 10, sl. 7; tab. 14, sl. 5

- 1886 *Coscinodiscus doljensis*, n. sp. – Pantocsek, Taf. 12, Fig. 105.  
1957 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek – Jurilj, 21.  
1974 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek – Hajós, Pl. 1, Fig. 1.  
1974 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 1, Fig. 16.  
1976 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek – Hajós, Taf. 1, Figs. 9, 10.  
1982 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek – Temniskova – Topalova, Pl. 1, Figs. 4, 5.

Opis: Valva je okrogla, rahlo izbočena, v premeru meri od 25 do 70  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so drobne areole, ki so razporejene v treh sistemih: prvi poteka linearno in je radialen, druga dva pa sta poševna. Areole proti robu postajajo vse bolj drobne in številčnejše, tako da pride na 10  $\mu\text{m}$  okoli 25 nizov. V posameznem nizu je 10 do 12 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Na robu valve so v pravilnih razmakih trnasti izrastki. Teh je 9–10 okoli valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je vodilna za spodnji sarmatij Centralne (Hajós, 1977; Řeháková, 1977) in Vzhodne (Temniskova – Topalova, 1982) Paratetide.

*Coscinodiscus jousei* Hajós  
Tab. 12, sl. 7

- 1977b *Coscinodiscus jousei* n. sp. – Hajós, 389, Pl. 3, Figs. 1–5.

Opis: Valve so okrogle, v premeru merijo 70–150 mm. Valva je ravna do blago konveksna. V sredini valve je okroglo hialinsko polje. Valvo prekrivajo radialni nizi areol. Na robu valve se med nize vrivajo sekundarni, krajši nizi areol. Areole so heksagonalne z okroglimi odprtinami notranjih kamric. V 10  $\mu\text{m}$  je 6–7 areol. Na robu valve so trnasti izrastki nameščeni med dva vzporedna niza areol. Na naših primerkih zaradi slabe ohranjenosti

niso dobro vidni. Zunanji rob je širok 0,5  $\mu\text{m}$  in ornamentiran s tankimi strijami.

Opombe: Naši primerki so nekoliko manjši kot opisani, vendar menim, da pripadajo omenjeni vrsti. Vrsta je bila namreč opisana v vzorcu, kjer je prevladovala in dosegala očitno optimalne pogoje za rast. Podatkov iz drugih vzorcev ni navedenih. Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska vrsta, znana iz Madžarske.

*Coscinodiscus rugulosus* Hajós  
Tab. 10, sl. 4, 5; tab. 14, sl. 4

- 1974 *Coscinodiscus impressus* Hajós n. sp. – Hajós & Řeháková, 551, Taf. 1, Fig. 18.  
1986 *Coscinodiscus rugulosus* Hajós nov. nom. – Hajós, Pl. 57, Figs. 3–8.

Opis: Valva je cilindrična, okrogla do elipsasta in v sredini močno nagubana, kar je značilnost vrste. Premer valv znaša 14 do 30  $\mu\text{m}$ . Valva je strukturirana z močnimi areolami, ki so razporejene v slabo vidne radialne nize. Areole proti robu valve postajajo vse manjše. V sredini valve je okoli 12 areol v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana iz sarmatijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986).

Familia: Hemidisaceae (Hendley 1937) Simonsen 1975

Genus: *Actinocyclus* Ehrenberg 1838

*Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs  
Tab. 13, sl. 1

- 1930 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Hustedt, 525, Fig. 298.  
1957 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Jurilj, 35.  
1968 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Hajós, 125, Taf. 32, Figs. 1–4.  
1977a *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Hajós, Pl. 12, Fig. 9.  
1978 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Schrader & Gersonde, 146, Pl. 1, Figs. 3, 4.  
1982 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs – Baldauf & Barron, 67, Pl. 1, Fig. 5.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, velika do 70  $\mu\text{m}$ . Centralno polje je majhno, neopazno in nosi nekaj areol, ki so nepravilno razporejene. Površina valve je razdeljena na več sektorjev, ki jih omejujejo nizi radialnih areol, ki potekajo od roba do središča valve. Med temi so krajši, vmesni, interkalarni nizi, pred katerimi ostaja prazen prostor. Areol je 7 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Submarginalna cona je pokrita z znatno manjšimi areolami, ki so razvrščene v dveh poševnih nizih. Ta pas zavzema približno 1/10 polmera valve. V 10  $\mu\text{m}$  je 15 areol. Rob valve je ozek in je pokrit z radialnimi strijami. Na submarginalni coni se nahaja en psevdonodul.

Vrsta je razdeljena na več podvrst, vendar nekatere oblike kažejo vse možne prehode proti vrsti, tako da je njihovo ločevanje včasih zelo oteženo. Kljub temu pri nekaterih naših oblikah lahko izdvojimo varietete, ki se ločijo od vrste v razlikah, kot jih poznamo iz literature.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Zelo pogosta od miocena do danes. Danes je razširjena ob obalah vseh morij (Hustedt, 1930).

*Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *sparsa* (Gregory) Hustedt  
Tab. 11, sl. 7

- 1930 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *sparsa* (Gregory) Hustedt – Hustedt, 528, Fig. 300.  
1982 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *sparsa* (Gregory) Hustedt – Temniskova – Topalova, Pl. 1, Fig. 8.

Opis: Za varieteto je značilno, da ima šest ločenih nizov areol, ki potekajo od roba do središča. Na vsaki strani tega niza je brezstrukturno polje, ki sega do 2/3 polmera valve. Med njimi so radialni različno dolgi nizi areol.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Nastopa skupaj z vrsto.

*Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *crassa* (W. Smith) Hustedt  
Tab. 13, sl. 5

- 1930 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Smith) Hustedt – Hustedt, 530, Fig. 301.  
1957 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Smith) Hustedt – Jurilj, 36.  
1972 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Smith) Hustedt – Hajós, Pl. 5, Figs. 4, 5, 10.  
1980 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Smith) Hustedt – Hajós, Pl. 5, Figs. 2, 3.

Opis: Od vrste se razlikuje po tem, da je običajno manjša in da ima širšo submarginalno cono, ki zavzema 1/5–1/8 polmera valve. Tudi struktura površine valve je drugačna. Ni več radialnih nizov, ampak je struktura porušena tako, da poteka okrog valve le cikcakasti vzorec.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Enako kot vrsta.

*Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *tenella* (Brebisson) Hustedt  
Tab. 11, sl. 9, 11

- 1930 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brebisson) Hustedt – Hustedt, 530, Fig. 302.  
1957 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brebisson) Hustedt – Jurilj, 36, Tab. 7, sl. 1; Tab. 28, sl. 1.  
1977 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brebisson) Hustedt – Řeháková, Pl. 3, Figs. 3, 4.  
1982 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brebisson) Hustedt – Temniskova – Topalova, Pl. 1, Fig. 7.  
1986 *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* (Brebisson) Hustedt – Hajós, Pl. 47, Figs. 1, 2.

Opis: Valva je okrogla, ploščata, na koncih ostro upognjena. Zunanji rob je ozek, posejan z drobnimi strijami, približno 18 v 10  $\mu\text{m}$ . Valva je razdeljena na sektorje. Teh je 4–10, najpogosteje 4–6. Sektorji so zapoljnjeni z radialnimi nizi areol. Valve so velike od 22 do 30  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Enako kot vrsta.

- Actinocyclus bremanus* Pantocsek  
Tab. 13, sl. 2
- 1889 *Actinocyclus bremanus*, n. sp. – Pantocsek, Taf. 3, Fig. 39.
- 1957 *Actinocyclus bremanus* Pantocsek – Jurilj, 36.
- Opis: Valva je okrogla, ploščata, z ostro upognjenimi robovi. Velika je 40–68  $\mu\text{m}$ . Rob valve je pokrit z drobnimi radialnimi areolami, ki jih je 20 v 10  $\mu\text{m}$ . Proti sredini sledi submarginalna cona, sestavljena iz areol, ki so urejene v treh sistemih. Na submarginalnem delu valve je en psevdonodul. Osrednji del valve je razdeljen na 16 sektorjev, ki so med seboj ločeni z radialnimi prazninami. Sektorje zapolnjujejo radialni nizi areol. V centralnem polju ležita dve samostojni areoli.
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatija okolice Zagreba na Hrvaškem in Bremie v Romuniji.
- Danes vrsto pogosto najdemo v obalnem morskem planktonu.
- Actinocyclus octonarius* Ehrenberg var. *minuta* (Pantocsek) Hajós  
Tab. 13, sl. 3, 4
- 1886 *Actinocyclus octonarius* f. *minuta*, n. f. – Pantocsek, Taf. 30, Fig. 310.
- 1968 *Actinocyclus octonarius* var. *minuta*, n. comb. – Hajós, 127, Taf. 33, Fig. 4, 5, 8, 9.
- Opis: Valva je okrogla in konveksna. Premer valve znaša 18  $\mu\text{m}$ . Robni pas valve je ozek in neurejen. Valva je razdeljena na štiri sektorje s štirimi nizi radialnih areol. Sektorji so zapolnjeni z radialnimi nizi areol. Nizov je 10–12 na 10  $\mu\text{m}$ , v nizu pa je 10 areol na 10  $\mu\text{m}$ .
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteta se pojavlja v badeniju Madžarske.
- Actinocyclus octonarius* Ehrenberg  
Tab. 13, sl. 6
- 1972 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg – Hajós Pl. 5, Fig. 8.
- 1974 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg – Lohman, 339, Pl. 3, Fig. 8.
- 1976 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg – Andrews, 14, Pl. 3, Fig. 7.
- 1979 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg – Abbott & Andrews, 231, Pl. 1, Fig. 4.
- 1980 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg – Andrews, 23, Pl. 1, Fig. 1.
- Opis: Valva je okrogla, skoraj ploščata, v premeru meri okoli 50  $\mu\text{m}$ . Robni del valve je ornamentiran z drobnimi areolami, ki jih je 16 v 10  $\mu\text{m}$ . Srednji del valve je z radialnimi nizi areol razdeljen na sektoje. Vsak sektor je zapolnjen z radialnimi nizi areol, ki pa niso vzporedni z nizi, ki delijo valvo na sektorje, kot je to pri vrsti *A. ehrenbergi*. Zato so nizi na obeh straneh glavnih nizov postopoma krajši. V 10  $\mu\text{m}$  je 10 nizov, v nizu je 9 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Psevdonodul je na zunanjem robu robnega dela valve.
- Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v miocenu ZDA, Mediterana in Madžarske.
- Actinocyclus ingens* Rattray  
Tab. 13, sl. 10, 12
- 1886 *Cocsinodiscus elegans* Greville – Pantocsek, Taf. 24, Fig. 216.
- 1975 *Actinocyclus ingens* Rattray – Gombos, 314, Pl. 4, Fig. 5; Pl. 5, Fig. 12.
- 1975 *Actinocyclus ingens* Rattray – Koizumi, Pl. 2, Fig. 11.
- 1977 *Actinocyclus ingens* Rattray – Fenner, 510, Pl. 15, Fig. 4.
- 1977 *Actinocyclus ingens* Rattray – Řeháková, Pl. 6, Figs. 1, 2.
- 1978 *Actinocyclus ingens* Rattray – Řeháková, Taf. 1, Fig. 6.
- 1982 *Actinocyclus ingens* Rattray – Baldauf & Barron, 68, Pl. 1, Figs. 6, 10.
- 1985a *Actinocyclus ingens* Rattray – Barron, Pl. 6, Fig. 9.
- 1985b *Actinocyclus ingens* Rattray – Barron, 779, Figs. 9.2,3.
- 1986 *Actinocyclus ingens* Rattray – Hajós, Pl. 46, Figs. 5, 6.
- 2002 *Actinocyclus ingens* Rattray – Censarek & Gersonde, Pl. 1, Figs. 1, 4.

Opis: Novejše morfološke raziskave so pokazale (Whiting & Schrader, 1985a), da lahko v okviru prej enotne vrste ločimo pet različnih tipov valve:

1. ravna ali ploščata valva,
2. konkavna valva s centralno poglobitvijo,
3. konveksna valva z dvignjenim središčnim delom,
4. dvojno valovita valva, z dvema dvignjenima grebenoma okoli središčne depresije,
5. valva s konveksnim središčem in dvignjenima submarginalnima grebenoma.

Takšna morfologija valv tvori tudi različne tipe frustule. Frustula je lahko sestavljena iz dveh valv enakega tipa (homovalvatna) ali pa iz valv različnega tipa (heterovalvatna). Tako dobimo pet tipov frustul (glej sliko):

1. homovalvatna frustula, sestavljena iz dveh ravnih valv,
2. heterovalvatna frustula, sestavljena iz ene konkavne in ene konveksne valve,
3. homovalvatna frustula, sestavljena iz dveh konkavnih valv,
4. homovalvatna frustula, sestavljena iz dveh konveksnih valv,
5. heterovalvatna frustula, ki je dvojno valovita; ena valva ima konkavno, druga pa konveksno središče.

Z ozirom na obliko frustule sta Whiting in Schrader (1985a) ločila tri forme vrste *A. ingens*: f. *ingens*, f. *planus* in f. *nodus*. V naših vzorcih lahko ločimo dve obliki:

*Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting & Schrader  
Tab. 13, sl. 12

1985a *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting & Schrader, n. f. – Whiting & Schrader, 74, Pl. 3, Fig. 12.

Opis: Frustula je homovalvatna, sestavljena iz dveh ploščatih valv. Premer valv znaša 15–65 µm. Rob valve je ozek, rebrast, v 10 µm je 14–15 strij. Valva je pokrita z velikimi areolami (5 na 10 µm). Menjavajo se dolgi in kratki nizi areol. Pseudonodul ni viden.

*Actinocyclus ingens* f. *ingens* Whiting & Schrader  
Tab. 13, sl. 10

1985a *Actinocyclus ingens* f. *ingens* Whiting & Schrader, n. comb., emend. – Whiting & Schrader, 74, Pl. 1, Figs. 1–2; Pl. 2, Figs. 4–10; Pl. 3, Fig. 13.

Opis: Frustula je sestavljena iz ene konveksne in ene konkavne valve ali pa iz dveh konveksnih oziroma konkavnih valv. Premer valve znaša 28–40 µm. Submarginalni rob je iz drobnih areol, rob valve je ozek in rebrast. Valvo prekrivajo izmenjavajoči se dolgi in kratki radialni nizi areol.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta in forme so kozmopolitske in razširjene v srednjemio-censkih sedimentnih kamninah. V Centralni Parate-tidi je vodilna vrsta za srednji badenij (Hajós, 1986).

*Actinocyclus tsugaruensis* Kanaya  
Tab. 13, sl. 11

1968 *Actinocyclus tsugaruensis* Kanaya – Hajós, 127, Taf. 26, Fig. 17–19; Taf. 27, Fig. 1–3.

1974 *Actinocyclus tsugaruensis* Kanaya – Hajós, Pl. 2, Fig. 20.

1986 *Actinocyclus tsugaruensis* Kanaya – Hajós, Pl. 46, Figs. 7, 8.

Opis: Valva je okrogla, valovita, v premeru meri 45 µm. Površina valve je pokrita z radialnimi nizi okroglih areol. Centralno polje je brezstruktorno z eno samostojno areolo v sredini. Nizi areol so treh različnih dolžin. Najdaljši potekajo od roba valve do središčnega polja. Areole, ki gradijo te nize, se od roba proti sredini valve večajo, naprej proti središču pa se manjšajo. Med temi nizi so srednje dolgi nizi areol, ki segajo do polovice valve. Med oba tipa nizov je vrinjen tretji tip, ki sega do tretjine polmera valve. V nizih je 5–6 areol na 10 µm. Submarginalni rob je nekoliko dvignjen in zgrajen iz drobnih tesno stoječih areol. Rob valve je širok 2,5 µm in je zgrajen iz radialnih reber, ki jih je 15 v 10 µm.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz karpatija in badenija Madžarske (Hajós, 1986).

Familia: Heliopeltaceae H. L. Smith 1872  
Genus: Actinoptychus Ehrenberg 1839

*Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs  
Tab. 15, sl. 1

- 1930 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs – Hustedt, 475, Fig. 264.  
1976 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs – Dzinoridze et al., Pl. 12, Fig. 4.  
1979 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs – Dzinoridze, Jouse & Strelnikova, 45, ris. 69–73.

Opis: Valve so okrogle, v premeru merijo 20 do 150  $\mu\text{m}$ . Valve sestojijo običajno iz šest enako velikih sektorjev, ki izmenično ležijo v dveh ravninah. Centralno polje je šestkotno in je brez strukture ter zavzema približno 1/6 premera. Dvignjeni sektorji imajo na robu valve kratek cevast nastavek in so pokriti z velikimi poligonalnimi areolami, ki so razporejene v satat vzorec. Na robu valve se ta vzorec izgubi in so areole razporejene bolj nepravilno. Areole so 3 do 4 v 10  $\mu\text{m}$ . Spuščeni sektorji nimajo nastavkov. Areole so bolj nepravilne in izgledajo kot madeži, ki so med seboj s črtami povezani v mrežo. Struktura spuščanih sektorjev na robu valve je podobna kot pri dvignjenih sektorjih.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta litoralna planktonska vrsta v vseh morjih, pogosto tudi v bližini rečnih ustij (Hustedt, 1930). Fosilna najdena v miocenskih plasteh na Madžarskem, Hrvaškem, v Kaliforniji, Barbadosu, Peruju in drugje (Jurilj, 1957).

*Actinoptychus senarius* (Ehrenberg)  
Tab. 13, sl. 9

- 1968 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Hajós, 120, Taf. 30, Fig. 1–5, 9.  
1971 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Wornardt, 1280, Pl. 8, Figs. 1, 2.  
1972 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Hajós, Pl. 5, Fig. 3.  
1976 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Andrews, 15, Pl. 4, Figs. 7, 8.  
1982 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – San-cetta, p. 225, Pl. 1, Fig. 7.

1983 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Abbott & Ernissee, 227, Pl. 7, Figs. 1, 2.

1986 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) – Hajós, Pl. 47, Figs. 3–8.

Opis: Valva je ploščata in okrogla. Premer valve znaša od 26 do 67  $\mu\text{m}$ . Valva je razdeljena na šest enakih sektorjev, ki so izmenično spuščeni oziroma dvignjeni. Vsaka skupina sektorjev ima drugačno ornamentacijo. Višji sektorji so drobno ornamentirani in imajo v sredini robnega dela valve bodičaste izrastke. Površino pokrivajo luknjice, ki jih je 17 do 18 v 10  $\mu\text{m}$ . Pod temi leži mreža velikih heksagonalnih areol. Areole so 4 v 10  $\mu\text{m}$ . Nižje sektorje pokrivajo nizi lukenj (14 v 10  $\mu\text{m}$ ), ki so urejene v treh sistemih. Tudi pod temi leži nejasna mreža areol. Nižji sektorji so brez trnastih izrastkov. Centralno polje je nejasno, poligonalno in je brez strukture. Zavzema približno 1/5 premera valve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta od krede do holocena. Danes je pogosta v neritskih in obalnih predelih vseh morij (Hustedt, 1930). Fosilna se množično pojavlja v miocenskih nahajališčih sveta.

*Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs  
Tab. 15, sl. 2; tab. 18, sl. 1

- 1886 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Pantocsek, Taf. 16, Fig. 140.  
1930 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Hustedt, 478, Fig. 265.  
1957 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Jurilj, 27, Tab. 37, sl. 7.  
1977 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Fenner, 510, Pl. 15, Fig. 1.  
1980 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Hajós, Pl. 3, Fig. 9.  
1987 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Andrews, 9, Pl. 1, Figs. 3–6.  
1987 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs – Baldauf & Barron, 5, Pl. 2, Fig. 3.

Opis: Valva je okrogla, velika 65 do 75  $\mu\text{m}$ . Razdeljena je na 10–20 klinastih sektorjev, ki stojijo v dveh ravninah. V sredini je hialinsko polje, ki je lahko okroglo, pogosto je zvezdasto in zavzema približno 1/5 premera valve. Dvignjeni nizi so zelo drobno

punktirani. Areole nastopajo v radialnih nizih in jih je 15–16 v 10  $\mu\text{m}$ . Po sredini dvignjenih polj poteka tanka, brezstrukturna hialinska žita. Nižji sektorji so bolj grobo skulpturirani in brez hialinskega traka na sredini. Ornamentiranost nižjih sektorjev ne poteka čisto do roba, ampak ostaja ob robu valve tanek hialinski pas. Rob valve je ozek, pokrit, z ravnimi radialnimi rebri, ki jih je 15–16 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Planktonska litoralna vrsta, ki živi ob obalah morij. Fosilna je znana od oligocena, pogosta je v miocenskih in pliocenskih plasteh ZDA, Tihega oceana in Atlantika. V Centralni Paratetidi je znana iz miocenskih plasti na Hrvaškem, Madžarskem in Češkem.

*Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs var.  
*zagrebiensis* Jurilj  
Tab. 15, sl. 3

1957 *Actinoptychus splendens* var. *zagrebiensis*  
var. nov. – Jurilj, 27, Tab. 5, sl. 1.

Opis: Valva meri v premeru 65  $\mu\text{m}$  in je okrogla. Pokrivajo jo nizi areol, ki jih je 12 na 10  $\mu\text{m}$ . V posameznem nizu pa je 12 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Rob nižjih sektorjev je brez strukture. Rob valve proti višjim delom nosi krilast nastavek, ki sega deloma še na rob spuščениh sektorjev. V sredini tega nastavka je izrastek, vendar se ne nadaljuje proti sredini v hialinski trak, tako kot pri vrsti.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteta je znana samo iz sarmatijskih plasti okolice Zagreba.

*Actinoptychus adriaticus* Grunow  
Tab. 14, sl. 7; tab. 15, sl. 4

1930 *Actinoptychus adriaticus* Grunow – Hustedt, S. 480, Fig. 267.

Opis: Valva je okrogla, velika 20–60  $\mu\text{m}$ . Valva je razdeljena v 6–10 sektorjev v dveh ravninah. Centralno polje je poligonalno, brezstruktorno. Na robu višjih sektorjev so izrastki, ki se nadaljujejo proti sredini s tankim hialinskim trakom. Na višjih poljih so radialni nizi areol, ki jih je 18 v 10  $\mu\text{m}$ . Sektorji, ki so nižji, pa v sredini nimajo hialinskega traku. Ti sektorji ne potekajo do samega roba valve,

ampak jih od roba loči tanek hialinski pas v obliki črke U.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes pogosta v obalnih zmernih in toplih morjih.

*Actinoptychus marylandicus* Andrews  
Tab. 15, sl. 6

1976 *Actinoptychus marylandicus*, n. sp. – Andrews, p.14, Pl. 4, Figs. 3–6.

Opis: Valva je okrogla in razdeljena na 14 sektorjev, ki ležijo v dveh ravninah. Premer valve znaša okoli 65  $\mu\text{m}$ . Grobo ornamentirani sektorji imajo v sredini polja hialinski pas, ki sega do polovice valve. Preostali del pokrivajo radialni nizi areol, ki jih je 10 v 10  $\mu\text{m}$ . Polja z drobno ornamentacijo so brez hialinskega traku in imajo na robu valve en izrastek. Ti sektorji so pokriti z drobnimi areolami, ki jih je 16 v 10  $\mu\text{m}$ . Centralno polje je brez strukture in zavzema petino valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Srednjemiocenska kozmopolitska vrsta (Andrews, 1976).

*Actinoptychus vulgaris* Grunow var. *doljensis*  
Pantocsek  
Tab. 15, sl. 5

1886 *Actinoptychus vulgaris* Grunow var. *doljensis*, n. sp. – Pantocsek, Taf. 23, Fig. 204.

1957 *Actinoptychus vulgaris* Grunow var. *doljensis* Pantocsek – Jurilj, 29.

Opis: Valve dosežejo do 80  $\mu\text{m}$  v premeru. Sestavljene so iz klinastih sektorjev v različnih ravninah. Spuščeni sektorji so slabo skulpturirani, tako da so na videz hialinskega izgleda. Zunanji rob nižjih sektorjev je popolnoma brez strukture. Okrog roba valve poteka ločen pas dvojnih areol. Višji sektorji so do roba ornamentirani in so pokriti z radialnimi nizi areol. V sredini dvignjenih sektorjev poteka ozka hialinska zajeda proti sredini valve in doseže 1/3 premera valve. Sektorjev je običajno 12–14.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je najdena v sarmatijskih plasteh Centralne Paratetide.

Ordo: Asterolamprales Round & Crawford 1990  
 Familia: Asterolampraceae H. L. Smith 1872  
 Genus: Asterolampra Ehrenberg 1845

*Asterolampra marylandica* Ehrenberg  
 Tab. 13, sl. 8; tab. 18, sl. 2

- 1930 *Asterolampra marylandica* Ehrenberg – Hustedt, 485, Fig. 271.  
 1968 *Asterolampra marylandica* Ehrenberg – Hajós, 124, Taf. 31, Fig. 6.

Opis: Valva je okrogla in meri v premeru 50 do 150  $\mu\text{m}$ . 1/3 premera zavzema središčno hialinsko polje. Iz središčne točke hialinskega polja poteka radialno sedem trakov. Ti potekajo do sredine ornamentiranih sektorjev. Sektorji so proti sredini valve polkrožni in klinasti. Med seboj so sektorji ločeni s hialinskim trakom, ki poteka skoraj do roba valve. Ob robu valve so sektorji povezani. Sektorje ob notranjem robu pokriva niz velikih areol, ki jih je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Preostali del pa pokrivajo manjši nizi areol, ki potekajo vzporedno z robom sektorjev. Teh areol je 9 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Pelagična, morska oblika, ki živi od miocena do danes.

Genus: *Asteromphalus* Ehrenberg 1844

*Asteromphalus hungarica* Pantocsek  
 Tab. 16, sl. 1

- 1905 *Asteromphalus hungarica*, n. sp. – Pantocsek, Taf. 30, Fig. 436.  
 1951 *Asteromphalus hungarica* Pantocsek – Cleve – Euler, 80, Fig. 141e.

Opis: Valva je okrogla, velika okrog 35  $\mu\text{m}$ . V sredini je nepravilno, ekscentrično stoječe hialinsko polje. Iz središča hialinskega polja poteka pet radialnih krakov, ki so prelomljeni. Ob robu je pet neenakih areoliranih klinastih sektorjev. Sektorji so med seboj ločeni s hialinskim trakom, ki je širok in poteka do roba valve. En sektor je v sredini razdeljen s tankim hialinskim poljem. Sektorje pokrivata dva poševna niza areol, ki jih je 10 na 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Terciar

Madžarske (Pantocsek, 1905) in Švedske (Cleve – Euler, 1951).

Suclassis: Biddulphiophycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Triceratiales Round & Crawford 1990  
 Familia: Triceratiaceae Lemmermann 1899  
 Genus: *Triceratium* Ehrenberg 1840

*Triceratium condecorum* Ehrenberg  
 Tab. 16, sl. 2

- 1968 *Triceratium condecorum* Hajós – Hajós, 131, Taf. 34, Fig. 15–16.  
 1976 *Triceratium condecorum* Ehrenberg – Andrews, 18, Pl. 5, Figs. 18, 19.  
 1977 *Triceratium condecorum* Brightwell – Fenner, 534, Pl. 28, Fig. 7; Pl. 29, Fig. 1.  
 1977a *Triceratium condecorum* Brightwell – Hajós, Pl. 8, Figs. 9, 15.  
 1980 *Triceratium condecorum* Ehrenberg – Andrews, 254, Pl. 6, Figs. 14, 15.

Opis: Valva je trikotna in ima spuščeni srednji del in dvignjene konce. Robovi valve varirajo od blago konveksnih preko ravnih do blago konkavnih. Dolžina stranice se giblje od 50 do 75  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z mrežo areol, ki so primarno urejene v radialne nize, sekundarno pa v približno koncentrične nize v sredini valve. V sredini valve je 4–5 areol na 10  $\mu\text{m}$ , na robu so nekoliko gostejše. Vmesne prostore med areolami v radialnih nizih zapolnjujejo drobne pore.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta se pojavlja v srednjem in zgornjem miocenu v foraminifernih conah N9 do N17 (Andrews, 1976). V Centralni Paratetidi nastopa v karpatijskih in badenijskih plasteh Avstrije, Češke (Řeháková, 1978) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Triceratium macroporum* Hajós  
Tab. 16, sl. 14, 15

- 1968 *Triceratium macroporum* n. sp. – Hajós, 132, Taf. 35, Fig. 1–10.  
1986 *Triceratium macroporum* Hajós – Hajós, Pl. 49, Figs. 1–5.

Opis: Valva je trikotna s slabo konkavnimi stranicami. Dolžina stranice znaša 23–60  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z mrežo večkotnih nepravilno razporejenih areol. V 10  $\mu\text{m}$  so 2–3 areole. V sredini so areole razporejene koncentrično. V sredini valve so med areolami nepravilno razporejene drobne pore. Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocenska morska vrsta. Znana je iz badenijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986).

*Triceratium spinosum* Bailey  
Tab. 16, sl. 16

- 1930 *Triceratium spinosum* Bailey – Hustedt, 804, Fig. 467.  
1957 *Triceratium spinosum* Bailey – Jurilj, 40.

Opis: Valva je trikotne oblike. Stranice so dolge okoli 90  $\mu\text{m}$ . Sredina valve je dvignjena. Valvo pokrivajo poligonalne areole, ki jih je 5 do 6 v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve (na področju dvignjenega trikotnika) so areole nepravilno razvrščene, drugače tvorijo radialne nize. Na koncih trikotnika se nahajajo izrastki v pervalvni smeri. Pod temi izrastki je valva zožena.

Stratigrafska in geografska razširjenost: V sarmatiju okolice Zagreba na Hrvaškem (Jurilj, 1957) in Madžarske (Pantocsek, 1886). Danes živi ob obalah toplih morij (Hustedt, 1930).

*Triceratium laetum* Pantocsek  
Tab. 16, sl. 6

- 1886 *Triceratium laetum*, n. sp. – Pantocsek, 54, Taf. 22, Fig. 200.  
1976 *Triceratium laetum* Pantocsek – Hajós, Taf. 4, Figs. 1–3.

Opis: Valva je peterokraka z zaobljenimi konci

krakov. Konci valve nosijo masivne mamilozne nastavke. Srednji del diska in kraki so nekoliko privzdignjeni, tako da na sredini valve nastopa krožna depresija. Valva je pokrita z nizi areol (10 v 10  $\mu\text{m}$ ), ki so urejene tako radialno kot koncentrično. Premer valve je okoli 35  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Oblika je poznana iz sarmatijskih plasti Hrvvaške in Madžarske.

*Triceratium lucidum* Pantocsek  
Tab. 16, sl. 7

- 1886 *Triceratium lucidum* n. sp. – Pantocsek, 54, Taf. 5, Fig. 41.

Opis: Trikotna valva z močno konkavnimi stranicami. Konci valve so ozko zaobljeni in nosijo masivne mamilozne nastavke. Dolžina ene stranice valve je okoli 85  $\mu\text{m}$ . Valva je v sredini nekoliko dvignjena. Pokrita je z radialnimi nizi poligonalnih areol, ki jih je 7–8 na 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti Madžarske.

Familia: Plagiogrammaceae De Toni 1890  
Genus: Plagiogramma Greville 1859

*Plagiogramma pulchellum* Greville var. *acuta*  
Hajós  
Tab. 16, sl. 8

- 1968 *Plagiogramma pulchellum* Greville var. *acuta* n. var. – Hajós, 145, Taf. 43, Fig. 3.

Opis: Valva je rombično-suličasta, z zašiljenimi konci. Dolga je 21  $\mu\text{m}$ , široka 7  $\mu\text{m}$ . Valva je z dvema paroma psevdosept razdeljena na pet delov. En par pseudosept je v sredini, drugi ob koncih valve. Centralni del in polarna dela valve sta brez strukture, ostali del valve prekrivajo nežna točkasta rebra, ki pogosto niso vidna. Reber je 17 v 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz badenijskih plasti na Madžarskem (Hajós 1968, 1986).



Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg  
Tab. 16, sl. 9

- 1953 Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg – Cleve - Euler, 64, Fig. 332.  
1957 Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg – Jurilj, 52, Tab. 11, sl. 4.  
1959 Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg – Hustedt, 110, Fig. 635.  
1974 Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg – Hajós & Řeháková, Taf. 2, Fig. 14.

Opis: Z valvne strani so valve eliptične, suličasto-eliptične in linearno-eliptične. V dolžino merijo 32 do 34  $\mu\text{m}$ , v širino pa 7 do 8  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so prečni nizi areol, ki so nekoliko ločno upognjeni proti poloma. Nizov je 12 do 13 na 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je ozka in ravna. V sredini valve je par psevdosept. Te so proti poloma konkavne. Konci valve so brez strukture, vendar niso s psevdosepti ločeni. Plevralno je frustula pravokotna z zaobljenimi konci.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta se pojavlja od miocena do danes. Danes živi v obalnih območjih toplih in zmerno toplih morij (Hustedt, 1959).

Plagiogramma hidalgoi Azpeitia  
Tab. 16, sl. 3

- 1977a Plagiogramma hidalgoi Azpeitia – Hajós, Pl. 5, Fig. 7.  
1986 Plagiogramma hidalgoi Azpeitia – Hajós, Pl. 50, Fig. 4.

Opis: Valva je eliptična s široko zaobljenimi konci, dolga 33 in široka 9  $\mu\text{m}$ . Središčno polje je brezstrukturno in omejeno z dvema, proti poloma nekoliko konkavnimi, psevdosepti. Konci valve so prav tako brez strukture in omejeni z drugim parom psevdosept. Preostali del valve je pokrit z radialnimi nizi areol. Nizov je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je ozka in ravna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Znana iz skladov eggenburgijske do badenijske starosti na Madžarskem (Hajós, 1986).

Plagiogramma truanii Pantocsek  
Tab. 16, sl. 4, 5

- 1889 Plagiogramma truanii n. sp. – Pantocsek, Taf. 13, Fig. 224.  
1957 Plagiogramma truanii Pantocsek – Jurilj, 52, Tab. 12, sl. 1.  
1978 Plagiogramma truanii Pantocsek – Hajós, Taf. 5, Fig. 5–7.

Opis: Valve so eliptično-suličaste, dolge 54 do 78 in široke 12 do 16  $\mu\text{m}$ . Srednje polje je veliko in ni ločeno s psevdosepti. Pseudorafa je zelo ozka ali je sploh ni. Površina valve je pokrita s prečnimi nizi areol, ki jih je 12 do 13 v 10  $\mu\text{m}$ . V posameznem nizu je 12 do 15 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so ločeno upognjeni proti poloma valve. Konca valve sta brez strukture.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz sarmatija Romunije (Pantocsek, 1889), Hrvaške (Jurilj, 1957) in Madžarske (Hajós, 1978).

Plagiogramma fossile Hajós  
Tab. 16, sl. 10

- 1968 Plagiogramma fossile n. sp. – Hajós, 147, Taf. 43, Fig. 10.

Opis: Valva je suličasto-eliptična z glavičastima koncema. Valva je dolga 61  $\mu\text{m}$  in široka 12  $\mu\text{m}$ . V sredini valve sta dve psevdosepti. Ti ločita središčni brezstrukturni del od ostalega dela valve, ki je pokrit s prečnimi nizi drobnih areol. Nizov je 7 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu pa je 10 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Konca valve sta prav tako ločena s psevdosepti in sta brez strukture. V sredini valve je ozka pseudorafa. Nizi areol so na obeh straneh zamaknjeni, tako da med dvema nizoma na eni strani pseudorafe leži po en niz na drugi strani pseudorafe.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo le iz badenijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986).

Genus: *Glyphodesmis* Greville 1862

– Hajós &amp; Řeháková, Pl. 2, Fig. 11.

*Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow  
Tab. 16, sl. 11, 12

- 1959 *Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow – Hustedt, 125, Fig. 647.  
 1968 *Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow – Hajós, 149, Taf. 42, Fig. 10, 11.  
 1977a *Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow – Hajós, Pl. 8, Fig. 16.

Opis: Valva je rombično-suličasta, včasih s kljunasto podaljšanimi zaobljenimi konci. Dolžina valve je 27, širina pa 13  $\mu\text{m}$ . Valva ima na robu kratka radialna rebra, ki jih je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je široka in tvori veliko hialinsko centralno polje. V sredini tega polja je velik, ovalen, ploščat centralni nodul, ki pa je običajno slabo viden.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz badenija Madžarske (Hajós, 1986) in iz sarmatija Hrvaške (Jurilj, 1957). Danes živi v litoralni vseh evropskih morij (Hustedt, 1959).

Genus: *Dimerogramma* Ralfs & Picard 1861*Dimerogramma minus* (Gregory) Ralfs var. *neglectum* Jurilj  
Tab. 16, sl. 13; tab. 18, sl. 5

- 1957 *Dimerogramma minus* var. *neglectum* (var. nov.) – Jurilj, 54, Tab. 12, sl. 4.

Opis: Valva je rombično-suličasta, dolga 12 in široka 9  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo radialni in usločeni nizi areol. Nizov je 6–8 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu je 9–11 areol. Pseudorafa je široka in je suličasto oblikovana. Poli rafe so brez strukture.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je ugotovljena v sarmatijskih plasteh Hrvaške.

*Dimerogramma marinum* (Gregory) Ralfs  
Tab. 16, sl. 18

- 1959 *Dimerogramma marinum* (Gregory) Ralfs – Hustedt, 119, Fig. 612.  
 1974 *Dimerogramma marinum* (Gregory) Ralfs

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenima poloma. Dolžina valv se giblje med 30 in 70  $\mu\text{m}$ , širina med 6 in 15  $\mu\text{m}$ . Na valvi so transapikalna rebra (7–10 v 10  $\mu\text{m}$ ), v vmesnih prostorih so 2 do 3 velike areole. Pseudorafa je linearna, včasih v osrednjem delu nekoliko razširjena. Rebra so linearna, le proti poloma postanejo konvergentna. Pola sta radialno skulpturirana.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je najdena v badenijskih plasteh Madžarske (Hajós, 1986), sarmatijskih plasteh Madžarske (Hajós & Řeháková, 1974; Hajós, 1986) in Hrvaške (Jurilj, 1957). Danes živi ob obalah južnoevropskih morij (Hustedt, 1959).

*Dimerogramma boryanum* Pantocsek  
Tab. 16, sl. 17; tab. 18, sl. 7

- 1889 *Dimerogramma boryanum* n. sp. – Pantocsek, Taf. 23, Fig. 343.  
 1974 *Dimerogramma boryanum* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 5, Fig. 15.

Opis: Valva je linearno-suličasta z ozko zaobljenimi konci. Dolžina valve znaša 44  $\mu\text{m}$ , širina pa 7  $\mu\text{m}$ . Konca valve sta brez strukture in se jasno ločita od ostale valve. Na valvi so kratki prečni nizi majhnih okroglih areol. Nizi so pravokotni na apikalno os, le proti koncema valve so nekoliko radialni. Nizov je 12 v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve je suličasto hialinsko polje (pseudorafa).

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana le iz sarmatijskih plasti Madžarske.

*Dimerogramma tortonicum* Hajós  
Tab. 16, sl. 20

- 1968 *Dimerogramma tortonicum* n. sp. – Hajós, 147, Taf. 40, Fig. 5, 6, 9–15, 17.  
 1986 *Dimerogramma tortonicum* Hajós – Hajós, Pl. 51, Figs. 13, 13a.

Opis: Valva je eliptično-suličasta do rombično-suličasta, dolga 32 do 42  $\mu\text{m}$  in široka 12 do 13  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita s prečnimi nizi areol. Nizi

so v sredini valve transapikalni, proti poloma so radialni in nekoliko upognjeni. V 10  $\mu\text{m}$  je 7 nizov areol. Pseudorafa je ozka in ravna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz badenijskih plasti predgorja Matra na Madžarskem (Hajós, 1968, 1986).

*Dimerogramma angustatum* Hajós

Tab. 16, sl. 19

- 1968 *Dimerogramma angustatum* n. sp. – Hajós, 148, Taf. 40, Fig. 22–25; Taf. 43, Fig. 11–18.  
 1980 *Dimerogramma angustatum* Hajós – Hajós, Pl. 8, Fig. 5.  
 1986 *Dimerogramma angustatum* Hajós – Hajós, Pl. 51, Figs. 8–12.

Opis: Valva je linearno-suličasta, včasih nekoliko upognjena, na koncih nekoliko zožena. Valva je dolga okoli 56  $\mu\text{m}$ , široka okoli 10  $\mu\text{m}$ . Površina je pokrita s prečnimi nizi velikih areol. V sredini valve gradijo nize 3 areole. Nizi areol so ravni, le na koncih valve so nekoliko radialni. Nizov je 7 v 10  $\mu\text{m}$ . Ob polih se število areol v nizu zmanjša na 2. Stratigrafska in geografska razširjenost: Karpatij in badenij Madžarske (Hajós, 1980, 1986).

Ordo: Biddulphiales Krieger 1954

Familia: Biddulphiaceae Kützing 1844

Genus: Biddulphia Gray 1821

*Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper

Tab. 17, sl. 1–3

- 1930 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper – Hustedt, 834, Fig. 491.  
 1957 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper – Jurilj, 44.  
 1976 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper – Andrews, Pl. 5, Fig. 11.  
 1979 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper – Abbott & Andrews, 234, Pl. 2, Fig. 4; Pl. 6, Fig. 8.  
 1983 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper – Abbott & Ernissee, 297, Pl. 10, Figs. 9, 10.

Opis: Valva je valovita, eliptično-suličasta. Dolžina

valve znaša 64–71  $\mu\text{m}$ , širina na sredini valve 27  $\mu\text{m}$ . Z valvne strani je valva razdeljena z dvema prečnimi septi v tri dele. Lateralno, na obeh koncih je še en segment, ki ni ločen s septi. S plevralne strani je valva zgrajena iz osrednjega, močno izbočenega dela in dveh manjših stranskih. Valva se na obeh straneh končuje z rogastima izrastkoma, ki potekata navpično in segata višje od osrednjega dela valve. Apikalna izrastka se glavičasto zaključita. Površina valve je pokrita z areolami, ki so razvrščene radialno okoli centralne izbokline.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je kozmopolitska od krede do danes, pogosta je ob morskih obalah.

*Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brebisson & Godey

Tab. 19, sl. 1

- 1930 *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brebisson & Godey – Hustedt, 846, Fig. 501.

Opis: Frustule so v pervalvarni osi visoke 10–95  $\mu\text{m}$ . Valve so eliptične. Srednji del valve je močno izbočen, valva se po daljši osi podaljša v dva cevasta izrastka. Frustule prekrivajo prostostoječe areole, ki jih je 10 v 10  $\mu\text{m}$ . Na valvnem delu so areole razporejene v radialne nize, v bočnem pasu v vzporedne nize.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Danes živi planktonsko v litoralno, ob obalah. V Evropi razširjena vrsta. Fosilno omenjajo iz sarmatijskih plasti Bolgarije (Temniskova - Topalova, 1982).

Ordo: Hemiaulales Round & Crawford 1990

Familia: Hemiaulaceae Heiberg 1863

Genus: Hemiaulus Ehrenberg 1844

*Hemiaulus* sp.

Tab. 13, sl. 7

Opis: Valva je široka 18  $\mu\text{m}$  in visoka 17  $\mu\text{m}$ . V sredini je ravna do blago konkavna. Na obeh straneh se končuje z dvema cevastima izrastkoma, ki ne stojita pravokotno na valvo, ampak sta poševna. Na spodnji strani je valva prav tako nekoliko konkavna. Valvo pokrivajo velike, okrogle, prostostoječe

areole. V spodnjem delu plaščnega dela valve so areole gostejše (približno 6 v 10  $\mu\text{m}$ ), proti vrhnjemu delu so vse redkejše.

Ordo: Anaulales Round & Crawford 1990  
 Familia: Anaulaceae (Schütt) Lemmermann 1899  
 Genus: Anaulus Ehrenberg 1844

*Anaulus minutus* Grunow  
 Tab. 17, sl. 4; tab. 18, sl. 3

- 1930 *Anaulus minutus* Grunow – Hustedt, S. 894, Fig. 537.  
 1975 *Anaulus minutus* Grunow – Hajós, Pl. 2, Fig. 1, 2.  
 1986 *Anaulus minutus* Grunow – Hajós, Pl. 58, Fig. 9, 10.

Opis: Eliptična do suličasto-eliptična valva, dolga 10 do 16  $\mu\text{m}$  in 5 do 6  $\mu\text{m}$  široka. Konci valve so zaobljeni, včasih nekoliko zašiljeni. Dve ravni ali proti sredini rahlo konkavni psevdosepti, delita valvo na tri dele. Psevdosepti sta oddaljeni 4–5  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v sarmatijskih plasteh Madžarske (Hajós, 1986). Danes živi v morskem planktonu (Hustedt, 1930).

*Anaulus simplex* Hajós  
 Tab. 17, sl. 5, 6

- 1974 *Anaulus simplex* n. sp. – Hajós & Řeháková, 552, Taf. 2, Fig. 4.  
 1976 *Anaulus simplex* Hajós – Hajós, Taf. 4, Fig. 8–11.  
 1982 *Anaulus simplex* Hajós – Temniskova – Topalova, Pl. 2, Figs. 3, 4.  
 1986 *Anaulus simplex* Hajós – Hajós, Pl. 58, Figs. 9–11.

Opis: Valva je suličasto-eliptična z ošiljenimi ali nekoliko zaobljenimi konci. Dolžina valve je 8 do 12  $\mu\text{m}$ , širina 4 do 5  $\mu\text{m}$ . En transapikalni psevdoseptum deli membranasto ravnino na dva, ne čisto simetrična dela.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je vodilna za spodnji sarmatij Centralne (Hajós, 1986)

in Vzhodne Paratetide (Temniskova – Topalova, 1982).

Subclassis: Cymatosiropycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Cymatosirales Round & Crawford 1990  
 Genus: Cymatosira Grunow 1862

*Cymatosira lorenziana* Grunow var. *maior* Jurilj  
 Tab. 17, sl. 10; tab. 18, sl. 4

- 1957 *Cymatosira lorenziana* Grunow var. *maior* n. var. – Jurilj, 55, Tab. 12, sl. 6; Tab. 13, sl. 1.  
 1974 *Cymatosira biharensis* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 5, Fig. 21.

Opis: Valva je eliptično-suličasta s podaljšanimi ozko zaobljenimi konci. Ob robu valve so velike kvadrataste areole, ki se ločijo od tistih na valvi. Teh areol je 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo prečni radialni nizi manjših areol. Nizov je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo tudi dva poševna sekundarna niza. Konci valve so brez strukture. Od vrste se varieteta loči po velikosti, saj so fosilni primerki 2– do 3– krat večji. Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteta je omenjena samo iz sarmatijskih plasti Centralne Paratetide.

*Cymatosira biharensis* Pantocsek  
 Tab. 17, sl. 13, tab. 18, sl. 6

- 1889 *Cymatosira biharensis* n. sp. – Pantocsek, Taf. 3, Fig. 41, 42.  
 1978 *Cymatosira biharensis* Pantocsek – Hajós, Taf. 5, Fig. 16–18.

Opis: Valva je suličasta z ozko zaobljenimi konci. Dolžina valve znaša od 40 do 50  $\mu\text{m}$ , širina pa okoli 14  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so ravni prečni nizi, ki jih je 6 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 8 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Areole potekajo neprekinjeno po celotni širini valve in niso prekinjene s psevdorafo ter sekundarno tvorijo dva poševna niza. Na robu valve so v eni vrsti večje areole. Teh je 7 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz sarmatija Romunije (Pantocsek, 1889)

in Madžarske (Hajós, 1978, 1986).

*Cymatosira miocenica* Hajós  
Tab. 17, sl. 7

- 1974 *Cymatosira miocenica* n. sp. – Hajós, Pl. 2, Fig. 36.  
1977a *Cymatosira miocenica* n. sp. – Hajós, Pl. 12, Fig. 16.  
1986 *Cymatosira miocenica* n. sp. – Hajós, Pl. 37, Figs. 9–10.

Opis: Hajóseva v vseh primerih navaja vrsto kot novo, vendar nikjer ne podaja opisa. Naši primerki so podobni citiranim fotografijam, le da so nekoliko večji. Valve so suličaste. Naši primerki so veliki okoli 30 in široki okoli 8  $\mu\text{m}$ . Valva je pokrita s kratkimi prečnimi nizi areol, ki so proti poloma nekoliko radialni. Nizov je 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Vzdolž roba valve so v eni vrsti nekoliko večje areole, ki so slabo vidne. Središčno polje je veliko in suličasto oblikovano. Poli valve so brez strukture.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Po podatkih Hajóseve (1974, 1986) jo najdemo karpatiju, bade-niju in sarmatiju v Centralni Paratetidi.

Subclassis: Chaetocerotophycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Chaetocerotales Round & Crawford 1990

Familia: Chaetocerotaceae Ralfs 1861

Genus: Chaetoceros Ehrenberg 1844

*Chaetoceros compressus* Lauder  
Tab. 7, sl. 18

- 1930 *Chaetoceros compressus* Lauder – Hustedt, 684, Fig. 388.  
1951 *Chaetoceros compressus* Lauder – Cleve – Euler, 99, Fig. 191b.  
1974 *Chaetoceros compressus* Lauder – Hajós & Řeháková, Pl. 5, Fig. 9.  
1977 *Chaetoceros compressus* Lauder – Hajós, Pl. 1, Fig. 15.  
1978 *Chaetoceros compressus* Lauder – Rampi & Bernhard, Pl. 3, Figs. 9, 10.

Opis: Spora je visoko cilindrična. Zgornja valva je

večja in polkrožna. Spore so široke 10  $\mu\text{m}$ , visoke pa 6–7  $\mu\text{m}$ . Na vseh štirih straneh cilindra so bodice. Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska oblika od miocena do danes.

*Chaetoceros didymus* Ehrenberg  
Tab. 7, sl. 13

- 1930 *Chaetoceros didymus* Ehrenberg – Hustedt, 688, Fig. 391.  
1974 *Chaetoceros didymus* Ehrenberg – Hajós & Řeháková, Taf. 5, Fig. 6.  
1977 *Chaetoceros didymus* Ehrenberg – Hajós, Pl. 1, Figs. 16, 17.  
1978 *Chaetoceros didymus* Ehrenberg – Rampi & Bernhard, Pl. 3, Figs. 18, 19.

Opis: Spore so nizko cilindrične, gladke, širina je veliko večja od višine. Epivalva je močno izbočena, hipovalva je skoraj ravna. Na robu valve so kratki, močni trni. Širina spore je 15  $\mu\text{m}$ , višina pa 6 do 7  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes.

*Chaetoceros affinis* Lauder  
Tab. 7, sl. 14, 15

- 1930 *Chaetoceros affinis* Lauder – Hustedt, 695, Fig. 396a.  
1957 *Chaetoceros affinis* Lauder – Jurilj, 38, Tab. 7, sl. 6.  
1968 *Chaetoceros affine* Lauder – Hajós, 128, Taf. 33, Fig. 12.  
1978 *Chaetoceros affinis* Lauder – Rampi & Bernhard, Pl. 3, Figs. 3–7.

Opis: Spore so nizko cilindrične. Zgornja valva je precej visoka, spodnja je nizka. Cilindrični del ima na zgornji strani venec bradavic. Širina spor znaša 12–13  $\mu\text{m}$ , višina pa 9–12  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Morska neritska vrsta od miocena naprej.

- Chaetoceros pantocseki* Hajós  
Tab. 7, sl. 16, 17
- 1977b *Chaetoceros pantocseki* n. sp. – Hajós, 399, Pl. 1, Figs. 9– 11.
- Opis: Trajna spora, visoka, sodčkasto oblikovana, zmeraj veliko višja kot širša. Valvi sta neenaki: spodnja je višja in širša, zgornja pa je manjša. Površina spore je redko posejana z bodicami. Višina valve znaša 12 µm, širina 4 do 7 µm.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz sarmatijskih plasti Madžarske.
- Chaetoceros crinitus* Schutt  
Tab. 7, sl. 19
- 1930 *Chaetoceros crinitus* Schutt – Hustedt, 730, Fig. 421.  
1951 *Chaetoceros crinitus* Schutt – Cleve – Euler, 106, Fig. 218b.  
1974 *Chaetoceros crinitus* Schutt – Hajós & Řeháková, Taf. 5, Fig. 8.
- Opis: Spore z neenakimi valvami. Primarna valva je visoka in kvadratasta ter nosi drobne bodice. Sekundarna valva je majhna, nizka in gladka. Širina spore je 6,5 µm, višina pa 8 µm.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes.
- Chaetoceros ingolfianus* Ostensfeld  
Tab. 7, sl. 20
- 1930 *Chaetoceros ingolfianus* Ostensfeld – Hustedt, 733, Fig. 423.  
1951 *Chaetoceros ingolfianus* Ostensfeld – Cleve – Euler, 106, Fig. 216.  
1978 *Chaetoceros ingolfianus* Ostensfeld – Rampi & Bernhard, Pl. 3, Figs. 21–23.
- Opis: Spore so zelo značilne z visokim plaščnim delom. Valva je ravna, ali pa konveksna. Površino spor pokrivajo drobni trni. Širina spore je 7,5 µm, višina spore je 10 µm.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes. Na območju Centralne Paratetide še ni
- znana.
- Chaetoceros* sp. 1  
Tab. 7, sl. 21
- Opis: Primarna valva je visoka in zvonaste oblike. Na vrhu se podaljšuje v dva trnasta izrastka. Sekundarna valva je nizka, na sredini slabo konveksna. Višina spore brez transtih izrastkov je 13–15 µm, največja širina znaša 10–11 µm.
- Chaetoceros* sp. 2  
Tab. 7, sl. 22
- Opis: Primarna valva je polkrožna in pokrita z drobnimi bodičastimi izrastki. Sekundarna valva je pravokotna s slabo konkavnim spodnjim robom. Sekundarna valva je gladka. Spora je visoka 8 µm in široka 10 µm.
- Chaetoceros* sp. 3  
Tab. 7, sl. 23
- Opis: Primarna valva je visoka, pravokotna in na zgornjem delu široko zaobljena. Površino primarne valve pokrivajo drobne bodice. Sekundarna valva je široka in nizka ter nekoliko upognjena. Srednji del spodnjega dela sekundarne valve je blago konveksen. Višina spore je 14 µm, največja širina spore je 14 µm.
- Chaetoceros* sp. 4  
Tab. 7, sl. 24
- Opis: Primarna valva je visoka in ozka. V spodnjem delu je kvadratasta, v zgornjem delu je zvonaste oblike. Sekundarna valva je pravokotna. Na spodnjem delu je v sredini močno konveksna. Spora je visoka 24 µm, njena največja širina znaša 8 µm.
- Chaetoceros* sp. 5  
Tab. 7, sl. 25
- Opis: Primarna valva je stožčasta s širokim, sed-

lastim vrhom. Na vrhu sedel se valva podaljšuje v dva različno dolga trnasta izrastka. Sekundarna valva je pravokotna. Njen spodnji del je na robovih podaljšan v dve kratki bodici, srednji del sekundarne valve je na sredini izbočen. Širina spore je 11  $\mu\text{m}$ , višina spore, brez trnastih izrastkov, je 15  $\mu\text{m}$ .

*Chaetoceros* sp. 6

Tab. 7, sl. 26

Opis: Spora je kvadratasta, skoraj tako široka kot visoka. Primarna valva je zvonasta in se na spodnji strani zaključuje z ornamentiranim robom. Sekundarna valva je kvadratasta s konveksno spodnjo stranjo valve. Višina spore je 17  $\mu\text{m}$ , širina pa 14  $\mu\text{m}$ .

Classis: Fragilariophyceae Round, Crawford & Mann 1990

Subclassis: Fragilariohycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Fragilariales Silva 1962

Familia: Fragilariaceae Greville 1833

Genus: *Fragilaria* Lyngbye 1819

*Fragilaria brevistriata* Grunow

Tab. 17, sl. 8

1959 *Fragilaria brevistriata* Grunow – Hustedt, 168, Fig. 676 b.

1970 *Fragilaria brevistriata* Grunow – Andrews, 11, Pl. 1, Figs. 18, 19.

1973 *Fragilaria brevistriata* Grunow – Hajós, 99, Pl. 7, Figs. 3, 7.

Opis: Kolonijske oblike, ki jih v preparatih dobimo v plevralnem preseku. V tem preseku so frustule linearne in pravokotne. Dolžina znaša 16 do 20  $\mu\text{m}$ , širina pa 4 do 6  $\mu\text{m}$ . Na robu so kratka transapikalna linearne rebra. Reber je v 10  $\mu\text{m}$  12 do 15. Plevra so brez strukture.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sladkovodna in brakična oblika, kozmopolitska od miocena do danes.

Genus: *Synedra* Ehrenberg 1830

*Synedra cristallina* (Agard) Kützing var. *fossilis* Pantocsek

Tab. 17, sl. 17

1889 *Synedra cristallina* var. *fossilis* n. var. – Pantocsek, Taf. 28, Fig. 402.

1957 *Synedra cristallina* var. *fossilis* Pantocsek – Jurilj, 58, Tab. 13, sl. 7.

Opis: Valve so velike, linearne, konci valve pa so nekoliko glavičasti. Valva nosi nize prečnih areol, ki jih je 7 na 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so vijugasti in na sredini včasih prekinjeni, včasih pa se nadaljujejo čez celotno širino valve. Pseudorafa ni prisotna. V posameznem nizu je 12 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi potekajo pravokotno na robove valve, le na koncih so radialni in potekajo okoli pola. Od recentnih oblik se fosilne ločijo po tem, da imajo na sredini valve porušeno strukturo.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska varieteta znana iz Hrvaške (Jurilj, 1957), Borov na Češkem (Hajós & Řeháková, 1974) in Mecseka ter Tokaja na Madžarskem (Hajós, 1986).

Genus: *Clavícula* Pantocsek 1886

*Clavícula polymorpha* Grunow & Pantocsek var. *tumida* Pantocsek

Tab. 17, sl. 22

1886 *Clavícula polymorpha* Grun. et Pant. var. *tumida* Pant. – Pantocsek, 37, Taf. 2, Fig. 12.

Opis: V naših preparatih sem našel samo odlomke. Frustule so zelo dolge in krhke. Valva se proti koncem postopoma širi in na koncu glavičasto široko zaključuje. Valvo pokrivajo vzporedni nizi areol. Na robu valve so po štiri areole v nizu, v sredini so nizi prekinjeni z ozkimi vzdolžnimi hialinskimi polji tako, da tri areole v nizu stojijo ločeno. V 10  $\mu\text{m}$  je 9–11 nizov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteta nastopa v sarmatijskih plasteh Madžarske.

Genus: *Opephora* Petit 1888

*Opephora marina* (Gregory) Petit  
Tab. 17, sl. 9

- 1959 *Opephora marina* (Gregory) Petit – Hustedt, 136, Fig. 656.  
1997 *Opephora marina* (Gregory) Petit – Andrén, 200, Figs. 1–13.

Opis: Valva je klinasta s široko zaobljenim zgornjim koncem in zašiljenim spodnjim koncem. Centralno hialinsko polje je široko in suličasto. Strije so na robu valve ter so močne in kratke. Strije so vzporedne do slabo radialne na polih valve. Apikalni poroidni del valve pod svetlobnim mikroskopom ni viden. Dolžina valv znaša 16–41  $\mu\text{m}$ , širina 4–6  $\mu\text{m}$ , na 10  $\mu\text{m}$  je 8–11 strij.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti Češke in Madžarske (Hajós & Řeháková, 1974; Hajós, 1986). Danes živi v litoralu ob obalah evropskih morij (Hustedt, 1930).

Ordo: Rhaphonaidales Round 1990  
Familia: Rhaphoneidaceae Forti 1912  
Genus: Rhaphoneis Ehrenberg 1844

*Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg  
Tab. 17, sl. 12; tab. 18, sl. 8

- 1953 *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Cleve – Euler, 28, Fig. 340 a, b, c, e.  
1957 *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Jurilj, 56.  
1959 *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Hustedt, 174, Fig. 680.  
1976 *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Andrews, 20, Pl. 6, Figs. 13, 14.  
1978 *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Andrews, 385, Pl. 2, Figs. 7, 8; Pl. 6, Fig. 8.  
1985b *Rhaphoneis amphiceros* Ehrenberg – Whiting & Schrader, Pl. 6, Figs. 4, 5.

Opis: Valva je rombično-eliptična z bolj ali manj kljunasto podaljšanimi, ozko zaobljenimi konci. Valve so dolge 20 do 40  $\mu\text{m}$ , široke pa 14 do 20  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z ukrivljenimi radialnimi nizi areol. Nizov je 7 do 8 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu je prav toliko areol na 10  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo tudi vzdolžne ravne nize. Včasih so na robovih v

sredini valve prisotni tudi krajši, interkalarni nizi areol. Pseudorafa je ravna, na koncih ozka, proti sredini se nekoliko razširi. Konci so pokriti z zelo drobnimi porami.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta od miocena naprej. V srednjem miocenu jo omenjajo iz Mediterana (Hajós, 1972), Centralne Paratetide (Pantocsek, 1898; Hajós, 1986) in vzhodnega dela ZDA (Andrews, 1978; Whiting & Schrader, 1985b).

*Rhaphoneis boryana* Pantocsek  
Tab. 17, sl. 11; tab. 20, sl. 1

- 1889 *Rhaphoneis boryana* n. sp. – Pantocsek, Taf. 28, Fig. 400.  
1957 *Rhaphoneis boryana* Pant. – Jurilj, str. 57, Tab. 13, sl.5.  
1974 *Rhaphoneis boryana* Pant. – Hajós & Rehakova, Taf. 6, Fig. 6.

Opis: Valva je eliptična, s kratkimi, podaljšanimi, ozko zaobljenimi konci. Debelina valve je skoraj takšna kot njena dolžina. Dolžina valve je 30  $\mu\text{m}$ , širina 20  $\mu\text{m}$ . Valva je pokrita z ukrivljenimi nizi areol, ki jih je 8 do 9 v 10 im, v nizu je 9 do 10 areol v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve so krajši interkalarni nizi. Pseudorafa je ozka in na koncih skoraj neopazna. Opombe: Andrews (1975) vrsto *R. boryana* omenja kot sinonim vrste *R. rhombica* (Grunow) Andrews. Ta ima na sredini valve ozko lateralno razširjeno pseudorafa zaradi krajših nizov areol, kar pri naših oblikah ni opazno.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti okolice Zagreba na Hrvaškem (Jurilj, 1957) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Rhaphoneis debyi* Pantocsek  
Tab. 17, sl. 16; tab. 20, sl. 2

- 1886 *Rhaphoneis debyi* n. sp. – Pantocsek, 34, Taf. 8, Fig. 70.  
1968 *Rhaphoneis debyi* Pantocsek – Hajós, 141, Taf. 41, Fig. 1.  
1975 *Rhaphoneis debyi* Pantocsek – Andrews, 207, Pl. 2, Fig. 20.  
1986 *Rhaphoneis debyi* Pantocsek – Hajós, Pl.



55, Figs. 2–4.

Opis: Valva je široko eliptična, skoraj okrogla, s podaljšanimi konci, ki so kratki in široko zaobljeni. Valva je dolga 35 in široka 28  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je ozko suličasta. Valvo pokrivajo radialni ukrivljeni nizi areol. V 10  $\mu\text{m}$  je 7 nizov, v nizu je 6 do 7 areol v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Srednji miocen Češke (Pantocsek, 1886) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Rhaphoneis nitida* (Gregory) Grunow  
Tab. 17, sl. 14

1959 *Rhaphoneis nitida* (Greg.) Grunow – Hustedt, S. 177, Fig. 683 a, b.

1968 *Rhaphoneis nitida* (Gregory) Grunow – Hajós, S. 141, Taf. 41, Fig. 3–10.

Opis: Valva je široko elipsasta, skoraj okrogla, včasih s komaj opaznimi glavičastimi konci. Valve so dolge 30 do 85  $\mu\text{m}$  in široke 25 do 65  $\mu\text{m}$ . Valva ima radialne nize areol. Proti sredini valve se mednje vključujejo krajši vmesni nizi. Pseudorafa je ozka, komaj opazna. V 10  $\mu\text{m}$  je 4 do 8 nizov. Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta od miocena do danes. Danes živi ob obalah evropskih morij (Hustedt, 1959).

*Rhaphoneis nitida* (Gregory) Grunow f. *trigona*  
*Azpeitia*  
Tab. 17, sl. 15

1959 *Rhaphoneis nitida* f. *trigona* *Azpeitia* – Hustedt, 178, Fig. 683c.

1968 *Rhaphoneis nitida* f. *trigona* *Azpeitia* – Hajós, 142, Taf. 41, Fig. 11, 12.

1977a *Rhaphoneis nitida* f. *trigona* *Azpeitia* – Hajós, Pl. 12, Fig. 14.

Opis: Valva je trikotna s konveksnimi stranicami. Stranice so enake, dolge 28  $\mu\text{m}$ . Iz vsakega vrha trikotnika poteka ozko hialinsko polje, ki se proti središču trikotnika nekoliko razširi. Hialinski trakovi delijo valvo na tri dele. Vsak del valve pokrivajo radialni nizi velikih areol. Nizov je 5,5 v 10  $\mu\text{m}$ .

Rob valve pokrivajo drobne pore, ki potekajo neprekinjeno okoli valve. Por je 9 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Enako kot vrsta.

*Rhaphoneis gratiosa* Hajós  
Tab. 17, sl. 21

1968 *Rhaphoneis gratiosa* n. sp. – Hajós, 143, Taf. 41, Fig. 15.

1977a *Rhaphoneis gratiosa* Hajós – Hajós, Pl. 9, Fig. 4.

1986 *Rhaphoneis gratiosa* Hajós – Hajós, Pl. 55, Figs. 5–7.

Opis: Valve so kegljaste s široko zaobljenimi, včasih nekoliko glavičastimi konci. Dolžina valve znaša 64, širina 25  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo prečni nizi areol, ki so v sredini valve pravokotni na glavno os, proti koncema valve so vse bolj radialni. Nizov je 6 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 6 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo tudi sekundarne vzdolžne nize, ki so vzporedni s potekom pseudorafe. Le-ta je suličasta, v sredini široka, proti koncema se oža. Poli so pokriti z radialnimi nizi strij, ki potekajo okoli apeksa. Strij je 16 v 10  $\mu\text{m}$  in zavzemajo 1/4 valve.

Opombe: Pri naših oblikah sta konca valve ornamentirana s strijami. Na posnetkih, narejenih z elektronskim mikroskopom na Madžarskih primerkih (Hajós, 1986) je vidno, da so konci valv ornamentirani z radialnimi nizi drobnih por. Domnevam, da je razlika posledica ločljivosti pri različnih mikroskopskih tehnikah.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz badenijskih plasti na Madžarskem.

Genus: *Delphineis* Andrews 1977

*Delphineis biseriata* (Grunow) Andrews  
Tab. 17, sl. 20

1886 *Rhaphoneis?* *biseriata* Grunow – Pantocsek, Taf. 27, Fig. 263.

1978 *Delphineis biseriata* (Grunow) n. comb. – Andrews, 390. Pl. 5, Figs. 3–5; Pl. 8, Figs. 3, 4.

1980 *Delphineis biseriata* (Grunow) Andrews –

- Andrews, 242, Pl. 4, Fig. 2.  
1986 *Delphineis biseriata* (Grunow) Andrews – Hajós, Pl. 31, Figs. 19–21; Pl. 52, Figs. 3–8.

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenimi konci. Dolžina znaša 49  $\mu\text{m}$ , širina 7  $\mu\text{m}$ . Transapikalni nizi so reducirani na eno vrsto velikih areol ob robovih valve, ki jih je 5 do 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa zavzema polovico širine valve. Na polih sta dve drobni pori, ki penetrirata skozi valvo. Med nizi areol so prečne pregrade – pseudosepta, ki prečkajo pseudorafa. Zaradi teh pregrad vrsta spominja na oblike rodu *Denticulopsis*.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz srednjega miocena Madžarske in ZDA.

*Delphineis lineata* Andrews

Tab. 17, sl. 18

- 1977 *Delphineis lineata* n. sp. – Andrews, 251, Pl. 1, Figs. 5–7.  
1978 *Delphineis lineata* Andrews – Andrews, 392, Pl. 5, Figs. 6–8.

Opis: Valva je linearna z zaobljenimi konci. Stranice valve so v sredini nekoliko konkavne. Valva je dolga 85  $\mu\text{m}$ , široka pa 8  $\mu\text{m}$ . Prečni nizi areol so v sredini valve linearni, proti poloma so blago radialni. Nizov je 7 v 10  $\mu\text{m}$ . Nize sestavljajo 3 do 4 areole. Pseudorafa je ravna in široka 2  $\mu\text{m}$ . Apikalni del valve obkrožajo radialni nizi areol, ki so sestavljeni iz ene drobne areole.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Andrews (1977) omenja vrsto iz srednjemiocenskih plasti v Marylandu, ZDA.

*Delphineis penelliptica* Andrews

Tab. 17, sl. 19

- 1977 *Delphineis penelliptica*, n. sp. – Andrews, 253, Pl. 1, Figs. 16–20; Pl. 2, Figs. 27, 28; Pl. 4, Figs. 35, 36.  
1978 *Delphineis penelliptica* Andrews – Andrews, 394, Pl. 5, Figs. 15–17.  
1980 *Delphineis penelliptica* Andrews – Hajós, Pl. 10, Figs. 9–13.  
1983 *Delphineis penelliptica* Andrews – Abbott

& Ernissee, 299.

Opis: Valva je eliptično suličasta do suličasta. Dolžina valve znaša 35 do 54  $\mu\text{m}$ , širina pa 9 do 12  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo prečne strije, ki jih sestavljajo 3 do 4 velike pore. Pore so na koncu valve reducirane samo na 1 ali 2. Strije so pravokotne na pseudorafa, le proti koncem valve so nekoliko radialne. Strij je 6 do 7 v 10  $\mu\text{m}$ . Konce valve v celoti obkrožajo drobne apikalne, radialne strije. Na polih sta dve drobni pori. Vzdržno polje je ozko in ravno.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je značilna za srednji miocen v ZDA (Andrews, 1977). Na območju Centralne Paratetide jo omenjajo v plasteh karpatijske in badenijske starosti (Hajós, 1980; 1986).

Ordo: Thalassionematales Round 1990

Familia: Thalassionemataceae Round 1990

Genus: *Thalassionema* Grunow 1881

*Thalassionema nitzschioides* Grunow

Tab. 19, sl. 2, 3

- 1953 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Cleve – Euler, 75, Fig. 400.  
1959 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Hustedt, 244, Fig. 725.  
1973 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Barron, Pl. 2, Fig. 6.  
1975 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Gombos, 322, Pl. 2, Figs. 3–7.  
1978 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Rampi & Bernhard, 67, Pl. 27.  
1979 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Andrews, 253, Pl. 6, Fig. 10.  
1982 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – San-cetta, 239, Pl. 4, Figs. 1–3.  
1983 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Abbott & Ernissee, 303, Pl. 13, Figs. 1, 2.  
1985a *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Barron, Pl. 8, Figs. 13, 15.  
1985b *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Whiting & Schrader, Pl. 6, Figs. 28–30.  
1986 *Thalassionema nitzschioides* Grunow – Barron, Pl. 1, Fig. 10.

Opis: Valve so linearno-suličaste s široko zaoblje-

nimi konci, ki so lahko tudi nekoliko zašiljeni. Valve so dolge 25 do 70, široke pa 5 do 6  $\mu\text{m}$ . Valva je ornamentirana z robnimi, kratkimi nizi, ki jih sestavlja ena areola. Nizov je 11 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Zelo razširjena kozmopolitska vrsta od miocena do danes. Na območju Centralne Paratetide je pogosto množična v badenijskih plasteh, velikokrat jo najdemo tudi v sarmatijskih plasteh.

Ordo: Striatellales Round 1990

Familia: Striatellaceae Kützing 1844

Genus: *Grammatophora* Ehrenberg 1840

*Grammatophora hungarica* Pantocsek  
Tab. 19, sl. 7

- 1889 *Grammatophora hungarica* n. sp. – Pantocsek, Taf. 4, Fig. 63; Taf. 9, Fig. 168; Taf. 15, Fig. 261.  
1974 *Grammatophora hungarica* Pantocsek – Hajós, Pl. 2, Fig. 32.  
1974 *Grammatophora hungarica* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 2, Fig. 9.  
1983 *Grammatophora hungarica* Pantocsek – Bajraktareviæ, Pl. 17, Fig. 2.

Opis: Valva je linearno eliptična s široko zaobljenimi konci. Dolga je od 23 do 27  $\mu\text{m}$ , široka od 6 do 8  $\mu\text{m}$ . Plevralno ima valva na robu prečne strije, ki jih je 24 v 10  $\mu\text{m}$ . Teka ima dve septi, ki ležita na tretjini razdalje med poloma in sredino valve. Septa so nepravilno valovita.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Obliko omenjajo iz sarmatijskih plasti Češke (Hajós & Řeháková, 1974), Madžarske (Pantocsek, 1889; Hajós, 1986) in Hrvaške (Bajraktareviæ, 1983).

*Grammatophora insignis* Grunow var. *doljensis*  
Grunow  
Tab. 19, sl. 10

- 1886 *Grammatophora insignis* var. *doljensis* Grunow – Pantocsek, Taf. 26, Fig. 238a–b.  
1957 *Grammatophora insignis* var. *doljensis* Grunow – Jurilj, 51.  
1976 *Grammatophora insignis* var. *doljensis*

Grunow – Hajós, Taf. 5, Fig. 21, 23.

- 1982 *Grammatophora insignis* var. *doljensis* – Temniskova – Topalova, Pl. 2, Fig. 6.

Opis: Valva je linearna, v sredini nekoliko konveksna, s široko zaobljenimi konci. Valva je dolga 64 do 88  $\mu\text{m}$  in široka 7 do 8  $\mu\text{m}$ . Septum pušča v sredini valve ovalno, razpotegnjeno odprtino. Ornamentiranost valve ni vidna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Značilna sarmatijska vrsta, ki nastopa v vseh sarmatijskih nahajališčih Centralne Paratetide kakor tudi v Bolgariji in Romuniji.

*Grammatophora oceanica* (Ehrenberg) Grunow  
var. *macilenta* (Smith) Grunow  
Tab. 19, sl. 6, tab. 20, sl. 4

- 1959 *Grammatophora oceanica* var. *macilenta* (W. Smidt) Grunow – Hustedt, 47, Fig. 574.  
1974 *Grammatophora oceanica* var. *macilenta* (W. Smidt) Grunow – Hajós & Řeháková, Taf. 2, Fig. 8.

Opis: Frustula je linearna do linearno-suličasta s široko zaobljenimi konci. Valva je ozka, v sredini nekoliko razširjena, konci so nekoliko glavičasto oblikovani. Dolžina valve znaša 47  $\mu\text{m}$ , širina pa 4,5  $\mu\text{m}$ . Skulpturiranost valve ni vidna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Na obrežjih morij od zgornjega miocena do danes. Fosilno poznamo iz spodnjega sarmatija Balčika v Bolgariji (Temniskova & Valeva, 1979) in iz Mesceka in Tokaja na Madžarskem (Hajós, 1986).

*Grammatophora robusta* Dippel  
Tab. 19, sl. 5

- 1886 *Grammatophora robusta* Dippel – Pantocsek, 39, Taf. 30, Fig. 20–21.  
1957 *Grammatophora robusta* Dippel – Jurilj, 50, Tab. 11, sl. 3  
1968 *Grammatophora robusta* Dippel – Hajós, 145, Taf. 42, Fig. 20, 21.  
1982 *Grammatophora robusta* Dippel – Temniskova – Topalova, Pl. 2, Figs. 11, 12.  
1986 *Grammatophora robusta* Dippel – Hajós, Pl.

33, Figs. 1–3.

Opis: Valva je dolga 60 do 120  $\mu\text{m}$ , linearno eliptična s široko zaobljenimi konci, včasih v sredini nekoliko odebeljena. Plevralno so valve točkaste, pore stojijo v treh sistemih. V 10  $\mu\text{m}$  je 18 por. Septa so valovita in potekajo do polovice dolžine teke. Septa so široka, močna in imajo odebeljene, kijaste konce.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta nastopa v srednjemiocenskih plasteh Centralne in Vzhodne Paratetide.

*Grammatophora stricta* Ehrenberg var. *fossilis*  
Grunow  
Tab. 19, sl. 4

- 1886 *Grammatophora stricta* var. *fossilis* Grunow – Pantocsek, Taf. 26, Fig. 239.  
1957 *Grammatophora stricta* var. *fossilis* Grunow – Jurilj, 51.  
1968 *Grammatophora stricta* var. *fossilis* Grunow – Hajós, 145, Taf. 42, Fig. 17–19; non Taf. 43, Fig. 1, 2.  
1974 *Grammatophora stricta* var. *fossilis* Grunow – Hajós & Reháková, Taf. 5, Fig. 20.

Opis: Teke so vidne samo valvarno. Valva je linearna s komaj opazno razširitvijo na sredini in na koncih. Konci so široko zaobljeni. Dolžina teke znaša 22 do 54  $\mu\text{m}$ , širina pa 5 do 9  $\mu\text{m}$ . Ornamen-tiranost valve ni vidna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Spodnje- in srednjemiocenska oblika. Najdemo jo v sarmatijskih plasteh na Hrvaškem (Jurilj, 1957), v srednjem miocenu Madžarske, v miocenskih plasteh na Javi in Haitiju (Hajós, 1968).

*Grammatophora torosa* Hajós  
Tab. 19, sl. 8, 9; tab. 20, sl. 3

- 1977b *Grammatophora torosa* n. sp. – Hajós, 389, Pl. 2, Fig. 7.

Opis: Valva je linearna, z nekoliko konveksnimi robovi. Stena valve je debela in je po površini pokrita s prečnimi nizi por. Ob koncih je majhno

hialinsko polje. Septum je močan in deli zunanjo površino valve v dve votlini.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v morskih badenijskih in sarmatijskih plasteh na Madžarskem (Hajós, 1986).

Ordo: Climacospheniales Round 1990  
Familia: Climacospheniaceae Round 1990  
Genus: *Climacosphaenia* Ehrenberg 1843

*Climacosphaenia moniligera* Ehrenberg  
Tab. 19, sl. 15

- 1933 *Climacosphaenia moniligera* Ehrenberg – Hustedt, 80, Fig. 625.  
1974 *Climacosphaenia moniligera* Ehrenberg – Hajós & Reháková, Taf. 2, Fig. 7.  
1982 *Climacosphaenia moniligera* Ehr. – Tem-niskova - Topalova, Pl. 3, Fig. 1.  
1990 *Climacosphaenia moniligera* Ehrenberg – Round et al., p. 442, Figs. a–e

Opis: Valve so klinaste, v zgornjem delu široke, proti spodnjemu delu se zelo zožijo. V preparatih najdemo izključno odlomke zgornjega, širšega dela valve. Valve so dolge do 500  $\mu\text{m}$ , v srednjem delu široke 15–40  $\mu\text{m}$ , ob spodnjem polu pa le 10  $\mu\text{m}$ . Valva je razdeljena z močnimi masivnimi septi v velike votline. Septa so na sredini valve zraščena v obliki sklepa ali zadrge.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana od miocena do danes. Živi kot epifit ali epilit ob morskih obalah v tropskih in subtropskih morjih. Fosilna je poznana iz sarmatijskih plasti Češke in Madžarske (Hajós & Reháková, 1974).

Classis: Baccillariophyceae Round, Crawford & Mann 1990

Subclassis: Bacillariophycidae Round, Crawford & Mann 1990

Ordo: Mastogloiales D. G. Mann 1990  
Familia: Mastogloiaceae Mereschkowsky 1903  
Genus: *Mastogloia* Thwaites 1856

*Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve  
Tab. 19, sl. 14

- 1889 *Orthonais splendida* Gregory – Pantocsek, Taf. 14, Fig. 352.
- 1953 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve – Cleve – Euler, 58, Fig. 603.
- 1957 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve – Jurilj, 71, Tab. 18, sl. 1.
- 1959 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve – Hustedt, 463, Fig. 883.
- 1968 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve – Hajós, 165, Taf. 47, Fig. 7–14.
- 1977 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve – Fenner, Pl. 33, Fig. 13, 14.

Opis: Valva je eliptična, dolga 60 do 95  $\mu\text{m}$  in široka 40 do 70  $\mu\text{m}$ . Vsak krak rafe se enkrat blago uvije, na polih sta kraka kljukasto zavita v isto smer. Vzdolžno polje je ozko in se v sredini lateralno razširi v ovalno središčno polje. Po površini valve so pravilno v treh sistemih razporejene areole. Prečni nizi so radialni in jih je 8 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole v posameznem nizu so proti sredini valve bolj redko postavljene in jih je 6 do 8 na 10  $\mu\text{m}$ . Robni del valve je drugače ornamentiran in je sestavljen iz dvojnih nizov areol. Obroč kamric na robu valve je širok 3  $\mu\text{m}$  in je sestavljen iz kvadratnih kamric, ki potekajo do konca valve. Kamric je 5 do 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes. Danes živi ob obalah tropskih in subtropskih morij.

*Mastogloia angulata* Lewis  
Tab. 19, sl. 12

- 1959 *Mastogloia angulata* Lewis – Hustedt, 465, Fig. 885.

Opis: Valve so elipsaste in suličasto-elipsaste s kratkimi, široko zaobljenimi konci. Dolžina valve je 35–80  $\mu\text{m}$ , širina 25–30  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna. Vzdolžno polje je zelo ozko. Centralno polje je majhno in okroglo. Valvo pokrivajo nizi areol. V sredini so nizi pravokotni na rafo, proti koncema valve so radialni. Nizov je 10 do 14 na 10  $\mu\text{m}$ . Obroč kamric na robu valve je širok 4  $\mu\text{m}$  in poteka vzdolž celotne valve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Zelo razširjena v obalnih predelih toplejših morij. Fosilno omenjajo iz sarmatijskih plasti Hrvaške (Jurilj, 1957) in Bolgarije (Temniskova - Topalova, 1979).

*Mastogloia angulata* Lewis var. *sarmatica* Jurilj  
Tab. 19, sl. 13; tab. 20, sl. 5

- 1957 *Mastogloia angulata* var. *sarmatica* n. var. – Jurilj, 72, Tab. 18, sl. 3.
- 1982 *Mastogloia angulata* var. *sarmatica* Jurilj – Temniskova – Topalova, Pl. 4, Fig. 7.

Opis: Od vrste so loči po velikosti in po zavitosti rafe. Frustula je eliptično suličasta s kratkimi, prisekanimi in široko zaobljenimi konci. Dolžina valve je 60 do 100  $\mu\text{m}$ , širina 30 do 37  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo prečne nize. Nizov je 9 do 12 na 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so v sredini valve pravokotni na rafo, na polih so radialni. Rafa je blago povita (in ne ravna, tako kot pri vrsti), tako da ima dva dola in dva vrha. Na proksimalnih koncih se kijasto razširi. Vzdolžno polje je ozko, srednje polje je majhno in okroglo. Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteto omenjajo iz sarmatija Hrvaške in Bolgarije. Vrsta živi ob obalah toplih morij.

*Mastogloia szontaghii* Pantocsek  
Tab. 21, sl. 1

- 1889 *Mastogloia szontaghii* n. sp. – Pantocsek, Taf. 29, Fig. 416.
- 1974 *Mastogloia szontaghii* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 8, Fig. 10.

Opis: Valva je linearno eliptična s podaljšanimi, kljunastimi konci. Dolžina valve znaša 54  $\mu\text{m}$ , širina 22  $\mu\text{m}$ . Nizov je 9 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 8 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Areole so ob vzdolžnem polju bolj redko posejane kot pri robu valve. Nekaj nizov v sredini je ravnih, ostali so radialni. Vzdolžno polje je ozko in ravno. Srednje polje je okroglo. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta nastopa v sarmatijskih plasteh Češke in Madžarske (Hajós & Řeháková, 1974).

*Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve  
Tab. 19, sl. 11; tab. 20, sl. 6

1957 *Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve – Jurilj, 73, Tab. 18, sl. 4.

Opis: Valve so eliptične, dolge 30 in široke 17  $\mu\text{m}$ . Glavna značilnost te vrste je, da se središčno polje razširi na obe strani v obliki klina. Ta prostor nastane zato, ker so središčni trije nizi konvergentni in ne pravokotni ter tako puščajo prazen prostor. Nizov je 13 do 15 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu je 10 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Obročča kamric ni viden. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo le iz sarmatijskih plasti pri Dolju. Danes živi ob obalah predvsem toplih morij. Pogosta je tudi v Sredozemlju (Jurilj, 1957).

*Mastogloia castracanei* (Pantocsek) Brun  
Tab. 21, sl. 2

1889 *Alloconeis castracanei* n. sp. – Pantocsek, Taf. 23, Fig. 344.

1957 *Mastogloia castracanei* Pantocsek – Jurilj, 74, Tab. 18, sl. 6.

1978 *Mastogloia castracanei* (Pantocsek) Brun – Hajós, Taf. 7, Fig. 1, 2.

Opis: Valva je rombično-eliptična, dolga 75 in široka 27  $\mu\text{m}$ . Na valvi so radialna rebra, med katerimi se nahajajo dvojni nizi areol. Reber je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . V nizu je 8 do 10 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Ob izhodu na središčno polje se je nekaj areol oddaljilo iz nizov v samo polje. Te areole so povečane in stoje samostojno in brez reda. Rafa je valovita in na proksimalnem koncu krilasto razširjena. Zaradi tega se je enostransko povilo tudi središčno polje. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v sarmatijskih sedimentih Češke (Pantocsek, 1889), Hrvaške (Jurilj, 1957) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Mastogloia ovolum* Hustedt  
Tab. 21, sl. 8

1959 *Mastogloia ovolum* n. sp. – Hustedt, 474, Fig. 892.

Opis: Valva je eliptično-suličasta, dolga 35  $\mu\text{m}$  in široka 15  $\mu\text{m}$ . Rafa je valovita in na distalnih koncih

upognjena. Vzdolžno polje je ozko in ravno. Valvo pokrivajo točkaste strije, ki jih je 16 v 10  $\mu\text{m}$ . Kamrice na robu valve tvorijo obroč, ki je širok 2  $\mu\text{m}$ . V 10  $\mu\text{m}$  so 3 do 3,5 kamrice. Kamrice so kvadratne in potekajo do polov valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes ob obalah toplih morij.

*Mastogloia ovalis* Schmidt var. *areata* Jurilj  
Tab. 21, sl. 5

1957 *Mastogloia ovalis* var. *areata* n. var. – Jurilj, 74, Tab. 20, sl. 1.

Opis: Valva je eliptična, dolga 19, široka 12  $\mu\text{m}$ . Ima 13 do 14 prečnih nizov in 10 do 12 vzdolžnih nizov areol. Vzdolžna area je širša kot pri vrsti in je kopjasta, brez centralnega polja. Rafa je ozka in nekoliko valovita. Obroč kamric na robu valve je širok 1,5  $\mu\text{m}$ , v 10  $\mu\text{m}$  pa sta 2,5 kamrici (za razliko od vrste, kjer so 3 do 4).

Stratigrafska in geografska razširjenost: Samo v sarmatijskih plasteh okolice Zagreba na Hrvaškem.

*Mastogloia constricta* Hajós  
Tab. 21, sl. 13

1974 *Mastogloia constricta* n. sp. – Hajós & Řeháková, 554, Taf. 3, Fig. 4.

1974 *Mastogloia constricta* Hajós. – Hajós, Pl. 4, Figs. 67, 68

Opis: Valva je linearna s suličasto oblikovanimi konci. Valve so dolge 27 do 44  $\mu\text{m}$  in široke 9–12  $\mu\text{m}$ . V 10  $\mu\text{m}$  je 18 do 20 rahlo radialnih transapikalnih reber, ki so drobno punktirana. Vzdolžna area je ozka in ravna, brez razširitve v centralnem delu. Kamrice na robu valve so kvadratne. Njihovo število je spremenljivo, giblje se med 4 in 8. V 10  $\mu\text{m}$  so 4 do 4,5 kamrice.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana samo iz sarmatijskih plasti na Madžarskem.

*Mastogloia baldjikianae* Grunow  
Tab. 20, sl. 7; tab. 21, sl. 9

- 1957 *Mastogloia baltschikiana* Grunow – Jurilj, 79, Tab. 20, sl. 2.  
 1959 *Mastogloia baldjikiana* Grunow – Hustedt, 550, Fig. 981.  
 1978 *Mastogloia baldjikiana* Grunow – Hajós, Taf. 7, Fig. 3, 4.  
 1982 *Mastogloia baldjikiana* Grunow – Temnikova – Topalova, Pl. 4, Figs. 3–6.

Opis: Valve so suličaste, dolge 20 do 45  $\mu\text{m}$  in široke 10 do 20  $\mu\text{m}$ . Valve imajo prečne radialne nize areol, ki jih je 18 do 24 na 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so na vsaki strani rafe prekinjeni s polmesečastim hialinskim poljem. Središčno polje veže oba dela, tako da dobimo v sredini brezstrukturno polje, ki ima obliko črke H. Rafa je valovita (vsak krak ima dva vrha in dva dola). Obroč robnih kamric je širok 1,5 do 2  $\mu\text{m}$ . Kamrice so enake in jih je 5 do 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Pred polom se kamrice izklinijo.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto najdemo v spodnjearmatijskih plasteh Madžarske (Hajós, 1986) in Hrvaške (Jurilj, 1957) ter v srednjearmatijskih plasteh Balčika v Bolgariji (Temnikova – Topalova, 1982). Danes živi v Jadranskem morju in ob obalah Bornea (Hustedt, 1959).

*Mastogloia rogali* Jurilj  
 Tab. 21, sl. 3

- 1957 *Mastogloia rogalii* n. sp. – Jurilj, 79, Tab. 19, sl. 3; Tab. 38, sl. 10.

Opis: Valve so rombično-eliptične z nekoliko podaljšanimi konci. Dolge so 50 do 80  $\mu\text{m}$  in široke 20 do 28  $\mu\text{m}$ . Površina valv je pokrita z radialnimi nizi areol. Teh je 14 do 18 v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so na obeh straneh rafe prekinjeni s polmesečastim hialinskim poljem tako, da so ob rafi ostale samo še 2 do 4 areole. Čez sredino praznega polja poteka en niz areol. Rafa je valovita. Vzdolžno polje je ozko. Središčno polje se bočno razširi in sega na obeh straneh valve do hialinskega polja. Robni obroč kamric je širok 2  $\mu\text{m}$  in poteka do konca valve. Kamrice so proti poloma vse manjše.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je omenjena v spodnjearmatijskih plasteh okolice Zagreba na Hrvaškem (Jurilj, 1957).

*Mastogloia sandae* Jurilj  
 Tab. 21, sl. 4

- 1957 *Mastogloia sandae* n. sp. – Jurilj, 80, Tab. 19, sl. 4.

Opis: Valva je rombično-suličasta s komaj opazno podaljšanimi konci. Dolga je 70 do 90 in široka 30 do 35  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so prečni nizi areol. Nizov je 8 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu pa je 7 do 8 areol v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so pravokotni na rafa, le pri koncu valve so radialni. Vzdolžno polje je ozko, v sredini se razširi v okroglo središčno polje. Areole so okoli središčnega polja razpotegnjene in radialno orientirane. Pri robu valve je ozek hialinski trak, izza katerega je še ena vrsta areol. Obroč kamric je širok 2 do 3  $\mu\text{m}$  in vsebuje prav toliko areol v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatij okolice Zagreba (Jurilj, 1957).

*Mastogloia* sp. 1  
 Tab. 21, sl. 14, 15

Opis: Valva je eliptično-suličasta s kljunasto podaljšanimi konci. Pokrita je s prečnimi nizi redko stoječih areol. Nizi so blago radialni in jih je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo tudi sekundarne poševne nize. Rafa je ravna in na proksimalnih koncih ukrivljena v isto smer. Vzdolžno polje je ozko in se v sredini razširi v podolgovato središčno polje. Robni obroč kamric je širok 7  $\mu\text{m}$ . Sestavljen je iz 4 kvadratnih kamric in dveh klinastih kamric na koncu obroča. Opombe: V dostopni literaturi naša oblika ni podobna nobeni znani vrsti. Ker smo našli samo en primerek – in še ta je polomljen, smo zaenkrat vrsto označili le s sp 1.

*Mastogloia* sp. 2  
 Tab. 21, sl. 7

Opis: Valva je suličasto-linearna, 50  $\mu\text{m}$  dolga in 13 mm široka. Strije so radialne in točkaste. V 10 mm je 16 strij. Strije segajo do 2/3 valve, tako da je vzdolžno polje široko in linearno. Rafa je ravna, konci rafe so glavičasti. Robni obroč kamric je širok 4  $\mu\text{m}$ . Kamrice so kvadratne in jih je 5 v 10  $\mu\text{m}$ .

Opombe: Vrsta *M. acutiuscula* (Hustedt, 1959, 515) ima ozko vzdolžnopolje in bolj goste strije, ki potekajo do sredine valve. Pri vrsti *M. laminaris* (Hustedt, 1959, 505) segajo strije do sredine valve. Vrsta *M. constricta* se razlikuje po glavičastih koncih valve.

*Mastogloia* sp. 3

Tab. 21, sl. 6

Opis: Valva je suličasta. Konci valve so nekoliko glavičasto stisnjeni. Valva je dolga 63  $\mu\text{m}$ , široka 23  $\mu\text{m}$ . Površino valve pokrivajo nizi areol. Nizov je 10–11 v 10  $\mu\text{m}$ . V posameznem nizu je 10 areol v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve so nizi slabo radialni, proti koncema valve so nizi možno radialni. Nizi potekajo neprekinjeno od roba do vzdolžnega polja. V sredini valve se med opisane nize vrivajo krajši sekundarni nizi areol. Vzdolžno polje je linearno in ozko. Centralno polje je prav tako ozko. Robni obroč kamric je ozek in poteka skoraj do robov valve.

Opombe: Od vrste *M. demerecii* (Jurilj, 1957, 78) se razlikuje po kratkih sekundarnih nizih areol in enakomerni porazdelitvi areol v nizih, ki je pri vrsti *M. demerecii* neenakomerna. Od vrste *M. elegans* (Hustedt, 1959, 498) se loči po manjšem številu areol v nizih, po sekundarnih nizih areol, ki pri vrsti *M. elegans* niso opazni. Vrsta *M. elegans* ima majhno kroglasto centralno polje, medtem ko pri naših oblikah centralno polje ni razširjeno.

Ordo: Dictyoneidales D. G. Mann 1990

Familia: Dictyoneidaceae D. G. Mann 1990

Genus: Dictyoneis Cleve 1890

*Dictyoneis lorkovici* Jurilj

Tab. 22, sl. 18

1957 *Dictyoneis lorkovicii* n. sp. – Jurilj, 85, Tab. 21, sl. 3; Tab. 38, sl. 12.

1979 *Dictyoneis lorkovicii* Jurilj – Temniskova & Valeva, Pl. 3, Fig. 4.

Opis: Valve so dolge 100  $\mu\text{m}$  in široke 40  $\mu\text{m}$ . V sredini so upognjene in široke 30  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo areole, ki so proti sredini redkejše. Razporejene so

nepravilno, le na robovih so opazni prečni nizi, ki jih je 13 do 15 v 10  $\mu\text{m}$ . Areol je okoli 20 v 10  $\mu\text{m}$ . Rob valve je sestavljen iz večjih kamric, ki jih je 5 do 6 na 10  $\mu\text{m}$ . Proti poloma so te kamrice nekoliko večje, vendar se pred poloma izklinijo. Rafe je izrazita, distalni konci rafe so upognjeni v nasprotni smeri. Vzdolžna area zavzema v sredini 1/4, na polih pa 1/6 širine valve in se v sredini nekoliko razširi v podolgovato srednje polje.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatija oklice Zagreba na Hrvaškem (Jurilj, 1957) in Balčika v Bolgariji (Temniskova & Valeva, 1979).

Ordo: Achnanthes Silva 1962

Familia: Achnantheaceae Kützing 1844

Genus: Achnanthes Bory 1822

*Achnanthes brevipes* Agardh

Tab. 21, sl. 10–12

1957 *Achnanthes brevipes* Agardh – Jurilj, 61, Tab. 14, sl. 1 a–c.

1959 *Achnanthes brevipes* Agardh – Hustedt, 424, Fig. 877 a–c.

1979 *Achnanthes brevipes* Agardh – Temniskova & Valeva, Pl. 1, Fig. 10.

Opis: Valva je suličasto-linearna s široko zaobljenimi konci, ki so včasih nekoliko klinasti. V sredini je valva včasih nekoliko stisnjena. Dolga je 45 do 80 in široka 8 do 15  $\mu\text{m}$ . Valva brez rafe je pokrita s prečnimi nizi areol, ki jih je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Ti so v sredini valve paralelni, na koncih so radialni. Psevdorafa je ravna, ozka in je pomaknjena nekoliko proti robu valve. Rafovalva ima ozko, nitasto rafo, ki je vijugasta. Vzdolžno polje je ozko, vendar ostro ločeno. Centralno polje je lateralno razširjeno do robov valve, kjer je tudi najširše. Rafovalva je ornamentirana enako kot valva brez rafe, le da so nizi areol nekoliko manj izraziti in v celoti radialni. Bočni pas je pokrit z razpotegnjenimi, žlebičasto oblikovanimi areolami.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes. Na območju Centralne Paratetide je poznana iz sarmatijskih plasti.



- Achnanthes brevipes* Agardh var. *intermedia* (Kützing) Cleve  
Tab. 29, sl. 3, 4
- 1959 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve – Hustedt, 425, Fig. 877 d, e.
- 1977 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve – Temniskova - Topalova & Malinkova, 24, Tab. 3, fig. 4.
- 1982 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve – Temniskova - Topalova, Pl. 3, Figs. 6–9.
- Opis: Valve so linearne, s široko zaobljenimi, topimi konci. Nizi areol so gostejši in jih je 10 v 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je pomaknjena bolj proti robu kot pri vrsti, je nekoliko širša in bolj jasna.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Nastopa skupaj z vrsto.
- Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow  
Tab. 20, sl. 8; tab. 22, sl. 1
- 1905 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Pantocsek, Taf. 13, Fig. 204.
- 1957 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Jurilj, 62.
- 1974 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Hajós, Pl. 4, Fig. 66.
- 1974 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Hajós & Řeháková, Taf. 2, Fig. 17.
- 1977 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow subsp. *baldjikii* Ross – Temniskova & Malinkova, Tab. 3, Fig. 2
- 1978 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Hajós, Taf. 6, Fig. 9–11.
- 1979 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Temniskova & Valeva, Pl. 1, Fig. 9.
- 1982 *Achnanthes baldjikii* (Brightwell) Grunow – Temniskova - Topalova, Pl. 3, Fig. 10.
- Opis: Valva je suličasta z ozko zaobljenimi konci, dolga 32 do 45  $\mu\text{m}$  in široka 18 do 34  $\mu\text{m}$ . Površina valve brez rafe je pokrita z radialnimi rebri, ki jih je 6 do 8 v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve so vključena krajša rebra. Pseudorafa je ozka, suličasta. Rafovalva je pokrita z bolj radialnimi rebri, ki so ukrivljena in gostejša. Rebra v sredini valve so krajša. Vzdolžno polje je ozko in se razširi v veliko središčno polje. Rafa je ravna.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je značilna za sarmatijske plasti Paratetide.
- Achnanthes rara* Jurilj  
Tab. 22, sl. 2
- 1957 *Achnanthes rara* n. sp. – Jurilj, 63, Tab. 14, sl. 5b.
- 1978 *Achnanthes fimbriata* – Hajós, Taf. 6, Fig. 4–6.
- Opis: Valva je rombično-suličasta z malo podaljšanimi kljunastimi konci. Dolžina valve je 36  $\mu\text{m}$ , širina pa 17  $\mu\text{m}$ . Valva brez rafe ima znotraj ravne, radialne kanale, nad katerimi so radialni nizi areol, ki jih je 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi potekajo od roba do sredine valve, kjer puščajo ozko, ravno pseudorafa. V sredini valve sta dva krajša niza. Rafovalva ima popolnoma drugačno strukturo. Pokrita je z gostimi nizi močno radialnih strij. Teh je 16 do 22 v 10  $\mu\text{m}$ . Okoli sredine je več krajših strij, ki so vrinjene med daljše, tako da puščajo v sredini središčno polje. Rafa je ravna. V naših preparatih smo našli samo valve brez rafe.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenja le Jurilj (1957) iz sarmatijskih plasti Hrvaške. Ker menim, da primerki, ki jih navaja Hajóseva (1978), pripadajo isti vrsti, je torej vrsta *A. rara* najdena tudi v sarmatijskih plasteh Madžarske.
- Familia: Cocconeidaceae Kützing 1844  
Genus: Cocconeis Ehrenberg 1838
- Cocconeis scutellum* Ehrenberg  
Tab. 22, sl. 3, 4; tab. 26, sl. 2
- 1957 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg – Jurilj, 65, Tab. 15, sl. 1.
- 1959 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg – Hustedt, 337, Fig. 790.
- 1972 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg – Hajós, Pl. 7, Fig. 5.
- 1974 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *scutellum* – Hajós & Řeháková, Pl. 6, Fig. 4.

Opis: Valva je eliptična, dolga 28 do 65  $\mu\text{m}$  in široka 17 do 42  $\mu\text{m}$ . Valva brez rafe je pokrita z nizi velikih, okroglih ali kvadratastih areol. Nizi so radialni, le srednja dva sta pravokotna na psevdorafo. Nizov je 6 do 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Ob robu valve se nizi razcepijo, tako da robni del valve sestavljajo dvojni nizi areol. Areole tvorijo tudi ravne vzdolžne nize. Psevdorafa je ozka in ravna. Rafovalva je pokrita s točkastimi strijami, ki jih je 8 do 9 na 10  $\mu\text{m}$ . Rob rafovalve je hialinski, na njem stojijo v eni vrsti robne areole, ki so večje od tistih, ki gradijo nize. Rafa je ozka in ravna. Vzdolžno polje je ozko, središčno polje je majhno in okroglo.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v srednjemiocenskih plasteh Centralne in Vzhodne Paratetide. Danes živi v litoralju vseh morij.

*Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *raeana* (Pantocsek) Cleve  
Tab. 22, sl. 5; tab. 26, sl. 3

1889 *Cocconeis raeana* n. sp. – Pantocsek, Taf. 24, Fig. 354.

1974 *Cocconeis scutellum* var. *raeana* (Pantocsek) Cleve – Hajós & Řeháková, Pl. 6, Fig. 2.

1976 *Cocconeis scutellum* var. *raeana* (Pantocsek) Cleve – Hajós, Taf. 6, Fig. 1–3.

Opis: Ta varieteta ima širšo psevdorafo kot vrsta, ki pa ni ravna, ampak se v sredini razširi. Tudi areole so bolj nepravilno posejane in ne tvorijo ravnih vzdolžnih nizov, ampak cikcakaste.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteto omenjajo iz sarmatijskih plasti okolice Borova na Češkem (Pantocsek, 1889) ter Tokaja in Mesceka na Madžarskem (Hajós, 1986).

*Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *parva* Grunow  
Tab. 22, sl. 8

1959 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *parva* Grunow – Hustedt, 338, Fig. 791.

Opis: Zelo majhna oblika skutelid. Valve so ovalne, dolge največ 30  $\mu\text{m}$  in široke največ 25  $\mu\text{m}$ . Psev-

dorafa je zelo ozka, komaj opazna. Valvo pokrivajo gosti nizi velikih areol. V 10  $\mu\text{m}$  je 12–14 nizov. Stratigrafska in geografska razširjenost: Podobno kot vrsta.

*Cocconeis scutellum* Ehrenberg f. *birhaphidea* Jurilj  
Tab. 22, sl. 7

1957 *Cocconeis scutellum* f. *birhaphidea* f. nova – Jurilj, 65, Tab. 15, sl. 3–5.

Opis: Frustule so eliptične, dolge okoli 45, široke pa okoli 30  $\mu\text{m}$ . Valva brez rafe je pokrita z 8 nizi areol v 10  $\mu\text{m}$ . V enem nizu je 5 areol. Prečne nize sekajo 3 do 4 vzdolžna hialinska polja. Areole so od roba proti sredini valve vse bolj razpotegnjene, tako da so nekajkrat daljše kot širše.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska oblika omenjena iz okolice Zagreba na Hrvaškem (Jurilj, 1957).

*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve  
Tab. 22, sl. 6; tab. 26, sl. 4

1959 *Cocconeis placentula* Ehr. var. *euglypta* (Ehr.) Cleve – Hustedt, 348, Fig. 802c.

1968 *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve – Hajós, 160, Taf. 46, Fig. 9–11.

1977 *Cocconeis placentula* Ehr. var. *euglypta* (Ehr.) Cl. – Temnikova - Topalova & Malinkova, 22, Tab. 2, Fig. 4.

Opis: Valva je ovalna in ravna. Rob valve je ozek in ima radialna rebra (6–8 v 10  $\mu\text{m}$ ). Dolžina valve je 25  $\mu\text{m}$ , širina pa 14  $\mu\text{m}$ . Valva je pokrita z nizi areol. Ti so v sredini valve pravokotni na psevdorafo, proti koncema valve so nizi radialni. Nize seka nekaj tankih vzdolžnih hialinskih črt, kar loči varieteto od vrste. Nizov je 14 v 10  $\mu\text{m}$ . Psevdorafa je ravna in ozka.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je razširjena v sladkih vodah. Fosilna poznana iz sarmatijskih plasti Madžarske in Bolgarije.

- Cocconeis pediculus* Ehrenberg  
Tab. 26, sl. 1
- 1957 *Cocconeis pediculus* Ehrenberg – Jurilj, 69.  
1959 *Cocconeis pediculus* Ehrenberg – Hustedt, 349, Fig. 804.
- 1977a *Cocconeis vetusta* A. Schmidt – Hajós, Pl. 9, Fig. 2.  
1980 *Cocconeis vetusta* A. Schmidt – Hajós, Pl. 10, Fig. 17.  
1986 *Cocconeis vetusta* A. Schmidt – Hajós, Pl. 32, Figs. 11 –14.

Opis: Valve so rombasto-elipsaste, dolge 15 do 56  $\mu\text{m}$  in široke 10 do 37  $\mu\text{m}$ . Areovalvo prekrivajo radialni nizi drobno punktiranih areol. V vsakem nizu sta dve vrsti areol. Nizi so prekinjeni s tankimi vzdolžnimi hialinskimi polji. Nizov je 12 do 15 v 10  $\mu\text{m}$ . Pseudorafa je ozka in ravna. Rafovalvo prekrivajo nizi drobnih areol, ki jih je 16 do 18 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna. Vzdolžno polje je ozko in se v sredini valve razširi v majhno rombasto centralno polje. Za rob rafovalve je značilen tanek brezstrukturen hialinski pas. V preparatih sem našel samo areovalve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v sarmatijskih plasteh Madžarske, Hrvaške (Jurilj, 1957) in Bolgarije (Temniskova - Topalova, 1979). Danes pogosta v sladkovodnih biotopih in ob obalah v brakičnih vodah (Hustedt, 1959).

Opis: Valva je eliptična, dolga 25 do 32 in široka 15 do 21  $\mu\text{m}$ . V preparatih najdemo samo valve brez rafe. Te imajo na robu en ali dva vzdolžna niza areol. Nato sledi na vsaki strani valve polmesečasto brezstrukturno polje. Na sredini valve so dva do trije vzdolžni nizi areol, ki so ločeni z vzdolžnimi hialinskimi trakovi. Nizi so vzporedni z robom valve. Na sredini valve manjka en niz areol, tako da sta brezstrukturni polji povezani s središčnim poljem. V 10  $\mu\text{m}$  je 12 do 14 nizov. Srednje polje je suličasto in veliko.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta nastopa v karpatijskih in badenijskih plasteh Madžarske in Češke.

*Cocconeis evolvens* Jurilj  
Tab. 22, sl. 11

- Cocconeis grata* A. Schmidt  
Tab. 22, sl. 10; tab. 26, sl. 5
- 1959 *Cocconeis grata* A. Schmidt – Hustedt, 341, Fig. 795.  
1982 *Cocconeis grata* A. Schmidt – Temniskova – Topalova, Pl. 3, Fig. 5.
- 1957 *Cocconeis evolvens* n. sp. – Jurilj, 68, Tab. 17, sl. 1, 2; Tab. 38, sl. 9.

Opis: Valva je eliptična, dolga okoli 35  $\mu\text{m}$ , široka okoli 25  $\mu\text{m}$ . Valva brez rafe je pokrita s prečnimi, radialnimi nizi okroglih areol. Nizov je 11 do 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Na robu valve in proti sredini so areole zelo drobne, tako da skoraj niso opazne in dajejo videz praznih prostorov. Srednje polje je suličasto in zavema 1/3 valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: V sarmatiju Madžarske (Hajós, 1986) in Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979). Danes je pogosta v litoralu morij srednje geografske širine (Hustedt, 1959).

Opis: Valve so eliptične, okoli 50  $\mu\text{m}$  dolge in 28  $\mu\text{m}$  široke. Rafovalva ima kratka robna rebra, ki ne dosežajo središčne linije. Reber je 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna, na proksimalnih koncih se glavičasto razširi. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz sarmatijskih plasti okolice Zagreba na Hrvaškem.

*Cocconeis pseudomarginata* Gregory  
Tab. 22, sl. 12

- 1953 *Cocconeis pseudomarginata* Gregory – Cleve – Euler, 13, Fig. 501.  
1959 *Cocconeis pseudomarginata* Gregory – Hustedt, 359, Fig. 813.  
1968 *Cocconeis pseudomarginata* Gregory – Hajós, 163, Taf. 46, Fig. 16, 17.

Opis: Valva je eliptična, 49  $\mu\text{m}$  dolga in 34  $\mu\text{m}$

*Cocconeis vetusta* A. Schmidt  
Tab. 22, sl. 9

široka. Valva brez rafe je pokrita s strijami, ki jih je 16 v 10  $\mu\text{m}$ . Te so v sredini pravokotne na apikalno os, proti poloma so močno radialne in upognjene. Strije se na polih ne prekinejo, ampak potekajo okrog celotne valve. Približno na polovici so nizi prekinjeni s tankim cikcakastim hialinskim trakom. Na vsaki strani psevdorafe, na polovici razdalje med hialinskim trakom in koncem strij, poteka vzdolžni niz por. Psevdorafa je široka in suličasta ter se v sredini enostransko razširi. Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes. Danes jo najdemo v obalnih področjih tropskih morij (Hustedt, 1959).

*Cocconeis quarnerensis* Grunow  
Tab. 22, sl. 13, 14

- 1957 *Cocconeis quarnerensis* Grunow – Jurilj, 67, Tab. 16, sl. 3.  
1959 *Cocconeis quarnerensis* Grunow – Hustedt, 360, Fig. 814.

Opis: Frustule so elipsaste, 22 do 45  $\mu\text{m}$  dolge in 12 do 18  $\mu\text{m}$  široke. Valva brez rafe ima na robu široka radialna rebra, ki se proti sredini valve nadaljujejo v komaj vidne sledove. Psevdorafa je ozka in suličasta. Reber je 8 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafovalva je prekrita z močnimi radialnimi rebri, ki jih je približno 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna. Vzdolžno polje je ozko. Centralno polje je veliko in ovalno. Stratigrafska in geografska razširjenost: Danes vrsta živi ob obalah evropskih morij. Pogosta je predvsem v Sredozemlju (Jurilj, 1957). Fosilno najdemo v sarmatijskih plasteh Madžarske (Hajós, 1986), Hrvaške (Jurilj, 1957), Bolgarije in evropskem delu Rusije (Temniskova - Topalova, 1979).

*Cocconeis biharensis* Pantocsek  
Tab. 22, sl. 15

- 1889 *Cocconeis biharensis* n. s. – Pantocsek, 59, Taf. 5, Figs. 90, 94.  
1957 *Cocconeis biharensis* Pant. – Jurilj, 69.

Opis: Valva je široko elipsasta, dolga okoli 30  $\mu\text{m}$  in široka okoli 22  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna. Vrsta je značilna po redukciji reber, ki prekrivajo valvo. Ta je vidna

v tem, da so rebra proti sredini valve izginila, ostala so samo še tik ob rafi, razen v srednjem polju, kjer so rebra v celoti reducirana. Reber je 9–11 v 10  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti na Češkem, Madžarskem in Hrvaškem.

Ordo: Naviculales Bessey 1907  
Subordo: Sellaphorineae D. G. Mann 1990  
Familia: Pinnulariaceae D. G. Mann 1990  
Genus: *Pinnularia* Ehrenberg 1843

*Pinnularia bimaculata* (Pantocsek) Jurilj  
Tab. 22, sl. 16

- 1889 *Navicula bimaculata* n. sp. – Pantocsek, 44, Taf. 23, Fig. 346.  
1957 *Caloneis bimaculata* (Pantocsek) n. comb. – Jurilj, 100, Tab. 25, sl. 3.  
1976 *Caloneis bimaculata* (Pantocsek) Jurilj – Hajós, Taf. 7, Figs. 14, 15.

Opis: Valve so kegljaste, dolge 58 do 68 in široke 18 do 25  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je močno razširjeno, tako da ima pogosto obliko romba. Rafa je valovita, središčni noduli pa so pomaknjeni na stran. Z obeh strani rafe je v centralnem polju ena polkopjasta pega. Valva je pokrita s prečnimi strijami, ki jih je 14 do 15 na 10  $\mu\text{m}$ . Strije so radialne.

Opombe: Po mnenju Rounda, Crawforda & Manna (1990) ni nobene zanesljive taksonomske osnove za tradicionalno ločitev rodov *Pinnularia* in *Caloneis*. Zaradi tega mnenja sem tudi fosilne oblike, opisane kot *Caloneis* spp., uvrstil k rodu *Pinnularia*.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je omenjena iz sarmatijskih plasti Češke (Pantocsek, 1889), Madžarske (Hajós, 1986) in Hrvaške (Jurilj, 1957).

*Pinnularia clavculus* (Gregory)  
Tab. 22, sl. 17; tab. 26, sl. 7

- 1889 *Navicula clavculus* Greg. – Pantocsek, Taf. 6, Fig. 110.  
1957 *Caloneis lacunata* spec. nova – Jurilj, 99, Tab. 26, sl. 1.

Opis: Valva je valovita, konci so suličasti. Dolžina valve znaša 40–65  $\mu\text{m}$ , širina na sredini valve znaša okoli 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna in se zaključuje s točkastima centralnima noduluma. Rebra so točkasta, v sredini valve so paralelna, na koncu valve nekoliko radialna. V sredini valve je 14–16 reber v 10  $\mu\text{m}$ , proti koncema valve so rebra nekoliko gostejša. Rebra so približno na polovici presekana z vzdolžnim ozkim trakom, ki predstavlja notranje odprtine. Vzdolžno polje je široko in linearno, le na polih se zoži. V sredini, na izbočenem delu valve, ni strij, ampak sega centralno polje do roba valve. Vzdolž centralnih nodulov je na vsaki strani lunasto hialinsko polje. Opombe: Jurilj (1957) je iz najdišč okolice Zagreba opisal novo vrsto *Caloneis lacunata*. Po opisu se, razen po velikosti, ne razlikuje od fosilnih primerkov, ki jih navaja Pantocsek (1889). Sam menim, da gre za eno vrsto. Tudi Jurilj opozarja, da so primerki podobni in da je našel premalo osebkov za opis vseh razlik in variacij.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Fosilne najdemo v sarmatijskih plasteh na Hrvaškem (Jurilj, 1957), v Bolgariji (Temniskova - Topalova, 1979) in Romuniji (Pantocsek, 1889).

*Pinnularia liber* (Smith) Cleve var. *zagrebiensis*  
Jurilj  
Tab. 23, sl. 2

1957 *Caloneis liber* var. *zagrebiensis* n. var. – Jurilj, 98, Tab. 25, sl. 1.

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenimi konci. Valve so dolge 200 in široke do 30  $\mu\text{m}$ . Na valvi so prečne strije, ki so pravokotne na apikalno os, ob polih pa so strije radialne in ukrivljene. V 10  $\mu\text{m}$  je 15 do 19 strij. Vzdolž roba valve poteka ozek hialinski trak, ki seka rebra. Vzdolžno polje je na polih ozko, proti sredini pa se kopjasto razširi. Na sredini valve je ovalno srednje polje, ki je bolj razširjeno na tisto stran, na katero so ukrivljeni središčni konci valve. Rafa je ravna. Obe veji rafe sta povezani preko centralnega nodusa.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je značilna za spodnesarmatijske plasti Hrvaške (Jurilj, 1957), Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Pinnularia boryana* var. *vittata* (Jurilj)  
Tab. 23, sl. 1

1957 *Caloneis boryana* var. *vittata* (var. nova) – Jurilj, 100, Tab. 25, sl. 4.

Opis: Valve so skoraj linearne in se na sredini nekoliko razširijo. Konci valve so topo klinasto zaobljeni. Dolžina valv znaša okoli 170  $\mu\text{m}$ , širina pa 30  $\mu\text{m}$ . Valva je ornamentirana s prečnimi rebri, ki so pravokotna na rafo le proti koncema valve so nekoliko radialna. Reber je 15 v 10  $\mu\text{m}$ . Približno na polovici seka rebra širok trak, ki predstavlja notranjo odprtino kanalov. Vzdolžno polje je široko in kopjasto, razen na koncih valve, kjer se zelo zoži. Rafa je ravna, razen centralnih nodulov, ki sta kolenasto prelomljena na eno stran.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz spodnesarmatijskih plasti Hrvaške (Jurilj, 1957), Madžarske (Hajós, 1986) in Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979).

*Pinnularia divergens* Jurilj  
Tab. 23, sl. 6

1957 *Caloneis divergens* spec. nova – Jurilj, 101, Tab. 26, sl. 2.

Opis: Valve so na sredini linearne, proti koncema postanejo suličaste in se ozko zaključujejo. Dolge so okoli 80 in v sredini široke okoli 20  $\mu\text{m}$ . Valve so pokrite z značilnimi kanali, ki so okoli sredine radialni in esasto zaviti. Proti koncema valve postajajo kanali vse bolj ravni, nato se kolenasto upognjejo proti koncema valve. V sredini okoli centralnega polja, je še nekaj vmesnih krajših kanalov. Kanalov je 7 do 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je ozko in suličasto in se v sredini razširi v okroglo središčno polje, ki zaradi interkalacije krajših kanalov ni natančno omejeno. Rafa je blago zavita in obdana s projekcijo notranje odprtine.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska vrsta, opisana samo na Hrvaškem.

Genus: *Diatomella* Greville 1855

*Diatomella balfouriana* Greville

## Tab. 23, sl. 8, 9

- 1952 *Diatomella balfouriana* Greville – Cleve – Euler, 57, Fig. 602a–e.  
 1959 *Diatomella balfouriana* Greville – Hustedt, 440, Fig. 822.  
 1986 *Diatomella balfouriana* Greville – Krammer & Lange - Bertalot, 436, Fig. 205: 4–8.  
 1990 *Diatomella balfouriana* Greville – Round et al., 558, Figs. a–j.

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenimi konci. Strije so ravne, kratke in pravokotne na apikalno os, proti poloma so radialne. Strije potekajo okoli polov. Strij je 18 do 21 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je nežna in ravna. Vzdolžno polje je široko in pravokotno. Septa so ravna in ploščata s tremi odprtini.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta od miocena do danes. Sladkovodna oblika pogosto nastopa v subarealnih habitatih, kot so močvirja in gorski potoki (Round et al., 1990).

Genus: *Dimidiata* Hajós 1974

*Dimidiata saccula* Hajós  
 Tab. 23, sl. 10, tab. 26, sl. 6

- 1974 *Dimidiata saccula* n. gen., n. sp. – Hajós, 373, Pl. 8, Figs. 107–124; Pl. 9, Figs. 125, 126; Pl. 10, Fig. 127; Pl. 11, Figs. 128, 129; Pl. 12, Figs. 130, 131.

Opis: Valva je eliptična s široko zaokroženimi konci. Površina valve je konveksna z asimetrično orientacijo. Osrednji del valve je suličast in hialinski. Znotraj njega je valovita rafa, ki je pomaknjena na stran, in podolgovata brazda. Strije so točkaste in radialne in jih je 14 do 20 v 10  $\mu\text{m}$ . Epivalva in hipovalva sta enaki. Velikost valve zelo varira. Valve so dolge od 20 do 62  $\mu\text{m}$ , široke pa 16 do 20  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz spodnesarmatijskih plasti Madžarske in iz miocena ZDA (Hajós, 1986).

Subordo: Diploneidinae D. G. Mann 1990

Familia: Diploneidaceae D. G. Mann 1990

Genus: *Diploneis* Ehrenberg 1844

*Diploneis disturbata* Jurilj

Tab. 23, sl. 3

- 1957 *Diploneis disturbata* spec. nova – Jurilj, 87, Tab. 14, sl. 1.

Opis: Valve so elipsaste, dolge okoli 40  $\mu\text{m}$  in široke okoli 25  $\mu\text{m}$ . Vzdolžni kanal je širok, saj sega na 1/3 vsake polovice valve. Na kanalih so nepravilno razporejena poroidna polja. Na podaljšek reber v kanalu prideta 1 do 2 poroidni polji. Valva ima prečna rebra, ki jih je 8 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Rebra so na sredini valve pravokotna na rafo, kasneje postanejo radialna, proti koncu valve pa ukrivljena. Rafa je ravna in široka. Centralni noduli stojijo daleč narazen.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz sarmatijskih plasti Hrvaške.

*Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve

Tab. 23, sl. 4; tab. 28, sl. 2

- 1889 *Navicula bombus* (Ehrenberg) Gregory – Pantocsek, Taf. 9, Fig. 12.  
 1953 *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve – Cleve – Euler, 72, Fig. 1086a–e.  
 1968 *Diploneis bombus* Ehrenberg – Hajós, 169, Taf. 49, Fig. 2–3, 5–7.  
 1979 *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve – Abbott & Andrews, 243, Pl. 4, Fig. 6.  
 1982 *Diploneis bombus* Ehrenberg – Temniskova – Topalova, Pl. 4, Fig. 8.

Opis: Valva je eliptična, v sredini vbočena, tako da sta oba dela valve jezičasto oblikovana. Dolžina valve je 57 do 66  $\mu\text{m}$ , širina znaša 18 do 21  $\mu\text{m}$  na najširšem delu, v sredini okoli 13  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo transapikalna rebra, ki jih je 8 v 10  $\mu\text{m}$ . Rebra so v sredini pravokotna na apikalno os, na razširjenih delih valve so radialna. Na koncu reber, na robu vzdolžnega polja, stoji ločeno en niz por. Med rebri stoji en niz por. Vzdolžno polje je široko. Rafa je ravna in je na proksimalnem koncu razcepljena.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Komopolit-ska vrsta, pogosta od miocena naprej.

*Diploneis crabro* Ehrenberg  
Tab. 23, sl. 12

- 1953 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Cleve – Euler, 86, Fig. 660b,d.  
1957 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Jurilj, 89, Tab. 21, sl. 4; Tab. 31, sl. 3.  
1964 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Hendey, 225, Pl. 32, Fig. 1.  
1974 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Lohman, 355, Pl. 6, Fig. 10.  
1976 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Andrews, 23, Pl. 7, Figs. 22, 23.  
1983 *Diploneis crabro* Ehrenberg – Abbott & Ernissee, 300, Pl. 14, Fig. 7.

Opis: Valva je suličasto eliptična z zažetkom na obeh straneh v sredini valve. Konci so široko zaobljeni. Dolžina naših primerkov znaša 85 do 105  $\mu\text{m}$ , širina na najožjem delu 20 do 30 in 29 do 40  $\mu\text{m}$  na najširšem delu. Površina valve je pokrita s prečnimi rebri, ki jih je 5 na 10  $\mu\text{m}$ . Rebra so v sredini valve pravokotna in nekoliko usločena, proti poloma so rebra radialna. Med rebri so dvojni nizi areol. Vzdolžno polje in vzdolžni kanali so linearni in enakomerno široki. Rafa je ravna, široka, na proksimalnih koncih razklana. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v miocenu in je kozmopolitska. Danes živi ob obalah vseh morij.

*Diploneis didyma* Ehrenberg var. *elesdiana*  
(Pantocsek) Hajós  
Tab. 23, sl. 11

- 1886 *Naviculla* (*didyma* Ehrenberg var.?) *elesdiana* n. sp. – Pantocsek, 24, Taf. 17, Fig. 152.  
1957 *Diploneis elesdiana* (Pantocsek) n. comb. – Jurilj, 96.  
1968 *Diploneis didyma* var. *elesdiana* (Pantocsek) n. comb. – Hajós, 169, Taf. 49, Fig. 1.  
1974 *Diploneis didyma* var. *elesdiana* (Pantocsek) Hajós – Hajós, Pl. 4, Fig. 72.

Opis: Valva je eliptično-suličasta, v sredini zožena. Konci valve se klinasto končujejo. Valva je dolga 98  $\mu\text{m}$ , široka 25  $\mu\text{m}$ , v sredini pa 15  $\mu\text{m}$ . Po površini

valve potekajo prečne strije, ki so sestavljene iz areol. Nizi so v sredini valve pravokotni na apikalno os, od polovice dolžine naprej so radialni. V sredini valve je v 10  $\mu\text{m}$  12 nizov, na koncih je v 10  $\mu\text{m}$  10 nizov. Vzdolžno polje je široko, ravno in ga z vsake strani obdaja linearni niz nekoliko večjih areol. Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteto omenjajo iz sarmatjskih plasti na Hrvaškem (Jurilj, 1957) in Madžarskem (Pantocsek, 1886; Hajós, 1986).

*Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve  
Tab. 23, sl. 7

- 1953 *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve – Cleve – Euler, 75, Fig. 646.  
1959 *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve – Hustedt, 671, Fig. 1065a–c.

Opis: Valva je eliptična, dolga 30 in široka 15  $\mu\text{m}$ . Pokrita je z nizi areol. Nizi so radialni in jih je 10 v 10  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je ravno, centralno pa okroglo. Na obeh straneh rafe poteka vzdolžni niz vozlov. Vozli so močni in potekajo sublinearno, razen v sredini valve, kjer se nekoliko izbočijo. Rafa je široka in se proksimalno glavičasto razširi. Stratigrafska in geografska razširjenost: Brakična oblika od miocena do danes. V sarmatiju jo omenjajo v Bolgariji (Temniskova & Valeva, 1979) in na Madžarskem (Hajós, 1986).

*Diploneis sejuncta* (A. Schmidt) Joergesson var. *baldjikianiana* A. Schmidt  
Tab. 24, sl. 3

- 1889 *Navicula sejuncta* A. S. var. *baldjikianiana* A. Schm. – Pantocsek, Taf. 4, Fig. 59.  
1978 *Diploneis sejuncta* (A. Schm.) Joerg. var. *baldjikianiana* A. Schm. – Hajós, Pl. 7, Figs. 7–8.

Opis: Valva je suličasta, v sredini malo zožena. Dolga je 33, široka 9, v sredini pa 7  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je ravno in ozko. Rafa je ravna in se točkasto konča. Ob rafi stoji samostojni niz ločenih areol, ki poteka vzporedno z robom valve. Preostali del valve pokrivajo nizi areol, ki so pravokotne na apikalno

os. Nizov je 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole tvorijo tudi vzdolžne nize, ki potekajo vzporedno z robom valve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska oblika, omenjena iz Češke (Pantocsek, 1889) in Madžarske (Hajós, 1978).

*Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve  
Tab. 23, sl. 5

- 1953 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Cleve – Euler, 81, Fig. 654b, c.  
1957 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Jurilj, 91, Tab. 24, sl. 5a, b.  
1959 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Hustedt, 647, Fig. 1051.  
1968 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Hajós, 167, Taf. 49, Fig. 4.  
1974 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Hajós & Řeháková, Taf. 3, Fig. 7.  
1974 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Lohman, Pl. 6, Fig. 7.  
1980 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Andrews, 29, Pl. 2, Fig. 7.  
1986 *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve – Hajós, Pl. 33, Fig. 5.

Opis: Vrsta združuje skupino oblik, ki močno variirajo, vendar uvrstitev v nižje taksonomske enote še ni izdelana. Valve so rombično-eliptične, linearno-eliptične in suličasto-eliptične s široko zaobljenimi konci. Valve so dolge od 30 do 152 in široke 15 do 59  $\mu\text{m}$ . Valva je ornamentirana s 7 do 9 strijami v 10  $\mu\text{m}$ . Strije so radialne in ukrivljene. Med strijami leže v dveh vrstah pore. V vsakem nizu je 12 do 16 por na 10  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je ozko in se v sredini bočno nekoliko razširi v ovalno središčno polje. Rafa je ravna in se točkasto konča. Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je kozmopolitska in pogosta v miocenskih plasteh. Danes jo najdemo v litoralu morij in v brakični vodi.

*Diploneis splendida* (Gregory) Cleve var. *porosa*  
Jurilj  
Tab. 24, sl. 2

- 1957 *Diploneis splendida* var. *porosa* spec. nova – Jurilj, 91, Tab. 22, sl. 2.

Opis: Valva je eliptična v sredini močno stisnjena. Dolga je 61  $\mu\text{m}$ , široka pa 34  $\mu\text{m}$  (na najširšem delu). Razširjene polovice so jezičaste. Na površini valve so prečne strije (12 v 10  $\mu\text{m}$ ). V sredini so pravokotne na rafo, na razširjenih delih so radialne. Prečne strije so presekanke s štirimi vzdolžnimi rebri, ki potekajo približno vzporedno z robom valve. Ta rebra se v sredini in na koncih valve združijo. Rebra niso ravna, ampak so nekoliko cikcakasto prelomljena. Centralno polje je kvadratno. Rafa je linearna.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Omenja jo samo Jurilj (1957) iz sarmatijskih plasti Dolja na Hrvaškem.

Subordo: Naviculineae Hendey 1937  
Familia: Naviculaceae Kützing  
Genus: *Navicula* Bory 1824

*Navicula sandriana* Grunow  
Tab. 24, sl. 1

- 1886 *Navicula sandriana* Grunow – Pantocsek, Taf. 9, Fig. 82.  
1953 *Navicula sandriana* Grunow – Cleve – Euler, 107, Fig. 714.  
1966 *Navicula sandriana* Grunow – Hustedt, 399, Fig. 1481.  
1977a *Navicula sandriana* Grunow – Hajós, Pl. 10, Fig. 3.

Opis: Valva je rombično-eliptična, 86  $\mu\text{m}$  dolga in 41  $\mu\text{m}$  široka. Glavna značilnost te vrste so nepravilno razporejene pore na srednjem brezstruktur- nem delu valve. Ob robu valve so radialne točkaste strije, ki jih je 16 do 17 na 10  $\mu\text{m}$ . Ob rafi je še en niz, ki je krajši in se proti poloma oži. Vzdolžno polje je ozko in ravno. Rafa je ravna in se točkasto konča. Centralno polje se bočno razširi. Ob polu se oba niza združita.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes. Danes živi v morskem litoralu v toplih vodah (Hustedt, 1966).

*Navicula praetexta* Ehrenberg  
Tab. 24, sl. 5



- 1886 *Navicula praetexta* Ehrenberg – Pantocsek, Taf. 9, Fig. 79.  
 1966 *Navicula praetexta* Ehrenberg – Hustedt, 411, Fig. 1488.  
 1979 *Navicula praetexta* Ehrenberg – Temnikova & Valeva, Pl. 4, Fig. 1.  
 1986 *Navicula praetexta* Ehrenberg – Hajós, Pl. 50, Fig. 25.

Opis: Valva je eliptična, dolga 90 in široka 56  $\mu\text{m}$ . Pokrita je s prečnimi nizi areol. Nizov je 8 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . Areole na robu valve stojijo tesno druga ob drugi, proti sredini se struktura poruši in je neurejena. Ob vzdolžnem polju stoji ločen niz areol. Rafa je ravna in ozka z odebeljenima proksimalnima deloma. Vzdolžno polje je ozko, v sredini se nekoliko razširi v rombasto središčno polje.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes ob morskih obalah.

*Navicula hennedyi* Smith  
 Tab. 24, sl. 11; tab. 28, sl. 1

- 1889 *Navicula hennedyi* W. Smith var. *fossilis* n. var. – Pantocsek, Taf. 12, Fig. 207.  
 1905 *Navicula lyra* Ehrenberg var. *hungarica* n. var. – Pantocsek, Taf. 34, Fig. 479.  
 1953 *Navicula hennedyi* W. Smith – Cleve – Euler, 107, Fig. 713a–c.  
 1957 *Navicula hennedyi* W. Smith – Jurilj, 106, Tab. 29, sl. 1; Tab. 40, sl. 2.  
 1964 *Navicula hennedyi* W. Smith – Hendej, 212, Pl. 33, Fig. 14.  
 1966 *Navicula hennedyi* W. Smith – Hustedt, 453, Fig. 1516.  
 1968 *Navicula hennedyi* W. Smith – Hajós, 177, Taf. 53, Fig. 13.  
 1976 *Navicula hennedyi* W. Smith – Andrews, 22, Pl. 7, Figs. 17, 18.  
 1979 *Navicula hennedyi* W. Smith – Abbott & Andrews, 246, Pl. 4, Fig. 24.  
 1980 *Navicula hennedyi* W. Smith – Abbott, 63, Pl. 3, Fig. 14.  
 1980 *Navicula hennedyi* W. Smith – Andrews, 31, Pl. 2, Fig. 17.  
 1983 *Navicula hennedyi* W. Smith – Abbott & Ernissee, 301, Pl. 14, Fig. 1.

Opis: Valve so eliptične s široko zaobljenimi konci. Valva je dolga 25 do 140  $\mu\text{m}$  in široka 15 do 65  $\mu\text{m}$ . Vzdolžno polje je ravno in ozko. Rafa je ravna in se na distalnih koncih kljukasto zavije v isto smer. Na valvi lahko ločimo dva tipa prečnih nizov. Prvi poteka na obeh straneh rafe. To so kratke paralelne strije, ki jih sestavljajo štiri pore. Drugi del nizov leži na robu valve. Ti nizi so radialni in zavzemajo 1/4 širine valve ter potekajo vzporedno z robom valve. Nizov je 11 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu je 14 areol. Med nize areol na sredini valve se vrinja šest krajših nizov areol. Na vsake štiri daljše nize pride en krajši. Med obema daljšima nizoma je brezstrukturno polje, ki je povezano preko centralnega polja. Tik pred koncem valve se polji zaključita.  
 Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes, kozmopolitska vrsta živi ob obalah morij.

*Navicula hennedyi* W. Smith f. *granulata* Grunow  
 Tab. 24, sl. 7

- 1966 *Navicula hennedyi* W. Smith f. *granulata* Grunow – Hustedt, 458, Fig. 1519.

Opis: Od vrste se loči po tem, da srednje hialinsko polje ni gladko, ampak je nepravilno posejano s krpastimi pegami.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Enako kot vrsta, vendar manj pogosta.

*Navicula spectabilis* Gregory  
 Tab. 24, sl. 6

- 1966 *Navicula spectabilis* Gregory – Hustedt, 474, Fig. 1532.

Opis: Valve so eliptične do rombasto-eliptične s široko zaobljenimi konci. Dolžina valv znaša 46–166  $\mu\text{m}$ , širina pa 23 do 90  $\mu\text{m}$ . Rafa je ravna s kijasto zaključenima srednjima deloma. Osrednje vzdolžno polje je ozko in se stransko razširi v pravokotno centralno polje. Na vsaki polovici valve potekata dva niza strij, ločenih z gladkim hialinskim poljem. Zunanji niz je širši in zajema do 1/2 širine valve. Na sredni valve so strije v zunanjem nizu daljše, kar mu daje trebušast izgled (in ne ravnega kot pri vrsti *N. hennedyi*). Strije so na sredini valve približno vzpo-

redne, proti koncu valve pa močno konvergentne. Strij je 7–14 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolitska, morska oblika, značilna za toplejšo vodo. Fossilna je pogosta v zgornjeterciarnih plasteh pacifiške obale Amerike, v srednji Evropi in na Madžarskem (Hustedt, 1966).

*Navicula inhalata* A. Schmidt var. *biharensis*  
Pantocsek  
Tab. 24, sl. 4

- 1889 *Navicula inhalata* A. Schmidt var. *biharensis* n. var. – Pantocsek, Taf. 8, Fig. 139.  
1957 *Navicula inhalata* var. *biharensis* Pantocsek – Jurilj, 109.

Opis: Valva je linearno-eliptična s široko zaobljenimi konci, 55  $\mu\text{m}$  dolga in 17  $\mu\text{m}$  široka. Ob robu valve so prečni nizi drobnih por, ki so v sredini valve linearni, drugače so radialni. Nizov je 16 v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve se nizi trebušasto razširijo proti notranjosti. Ob vzdolžnem polju ležijo linearni, kratki nizi, ki jih sestavljajo 2 do 4 pore. Med obema nizoma je brezstrukturalno polje, ki ima obliko črke H. Polje ni gladko, ampak so na njem razmetane pege. Na centralnem nodulu stoji ena samostojna pora. Rafa je ravna in na distalnem delu kavljasto zavita v isto smer, na proksimalnem delu se točkasto konča. Vzdolžno polje je ozko in na vsaki polovici valve suličasto. Od recentnih oblik vrste *N. spectabilis* so miocenske oblike nekoliko manjše in ožje ter imajo v sredini samostojno stoječo poro, ki je pri recentnih ni, tudi hialinska polja se zaključijo nekoliko prej kot pri vrsti.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Znana iz miocenskih plasti Romunije, Češke in Madžarske (Jurilj, 1957).

*Navicula lyra* Ehrenberg var. *constricta* Heiden  
Tab. 24, sl. 9

- 1953 *Navicula lyra* Ehrenberg – Cleve – Euler, 106, Fig. 710c.  
1957 *Navicula lyra* Ehrenberg – Jurilj, 105, Tab. 27, sl. 1.  
1966 *Navicula lyra* Ehrenberg var. *constricta*

Heiden – Hustedt, 507, Fig. 1553.

Opis: Valva je linearna s kljunasto podaljšanimi in prisekanimi konci. Brezstrukturalno polje v sredini valve je ozko in ima obliko črke H z ravnimi, vzporednimi kraki, ki segajo do roba valve. Robni nizi por so radialni in jih je 12 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 18 por. V sredini valve so nizi nekoliko daljši. Ob vzdolžnem polju so krajši nizi por. Ti so v sredini radialni, na koncu valve so divergentni. Vzdolžno polje je ravno in ozko. Rafa je ravna.  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes.

*Navicula abrupta* (Gregory) Donkin  
Tab. 25, sl. 3

- 1953 *Navicula abrupta* (Gregory) Donkin – Cleve – Euler, 106, Fig. 711b.  
1966 *Navicula abrupta* (Gregory) Donkin – Hustedt, 516, Fig. 1558.

Opis: Valva je eliptično suličasta s široko zaobljenimi konci, 53 do 62  $\mu\text{m}$  dolga in 22 do 28  $\mu\text{m}$  široka. Rafa je ravna. Na distalnih koncih se kavljasto zavije v isto smer, na proksimalnem koncu se točkasto konča. Vzdolžno polje je široko in na vsaki polovici valve suličasto oblikovano. Srednje polje je lateralno razširjeno. Stranski hialinski polji sta gladki in med seboj povezani. Širina polja proti koncu valve pojema, tako da se hialinsko polje pred koncem valve (1/3 do 1/2 dolžine valve) zaključijo. Robni del valve pokrivajo v sredini na rafo pravokotne, gosto točkaste strije, na koncih valve pa radialne strije. Na sredini je 10, na koncih valve 12 strij v 10  $\mu\text{m}$ . Ob vzdolžnem polju so kratke, gosto točkaste strije.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes v morskem litoralu.

*Navicula maculata* (Bailey) Edwards f. *californica* (Cleve) Hustedt  
Tab. 26, sl. 8

- 1960 *Navicula maculata* (Bail.) Edwards f. *californica* (Cl.) nov. comb. – Hustedt, 707, Fig. 1698 b, c.

Opis: Valva je linearno-elipsasta s podaljšanimi, zaobljenimi konci. Valvo pokrivajo radialni nizi areol, ki jih je 14 v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so v sredini valve skoraj ravni, proti koncema valve vsebolj radialni. Interkalarni krajši nizi niso opazni. Vzdolžno polje je srednje široko, na sredini in polu valve se nekoliko zoži, v sredini se razširi v dokaj veliko ovalno centralno polje. Rafa je ravna. Dolžina valve je 34  $\mu\text{m}$ , širina valve je 18  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Fosilna je znana iz miocenskih plasti Madžarske in Italije (Hustedt, 1960).

*Navicula latissima* Gregory var. *capitata* Pantocsek  
Tab. 25, sl. 1

- 1905 *Navicula latissima* Gregory var. *capitata* n. var. – Pantocsek, Taf. 32, Fig. 461.  
1957 *Navicula latissima* var. *capitata* Pantocsek – Jurilj, 104, Tab. 26, sl. 5.  
1974 *Navicula latissima* Gregory var. *capitata* Pantocsek – Hajós & Řeháková, Taf. 8, Fig. 1.  
1979 *Navicula latissima* Gregory var. *capitata* Pantocsek – Temniskova & Valeva, Pl. 3, Fig. 2.  
1982 *Navicula latissima* Gregory var. *capitata* Pantocsek – Temniskova – Topalova, Pl. 5, Fig. 8.

Opis: Valva je linearna s kratkimi, kljunasto podaljšanimi konci. Dolga je 80 do 125  $\mu\text{m}$  in široka 40 do 60  $\mu\text{m}$ . Valva je skulpturirana s prečnimi, močno radialnimi nizi areol, ki jih je 9 do 11 v 10  $\mu\text{m}$ , v posameznem nizu je v 10  $\mu\text{m}$  10 do 12 areol. Nekoliko areol ob vzdolžnem polju se zliva, tako da je vzdolžno polje navidezno obkroženo s kratkimi rebri. Vzdolžna area je na koncih ozka, potem se naglo razširi in je skoraj linearna. V sredini se razširi v eliptično srednje polje. Rafa je ravna, proksimalno se glavičasto razširi.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Varieteto omenjajo iz sarmatijskih plasti Hrvaške (Jurilj, 1957), Češke, Madžarske (Hajós & Řeháková, 1974) in Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979).

*Navicula humerosa* Brebisson  
Tab. 25, sl. 2

- 1953 *Navicula humerosa* Brebisson – Cleve – Euler, 114, Fig. 732b.  
1966 *Navicula humerosa* Brebisson – Hustedt, 719, Fig. 1702.  
1972 *Navicula humerosa* Brebisson – Hajós, Pl. 8, Fig. 18.

Opis: Valva je linearna z nekoliko podaljšanimi, prisekanimi konci. Dolžina valve je 82 in širina 37  $\mu\text{m}$ . Na površini valve so prečni nizi areol. Nizov je 10 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 12 areol na 10  $\mu\text{m}$ . Nizi so na sredini valve močno radialni, pri koncih pa so manj radialni in upognjeni nazaj. V sredini valve so krajši interkalarni nizi. Vzdolžno polje je široko in linearno. Središčno polje je ovalno. Rafa je ravna. Centralni noduli so kegljasti.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes. Danes živi v morskem litoralu, ob ustjih rek in na peščenih vatih. Vrsta je kozmopolitska (Hustedt, 1966).

*Navicula yarrensii* Grunow  
Tab. 24, sl. 10

- 1889 *Navicula yarrensii* Grunow – Pantocsek, Taf. 10, Fig. 178.  
1957 *Navicula yarrensii* Grunow – Jurilj, 106.  
1968 *Navicula yarrensii* Grunow – Hajós, 182, Taf. 52, Fig. 8, 9, 11.

Opis: Valva je linearno-suličasta s prisekanimi konci. Dolga je 71 do 77 in široka 26  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo transapikalna rebra, ki so radialna, razen ob polih, kjer so divergentna. Reber je 5 do 6 na 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve so rebra krajša. Rafa je ravna in na distalnih delih kavljasto ukrivljena v isti smeri. Centralna nodula sta točkasta. Vzdolžno polje je na polih ozko, nato se suličasto razširi.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz srednjega miocena Centralne in Vzhodne Paratetide (Hajós, 1968).

*Navicula baumleri* Pantocsek  
Tab. 25, sl. 6

- 1886 *Navicula Bäumlerei* nov. spec. – Pantocsek, Taf. 12, Fig. 108.  
1960 *Navicula Bäumlerei* Pantocsek – Hustedt, 750, Fig. 1728.

Opis: Valva je elipsasto-suličasta s široko zaobljenimi konci. Dolžina valve je 80  $\mu\text{m}$  in širina 25  $\mu\text{m}$ . Vz dolžno polje je široko in suličasto. Rafa je blago zavita. Centralni noduli so kegljasti in stojijo blizu skupaj. Valva je pokrita z nizi drobnih areol. V sredini valve so nizi pravokotni na rafo, proti koncema valve postajajo nizi vse bolj radialni. V 10  $\mu\text{m}$  je 14 nizov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz miocenskih plasti Madžarske.

Genus: *Trachyneis* Cleve 1894

*Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Grunow  
Tab. 25, sl. 5

- 1905 *Navicula pseudoaspera* n. sp. – Pantocsek, Taf. 18, Fig. 258.  
1955 *Navicula aspera* (Ehrenberg) Grunow – Cleve – Euler, 5, Fig. 976c–e.  
1964 *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Grunow – Hendey, 236, Pl. 28, Fig. 13.  
1980 *Trachyneis aspera aspera* (Ehrenberg) Grunow – Abbott, 66, Pl. 4, Fig. 14.

Opis: Valva je linearno suličasta s široko zaobljenimi konci. Rafa je močna, ravna in se proksimalno točkasto konča. Vz dolžno polje je ozko in se v sredini razširi v metuljasto oblikovano srednje polje. Valvo pokrivajo nizi velikih, podolgovatih areol. Nizi so močno radialni. Segajo do rafe razen v sredini valve, kjer je 6 krajših nizov. Nizov je 7 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je v 10  $\mu\text{m}$  5 areol. Valva je dolga 130  $\mu\text{m}$  in široka 30  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes ob obalah morij.

Familia: *Pleurosigma*taceae Mereschowsky 1903  
Genus: *Pleurosigma* Smith 1852

*Pleurosigma* sp.  
Tab. 25, sl. 4

Opis: Valve tega rodu dobimo samo v odlomkih. Natančnejša determinacija ni mogoča. Valve so ornamentirane z dvema poševnima nizoma gostih por, tako da dajejo videz goste mreže, kar je za rod značilno.

Ordo: *Thalassiophysales* D. G. Mann 1990  
Familia: *Catenilaceae* Mereschowsky 1902  
Genus: *Amphora* Ehrenberg 1840

*Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow  
Tab. 25, sl. 7

- 1886 *Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow – Pantocsek, Taf. 6, Fig. 44.  
1953 *Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow – Cleve – Euler, 29, Fig. 676a–c.  
1957 *Amphora crassa* var. *punctata* Grunow – Jurilj, 116, Tab. 30, sl. 6.  
1974 *Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow – Hajós & Řeháková, Taf. 3, Fig. 9.  
1976 *Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow – Hajós, Taf. 8, Fig. 7, 8.

Opis: Valva je polmesečasta s široko zaobljenimi konci. Na trebušni strani je v sredini nekoliko izbočena. Dolga je 50 do 85  $\mu\text{m}$  in široka 10 do 15  $\mu\text{m}$ . Vz dolžno polje je ozko in se na trebušni strani lateralno razširi v središčno polje, ki sega do roba valve. Rafa je na vsaki polovici valve zavita konkavno proti trebušni strani. Na obeh straneh rafe potekajo nizi areol, ki jih je 10 do 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Na trebušni strani so nizi radialni z ozirom na polovico valve. Na hrbtne strani so nizi pravokotni na rob valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do danes v litoralju morij kot epifit. V Centralni Paratetidi pogosta v sarmatijskih plasteh.

*Amphora crassa* Gregory var. *gemmata* Jurilj  
Tab. 27, sl. 2

- 1957 *Amphora crassa* var. *gemmata* n. var. – Ju-

rilj, 116, Tab. 30, sl. 7a.

Opis: Valva je na trebušni strani linearna z majhnim izbočenjem na koncih. Na hrbtni strani je konveksna, v sredini nekoliko upognjena. Valva je dolga okoli 80 in široka okoli 12  $\mu\text{m}$ . Na trebušni in hrbtni strani so nizi areol, ki imajo značilno razporeditev in jih je 5 do 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Nizi areol na hrbtni strani so pravokotni na kraka rafe. Na trebušni strani so trije sistemi nizov. Ob rafi so nizi, ki so radialni glede na sredino polovice valve. Potem sledi niz, ki je sestavljen iz dveh areol in je od prvega ločen s tankim hialinskim trakom. Oba niza sta v sredini prekinjena. Na robu valve sledi še en niz velikih areol. Ta ne doseže koncev valve, ampak se prej izklini.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska oblika, znana le iz okolice Zagreba.

*Amphora pannonica* Hajós

Tab. 27, sl. 1

1974 *Amphora pannonica* n. sp. – Hajós, Pl. 5, Fig. 83.

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenimi konci. Na trebušni strani se na sredini valva nekoliko usloči. Rafa poteka po robu valve, na sredini valve se povije proti notranjosti. Kanal rafe je ozek. Rafa se točkasto zaključí. Centralno polje je majhno in ozko. Valvo v celoti pokrivajo nizi areol, ki so v sredini valve ravni in na robovih slabo radialni. Nizov je 10 v 10  $\mu\text{m}$ . Dolžina valve znaša okoli 100  $\mu\text{m}$ , širina na sredini valve pa okoli 12  $\mu\text{m}$ .

Opombe: Naši primerki so podobni tistim, ki jih navaja Hajóseva (1974). Vendar pa v delu ni nobenih opisov, kljub temu, da so oblike označene kot nove vrste.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana samo iz sarmatijskih plasti Madžarske.

*Amphora hidasensis* Hajós

Tab. 24, sl. 8

1974 *Amphora hidasensis* n. sp. – Hajós, Pl. 5, Fig. 87.

Opis: Trebušni del valve je raven, hrbtni del izbočen. Konca valve sta nekoliko nagnjena proti trebušnemu delu in se glavičasto končata. Dolžina valve je 56  $\mu\text{m}$ , širina pa 10  $\mu\text{m}$ . Valva je pokrita z nizi areol, ki jih približno na polovici sekata dva tanka hialinska trakova. Nizi so v sredini valve blago radialni, proti koncema valve postajajo vse bolj radialni. V 10  $\mu\text{m}$  je 11 nizov. Rafa je skoraj ravna in pomaknjena na trebušno stran.

Opombe: Hajóseva (1974) navaja oblike kot nove vrste, vendar brez opisa. Naši primerki so jim podobni tako po velikosti kot številu morfoloških elementov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana samo iz sarmatijskih plasti Madžarske.

*Amphora* sp.

Tab. 25, sl. 8

Opis: Valve so dolge 135  $\mu\text{m}$  in široke 35  $\mu\text{m}$ . Trebušni del valve je raven, hrbtni del je konveksen. Rafa je esasto upognjena. V sredini valve je pomaknjena proti trebušni strani, na vsako stran centralnega polja se upogne proti notranjosti valve. Proti koncema valve se ponovno upogne proti trebušni strani. Centralni noduli so glavičasti. Vzdolžno polje je ozko in se razširi v suličasto centralno polje. Valvo na hrbtni strani pokrivajo strije, ki so v sredini valve radialne, proti koncema valve pa konvergentne. Strije okoli centralnega polja so različno dolge in redkejše. V sredini valve so 4 strije na 10  $\mu\text{m}$ , proti koncema valve je 6 strij na 10  $\mu\text{m}$ . Na trebušni strani so strije radialne in jih je 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Ob centralnem polju so strije krajše, v sredini valve pa so v celoti reducirane.

Opombe: Kljub dobri ohranjenosti valv ostajam, zaradi pomanjkanja literature o rodu *Amphora*, le pri rodovni determinaciji.

Ordo: Bacillariales Hendey 1937

Familia: Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Genus: *Nitzschia* Hassall 1844

*Nitzschia kittli* Grunow

Tab. 27, sl. 12

1882 *Nitzschia Kittli* Grun. – Grunow, 155, Taf.

29, Fig. 24, 25.

Opis: Valva je na eni strani ravna, na drugi konveksna. Vrh valve je pomaknjen nekoliko na ravno stran. V sredini je valva na konveksni strani nekoliko stisnjena. Kanali rafe so veliki, kvadratasti in jih je 2 do 2,5 v 10  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo močno točkaste transapikalne strije. Strij je 12 v 10  $\mu\text{m}$ .  
Stratigrafska in geografska razširjenost: Sladkovodna vrsta znana iz miocenskih plasti Avstrije in Madžarske (Grunow, 1882).

*Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow  
Tab. 27, sl. 9

- 1952 *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow – Cleve – Euler, 87, Fig. 1497a.  
1968 *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow – Hajós, 203, Taf. 58, Figs. 14–16.  
1986 *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow – Hajós, Pl. 39, Figs. 12–14.

Opis: Valva je majhna, suličasta, s koničastimi konci. Valvo pokrivajo transapikalne strije, ki so drobno točkaste in jih je 20 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je kanalna in poteka ob robu valve. Robnih kanalov je 14 do 16 na 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocen do danes v sladkih in brakičnih vodah.

*Nitzschia doljensis* Pantocsek  
Tab. 27, sl. 5; tab. 28, sl. 3

- 1886 *Nitzschia doljensis* n. sp. – Pantocsek, Taf. 2, Fig. 14, 14a.  
1957 *Nitzschia doljensis* Pantocsek – Jurilj, 123.  
1974 *Nitzschia doljensis* Pantocsek – Hajós, Pl. 6, Fig. 93.  
1978 *Nitzschia doljensis* Pantocsek – Hajós, Taf. 8, Fig. 4, 5.

Opis: Valva je eliptično suličasta, dolga 30 do 54  $\mu\text{m}$  in široka 12 do 16  $\mu\text{m}$ . Površino valve pokrivajo prečni nizi por. Nizi so v sredini valve linearni, na koncih so ukrivljeni (konveksno proti notranosti). Nizov je 6 do 8 na 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 8 do 10 por na 10  $\mu\text{m}$ . Kanalna rafa je na robu valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je značilna za spodnji sarmatij Centralne Paratetide.

*Nitzschia fossilis* (Frenguelli) Kanaya  
Tab. 27, sl. 13

- 1973 *Nitzschia fossilis* (Frenguelli) Kanaya – Barron, Pl. 2, Fig. 7.  
1975 *Nitzschia fossilis* (Frenguelli) Kanaya – Koizumi, Pl. 1, Figs. 12, 13.  
1984 *Nitzschia fossilis* (Frenguelli) Kanaya – Gersonde & Schrader, 103, Pl. 1, Fig. 7.  
1985 *Nitzschia fossilis* (Frenguelli) Kanaya – Koizumi & Tanimura, Pl. 1, Fig. 18; Pl. 6, Fig. 6.

Opis: Valva je suličasta, dolga okrog 50  $\mu\text{m}$  in široka okrog 10  $\mu\text{m}$ . Valvo pokrivajo prečna rebra, med katerimi sta dva niza izmenično stoječih por. Reber je 5 v 10  $\mu\text{m}$ . Kanalna rafa je ozka in je na robu valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Od miocena do pleistocena v planktonu toplih morij (Gersonde & Schrader, 1984).

*Nitzschia solea* Jurilj  
Tab. 27, sl. 14; tab. 28, sl. 4

- 1957 *Nitzschia solea spec. nova* – Jurilj, 123, Tab. 36, sl. 3.

Opis: Valve so linearno-eliptične, v sredini nekoliko stisnjene. Dolžina valve je 80 do 100  $\mu\text{m}$ , širina pa 12 do 15  $\mu\text{m}$ . Površina valve je pokrita z valovitimi prečnimi nizi areol. Nizov je okoli 20 v 10  $\mu\text{m}$ , v nizu je 18 por. Rafa je na robu valve. Rafni kanali so trije v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Poznana iz sarmatijskih plasti Hrvaške.

*Nitzschia* sp.  
Tab. 27, sl. 16

- 1957 *Nitzschia spec.* – Jurilj, str. 124, Tab. 31, sl. 2.

Opis: Naši primerki so podobni tistim, ki jih navaja Jurilj (1957). Že on je ugotovil, da gre najbrž za novo vrsto, vendar je zaradi premajhnega števila primerkov ni definiral. Ker je tudi v naših vzorcih vrsta redka in zaradi velike dolžine nikoli ni ohranjena v celoti, ohranjam terminologijo Jurilja. Značilnost vrste je, da se valva na rafini strani postopno zožuje, kar ji daje zašiljen, rogast videz. Dolžina valv presega 300  $\mu\text{m}$ . Valve so široke okoli 10  $\mu\text{m}$ . Površina valv je pokrita s prečnimi nizi areol, ki jih je 20 do 22 v 10  $\mu\text{m}$ . Kanali rafe so pravokotni in jih je 6 do 7 v 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana iz sarmatijskih plasti na Hrvaškem.

Genus: *Denticulopsis* Simonsen

*Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen

Tab. 27, sl. 11

- 1973b *Denticula lauta* Bailey – Schrader, Pl. 1, Fig. 11.
- 1975 *Denticula lauta* Bailey – Koizumi, Pl. 1, Fig. 8.
- 1976 *Denticula lauta* Bailey – Barron, 55, Pl. 2, Fig. 37.
- 1976 *Denticula lauta* Bailey – Dzinoridze et al., Pl. 20, Figs. 8–10.
- 1977 *Denticula lauta* Bailey – Řeháková, Pl. 6, Figs. 4, 5.
- 1979 *Denticula lauta* Bailey – Dzinoridze, Jouse & Strelnikova, 68, ris. 193, 194.
- 1980 *Denticula lauta* Bailey – Abbott, 62, Pl. 1, Fig. 17.
- 1980 *Denticula lauta* Bailey – Hajós, Pl. 12, Figs. 1–6.
- 1982 *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen – Baldauf & Barron, 70, Pl. 7, Fig. 3.
- 1985b *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen – Barron, 785, Figs. 13, 28–29.
- 1985 *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen – Koizumi & Tanimura, Pl. 1, Fig. 4.
- 1986 *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen – Hajós, Pl. 34, Figs. 1–16.

Opis: Valva je linearna s široko zaobljenimi, topimi konci. Valva je prečno razdeljena s psevdosepti. Psevdosepta so 4 do 5 na 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je na robu

valve. Med psevdosepti so na rafini strani stene valve rebrasto odebeljene. Valva je dolga 16 do 22  $\mu\text{m}$ , široka 5 do 6  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Planktonska kozmopolitska vrsta, značilna za srednji miocen.

*Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya)

Simonsen

Tab. 27, sl. 3, 4

- 1973 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Barron, Pl. 1, Fig. 8.
- 1973b *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Schrader, 418, Pl. 1, Figs. 12, 13.
- 1975 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Gombos, 318, Pl. 2, Figs. 13, 14, 24–25.
- 1976 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Dzinoridze et al., Pl. 20, Figs. 1, 2, 11.
- 1977 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Řeháková, 519, Pl. 32, Fig. 21.
- 1978 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Andrews, 400, Pl. 5, Figs. 25–27.
- 1978 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Řeháková, Taf. 1, Figs. 8–10.
- 1979 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Abbott & Andrews, 243, Pl. 4, Fig. 4; Pl. 7, Fig. 4.
- 1979 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Dzinoridze, Jouse & Strelnikova, 68, ris. 190.
- 1981 *Denticula hustedtii* Simonsen & Kanaya – Defelice & Sherwood, 62, Pl. 2, Fig. 10.
- 1982 *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya) Simonsen – Baldauf & Barron, 70, Pl. 7, Figs. 1, 8.
- 1985a *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya) Simonsen – Barron, Pl. 9, Figs. 2, 3.
- 1985b *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya) Simonsen – Barron, 784, Figs. 13, 17.
- 1985 *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya) Simonsen – Koizumi & Tanimura, Pl. 1, Figs. 7, 8.

Opis: Valva je linearna s topimi, široko zaokroženimi konci. Prečno je razdeljena s psevdosepti. Teh je 2 do 3 v 10  $\mu\text{m}$ . Med dvema psevdosepti so 1 do 3 sekundarna psevdosepta. Na površini valve so prečne točkaste strije, ki jih je 30 v 10  $\mu\text{m}$ . Valva je dolga 42 in široka 6  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Miocenska in pliocenska kozmopolitska vrsta.

Ordo: Rhopalodiales D. G. Mann 1990

Familia: Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevskij & Oksiyuk 1960

Genus: Rhopalodia Müller 1895

*Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller  
Tab. 27, sl. 15; tab. 29, sl. 1, 2

- 1952 *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller – Cleve – Euler, 42, Fig. 1415.  
1957 *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller – Jurilj, 122.  
1968 *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller – Hajós, 199, Taf. 58, Fig. 6; Taf. 63, Fig. 26, 27.

Opis: Valva ima obliko rogljiča. Dorzalna stran je močno konveksna, ventralna stran je ravna ali slabo konkavna. Konci valve so ozki in nagnjeni proti trebušni strani. Valva je pregrajena s psevdosepti, ki jih je 3 do 6 v 10 µm. Med njimi je 2 do 4 na rafo pravokotnih nizov por. Rafa je kanalna in pomaknjena na hrbtno stran valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je pogosta v sarmatijskih plasteh v Centralni Paratetidi. Danes živi v brakičnih vodah.

*Rhopalodia incisa* (Pantocsek) Jurilj  
Tab. 27, sl. 17; tab. 28, sl. 5

- 1905 *Epithemia incisa* n. sp. – Pantocsek, Taf. 38, Fig. 533.  
1957 *Rhopalodia incisa* (Pantocsek) n. comb. – Jurilj, str. 123, Tab. 33, sl. 5.  
1982 *Rhopalodia incisa* (Pantocsek) Jurilj – Temniskova – Topalova, Pl. 6, Figs. 5, 6.

Opis: Valva je rogljičasta z ravnim trebušnim in izbočenim hrbtnim delom. Konci valve se postopoma ožijo in so nekoliko upognjeni proti trebušnemu delu valve. Dolžina valve je 94 do 140 µm, njena širina pa je 9 do 13 µm. Valva je s psevdosepti razdeljena na prekate. Psevdosepta so 3 do 4 na 10 µm. Med njimi je 2 do 6 nizov por. Rafa je kanalna

in ne poteka na hrbtni strani, ampak je nekoliko pomaknjena v sredino valve.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatij Madžarske (Hajós, 1986), Hrvaške (Jurilj, 1957) in Bolgarije (Temniskova – Topalova, 1982).

Ordo: Surirellales D. G. Mann 1990

Familia: Auriculaceae Hendej 1964

Genus: *Auricula* Castracane 1873

*Auricula szontaghi* Pantocsek  
Tab. 27, sl. 7

- 1905 *Auricula szontaghi* n. s. – Pantocsek, Taf. 7, Fig. 104.  
1974 *Auricula szontaghi* Pant. – Hajós, Pl. 6, Fig. 90.

Opis: Valva je polmesečasta z zažetkom v sredini. Poli so okrogli. Rafa je zavita in poteka na robu valve. Strije pokrivajo celotno površino valve. Na robu so biseriatne, proti sredini se po dve striji združita. Potekajo radialno proti sredini valve, zato je njihova dolžina različna. V 10 µm je 9 do 10 strij. Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska vrsta, poznana iz Madžarske in Češke.

Familia: Surirellaceae Kützing 1844

Genus: *Surirella* Turpin 1828

*Surirella angustata* Kützing  
Tab. 30, sl. 4

- 1951 *Surirella angustata* Kützing – Proschkina – Lavrenko, 553, ris. 351/4.  
1980 *Surirella angusta* Kützing – Tynni, 24, Taf. 14, Figs. 203, 204.  
1983 *Surirella angustata* Kützing – Schauderna, 136, Taf. 12, Fig. 5.

Opis: Valve so linearne z vzporednimi stranicami in cigarasto zaključenima koncema. Dolge so 18 do 70 µm in široke 6 do 17 µm. Rebra so široka, saj segajo skoraj do polovice valve in jih je 6 do 8 v 10 µm. Sredina valve je ozka in brez strukture. Površino pokrivajo tanke strije, ki so težko opazne in jih je 25 do 28 v µm.



Stratigrafska in geografska razširjenost: Kozmopolit-ska vrsta od terciarja do danes, razširjena v tekočih vodah (Schauderna, 1983).

*Surirella baldjikii* Norman  
Tab. 27, sl. 8; tab. 30, sl. 6

- 1886 *Surirella baldjikii* Norman – Pantocsek, Taf. 30, Fig. 318.  
1968 *Surirella baldjikii* Norman – Hajós, 207, Taf. 60, Fig. 6.  
1979 *Surirella baldjikii* Norman – Temniskova – Topalova, Pl. 6, Fig. 10.

Opis: Valva je linearno-eliptična, v sredini z obeh strani zožena. Dolžina znaša 85 do 100  $\mu\text{m}$ , širina na sredini valve 27 do 35  $\mu\text{m}$ . Na robu valve so trikotno oblikovana rebra, ki se proti sredini izklinijo in se ne dotikajo središčnega lika. Rebra so razvrščena okoli celotne valve in so pokrita s črticami. Teh je okoli 7 na posameznem rebro. V sredini valve je široko razprt središčni lik, ki se na sredini valve ukrivi proti njenemu robu. Sredina valve je velika in je brez strukture. Rafa je kanalna in je na robu valve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Pogosta v sarmatiju Madžarske, Bolgarije in Hrvaške. Danes živi v Jadranskem in Črnem morju.

*Surirella biharensis* Pantocsek  
Tab. 27, sl. 10

- 1886 *Surirella biharensis* n. sp. – Pantocsek, Taf. 1, Fig. 6.  
1974 *Surirella biharensis* Pantocsek – Hajós, Pl. 6, Fig. 95.  
1978 *Surirella biharensis* Pantocsek – Hajós, Taf. 8, Fig. 2, 3.

Opis: Valva je eliptična, dolga 16 do 25 in široka 13 do 20  $\mu\text{m}$ . Rafa je kanalna in poteka ob robu valve. Kanal je širok 3 do 4  $\mu\text{m}$ . Kanalne pore so velike. V 10  $\mu\text{m}$  so 2 do 3 pore. V sredini valve je ovalno oblikovan središčni lik. Lik je sestavljen iz strij, ki jih je okrog 18 na 10  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska vrsta, znana iz Madžarske (Pantocsek, 1886; Hajós, 1978) in Bolgarije (Topalova & Valeva, 1979).

*Surirella fastuosa* Ehrenberg var. *fossilis* Pantocsek  
Tab. 27, sl. 6

- 1905 *Surirella fastuosa* Ehrenberg var. *fossilis* Pant. – Pantocsek, Taf. 31, Fig. 450.  
1957 *Surirella fastuosa* var. *fossilis* Pantocsek – Jurilj, 126.

Opis: Valva je eliptična, dolga okrog 80 in široka okrog 60  $\mu\text{m}$ . Na robu valve sta dve rebri v 10  $\mu\text{m}$ . Rebra pokrivajo drobne strije. Rebra segajo globoko v notranjost valve, kjer se zožajo in dotikajo središčnega lika. Središčni lik je zelo ozek in na koncih ni zaključen. Lik je omejen z nizi strij, ki jih je 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Rafa je kanalna in leži na robu valve. Stratigrafska in geografska razširjenost: Sarmatijska oblika, najdena na Madžarskem (Hajós, 1986), Češkem in Slovaškem (Hajós & Řeháková, 1974) in Hrvaškem (Jurilj, 1957).

*Surirella subfastuosa* Pantocsek  
Tab. 30, sl. 1, 7

- 1905 *Surirella subfastuosa* n. sp. – Pantocsek, Taf. 38, Fig. 530.  
1957 *Surirella subfastuosa* Pantocsek – Jurilj, 127, Tab. 34, sl. 2.

Opis: Valve so eliptične, skoraj okrogle. Dolge so okoli 120  $\mu\text{m}$ , široke pa okoli 90  $\mu\text{m}$ . Na robu valve je eno močno rebro na 10  $\mu\text{m}$ . Rebra so na robu pokrita z drobnimi strijami, ki jih je 16 na 10  $\mu\text{m}$ . Proti notranjosti se rebra zožajo v trnaste izrastke, ki potekajo do središčnega lika. V sredini valve leži središčni lik, ki je sestavljen iz reduciranih strij. Strij je 11 do 12 v 10  $\mu\text{m}$ . Lik je suličaste oblike in je na koncih zaključen. Kanal rafe poteka okrog celotne valve. Kanalne pore so velike, dolge 7 in široke 4  $\mu\text{m}$ .

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz sarmatijskih plasti Dolja na Hrvaškem (Jurilj, 1957) in Madžarske (Pantocsek, 1905).

*Surirella zagrebiensis* Jurilj  
Tab. 30, sl. 3

1957 *Surirella zagrebiensis* spec. nova – Jurilj, 127, Tab. 34, sl. 4.

Opis: Valva je skoraj okrogla, daljša stranica meri 70  $\mu\text{m}$ , krajša pa 65  $\mu\text{m}$ . Na robu valve so močna stožčasta rebra, ki so na odobu prekrita s črtami. V 10  $\mu\text{m}$  sta 1–2 rebri. Rebra se proti sredini nadaljujejo v trnaste izrastke, ki se dotikajo središčnega polja. V središčem polju je široko suličasto polje, ki je na enem koncu nekoliko širše.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je poznana samo iz sarmatijskih plasti na Hrvaškem.

Genus: *Campylodiscus* Ehrenberg 1840

*Campylodiscus neogradensis* Pantocsek  
Tab. 30, sl. 5

1905 *Campylodiscus neogradensis* n. sp. – Pantocsek, Taf. 37, Fig. 518.

1957 *Campylodiscus neogradensis* Pantocsek – Jurilj, 128, Tab. 35, sl. 2.

Opis: Valva je okrogla in meri v premeru okoli 80  $\mu\text{m}$ . Na robu valve so 4 rebra v 10  $\mu\text{m}$ . Ena rebra so kratka, druga so daljša in se nadaljujejo proti sredini do 1/3 premera valve. Srednje polje je brez strukture.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz sarmatijskih plasti Madžarske (Hajós, 1986), Bolgarije (Temniskova & Valeva, 1979) in Hrvaške (Jurilj, 1957).

*Campylodiscus kuetzingii* Harvey & Bailey  
Tab. 30, sl. 2

1905 *Campylodiscus Kützingii* – Pantocsek, Taf. 30, Fig. 433.

1957 *Campylodiscus kützingii* Pant. – Jurilj, 129, Tab. 34, sl. 5.

1976 *Campylodiscus kuetzingii* Harvey et Bail. – Hajós, Taf. 8, Fig. 6.

Opis: Valva je zaobljena in na enem koncu širša kot na drugem. Dolžina valve znaša 25–45  $\mu\text{m}$ , največja širina je približno enaka dolžini. Na robu valve je 10 reber v 10  $\mu\text{m}$ . Proti notranjosti valve se dve

ali tri rebra združijo in potekajo do sredine valve. V notranjosti valve je 7 reber v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve je tanko, ravno hialinsko polje.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je bila najdena v sarmatijskih plasteh Madžarske, Hrvaške, Romunije in Bolgarije.

## INCERTAE SEDIS

K incertae sedis sem uvrstili oblike, katerih taksonomski položaj ni jasen ter jih sistematika Rounda in sodelavcev (1990) ne upošteva, in trajne spore (resting spores). Teke trajnih spor se zelo razlikujejo tako po velikosti kot po obliki in morfologiji. V kolikor jih ne najdemo v združbah skupaj z vegetativnimi tekami, jih lahko klasificiramo v različne družine ali celo redove. Tako so trajne spore rodu *Chaetoceros* lahko klasificirane v različne rodove: *Goniothecium*, *Periptera*, *Xanthiopyxis* idr. (Tappan, 1980).

Genus: *Chasea* Hanna 1934

*Chasea tortonica* Hajós  
Tab. 7, sl. 12

1968 *Chasea tortonica* n. sp. – Hajós, 117, Taf. 28, Fig. 18, 19.

1986 *Chasea tortonica* Hajós – Hajós, Pl. 49, Figs. 6–8.

Opis: Endocista je suličasta, z ostro zaobljenimi konci. Dolga je 14  $\mu\text{m}$ , široka 7  $\mu\text{m}$ . Na robu so drobne pore, ki jih je 8 do 9 v 10  $\mu\text{m}$ . V sredini valve je velika okrogla vzpetina s premerom 5  $\mu\text{m}$ . Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz badenija Madžarske (Hajós, 1986) in Avstrije (Řeháková, 1978).

Genus: *Cladogramma* Ehrenberg 1844

*Cladogramma ellipticum* Lohman  
Tab. 7, sl. 6

1968 *Cladogramma ellipticum* Lohman – Hajós, 120, Taf. 29, Fig. 10, 11.

- 1979 *Cladogramma ellipticum* Lohman – Hajós, Pl. 3, Fig. 6.  
 1986 *Cladogramma ellipticum* Lohman – Hajós, Pl. 48, Fig. 9.

Opis: Valva je eliptična, 27  $\mu\text{m}$  dolga in 14  $\mu\text{m}$  široka. Srednji del valve s premerom 7  $\mu\text{m}$  je brez strukture. Od tega osrednjega dela proti robu potekajo radialna rebra, ki jih je 6 v 10  $\mu\text{m}$ . Rob valve je gladek, hialinski.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je omenjena v karpatijskih in badenijskih sedimentih Madžarske in v srednjem miocenu ZDA (Hajós, 1968).

Genus: *Liradiscus* Greville 1865

*Liradiscus ovalis* Greville

Tab. 7, sl. 4

- 1968 *Liradiscus ovalis* Greville – Hajós, 114, Taf. 27, Figs. 8, 9, 12.  
 1976 *Liradiscus ovalis* Greville – Andrews, 16, Pl. 5, Figs. 6, 7.

Opis: Valva je eliptična in konveksna. Površina valve je pokrita z nepravilno razporejenimi kratkimi bodicami, ki jih povezuje mreža nizkih grebenov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz eocena in miocena Kalifornije (Andrews, 1976) in iz srednjega miocena Madžarske (Hajós, 1968).

*Liradiscus plicatulus* Hajós

Tab. 7, sl. 5

- 1968 *Liradiscus plicatulus*, n. sp. – Hajós, 114, Taf. 28, Fig. 10.

Opis: Valva je eliptična, dolga 23 in široka 14  $\mu\text{m}$ . Površina valve je močno obokana. Iz sredine valve proti robu potekajo radialno nepravilno razvrščene gube.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana samo iz badenija Madžarske.

Genus: *Stephanogonia* Ehrenberg 1844

*Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow  
 Tab. 7, sl. 1

- 1889 *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow – Pantocsek, Taf. 29, Fig. 411.  
 1968 *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow – Hajós, 139, Taf. 39, Fig. 1–3.  
 1977 *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow – Řeháková, Pl. 2, Fig. 4.  
 1979 *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow – Hajós, Pl. 3, Fig. 5.

Opis: Spora je okrogla, v sredini vzdignjena, tako da ima piramidasto obliko. Premer valve je 24  $\mu\text{m}$ . Višji, dvignjeni del valve je sestavljen iz 15 radialnih, pokončnih stebričkov. Stebričke povezuje poligonalni obroč.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana iz karpatija in badenija Madžarske (Pantocsek, 1889; Hajós, 1986), Avstrije in Češke (Řeháková, 1978).

Genus: *Xanthiopyxis* Ehrenberg 1844

*Xanthiopyxis globosa* Ehrenberg

Tab. 7, sl. 2, 3

- 1976 *Xanthiopyxis globosa* Ehrenberg – Dzino-ridze et al., Pl. 17, Fig. 2.  
 1979 *Xanthiopyxis globosa* Ehrenberg – Dzino-ridze, Jouse & Strelnikova, 62, ris. 159.  
 1986 *Xanthiopyxis globosa* Ehrenberg – Hajós, Pl. 48, Fig. 76.

Opis: Spore so eliptične do okrogle, 25  $\mu\text{m}$  dolge in 20  $\mu\text{m}$  široke. Celotna površina spore je pokrita z gostimi močnimi trni.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsto omenjajo iz srednjega miocena Norveškega morja (Dzino-ridze, Jouse & Strelnikova, 1979) in Madžarske (Hajós, 1986).

*Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg

Tab. 7, sl. 10, 11

- 1968 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg – Hajós, 115, Taf. 28, Fig. 16, 17, 20, 21.

- 1974 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg – Lohman, 349, Pl. 5, Fig. 7.  
 1977 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg – Fenner, 536, Pl. 35, Fig. 18.  
 1979 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg – Dzinoridze, Jouse & Strelnikova, 62, ris. 158.  
 1980 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg – Hajós, Pl. 3, Fig. 7.

Opis: Spore so eliptične. Površina je posejana z nepravilnimi pegami. Rob je okrašen z močnimi trnastimi izrastki.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Karpatij in badenij Madžarske (Hajós, 1986), Avstrije in Češke (Řeháková, 1978); oligocen in miocen Norveškega morja (Dzinoridze, Jouse & Strelnikova, 1979); srednji miocen Amerike in Trinidada (Lohman, 1974).

*Xanthiopyxis ovalis* Lohman

Tab. 7, sl. 8

- 1968 *Xanthiopyxis ovalis* Lohman – Hajós, 116, Taf. 28, Fig. 3, 5, 6.  
 1974 *Xanthiopyxis ovalis* Lohman – Lohman, 350, Pl. 5, Fig. 11.  
 1976 *Xanthiopyxis ovalis* Lohman – Dzinoridze et al., Pl. 17, Fig. 1.

- 1977 *Xanthiopyxis ovalis* Lohman – Fenner, 536, Pl. 35, Figs. 20–22.

Opis: Spora je ovalne oblike, dolga 23, široka 15  $\mu\text{m}$ . Površina je posejana z nepravilno razporejenimi majhnimi bradavicami. Rob valve je drobno punktiran.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta nastopa v sedimentih od eocena do pliocena v Kaliforniji (Lohman, 1974), Norveškem morju (Fenner, 1977) ter v badenijskih sedimentih Madžarske (Hajós, 1986).

*Xanthiopyxis micropunctatus* Hajós

Tab. 7, sl. 7, 9

- 1968 *Xanthiopyxis micropunctatus* n. sp. – Hajós, 117, Taf. 28, Fig. 1, 2.

Opis: Spora je konveksna, eliptično suličasta, podobna očesu. Dolžina znaša 22–27  $\mu\text{m}$ , širina pa 14–17  $\mu\text{m}$ . Površina je pokrita z nepravilno razporejenimi številnimi drobnimi izrastki.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je znana le iz badenijskih plasti na Madžarskem (Hajós, 1968, 1986).

Tabela 1. Razširjenost diatomej, silikoflagelatov, ebridijev in dinoflagelatov z notranjim skletom v preiskanih srednjoiocenskih vzorcih.

Šj - profil Šenjernej; Šm - profil Šmarjeta; Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Si - vrtna Si-1/86

Table 1. Occurrence of diatoms, silicoflagellates, ebridians, and endoskeletal dinoflagellates in investigated Middle Miocene samples.

Šj - section Šenjernej; Šm - section Šmarjeta; Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela Cerkev 2; Tu - section Tunjice; Si - bore-hole Si-1/86

Species	Sample	Šj	Šm-5	Bc1-1	Bc1-2	Bc1-3	Bc1-4	Bc1-5	Bc1-6	Bc1-8	Bc1-9	Bc1-10	Bc1-11	Bc1-12	Bc2-3	Bc2-4	Bc2-5	Bc2-6	Tu-2	Tu-3	Tu-4	Tu-5	Tu-6	Tu-7	Si-1	Si-2	Si-3
<b>Ebridians</b>																											
<i>Hermesinium schulzi</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Endoskeletal dinoflagellates</b>																											
<i>Actiniscus pentastertus</i>		•	•																								
<b>Silicoflagellates</b>																											
<i>Bachmannocena apiculata apiculata</i>		•																									
<i>Bachmannocena diodon diodon</i>		•																									
<i>Cannopilus hemisphaericus</i>		•																									
<i>Dicryocha fibula</i>		•																									
<i>Dicryocha fibula</i> f. <i>mesocenoidea</i>		•																									
<i>Distephanus crux crux</i>		•																									
<i>Distephanus crux parvus</i>		•																									
<i>Distephanus crux cutulatus</i>		•																									
<i>Distephanus crux longispinus</i>		•																									
<i>Distephanus concavus</i>		•																									
<i>Distephanus schainstlandii</i>		•																									
<i>Distephanus speculum</i>		•																									
<i>Distephanus stradherti</i>		•																									
<i>Paracannopilus picassoi</i>		•																									
<b>Diatoms</b>																											
<i>Achnanthes baldjickii</i>				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Achnanthes brevipes</i>				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Achnanthes rara</i>				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus bremianus</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i> var. <i>crassa</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i> var. <i>sparsa</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i> var. <i>tenella</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ingens</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>planus</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus octonarius</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>minuta</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinocyclus tsugamensis</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinoptychus adriaticus</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinoptychus marylandicus</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actinoptychus senarius</i>		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Rezultati

Species	Sample	Sf	Šm-5	Bc1-1	Bc1-2	Bc1-3	Bc1-4	Bc1-5	Bc1-6	Bc1-8	Bc1-9	Bc1-10	Bc1-11	Bc1-12	Bc2-3	Bc2-4	Bc2-5	Bc2-6	Tu-2	Tu-3	Tu-4	Tu-5	Tu-6	Tu-7	SI-1	SI-2	SI-3
<i>Actinopychus splendens</i>		•		•																							
<i>Actinopychus splendens</i> var. <i>zagrebiensis</i>																											
<i>Actinopychus vulgaris</i> var. <i>doljensis</i>				•																							
<i>Amphora angusta</i>				•																							
<i>Amphora crassa</i> var. <i>gemmata</i>				•																							
<i>Amphora crassa</i> var. <i>punctata</i>				•																							
<i>Amphora hidavensis</i>				•																							
<i>Amphora pannonica</i>				•																							
<i>Amphora</i> sp.				•																							
<i>Anaulus minutus</i>				•																							
<i>Anaulus simplex</i>				•																							
<i>Asterolampra marylandica</i>		•		•																							
<i>Asteromphalus hungarica</i>		•		•																							
<i>Auricula szontaghi</i>																											
<i>Biddulphia toumeyi</i>		•		•																							
<i>Campylodiscus kuetzingi</i>				•																							
<i>Campylodiscus neogradensis</i>				•																							
<i>Chaetoceros affinis</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros compressus</i>				•																							
<i>Chaetoceros crinitus</i>				•																							
<i>Chaetoceros didymus</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros globosa</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros ingolfianus</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros micropunctatum</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros pantocseki</i>		•		•																							
<i>Chaetoceros</i> sp. 1				•																							
<i>Chaetoceros</i> sp. 2				•																							
<i>Chaetoceros</i> sp. 3																											
<i>Chaetoceros</i> sp. 4																											
<i>Chaetoceros</i> sp. 5																											
<i>Chaetoceros</i> sp. 6																											
<i>Chasea tortonica</i>		•																									
<i>Cladogramma ellipticum</i>		•																									
<i>Clavicula polymorpha</i> var. <i>tumida</i>																											
<i>Climacospaenia moniligera</i>																											
<i>Cocconeis andesitica</i>				•																							
<i>Cocconeis biharensis</i>				•																							
<i>Cocconeis evolvens</i>																											
<i>Cocconeis gratta</i>																											
<i>Cocconeis pediculus</i>																											
<i>Cocconeis placenuta</i> var. <i>euglypta</i>																											
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>		•																									
<i>Cocconeis quamerensis</i>																											
<i>Cocconeis scutellum</i>																											
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>																											
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>pulchra</i>																											
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>raeana</i>																											



Rezultati

Sample	Species	Sl	Sm-5	Bcl-1	Bcl-2	Bcl-3	Bcl-4	Bcl-5	Bcl-6	Bcl-8	Bcl-9	Bcl-10	Bcl-11	Bcl-12	Bcl-3	Bcl-4	Bcl-5	Bcl-6	Tu-2	Tu-3	Tu-4	Tu-5	Tu-6	Tu-7	Sl-1	Sl-2	Sl-3	
	<i>Grammotophora robusta</i>	•																										
	<i>Hemialtus</i> sp.																											
	<i>Hyalodiscus horvatici</i>																											
	<i>Hyalodiscus scoticus</i>																											
	<i>Liradiscus ovalis</i>	•																										
	<i>Liradiscus plicatulus</i>	•																										
	<i>Mastoglotia angulata</i> var. <i>sarmatica</i>																											
	<i>Mastoglotia angustata</i>																											
	<i>Mastoglotia baldjickiana</i>																											
	<i>Mastoglotia binotata</i>																											
	<i>Mastoglotia castracanei</i>																											
	<i>Mastoglotia constricta</i>																											
	<i>Mastoglotia ovalis</i> var. <i>areata</i>																											
	<i>Mastoglotia ovolum</i>																											
	<i>Mastoglotia rogalii</i>																											
	<i>Mastoglotia sandae</i>																											
	<i>Mastoglotia splendida</i>																											
	<i>Mastoglotia szontaghii</i>																											
	<i>Mastoglotia</i> sp. 1																											
	<i>Mastoglotia</i> sp. 2																											
	<i>Mastoglotia</i> sp. 3																											
	<i>Melosira distans</i>																											
	<i>Melosira</i> sp.																											
	<i>Navicula abrupta</i>	•																										
	<i>Navicula baumleri</i>																											
	<i>Navicula hennedyi</i>																											
	<i>Navicula hennedyi</i> f. <i>granulata</i>																											
	<i>Navicula humerosa</i>																											
	<i>Navicula inihalata</i> var. <i>biharensis</i>																											
	<i>Navicula latissima</i> var. <i>capitata</i>																											
	<i>Navicula lya</i> var. <i>constricta</i>																											
	<i>Navicula maculata</i> f. <i>californica</i>																											
	<i>Navicula praetexta</i>																											
	<i>Navicula sandriana</i>																											
	<i>Navicula spectabilis</i>																											
	<i>Navicula yarrensis</i>																											
	<i>Nitescchia doljensis</i>																											
	<i>Nitescchia fossilis</i>	•																										
	<i>Nitescchia frustulum</i>	•																										
	<i>Nitescchia kintli</i>																											
	<i>Nitescchia solea</i>																											
	<i>Nitescchia</i> sp.																											
	<i>Ophephora marina</i>																											
	<i>Paralia sulcata</i>																											
	<i>Pinnularia clavicularis</i>																											
	<i>Pinnularia divergens</i>																											
	<i>Pinnularia liber</i> var. <i>zagrebiensis</i>																											





## Sedimentološke analize

Rezultati granulometričnih analiz so prikazani v tabeli 2. Pri poimenovanju litoloških členov sem upošteval razdelitev, kot jo za sistem melj – glina predlaga Skaberne (1980). Kamnine sem ločil še z ozirom na vsebnost karbonatne komponente. Če kamnine vsebujejo karbonat (tabela 3), sem jih označil s pridevnikom karbonatni (slike 2–6), saj običajno vsebujejo kalcit in aragonit (tabela 3).

V vseh vzorcih je največ meljaste komponente, med 54,57 % in 90,96 %. Najmanj je meljaste komponente v vzorcih (slika 7), kjer naraste delež

glinaste komponente (vzorca Bc1–6 in Bc1–7). V litoloških členih v vseh profilih, razen pri vzorcih Bc1–6 (45,41 %) in Bc1–7 (37,89 %), količina glinaste komponente ne preseže 33 % in se giblje med 9,72 % in 27,39 % (slika 7). Delež debelozrnate komponente v nobenem vzorcu ne preseže enega odstotka in se giblje med 0 in 0,81% (tabela 2). Največji delež velikosti peska je v spodnjem, karbonatnem delu profila Bela Cerkev 1, kjer so zrna ( $\Phi_{\max}$ ) tudi večja kot v ostalih profilih oziroma vzorcih.

Vzorca Bc1–6 in Bc1–7 pripadata karbonatni

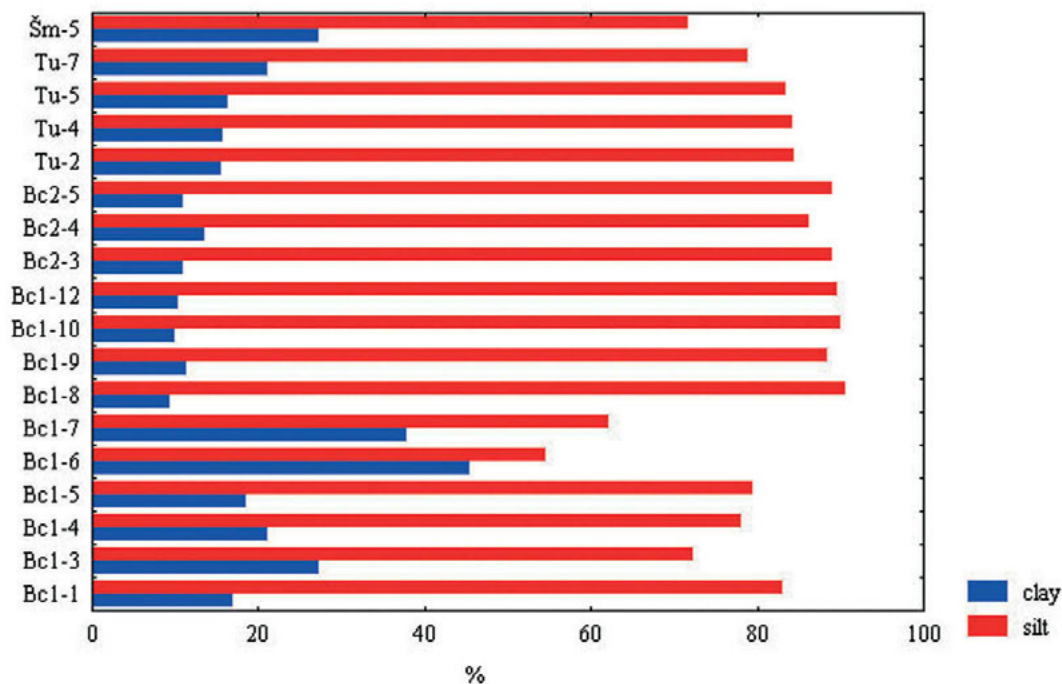
Tabela 2. Granulometrična sestava preiskanih diatomejskih sedimentnih kamnin.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta

Table 2. Grain-size distribution of the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

Sample	Size	< 2 $\mu\text{m}$	2 - 63 $\mu\text{m}$	63 - 2000 $\mu\text{m}$	$\Sigma$	$\Phi_{\max}$ ( $\mu\text{m}$ )
Bc1-1		16,93 %	83,02 %	0,05 %	100 %	350
Bc1-3		27,39 %	72,33 %	0,28 %	100 %	450
Bc1-4		21,18 %	78,01 %	0,81 %	100 %	450
Bc1-5		18,50 %	79,46 %	0,19 %	100 %	450
Bc1-6		45,41 %	54,57 %	0,01 %	100 %	80
Bc1-7		37,89 %	62,11 %	0,00 %	100 %	63
Bc1-8		9,27 %	90,69 %	0,04 %	100 %	100
Bc1-9		11,39 %	88,49 %	0,12 %	100 %	150
Bc1-10		9,92 %	90,08 %	0,00 %	100 %	63
Bc1-12		10,34 %	89,66 %	0,00 %	100 %	63
Bc2-3		10,88 %	89,07 %	0,05 %	100 %	100
Bc2-4		13,60 %	86,33 %	0,07 %	100 %	100
Bc2-5		10,96 %	88,97 %	0,07 %	100 %	125
Tu-2		15,53 %	84,42 %	0,05 %	100 %	125
Tu-4		15,70 %	84,30 %	0,00 %	100 %	63
Tu-5		16,42 %	83,50 %	0,08 %	100 %	100
Tu-7		21,18 %	78,82 %	0,00 %	100 %	63
Šm-5		27,32 %	71,65 %	1,03 %	100 %	200



Slika 7. Delež gline in melja v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta

Figure 7. Percent of silt and clay in the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

meljasti glini, vsi ostali melju oziroma karbonatnemu melju.

Dokaj enakomerna zrnatost vseh vzorcev kaže, da so sedimentni večine vzorcev v vseh profilih avtohtoni, brez resedimentov. Izjemo predstavlja laminirana sekvenca (vzorec Tu-5) v profilu Tunjice, kjer je v zbruskih vidna različna zrnatost posameznih lamin (tab. 2, sl. 2). Tudi kontakti drobnozrnate

lamine z debelozrnato na spodnji strani so bolj ostri kot kontakti drobnozrnate lamine z debelozrnato na zgornji strani, ki so bolj erozijski, kar kaže na turbiditni značaj laminirane sekvence. Nasprotno so laminirane sekvence v profilu pri Beli Cerkvi (vzorec Bc1-10) enakomerno zrnate in ne kažejo nobenega turbiditnega značaja (tab. 2, sl. 1).

## Mineraloške analize

Z rentgensko difrakcijo smo preiskali samo vzorce, ki pri pripravi mikropaleontoloških preparatov niso bili v celoti raztopljeni oziroma sem jih lahko še vzorčeval na istih mestih kot vzorce za mikropaleontološke preparate. Ker je v neogenu ohranitveni potencial odkritih profilov majhen, nekateri profili niso bili več dostopni. Tako mineraloške analize niso bile mogoče na vzorcih iz vrtine Si-1/86 in vzorcih iz Šentjerneja. Za primerjavo razlik med bade-nijskimi in sarmatijskimi vzorci smo preiskali vzorec iz profila pri Šmarjeti (vzorec Šm). V profilu pri Šmarjeti je sestava makrofavne podobna kot v Šentjerneju. Na obeh nahajališčih namreč najdemo skupaj vrsto *Pereiraea gervaisi* (Vézian), odlomke hišic polžev rodu *Protoma* in kremenične alge. Žal pa je v profilu pri Šmarjeti, za razliko od vzorcev iz Šentjernja, ohranjenost in številčnost ostankov kremeničnih alg tako nizka, da paleontološke, biostratigrafske in paleoekološke analize niso bile mogoče.

Rezultati mineraloških analiz so prikazani v tabeli 3.

### PROFIL BELA CERKEV 1

Po mineralni sestavi lahko profil Bela Cerkev 1 razdelimo v dva dela. V spodnjem delu vzorci vsebujejo relativno veliko količino karbonatov (19–77 %) (slika 8) in sorazmerno malo kremenena (1–23 %) (slika 10). Vzorci v zgornjem delu profila ne vsebujejo karbonatov, količina kremenena pa je relativno višja in znaša 33–38 % (sliki 8, 10).

Skupna količina karbonatov (kalcit + aragonit) je v celotnem delu spodnjega dela profila (z izjemo vzorca Bc1–1) visoka in znaša med 77 in 86 %. Količini kalcita in aragonita se spreminjata obratno sorazmerno. Če je količina kalcita večja, je sorazmerno manjša količina aragonita (slika 8). Visoko količino karbonata lahko pojasnimo z odlomki skeletov mehkužcev, ki so v tem delu profila pogosti. V tem delu profila je tudi delež gline nekoliko večji kot v zgornjem delu profila (slika 7).

Prav tako je količina glinenih mineralov v spodnjem delu profila nižja, saj znaša med 6 in 19 %. Edini glineni mineral v tem delu profila je muskovit/illit, le v vzorcu Bc1–6 je glineni mineral klorit (slika 9).

Med vzorci spodnjega dela profila izstopa vzorec Bc1–1. Ta vsebuje v primerjavi z ostalimi vzorci tega dela profila relativno manj karbonatov (34 %) in več kremenena (19 %). Podobno velja tudi za delež gline (slike 7–9). Vzorec Bc1–1 vsebuje tudi večjo količino filosilikatov in glinenih mineralov (47 %). Razen muskovita/illita je prisoten tudi Ca montmorillonit (slika 9). Na Ca montmorillonit je v vseh vzorcih vezan tudi glineni mineral z zmesno strukturo (GMZS) z naključnim slojnim sosledjem  $R = 0$ . Ta mineral je tipa illit/montmorillonit z razmerjem I/M od 15/85 do 10/90.

Vsi vzorci v tem delu profila, razen vzorca Bc1–7, kljub nizki količini kremenena vsebujejo diatomeje. Kljub večji vsebnosti kremenena v vzorcu Bc1–1 je količina in ohranjenost diatomej v vseh vzorcih tega dela profila podobna.

Vzorci zgornjega dela profila vsebujejo nad 30 % kremenena in ne vsebujejo karbonatov. Odsot-

## Rezultati

Tabela 3. Mineralna sestava preiskanih vprašenih vzorcev srednjemiocenskih diatomejskih sedimentnih kamnin. Vse vrednosti so v %.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - vzorec Šmarjeta

Mu/I - muskovit/illit, KLO - klorit, CaM - Ca montmorillonit; KRE - kremen; PLA - plagioklaz, KAL - kalцит; MgKAL - magnezijски kalцит z x% mol MgCO<sub>3</sub> v CaCO<sub>3</sub>; DOL - dolomit; ARA - aragonit, PIR - pirit

OPAL1 = celotni SiO<sub>2</sub> - SiO<sub>2</sub> vezan na glinene minerale - detritični kremen

OPAL2 = SiO<sub>2</sub> - 3 x Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Table 3. Mineralogical composition of powdered samples of the Middle Miocene diatomaceous sediments. All values in %.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

Mu/I - muscovite/illite, KLO - chlorite, CaM - Ca montmorillonite; KRE - quartz; PLA - plagioclase, KAL - calcite; MgKAL - Mg calcite with x% mol MgCO<sub>3</sub> in CaCO<sub>3</sub>; DOL - dolomite; ARA - aragonite, PIR - pyrite

OPAL1 = total SiO<sub>2</sub> - clay associated SiO<sub>2</sub> - detrital quartz

OPAL2 = SiO<sub>2</sub> - 3 x Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Sample	Mu/I	KLO	Ca-M	KRE	PLA	KAL	MgKAL	DOL	ARA	PIR	Σ	OPAL <sup>1</sup>	OPAL <sup>2</sup>
Bc1-1	23	0	24	23	0	19	0	0	11	0	100	6,4	33,21
Bc1-3	19	0	0	2	0	51	0	0	28	0	100	-0,6	4,59
Bc1-4	6	0	0	7	0	77	0	0	10	0	100	-3,9	2,18
Bc1-5	10	0	0	6	0	75	0	0	9	0	100	-1,4	3,89
Bc1-6	0	14	0	8	0	37	0	0	41	0	100	-0,4	2,22
Bc1-7	13	0	0	1	0	77	0	0	9	0	100	-0,7	0,51
Bc1-8	36	12	15	32	4	0	0	0	0	1	100	5,4	39,35
Bc1-9	47	11	0	35	4	0	0	0	0	3	100	7,8	33,22
Bc1-10	31	18	16	32	3	0	0	0	0	0	100	9,1	33,77
Bc1-12	36	10	16	34	4	0	0	0	0	0	100	-1,5	27,81
Bc2-3	39	13	8	40	0	0	0	0	0	0	100	0,4	35,86
Bc2-4	31	10	13	43	3	0	0	0	0	0	100	2,0	32,88
Bc2-5	41	15	8	30	6	0	0	0	0	0	100	8,7	28,58
Tu-7	28	10	12	17	6	22	0	4	0	1	100	2,1	3,85
Tu-5	30	11	3	20	3	14	11, 7,8%	3	5	0	100	11,2	26,25
Tu-4	36	5	7	15	4	14	12,4,8%	5	0	2	100	14,4	26,96
Tu-2	21	10	0	11	4	26	19, 7,8%	7	2	0	100	18,6	10,44
Šm-5	12	0	8	14	2	48	0	4	12	0	100	-2,8	0,64

nost karbonatnih mineralov lahko razlagamo z diagenezo, saj v vzorcih ne opazimo več karbonatnega drobirja lupin mehkužcev, ampak samo še odtise školjk, ki imajo skelete raztopljene. Prav tako ni v vzorcih nobene mikrofavne s karbonatnimi skeleti. Vzorci zgornjega dela profila vsebujejo tudi znatno večjo količino glinenih mineralov: 58–65 %. Največ je muskovita/illita, v podobnih količinah sta prisotna

še klorit in Ca montmorillonit (slika 9). Vzorci v tem zgornjem delu profila, za razliko od spodnjega dela profila, vsebujejo tudi plagioklaze.

Na rentgenskih difraktogramih vseh vzorcev zgornjega dela profila je opazno tudi nekoliko dvignjeno ozadje na mestu glavnega kremenovega odboja, kar kaže na prisotnost amorfne faze oziroma opala, ki je vezan v skeletih kremenitnih alg.

## PROFIL BELA CERKEV 2

Mineralna sestava vzorcev v profilu Bela Cerkev 2 (tabela 3) je podobna mineralni sestavi vzorcev zgornjega dela profila Bela Cerkev 1: odstotnost karbonatov, več kot 30 % kremenca, prisotnost plagioklazov ter podoben delež gline (slike 7, 8, 10). Podobna je tudi količina glinenih mineralov (61–64 %): največ je muskovita/illita, v podobnih količinah sta v vseh vzorcih prisotna še klorit in Ca montmorillonit (slika 9). Prav tako je v vseh rentgenskih difraktogramih vzorcev iz profila Bela Cerkev 2 opazna prisotnost amorfnega oziroma organskega kremenca.

## PROFIL TUNJICE

V profilu Tunjice ne opazimo bistvenih razlik v mineralni sestavi med vzorci.

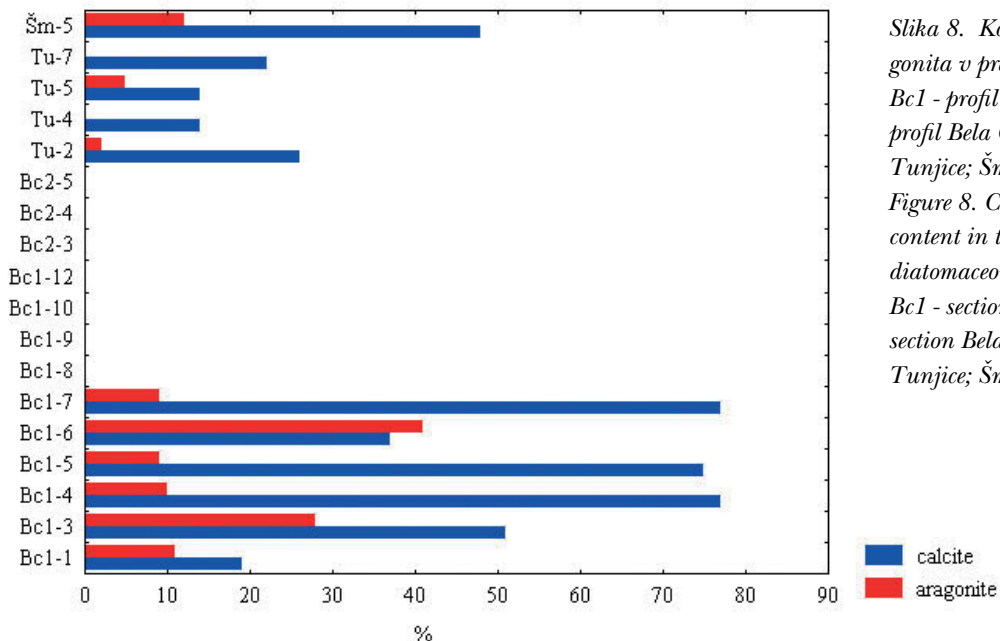
Količina kremenca (slika 10) se giblje med 11 in 20 %. Kremenca je najmanj v spodnjem delu profila (11 %), največ kremenca pa vsebujejo laminirani deli profila (20 %). Na rentgenskih difraktogramih je v vseh vzorcih, razen vzorca Tu-7, tudi nekoliko dvignjeno ozadje, kar kaže na prisotnost amorfne faze kremenca, ki je vezana na kremenične skelete. Količina kalcita (slika 8) se giblje med 14 in 22 %. Najvišjo vrednost doseže najnižje v profilu, najnižjo

vrednost v sredini profila. Vzorca Tu-2 in Tu-4 vsebujeta aragonit, ki je verjetno vezan na skelete foraminifer in/ali ostrakodov, saj odlomki lupin mehkužcev niso opazni.

Po sestavi glinenih mineralov je profil v Tunjicah podoben zgornjemu delu profila Bela Cerkev 1 in profilu Bela Cerkev 2, le količina glinenih mineralov je v profilu Tunjice manjša (21–50 %). Največ je muskovita/illita, približno enako je klorita in Ca montmorillonita (slika 9).

V vseh vzorcih so prisotni tudi plagioklazi in dolomit.

Vzorci profila Tunjice se mineraloško razlikujejo od tistih v profilih Bela Cerkev. Vsebujejo manj karbonatov kot vzorci v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1 in hkrati več karbonatov kot vzorci iz zgornjega dela profila Bela Cerkev 1 in profila Bela Cerkev 2 (slika 8). Tudi kalcit in aragonit ne kažeta obratno sorazmernega trenda, tako kot v profilu Bela Cerkev 1. Podobno velja za količino kremenca (slika 10) in glinene minerale (slika 9). Kremenca je v profilu Tunjice več kot v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1 in manj kot v zgornjem delu profila Bela Cerkev 1 in profila Bela Cerkev 2. Vzorci iz profila Tunjice so po količini kremenca in kalcita najbolj podobni vzorcu Bc1-1 iz profila Bela Cerkev 1, vsebujejo pa znatno manj aragonita. Vsebujejo tudi podobno količino glinenih mineralov. Razlikujejo se po prisotnosti plagioklazov in dolomita.



Slika 8. Količina kalcita in aragonita v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 8. Calcite and aragonite content in the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

## PROFIL ŠMARJETA

Mineralna sestava preiskanega badenijskega vzorca (Šm) je najbolj podobna vzorcem iz spodnjega dela profila Bela Cerkev 1 (tabela 9). Po količini posameznih mineralov ga lahko uvrstimo med vzorec Bc1-1 in preostale vzorce v tem delu profila (Bc1-2–Bc1-7). Največ je kalcita, sledita kremen in aragonit (tabela 3; sliki 8, 10). Med glinenimi minerali sta prisotna muskovit/illit in Ca montmorilonit (slika 9). V manjših količinah se pojavljata še plagioklaz in dolomit.

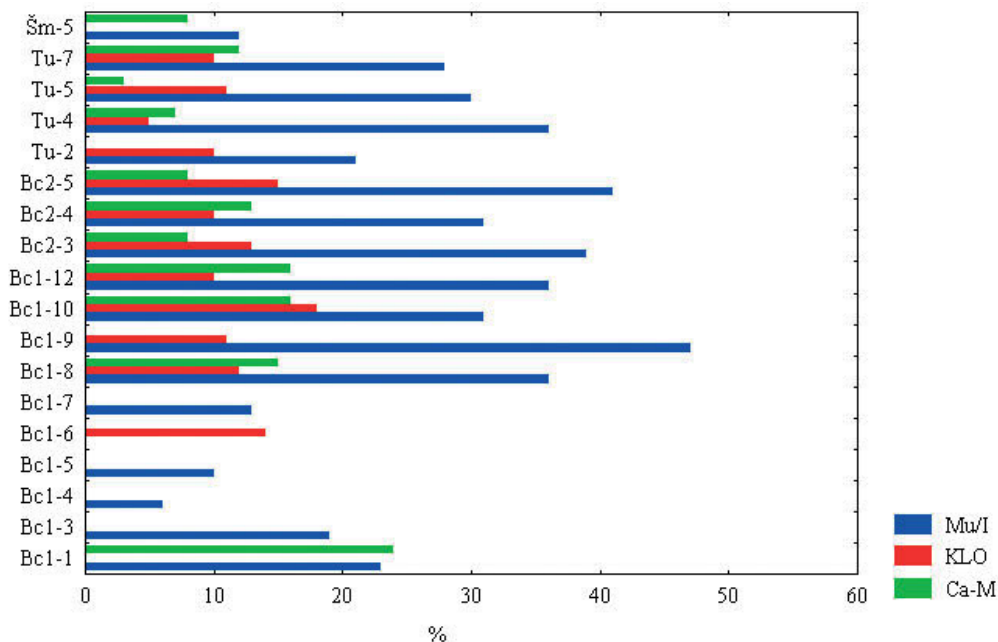
Slika 9. Količina glinenih mineralov v preiskanih vzorcih. Mu/I - muskovit/illit; KLO - klorit; Ca-M - Ca montmorilonit

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta

Figure 9. Clay minerals content in the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Mu/I - muscovite/illite; KLO - chlorite; Ca-M - Ca montmorillonite

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta



## DISKUSIJA

Prisotnost in količino biogenega opala je iz rentgenskih difraktogramov težko ugotoviti. Preiskave z rentgensko difrakcijo so pokazale, da je organskega kremenca v vzorcih sorazmerno malo ali ga sploh ni (spodnji del profila Bela Cerkev 1) kljub temu, da vsi preiskani vzorci vsebujejo kremenčne alge. Možno je, da je velik delež amorfnega kremenca že prešel v kristalno obliko kremenca. Prav tako je količino opala težko ugotoviti v zbruskih, saj je sicer anizotropen opal pomešan z glinenimi minerali (tab. 2, sl. 1, 2).

Primarna biogena faza kremenice je opal-A. S časom in naraščajočo temperaturo opal-A prehaja v opal-CT. Kristalografsko opisujejo opal-CT različno: mešanico  $\alpha$ -kristobalita in  $\alpha$ -tridimita, tridi-

mit ter  $\alpha$ -tridimit (Hein et al., 1985). Opal-A prehaja v opal-CT z rastjo kristalov iz raztopin, ki vežejo silicij na račun raztapljanja kremenčnih skeletov. Občutljivost kremenčnih skeletov na raztapljanje relativno narašča od spongijskih spikul, preko radiolarijev, silikoflagelatov, do diatomej. Ker sta opal-A in opal-CT morfološko različna, lahko iz difraktogramov odčitamo, katere faze opala so prisotne v vzorcu. Opal-A je rentgensko skoraj popolnoma amorfen in ustvarja širok odboj, ki se odraža v dvignjenem ozadju med  $2\Theta = 18-26$  ( $d = 4,84-2,88 \text{ \AA}$ ). Največjo intenziteto doseže pri  $d = 4,01 \text{ \AA}$  ( $2\Theta = 22$ ). Odboji opala-CT so višji in bolj ostri, a imajo še vedno zelo široko bazo ( $d = 4,32-4,22 \text{ \AA}$ ), glavni odboj pa leži pri  $d = 4,12-4,05 \text{ \AA}$  (Hein et al., 1985).

V preiskanih vzorcih so glavni odboji opala zelo

široki, brez izrazitega vrha, kar kaže, da je v vzorcih prisoten le opal-A. Zaradi tega lahko sklepam, da sedimenti niso bili diagenetsko spremenjeni, saj se pričene tvorba opala-CT že pri temperaturah 35–50 °C. Pri majhnih globinah sedimentov in nizkih temperaturah (15–30 °C) je za nastanek opala-CT potrebno najmanj 30 milijonov let, pri zmernih temperaturah (35–55 °C) in relativno veliki globini (> 500 m) 10 milijonov let, pri temperaturah > 55 °C pa prehod iz opala-A v opal-CT poteže hitro, ne glede na globino sedimentov (Hein et al., 1985).

Biogena kremenica predstavlja pomemben faktor za oceno paleobioprodukcije, saj se silicij v vodnem stolpcu slabo reciklira in se več kot 90 % organske produkcije silicija ohrani v sedimentih (Brumsack, 1989; Wignall, 1994). V recentnih sedimentih je akumulacija opala omejena zgolj na področja z visoko bioprodukcijo (Boström et al., 1973). Zato sem količino organskega opala skušal kvantificirati (tabela 3; slika 10) na načina, kot ga predlagata Brewster (1983; cf. Bustillo & López García, 1997) in Boström s sodelavci

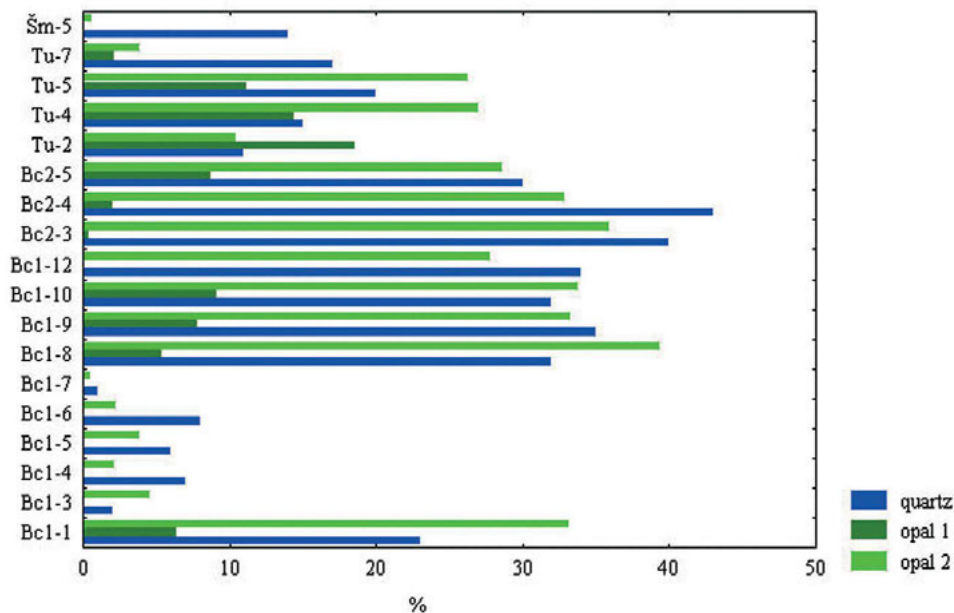
(1972; Schmitz, 1987b). Prvi je za oceno biogenega opala (opal-A) v sedimentih uporabil kombinacijo kemijske analize in rentgenske difrakcije po enačbi:

$$\text{opal-A} = \text{celotni SiO}_2 - \text{SiO}_2 \text{ vezan na glinene minerale} - \text{detritični kremen.}$$

Druga metoda predstavlja bolj grobo oceno vsebnosti opala-A v sedimentih, saj temelji na predpostavki, da je ves silicij, ki presega količino aluminija za faktor tri, biogen. Tako izračunamo delež biogenega opala v vzorcu po enačbi:

$$\text{opalna kremenica} = \text{SiO}_2 - 3 \times \text{Al}_2\text{O}_3.$$

Razlike v količini izračunanega biogenega opala se med metodama zelo razlikujeta (tabela 3). Kljub temu obe metodi odražata podobne trende. Oboji izračuni kažejo prisotnost opala v vzorcih, pri katerih sem lahko že iz difraktogramov predpostavil amorfno fazo. Razen tega rezultati izračunov kažejo, da je opal prisoten še v vseh vzorcih, ki vsebujejo kremenične alge, kar iz difraktogramov ni bilo razvidno. Po obeh metodah so izračunane količine opala najvišje v vzorcih, kjer je največ kremenca in najmanj karbonatov.



Slika 10. Količina kremenca in opala-A v preiskanih vzorcih.

opal 1 - količina opala-A izračunana po Bustillo & Lopez (1997)

opal 2 - količina opala-A izračunana po Boström et al. (1972)

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta

Figure 10. Quartz and opal-A content in the Middle Miocene diatomaceous sediments.

opal 1 - calculations after Bustillo & Lopez (1997)

opal 2 - calculations after Boström et al. (1972)

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta



Po metodi Boströma in sodelavcev (1973) se količina opala giblje med 0,5 in 39,35 % (tabela 3). Po količini opala lahko med seboj primerjamo vzorec Bc1-1 iz spodnjega dela profila Bela Cerkev 1, vzorce iz zgornjega dela profila Bela Cerkev 1 (Bc1-8-12) in vzorce iz profila Bela Cerkev 2 (tabela 3; slika 10). Nekoliko nižje so količine opala v vzorcih iz profila Tunjice. Med vzorci iz profila Tunjice po količini opala odstopa vzorec Tu-7, kjer je opala le 3,85 %, kljub temu, da s paleontološkega vidika med vzorci ni bistvene razlike. Podobno nizke so količine opala (< 5 %) tudi v vzorcih spodnjega dela profila Bela Cerkev 1 (tabela 3; slika 10), kar prav tako odstopa od paleontoloških analiz. Manj kot odstotek izračunanega opala vsebujeta vzorca Bc1-7 in Šm. To se ujema tudi s paleontološkimi raziskavami, saj so v omenjenih vzorcih ohranjeni zgolj posamezni odlomki kremenčnih spongi in alg.

Količine biogenega opala, izračunane po metodi Brewsterja (cf. Bustillo & López García, 1997), so bistveno nižje (največ 18,6 % opala) in vsebujejo negativne vrednosti. Negativne vrednosti so očitno posledica kombiniranja rentgenske in kemijske analize zaradi visoke vsebnosti karbonatov. V sedimentih, kjer prevladujejo karbonati, preide opal-A direktno v kremen brez vmesne faze opala-CT (Greenwood, 1973; Kastner et al., 1977). Količine opala izračunane po metodi Brewsterja so tudi znotraj profilov zelo spremenljive in ne sledijo rezultatom mineraloških in kemijskih analiz. Tako se v zgornjem delu profila Bela Cerkev 1 količina opala giblje med -1,5 in 8,7 %. Največ opala, izračunanega po metodi Brewsterja vsebujejo vzorci v profilu Tunjice, kjer je količina podobna, izjema je ponovno vzorec Tu-7.

Zaradi povedanega sem v nadaljevanju upošteval količine opala, izračunane po metodi Boströma in sodelavcev (1973) kljub temu, da so te ocene manj natančne.

Večina glinenih mineralov je bila v sedimentacijski bazen prinešena s kopnega. Mineralna sestava glinenih mineralov in glinenih mineralov z zmesno strukturo (GMZS) kaže, da so razlike pogojene s paleotransportom in ne z diagenozo, saj so bili ti v sedimentacijski bazen prinešeni s kopnega (Aničić et al., 2002). GMZS tipa illit/montmorillonit kot diagenetski indikator kaže, da vsebujejo vzorci GMZS tipa illit/montmorillonit z  $R = 0$  ureditvijo sosledij. Preiskave so pokazale, da vsebujejo vzorci največ 10-15 % montmorillonita v GMZS tipa illit/montmoril-

lonit, kar kaže na začetni stadij diagenetske pretvorbe montmorillonita v illit in na temperaturo največ 70 °C (Hower, 1981; cf. Mišič, 1998).

Prisotnost montmorillonita v nekaterih vzorcih kaže na vulkanizem in na možen transport z vetrom. Kljub sorazmerno velikemu deležu glinenih mineralov v preiskanih vzorcih tako ni nujno, da je bil prevladujoči dotok rečni, ki bi zniževal slanost v sedimentacijskem bazenu.

Preiskani profili se najjasneje ločijo po vsebnosti karbonatov. Odsotnost karbonata v profilih Bela Cerkev 1 in 2 je verjetno pogojena z diagenozo, saj najdemo v plasteh pogoste odtise mehkužcev, v glavnem školjk, katerih skeletni deli so v celoti raztopljeni. V ostalih vzorcih je težko oceniti delež presedimentiranega kalcita. Delež biogenega karbonata ni vezan zgolj na aragonit, saj je le-ta pri nizkih temperaturah neobstoje in prehaja v kalcit (Deer et al., 1992). Prehod aragonita v kalcit ni odvisen zgolj od temperature, temveč tudi od vsebnosti slednih prvin, saj v skeletih količina stroncija v aragonitu preprečuje prehajanje aragonita v kalcit (Yoshioka et al., 1986). V preiskanih vzorcih količina aragonita zelo variira, kar se dobro ujema s količino stroncija v sedimentih (tabela 4). V vzorcih, kjer je vsebnost stroncija najvišja, je tudi največ aragonita. Zato lahko sklepam, da je karbonat v preiskanih vzorcih v glavnem biogenega izvora. To potrjuje tudi zbrusek, saj večina karbonatnih klastov pripada foraminiferam in odlomkom skeletov mehkužcev (tab. 2, sl. 2)

Plagioklaz in dolomit sta bila v sedimentacijski bazen presedimentirana.

Opisano litološko razliko med vzorci lahko prikazemo s trikomponentnim diagramom (slika 11), kjer upoštevamo minerale, ki kažejo največjo spremenljivost: opal (kremenčni skeleti), karbonati (skeleti mehkužcev + foraminifer + ostrakodov + mikrit) in glineni minerali.

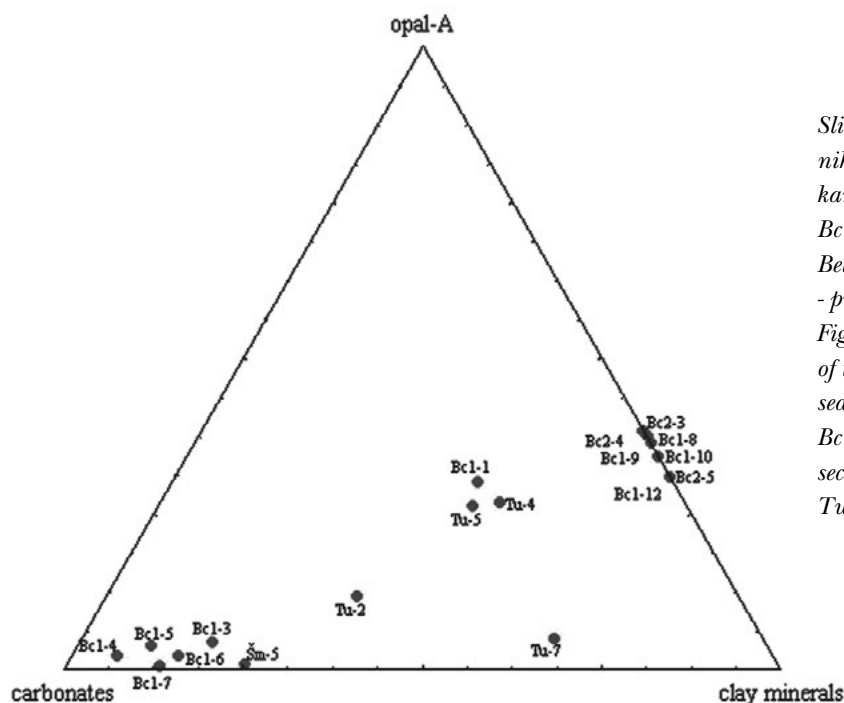
Preiskani diatomejski sedimenti kažejo spremenljivo sestavo, vendar pravim diatomitom ne pripada noben vzorec. V literaturi najdemo za poimenovanje diatomejskih sedimentov številne izraze. Prav tako imajo diatomejski sedimenti tudi zelo spremenljivo mineralno sestavo. Za diatomejske sedimente Pannonskega bazena sta Bárdossy in Hajóseva (1963) izdelala klasifikacijo na osnovi vsebnosti opala-A, glinenih mineralov, karbonata in količine gline. Kamnine iz profila Bela cerkev 1 so Horvat in sodelavci (1996) opredelili kot diatomite, vendar pri tem niso upoštevali

količine opala-A, kar je za klasifikacijo diatomitov kot organogenih sedimentov bistveno. Preiskane vzorce lahko glede na količino opala-A, glinenih mineralov in karbonata ločimo v tri skupine.

V prvo se uvrščajo vzorci, ki vsebujejo največ kremenca (> 30 %) in opala-A (okoli 30 %). Razen tega vsebujejo tudi velik delež glinenih mineralov (53–64 %). Vsi vzorci te skupine vsebujejo tudi tufsko komponento (Ca montmorillonit), ki ne presega 20 %. Ta skupina združuje vzorce iz profila Bela Cerkev 2 in zgornjega dela profila Bela Cerkev 1. Po klasifikaciji Bárdossya in Hajóseve (1963) bi jih lahko uvrstili v diatomejske meljevece.

V drugo skupino lahko uvrstimo vzorce z visoko vsebnostjo karbonatov (> 60 %) ter majhno količino kremenca (< 15 %) oziroma opala-A (< 4 %). Količina glinenih mineralov je manjša od 20 %. Vzorce te skupine tudi ne vsebujejo tufske komponente. V to skupino se uvrščajo vzorci iz spodnjega dela profila Bela Cerkev 1 in profila Šmarjeta. Po klasifikaciji Bárdossya in Hajóseve (1963) bi jih glede na to, da vsebujejo več kot 50% karbonatov, uvrstili med diatomejski apnenec. Ker imajo kamnine klastično strukturo, bi bilo zanje ustreznejše poimenovanje diatomejski laporovec oziroma diatomejski karbonatni meljevec.

Tretja skupina vzorcev je veliko bolj razpršena kot prvi dve. Zanje je značilna dokaj visoka količina kremenca (15–20 %) in opala-A (okoli 25 %) in sorazmerno majhna količina karbonatov (< 45 %). Količina glinenih mineralov je manjša od 50 %. Razen vzorca Tu-2 vsi vsebujejo tufske minerale. Med vzorci te skupine izstopata vzorca Tu-2 in Tu-7 z manjšo vsebnostjo opala-A (< 10 %). Vzorce te skupine bi lahko prav tako uvrstili med diatomejski laporovec oziroma diatomejski karbonatni meljevec, razen vzorca Bc1-1. Ker delež tufske komponente v vzorcu Bc1-1 preseže 20 %, ga lahko opredelimo kot tufski diatomit. V to skupino spadajo vzorci iz profila Tunjice in en vzorec profila Bela Cerkev 1 (Bc1-1).



Slika 11. Litološka sestava preiskanih srednjemiocenskih diatomejskih kamnin.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta

Figure 11. Lithological composition of the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

## Kemijske analize

Miocen v Centralni Paratetidi označuje nekaj ekoloških sprememb povezanih z razširjenostjo morja, ki je odvisna od tektonskih dogajanj, paleogeografije in ekoloških sprememb. Nekateri biološki in fizikalno ekološki dejavniki teh sprememb se lahko odražajo tudi v kemičnih parametrih sedimentov. Rezultati kemičnih analiz so prikazani v tabeli 4.

Iz razmerjea  $TiO_2/Al_2O_3$  lahko sklepamo na spremembe v energiji paleotokov plitvovodnih območij (Boström et al., 1973; Schmitz, 1987a; Spears & Kanaris - Sotiriou, 1976). Takšen pristop temelji na dejstvu, da je titan v skorji vezan v netopnih težkih mineralih kot so ilmenit, rutil, anataz in sfen. Razpad tekom preperevanja in transport v sedimentacijske bazene hidrodinamično sortirata preperere delce skorje. Večja kot je energija suspenzije, višja bo relativna vsebnost titanovih mineralov v primerjavi z aluminijem bogatimi glinenimi minerali (Schmitz, 1987a). Hkrati aluminij in titan kažeta visoko stopnjo akumulacije bližje kontinentom, saj naj bi bila oba elementa izključno terigena. Sedimenti v sredini sedimentacijskih bazenov imajo načeloma nizko koncentracijo teh elementov (Boström et al., 1973). Nekateri povezujejo povišanje razmera Ti/Al v sedimentih tudi s humidno klimo (Bhatt, 1974).

Barij je prvina, ki se akumulira v recentnih in fosilnih pelagičnih območjih s povišano oziroma visoko bioprodukcijo (Schmitz, 1987b, Schmitz et al., 1997). Barij velja ob organski kremenici za najboljši indikator paleoprodukcije.

Naslednja dva indikatorja, ki sta povezana s produkcijo, sta fosfat in organska snov. V recentnih morskih ekosistemih vlada pozitivna korelacija med vnosom fosforja in planktonsko biomaso (Jensen et al., 1995). Fosfor v morje in oceane prinašajo reke kot produkt kontinentalnega preperevanja. Iz vodnega

stolpca se fosfor porablja v glavnem z asimilacijo fitoplanktona in vezavo le tega v sedimente (Toggweiler, 1999; Tyrrell, 1999). Vendar se fosfor v vodnem stolpu intenzivno reciklira, saj le približno odstotek fosforja, ki ga porablja fitoplankton, ostane ujet v sedmimintih (Toggweiler, 1999; Wignall, 1994). Zaradi tega je v sedimentih običajno prisotna le majhna količina fosforja in njegova količina v sedimentih odraža slabo korelacijo z bioprodukcijo v vodnem stolpcu (Wignall, 1994).

Prav tako je povečana bioprodukcija pomembna za sedimentacijo organske snovi. Količino organskega ogljika v sedimentih pogosto uporabljamo kot indikator paleoproduktivnosti (Müller & Suess, 1979; Berger & Herguera, 1992; Nave et al., 2001). Vendar je za kontrolo bioprodukcije diatomej včasih pomembnejša temperatura kot količina hranil. Zato ni presenetljivo, da se količina z opalom bogatih sedimentov ne ujema vedno s sedimenti, ki so bogati z organskim ogljikom (Wignall, 1994). Prav tako zavisi količina organskega ogljika v sedimentih od sestave in količine glinenih mineralov v vzorcih. Illit in drugi glineni minerali lahko hitro absorbirajo do 350 % njihove lastne mase organske snovi iz raztopine (Eagar & Spears, 1966). Tako je lahko količina organskega ogljika v sedimentih v večji odvisnosti s količino in sestavo glinenih mineralov kot povečano bioprodukcijo.

Zaradi zaprtosti seta podatkov (closure effect) ni nujno, da neprocesirani podatki za celoten vzorec odražajo dejansko vsebnost posameznih prvin v sedimentih. Zato sem analitske podatke kamnin procesiral po navodilih Schmitza (1987b):

$$Y^* = f \times Y$$

kjer je  $Y^*$  procesirana vrednost za posamezno prvino,  $Y$  je vsebnost elementa v vzorcu, faktor  $f$  je definiran kot razmerje med  $Al_2O_3$  v povprečni sestavi skorje in

Tabela 4. Vsebnost glavnih prvin, slednih prvin, organskega (Corg) in celotnega (Ctot) ogljika, celotnega žvepla (Stot) ter izgube pri žarjenju (LOI) v preiskanih vzorcih srednjemiocenskih diatomskejskih kamnin.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta.

Table 4. Content of major oxides, trace elements, organic (Corg) and total (Ctot) carbon, total sulphur, and loss of ignition (LOI) of the Middle Miocene diatomaceous sediments.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela Cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta.

Sample	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ba ppm	Ni ppm	Sr ppm	Zr ppm	Y ppm	Nb ppm	Sc ppm	C <sub>tot</sub> %	C <sub>org</sub> %	S <sub>tot</sub> %	LOI %
Bc1-1	52,23	6,34	1,81	0,67	15,09	0,16	0,82	0,3	0,24	0,03	0,006	130	76	896	51	16	<10	6	5,44	2,53	0,39	22
Bc1-3	10,35	1,92	0,69	0,31	45,26	0,37	0,27	0,09	0,1	0,04	0,001	165	22	4779	16	<10	<10	2	10,89	1,31	0,38	40
Bc1-4	5,90	1,24	0,48	0,22	49,85	0,15	0,19	0,05	0,05	0,08	<0,001	85	23	2231	<10	<10	<10	1	11,39	0,72	0,31	41,7
Bc1-5	9,32	1,81	0,72	0,3	48,01	0,11	0,29	0,08	0,06	0,09	0,003	70	34	1095	<10	<10	<10	2	10,79	0,8	0,44	39,2
Bc1-6	11,22	3	1,19	0,41	43,37	0,39	0,42	0,13	0,13	0,05	0,003	188	37	4974	14	<10	<10	3	10,89	0,85	0,61	39,1
Bc1-7	6,45	1,98	0,85	0,28	48,66	0,17	0,32	0,09	0,07	0,10	0,001	109	<20	1874	12	<10	<10	2	10,79	0,5	0,14	40,91
Bc1-8	67,97	11,40	2,83	0,91	0,11	0,21	1,42	0,64	0,03	0,01	0,019	241	35	62,4	124	13,5	11,6	11	2,94	2,92	1,01	14,4
Bc1-9	67,64	11,51	3,46	0,89	0,42	0,25	1,26	0,65	0,05	0,01	0,015	230	71	67	127	12,0	15,0	<10	1,64	0,85		13,6
Bc1-10	68,36	9,61	5,61	0,83	0,10	0,18	1,00	0,52	0,21	0,01	0,012	253	36	61	103	10,0	19,0	8	1,75	1,73	0,40	13,2
Bc1-12	63,99	12,06	3,77	0,94	0,15	0,22	1,09	0,73	0,01	0,01	0,015	219	108	67	139	15,0	15,0	13	2,07	2,04	2,75	16,8
Bc2-3	70,06	11,40	1,57	0,89	0,10	0,22	1,36	0,70	0,03	0,01	0,018	246	30	65	138	14,1	12,6	10	2,35	2,30	0,45	13,6
Bc2-4	68,67	11,93	2,49	0,96	0,09	0,23	1,52	0,75	0,08	0,01	0,018	220	28	83,2	167	16,4	14,9	11	2,14	2,10	0,39	13,2
Bc2-5	65,87	12,43	2,26	1,03	0,12	0,22	1,46	0,70	0,06	0,01	0,018	271	32	68	137	19,0	13,4	11	2,78	2,75	0,64	15,8
Tu-7	40,93	12,36	4,47	2,20	14,34	0,38	2,13	0,52	0,09	0,07	0,010	272	89	594	59	18,0	<10	5	4,32	0,89	1,62	21,6
Tu-5	51,21	8,23	3,82	1,75	12,29	0,29	1,40	0,35	0,18	0,09	0,009	170	122	540	44	12,0	<10	4	4,96	1,97	1,92	19,2
Tu-4	51,11	8,05	3,53	1,77	12,22	0,32	1,35	0,36	0,16	0,06	0,007	180	96	539	48	13,0	<10	4	4,65	1,66	1,69	19,4
Tu-2	42,12	10,56	4,59	2,15	14,67	0,35	1,73	0,49	0,17	0,06	0,010	280	108	620	63	17,0	<10	5	5,12	1,60	2,18	21,4
Šm-5	20,83	6,73	2,29	1,08	33,08	0,33	0,87	0,32	0,26	<0,01	0,010	90	63	1853	41	13	<10	3	8,7	1,49	0,73	32,4

$\text{Al}_2\text{O}_3$  v vzorcu. Količina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  v povprečni sestavi skorje je 15 % (Wedepohl, 1995).

Razmerje  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  v profilu Bela Cerkev 1 se giblje med 0,65 in 0,91% (slika 12). V spodnjem delu profila se vrednosti navzgor postopoma nižajo, od 0,71 % v vzorcu Bc1-1 na 0,65 % v vzorcu Bc1-6. Za zgornji del profila Bela Cerkev 1 je značilno, da vrednosti narastejo na 0,81 % v vzorcu Bc1-7. Vrednosti navzgor po profilu postopoma naraščajo na 0,91 % v vzorcu Bc1-12. Od opisanega trenda nekoliko odstopa le vzorec Bc1-10 (slika 12).

Profil Bela Cerkev 2 je po razmerju  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  podoben zgornjemu delu profila Bela Cerkev 1 (slika 12). Vrednosti so v profilu Bela Cerkev 2 še nekoliko višje, saj vzorec Bc2-4 doseže najvišjo vrednost (0,94).

V profilu Tunjice so vrednosti razmerja  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ponovno nižje, saj se gibljejo med 0,64 do 0,70 % in se vzdolž profila ne spreminjajo bistveno (slika 12). Vrednosti razmerja  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  v profilu Tunjice so podobne vrednostim spodnjega dela profila Bela Cerkev 1.

V profilu Šmarjeta so vrednosti razmerja  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  podobne kot v profilu Tunjice in spodnjemu delu profila Bela Cerkev 1 (slika 12).

Vsebnosti železa kažejo v vseh preiskanih vzorcih nasproten trend kot vrednosti razmerja  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (slika 13). Višja in podobna je količina železa v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1, v profilu Tunjice in v profilu Šmarjeta. Nižje in med seboj primerljive vsebnosti železa imajo vzorci v zgornjem delu profila Bela Cerkev 1 in profilu Bela Cerkev 2, kjer tudi dosežejo najnižjo vrednost. Podobno kot pri razmerju  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  izstopa le vzorec Bc1-10, kjer je vsebnost železa najvišja.

Vsebnosti barija ( $\text{Ba}^*$ ) so v vseh vzorcih podobne in malo variirajo (0,02–0,04 %), razen v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1, kjer se količina barija poveča na 0,06–0,12 % (slika 15). Menim, da povišane vsebnosti barija v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1 ne moremo povezati s povišano paleobioprodukcijo, saj

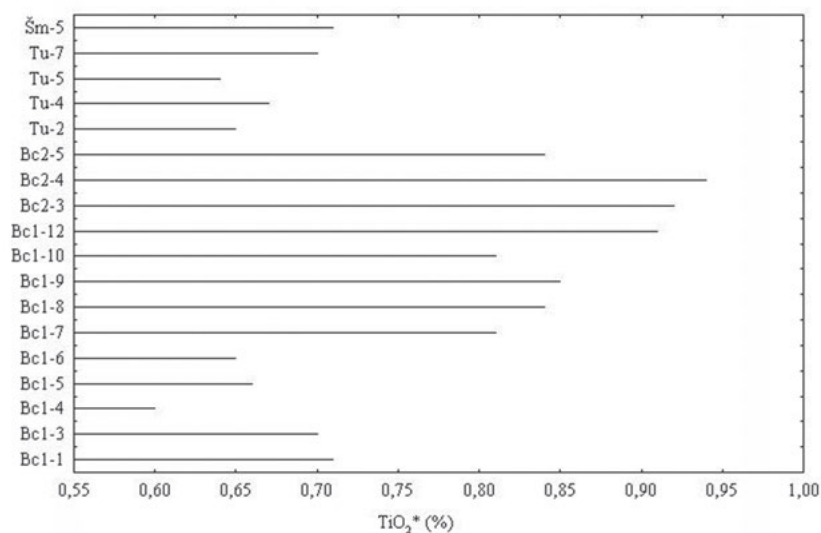
se to ne ujema s preostalimi paleobioprodukcijskimi parametri. Ker so vrednosti barija povišane v vzorcih z visoko vsebnostjo karbonatov, menim da je vsebnost barija vezana na karbonate in ne na barit. Povišano produkcijo naj bi odražal le barij vezan v baritu (Schmitz et al, 1997). Verjetno bi realnejše vrednosti barija v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1 dobili, če bi pred meritvami v vzorcih raztopili karbonat. Vrednosti barija v vzorcih so sorazmerno nizke, saj so v produktivnih področjih običajno višje od enega odstotka. Nizke koncentracije barija v sedimentih so lahko povezane z t.i. učinkom globine. Ni nujno, da obalna področja z visoko bioprodukcijo kažejo tudi visoke vsebnosti barija v sedimentih. Sedimenti obogateni z barijem se usedajo v globljih delih, kjer sicer v vodnem stolpcu ne opazimo visoke bioprodukcije. Razlog za to globinsko odvisnost usedanja biobarita ni poznan (Schmitz et al., 1997).

Vrednosti opala-A so v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1 nizke, v zgornjem delu profila pa se vrednosti povišajo na 30–40% (slika 14). Podobno visoke so vsebnosti opala-A tudi v profilu Bela Cerkev 2. V omenjenem profilu se vrednosti navzgor postopoma znižujejo. V profilu Tunjice se količina opala-A v srednjem delu profila poviša iz 10 na 27 %, v vrhnjem delu profila se zniža na samo 3,8 %, kar je podobno vsebnosti v spodnjem delu profila Bela Cerkev 1. V profilu Šmarjeta je vsebnost opala-A nizka, kar se dobro korelira s paleontološkimi rezultati.

Količina organskega ogljika sledi trendom opala-A (slika 16). Večja razlika je le v profilu Šmarjeta, kjer je vsebnost organskega ogljika visoka in primerljiva z ostalimi vzorci. Visoko vsebnost organskega ogljika v profilu Šmarjeta lahko razložimo z bogato makrofavno, saj plasti vsebujejo številne odlomke hišič polžev rodu *Protoma*.

Vsebnosti  $\text{P}_2\text{O}_5$  v preiskanih vzorcih so nizke, saj nikjer ne dosežejo 1 %. Količine  $\text{P}_2\text{O}_5$  v vseh profilih sledijo trendom vsebnosti karbonatov (slika 17).

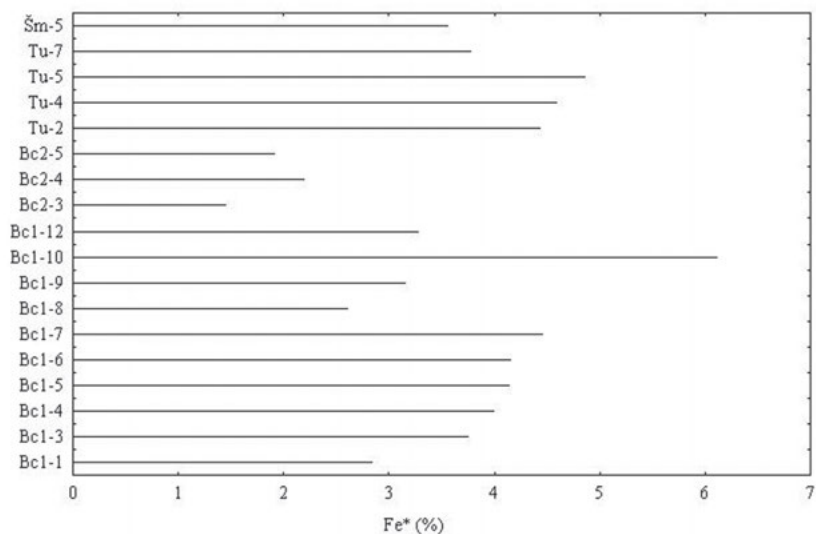
## Rezultati



Slika 12. Razmerje TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 12. TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratio for the studied samples.

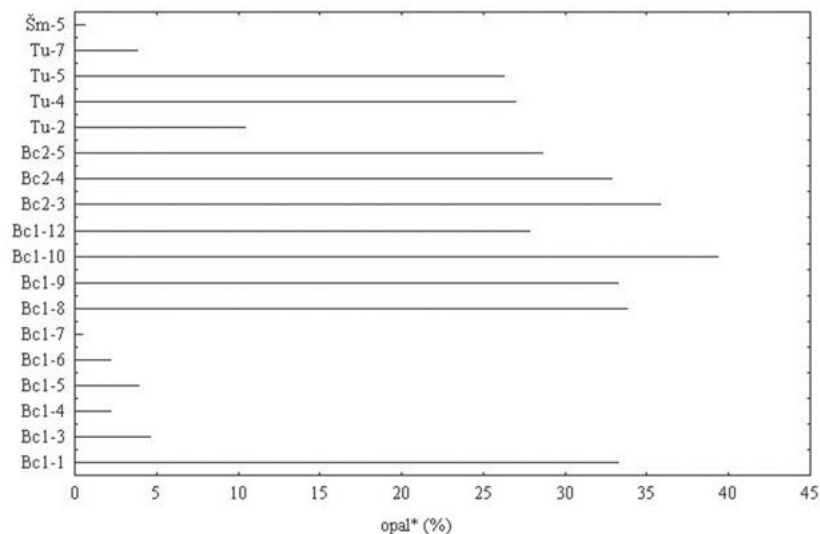
Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta



Slika 13. Vsebnosti železa v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 13. Fe content in the studied samples.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

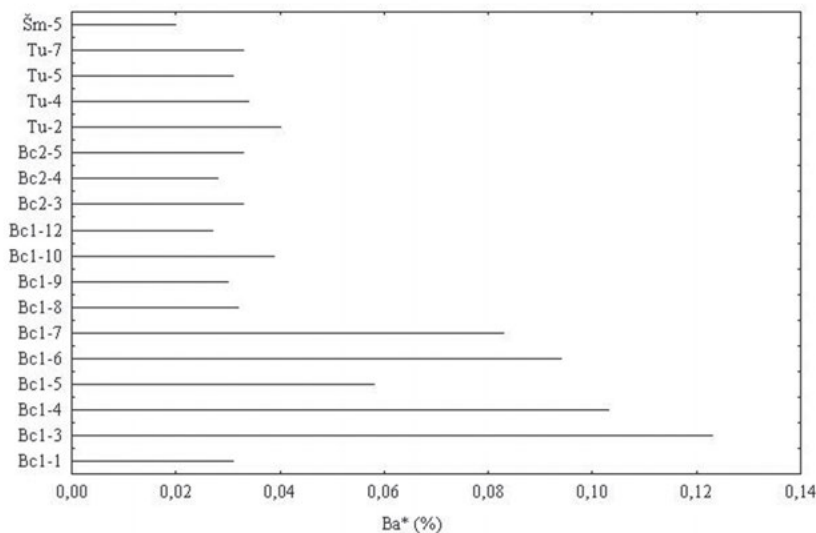


Slika 14. Vsebnosti opala-A v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 14. Opal-A content in the studied samples.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

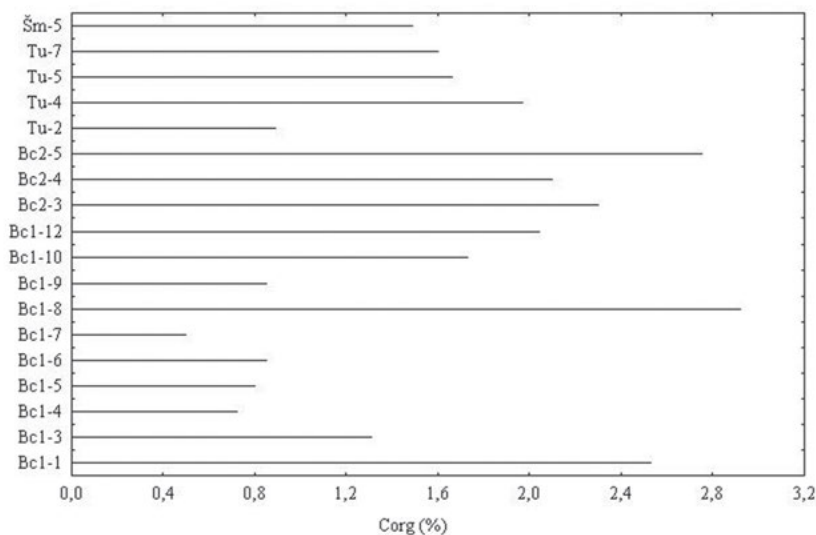
## Rezultati



Slika 15. Vsebnost barija v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 15. Ba content in the studied samples.

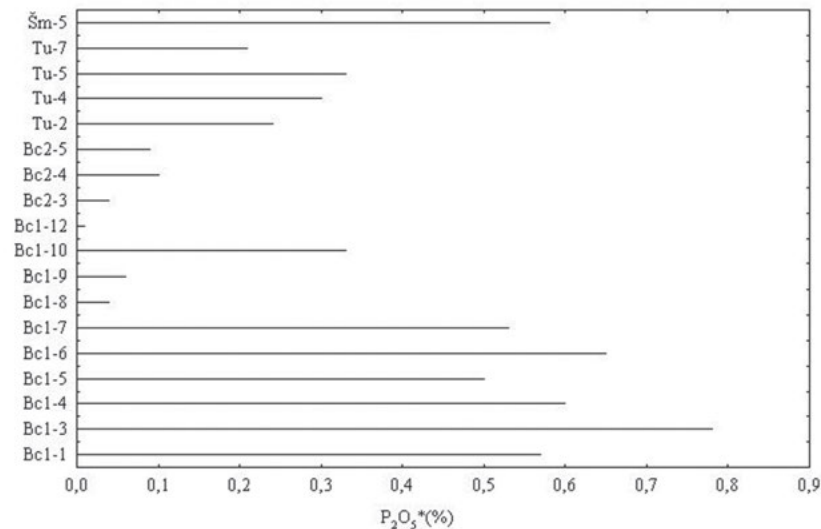
Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta



Slika 16. Vsebnosti organskega ogljika v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 16. Organic carbon content in the studied samples.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta



Slika 17. Vsebnosti P2O5 v preiskanih vzorcih.

Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Šm - profil Šmarjeta  
Figure 17. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content in the studied samples.

Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela cerkev 2; Tu - section Tunjice; Šm - section Šmarjeta

## Paleoekološke analize

Diatomeje nudijo kot primarni producenti ter zaradi svoje občutljivosti na spremembe v okolju veliko možnosti za študij paleoekologije in paleoceanografije, tako odprtih kot obalnih morij. Količina diatomej v površinskih sedimentih oceanskih in obalnih področij je pozitivno korelirana s primarno produkcijo, količino neorganskega fosforja in tokovi (Maynard, 1976; Schuette & Schrader, 1981).

Glavni problem pri študiju fosilnih diatomej in njihove paleoekologije predstavlja slaba ohranjenost diatomej v določenih sedimentarnih okoljih. Diatomeje so v okoljih s slabim dotokom hranil nekonkurenčne v primerjavi z ostalimi primarnimi producenti. To velja tako za razpoložljivost glavnih nutrientov, kot sta dušik in fosfor. Njihov razvoj lahko onemogoča tudi odsotnost slednih elementov, kot je npr. železo (Behrenfeld et al., 1996; Coale et al., 1996a, b; Frost, 1996; Hutchins & Bruland, 1998; Kolber et al., 1994; Martin et al., 1994; Toggweiler, 1999). Drugi razlog slabe zastopanosti diatomej v sedimentih je nenasičenost morske vode in pornih vod v sedimentih s kremenico (Tréguer et al., 1995), kjer zaradi tega pride do pospešenega raztapljanja frustul, zlasti pri visokih pH vrednostih, ki so značilne za karbonatne sedimente.

Klasična metoda študija paleoekologije s pomočjo diatomej sestoji iz analize fosilnih združb in avtekoloških parametrov danes živečih rodov in vrst diatomej. Avtekološke parametre za rodove sem povzel v glavnem po: Hustedt (1930, 1959, 1966), Hendey (1964), Round et al. (1990), Vos & de Wolf (1993a, b) in de Wolf (1982). Te podatke sem dopolnjeval s podatki iz literature, ki je citirana v poglavju Sistematska paleontologija.

Relativna pogostnost rodov v analiziranih vzorcih in njihovi ekološki parametri so podani v tabeli 5.

Namen paleoekoloških raziskav je bil spremljanje sprememb v morskem okolju zahodnega dela Centralne Paratetide v badeniju in sarmatiju. Najpogosteje uporabljena ekološka parametra za študij evstatičnih nihanj sta klasificiranje diatomej na osnovi slanosti in načina življenja.

Za klasifikacijo organizmov po slanosti sem uporabil nekoliko modificiran Hustedtov (1957) halobijski sistem. Ta je v literaturi široko uporabljan in avtekološki podatki o slanosti za vrste se v glavnem nanašajo na ta sistem. Z ozirom na v vodi raztopljeno količino soli sem tako ločil štiri ekološke skupine:

polihalobno: > 30 ‰ raztopljene soli v vodi,  
mezohalobno: 5–30 ‰ raztopljene soli v vodi,  
oligohalobno: 0,2–5 ‰ raztopljene soli v vodi,  
halofobno: < 0,2 ‰ raztopljene soli v vodi.

Polihalobna skupina združuje izključno morske rodove, ki ne tolerirajo znižane slanosti. Mezohalobna skupina združuje morsko-brakične rodove in vrste. To so tiste, ki običajno živijo v brakični vodi, vendar so še vedno vezane na morsko okolje. Oligohalobna skupina združuje brakično-sladkovodne rodove in vrste, ki ne tolerirajo več morskih razmer. Živijo lahko tako v brakični kot v sladki vodi. Pri oligohalobni skupini sem, za razliko od Hustedta, zgornjo mejo slanosti dvignil na 5 ‰. Tako sem zajel še vrste, značilne za estuarje, katerih biološka meja slanosti je 2–5 ‰ (Admiraal, 1984; Vos & de Wolf, 1993a). Halofobna skupina združuje rodove in vrste, ki so izključno sladkovodne in ne tolerirajo nobenega povišanja slanosti. To so v glavnem kontinentalne oblike, ki živijo v



tekočih vodah in jezerih. Nekateri evrihalini in na slanost neobčutljivi rodovi presegajo razpon posamezne skupine. Takšne primere sem uvrstil v določeno skupino z ozirom na združbo, v kateri jih najdemo.

Glede na način življenja sem v vzorcih ugotovljene rodove diatomej klasificiral na dva načina. V prvem sem jih ločil z ozirom na način življenja, v drugem z ozirom na globino vode, na katero so za časa življenja vezani. Po načinu življenja sem ločil dve skupini: planktonsko in bentoško. V plankton sem uvrstil rodove, ki živijo kot pravi plankton, in rodove, ki predstavljajo tihoplankton (npr. *Paralia*), se pravi, da živijo planktonsko, del življenja pa lahko preživijo tudi kot bentos. Bentos sem razdelil v tri ločene skupine. V epilitsko skupino sem uvrstil rodove, ki živijo na sedimentu. Ta bentoška skupina je bolj neodvisna od globine vode in tolerira globljo vodo, saj je večina rodov mobilnih. V epifitsko skupino sem uvrstil rodove, ki živijo pritrjeni na makrofite. Ta bentoška skupina je bolj odvisna od globine vode, saj so organizmi vezani na biološke zahteve makrofitov, hkrati pa so ti rodovi v glavnem nemobilni. Predstavniki te skupine običajno živijo v plitvejši vodi kot epiliti. V aerofitsko skupino sem uvrstil rodove, ki so prilagojeni na občasno življenje na zraku in so samo občasno potopljeni.

Veliko rodov diatomej živi planktonsko, vendar na litoralni in za časa življenja niso vezani na globlje predele morij, tako kot običajno asociiramo plankton. Zato sem kot paleoekološki parameter uporabil tudi razmerje med litoralnimi in pelagialnimi rodovi.

Razen sprememb v okolju nam diatomeje indicirajo tudi druge paleoceanografske parametre. Nekatere, predvsem planktonske vrste diatomej, povezujemo s povišano produktivnostjo. Najbolj značilna tovrstna parametra sta vrsta *Paralia sulcata* in trajne spore (resting spores) rodu *Chaetoceros*.

Pogostost valv vrste *Paralia sulcata* je pozitivno korelirana s procesi »upwellinga« in visoke litoralne bioprodukcije, ki prinašajo s hranili bogato podpovršinsko vodo v fotično cono (Bárcena et al., 2001; Bárcena & Abrantes, 1998; Schrader et al., 1993; Stabell, 1983, 1986). Nekateri raziskovalci menijo, da je tudi premer valv vrste *P.*

*sulcata* pozitivno koreliran s primarno produkcijo (Roelofs, 1984). Sezonske spremembe v okolju na velikost valv nimajo nobenega signifikantnega vpliva, medtem ko časovno daljše spremembe okolja povzročijo znižanje povprečnega polmera valv (McQuoid & Hobson, 1998). Na osnovi statističnih analiz McQuoid in Nordbergova (2003) menita, da so v obalnih vodah z višjo slanostjo, kjer vodni stolpec ni stratificiran, kar omogoča mešanje s hranili bogatih vod, populacije vrste *P. sulcata* številčnejše in imajo manjše premere valv. Nasprotno pa v stratificiranem vodnem stolpcu, kjer je slanost površinskih vod in koncentracija fosforja nižja, populacije vrste *P. sulcata* niso tako številčne, vendar je v populacijah več valv s preperom večjim od 20 µm.

Tudi pojav velikega števila trajnih spor v sedimentih je povezan z območji visoke sezonske primarne produkcije (Crosta et al., 1997; Maynard, 1976; Nave et al., 2001; Sancetta, 1999). Običajno je cvetenje trajnih spor vezano na sistem obalnega »upwellinga« (Romero & Hebbeln, 2003). Trajne spore tvorijo v glavnem centrične morske vrste diatomej in le redke penatne vrste (Round et al., 1990). Trajne spore najpogosteje tvorijo diatomeje rodu *Chaetoceros*. To so centrične, planktonske in kolonijske oblike diatomej. Pogoste so tako v globljevodnih sedimentih, blizu obalnih področij, kot v obrobni morjih. Vedno so vezane na področja z visoko količino hranil. Približno tretjina vrst rodu tvori trajne spore, ki imajo robustno silificirane skelete, ki se morfološko razlikujejo od vegetativnih celic. Vloga trajnih spor je povezana z letnimi cikli, saj nobena opazovana vrsta ni preživela več kot dve leti (Hargraves & French, 1983). Tvorbo spor inducirajo številni zunanji faktorji. V glavnem je to razpoložljivost različnih nutrientov (N, P, Fe, Si), temperatura, jakost svetlobe in pH. Pri skoraj vseh vrstah, ki tvorijo trajne spore, je osiromašenje z dušikom najpomembnejši ali celo edini faktor, ki inducira tvorbo trajnih spor (Hargraves & French, 1983; Round et al., 1990; Sancetta, 1999). Trajne spore imajo velik fosilizacijski potencial v primerjavi z drugimi diatomejami, so močno silificirane, zaradi tega hitreje potonejo in so krajši čas izpostavljen raztapljanju (Smetacek, 1985; Crosta et al., 1997), kar poveča njihovo relativno abundanco v sedimentu.

*Tabela 5. Relativna pogostnost in ekološki parametri diatomejskih rodov v preiskanih vzorcih. Šj - profil Šentjernej; Bc1 - profil Bela Cerkev 1; Bc2 - profil Bela Cerkev 2; Tu - profil Tunjice; Si - vršina Si-1/86 ph - polihaloben, mh - mesohaloben, oh - oligohaloben, hf - halofooben, pe - pelagičen, ne - neritiški, pl - plankton, l - litoral, ep - epilital, ef - epifital, et - eutrofen*

*Table 5. Relative abundance and ecological parameters for the diatom genera in the studied Middle Miocene samples. Šj - section Šentjernej; Bc1 - section Bela Cerkev 1; Bc2 - section Bela Cerkev 2; Tu - section Tunjice; Si - bore-hole Si-1/86 ph - polyhalobic, mh - mesohalobic, oh - oligohalobic, hf - halofohobic, pe - pelagic, ne - neritic, pl - plankton, l - littoral, ep - epilithic, ef - epiphytic, et - eutrophic*

Genus	Šj	Bc1-1	Bc1-2	Bc1-3	Bc1-4	Bc1-5	Bc1-6	Bc1-8	Bc1-9	Bc1-10	Bc1-11	Bc1-12	Bc2-3	Bc2-4	Bc2-5	Bc2-6	Tu-2	Tu-3	Tu-4	Tu-5	Tu-6	Tu-7	Si-1	Si-2	Si-3	Ecology	
<i>Actinanthes</i>	0,0	1,1	3,1	2,0	0,7	2,6	4,0	3,3	3,4	4,1	2,7	2,9	0,2	0,4	0,0	0,5	0,3	0,0	0,9	0,9	0,4	1,3	2,4	0,7	5,4	ef, mh-oh, et	
<i>Actinocyclus</i>	1,7	0,8	1,0	0,2	0,0	0,8	1,2	1,7	2,0	3,0	2,2	1,7	0,0	0,4	0,0	0,5	1,4	2,1	1,3	2,8	0,2	1,3	4,8	4,6	0,4	pl - ef, l, ph,	
<i>Actinopychus</i>	8,3	4,8	5,5	6,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,2	2,0	1,6	0,5	0,8	2,1	1,4	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	pl, ne, ph,	
<i>Amphora</i>	0,0	1,1	2,9	3,0	2,6	8,8	12,3	10,5	11,7	11,7	18,0	12,7	1,6	1,3	0,4	2,6	0,0	0,0	0,2	0,4	0,2	8,8	5,8	0,0	6,0	ef-ep-es, l, ph-mh	
<i>Anaulus</i>	0,0	0,3	0,0	1,0	1,0	1,6	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,2	2,8	0,8	1,4	2,3	3,1	0,4	5,0	1,7	0,9	2,0	7,9	0,4	pl - ef, ph	
<i>Asterolampra</i>	0,5	0,1	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph	
<i>Auricula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	1,1	0,0	be - es, ph,	
<i>Biddulphia</i>	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	pl-1, ph	
<i>Chaetoceros</i>	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph	
<i>Cocconeis</i>	0,2	4,3	7,8	0,0	11,3	5,6	7,4	8,1	5,6	9,1	6,8	7,9	5,5	5,8	2,8	8,5	8,1	2,9	5,9	10,4	11,0	8,2	6,2	11,0	7,9	0,0	ef, l, ph - oh
<i>Coccinodiscus</i>	12,2	11,0	3,9	2,5	0,0	8,8	2,8	0,7	1,3	1,1	2,7	1,3	1,2	2,1	0,6	0,3	1,2	0,2	1,5	2,6	0,6	0,1	0,0	0,5	1,3	0,0	pl, ph, pl-ne
<i>Cyclotella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	0,8	pl, oh - hf	
<i>Cymatostira</i>	0,2	2,4	2,6	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,2	0,0	2,8	0,2	0,0	2,5	2,8	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	pl-1, ph
<i>Cymbella</i>	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ef, hf
<i>Delphineis</i>	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph, l
<i>Denticulopsis</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph, pe
<i>Diatomella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	1,1	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,4	0,3	8,0	14,0	0,0	0,0	ef, hf
<i>Dictyonis</i>	0,0	0,3	0,4	0,2	1,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	ep, ph
<i>Dimerogramma</i>	1,7	2,4	3,1	3,3	12,0	3,2	0,3	0,0	0,0	0,4	0,5	0,4	9,6	11,4	9,3	9,9	3,9	1,0	9,5	4,3	9,1	4,7	0,0	0,2	0,2	0,0	ep, l, ph
<i>Dimidiata</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,6	0,9	1,8	2,4	0,0	0,0	ph

Rezultati

Sample	Sp	Bcl-1	Bcl-2	Bcl-3	Bcl-4	Bcl-5	Bcl-6	Bcl-8	Bcl-9	Bcl-10	Bcl-11	Bcl-12	Bcl-3	Bcl-4	Bcl-5	Bcl-6	Tu-2	Tu-3	Tu-4	Tu-5	Tu-6	Tu-7	Sl-1	Sl-2	Sl-3	Ecology	
<i>Achnanthes</i>	0,0	1,1	3,1	2,0	0,7	2,6	4,0	3,3	3,4	4,1	2,7	2,9	0,2	0,4	0,0	0,5	0,3	0,0	0,9	0,9	0,4	1,3	2,4	0,7	5,4	ef. mh-oh, et	
<i>Actinocyclus</i>	1,7	0,8	1,0	0,2	0,0	0,8	1,2	1,7	2,0	3,0	2,2	1,7	0,0	0,4	0,0	0,5	1,4	2,1	1,3	2,8	0,2	1,3	4,8	4,6	0,4	pl - ef, l, ph,	
<i>Actinocyclus</i>	8,3	4,8	5,5	6,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,2	2,0	1,6	0,5	0,8	2,1	1,4	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	pl, ne, ph,	
<i>Amphora</i>	0,0	1,1	2,9	3,0	2,6	8,8	12,3	10,5	11,7	11,7	18,0	12,7	1,6	1,3	0,4	2,6	0,0	0,0	0,2	0,4	0,2	8,8	5,8	0,0	6,0	ef-ep-es, l, ph-mh	
<i>Anulus</i>	0,0	0,3	0,0	1,0	1,0	1,6	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,2	2,8	0,8	1,4	2,3	3,1	0,4	5,0	1,7	0,9	2,0	7,9	0,4	pl - ef, ph	
<i>Asterolampra</i>	0,5	0,1	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph	
<i>Auricula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	1,1	0,0	be - es, ph,	
<i>Biddulphia</i>	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	pl-l, ph	
<i>Chaetoceros</i>	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph	
<i>Cocconeis</i>	0,2	4,3	7,8	0,0	11,3	5,6	7,4	8,1	5,6	9,1	6,8	7,9	5,5	5,8	2,8	8,5	8,1	2,9	5,9	10,4	11,0	8,2	6,2	11,0	7,9	ef, l, ph - oh	
<i>Coscinodiscus</i>	12,2	11,0	3,9	2,5	0,0	8,8	2,8	0,7	1,3	1,1	2,7	1,3	1,2	2,1	0,6	0,3	1,2	0,2	1,5	2,6	0,6	0,1	0,0	0,5	1,3	pl, ph, pl-ne	
<i>Cyclotella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	0,8	pl, oh - hf	
<i>Cymatosira</i>	0,2	2,4	2,6	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,2	0,0	2,8	0,2	0,0	2,5	2,8	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	pl-l, ph
<i>Cymbella</i>	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ef, hf	
<i>Delphineis</i>	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph, l	
<i>Denticulopsis</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph, pe	
<i>Diatomella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	1,1	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,4	0,3	8,0	14,0	0,0	ef, hf	
<i>Dictyonis</i>	0,0	0,3	0,4	0,2	1,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	ep, ph	
<i>Dimerogramma</i>	1,7	2,4	3,1	3,3	12,0	3,2	0,3	0,0	0,0	0,4	0,5	0,4	9,6	11,4	9,3	9,9	3,9	1,0	9,5	4,3	9,1	4,7	0,0	0,2	0,2	0,2	ep, l, ph
<i>Dimidiata</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,6	0,9	1,8	2,4	0,2	ph	
<i>Diploneis</i>	1,2	9,2	14,7	16,8	6,6	16,2	18,5	21,4	28,7	16,4	11,2	16,8	9,4	8,2	6,7	16,5	6,3	1,9	10,5	7,6	12,3	16,7	21,5	16,4	11,1	11,1	ep, ph
<i>Fragilaria</i>	0,0	0,5	0,4	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	1,2	0,9	1,5	be, oh - hf	
<i>Fragilaria</i>	0,0	0,5	0,4	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	1,2	0,9	1,5	be, oh - hf	
<i>Grammatophora</i>	1,7	7,0	8,2	10,5	10,3	13,0	25,8	21,1	13,4	14,5	11,5	9,6	17,4	12,0	14,2	12,1	7,0	2,9	8,0	6,2	8,1	17,0	3,4	9,9	38,5	ef, ph	
<i>Glyphodesmis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,8	1,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ep, ph
<i>Hemiaulus</i>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	pl, ph
<i>Hyalodiscus</i>	0,0	0,9	1,0	0,7	1,0	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	3,2	2,6	4,5	2,8	3,9	1,9	2,1	2,7	2,8	0,0	0,0	0,2	ef, ph	
<i>Mastogloia</i>	0,0	1,6	0,8	1,0	1,7	1,4	0,9	2,0	2,7	4,6	4,1	5,6	0,2	0,6	0,4	0,2	1,4	0,2	2,3	3,1	2,7	0,9	18,3	11,8	0,9	ef, ph - oh	

Problem paleontoloških študij predstavlja običajno tudi ločevanje med avtohtonimi in alohtonimi vrstami. Kot alohtone vrste ne razumem zgolj tistih, ki so bile presedimentirane iz starejših sedimentov. V paleoekološkem smislu so alohtone vrste tiste, ki so s pomočjo valov ali tokov prinesene od drugje in nam dopolnjujejo informacije o širšem okolju in njihovih medsebojnih povezavah. Avtohtone vrste so tiste, ki so živele neposredno na mestu sedimentacije in nam posredujejo podatke o lokalnem okolju. Pri paleoekoloških študijah zaprtih bazenov, npr. jezer, je ta problem zanemarljiv, medtem ko pri paleoekoloških študijah obalnih litoralnih področij lahko količina alohtonih vrst preseže količino avtohtonih. Ohranjenost oziroma fragmentacija frustul ni najboljši pokazatelj avtohtonosti diatomej, saj na ohranjenost razen transporta vpliva še cela vrsta drugih faktorjev: raztapljanje v naravnem in sedimentacijskem okolju (Mikkelsen, 1980; Tréguer et al., 1995), diageneza (Andrews, 1972; Beyens & Denys, 1982), preparacija (Beyens & Denys, 1982) in predacija (Kawamura & Hirano, 1992; Whitehead & McMinn, 1997). Simonsen (1969; cf. Vos & de Wolf, 1993a) meni, da so samo bentoške vrste primerne za paleoekološke rekonstrukcije, saj so planktonske že po definiciji alohtone. Beyens in Denys (1982) sta skušala rešiti problem avtohtonosti in alohtonosti v obalnih področjih z upoštevanjem odvisnosti bentoških oblik od slanosti. Tako smatrata halobno skupino, kateri pripada najvišji odstotek bentoških organizmov, za

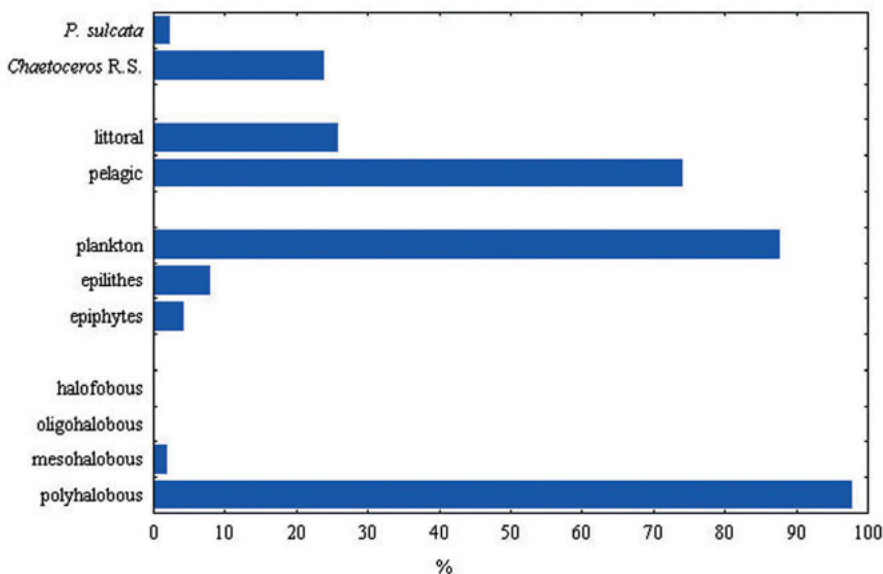
optimalno, ostale skupine pa štejeta med t. i. sosednje skupine. Optimalna in sosednje skupine skupaj predstavljajo avtohtono komponento. Pri takšni analizi so v celoti izpuščene evrihaline vrste in epifiti, ki lahko skupaj z ostalimi predstavljajo uporabne informacije o sedimentnem okolju.

Omenjeni načini paleoekoloških analiz se mi zdijo primerni zgolj za študij evstatične dinamike, zanemarjajo pa druge ekološke parametre v sedimentacijskem bazenu (npr. povezave z odprtim morjem in sosednjimi biogeografskimi območji, razpoložljivost nutrientov, smer tokov). V ta namen se pri interpretaciji nisem opiral zgolj na bentos, ampak sem skušal smiselno upoštevati, zajeti in povezati vse paleoekološke diatomske skupine skupaj z ostalimi geološkimi faktorji.

## BABENIJ

### PROFIL ŠENTJERNEJ

V vzorcu iz Šentjerneja prevladujejo polihalobne oblike diatomej (slika 18), saj je delež ostalih skupin le 2,1 % (1,9 % mezohalobov, 0,2 % oligohalobov). Prevladujejo planktonske vrste, delež epifitov znaša 4,3 %, epilitov pa 8 %. Med planktonskimi rodovi je, ob trajnih sporah, najpogostnejši rod *Thalassionema* s 27 % (tabela 5). Sledita mu rodova *Coscinodiscus* (12,2 %) in *Actinopterychus* (8,3 %). Vsi omenjeni



Slika 18. Paleoekološki parametri zgornjebadenijskih diatomej (profil Šentjernej, Krški bazen).

Figure 18. Paleoecological parameters for the Upper Badenian diatoms (section Šentjernej, Krško basin).

rodovi v preostalih raziskanih vzorcih ne dosežejo več tako visokih deležev. Najpogostnejši epilitski rodovi so Rhaphoneis, Dimerogramma in Navicula, najpogostnejši epifitski rod je Grammatophora.

Razmerje med litoralnimi in pelagialnimi rodovi je bolj nejasno, saj lahko nekateri rodovi (npr. Coscinodiscus in Thalassionema) po različnih literaturnih podatkih živijo tako v litoralu kot v pelagialu.

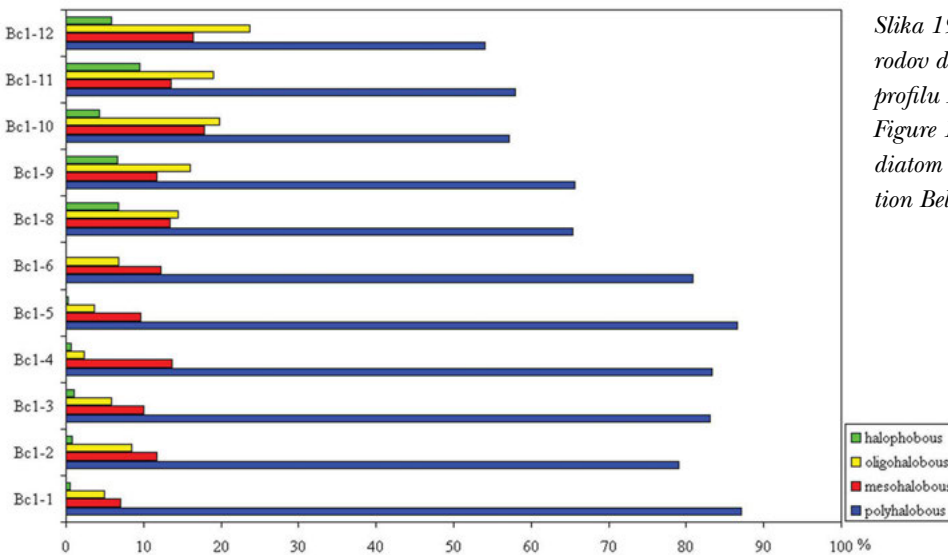
Rezultati paleoekoloških parametrov kažejo, da je vzorec iz Šentjerneja vezan na prave morske razmere, saj je delež oblik, ki tolerirajo nižje slanosti, minimalen. Prevlada planktonskih oblik nad bentoškimi in epifitskimi kaže tudi na največjo globino vode med vsemi preiskanimi vzorci.

## SARMATIJ

### PROFIL BELA CERKEV 1

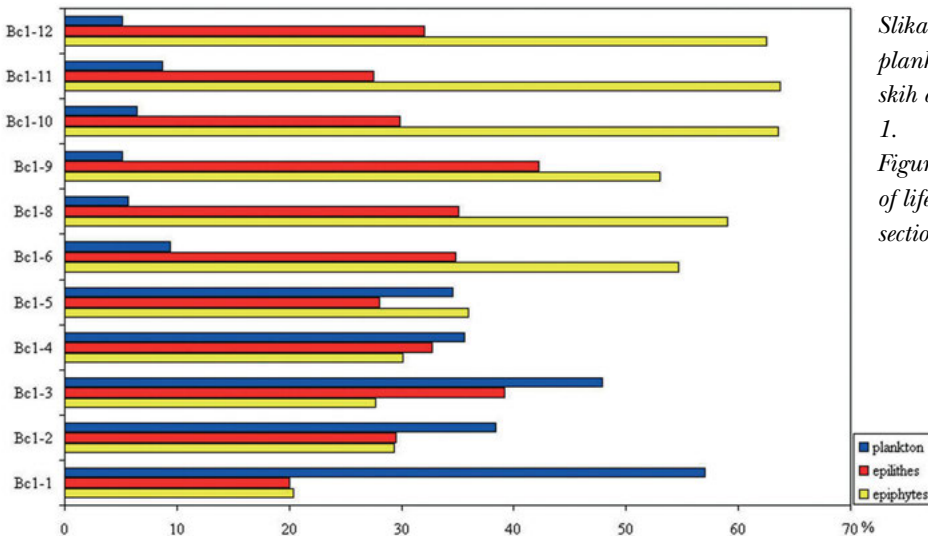
Po razmerju med posameznimi ekološkimi parametri lahko profil Bela Cerkev 1 razdelimo na dva dela, podobno kot ga ločimo na osnovi mineralne sestave (karbonatni in nekarbonatni del, glej str. 90). V zgornjem delu profila (vzorci Bc1-8 do Bc1-12) naraste delež brakičnih rodov (mezohalobi + oligohalobi), zniža se količina pelagialnih rodov in znatno upade delež planktona (slike 19–21).

V spodnjem delu profila je delež brakičnih oblik med 12 in 20 %, v zgornjem delu profila pa med 34



Slika 19. Relativna pogostnost rodov diatomej glede na slanost v profilu Bela Cerkev 1.

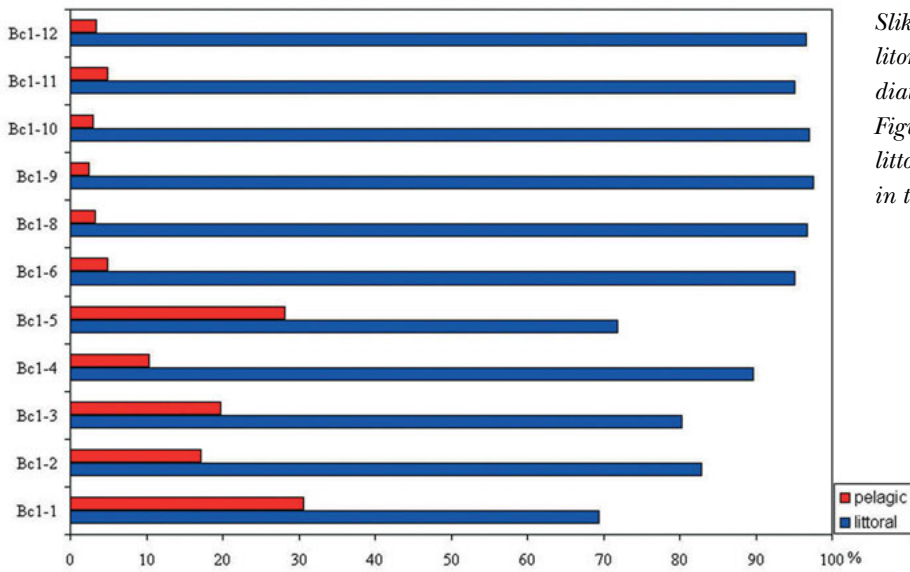
Figure 19. Relative abundance of diatom salinity groups in the section Bela Cerkev 1.



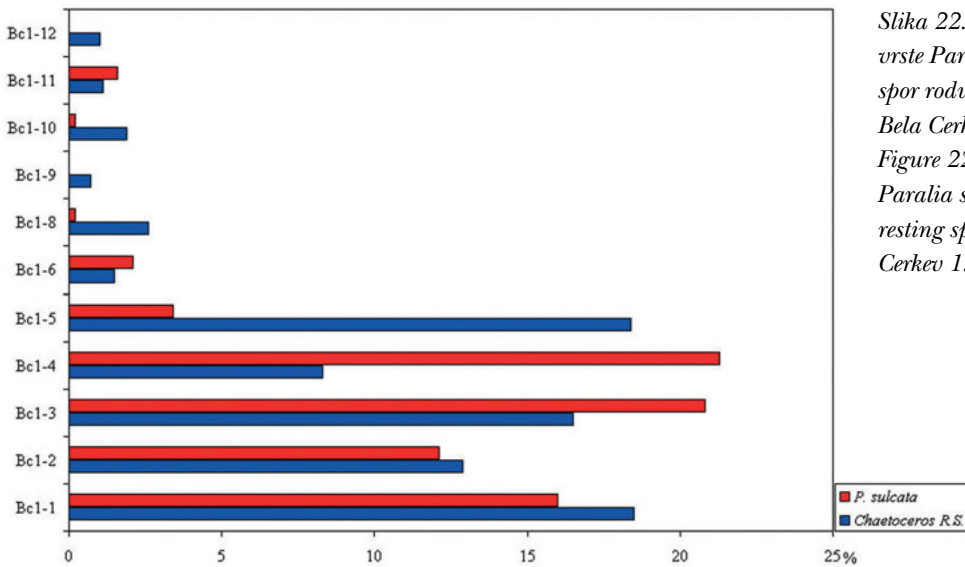
Slika 20. Relativna pogostnost planktonskih, epilitskih in epifitskih diatomej v profilu Bela Cerkev 1.

Figure 20. Relative abundance of life-form diatom groups in the section Bela Cerkev 1.

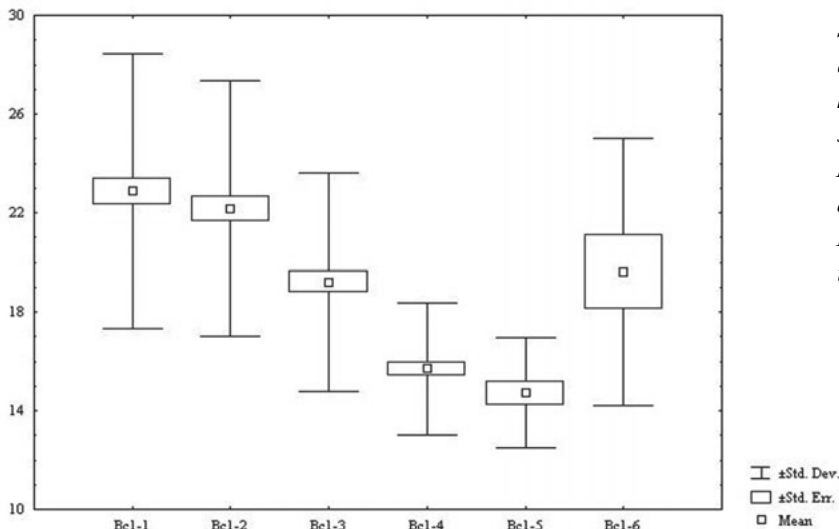
Rezultati



Slika 21. Relativna zastopanost litoralnih in pelagialnih rodov diatomej v profilu Bela Cerkev 1.  
Figure 21. Relative abundance of littoral and pelagic diatom genera in the section Bela Cerkev 1.



Slika 22. Relativna pogostnost vrste *Paralia sulcata* in trajnih spor rodu *Chaetoceros* v profilu Bela Cerkev 1.  
Figure 22. Relative abundance of *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores in the section Bela Cerkev 1.



Slika 23. Srednja vrednost, standardna napaka in standardni odklon premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Bela Cerkev 1.  
Figure 23. Mean value, standard error and standard deviation of *Paralia sulcata* valve diameter in the section Bela Cerkev 1.

in 45 %. To je posledica predvsem večje relativne abundance epifitskih brakičnih rodov *Rhopalodia* in *Amphora*. Delež prve se v zgornjem delu poveča za petkrat. Podobno se poveča tudi količina rodu *Amphora*, le da lahko ta trend zasledujemo že v zgornjem delu spodnjega dela profila, v vzorcih Bc1-5 in Bc1-6. Delež epilitov se poveča le malo. V zgornjem delu nekoliko naraste relativna količina rodov *Diploneis*, *Navicula* in *Grammatophora*, ki so najštevilčnejši bentoški rodovi že v spodnjem delu profila. V zgornjem delu profila se poveča količina brakičnega epilitskega rodu *Pinnularia* (4,3–7,6 %), ki se v spodnjem delu profila pojavlja le sporadično, in *Mastogloia* (iz 0,8–1,7 % na 2–5,6 %).

V zgornjem delu profila izginijo številni pelagialni planktonski polihalobi *Coscinodiscus*, *Actinoptychus* in *Cymatosira*, ki v spodnjem delu profila prevladujejo. Proti vrhu spodnjega dela profila opazimo tudi trend upadanja pelagialnih rodov *Coscinodiscus* in *Chaetoceros* spor. Prav tako v zgor-njem delu profila skoraj v celoti izgine rod *Paralia*, ki v spodnjem delu doseže do 20 %. Ta trend upadanja količine rodu *Paralia* je opazen že v zgornjem delu spodnjega dela profila (slika 22).

V spodnjem delu profila je razmerje *P. sulcata*/*Chaetoceros* spore približno enako, v vzorcu Bc1-3 naraste delež vrste *P. sulcata*, kar je še bolj izrazito v vzorcu Bc1-4. V vzorcu Bc1-5 je razmerje obratno, saj naraste količina spor, medtem ko se količina valv vrste *P. sulcata* zniža. V vzorcu Bc1-6 in višje v profilu pa delež obeh pade na le nekaj odstotkov (slika 22).

Prav tako se vzdolž profila Bela Cerkev 1 spreminja velikost valv vrste *P. sulcata* (tabeli 6, 7; slika 23).

V profilu Bela Cerkev 1 je viden trend upadanja. Tabela 6. Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s^2$ ) premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Bela Cerkev 1.

Table 6. Mean values ( $\bar{x}$ ) and standard deviations ( $s^2$ ) of the *Paralia sulcata* valve diameter in section Bela Cerkev 1.

Sample	n	$\bar{x}$	$s^2$
Bc1-1	100	22,86626	5,555446
Bc1-2	100	22,1701	5,157925
Bc1-3	100	19,20424	4,41189
Bc1-4	100	15,69152	2,685681
Bc1-5	22	19,61538	5,383723
Bc1-6	14	19,61538	5,383723

ja premera valv vrste *P. sulcata* (slika 23). Premeri valv v vzorcih Bc1-1 in Bc1-2 se statistično razlikujejo od ostalih vzorcev. Prav tako se statistično razlikuje vzorec Bc1-3 od vzorca Bc1-4 (tabela 7). Najnižje vrednosti dosežejo premeri valv v vzorcih Bc1-4 in Bc1-5, ki se statistično ne razlikujeta. V vzorcu Bc1-6 se premer valv statistično značilno poveča v primerjavi z vzorci Bc1-4 in Bc1-5 (tabela 7). V vzorcih Bc1-5 in Bc1-6 se drastično zmanjša tudi relativna pogostnost vrste *P. sulcata* (tabela 5), saj v celotnem preparatu nisem mogel prešteti sto osebkov (tabela 6).

Tabela 7. t-test premerov valv vrste *Paralia sulcata* med vzorci v profilu Bela Cerkev 1. Vrednosti označene z \* so statistično značilne na 5% ravni zaupanja.

Table 7. t-test of *Paralia sulcata* valve diameter between samples in section Bela Cerkev 1. Values marked with \* are statistical significant at 5% confidence interval.

Comparison	F	t
Bc1-1/Bc1-2	1,6006	0,913726
Bc1-1/Bc1-3	1,585581	5,136108 *
Bc1-1/Bc1-4	4,27887	11,56909 *
Bc1-1/Bc1-5	6,235788	11,01403 *
Bc1-1/Bc1-6	1,064811	1,990253 *
Bc1-2/Bc1-3	1,366786	4,347742 *
Bc1-2/Bc1-4	3,688427	11,08485 *
Bc1-2/Bc1-5	5,37531	10,49388 *
Bc1-2/Bc1-6	0,917877	1,616293
Bc1-3/Bc1-4	2,698613	6,766875 *
Bc1-3/Bc1-5	3,93281	6,824564 *
Bc1-3/Bc1-6	0,671559	-0,26395
Bc1-4/Bc1-5	1,457345	1,551943
Bc1-5/Bc1-6	0,170758	-3,7145 *
Bc1-4/Bc1-6	0,248853	-4,29568 *

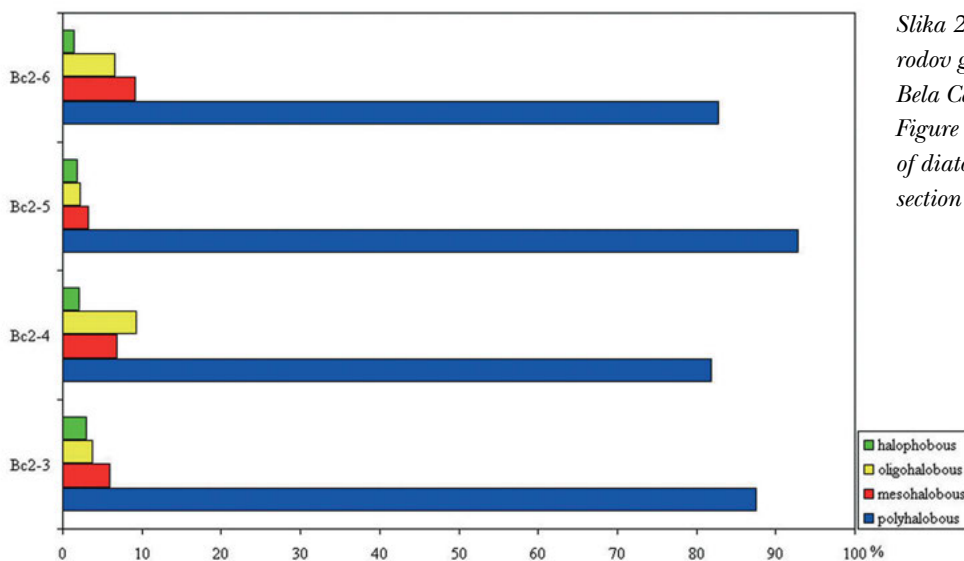
## PROFIL BELA CERKEV 2

V spodnjem delu profila prevladujejo bentoške vrste (slika 25) s približno enako količino epilitskih (30 %) in epifitskih (33 %) rodov. Delež pelagialnih rodov ne doseže 6 %. V vzorcu Bc2-5 delež planktona naraste na 55 %, predvsem na račun povišanja deleža rodu *Paralia*, ki doseže 50%. Delež epilitskih in epifitskih rodov je ustrezno manjši, a še vedno enakomerno razporejen (slika 25). Med epifiti

prevladujeta rodova *Cocconeis*, katerega delež se v vzorcu Bc2-5 zelo zmanjša (iz 5,8 na 2,8 %), v vzorcu Bc2-6 pa naraste na 8,5 % in *Rhopalodia*, katere delež je najvišji v vzorcu Bc2-4 (8,4 %), v ostalih vzorcih se giblje okoli 2 %. Sorazmerno visok odstotek je tudi rodu *Hyalodiscus* (2,6-4,5 %), ki ga najdemo v podobnih količinah le še v profilu Tunjice. Proti vrhu pro-fila delež planktona ponovno upade na 24 %, količina epilitskih rodov se poveča na 42 %, predvsem na račun deleža rodu *Diploneis*. Večina oblik v celotnem profilu živi na litoralu, delež pelagialnih rodov se giblje med 2 in 5 % (slika 26), v glavnem so to *Chaetoceros* spore in rod *Coscinodiscus* (tabela 5). Delež planktona v vzorcu Bc2-5 se poviša zaradi večjega števila

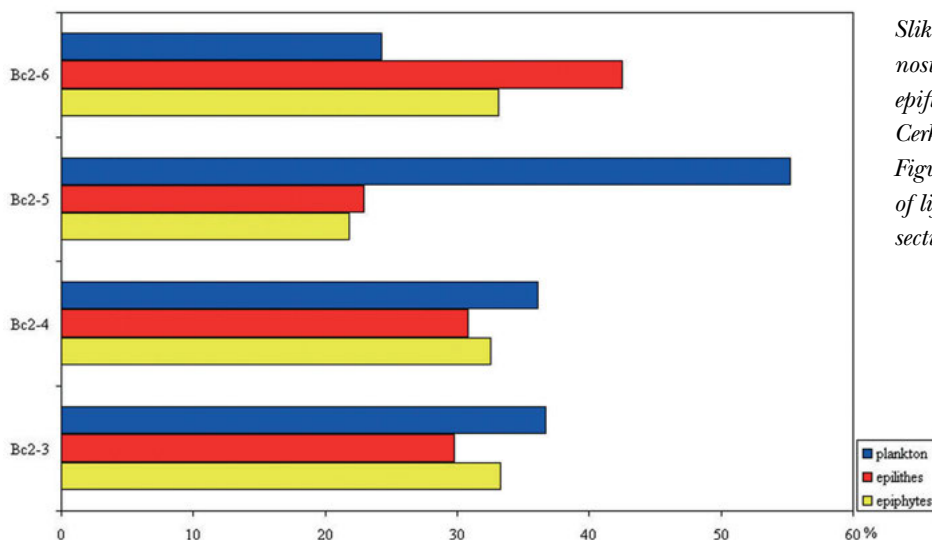
valv vrste *P. sulcata* (slika 27), medtem ko je delež *Chaetoceros* trajnih spor skozi celoten profil nizek (1,2-5,8%). Skozi celoten profil prevladujejo polihalobni rodovi, v vzorcih Bc2-4 in Bc2-6 naraste delež mezohalobov in oligohalobov, predvsem količina rodu *Navicula*, *Amphora*, *Rhopalodia* in *Cocconeis* (tabela 5; slika 24). Delež halofobov je v vseh vzorcih podoben (1,4-2,8%).

Premer valv vrste *Paralia sulcata* se v spodnjem delu profila ne spreminja bistveno, saj med vzorci ni nobene statistično značilne razlike (tabela 9, slika 28). Na vrhu profila, v vzorcu Bc2-6, se premer valv statistično značilno zmanjša v primerjavi z vzorcema Bc2-5 in Bc2-3, medtem ko med vzorcema Bc2-4 in Bc2-6 ni statistično značilnih razlik.



Slika 24. Relativna pogostnost rodov glede na slanost v profilu Bela Cerkev 2.

Figure 24. Relative abundance of diatom salinity groups in the section Bela Cerkev 2.

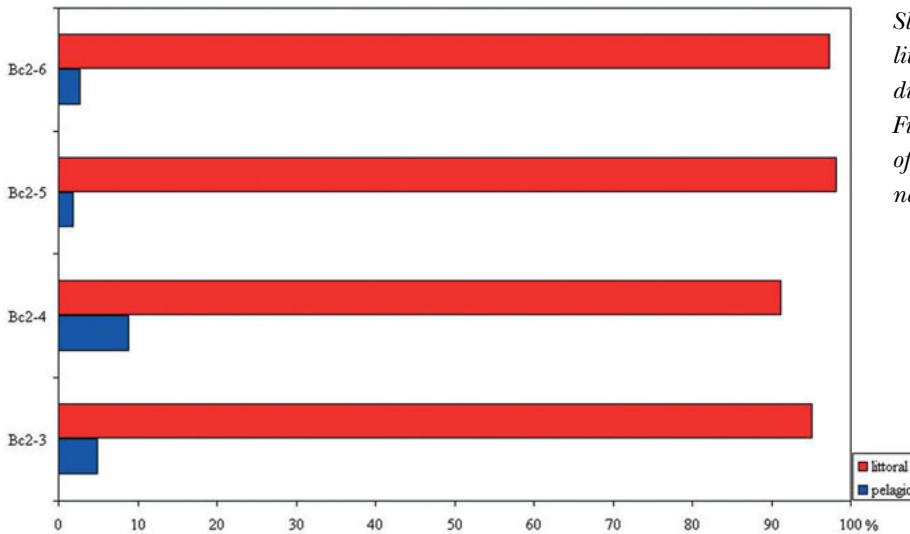


Slika 25. Relativna pogostnost planktonskih, epilitskih in epifitskih diatomej v profilu Bela Cerkev 2.

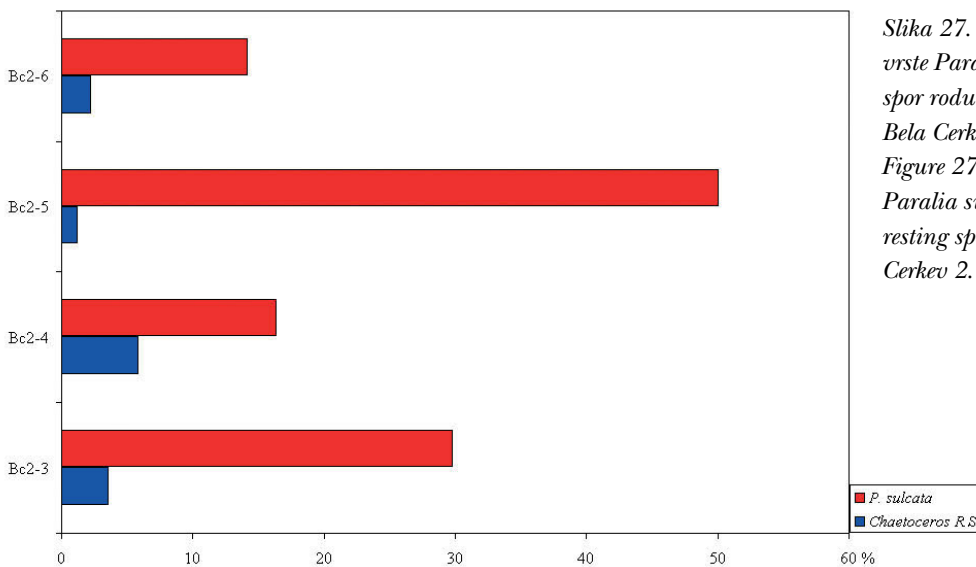
Figure 25. Relative abundance of life-form diatom groups in the section Bela Cerkev 2.



## Rezultati



Slika 26. Relativna zastopanost litoralnih in pelagijskih rodov diatomej v profilu Bela Cerkev 2.  
Figure 26. Relative abundance of littoral and pelagic diatom genera in the section Bela Cerkev 2.



Slika 27. Relativna pogostnost vrste *Paralia sulcata* in trajnih spor rodu *Chaetoceros* v profilu Bela Cerkev 2.  
Figure 27. Relative abundance of *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores in the section Bela Cerkev 2.

Tabela 8. Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ) in standardni odklon ( $s^2$ ) premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Bela Cerkev 2.

Table 8. Mean values ( $\bar{x}$ ) and standard deviations ( $s^2$ ) of the *Paralia sulcata* valve diameter in section Bela Cerkev 2.

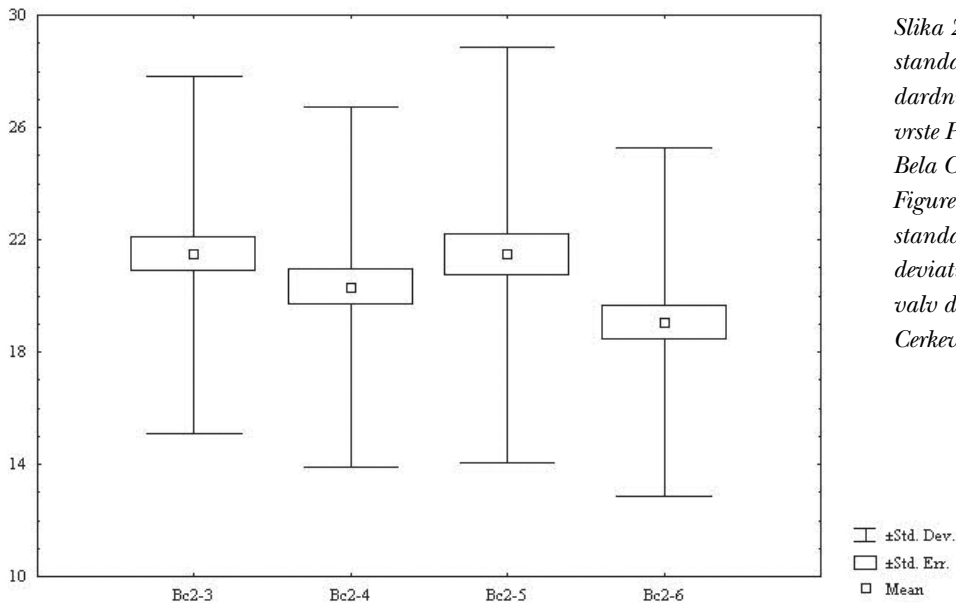
Sample	n	$\bar{x}$	$s^2$
Bc2-3	100	21,471	6,353172
Bc2-4	100	20,3082	6,416901
Bc2-5	100	21,4608	7,40363
Bc2-6	100	19,0578	6,20154

Tabela 9. t-test premerov valv vrste *Paralia sulcata* med vzorci v profilu Bela Cerkev 2. Vrednosti označene z \* so statistično značilne na 5% ravni zaupanja.

Table 9. t-test of *Paralia sulcata* valve diameter between samples in section Bela Cerkev 2. Values marked with \* are statistical significant at 5% confidence interval.

Comparison	F	t
Bc2-3/Bc2-4	0,980236	1,287719
Bc2-3/Bc2-5	0,736363	0,010455
Bc2-3/Bc2-6	1,049499	2,718128 *
Bc2-4/Bc2-5	0,75121	-1,17643
Bc2-4/Bc2-6	1,07066	1,401184
Bc2-5/Bc2-6	1,425247	2,488148 *

## Rezultati



Slika 28. Srednja vrednost, standardna napaka in standardni odklon premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Bela Cerkev 2.

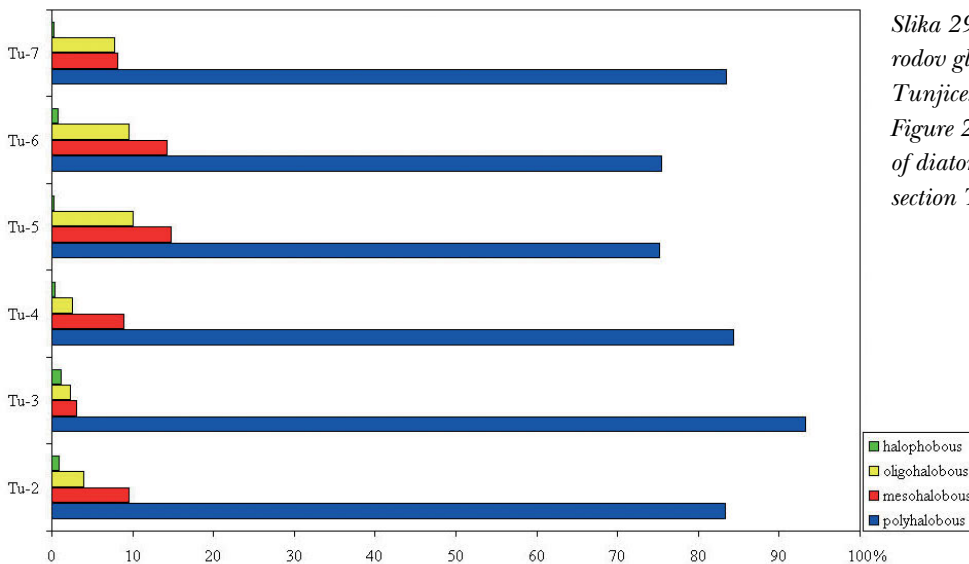
Figure 28. Mean value, standard error and standard deviation of *Paralia sulcata* valve diameter in the section Bela Cerkev 2.

## PROFIL TUNJICE

V celotnem profilu prevladujejo polihalobni rodovi (slika 29). Njihova količina se nekoliko poveča v vzorcu Tu-3 (93 %) in nekoliko zniža v vzorcih Tu-5 in Tu-6 (75 %). Kljub temu je v profilu navzgor opazen trend povišanja količine mezohalobnih in oligohalobnih rodov, predvsem rodov *Cocconeis*, *Rhopalodia* in *Navicula*. Delež polihalobnih vrst je v profilu Tunjice najvišji med vsemi profili.

Količina planktonskih vrst v profilu navzgor upada, narašča pa sprva delež epilitičkih in višje v profilu epifitskih vrst (slika 30). Večino planktonskih rodov

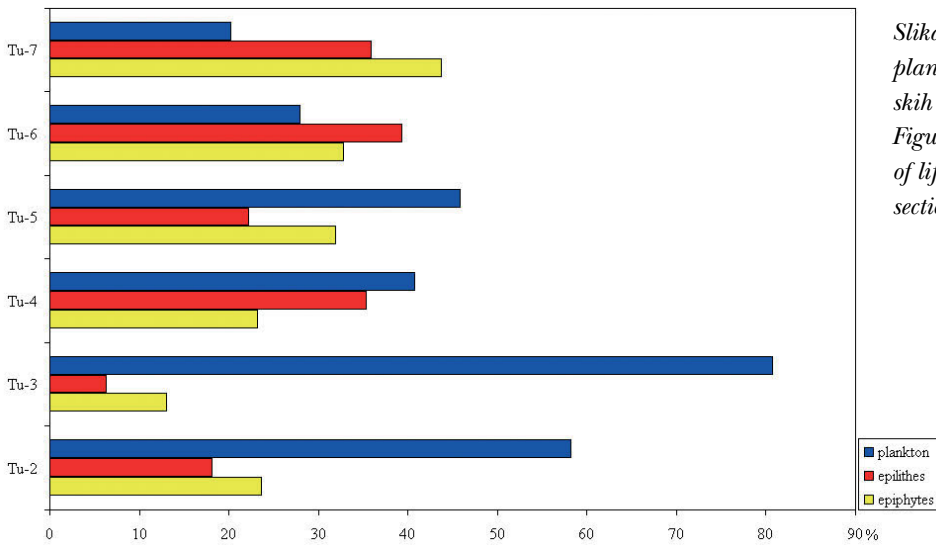
predstavljajo valve vrste *Paralia sulcata* in trajne spore rodu *Chaetoceros*, katerih delež se v profilu izmenjuje obratnosorazmerno (slika 32). Med planktonom so v manjših količinah prisotni še litoralni rodovi: *Actinocyclus*, *Actinoptychus* in *Cymatosira*. Med epiliti so najpogostejši *Diploneis*, *Dimerogramma* in *Navicula*. Delež vseh se v profilu navzgor povečuje (tabela 5; slika 31). Med epifiti prevladujejo *Cocconeis*, *Grammatophora*, *Rhopalodia*, *Mastogloia* in *Hyalodiscus*. Količine rodu *Hyalodiscus* so primerljive le s profilom Bela Cerkev 2, saj jih je drugje manj. Pelagialnih rodov je največ 40 %, njihov delež se v profilu navzgor prav tako manjša. Večinoma so to trajne spore, manj



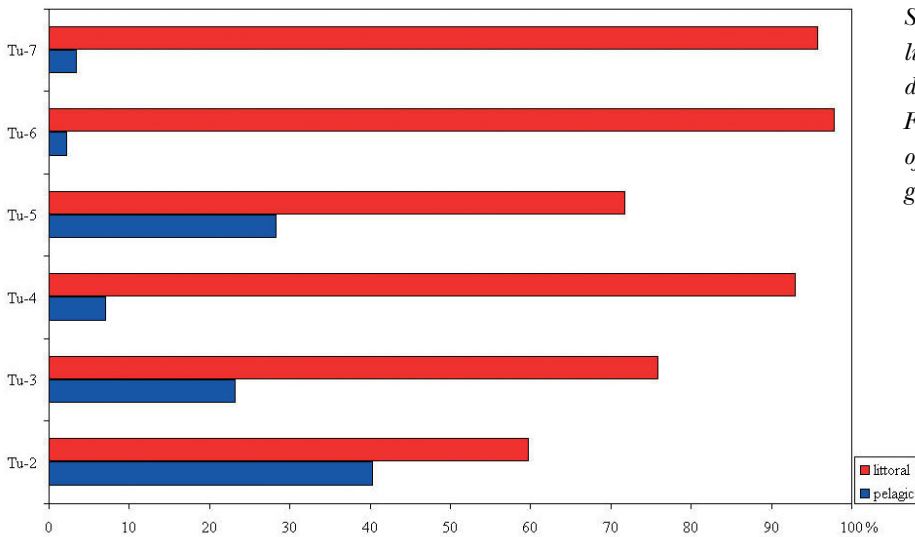
Slika 29. Relativna pogostnost rodov glede na slanost v profilu Tunjice.

Figure 29. Relative abundance of diatom salinity groups in the section Tunjice.

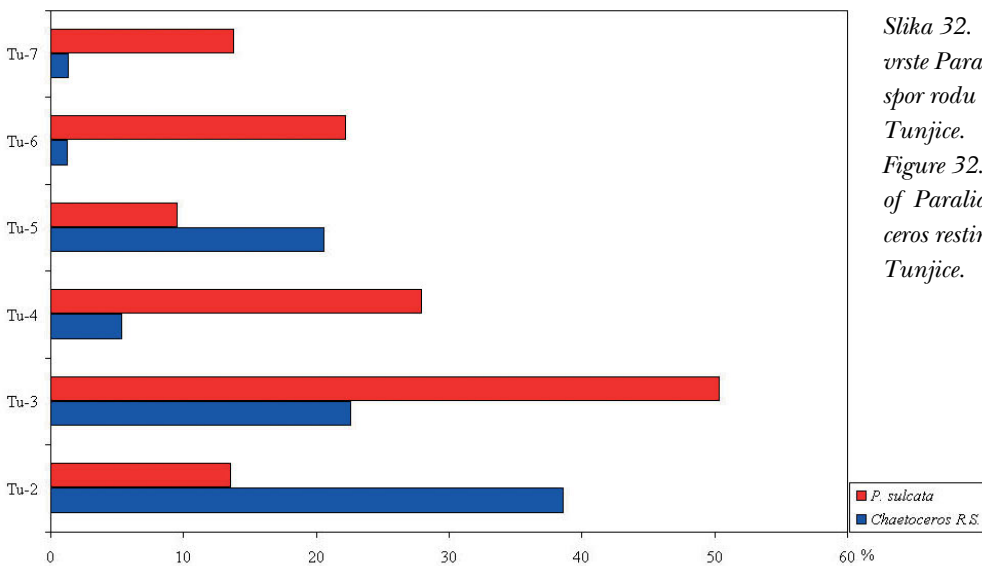
Rezultati



Slika 30. Realitvna pogostnost planktonskih, epilitskih in epifitskih diatomej v profilu Tunjice.  
Figure 30. Relative abundance of life-form diatom groups in the section Tunjice.



Slika 31. Relativna pogostnost litoralnih in pelagijskih rodov diatomej v profilu Tunjice.  
Figure 31. Relative abundance of littoral and pelagic diatom genera in the section Tunjice.



Slika 32. Relativna pogostnost vrste *Paralia sulcata* in trajnih spor rodov *Chaetoceros* v profilu Tunjice.  
Figure 32. Relative abundance of *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores in the section Tunjice.

Tabela 10. Srednje vrednosti ( $\bar{x}$ ) in standardni odkloni ( $s^2$ ) premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Tunjice.  
Table 10. Mean values ( $\bar{x}$ ) and standard deviations ( $s^2$ ) of the *Paralia sulcata* valve diameter in section Tunjice.

Sample	n	$\bar{x}$	$s^2$
Tu-2	100	17,34	3,999323
Tu-3	100	16,1364	2,607079
Tu-4	100	18,1968	5,825674
Tu-5	57	16,33789	3,239841
Tu-6	100	16,5654	4,558943
Tu-7	44	18,93955	6,254513

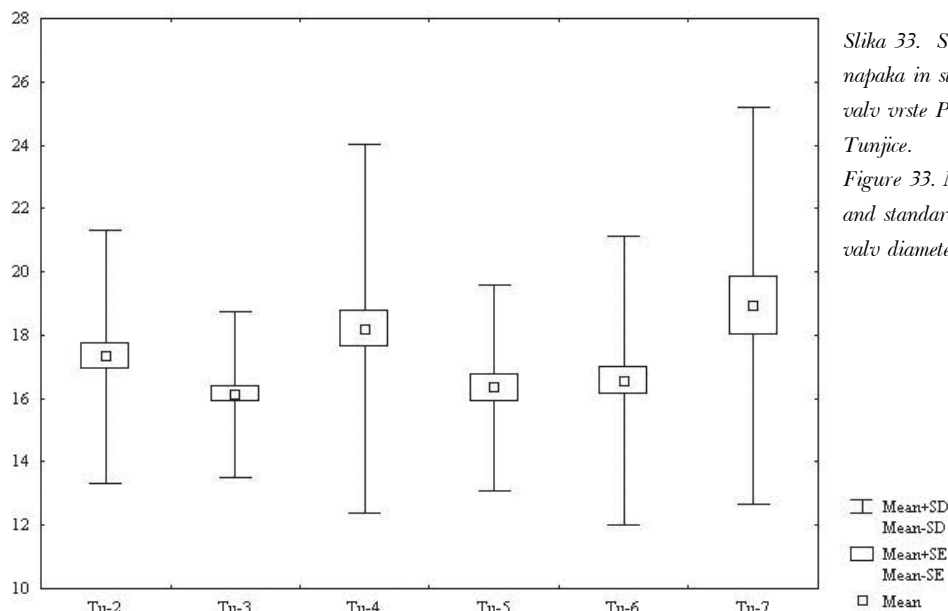
pogost je rod *Coscinodiscus* (tabela 5).

Premeri valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Tunjice so zelo spremenljivi (tabeli 10, 11; slika 33). V vzorcu Tu-3 so premeri valv statistično značilno manjši od premerov valv v vzorcu Tu-2. V vzorcu Tu-4 se premeri valv ponovno povečajo, saj so statistično večji od premerov valv tako v vzorcu Tu-2, kot v vzorcu Tu-3. Sledi ponovno znižanje premera valv, saj je premer valv v vzorcih Tu-5 in Tu-6 statistično značilno manjši kot v vzorcu Tu-4. Premeri valv v vzorcih Tu-3, Tu-5 in Tu-6 se statistično ne razlikujejo. Na vrhu profila (vzorec Tu-7) se premer valv ponovno statistično značilno poveča (tabla 11).

Tabela 11. t-test premerov valv vrste *Paralia sulcata* med vzorci v profilu Tunjice. Vrednosti označene z \* so statistično značilne na 5% ravni zaupanja.

Table 11. t-test of *Paralia sulcata* valve diameter between samples in section Tunjice. Values marked with \* are statistical significant at 5% confidence interval.

Comparison	F	t
Tu-2/Tu-3	0,424948	-2,45293 *
Tu-2/Tu-4	0,471282	-1,14071
Tu-2/Tu-5	0,656258	-1,57313
Tu-2/Tu-6	1,299437	-1,21354
Tu-2/Tu-7	0,408871	-1,75867
Tu-3/Tu-4	0,20027	-3,22824 *
Tu-3/Tu-5	0,647532	-0,42571
Tu-3/Tu-6	0,327024	-0,81687
Tu-3/Tu-7	0,173749	-3,80486 *
Tu-4/Tu-5	0,309282	-2,21941 *
Tu-4/Tu-6	0,612401	-2,20535 *
Tu-4/Tu-7	0,867572	0,670133
Tu-5/Tu-6	0,505032	-0,41506
Tu-5/Tu-7	0,268324	-2,70747 *
Tu-6/Tu-7	0,531302	-2,55727 *



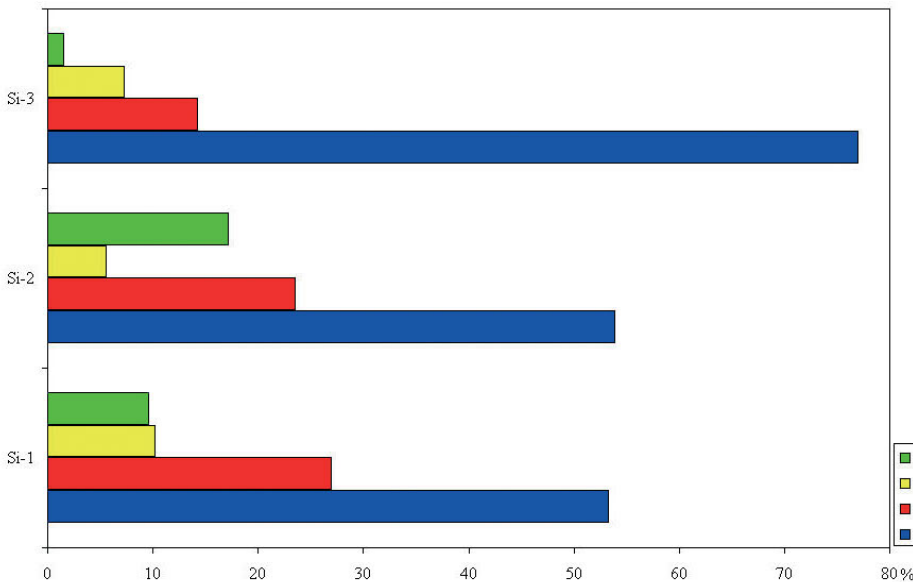
Slika 33. Srednja vrednost, standardna napaka in standardni odklon premerov valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Tunjice.

Figure 33. Mean value, standard error and standard deviation of *Paralia sulcata* valve diameter in the section Tunjice.

## VRTINA SI-1/86

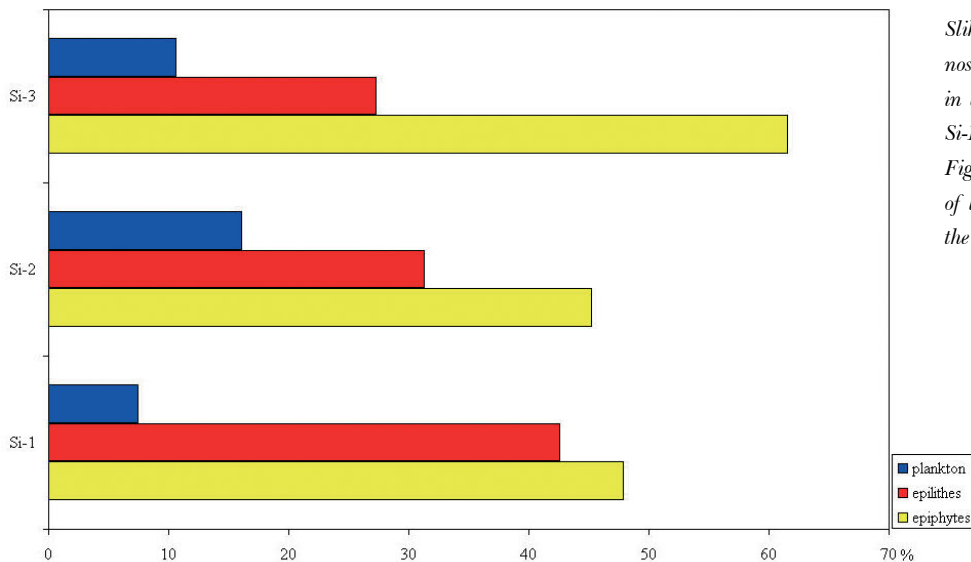
V vrtini z globino pada delež polihalobnih rodov, narašča pa delež ostalih ekoloških skupin (slika 34). V vzorcu Si-2 naraste delež halofobov na 17 %, predvsem zaradi povišanja količine rodu *Diatomella* (tabela 5), medtem ko v Si-3 vzorcu tega rodu ni več. Delež mezohalobov z globino nekoliko narašča, delež oligohalobnih rodov ostaja približno enak (6–10 %). V vseh vzorcih je najmanj planktona (7,4–16 %). Med planktonskimi rodovi je največ litoralnega rodu *Actinocyclus*. Delež epifitov navzgor narašča (45–61 %) (slika 35) predvsem zaradi

visokega deleža rodu *Grammatophora*, ki v vzorcu Si-3 doseže 38,5 %. Zanimivo je, da v vzorcu Si-2 ni rodu *Amphora* in tudi delež rodu *Achnanthes* pade pod 1 %, medtem ko sta v vzorcih Si-1 in Si-3 enako številčna kot rod *Cocconeis*. V vzorcu Si-2 se znatno poveča tudi delež epifitskih rodov *Cocconeis* in *Anaulus*. Delež rodu *Rhopalodia* je skozi celoten profil približno enak (2,6–3,8 %). Med epifitskimi rodovi ima velik delež tudi rod *Mastogloia*, katerega delež navzgor pade z 18,3 % v vzorcu Si-1 na samo 0,9 % v vzorcu Si-3. Rod *Mastogloia* v ostalih profilih ne doseže takšnega deleža (tabela 5), saj se pojavlja v znatno manjših količinah (< 5,6



Slika 34. Relativna pogostnost rodov glede na slanost v vrtini Si-1/86.

Figure 34. Relative abundance of diatom salinity groups in the bore-hole Si-1/86.



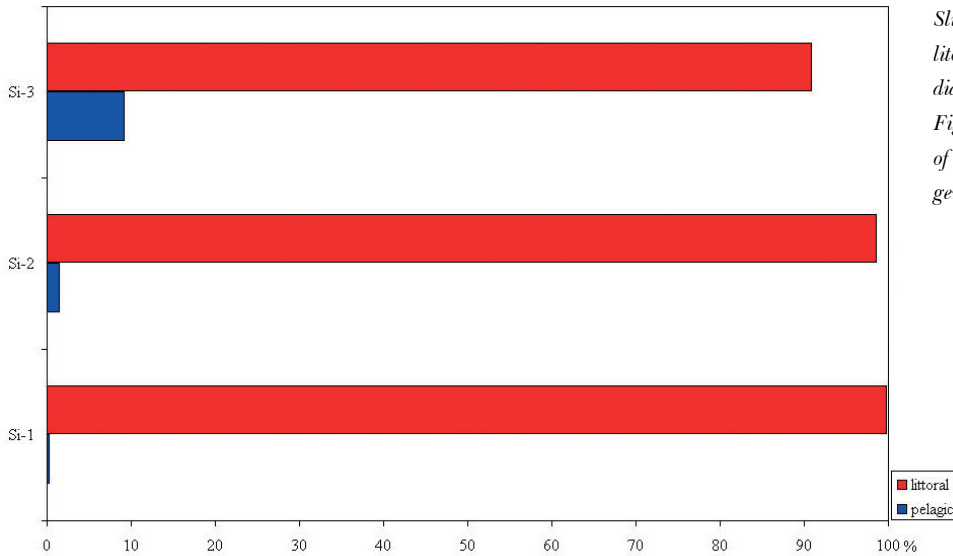
Slika 35. Relativna pogostnost planktonskih, epifitskih in epifitskih diatomelj v vrtini Si-1/86.

Figure 35. Relative abundance of life-form diatom groups in the bore-hole Si-1/86.

## Rezultati

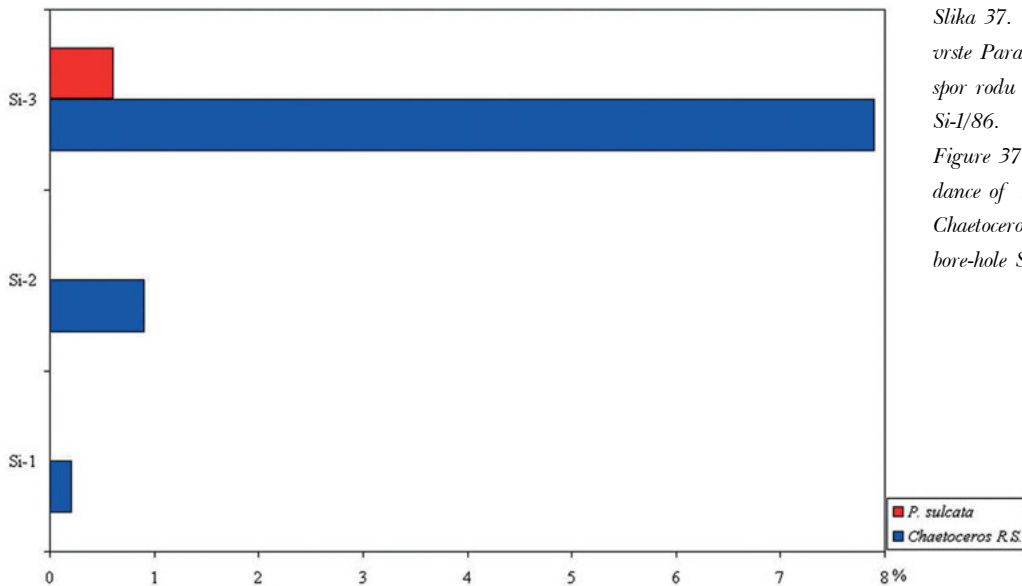
%). Nasprotno delež epilitov navzgor upada, predvsem zaradi padca deleža rodu *Diploneis*, ki pade z 21,5 % na 11,1 %, nekoliko pa se poviša delež rodu *Pinnularia* (z 2,2 v nižjih vzorcih na 4,3 v vzorcu Si-3). Tako visok delež doseže rod *Pinnularia* le še v zgornjem delu profila Bela Cerkev 1, medtem ko v ostalih vzorcih ne preseže 2 %. *Chaetoceros*

spore samo v vzorcu Si-3 presežejo 1 % medtem, ko se vrsta *P. sulcata* pojavi le v vzorcu Si-2 (slika 37). Delež litoralnih rodov močno prevladuje, delež pelagiala sledi trendu razporeditve spor v vzorcih (slika 36).



Slika 36. Relativna pogostnost litoralnih in pelagialnih rodov diatomej v vrtini Si-1/86.

Figure 36. Relative abundance of littoral and pelagic diatom genera in the bore-hole Si-1/86.



Slika 37. Relativna pogostnost vrste *Paralia sulcata* in trajnih spor rodu *Chaetoceros* v vrtini Si-1/86.

Figure 37. Relative abundance of *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores in the bore-hole Si-1/86.

# DISKUSIJA

## Stratigrafija

Skoraj celoten čas od spodnjega oligocena do zgornjega miocena je bila Centralna Paratetida povezana s sosednjimi oceani in morji. Povezave so se prekinile le v šestih kratkih intervalih izolacije Centralne Paratetide (Rögl, 1998, 1999; Rögl & Steininger, 1983; Steininger & Rögl, 1984; Steininger et al., 1988; Steininger & Wessely, 2000). Ta obdobja izolacije in ob njih razvijajoči se endemizem sovpadajo z regionalnimi sekvenčnimi mejami (egerij/eggenburgij–Aq–3/Bur–1, eggenburgij/ottnangij–Bur–3, ottangij/karpatij–Bur–4, karpatij/badenij–Bur–5/Lan–1, badenij/sarmatij–Ser–2, sarmatij/panonij–Ser–3).

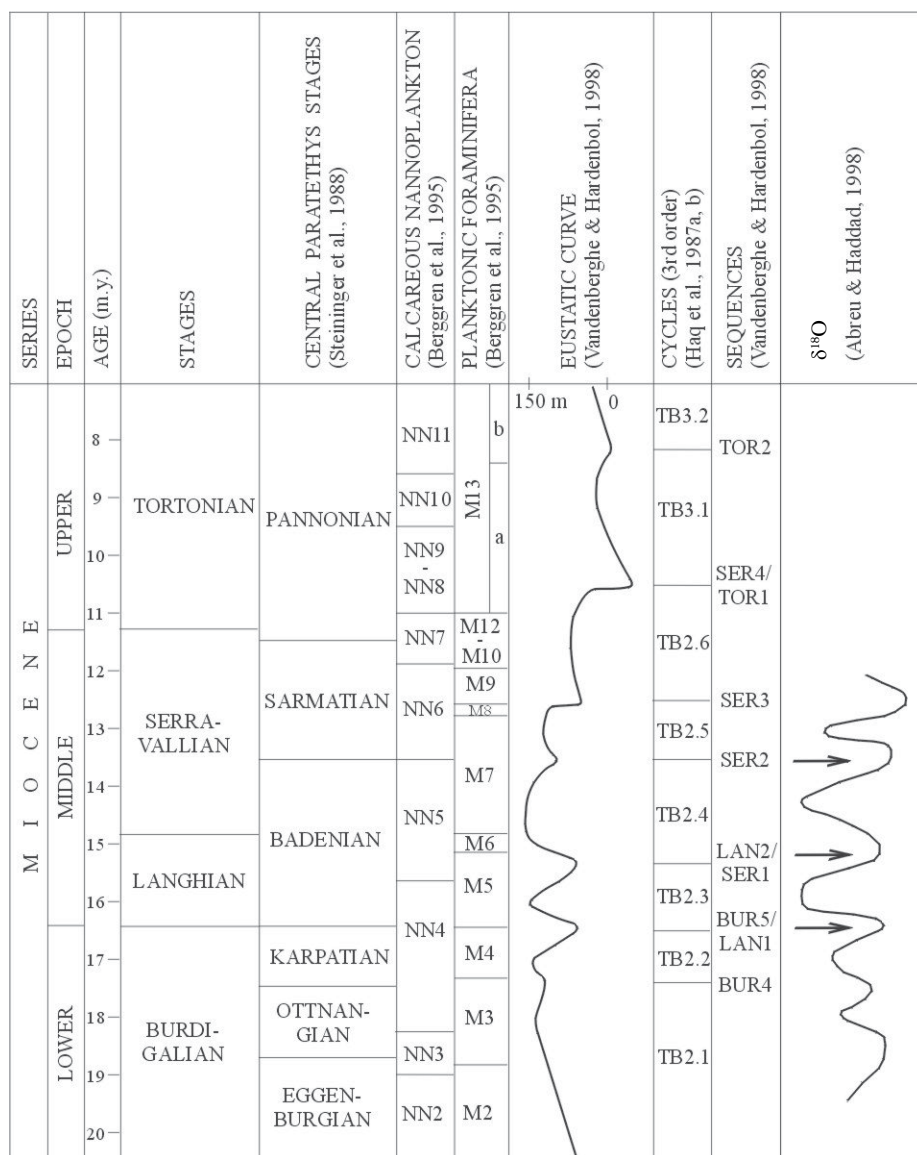
Meja ottangij/karpatij na področju Centralne Paratetide označuje spremembo tektonskega režima iz kompresijskega v ekstenzijskega. Kontinentalna ekstenzija zniža višino kopnega, posledično pa večji obseg kopnega povzroči evstatični dvig in transgresijo (Flemming & Roberts, 1973). Ekstenzijska tetkonika je v Centralni Paratetidi najintenzivnejša v srednjem miocenu (Royden, 1988; Prelogovič et al., 1998; Tari et al., 1992; Tari & Pamič, 1998; Tomljenovič & Csontos, 2001; Vakarcš et al., 1998). Zaradi ekstenzije se na robovih obeh geotektonskih enot (Alcapa in Tisza) vzdolž Srednjemadžarske tektonske cone oblikujejo trikotni sedimentacijski bazeni (Csontos & Nagymarosy, 1998), ki imajo glede na položaj različno dinamiko in stopnjo subsidence (Royden, 1988; Tari et al., 1992). Tako imamo v osrednjem delu Centralne Paratetide, kjer je bila ekstenzija intenzivnejša (Panonski bazen, Štajerski bazen, Donavski bazen), morsko sedimentacijo z batialnimi globinami že v karpatiju (Royden, 1988; Ebner & Sachsenhofer, 1995; Tari et al. 1992), medtem ko na obrobju Centralne Paratetide morskih sedimentov pred badenijem ni. Prav zaradi tega

imamo na prostoru Slovenije v Štajerskem klinu morsko sedimentacijo, ki kaže globino zgornjega in srednjega batiala, že v karpatiju (Rifelj & Jelen, 2001), medtem ko južno od Donačkega preloma karpatijskih morskih faciesov ne najdemo. Vloga Donačke cone še ni pojasnjena, lahko pa predstavlja rob bazena ali podmorsko vzpetino (Fodor et al., 2002). Južno od Donačkega preloma najdemo morske sedimente vse od karpatija do zgornjega badenija na severovzhodnem delu Medvednice (Šikič, 1968).

Kljub temu, da je dinamika sedimentacijskih bazenov v Centralni Paratetidi v veliki meri tektonsko pogojena, lahko v srednjem miocenu zaznamo vse globalne evstatične sekvence (tabeli 12, 13), ki so jih opisali Haq in sodelavci (1987a, b). V badeniju lahko na prostoru Centralne Paratetide ločimo dva transgresijska cikla (spodnjobadenijski in zgornjobadenijski) in vmesno nezveznost (tabeli 12, 13), ki jo lahko označimo s sekvenčno mejo Lan–2/Ser–1 (Haq et al., 1987a). Haq in sodelavci (1987a, b) mejo datirajo na 15,5 milijona let, za evropske sedimentacijske bazene in v Centralni Paratetidi pa mejo postavljajo v bližino meje langhij/serravallij na 14,8 milijona let (Vakarcš et al., 1998; Vandenberghe & Hardenbol, 1998). Druga regresijska faza je na koncu badenija in predstavlja sekvenčno mejo Ser2, ki je hkrati tudi meja badenij/sarmatij. Haq et al. (1987a, b) postavljajo začetek regresije na 13,8 milijona let, »low stand« oziroma začetek transgresije cikla TB2.5 pa na 13,4 milijona let. Vandenberghe in Hardenbol (1998) postavljata sekvenčno mejo na 13,6 milijona let. V sarmatiju sledi ponovna transgresija (HS TB2.5), ki se konča s sekvenčno mejo Ser–3, ki je tudi meja sarmatij/panonij (tabeli 12, 13).

Sekvenčne meje običajno odražajo relativne padce morske gladine, ki so funkcija evstazije in tektonske subsidence sedimentacijskih bazenov. Medtem ko evstazija kaže globalne spremembe v višini morske gladine vsled naraščajoče kontinentalne poledenitve, tektonika odraža več ali manj lokalne spremembe v dinamiki sedimentacijskih bazenov, ki se razlikujejo od bazena do bazena. Povezanost evstatičnih dogodkov z glacioevstazijo kažejo stabilni izotopi. Ti so lahko mera sprememb v nivoju morske gladine oziroma posredno volumna ledu. Glacialni led je osiromašen s težkim kisikovim izotopom, nasprotno je oceanska voda obogatena s težkim kisikovim izotopom.

Ko ledeni pokrov raste, je  $\delta^{18}\text{O}$  morske vode težji, ko se ledeni pokrov umika, je  $\delta^{18}\text{O}$  morske vode lažji. Primerjava izotopskih dogodkov (Abreu & Haddad, 1998) in sekvenčnih mej na področju Centralne Paratetide kaže dobro korelacijo izotopske in evstatične krivulje (slika 38). Naraščanje ledenega pokrova lahko povežemo s sekvenčnimi mejami, medtem ko se dogodki lahkega  $\delta^{18}\text{O}$  dobro ujemajo s transgresijami oziroma s časi maksimalnih poplavljanj. Ta korelacija zagovarja glacioevstazijo kot kontrolni faktor sedimentacije na prostoru Centralne Paratetide.



Slika 38. Korelacija izgajene  $\delta^{18}\text{O}$  krivulje z evstatično krivuljo v za srednji miocen Centralne Paratetide.  $\rightarrow$  glacioevstatični dogodek  
 Figure 38. Correlation of composite smoothed  $\delta^{18}\text{O}$  curve with eustatic curve for the Middle Miocene of Central Paratethys.  $\rightarrow$  glacioevstatični dogodek



Ker diatomeje veljajo za dobre indikatorje ekoloških sprememb, predvsem sprememb v slanosti vode, batimetriji in količini nutrientov, lahko pričakujemo, da se bodo evstatične spremembe odražale tudi v ekološki sestavi diatomejskih združb. Na osnovi ekološkega in evolucijskega spreminjanja združb diatomej lahko v badeniju ločimo dve transgresijski diatomejski združbi, ki sta ločeni z vmesno regresijsko združbo in še eno regresijsko diatomejsko združbo ob koncu badenija, kar je skladno z rezultati sekvenčne stratigrafije. Tudi v spodnjem sarmatiju lahko ponekod diatomejsko združbo prav tako povežemo s spodnesarmatijsko transgresijo, vendar so zaradi vpliva lokalne tektonike regionalni odnosi manj jasni.

## DIATOMEJSKA BIOCONACIJA CENTRALNE PARATETIDE

Na področju Centralne Paratetide so sedimenti, ki vsebujejo kremenične alge, razširjeni skozi celotni miocen. Najštevilčnejša in najbolje raziskana so najdišča na Madžarskem, Češkem in Slovaškem, kjer so v zadnjih tridesetih letih intenzivno raziskovali diatomeje. Na podlagi sprememb v razvoju miocenskih diatomej je bilo za področje Centralne Paratetide narejenih tudi nekaj diatomejskih in silikoflagelatnih bioconacij (tabela 12; Hajós, 1986, 1987; Řeháková, 1977; Dumitrică, 1978). V Sloveniji nisem našel sklenjenih profilov z diatomejami. V vseh profilih pa so združbe diatomej primerljive z združbami iz omenjenih bioconacij. Vendar omenjene združbe, postavljene za Centralno Paratetido (Hajós, 1986, 1987; Řeháková, 1977), niso zadovoljivo datirane. V glavnem so združbe definirane kot cenocone. Ob upoštevanju časa prvega oziroma zadnjega pojavljanja (FOD—first occurrence datum; LOD—last occurrence datum) indeksnih vrst diatomej, ki jih lahko primerjamo z Atlantikom in Pacifikom, ugotavljam, da omenjene biocone ne ustrezajo pravilnemu časovnemu zaporedju.

Hajóseva (1986) je na osnovi združb diatomej in indeksnih diatomejskih vrst, preučevanih na Madžarskem, razdelila karpatij, badenij in sarmatij v pet biocon (tabela 12). Biocona *Rhaphoneis paralis* je značilna za karpatij. Spodnja meja je

definirana s pojavom vrst rodu *Rhaphoneis*: *R. paralis*, *R. affinis* in *R. scalaris*, zgornja meja pa je definirana s pojavom endemičnih limnobrakičnih vrst in izginotjem vrst, ki zahtevajo normalno slanost vode. V tej bioconi dosežejo svoj višek, med drugimi, tudi vrste: *Delphineis penelliptica*, *D. biseriata*, *Rhaphoneis parvula*, *Sceptoneis hungarica* in *Thalassionema obtusa*. V tej bioconi nastopajo tudi vrste *Rhaphoidodiscus marylandicus*, *Denticulopsis lauta*, *Coscinodiscus lewisianus* in *Actinocyclus ingens*. Na osnovi pojavljanja teh vrst Hajóseva primerja biocono *Rhaphoneis paralis* z biocono *Rhaphoidodiscus marylandicus*, ki jo je postavila Řeháková (1977) in jo omenja v Južnoslovaškem neogenskem bazenu, v Dunajskem bazenu in v Karpatih. Řeháková biocono *Rhaphoidodiscus marylandicus* prav tako uvršča v karpatij (tabela 12). Omenjena združba je značilna za morsko okolje z normalno slanostjo, kar potrjujejo tudi slikoflagelati. Biocono *Rhaphoidodiscus marylandicus* lahko koreliramo z zgornjim delom nanoplanktonske biocone NN4 in najnižjim delom nanoplanktonske biocone NN5 (Řeháková, 1977).

Že sama korelacija z nanoplanktosko bioconacijo, ki jo navaja Řeháková (1977), nam pove, da omenjena združba ne pripada karpatiju, ampak spodnjemu badeniju (tabela 12). Če se omejimo na vrste, s katerimi lahko časovno in tudi paleoekološko primerjamo bioconacijo Hajóseve (1986) in Řehákové (1977) (*Denticulopsis lauta*, *Coscinodiscus lewisianus* in *Actinocyclus ingens*), lahko prav tako zaključimo, da je datacija obeh bioconacij napačna. Vrsta *Actinocyclus ingens* je prišla v majhne geografske širine iz srednjih geografskih širin znotraj podcone A planktonske biocone *Cestodiscus pelum* (znotraj intervala 16,4–15 milijonov let; glej tabelo 13), veljavne za majhne geografske širine (Barron, 1985b). Prvi pojav (FOD) vrste *Actinocyclus ingens* v velikih geografskih širinah je datiran na 16,2 milijona let (Censarek & Gersonde, 2002), vsekakor pa je pojav vrste *A. ingens* v majhnih geografskih širinah mlajši kot v velikih (Barron, 1985b). Planktonska vrsta *Denticulopsis lauta* prav tako predstavlja element srednjih in velikih geografskih širin, ki se v majhnih geografskih širinah ne pojavi pred 15,9 milijoni let (Barron, 1985a). *Coscinodiscus lewisianus* je vrsta z velikim strati-

grafskim razponom (FOD  $\cong$  24 milijonov let; LOD  $\cong$  13,5 milijonov let). Podobne rezultate daje tudi stratigrafski razpon vrst rodu *Rhaphoneis* in *Delphineis* (Andrews, 1975, 1977), saj se vrste, ki nastopajo v Centralni Paratetidi, ne pojavijo pred langhijem (badenijem). Omenjena rodova sta pogosta v miocenskih sedimentnih kamninah zahodne obale Atlantika (Andrews, 1978). Bentoške vrste *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delphineis penelliptica* in *D. biseriata* se ne pojavijo pred langhijem in so značilne za langhij in serravallij (tabela 14). Pogoste so tako v atlantski bioconi *Denticulopsis ovata* (14,7–14,3 milijonov let) kot v bioconi *Rhaphoneis paralis* (14,1–13,5 milijonov let). Vrsta *Rhaphoidodiscus marylandicus* je v Atlantiku indeksna vrsta za biocono *Denticulopsis ovata* (tabela 13), njen FOD in LOD ležita znotraj omenjene biocone (Andrews, 1978).

Na osnovi prvega pojavljanja značilnih vrst diatomej (tabela 13) in sekvenčne stratigrafije (Haq et al., 1987a, b; Vanderberghe & Hardenbol, 1998; Vakarcis et al., 1998) menim, da sta »karpatijski« bioconi *Rhaphoneis paralis* (Hajós, 1986) oziroma *Rhaphoidodiscus marylandicus* (Řeháková, 1977) mlajši od 16,4 milijona let, kar predstavlja mejo karpatij/badenij, in ju lahko koreliramo s spodnjobadenijskim evstatičnim maksimumom HS TB2.3 (tabela 12).

Sledi biocona *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus*. Spodnja meja biocone je definirana s popolno odsotnostjo morske in z množičnim pojavom limnobraškične diatomejske združbe (tabela 14): *Coscinodiscus pannonicus*, *Melosira agria*, *M. bituminosa*, *Navicula bituminosa*, *N. halionata*, *Stephaodiscus kanitzii* in *Surirella costata* (Hajós, 1986). V bioconi *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* tudi ni silikoflagelatov in ebridijev. Řeháková (1977) v Južnoslovaškem neogenskem bazenu, Dunajskem bazenu in Karpatih ne omenja nobene biocone z limnobraškično diatomejsko združbo. Biocono lahko glede na različno zastopnost vrst v spodnjem (podcona a) in zgornjem delu (podcona b) biocone razdelimo na dve podconi (Hajós, 1986; tabela 14). Zgornja meja biocone *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* je definirana s pojavom morske diatomejske združbe.

Biocone *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* ne moremo časovno korelirati s kozmopo-

litskimi indeksnimi diatomejskimi vrstami, saj je združba endemična in večino oblik najdemo le v Centralni Paratetidi. Glede na stratigrafski položaj in regresijski značaj flore lahko biocone uvrstimo v regresijski del cikla TB2.3 (LSW TB2.3) (Haq et al., 1987a, b) oziroma sekvenčno mejo Lan-2/Ser-1 (Vandenberghe & Hardenbol, 1998; Vakarcis et al., 1998; tabela 13).

Sledi biocona *Actinocyclus ingens* (Hajós, 1986). Spodnja meja biocone je definirana z izginotjem limnobraškične diatomejske združbe in pojavom morske diatomejske združbe. Ponovno se pojavijo vrste *Coscinodiscus globosus*, *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delphineis penelliptica*, *Denticulopsis lauta*, *D. biseriata*, *D. lineata* in *Stephanogonia actinoptychus*. Vrsta *Actinocyclus ingens* doseže tukaj svoj višek. V tej bioconi se prvič pojavijo vrste *Liradiscus plicatulus*, *Dimrogramma tortonica*, *Chasea tortonica* in *Rhaphoneis gratiosa*. Množično nastopa tudi vrsta *Thalassionema nitzschioides*. Hajóseva (1986) vzporeja biocono *Actinocyclus ingens* z nanoplanktonskima bioconama NN5 in NN6. Hajóseva (1986) primerja biocono *Actinocyclus ingens* z zgornjim delom biocone *Coscinodiscus lewisianus* Řehákové (1977) in z biocono *Denticula punctata*. Spodnja meja biocone *Denticula punctata* je definirana s prvim pojavom vrst *Denticulopsis hustedti* in *D. punctata* (Řeháková, 1977). Za biocono so značilne še vrste *Actinocyclus ingens*, *Thalassionema nitzschioides*, *Stephanopyxis turris*, *Coscinodiscus vetussisimus* in *Coscinodiscus lewisianus*. Zgornja meja biocone *Denticula punctata* ni definirana. Řeháková (1977) uvršča biocono *Denticula punctata* v zgornji del spodnjega badenija (tabela 12) Dunajskega in Donavskega bazena.

V opisanih badenijskih vzorcih nastopajo skupaj vrste, ki jih navajata tako Řeháková (1977) kot Hajóseva (1986). Če se omejim na indeksne vrste, ki jih lahko koreliramo tudi z bioconacijami izven Centralne Paratetide, je to predvsem vrsta *Denticulopsis hustedti*. FOD vrste *D. hustedti* v velikih geografskih širinah je 14,2 milijona let (Barron, 1985b; Censarek & Gersonde, 2002), medtem ko je FOD v majhnih geografskih širinah starejši (Barron, 1985b). FOD vrste *Denticulopsis punctata* sovpada s FOD vrste *Denticulopsis hustedti*. Schrader (1973b) postavlja evolucijski pojav vrst *D. hustedti* in *D. punctata* na spodnjo mejo SV pacifiške biocone 23, kar je pred

okoli 15 milijoni let (Barron, 1985b). Barron (1985a) v ekvatorialnem delu Pacifika omenja združbo *Denticulopsis hustedti*–*Coscinodiscus lewisianus* v srednjem delu radiolarijske biocone *Docadospyris alata*, ki je datirana na 15,65–11,95 milijona let (Sanfillipo & Nigrini, 1998), oziroma v zgornjem delu nanoplanktonske biocone CN4 in spodnjem delu nanoplanktonske biocone CN5, kar odgovarja zgornjemu delu nanoplanktonske biocone NN5 (Berggren et al., 1995; tabela 13). V zahodnem Mediteranu postavljajo FOD vrste *D. hustedti* na spodnjo mejo Barronove (1985b) biocone *Coscinodiscus lewisianus*, to je pred 14,2 milijona let (Bustillo & López García, 1997). Hajóseva (1986) omenja prvi pojav vrste *D. hustedti* v mlajši bioconi *Navicula pinnata* (tabela 12), ki jo definira kot regresijsko. Vrsta *D. hustedti* je planktonska stenohalina morska vrsta, značilna za hladne vodne mase, tako da njenega prvega pojava nikakor ne moremo vezati na združbo z regresijskim karakterjem. V vzorcih slovenskega dela Centralne Paratetide najdemo vrsto *D. hustedti* v vzorcih, kjer silikoflagelati in ebridiji dosežejo največjo diverzitetu in pogostnost, kar dokazuje transgresijski karakter pojava vrste *D. hustedti* v Centralni Paratetidi. Podobno lahko sklepamo iz rezultatov Řeháková (1977).

Na osnovi FOD vrste *D. hustedti*, korelacije z nanoplanktonskimi in radiolarijskimi bioconami ter transgresijskim značajem združbe lahko biocono *Actinocyclus ingens* (Hájós, 1986) koreliramo z evstatičnim maksimumom cikla TB2.4 (HS TB2.4, Haq et al., 1987a, b; tabela 12).

Sledi biocona *Navicula pinnata*. Spodnji del biocone definira izumrtje vrste *Actinocyclus ingens*. V bioconi prevladujejo vrste *Navicula pinnata*, *Rhaphoneis gratiosa*, *R. mediopunctata*, *Plagiogramma bipunctatum* in *Cocconeis pseudomarginata*. V tej bioconi se pojavijo tudi nekatere vrste, ki se uveljavijo v sarmatiju: *Dictyoneis hungarica*, *Mastogloia castracanei*, *Triceratium laetum*, *Navicula latissima*, *Surirella baldjickii* idr. Zgornjo mejo biocone označuje izumiranje badenijskih morskih vrst. Biocona *Navicula pinnata* ne vsebuje nobenih silikoflagelatov (Hájós, 1986). Stratigrafsko lahko biocono *Navicula pinnata* koreliramo z zadnjim badenijskim regresijskim intervalom (cikel TB2.4; tabela 12).

Nad biocono *Navicula pinnata* leži spodnjesarmatijska biocona *Anaulus simplex* (Hájós,

1986). Spodnja meja cone sovpa z množičnim pojavom novih vrst: *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis*, *Dimidiata saccula*, *Coscinodiscus doljensis*, *Achnanthes baldjickii*, *Cymatosira biharensis*, *Grammatophora insignis* var. *doljensis*, *Caloneis liber* var. *zagrebiensis* in številnih drugih endemičnih vrst (tabela 15). Zgornja meja te cone je definirana z njihovim izumrtjem. Biocono *Anaulus simplex* lahko primerjamo z biocono *Coscinodiscus doljensis* (Řeháková, 1977), za katero je značilna podobna diatomejska združba.

Zaradi novih kronoloških podatkov o nekaterih diatomejskih vrstah ter ujemanja paleoekoloških trendov diatomejskih združb z regionalnimi tektonskimi in evstatičnimi dogajanjem predlagam novo diatomejsko bioconacijo za badenij in sarmatij za Centralno Paratetido. Seveda se zavedam, da je predlagana bioconacija v veliki meri induktivna, saj temelji zgolj na literaturnih in nekaj lastnih točkastih podatkih, ni pa dokazana na sklenjenih profilih in terensko jasnih stratigrafskih zaporedjih. Zaradi tega tudi ni preverjena in ugotovljena vloga endemičnih vrst, vendar je pojavljanje le-teh dobro korelirano s sekvenčno stratigrafijo. Je pa predlagana bioconacija časovno usklajena s prvimi in zadnjimi pojavljanji (FOD in LOD) planktonskih kozmopolitskih vrst in zato omogoča geokronološko, sekvenčno in kronostratigrafsko korelacijo. Za badenij in sarmatij v Centralni Paratetidi predlagam naslednje biocone (tabela 12):

#### Biocona *Actinocyclus ingens*

Spodnja meja biocone je definirana s FOD vrste *Actinocyclus ingens*, zgornja meja pa s prvim pojavom endemičnih limnobrakičnih vrst, značilnih za biocono *Surirella costata*–*Coscinodiscus panonicus*. Biocono lahko označimo kot intervalno.

Značilno za biocono je tudi nastopanje vrst *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delpheineis penelliptica*, *D. biseriata*, *Rhaphoidodiscus marylandicus* in *Coscinodiscus lewisianus*. Znotraj te biocone se prvič pojavi tudi vrsta *Denticulopsis lauta*.

Biocono *Actinocyclus ingens* uvrščam v spodnji badenij. Biocono lahko koreliramo s ciklom TB 2.3 (Haq et al., 1987a, b) in z zgornjim delom nanoplanktonske biocone NN4 (Berggren et al., 1995).

Diskusija

Tabela 12. Stratigrafska korelacija raziskanih profilov z miocenskim diatomskim in silikoflagelarnimi biozonami ter sekvencnimi mejami v Centralni Paratethidi. Table 12. Stratigraphic correlation of the studied sections with the Miocene diatom and silicoflagellate biozones and sequence boundaries in Central Paratethys.

M I O C E N E		SERIES	
LOWER	MIDDLE	EPOCH	
18-19-20	13-14-15-16	AGE (m.y.)	
BURDI- GALIAN	SERRA- VALLIAN	STAGES	
EGGEN- BURGIAN	SARMATIAN	CENTRAL PARATETHYS STAGES (Steininger et al., 1988)	
NN3	NN5	CALCAREOUS NANNOPLANKTON (Berggren et al., 1995)	
M3	M7	PLANKTONIC FORAMINIFERA (Berggren et al., 1995)	
		CYCLES (3rd order) (Haq et al., 1987a, b)	
		SEQUENCES (Vandenbergh & Hardenbol, 1998)	
		CENTRAL PARATETHYS	
		DIATOM BIOZONES	(Reháková, 1977)
		(Hajós, 1986)	
		SILICOFAGELLATE BIOZONES	(Dumitrică, 1978)
		(Hajós, 1978)	
		DIATOMS	THIS WORK
		SILICO-FLAGELLATES	
		section Šentjernej	
		section Šmarjeta	
		section Bela Cerkev 1	
		section Bela Cerkev 2	
		section Tunjice	
		bore-hole Si-1	



*Biocona Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus*

*Biocona* je definirana v smislu Hajóseve (1986). Spodnja meja biocone definira popolna odsotnost morske in množični pojav limnobraškične diatomejske združbe, zgornja meja biocone *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* je definirana s pojavom morske diatomejske združbe. *Biocono* lahko označimo kot cenocono.

Za *biocono* so značilne endemične limnobraškične vrste *Coscinodiscus pannonicus*, *Melosira agria*, *M. bituminosa*, *Navicula bituminosa*, *N. halionata*, *Stephanodiscus kanitzii* in *Surirella costata*.

Stratigrafsko uvrščam *biocono* *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* na mejo spodnji/zgornji badenij. *Biocono* lahko koreliramo z regresijskim delom cikla TB2.3 (LSW TB2.3) (Haq et al., 1987a, b) oziroma sekvenčno mejo Lan-2/Ser-1 (Vandenberghé & Hardenbol, 1998; Vakarcis et al., 1998) ter z najvišjim delom nanoplanktonske biocone NN4 in spodnjim delom nanoplanktonske biocone NN5 (Berggren et al., 1995).

*Biocona Denticula hustedti*–*Denticula lauta*

Spodnja meja biocone je definirana z množičnim pojavom morskih diatomejskih vrst, ki se pojavljajo že v bioconi *Actinocyclus ingens*. Zgornja meja biocone je definirana z LOD vrste *Actinocyclus ingens*. *Biocono* lahko označimo kot konkurenčno *biocono*.

V tej bioconi se prvič pojavi vrsta *Denticulopsis hustedti*. Za *biocono* je značilen množični pojav vrste *Thalassionema nitzschioides* in silikoflagelotov, ki tukaj dosežejo največjo diverziteto.

*Biocono* *Denticula hustedti*–*Denticula lauta* uvrščam v zgornji badenij. Koreliramo jo lahko z evstatičnim maksimumom cikla TB2.4 (HS TB2.4) (Haq et al., 1987a, b) in zgornjim delom nanoplanktonske biocone NN5 (Berggren et al., 1995).

*Biocona Navicula pinnata*

*Cono* lahko definiramo v smislu Hajóseve (1986). Spodnja meja biocone je definirana z LOD vrste *Actinocyclus ingens*, zgornja meja pa s FOD vrst *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* in/ali *Coscinodiscus doljensis* ter z LOD vrst *Plagiogramma bipunctatum* in *Rhaphoneis gratiosa*. *Biocono* lahko

označimo kot cenocono.

V regresijski bioconi, za katero je značilno izumrtje tipičnih morskih oblik, svoj višek (acme) dosežejo vrste *Navicula pinnata*, *Rhaphoneis gratiosa*, *R. mediopunctata*, *Plagiogramma bipunctatum* in *Cocconeis pseudomarginata*. V tej bioconi tudi ne najdemo nobenih silikoflagelotov in ebridijev.

*Biocono* lahko koreliramo z regresijo ob koncu badenija – zgornji del cikla TB 2.4 ter LSW TB 2.5 (Haq et al., 1987a, b) oziroma s sekvenčno mejo Ser-2 (Vandenberghé & Hardenbol, 1998; Vakarcis et al., 1998) in najzgornejšim delom nanoplanktonske biocone NN5 (Berggren et al., 1995).

*Biocona Anaulus simplex*

Spodnja meja biocone je definirana s FOD številnih vrst: *Anaulus simplex*, *Achnanthes baldjickii*, *Nitzschia doljensis* in *Coscinodiscus doljensis*, zgornja meja pa je definirana z LOD omenjenih vrst. *Biocono* lahko označimo kot akrocono.

Za *biocono* je značilna spremenljiva slanost, saj najdemo v nekaterih horizontih stenohaline silikoflagelate, ebridije, nanoplankton in planktonske trajne spore rodu *Chaetoceros* (tabela 1, slike 19–37), ki kažejo na povezavo s pravim morskim okoljem, v nekaterih oligohaline in mezohaline epifitske rodove s številnimi endemičnimi vrstami, v nekaterih horizontih pa povišan delež kopenskih holofobnih vrst, ki kažejo na večjo erozijo (slika 34). Združba, značilna za *biocono* *Anaulus simplex*, je brakično-morska (mezohalobna). Prisotnost stenohalinih lahko povežemo s transgresijo, ki je zajela Centralno Paratetido v spodnjem sarmatiju zaradi premika Arabske plošče proti severu vzdolž Anatolskega prelomnega sistema. Ta premik je odprl ozko longitudinalno morsko povezavo z vzhodnim Mediteranom (Rögl, 1998; Steininger & Wessely, 2000; Magyar et al., 1999; Ivanov et al., 2002). Kljub tej transgresiji je lokalna tektonika v veliki meri nadzorovala značaj sedimentacijskega bazena. Temu v prid kaže prav menjavanje različnih ekoloških diatomejskih združb, ki nima enoznačnega trenda.

*Biocono* *Anaulus simplex* uvrščam v spodnji sarmatij. *Biocono* lahko koreliramo s transgresijskim delom cikla TR TB 2.5 (Haq et al., 1987b) in spodnjim delom nanoplanktonske biocone NN6.

Tabela 14. Stratigrafska razširjenost indeksnih badenijskih vrst diatomej v Centralni Parateti.  
 Table 14. Ranges of stratigraphically useful diatoms in the Badenian of Central Paratety.

Age	Biozone (Hajós, 1986)		Species
	Age	Biozone	
SARMATIAN		<i>Anculus simplex</i>	
BADENIAN		<i>Navicula pinnata</i>	
		<i>Actinocyclus ingens</i>	
		<i>Surirella costata - C. pannonicus</i>	
KARPATIAN		<i>Rhaphoneis paralis</i>	
OTTNANGIAN		<i>Rhaphoneis subtilissima</i>	
		<i>Actinocyclus ingens</i>	
		<i>Actinocyclus tsugariensis</i>	
		<i>Amphora protracta</i>	
		<i>Amphora tortonica</i>	
		<i>Chasea tortonica</i>	
		<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	
		<i>Cocsinodiscus lewisianus</i>	
		<i>Cocsinodiscus globosus</i>	
		<i>Cocsinodiscus pannonicus</i>	
		<i>Cocsinodiscus vetustissimus</i>	
		<i>Delphineis biseriata</i>	
		<i>Delphineis lineata</i>	
		<i>Delphineis penelliptica</i>	
		<i>Denticulopsis hustedti</i>	
		<i>Denticulopsis lauta</i>	
		<i>Dimerogramma angustatum</i>	
		<i>Dimerogramma tortonicum</i>	
		<i>Hemiaulus polymorphus</i>	
		<i>Grammatophora torosa</i>	
		<i>Liradiscus plicatulus</i>	
		<i>Melosira bituminosa</i>	
		<i>Melosira bituminosa</i>	
		<i>Navicula bituminosa</i>	
		<i>Navicula pinnata</i>	
		<i>Plagiogramma bipunctatum</i>	
		<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	
		<i>Rhaphoneis debyi</i>	
		<i>Rhaphoneis paralis</i>	
		<i>Surirella costata</i>	
		<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>fossilis</i>	
		<i>Stephanodiscus kanitzii</i> f. <i>inermis</i>	
		<i>Stephanogonia actinoptychus</i>	
		<i>Triceratium condecorum</i>	
		<i>Triceratium macroporum</i>	
		<i>Xanthiopyxis globosa</i>	
		<i>Xanthiopyxis micropunctatus</i>	

Tabela 15. Stratigrafska razširjenost indeksnih spodnjearmatskih vrst diatomej v Centralni Paratetidi.  
Table 15. Ranges of stratigraphically useful diatoms in the Lower Sarmatian of Central Paratethys.

Age	Species	
	Biozone (Hajós, 1986)	
SARMATIJA	<i>Anaulus simplex</i>	
	<i>Navicula pinnata</i>	
	<i>Actinocyclus ingens</i>	
	<i>Surirella costata - C. panonicus</i>	
BADENIAN	<i>Actinocyclus ingens</i>	
	<i>Surirella costata - C. panonicus</i>	
KARPATIAN	<i>Rhaphoneis paralis</i>	
	<i>Rhaphoneis subtilissima</i>	
OTTANGIAN	<i>Achmanthes baldjiki</i>	
	<i>Achmanthes rara</i>	
	<i>Actinocyclus bremanus</i>	
	<i>Amphora crassa</i> var. <i>punctata</i>	
	<i>Anaulus simplex</i>	
	<i>Auricula szontaghi</i>	
	<i>Campylodiscus kuetzingi</i>	
	<i>Clavícula biharensis</i>	
	<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	
	<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>raeana</i>	
	<i>Coscinodiscus doljensis</i>	
	<i>Coscinodiscus hamori</i>	
	<i>Coscinodiscus rugololus</i>	
	<i>Cymatosira biharensis</i>	
	<i>Dimerogramma boryanum</i>	
	<i>Dimerogramma minus</i> var. <i>neglectum</i>	
	<i>Dimidiata saccula</i>	
	<i>Diploneis splendida</i> var. <i>andesitica</i>	
	<i>Grammatophora hungarica</i>	
	<i>Grammatophora insignis</i> var. <i>doljensis</i>	
	<i>Hyalodiscus horvatici</i>	
	<i>Mastogloia angulata</i> var. <i>sarmatica</i>	
	<i>Mastogloia baldjikiana</i>	
	<i>Mastogloia castracanei</i>	
	<i>Navicula baumleri</i>	
	<i>Nitzschia doljensis</i>	
	<i>Pinnularia liber</i> var. <i>zagrebiensis</i>	
	<i>Pinnularia bimaculata</i>	
	<i>Plagiogramma biharensis</i>	
	<i>Plagiogramma boryanum</i>	
	<i>Podosira baldjikiana</i>	
	<i>Rhopalodia gibberula</i>	
	<i>Surirella baldjiki</i>	
	<i>Surirella subfastuosa</i>	
<i>Synedra cristallina</i> var. <i>fossilis</i>		



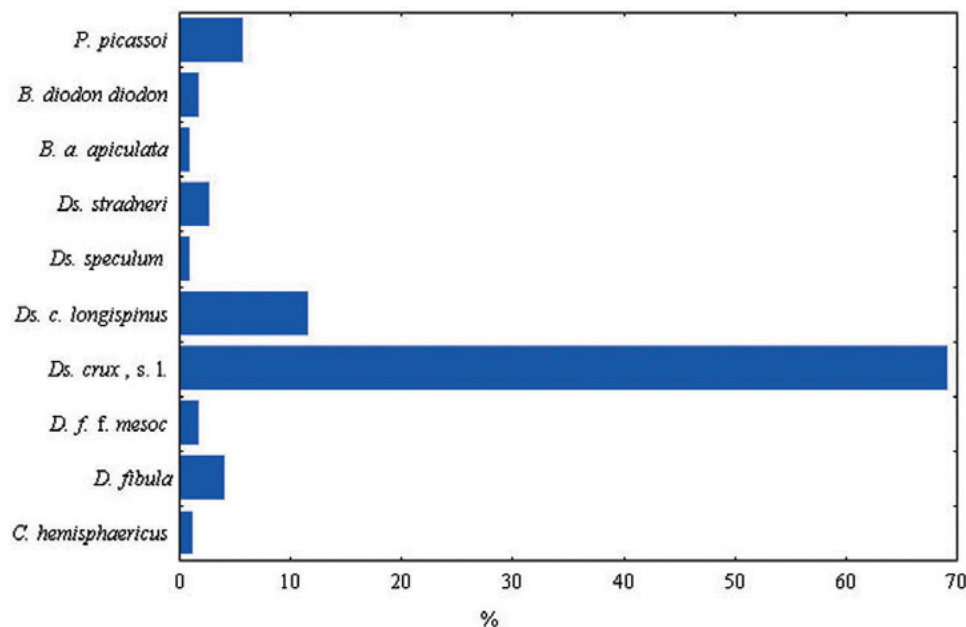
## SILIKOFLAGELATNA STRATIGRAFIJA

Silikoflagelati kot izključno planktonski in morski organizmi so v Centralni Paratetidi zaradi spremenljivih ekoloških razmer, pogojenih z intenzivno tektoniko in evstatičnimi spremembami, redki in zato manj primerni za širšo stratigrafijo. Na področju celotne Centralne Paratetide, se pojavljajo zgolj v sekvencah, ki ustrezajo evstatičnim maksimumom (Bachmann et al., 1963; Hajós, 1968; Bachmann, 1971; Dumitrică, 1978a). V preiskanih profilih so, razen v vzorcu iz Šentjerneja in deloma vzorca Šm-5 v profilu Šmarjeta, silikoflagelati v vseh preostalih vzorcih redki in tudi njihova diverziteteta je majhna, saj v vzorcih najdemo običajno le eno ali dve vrsti (tabela 1). Tudi število osebkov je majhno, tako da je bilo relativno pogostost vrst mogoče izračunati le v vzorcu iz Šentjerneja (slika 39).

V vzorcu prevladuje vrsta *Distephanus crux*, s. l. (69,2 %), vse ostale vrste pa so sorazmerno redke, saj vrednost treh odstotkov presežeta le še podvrsta *Ds. crux longispinus* (11,6 %) in vrsta *Paracannopilus picassoi* (5,8 %). Tudi v vseh ostalih vzorcih je vrsta *D. crux* najštevilčnejša. Podobne združbe z nekoliko večjo diverziteteto so našli tudi v Avstriji (Bachmann et al., 1963) in na Madžarskem (Hajós, 1968). V badenijskih laporovcih iz okolice Frättingsdorfa v Avstriji je najštevilčnejša vrsta *Distephanus crux*, s. l. (44 %), pogoste so še vrste *Paracannopilus picassoi* (8,1 %)

*Cannopilus hemisphaericus* (6,9 %) in vrste rodu *Dictyocha* (14 %) (Bachmann et al., 1963).

Standardna silikoflagelatna bioconacija (Martini, 1971, 1972) zgornji del spodnjega miocena in srednji miocen uvršča v enotno biocono *Corbisema triacantha* (tabela 13). Perch - Nielsenova (1985) Martinijevo biocono *Corbisema triacantha* razdeli v dve podconi: spodnjo podcono *Cannopilus schulzii* in zgornjo podcono *Distephanus stauracanthus* (tabela 13). Dumitrică (1978a, b) na področju Centralne Paratetide loči dve silikoflagelatni združbi. Spodnjo imenuje »združba *Paracannopilus picassoi*« in jo uvršča v spodnji badenij. Zgornjo imenuje »združba *Distephanopsis stauracanthus*« in je značilna za zgornji badenij (tabela 12). Stratigrafsko ločuje dva horizonta na osnovi radiolarijskih plasti, na katere so vezani tudi pojavi silikoflagelatov. Radiolarijske glinene laporovce iz okolice Frättingsdorfa v Avstriji, ki vsebujejo silikoflagelatno združbo *Paracannopilus picassoi*, uvršča v sredino spodnjega dela radiolarijske biocone *Dorcadospyrus alata*. Radiolarijske skrilarce v južnih in vzhodnih Karpatih (Romunija, Poljska in Ukrajina), ki vsebujejo silikoflagelatno združbo *Distephanopsis stauracanthus*, pa uvršča v sredino zgornjega dela radiolarijske biocone *Dorcadospyrus alata*, ki je datirana na 15,98–11,95 milijona let (Sanfilippo & Nigrini, 1998). Radiolarijska biocona *Dorcadospyrus alata* je definirana zelo široko, saj zajema skoraj celoten srednji miocen. Perch - Nielsenova (1985) postavlja FOD vrste *Distephanus stauracanthus* na mejo nanoplanktonskih



Slika 39. Relativna pogostnost silikoflagelatov v profilu entjerneja.  
Figure 39. Relative abundance of silicoflagellate species in the section entjerneja.

biocon NN5/NN6 (13,6 milijona let), kar ustreza meji badenij/sarmatij. Torej je očitno »združba *Distephanopsis stauracanthus*«, ki jo Dumitrică (1978a) uvršča v zgornji badenij, mlajša.

Združbo iz profilov Šmarjeta in Šentjernej lahko primerjamo z Dumitricovo združbo *Paracannopilus picasso*, vendar je zaradi vzporedne diatomejske datacije, ki določa zgornji badenij, nikakor ne moremo uvrstiti v spodnji badenij. Tudi Dumitrică (ustno) je pri ogledu mojega materiala menil, da gre za zgornji badenij.

Hajóseva (1987) kot badenijsko biocono predlaga biocono *Distephanus crux* f. *longispina*, ki časovno ustreza njeni diatomejski bioconi *Actinocyclus ingens* (tabela 12). Ker podvrsto *Ds. crux longispinaus* najdemo tudi v sarmatijskih sedimentih, menim, da je ustreznejše poimenovati zgronjebadenijsko silikoflagelatno biocono *Paracannopilus picasso* (tabela 12), saj vrste *Paracannopilus picasso* na področju Centralne Paratetide ne najdemo v mlajših plasteh. Nejasna pa ostaja spodnja meja tako postavljene biocone, saj za vrsto *Paracannopilus picasso* nista poznana ne FOD ne LOD (tabela 16).

Tabela 16. Stratigrafska razširjenost silikoflagelatnih vrst določenih v preiskanih vzorcih iz profilov Šentjernej, Šmarjeta, Bela Cerkev in Tunjice.

Table 16. Stratigraphic range of silicoflagellates from sections Šentjernej, Šmarjeta, Bela Cerkev and Tunjice.

Age		Biozone (Perch-Nielsen 1985)	Species															
			<i>Cannopilus hemisphaericus</i>	<i>Dictyochoa fibula</i>	<i>Dictyochoa fibula</i> f. <i>mesocenoidea</i>	<i>Dictyochoa aspera</i>	<i>Distephanus crux</i> , s. l.	<i>Distephanus crux longispinus</i>	<i>Distephanus concavus</i>	<i>Distephanus schauinslandii</i>	<i>Distephanus speculum</i>	<i>Distephanus strachneri</i>	<i>Bachmannocena apiculata apiculata</i>	<i>Bachmannocena diodon diodon</i>	<i>Paracannopilus picasso</i>			
M I O C E N E	PLIOCENE																	
		UPPER	<i>Dictyochoa fibula</i>															
	MIDDLE		<i>Dictyochoa brevispina</i>															
			<i>Corbisema triacantha</i>															
			<i>Naviculopsis ponticula</i>															
	LOWER		<i>Naviculopsis quadrata</i>															
			<i>Naviculopsis lata</i>															

Za spodnji sarmatij Centralne Paratetide so na Hrvaškem, v Bosni in Hercegovini (Jerkoviæ, 1965, 1969) in na Madžarskem (Hajós, 1978, 1986) značilne endemične oblike silikoflagelatov, ki pripadajo rodu *Deflandryocha*, za katerega je značilna redukcija in poenostavitev v zgradbi apikalnega dela skeleta. V preiskanih sarmatjskih vzorcih teh oblik nisem našel. Tako drastično geometrijsko poenostavljanje skeletov protistov, ki so izredno občutljivi na spremembe v okolju, razlagajo z ekološkim stresom (Guex, 1993). Domnevam, da je bil za spodnjesarmatjske silikoflagelate največji ekološki stres reducirana slanost, saj so silikoflagelati izredno občutljivi na slanost in ne tolerirajo slanosti nižje od 20 ‰ (Tappan, 1980). Ena izmed možnih razlag je, da se slanost v času in prostoru, ki sem ga preiskoval, še ni znižala tako drastično, da bi zahtevala evlucijske spremembe.

Raztapljanje je manj verjetna razlaga, saj so skeleti rodu *Deflandryocha* veliko bolj robustni in debelejši kot skeleti rodu *Distephanus*, ki so v preiskanih vzorcih ohranjeni. Vrste rodu *Distephanus* (*Ds. crux*, s. l., *Ds. schauinslandii*), ki jih najdemo v spodnjesarmatjskih vzorcih, živijo še danes v oceanih z normalno slanostjo.

Vrste rodu *Deflandryocha* so značilne in lahko razpoznavne in so prav gotovo za področje Centralne Paratetide dobri spodnjesarmatjski vodilni fosili. A ker jih v slovenskih najdiščih nisem našel, predlagam za področje Slovenije kot indeksno spodnjesarmatjsko silikoflagelatno vrsto *Distephanus schauinslandii*. Ta se po literarnih virih v Centralni Paratetidi ne pojavi pred sarmatjem in nastopa v večini poznanih spodnjesarmatjskih nahajališčih (Jerkoviæ, 1965, 1969; Bachmann, 1971). Tudi oblike, ki jih navajata Hajóseva (1978, tab. 13, sl. 1–4) in Hajós & Řeháková (1974, tab. 1, sl. 8, 9) kot vrsto *Ds. crux*, pripadajo vrsti *Ds. schauinslandii*. Žal pa iz dostopne literature ne morem ugotoviti FOD vrste.

Za testiranje povezanosti evstatičnih dogodkov in sprememb diatomejskih združb sem izbral foraminifere, ki so dobri paleobatimetrični pokazatelji, hkrati pa je njihova miocenska stratigrafija znotraj Centralne Paratetide dobro definirana.

Grillova (1941) ekostratigrafska foraminiferna bioconacija, ki je za badenijsko mikrobiostratigrafijo najpogosteje v rabi (Nagyvarosy & Müller, 1988), razdeli badenij v tri biocone. Spodnjebadenijski cikel TB 2.3 (Haq et al., 1987a, b) lahko na področju Centralne Paratetide koreliramo s foraminiferno biocono *Praeorbulina-Orbulina* (Lagenidna cona), katere FAD je 16,1–15,1 milijona let (Berggren et al., 1995). Srednje- in zgornjebadenijsko foraminiferno biocono *Spiroplectammina carinata* in *Bulimina - Bolivina* lahko koreliramo s ciklom TB 2.4 (Haq et al., 1987a, b). Ekostratigrafija in paleobatimetrija (100–200 m) obeh biocon odraža stabilne paleoekološke razmere v celotni Centralni Paratetidi brez vmesnih nezveznosti med obema bioconama (Kováč et al., 1999), zato menim, da je obe bioconi smiselno povezati z istim ciklom. Proti koncu badenija biocona *Bulimina - Bolivina* postopoma prehaja v biocono *Ammonia beccarii*. Združba biocone *Ammonia beccarii* živi v globinah pod 20 metrov in ima hiposalin značaj (Kováč et al., 1999) ter jo lahko povežemo z regresijo ob koncu zgornjebadenijskega cikla TB 2.4, oziroma LSW cikla TB 2.5. Spodnjesarmatjska biocona velikih elfidijev (biocona *Elphidium reginum*) ponovno kaže na večje globine (50 m). Interpretacija poglobljanja sarmatjskih sedimentacijskih bazenov ni več popolnoma enoznačna. Večjo globino sedimentacijskega prostora bi, z ozirom na brakični ekotip združbe elfidijev, težko povezali z novim transgresijskim ciklom. Verjetnejša je razlaga, da je bilo pogrezanje sedimentacijskega bazena tektonsko pogojeno.

V Centralni Paratetidi se uporabljata dve delitvi badenija. Nekateri delijo badenij na spodnji, srednji in zgornji, drugi samo na spodnji in zgornji. Ker tako sekvenčna stratigrafija kot paleoekološke spremembe v sestavi mikropaleontoloških združb govorijo v prid dvojnega značaja badenija, menim, da je bolj smiselna delitev badenija zgolj na spodnji in zgornji.

## STRATIGRAFSKA KORELACIJA RAZISKANIH PROFILOV

Raziskane profile diatomejskih sedimentnih kamnin, predstavljene v tem delu, lahko na osnovi združb diatomej in silikoflagelatov uvrstimo v zgornji badenij in spodnji sarmatij.

Profil Šentjernej lahko na osnovi diatomejske združbe (tabeli 1, 14): *Actinocyclus ingens*, *A. tsugaruensis*, *Chasea tortonica*, *Coscinodiscus vetustissimus*, *Denticulopsis hustedti*, *D. lauta*, *Dimerogramma tortonica*, *Liradiscus plicatulus*, *Rhaphoneis gratiosa* in *Stephanopyxis multispinosa* uvrstim v zgornjebadenijsko biocono *Denticulopsis hustedti*–*Denticulopsis lauta*. V zgornji badenij oziroma silikoflagelatno biocono *Paracannopilus picasso* lahko profil Šentjernej uvrstimo tudi na podlagi silikoflagelatov (tabela 12).

Združbo lahko primerjamo s tisto iz nahajališč na Madžarskem (Mecsek, severna Madžarska; Hajós, 1986), Avstrije (okolica Frattingsdorfa v Dunajski kotlini) in Slovaške (Řeháková, 1978).

Iz nahajališča Šentjernej je opisana tudi bogata makrofavna, ki jo je Mikuž (1982) uvrstil v združbo *Protoma*–*Turritella*. Na osnovi foraminifere *Virgulinea sp.*, najdene v istih plasteh, omenjeno gastropodno združbo iz Vajndola prav tako uvršča v zgornji badenij.

Zaradi maloštevilnih diatomej v vzorcih je manj jasna biostratigrafska opredelitev profila Šmarjeta. Izmed indeksnih diatomejskih vrst najdemo v profilu Šmarjeta le vrsti *Actinocyclus ingens* in *Dimerogramma tortonica* (tabeli 1, 14). Kljub temu menim, da lahko tudi profil Šmarjeta uvrstim v zgornji badenij (tabela 12), saj je stratigrafska razširjenost vrste *Dimerogramma tortonica* omejena le na zgornji badenij (tabela 14; Hajós, 1986). Na zgornjebadenijsko starost kaže, kljub majhni diverziteti, tudi silikoflagelatna združba, saj najdemo v vzorcu Šm–5 vrsto *Paracannopilus picasso* (tabela 1). Tudi podobna sestava makrofavne kot v profilu Šentjernej (*Protoma* >> *Turritella* in *Pereiraea gervaisi*) kaže na isto starost kamnin v obeh profilih.

V vzorcih iz profila pri Šmarjeti je Pavšič (ustno) določil nanoplanktonske vrste: *Braarudosphaera bigelowii*, *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Cyclicargolithus floridianus*, *Helicosphaera carteri*, *H. obliqua*, *H. recta* in *Pontosphaera multipora*. Po-

dobno združbo omenjajo Bachmann in sodelavci (1963), Lehotayova in Molčikova (1978) ter Pavšič in Mihajloviæ (1981). Stratigrafsko omenjeno združbo uvrščajo v nanoplanktonski coni NN5–NN6, kar se ujema z diatomejami in silikoflagelati.

Vse ostale profile (Tunjice, Bela Cerkev 1 in Bela Cerkev 2) in vrtino Si–1 lahko na osnovi diatomejske združbe in včasih tudi na osnovi silikoflagelatov (tabela 1) uvrstim v spodnesarmatijsko biocono *Anaulus simplex* (tabela 12). Vsi vzorci iz vseh omenjenih profilov namreč vsebujejo tipično spodnesarmatijsko mikrofloro, ki jo istočasno najdemo na prostoru celotne Centralne Paratetide. Vsak vzorec vsebuje najmanj eno izmed spodnesarmatijskih indeksnih vrst: *Achnanthes baldjikianii*, *Anaulus simplex*, *Coscinodiscus doljensis* in/ali *Nitzschia doljensis* (tabeli 1, 15). Tudi za vzorce, ki vsebujejo silikoflagelate, je značilna vrsta *Distephanus schauinslandii*.

Sarmatijsko združbo diatomej lahko primerjamo s tistimi iz Hrvaške (Jurilj, 1957), Madžarske (Hajos, 1978, 1986), Češke, Slovaške (Řeháková, 1977; Hajós & Řeháková, 1974) in Bolgarije (Temniskova - Topalova, 1979, 1982; Temniskova & Valeva, 1979).

V plasteh v okolici Bele Cerkve je spodnesarmatijsko starost plasti s foraminiferami dokazal tudi Pierau (1958). Iz priložene geološke karte lahko sklepam, da je raziskoval isti pas sedimentnih kamnin. Njegove rezultate lahko litološko in biostratigrafsko primerjam s spodnjim, karbonatnim delom profila Bela Cerkev 1 (slika 2).

Pavšič (1986) je v vzorcih iz vrtine Si–1/86 določil apnenčev nanoplankton, značilen za zgornji del spodnjega miocena, ki je očitno bil v bazen presedimentiran.

Plast peščenega melja v profilu Bela Cerkev 2, ki leži pod diatomejskimi sedimenti (slika 3), vsebuje številne polže in školjke. Predvsem po primerkih vrst in podvrst *Cardium vindobonense* *vindobonense*, *Gibbula hoernesii* in številnih hišicah različnih rizo in ervilij z malimi lupinami lahko te plasti uvrstimo v rizojsko-erviljski horizont spodnjega sarmatija (Mikuž, ustno).

# Paleoekologija

## ZGORNJI BADENJ

V badenijskih vzorcih prevladujejo trajne spore (24 %) in predstavniki rodu *Thalassionema* (tabela 3.5) z vrsto *T. nitzschoides* (27 %). Vrsta *T. nitzschoides* je kozmopolitska, planktonska, izrazito evritermna vrsta, saj jo najdemo v vodah od 3,6 do 30 °C (Tappan, 1980). Vrsto običajno povezujejo s procesi obalnega »upwellinga«, to je z dotokom s hrano bogatih, hladnejših spodnjih plasti vode. Običajno se pojavlja v stran od centrov »upwellinga« (Sancetta, 1982; Mikkelsen, 1984; Barron, 1986; Bárcena & Abrantes, 1998; Bárcena et al., 2001). Burckle (1984) povezuje vrsto *T. nitzschoides* s conami največjega transporta hladnih vod z visoko vsebnostjo hranil. Prav tako je z območji visoke sezonske primarne produkcije in procesi obalnega »upwellinga« povezana v sedimentih tudi razporeditev spor diatomej (resting spores) (Maynard, 1976; Schuette & Schrader, 1981; Abrantes, 1991; Crosta et al., 1997; Sancetta, 1999; Nave et al., 2001; Booth et al., 2002). V centrih »upwellinga« prevladujejo vrste *Chaetoceros* spp. in *T. nitzschoides* (De Vries & Schrader, 1981; Romero & Hebbeln, 2003). Zmanjšanje količine trajnih spor in vrste *T. nitzschoides* v združbi kaže na nižjo produktivnost in manjšo količino hranil (Abrantes, 1991).

Razen trajnih spor in vrste *T. nitzschoides* največji delež v badenijski združbi pripada stenohalnim rodovom *Coscinodiscus*, *Triceratium*, *Actinoptychus* in *Actinocyclus* (tabela 5). Predstavniki rodu *Coscinodiscus* so tipični morski prebivalci, ki ne tolerirajo znižane slanosti in živijo večino časa v pelagialu kot plankton. Predstavniki rodu *Triceratium* so morski organizmi, ki živijo v litoralu in

pogosto tvorijo trakaste kolonije, ki lahko živijo prit-rjeno ali kot plankton. Prav tako je tipičen morski rod *Actinoptychus*, ki poseljuje običajno prostore blizu obal, neredko pa lahko živi tudi kot plankton. Tudi predstavniki rodu *Actinocyclus* so izključno morski organizmi, ki živijo kot plankton v pelagialu ali v bližni obal. Večina omenjene flore je značilna za tropska in subtropska morja: *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus nodulifer*, *C. perforatus*, *C. curvatulus*, *C. marginatus*, *C. lineatus*, *C. nitidus*, *Stephanopyxis turris* (Barron, 1973; Koizumi, 1986; Hajos, 1972; De Séve, 1999). Izjema je vrsta *C. oculus-iridis*, ki je značilna za hladno vodo (De Séve, 1999). Vrste *Thalassiosira eccentrica*, *Raphoneis nitida* in *Actinocyclus senarius* pa kažejo na zmerno toplo vodo (Hajós, 1972; Sancetta, 1978). Kljub planktonskemu načinu življenja pa so recentni predstavniki teh rodov vezani na bližino obale in so najpogosteje na litoralu.

Razen omenjenih rodov preseže delež 2 % še vrsta *Paralia sulcata*. To je kozmopolitska vrsta, ki najpogosteje nastopa v plitvi vodi, ki je obogatena s hranljivimi snovmi in je indikator visoke litoralne bioprodukcije (Andrews, 1987; Abrantes, 1988; Bárcena et al., 2001). *Paralia sulcata* je označena kot bentoška vrsta (Round et al., 1990), vendar so novejša raziskava pokazale, da prav tako predstavlja pomembno komponento fitoplanktona (Hobson & Mcquoid, 1997). Kot fitoplankton jo najdemo v vseh globinah med 0 in 175 m (Zong, 1997). *P. sulcata* najbolje uspeva pri nizki jakosti svetlobe, pri povišani količini nutrientov in temperaturi najmanj 7 °C (Conver, 1956 cf. Zong, 1997) ter pri optimalni slanosti 28 ‰ (Hajós, 1986). Količina valv vrste *P. sulcata* v sedimentih upade z znižanjem morske gladine, saj se na ta račun zmanjša prostor litorala

in s tem optimalni pogoji za naselitev vrste. Nasprotno pa povečanje relativnega deleža vrste *P. sulcata* sovпада s poplavljanjem takšnih območij (McQuoid & Hobson, 1998).

Druga skupina badenijskih diatomej, ki je podrejena prvi, pripada bentosu. Njen delež ne presega 10 % (slika 3.12). To so predstavniki rodov: *Rhaphoneis*, *Denticulopsis*, *Dimerogramma*, *Grammatophora*, *Delphineis* in *Navicula*. Recentni predstavniki teh rodov, predvsem *Rhaphoneis*, *Dimerogramma* in *Grammatophora*, so pogosti v litoralno današnjih, nekoliko toplejših morij (Hustedt, 1959). Predstavniki rodu *Delphineis* so uspevali v plitvem morju (Andrews, 1977), so pa tudi indikatorji obalnega dvigovanja hladnih, s hranilnimi snovmi bogatih vod (Schuette & Schrader, 1981; Andrews, 1987). Bentoške litoralne vrste so zaradi procesov fotosinteze vezane na plitva litoralna območja, pod 100 metrov pa je njihov delež zelo majhen (Abbott & Andrews, 1979).

Posebno skupino predstavljata vrsti *Denticulopsis lauta* in *D. hustedti*, ki naj bi živeli v planktonu hladnih voda (Schrader, 1973b; Barron, 1973, 1982; Koizumi, 1986). Delež obeh vrst v naših vodah ne presega 2 %. Vrsti *D. lauta* in *D. hustedti* naj bi prišli v srednje in majhne geografske širine v srednjem miocenu, kar naj bi sovpadalo z obsežno ohladitvijo v srednjem miocenu (Baldauf & Barron, 1982; Barron & Keller, 1983; Barron, 1986; Barron & Baldauf, 1989; Flower & Kennett, 1994). Spremembe v klimi, povezane z naraščanjem vzhodnoantarktičnega ledenega pokrova pred približno 14 milijoni let, so na osnovi stabilnih izotopov v biogenih karbonatih dokumentirane tudi v Centralni Paratetidi (Bojar et al., 2004).

V badenijskih vzorcih ne najdemo oligohalobnih in halofobnih vrst diatomej. Prav tako je nizek delež mezohalobov (slika 18), kar kaže na prave morske razmere v sedimentacijskem bazenu z normalno slanostjo in omejenim dotokom s kopnega.

Da gre za izključno morsko okolje, kaže tudi prisotnost in diverziteteta silikoflagelatov (slika 39) in ebridijev, ki ne prenesejo slanosti manjše od 20 ‰ (Tappan, 1980). Ebridiji so vezani na s hranili bogate hladne vode (Lipps, 1979). Vrsta *Dictyocha fibula* živi v toplih vodah, najraje pri temperaturi višji od 20 °C. V velikih količinah nastopajo danes predstavniki te vrste v ekvatorialni coni v globini 15 do 60 metrov, izključno v morjih s slanostjo

med 30–40 ‰. *Distephanus crux* in *D. speculum* sta pogosti v miocenskih subtropskih sedimentih (Hajós, 1986).

Na morsko okolje in povezavo s pelagialom kaže tudi kalcitni nanoplankton. Najpogostejša nanoplanktonska vrsta v naših vzorcih *Coccolithus pelagicus* naj bi predstavljala element hladnih voda (Sachs & Skinner, 1973; Sancetta, 1978). Znižanje njene količine v združbi naj bi sovpadalo s povišanjem temperature. Prav tako kot trajne spore in vrsta *Thalassionema nitzschioides* je tudi nanoplanktonska vrsta *C. pelagicus* pogosta v sistemu »upwellinga«, v območjih, kjer je površinska voda v glavnem subtropskega izvora. Vrsta *C. pelagicus* zavzema določeno ekološko nišo med obalnimi turbulentnimi dvigajočimi se masami, kjer prevladujejo diatomeje, in od obale oddaljenimi, stratificiranimi in bolj slanimi vodami, kjer prevladujejo druge vrste nanoplanktona (Cachão & Moita, 2000).

Tudi nekatere foraminiferne združbe kažejo povečano bioprodukcijo oziroma visoko količino organskega ogljika v sedimentih. Populacijski vzorci razširjenosti recentnih uvigerin so pozitivno korelirani z vsebnostjo organske snovi v sedimentu (Van der Zwaan et al., 1986). Uvigerine najraje poseljujejo drobnozrnate, muljaste sedimente. Ker je organski ogljik negativno koreliran z velikostjo sedimentnih zrn, so poselitveni vzorci uvigerin odvisni zgolj od količine organske snovi v sedimentu. Prav vrste iz skupine *U. bononiensis* so najboljše adaptirane na količino organske snovi (Van der Zwaan et al., 1986). Raziskave v mediteranskem prostoru prav tako potrjujejo povedano. V miocenu so uvigerine vezane predvsem na laminirane sedimente, bogate z organsko snovjo (Borsetti et al., 1986). Pierau (1958) omenja iz srednjega dela badenijskih (tortonijskih) plasti na severnem delu Krškega polja podvrsto *U. bononiensis compressa*. Vrsta *U. bononiensis* živi na šelfu v globinah 40–150 m, pri temperaturi 14–18 °C in dokaj nizki vsebnosti kisika (2–5 ml/l) (Lutze, 1986).

Vzhodno od Krškega polja uvigerin iz skupine *U. bononiensis* ne najdemo več. Med Bočem in Rudnico (Rijavec, 1965) in v Slovenskih goricah (Rijavec, 1976, 1978) najdemo samo še uvigerine iz skupine *U. peregrina* in *U. semiornata*. Vrste iz skupine *U. peregrina* živijo v globlji vodi. Živijo globlje od 150 m (Lutze, 1986) in predstavljajo dominanten delež foraminiferne biocenoz vse do

globine 3000 m in iz združb v celoti izginejo šele pod 4000 m (Van Leeuwen, 1986). Tudi vrste iz skupine *U. peregrina* so značilne za produktivna območja, oziroma za čas s povečano bioprodukcijo in območja z relativno nizko vsebnostjo kisika (Van Leeuwen, 1986; Van der Zwaan et al., 1986).

Podobne paleoekološke parametre nakazujejo tudi geokemične preiskave badenijskih sedimentnih kamnin ter izotopska sestava kisika in ogljika lupin mehkužcev iz Šentjerneja. Vrednosti  $\delta^{18}\text{O}$  so zelo visoke (+31,5 ‰), kar je značilno za morsko vodo brez kakršnega koli vpliva sladke vode. Z ozirom na visoko vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  (+0,5 do -3,0 ‰) lahko sklepamo, da v sedimentacijski bazen ni bilo dotoka terigenega materiala (Herlec, 1989). Na nizko stopnjo dotoka terigenega materiala kaže tudi razmerje  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  in vsebnost železa (sliki 12, 13).

Kljub nizki vsebnosti opalne kremenice (slika 14) tudi geokemične in mineraloške značilnosti badenijskih vzorcev kažejo na povišano bioprodukcijo. Kot mero večje produkcije lahko uporabimo tudi biogeni karbonat, ki je vezan v skeletih heterotrofnih organizmov. Povečana produkcija primarnih producentov proizvaja večjo količino hrane, ki se kopiči v sedimentu in je na voljo heterotrofom. Turitelide, ki so v istih plasteh pogoste in številčne, se hranijo z detritusom, ki ga zbirajo iz sedimenta s pomočjo vodnega toka (Péres & Gamulin - Brida, 1973). Ob tem se poveča tudi njihovo število, saj je velikost in številčnost mehkužcev pozitivno korelirana s količino nutrientov in primarno produkcijo (Vermeij, 1978; Allmon, 2001). Prav tako imajo mehkužci večjo organsko maso, kar lahko poveča delež organskega ogljika, katerega vsebnost tako sledi količini karbonata v sedimentu (slika 14). V sedimentih, ki vsebujejo karbonat, biogeni opal direktno preide v kremen (Greenwood, 1973; Kastner et al., 1977) in se iz sedimenta izgublja. Zaradi tega ni nujno, da nizka količina opala-A v sedimentih odraža tudi nizko bioprodukcijo.

Na osnovi povedanega lahko zaključimo, da so se zgornjebadenijski sedimenti Krškega polja odlagali v morskem litoralu, v topli do zmerno topli vodi, kjer globina vode ni preseгла 100 metrov, s slanostjo nad 30 ‰ in občasnimi dotoki hladne, s hranilnimi snovmi bogatejše vode, ki je povzročila visoko primarno produkcijo. Morsko okolje lahko povežemo z globalno transgresijo oziroma zgornjebadenijskim evstatičnim maksimumom

(HS TB2.4). Dotoke s hranili bogate hladne vode lahko povežemo s srednjemiocensko cirkulacijo in izmenjavo toplih Tetidinih vodnih mas s hladnimi Pacifiškimi (Flower & Kennett, 1994) ter topografijo Betiške ožine, ki je ob mešanju toplih proto-Mediterranskih in hladnih Atlantskih vodnih mas (slika 40) povzročila intezivne procese »upwellinga« (Bustillo & López García, 1996).

## SPODNJI SARMATIJ

Spodnjearmatijske diatomejske združbe kažejo večjo ekološko spremenljivost kot zgornjebadenijske, saj so paleoekološke razmere v preiskanih profilih nekoliko različne.

Za spodnji del profila Bela Cerkev 1 je značilen pojav polihalobnih planktonskih pelagialnih rodov *Paralia*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* in *Actinocyclus* (tabela 5, slika 21), medtem ko je delež mezo- in oligohalobnih epilitskih ter epifitskih rodov nižji kot v zgornjem delu profila (slika 20). Ob dejstvih, da povečanje relativnega deleža vrste *P. sulcata* sovpada s poplavljanjem litoralnih območij (McQuoid & Hobson, 1998) ter da je relativna pogostost valv pozitivno korelirana s procesi, ki prinašajo s hranili bogato podpovršinsko vodo v fotično cono (Schradler et al., 1993; Stabell, 1983, 1986), lahko množični pojav vrste *P. sulcata* v spodnjem delu profila povežemo s spodnjearmatijsko transgresijo (Rögl, 1998; Steininger & Wessely, 2000; Ivanov et al., 2002).

Premer valv vrste *Paralia sulcata* v profilu Bela Cerkev 1 kaže statistično značilno zmanjšanje premera valv in pogostnosti valv (slika 23; tabeli 6, 7). Sezonske spremembe v okolju nimajo nobenega signifikantnega vpliva na velikost valv, medtem ko časovno daljše spremembe okolja povzročijo znižanje povprečnega polmera valv (McQuoid & Hobson, 1998). Ker je hkrati premer valv pozitivno koreliran z visoko slanostjo in primarno produkcijo (Roelofs, 1984), sklepam, da sta se slanost in bioprodukcija v sedimentacijskem bazenu s časom zmanjševali, saj v zgornjem delu profila vrsta nastopa le še sporadično (tabela 5). Spodnja meja slanosti za optimalno rast vrste *P. sulcata* naj bi bila 10 ‰, ko jo zamenjajo sladkovodne oblike (Zong, 1997). Vendar te spremembe ne morem povezati s tako drastičnim zniževanjem slanosti,

ampak s poplitvitvijo sedimentacijskega bazena, saj delež valv vrste *P. sulcata* v sedimentih prav tako upade z znižanjem morske gladine. To nam dokazuje tudi pogostnost rodov *Amphora*, *Navicula*, *Diploneis*, *Cocconeis*, *Grammatophora* in *Mastogloia*, katerih delež se v zgornjem delu profila poveča (tabela 5). Kljub široki toleranci slanosti teh rodov je večina vrst, ki nastopajo v preiskanih vzorcih, polihalobna do mezohalobna. Omenjene vrste živijo kot epiliti ali epifiti na litoralni oziroma v bližini obal. Rod *Cocconeis* poseljuje tako morske kot sladkovodne biotope, kjer je pritrjen na rastline in kamnito podlago. V bentosu postaneta rodova *Coconeis* in *Trachyneis* dominantna na globini 25–30 m (Whitehead & McMinn, 1997). Pri nas najpogostejša vrsta *C. scutellum* je morska epifitska oblika, ki živi na litoralni blizu obal do globine 30 m. Najpogostejša vrsta rodu *Achnanthes* *A. brevipes* je morsko-brakična (mezohalobna) evtrofična epifitska vrsta, značilna za zmerno toplo vodo (Vos & de Wolf, 1993), kjer množično uspeva na območjih, kjer v medplimskih ciklih živi subaerično (McIntire & Moore, 1977). Najdemo jo tudi v hladnejših predelih, kjer je pogosta v globinah 10–18 m (Whitehead & McMinn, 1997). *Diploneis* je v glavnem morski rod, ki živi na muljastem dnu. Nekatere vrste, ki nastopajo v preiskanih vzorcih (tabela 1), so značilne za evtrofična okolja (*D. elliptica*, *D. interrupta*, *D. dydima*). Rod *Navicula* je prav tako evrihalin, vendar so vse oblike, ki nastopajo v naših vzorcih, morske in živijo v glavnem kot epiliti na litoralni in ob obalah v zmerno toplih vodah (Hustedt, 1966; de Wolf, 1982; Vos & de Wolf, 1993). Rod *Grammatophora* je kozmopolitski morski rod diatomej, ki običajno tvori kolonije in poseljuje litoralna območja, kjer živi najpogosteje kot epifit (Round et al., 1990). *Mastogloia* je epifitski in epilitski rod, ki je v osnovi morski, vendar se njegov habitat širi tudi v brakično in sladko vodo (Round et al., 1990).

Da je sprememba v sestavi flore povezana tudi z določeno redukcijo slanosti v sedimentacijskem bazenu, kaže odsotnost silikoflagelatov in ebridijev v zgornjem delu profila (tabela 1) in naraščanje deleža epifitske brakične vrste *Rhopalodia gibberula* (tabela 5, slika 19), ki uspeva v vodi z najnižjo slanostjo. Tudi številne endemične vrste omenjenih rodov, katerih geografska razširjenost je omejena zgolj na Centralno Paratetido, kažejo redukcijo v

slanosti na širšem geografskem območju.

Delež halofobnih vrst je skozi celoten profil majhen. V zgornjem delu profila je velik delež rodu *Pinnularia*. Rod *Pinnularia* ima širok halobijski spekter, vendar je številčnejši v sladkih in sladko-brakičnih vodah kot v morju, kar kaže na večji terigeni dotok v zgornjem delu profila (Round et al., 1990). Razmerje  $TiO_2/Al_2O_3$  je skozi celoten profil nizko, a prav tako kaže na večji transport s kopnega v zgornjem delu profila. To je lahko posledica poplitvenja bazena oziroma bližine obale. Geokemični parametri paleoprodukcije (opal-A, Corg) kažejo, da je bila primarna produkcija skozi celoten profil enakomerna (slike 14–16).

V zgornjem delu profila se pojavljajo laminirani paketi kamnin. Laminacija v sedimentih je običajno posledica zmanjšane količine raztopljenega kisika in zaradi tega odsotnosti bioturbacijske favne, medtem ko nelaminirani sedimenti predstavljajo izključno intervale z zadostno količino raztopljenega kisika, kar omogoča naselitev infavne in s tem intenzivno bioturbacijo. Na značaj morskih sedimentov vplivajo spremenljive sezonske ekološke razmere, vendar se zaradi intenzivne bioturbacije v oksičnih razmerah sledovi sezonskosti redko ohranijo. Razporeditve nekaterih prvin v laminiranih sedimentih v profilu Bela Cerkev 1 (tab. 3, sl. 4–6) odražajo sezonsko pogojeno laminiranost. Večja koncentracija paleoprodukcijskih elementov, kot sta Si in C, v posameznih laminah (tab. 3, sl. 5, 6) kaže na sezonsko laminacijo pogojeno s povišano paleobioprodukcijo. Za fosilizacijo tako pogojene laminacije pa anoksične razmere v sedimentacijskem bazenu niso edini možni razlog. Kadar je bioprodukcija diatomej velika, lahko hitra sedimentacija diatomejskih frustul povzroči tanke diatomejske filme, ki onemogočajo naselitev infavne. Takšni filmi so lahko taksonomsko homogeni ali heterogeni, ustvarja jih lahko sedimentacija tako penatnih, kot velikih centričnih diatomej (Kemp & Baldauf, 1993; Grimm et al., 1996; Pike & Kemp, 1999; Smetacek, 2000). Menim, da je laminacija posledica visoke bioprodukcije, kar dokazuje orientiranost frustul diatomej vzporedno z laminami, ki po laminah gradijo tanke filme (tab. 1, sl. 2). Vsebnost aluminija kot terigene komponente je vzdolž lamin enakomerna (tab. 3, sl. 4), kar je verjetno posledica visoke vsebnosti glinenih mineralov, na katere je aluminij vezan.

Podobni trendi zmanjšanja premera in



številčnosti valv vrste *P. sulcata* so manj izrazito opazni tudi v profilu Bela Cerkev 2 (slika 28, tabele 5, 9). Ob vrsti *P. sulcata* je skozi celoten profil najpogostejši polihaloben rod *Dimerogramma*, ki živi na peščenem dnu v litoralalu. V profilu Bela Cerkev 2 je opazna tudi cikličnost, ki se odraža v vmesnem znižanju deleža planktona in povečanju bentosa (sliki 25, 27). Ta cikličnost se odraža tudi na vsebnosti geokemičnih parametrov (sliki 14, 16). Za razliko od profila Bela Cerkev 1 se delež bentosa poveča samo na račun rodov *Diploneis* in *Navicula*, medtem ko ostaja delež vrste *Rhopalodia gibberula* sorazmerno nizek. Sorazmerno nizek delež trajnih spor in visok delež rodu *Dimerogramma* kaže na bolj litoralno okolje, nižji delež vrste *R. gibberula* pa na morske razmere skozi celoten profil. To potrjuje tudi prisotnost silikoflagelatov skozi celoten profil in ebridijev v spodnjem delu profila (tabela 1).

Iz sarmatijskih plasti Krškega bazena omenjata Pleničar in Premru (1977) tudi malakofavno: *Cardium obsoletum*, *Ervilia podolica* in *Micromelania* sp. Ekološko lahko omenjeno združbo označimo kot brakično infavno (Rado, 1962), kar kaže podobno paleoekologijo kot diatomeje zgornjega dela profila Bela Cerkev 1, kjer so odtisi kardiidnih školjk pogosti.

Precej heterogeno sestavo kaže tudi sarmatijska ribja favna iz hrvaških sarmatijskih nahajališč, iz katerih je opisana tudi podobna diatomejska združba (Jurilj, 1957). Ihtiofavna je zastopana tako z morskimi kot brakičnimi rodovi, ki so običajno zelo tolerantni na slanost. V združbi najdemo rodove, ki živijo na dnu litoralnega pasu, kot tudi neritske in pelagične favnistične elemente (Anđelković, 1989).

Za spodnji del vrtine Si-1/86 je značilen visok delež sladkovodne vrste *Diatomella balfouriana* (tabela 5, slika 34). Vrsta *D. balfouriana* je pogosta v subaerskih habitatih, kot so močvirja in gorski potoki, kar kaže na povišan relief, večjo erozijo in zato večji dotok s kopnega. Podobne značilnosti kaže tudi bentos. V spodnjem delu vrtine je visok delež mezo- do oligohalobnih rodov (slika 34) *Mastogloia* in *Rhopalodia* (*R. gibberula*). Najvišji delež v vseh profilih doseže v tem delu vrtine rod *Mastogloia* (tabela 5). Ta je zastopan s številnimi vrstami, med katerimi je veliko endemičnih. Vrstna diverziteteta rodu *Mastogloia* je najbolj primerljiva z najdišči iz okolice Zagreba, kjer je bilo veliko endemičnih oblik tudi opisanih (Jurilj, 1957). Očitno je takšno

znižanje slanosti, ki je verjetno glavni ekološki parameter za povečan endemizem, značilno za celotni Krški bazen. Vzrok zanj je povišan dotok sladke vode s kopnega, kar dokazuje prav visok delež vrste *D. balfouriana*. Pogost je tudi rod *Pinnularia*, ki prav tako raje živi v sladkih kot brakičnih vodah. Da ne gre za postopni ekološki razvoj sedimentacijskega bazena, kaže vrhnji del vrtine, kjer vrsta *D. balfouriana* ne nastopa več, pojavijo pa se polihalobne trajne spore in ebridiji. Tudi struktura bentosa se v zgornjem delu vrtine spremeni. Drastično upade delež omenjenih mezo- in oligohalobnih rodov, poveča pa se delež polihalobnega rodu *Grammatophora* (tabela 5, slika 34). Edina razlaga za takšno menjavanje ekoloških razmer je lokalna tektonika, ki je narekovala dinamiko sedimentacijskega bazena in stopnjo erozije.

V profilu Tunjice prevladujejo polihalobne oblike skozi celoten profil. Delež mezo in oligohalobnih vrst je navzgor nekoliko višji (slika 29). Na morske razmere kaže tudi prisotnost ebridijev in silikoflagelatov (tabela 1). Halofobnih vrst je malo, kar kaže na nizek dotok s kopnega. Na majhen terigen dotok kažejo tudi rezultati geokemičnih analiz (slika 12). Delež planktona se spreminja v odvisnosti od količine trajnih spor (sliki 30, 32). Splošen trend je zniževanje deleža planktona in naraščanje deleža epilitskih in epifitskih oblik proti zgornjemu delu bazena, kar kaže na poplavitvenje bazena (sliki 30, 31). Količina trajnih spor in delež vrste *Paralia sulcata* se v profilu izmenjujeta (slika 32). Kadar se poveča delež ene, se zniža delež druge. Majhna količina trajnih spor rodu *Chaetoceros* v sedimentih nakazuje, da takšna območja ni preplavila voda obogatena s hranili (Barcena & Abranets, 1998). Temu trendu sledi tudi količina bentosa. V vzorcih, kjer je delež vrste *P. sulcata* visok, se zniža delež bentoških rodov *Cocconeis*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Dimerogramma* in *Navicula*. To je dokaj presenetljivo, saj bi visok delež trajnih spor, ki so pelagialne oblike, v sedimentih pričakovali takrat, ko je bila morska gladina višja in je omogočala povezavo s pelagialom. Vendar bi takrat moral biti delež bentosa najnižji. Takšno situacijo lahko razložimo z občasno tektonsko pogojeno izolacijo sedimentacijskega bazena. Relativna količina vrste *P. sulcata* je lahko povezana tudi z izolacijo sedimentacijskih bazenov, saj postane bolj konkurenčna kot druge morske in brakične vrste,

saj se lažje prilagodi na številne ekološke pogoje v takšnih bazenih (Zong, 1997).

Podobno nejasni so kemični paleoprodukcijski parametri. Presenetljivo sta vsebnosti opala-A in Corg najnižji v vzorcu, kjer je delež trajnih spor največji. Skozi srednji del profila je bila produkcija visoka deloma na račun velikega deleža trajnih spor, deloma na račun velikega deleža vrste *P. sulcata*. Količina opala-A in Corg se ponovno zniža z znižanjem deleža obeh.

Laminiran del profila kaže zaradi različne zrnatosti in kompakcije posameznih lamin nejasno porazdelitev vsebnosti tako terigenega aluminija, kot s paleobioprodukcijo povezanih silicija in ogljika (tab. 3, sl. 1–3). Jasno, z laminacijo pogojeno vsebnost kaže le porazdelitev ogljika. Večja koncentracija ogljika je vezana na drobnozrnato lamino (tab. 3, sl. 3), kar je z ozirom na turbiditni značaj sedimentacije tudi normalno.

Premru (1980) omenja iz sarmatijskih plasti v tuhinjski sinklinali dokaj številno malakofavno. Večina opisanih rodov je, podobno kot diatomeje, polihalinih (*Abra*, *Ocinebrina*) in mezohalinih (*Cardium*, *Pirinella*, *Cerithium*) (Rado, 1962).

Ekološko lahko spodnjearmatijske diatomeje ločimo po globini sedimentacijskega bazena, po slanosti in stopnji erozije oziroma transporta s kopnega. Splošni paleoekološki trend je, da se postopoma v morskih polihalobnih okoljih, povezanih s spodnjearmatijsko transgresijo (TB 2.5), s

časom slanost in globina sedimentacijskih bazenov manjšata. Okolje je bilo restriktivno morsko, saj v spodnjearmatijskih plasteh ne najdemo več stenohalinih organizmov, kot so morski ježki, ki so v badeniju na prostoru Centralne Paratetide še prisotni. Slanost se je zmanjševala od 30 do pod 20 ‰. Tudi globina vode je bila manjša kot v zgornjem badeniju in ni presegala globine nekaj 10 m.

Detajlna ekostratigrafska primerjava profilov je težka, saj spreminjanje razmer ni zvezno, ampak se določeni ekostratigrafski horizonti zaradi prevladujoče lokalne tektonske dinamike ponavljajo. Še jasnejše dokaze za tektonsko kontroliran režim sarmatijskega sedimentacijskega bazena imamo v vzdolnem delu Krškega bazena. V okolici Čateža se med drobnozrnatimi morsko-brakičnimi klastiti z jasno izraženo postopno zrnatostjo in vzporedno laminacijo, ki jih uvrščamo v cono velikih elfidijev, pojavljajo vršajni konglomerati (Rižnar et al., 2002). Tudi laminirani vzorci v profilu Tunjice kažejo turbiditni značaj. Prav tako v nobenem profilu ni poznana zgornja meja, ki bi definirala ekološke razmere ob koncu spodnjega sarmatija. Drugačne razmere v sedimentacijskih bazenih se odražajo tudi v mineralni sestavi. Podobni paleoekološki pogoji so v spodnjem sarmatiju bili na območju celotne Centralne Paratetide, saj je taksonomska sestava, vključno z endemičnimi oblikami, v vseh sedimentacijskih bazenih kvalitativno zelo podobna.

## Paleobiogeografija

Večina paleogeografskih rekonstrukcij spodnjega in srednjega badenija Centralne Paratetide predvideva povezavo Centralne Paratetide z Mediteranom in Indopacifiško bioprovincio. Povezava z Mediteranom je potekala preko ozemlja Slovenije v t. i. slovenskem ali transtetidnem koridorju (Rögl, 1998).

Velik del Centralne Paratetide je bil v času zgornjega badenija pokrit z morjem kot posledica zadnje badenijske morske transgresije (tabela 12). To transgresijo dokazuje ponoven pojav stenohalnih organizmov, kot so radiolariji, morski ježki in pteropodi, ki jih najdemo v značilnih globljemorskih sedimentnih kamninah, kot so radiolariti, diatomi in pteropodni laporovci. Tudi diatomeje in silikoflagelati, ki so predmet te raziskave, kažejo v zgornjem badeniju na transgresijo in dotok s hranili bogate vode ter povezavo s produktivnimi oceanskimi področji.

Da slovenski miocenski sedimentacijski bazeni niso predstavljali enotnega, med sabo povezanega prostora, je razvidno iz časovno različnega pojavljanja morskih sedimentov. Sedimentacija je bila vezana na ozke sedimentacijske prostore (jarke) z različno dinamiko ekstenzijskega pogrezanja, ki so bili ločeni z vmesnimi pragovi ali podmorskimi vzpetinami. Na Pohorju in Kozjaku, severno od Periadriatskega lineamenta, se globokomorska sedimentacija prične že v karpatiju, kjer doseže voda globino do 700 m. Prav tako so v karpatiju globokomorski sedimenti tudi v Štajerskem bazenu z maksimalno globino 900–1000 m. Morska sedimentacija je trajala skozi celoten badenij. Badenijski paleobatimetrični podatki so podobni kot za karpatijske sedimente (Fodor et al., 2002). Južno od Periadriatskega lineamenta, na območju Laške sinklinale, se najstarejši miocenski morski sedimenti navezujejo na spodnjebadenijsko transgresijo. Morske

razmere so v Laški sinklinali prevladovala skozi celoten badenij (Petrica et al., 1995; Aničić et al., 2002). Na osnovi uvigerin (skupina *U. peregrina*) lahko sklepam na podobne paleobatimetrične globine kot v Štajerskem bazenu. Na področju Krške sinklinale je za celoten spodnji miocen značilna kopenska klastična sedimentacija. Pojav morskih sedimentov je vezan šele na zgornjebadenijsko transgresijo (Ričnar et al., 2002). Zgornjebadenijska paleobatimetrična krivulja kaže maksimalne globine 100 m. Podobno sliko nam daje tudi debelina karpatijskih in badenijskih plasti. V Štajerskem bazenu znaša debelina karpatijskih (1000 m) in badenijskih (1000 m) sedimentov do 2000 m, v Laški sinklinali doseže debelina badenijskih sedimentov do 500 m in v Krški sinklinali le 350 m. Različne globine posameznih sedimentacijskih bazenov lahko razložimo z različno stopnjo ekstenzije oziroma s temperaturo litosfere. Očitno je, da je bila ekstenzija severno od Periadriatskega lineamenta zaradi bočnega iztiskanja kontinentalne skorje v vzhodnih Alpah intenzivnejša.

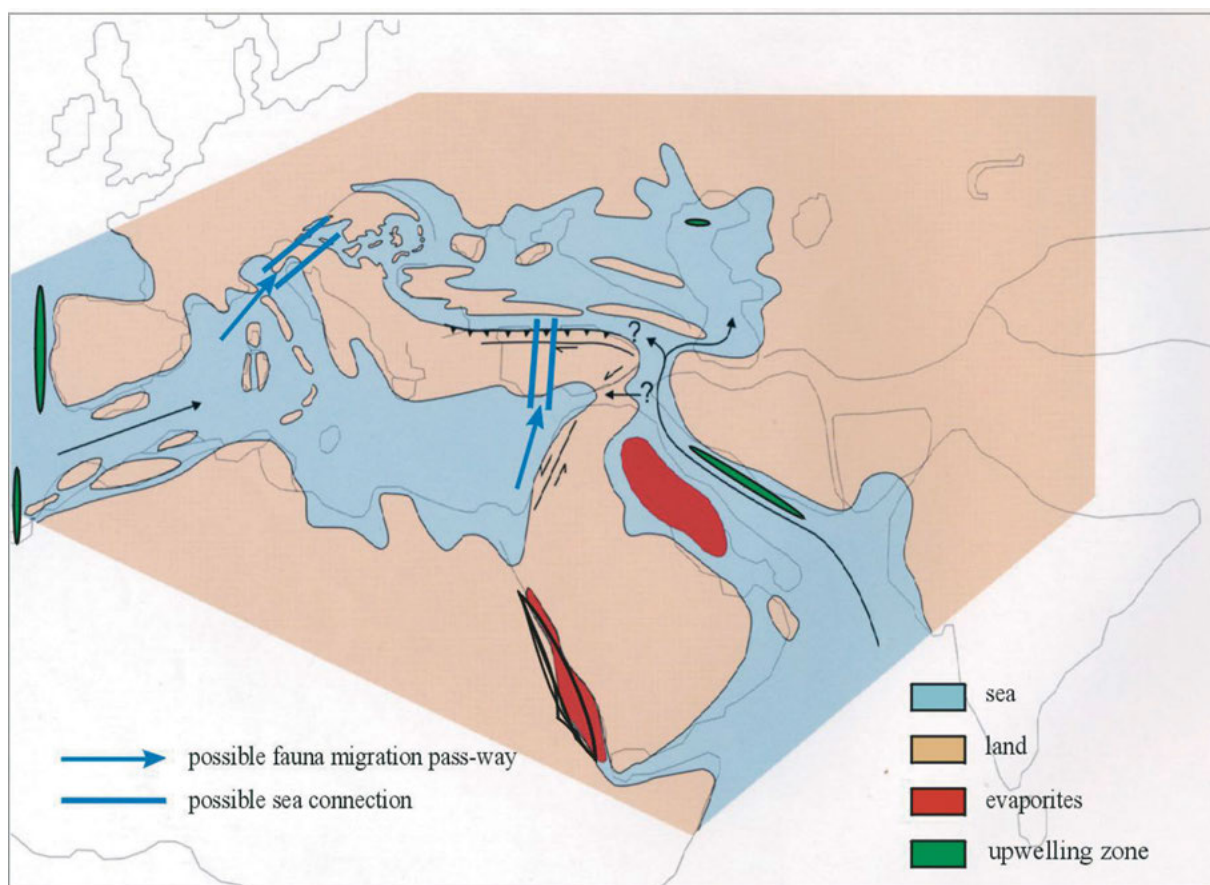
Na osnovi mikroflora in favne naj bi se po mnenju Steiningerja in sodelavcev (1978) povezava Centralne Paratetide z Mediteranom v zgornjem badeniju prekinila. Sedimentacijski bazeni v Centralni Paratetidi naj bi komunicirali le še na jugovzhod z Indopacifiško bioprovincio in Vzhodno Paratetido. Izolacijo Centralne Paratetide od Mediterana v zgornjem badeniju (15–13,6 milijona let) predvideva tudi Hámor (1988, karta 4) v svojem paleogeografskem atlasu. Tudi Rögl (1998, 1999) meni, da se je po srednjebadenijski regresiji ponovno odprla zgolj srednjeanatolska morska povezava z Indopacifikom (14–13 milijona let). Povezava preko slovenskega koridorja in povezava z vzhodnim delom Mediterana naj bi bili prekinjeni. Podobnega mnenja sta tudi Rögl in Steininger (1983)

ter Steininger in Wessely (2000).

Geokemične raziskave predvidevajo ločitev Tetide od Atlantika že v spodnjem miocenu. Kratek čas recikliranja Nd v oceanih lahko povežemo s spremembami paleotokov v oceanih in s komunikacijo med posameznimi sedimentacijskimi bazeni kot posledico tektonike plošč. Pred približno 20–18 milijoni let se prične ločen razvoj Nd izotopov v Atlantskem oceanu in Tetidi. Vrednosti Nd izotopov Tetidine morske vode se kontinuirano zmanjšujejo, medtem ko vrednosti Nd izotopov v Atlantiku začnejo naraščati. Omenjene razlike v vsebnosti Nd izotopov v morski vodi povezujejo s popolno izolacijo Tetide in Atlantika. Sestava Nd izotopov naj bi bila odvisna od izpiranja z okolnega kopnega in je ne moremo povezati s paleotokovnim režimom

(Stille, 1992; Stille et al., 1996).

Komunikacija Mediterana z Atlantikom je na podlagi razširjenosti diatomej trajala vsaj do začetka badenija. Rodova *Rhaphoneis* in *Delphineis* najdemo v miocenu samo na vzhodni obali ZDA (Andrews, 1975, 1977) in v Centralni Paratetidi (Hajós, 1968, 1986; Řeháková, 1977, 1978; Temniskova - Topalova, 1981), medtem ko iz miocenskih plasti v Pacifiku rodova nista poznana. Prvi pojav obeh rodov je datiran na začetek srednjega miocena. Oba rodova najdemo v sedimentih Mediterana (Hajós, 1972) in vseh badenijskih nahajališčih v Centralni Paratetidi. Po diverziteti je atlantska flora najbolj podobna tisti v severnem delu Centralne Paratetide, medtem ko je podobnost z bolgarskimi badenijskimi najdišči majhna. Z ozirom na razširjenost in



Slika 40. Na novo predvidene povezave in migracijske poti med Mediteranom in Centralno Paratetido v zgornjem badeniju. Osnovna paleogeografska karta je povzeta po Röglu (1998), srednjemiocenske cone »upwellinga« po Kiessling et al. (1999).

Figure 40. The new Upper Badenian Central Paratethys paleogeography, possible connections with Mediterranean realm, and the fauna migration pass ways. Paleogeographic map after Rögl (1998), Middle Miocene upwelling zones after Kiessling et al. (1999).

diverziteto rodov Rhapsoneis in Delphineis lahko zaključimo, da je migracija rodov potekala čez slovenski koridor (slika 40). Ne moremo pa natančneje časovno definirati migracije, saj se podobne vrste omenjenih rodov v Centralno Paratetido naselijo že s spodnjebadenijsko transgresijo, ko obstoj slovenskega koridorja ni vprašljiv.

Rod *Denticulopsis* oziroma vrsta *D. hustediti*, katere FOD sega v čas zgornjega badenija, najdemo v miocenskih sedimentih tako v Pacifiku (Schrader, 1973) kot v Atlantiku (Abbott, 1980). Tudi v južni Španiji (Bustillo & López García, 1996) vrsta nastopa v podobno starih plasteh kot v Centralni Paratetidi. V Centralni Paratetidi jo najdemo na Madžarskem, v Avstriji, Slovaški in Bolgariji (*Denticulopsis* sp.). Kljub temu, da je rod *Denticulopsis* pogostejši v Pacifiku (Schrader, 1973), je na območje Paratetide lahko prišel tudi iz Atlantika, kjer nastopa v srednjebadenijskih plasteh, ki kažejo visoko produkcijo biogene kremenice.

Dokaz za zgornjebadenijsko povezavo Mediterana in Centralne Paratetide preko slovenskega prostora (slika 40) je v geografski razširjenosti polža vrste *Pereiraea gervaisi*. Omenjeno vrsto najdemo zgolj v Mediteranu, Zahodni Paratetidi in na severnem robu Centralne Paratetide (Mikuž, 2000). Najjužnejša najdišča v Centralni Paratetidi so s severa Hrvaške in zgornjebadenijskih plasti okolice Šentjerneja. Z raziskavami srednjemiocenskih diatomej je bila dokazana zgornjebadenijska starost plasti z gastropodno vrsto *P. gervaisi*. Ker v Krškem bazenu vrste *P. gervaisi* ne najdemo v starejših plasteh, je tudi naselitev vrste v Centralni Paratetidi vezana na zgornji badenij. Migracijska pot je morala potekati čez Slovenijo in ne čez vzhodni del Mediterana, saj vrsta *P. gervaisi* južnega dela Centralne Paratetide očitno ni poseljevala.

Tudi turitelide (razširjenost vrst je povzeta po Mikužu, 1982), ki jih najdemo v istih plasteh, kažejo največjo podobnost z najdišči Centralne Paratetide (Avstrija 42 %, Madžarska 29 %, Češka 15 %, Poljska 25 %, Romunija 10 %, Bolgarija 8 %) in Zahodne Paratetide (Italija 21 %, Grčija 21 %, Francija 17 %), medtem ko je diverziteta in podobnost badenijske turitelidne favne v Vzhodni Paratetidi bistveno nižja (5 vrst : 47 vrst), kar nasprotuje povezavi Centralne Paratetide zgolj z Indopacifiško bioprovincino.

Na zgornjebadenijsko povezavo Centralne Paratetide z vzhodnim delom Mediterana kaže

tudi primerjava razširjenosti školjčne favne, saj ima zgornjebadenijska favna Vzhodne Paratetide veliko nižjo diverziteto (316 : 97 vrst). Prav tako zgornjebadenijska školjčna favna v Centralni Paratetidi ne kaže nobene Indopacifiške afinitete (Studecka et al., 1998), kar ne podpira domneve o povezavi Centralne Paratetide z Indopacifiško bioprovincino preko Vzhodne Paratetide. Tudi brahiopodna favna iz zgornjebadenijskih plasti Centralne Paratetide kaže večjo podobnost z miocensko in recentno brahiopodno favno Mediterana kot z Indopacifiško bioprovincino (Bitner, 1990), kar prav tako govori v prid zgornjebadenijske povezave Centralne Paratetide z Mediteranom. Tudi Nagymarosy in Müller (1988) menita, da je favnistična povezava med Centralno Paratetido in Mediteranom verjetno trajala vse do konca badenija. Tudi badenijski morski ježki Centralne Paratetide kažejo večjo podobnost z mediteransko kot z indopacifiško srednjemiocensko ehinidno favno (Ali, 1983 a, b; Ali & Maczynska, 1986; Mikuž & Horvat, 2003 a, b). Zgornjebadenijsko povezavo Centralne Paratetide in vzhodnega Mediterana preko Vardarske cone (slika 40) omenja tudi Hámor (2002).

V spodnjem sarmatiju je celotno območje Centralne Paratetide prekrivalo plitvo morje. Podobni ekološki pogoji in biofaciesi so značilni za celotno Centralno Paratetido (Rögl, 1998; Magyar et al., 1999; Ivanov et al., 2002). Tudi diverziteta in ekologija spodnjearmatijske diatomejske flore kažeta visoko stopnjo korelacije na območju celotne Centralne Paratetide. Primerjava diatomejskih združb Krškega bazena in Tuhinjske sinklinale prav tako odraža podobne paleoekološke pogoje kljub različnim badenijskim sedimentacijskim pogojem. Podobne debeline sarmatijskih sedimentov na prostoru celotne Slovenije nakazujejo dokaj enoten sedimentacijski prostor. Razlika v debelini postsarmatijskih sedimentov je posledica različne termične subsidence posameznih sedimentacijskih bazenov. Področja z intenzivnejšo ekstenzijo in vročo litosfero so se ohlajala hitreje kot področja, kjer je bila litosfera hladnejša in ekstenzija manj intenzivna (Royden, 1988). To je povzročilo večjo subsidenco in večjo debelino sedimentov v sedimentacijskih bazenih severno od Periadriatskega lineamenta.

Na osnovi paleogeografske razširjenosti nekaterih fosilnih skupin lahko sklepam, da je povezava Centralne Paratetide z zahodnim Mediteranom

obstajala tudi v zgornjem badeniju. Na podlagi geografske razširjenosti gastropodne vrste *Pereiraea gervaisi* domnevam, da se povezava Centralne Paratetide z Mediteranom preko slovenskega koridorja ni zaključila v srednjem badeniju, ampak je obstajala vse do konca badenija. Paleontološkim in paleoekološkim dejstvom prav tako ne nasprotujejo

tektonska dogajanja, saj so regionalno kompresijsko krčenje in gubanje ter rotacija, ki zajema prostor od Italije, preko Posavskih gub, jugozahodne Madžarske do Hrvaške, mlajše od sarmatija (Placer, 1999a; Tomljenović & Csontos, 2001; Fodor et al., 2002).

# ZAKLJUČKI

V Sloveniji so miocenske sedimentne kamnine, v katerih najdemo kremenčne alge, redke in ne nastopajo v sklenjenih profilih. Odkrite so bile le v šestih krajših profilih v Savskem bazenu.

Glede na vsebnost karbonatov lahko srednjemiocenske diatomejske sedimentne kamnine razdelimo v dve skupini. Za prvo je značilna odsotnost karbonatov, velika količina glinenih mineralov (> 50 %), > 30 % kremenca in > 30 % opala-A. V drugi skupini je največ kalcita in aragonita, manj je glinenih mineralov (< 50 %), < 20 % kremenca in < 30 % opala-A. Glede na vsebnost opala-A pravih diatomitov ni. Prevladujeta diatomejski (karbonatni) meljevec in tufski diatomit.

Na osnovi prvega oziroma zadnjega pojavljanja globalno primerljivih diatomejskih vrst in sekvenčne stratigrafije je podana nova diatomejska bioconacija za Centralno Paratetido. Ločimo lahko dve badenijski transgresijski (biocona *Actinocyclus ingens* in biocona *Denticulopsis lauta-Denticulopsis hustedti*) in dve regresijski sekvenci (biocona *Surirella costata-Coscinodiscus pannonicus* in biocona *Navicula pinnata*) ter spodnesarmatijsko transgresijsko sekvenco (biocona *Anaulus simplex*). Preiskane profile iz Krškega bazena in Tuhinjske sinklinale lahko uvrstimo v biocono *Denticulopsis lauta-Denticulopsis hustedti* (profila Šentjernej in Šmarjeta) ter v biocono *Anaulus simplex* (profili Tunjice, Bela Cerkev 1, Bela Cerkev 2 in vrtina Si-1/86).

Paleoekološke razmere pojavljanja diatomej na zahodnem robu Centralne Paratetide odgovarjajo

regionalnim evstatičnim in geotektonskim razmeram. Diatomeje se pojavljajo v času ekstenzijske tektonike in evstatičnih maksimumov: cikli HS TB2.3, HS TB2.4 in HS TB2.5. Badenijske sekvence so pod vplivom glacioevstatičnih nihanj, medtem ko kaže paleoekološka analiza sarmatijskih diatomej na zabrisanje glacioevstatičnega vpliva z regionalnimi tektonskimi dogajanjem zaradi spremembe ekstenzijskega v kompresijski tektonski režim.

V zgornjem badeniju pravladujejo planktonske polihalobne vrste diatomej, ki kažejo na dobro povezavo z odprtim morjem. Pogostnost trajnih spor in vrste *Thalassionema nitzschioides* v badenijskih sedimentih kaže na povišano bioprodukcijo in povezavo s centri obalnega »upwellinga«. Celotna zgornjebadenijska paleoekološka analiza kaže na polihalino okolje, na morski litoral, kjer globina vode ni preseгла 100 m. V spodnjem sarmatijskem ekološka sestava diatomej spreminja hitreje in neenakomerno. Splošen ekološki trend sarmatijskih diatomej je s časom naraščajoči endemizem ter naraščajoči delež mezohalobnih in oligohalobnih, litoralnih pelitskih ter epifitskih rodov. Vsebnost diatomej, kemičnih prvin, ki jih povezujemo s povišano bioprodukcijo, in laminacija kažejo na sorazmerno visoko sezonsko pogojeno paleobioprodukcijo. Povišan delež pelagialnih oblik je občasen, kar razlagam z lokalnimi in regionalnimi tektonskimi dogajanjem. Okolje je bilo restriktivno morsko. Slanost se je zmanjševala od 30 do pod 20 ‰. Tudi globina vode je bila manjša kot v zgornjem badeniju in ni preseğala globine nekaj 10 m.

## Zaključki

Na osnovi paleontoloških datacij nahajališč z mehkužci v Krškem bazenu in paleogeografske razširjenosti nekaterih fosilnih skupin lahko zaključim, da je povezava Centralne Paratetide z vzhodnim in zahodnim Mediteranom obstajala tudi v zgornjem badeniju. Na temelju geografske razširjenosti vrste *Pereiraea gervaisi* domnevam, da se povezava Centralne Paratetide z Mediteranom preko slovenskega koridorja ni zaključila v srednjem badeniju, ampak je obstajala vse do konca badenija.



# ZAHVALE

Vasji Mikužu, Rajku Pavlovcu, Jerneju Pavšiču in Špeli Goričan se zahvaljujem za kritični pregled rokopisa. Njihove pripombe in nasveti so mi bili v veliko pomoč. Vasji Mikužu gre tudi zahvala za določitev makrofavne ter za pomoč pri izboru literature in paleoekoloških podatkov o makrofosilih. Paulianu Dumitrici hvala za pomoč pri zbiranju literature o sistematiki silikoflagelatov in za kritično diskusijo tega poglavja. Mihi Mišiču se zahvaljujem za snemanje in interpretacijo rentgenskih difraktogramov, Sašu Šturmu za pregled vzorcev z EDS elektronsko mikroskopijo, Špeli

Goričan za inštrukcije iz elektronske mikroskopije, Milijanu Šišku za pomoč pri delu na svetlobnem mikroskopu Olympus, Jerneju Pavšiču za nekatere nanoplanktonske analize in Andreju Stoparju za granulometrične analize. Marijanu Grmu hvala za pomoč pri tehnični opremi dela. Za angleški prevod se zahvaljujem Simonu Pircu.

Raziskave je delno financiralo Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije. Tisk monografije sta omogočila Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije in ZRC SAZU.



# MIDDLE MIOCENE SILICEOUS ALGAE OF SLOVENIA: PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY, PALEOECOLOGY, PALEOBIOGEOGRAPHY

## Introduction

The isolation of the northern part of the Mediterranean Tethys started in Oligocene as a result of global tectonic events. A new paleogeographic unit formed, namely the Paratethys, whose development was at times independent of that of the Mediterranean. Within the Paratethys, two main sedimentary basins can be distinguished that are separated from each other by land, the Central Paratethys in the west and the Eastern Paratethys in the east. Their evolution was controlled by regional tectonic events, sea-level changes and by sediment filling. The combination of these processes resulted in changes in marine, brackish and freshwater ecological conditions in the sedimentary basin as well as in the connections of the Central Paratethys with the Mediterranean sea, and across it with the Atlantic in the west, and with the Eastern Paratethys and the Indo-Pacific to the east.

Middle Miocene diatomaceous sedimentary rocks have been recorded from the entire Central Paratethys. Badenian diatoms from localities in Austria, Slovakia and Bohemia were described by Řeháková (1977, 1978), those from the Pannonian basin of Hungary by Hajós (1968, 1986) and those from the Badenian beds of Bulgaria by Temniskova - Topalova (1981). Sarmatian diatoms from localities in Slovakia, Bohemia and Hungary were described by Hajós and Řeháková (1974), those from Hungary by Hajós (1978, 1986), those from Romania by Krestel (1962), and those from Bulgaria by Temniskova - Topalova (1979, 1982).

In spite of their wide geographical range, diatomaceous sediments in the entire Central Paratethys occur in temporally limited sequences, usually in sedimentary rocks that do not contain carbonates. Therefore, they are rarely found in connected sec-

tions that could be lithologically and regionally comparable, and they are not easily inserted into the defined formations. This is also the case in Slovenia where Middle Miocene diatomaceous rocks have only been discovered in fragmentary sections in the Krško basin and in the Tuhinjšina syncline (Fig. 1). All localities are situated south of the Sava and Donat faults. The base for the Miocene sediments in the westernmost parts of the Pannonian basin (*sensu lato*) is built-up by sediments of the Internal and External Dinarides.

Diatoms are very sensitive to ecological changes, especially water salinity and an abundance of nutrients. Therefore, a study of diatoms may be a valuable tool when reconstructing the paleoecological evolution of individual sedimentary basins. The study of Cenozoic strata in Slovenia identified the major appearance of diatoms especially in Badenian and Sarmatian. The global eustatic curve (Haq et al., 1987a, b) indicates that the marine regression at the end of Karpatian is followed by Lower Badenian, Upper Badenian, and Lower Sarmatian transgressions. It could be expected that these ecological changes would also be reflected in changes in the diatom flora.

In Slovenia, Miocene siliceous algae have not been studied yet. There is also a lack of data on the paleoecological evolution of Slovenian Miocene sedimentary basins, with the exception of the Styrian one. The aim of this research was to identify those Middle Miocene sedimentary basins in which siliceous algae can be found. These are the Krško basin and the Tuhinjšina syncline. Diatoms appear in various sedimentary rocks that have not been classified in Slovenia yet. Therefore, I have attempted to classify them and clarify the differences

between them on the basis of the mineralogical and geochemical characteristics of the diatomaceous sediments. An attempt was also made to study the diversity and taxonomy of Miocene diatoms and the accompanying siliceous microfossils that are still not known for the western part of the Central Paratethys. Systematic paleontology forms the basis for the study of stratigraphy, paleoecology and paleobiogeography. The aim was to assess the bio- and eco-stratigraphically changes of diatom flora, to establish stratigraphically usable diatom biozones for Central Paratethys that can be correlated with global eustatic and paleoclimatic changes.

In addition, the study's aim was to define and evaluate – based on quantitative relationships of diatom paleoecologic groups and physicochemical parameters – the paleoecologic characteristics of the Middle Miocene sedimentary basins of the western part of the Central Paratethys. New diatom datings also enable us to make a new Upper Badenian paleogeographic interpretation of the northern part of the Central Paratethys. Some data considered in the present work have already been partly published in Horvat (2003a, b, c), Horvat and Mikuž (2003), Horvat and Mišič (2003), and Horvat et al. (1996).

## DESCRIPTION OF SECTIONS IN THE KRŠKO BASIN

In the Krško basin Middle Miocene diatomaceous sediments can be found in the vicinity of Šentjernej, Šmarjeta, in a narrow belt at Bela Cerkev and in the borehole Si-1/86 Sajevice near Kostanjevica (Fig. 1).

### BADENIAN

In spite of the relatively wide range of Badenian sediments in Slovenia, diatoms have only been discovered in the Krško basin in sites within the vicinity of Šentjernej and Šmarjeta. The reason for this may be the paleoecology and diverse geodynamics of individual Slovenian Miocene sedimentary basins. Recent oceanographic studies show that in the water column of highly productive areas no diatom skeletons can be found below a depth of 300 m. The published results imply the

conclusion that Slovenian Miocene sedimentary basins did not comprise a unique interconnected region. The sedimentation took place in narrow sedimentary areas with varying dynamics of extensional subsidence. The marine sedimentation in sedimentary basins north of the Krško basin started in general at the beginning of Badenian (or even in Karpatian), and it attained a paleobathymetry of more than 500 m. In the Krško basin sedimentation did not start before Upper Badenian with a much shallower paleobathymetry of less than 150 m (Rižnar et al. 2002; Horvat 2003a). At the same time, the abovementioned localities represent the westernmost findings of Upper Badenian diatoms in the Central Paratethys.

In the surroundings of Šentjernej I examined beds of carbonate siltstone containing a rich macrofauna of turrillids and pereiraes that were studied in detail by Mikuž (1982, 2000). The type of locality of the macrofauna involves the vineyards of Ivanji dol where, however, the entire land is either cultivated or covered by constructions so that no sections were accessible.

I sampled smaller probes that were dug into fresh rock, and material fixed to macrofauna. The material contained moderately well-preserved and quite abundant diatomaceous flora. In the samples relatively abundant silicoflagellates, ebridians, endoskeletal dinoflagellates, and sponge spicules were also present.

The Šmarjeta section was recorded in the roadcut of the Šmarjeta – Zbure road. That section consists of dark grey to green grey carbonate siltstone beds (Fig. 2). The beds under- and over-lying the profile were not visible in the field. In the rocks frequent fragments of turrillids and rare remains of scaphopods, oysters and very rare perreiraes occur. The macrofauna are similar to that of the Ivanji dol locality (Mikuž, oral communication), but has not been studied yet. Siliceous microfossils in all samples are rare. In general, only the remains of sponge spicules and rare endoskeletal dinoflagellates can be found. Modest and poorly preserved diatom and silicoflagellate flora were found only in the sample Šm-5 (Fig. 2; Tab. 1).

## SARMATIAN

The Bela Cerkev 1 section is situated at the road-cut of the road bridge for Bela Cerkev that passes above the Ljubljana – Zagreb highway. The section can be divided into a lower carbonate part and an upper non-carbonate part (Fig. 3). The transition from carbonate to noncarbonate parts is covered. At the base of the section lies a 60 cm thick bed of laminated carbonate silt. Then follows 35 cm of bedded carbonate siltstone, and above a 15 cm thick layer of massive, intensely lithified carbonate silt containing rare cardiids and numerous fragments of mollusc shells. Above that lies 30 cm of finely layered carbonate silty clay without any visible fossil remains. The lower part of the profile is terminated by a 10 cm thick layer of lithified massive carbonate silty clay. In the lower part of the section, diatoms are most abundant and best preserved in the samples Bc1-1 and Bc1-2. The samples Bc1-3, Bc1-4, Bc1-5, and Bc1-6 are quite similar to each other given the state of preservation and abundance of diatoms, but lag behind the samples Bc1-1 and Bc1-2 in terms of preservation and abundance. The sample Bc1-7 does not contain any siliceous microflora. In the lower part of the section diatoms prevail, while silicoflagellates and ebridians are rare. The upper part of the section is characterised by monotonous sedimentation of fine-bedded grey siltstone and laminated siltstone. When dried, the rock is light grey, very light, and it splits into thin sheets. It is often limonitized along laminas. In certain horizons there are frequent imprints of cardiid bivalves, whose shells are, as a rule, dissolved. In some horizons leaves and imprints of land plants are frequent. The base and cover of the profile are not visible in the field. The dip of beds is 140/15. In all samples from the section's upper part relatively well-preserved and abundant diatom flora occur (Tab. 1). In spite of the well-pronounced lithologic boundary between the lower and upper parts of the section, the diatom assemblage does not change along the section.

The Bela Cerkev 2 section was recorded in an excavation for house, opposite house no. 13 in the Bela Cerkev village. At the base of the section a several-centimetre thick layer of oncolite that is overlain conformingly by a 30 cm thick bed of sandy siltstone with numerous gastropod

and bivalve remains. No siliceous microfossils are present. The section is terminated by a 40 cm thick slaty siltstone with imprints of cardiid shells (Fig. 4). The bivalve shells are always dissolved. At first sight, the bed resembles the upper part of the Bela Cerkev 1 section. This resemblance also extends to mineralogy (Tab. 3). Beds overlying the section are not exposed. Well-preserved and abundant siliceous microflora are only contained in samples from the upper siltstone bed. Along with diatoms, silicoflagellates and ebridians are also found (Tab. 1). The latter are rare, but were found in all samples.

The borehole Si-1/86 was drilled at the Sajevice village near Kostanjevica. The lithologic description of the borehole is resumed after Rajver (2001). For a micropaleontological examination five samples from the upper marlstone bed were submitted to the author (Fig. 5). Next to the samples marked in Fig. 5 there were also samples from 100 m and 206–207 m, which, however, did not contain any siliceous microflora. The thickness of Sarmatian beds in the Si-1/86 borehole is 100–200 m. All samples contain moderately well-preserved diatom flora. In sample Si-3 rare silicoflagellates and ebridians also occur (Tab. 1).

Tertiary beds of the northern border of the Krško basin have been studied in detail by Pierau (1954, 1958). He considered as the base of Tertiary beds the Karpatian (Helvetian) transgression conglomerates containing marine fauna (oysters, pectinids, echinoids).

He subdivided the Badenian (Tortonian) beds on the basis of foraminifers into lower, middle and upper parts; the foraminifer *Spiroplectammina carinata* starts appearing already in the lower Badenian. The species *Spiroplectammina carinata* is typical of the Upper Badenian *Spiroplectammina carinata* biozone which puts into question Pierau's dating of the oldest marine sediments on the northern rim of Krško basin.

Also questionable is the Karpatian definition since oysters, pectinids and echinoids are found in the Krško basin only in Badenian lithothamnian limestones and calcarenites. Pierau set the boundary between Badenian and Sarmatian within the lithologically uniform complex of mudstones, defining it on the basis of microfauna only. As for lithology, in Sarmatian the fast interbedding of mudstones, marlstones and marly limestones

occurs. Concerning the Sarmatian rock sequence he also mentions light fine-layered mudstones that split into paper-thin sheets. Regarding these beds, he mentions the bivalve *Cardium plicatum* and the remains of plants.

Pleničar and Premru (1977) characterised as the oldest Neogene beds in the Krško basin the Badenian beds that along an erosional disconformity overlie the Triassic, Jurassic and Cretaceous beds. They attribute to Badenian the interbedding of lithothamnian limestones, calcarenites and marls containing a rich macro- and microfauna. They did not subdivide the Badenian. Their thickness estimate of Badenian beds in the Krško basin is 200 m. To Sarmatian beds they attributed shaly marls with numerous bivalves and quartz sands and sandstones. They estimated the total thickness of Sarmatian beds at 20 metres.

In addition, Poljak et al. (1995; cf. Gosar, 1996) did not subdivide the stratigraphy of the Badenian beds. They attributed to Badenian the marine sediments (lithothamnian limestone, calcarenite, marl) that discordantly overly the Ottnangian clastics. Their thickness estimate of Badenian beds is 350 m. Conglomerate, sandstone, marly limestone and marl are also associated with Sarmatian in the upper part. They estimated the thickness of Sarmatian beds in the Drn-1/89 borehole at 100 m.

Horvat et al. (2001) attributed marine beds with the gastropod species *Pereiraea gervaisi* from the Orehovica profile at the southern margin of Krško polje on the base of limestone nannoplankton to Lower Badenian (NN4).

In contrast, based on foraminiferal stratigraphy Rižnar et al. (2002) attributed the first transgressive marine sediments in the eastern margin of Krško polje as high as the Upper Badenian (*Bulimina*–*Bolivina* biozone).

## DESCRIPTION OF SECTION FROM THE TUHINJ SYNCLINE SARMATIAN

In the Tuhinj syncline the entire Miocene is in marine development and was deposited on Oligocene beds along an erosional discordance (Premru, 1983). The Badenian marlstones that were also sampled did not contain any diatom flora. Sarmatian beds in the Tuhinj syncline conformingly overlie the marine Badenian sediments (Premru, 1983). The sequence starts with dark grey marly siltstone containing mica. Then follows grey clay with brown marl that passes laterally into quartz sand; it contains intercalations and beds of clay, silt and calcareous conglomerate. For the Sarmatian beds of the Laško syncline, Placer (1999a) proposed the name of the Dol Formation.

The Tunjice section of Sarmatian beds is situated in a ravine of a creek about 500 m west of the Tunjice village. It starts in sandy mudstone that does not contain any siliceous microfossils. Following upwards is grey massive carbonate siltstone. Six metres above the siltstone/mud contact occurs a 40 cm thick bed of laminated carbonate siltstone. Then follows up to the top of the section massive carbonate siltstone (Fig. 6). The top part of section, however, is not accessible. In all samples the microflora is moderately well-preserved. The richest and best preserved flora occurs in a sample from the laminated part of the section (sample Tu-5). The most numerous in all samples are diatoms. More rare are silicoflagellates and ebridians.

# Methods

## PALEONTOLOGICAL ANALYSES

For micropaleontological preparation 3 g of dry sediment was treated following the method of Schrader & Fenner (1976). For preparing slides 2 ml of suspension was placed in a glass. The water was evaporated and covered by a 18 x 18 mm cover-glass. The mounting media was Entellan or Canada balsam. Three subsamples are taken from each sample. For electron microscopy the suspension was placed on a metal stub and coated with gold.

Slides were examined using a Carl Zeiss-Amplival light microscope available at the Department of Geology, University of Ljubljana, an Olympus light microscope available at the Institute of Biology, Ljubljana, and a JEOL JSM - T 300 scanning electron microscope (SEM) located at the Ivan Rakovec Institute of Paleontology ZRC SAZU in Ljubljana.

For the relative abundance of diatom genera, the first 500 valves were counted using the counting method described in Schrader and Gersonde (1978). The counting was done using a Zeiss Amplival microscope with a planchromatic objective under 1000x magnification. For the relative abundance of silicoflagellates the first 300 specimens were counted under 500x magnification.

## MINERALOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL ANALYSES

Mineralogical analyses were carried out by a standard method. Powdered samples were scanned by the X-ray diffraction technique by a Philips PW 1820 device available at the Department of Geology, University of Ljubljana. The clay fraction of oriented

samples was scanned as well. This examination did not give the expected results due to clay fraction coagulation, which is probably a consequence of the presence of opal in the water solution. In spite of that, it was possible to roughly determine the clay fraction mineral composition from the oriented samples, which was taken into account during the interpretation of the mineral composition of the whole sample. Qualitative and quantitative mineral composition was established using methods cited in Mišič (1998).

Opal content was calculated after Boström et al. (1972) and Brewster (1983 cf. Bustillo & Lopez García, 1998).

Granulometric analysis was performed in the Geological Survey of Slovenia's laboratories using a laser grain size measurer Fritsch, Analysette 22 device.

## CHEMICAL ANALYSES

Whole rock, trace element, organic and total carbon analysis and LOI were carried out at the ACME Laboratory in Canada. For whole rock analysis by ICP 0.2 g of sample was melted with 1.2 g LiBO<sub>2</sub> and dissolved in 100 ml 5 % HNO<sub>3</sub>. LOI was calculated as a sample mass loss after one hour of ignition at 1000 °C temperature.

Carbon content was established as mass loss on combustion.

Element distribution in the laminated sediments was determined by an electronic microscope JEOL 840 JSM using the X-ray energy dispersion spectroscopy (EDS) method at the Jožef Stefan Institute in Ljubljana.

## Results and discussion

### MINERALOGY OF DIATOMACEOUS SEDIMENTS

#### THE BELA CERKEV 1 SECTION

In mineralogy terms, the Bela Cerkev 1 section can be divided into two parts. In the lower part the samples contain a relatively high proportion of carbonates (19–77 %) and relatively low quartz amounts (1–23 %) (Tab. 3; Fig. 10). Samples in the upper part of the section do not contain carbonates, and the amount of quartz is relatively higher, attaining 33–38 % (Tab. 3; Figs. 8, 10).

The total amount of carbonates (calcite + aragonite) is high in the entire lower part of the section (except for sample Bc1-1), varying between 77 and 86 %. The contents of calcite and aragonite are inversely proportional: higher calcite abundance results in a proportionally lower abundance of aragonite (Fig. 8). The high amounts of carbonates can be explained by the fragments of mollusc skeletons that are common in this part. In this part of the section, the proportion clay fraction is also lower than in the upper part of the section (Fig. 7). In addition, the amount of clay minerals in the lower part of the section is lower, between 6 and 19 %. The only clay mineral in the lower part of the section is muscovite/illite, except for sample Bc1-6 in which chlorite occurs (Fig. 9).

At variance with the samples of the lower part of the section is the sample Bc1-1. In comparison with other samples from this part of this section it contains relatively less carbonates (34 %) and more quartz (19 %). Also higher in Bc1-1 are the amounts of phyllosilicates (Tab. 3; Fig. 9) and clay minerals (47 %). Next to muscovite/illite, Ca montmorillonite is also present (Fig. 9). Associated with Ca montmorillonite in all samples are mixed-layered clay minerals with random ordering,  $R = 0$ . The minerals are of the illite/montmorillonite type with an I/M ratio between 15/85 and 10/90.

All samples in this part of the section, except sample Bc1-7, contain diatoms in spite of the low

quartz contents. In sample Bc1-1 the quartz content is high, but the abundance and state of preservation of diatoms is about the same as in all samples of this part of the section. Samples from the upper part of the section contain above 30 % quartz and no carbonates. The absence of carbonate minerals can be explained by diagenesis since in the samples carbonate fragments of mollusc shells are no longer found, only the imprints of valves remain which, however, were dissolved. In the same line no carbonate-skeleton microfauna are left in the samples. The samples of the upper part of the section also contain a considerably higher amount of clay minerals (Tab. 3; Fig. 9). The most frequent is muscovite/illite and, in comparable amounts, also chlorite and Ca montmorillonite (Tab. 2; Fig. 9). Samples of this upper part of the section also contain, in contrast to those from the lower part of the section, plagioclases.

On the x-ray diffractograms of all samples from the upper part of the section a somewhat elevated background at the place of the principal quartz reflection can also be observed, an indication of the presence of the amorphous phase, respectively opal that occurs in the skeletons of siliceous algae.

#### THE BELA CERKEV 2 SECTION

The mineral composition of samples in the Bela Cerkev 2 section (Tab. 3) resembles that of samples from the upper part of the Bela Cerkev 1 section: an absence of carbonates, more than 30 % quartz content, the presence of plagioclases and similar clay contents (Figs. 7–9). Also similar is the amount of clay minerals (61–64 %): the highest is muscovite/illite, and in similar amounts in all samples are also chlorite and Ca montmorillonite. In addition, in all x-ray diffractograms of the Bela Cerkev 2 samples the presence of amorphous silica can also be observed.



## THE TUNJICE SECTION

In the Tunjice section no essential differences in mineralogy between the samples can be seen. The amount of quartz (Fig. 10) varies between 11 and 20 %. Quartz is lowest in the lower part of the section (11 %), and highest in the laminated parts of the section (20 %). The slightly elevated background on the x-ray diffractograms of all samples, except for Tu-7, suggests the presence of an amorphous phase of quartz associated with siliceous skeletons. The amount of calcite (Fig. 8) varies between 14 and 22 %. Its maximum value is attained at the lowest point of the section, and its minimum in the middle of the section. Samples Tu-2 and Tu-4 contain aragonite, probably associated with the skeletons of foraminifers and/or ostracods since no fragments of mollusc shells can be seen.

According to the composition of clay minerals the Tunjice section is similar to the upper part of the Bela Cerkev 1 and Bela Cerkev 2 sections, with the amount of clay minerals in the Tunjice section being lower (21–50 %). The highest are contents of muscovite/illite, and about equal are those of chlorite and Ca montmorillonite (Fig. 9). In all samples plagioclases and dolomite also occur.

The Tunjice section samples differ in mineralogy from those of the Bela Cerkev sections. They contain fewer carbonates than the samples from the lower part of the Bela Cerkev 1 section, and more carbonates than samples from the upper part of the Bela Cerkev 1 and Bela Cerkev 2 sections (Fig. 8). Calcite and aragonite also do not show an inverse relationship as in the Bela Cerkev 1 section. The same is valid for the presence of quartz (Fig. 10) and clay minerals (Fig. 9). Quartz is more abundant in the Tunjice section than in the lower part of the Bela Cerkev 1 section, and less abundant than in the upper part of the Bela Cerkev 1 and Bela Cerkev 2 sections. The Tunjice section samples most resemble in their amounts of quartz and calcite the Bc1-1 sample from Bela Cerkev 1, but they contain considerably less aragonite. The amount of clay minerals is about equal. They differ in the presence of plagioclases and dolomite.

## THE ŠMARJETA SECTION

The mineralogy of the examined Badenian sample (Šm-5) most resembles the samples of the lower part of the Bela Cerkev 1 section. According to the abundance of individual minerals, it can be ranged between sample Bc1-1 and the remaining samples in that part of the section (Bc1-2 - Bc1-7). The most abundant is calcite, followed by quartz and aragonite (Tab. 3; Figs. 8, 10). Among clay minerals muscovite/illite and Ca montmorillonite are present (Fig. 9). In lower amounts plagioclase and dolomite also appear.

## DISCUSSION

The presence and amounts of biogene opal cannot easily be detected in x-ray diffractograms. The X-ray examination indicated relatively low or zero organic silica in the samples (lower part of the Bela Cerkev 1 section), although all examined samples contain siliceous algae. It is possible that a large part of amorphous quartz passed into crystalline quartz. It is also difficult to determine the amount of opal in the thin sections where the anisotropic opal occurs mixed with clay minerals (Pl. 2, Figs. 1, 2).

The primary biogenic phase of silica is opal-A. With time and increasing temperature opal-A passes into opal-CT. Crystallographic descriptions of opal-CT vary: mixture of  $\alpha$ -cristoballite and  $\alpha$ -tridymite, tridymite and  $\alpha$ -tridymite (Hein et al., 1985). Opal-A passes into opal-CT by crystal growth of the crystallites from silica added to the system by the continued dissolution of siliceous skeletons. The solubility of siliceous skeletons increases relatively from sponge spicules across radiolarians, silicoflagellates to diatoms. Since the opal-A and opal-CT differ in morphology, the diffractograms permit the detection of the opal phases occurring in the sample. Under x-ray the opal-A is almost totally amorphous and it provokes a broad reflection that results in an elevated background between  $2\Theta = 18-26$  ( $d = 4.84-2.88 \text{ \AA}$ ). Maximum intensity is attained at  $d = 4.01 \text{ \AA}$  ( $2\Theta = 22$ ). Reflections of opal-CT are higher and sharper, but they still have a very broad base ( $d = 4.32-4.22 \text{ \AA}$ ), and the main reflection lies at  $d = 4.12-4.05 \text{ \AA}$  (Hein et al., 1985).

In the examined samples the main opal reflections are very broad, without an expressed peak, indicating only the presence of opal-A in all samples. This observation allows the conclusion that the sediments were not diagenetically altered since the forming of opal-CT already starts at temperatures between 35 and 50 °C. In sediments at shallow depths and low temperatures (15–30 °C) for the forming of opal-CT at least 30 million years are necessary, at moderate temperatures (35–55 °C) and relatively great depths (> 500 m) 10 million years, whereas at temperatures > 55 °C the transition from opal-A into opal-CT takes place fast, irrespective of sediment depth (Hein et al., 1985).

Biogenic silica is an important paleoproductivity factor since silica in the water column is poorly recycled, and more than 90 % of biogenic silica remains in the sediments (Brumsack, 1989; Wignall, 1994). In recent sediments, the accumulation of opal is restricted to regions of high bioproduction (Boström et al., 1973). Therefore, I attempted to quantify the amount of organic opal (Tab. 3; Fig. 10) in the ways proposed by Brewster (1983 cf. Bustillo & López García, 1997) and Boström et al. (1972; Schmitz, 1987b). For estimating biogenic opal (opal-A) in sediments the first author used a combination of data resulting from chemical analysis and x-ray diffraction according to the equation:

$$\text{opal-A} = \text{total SiO}_2 - \text{SiO}_2 \text{ bound in clay minerals} - \text{detrital quartz.}$$

The second method gives a relatively rough estimate of opal-A contents in sediments since it starts from the assumption that all silicon that surpasses the amount of aluminium by a factor of three is biogenic. The proportion of biogenic opal in the sample is calculated according to the expression:

$$\text{opal silica} = \text{SiO}_2 - 3 \times \text{Al}_2\text{O}_3.$$

The biogenic opal contents calculated according to the two methods vary considerably (Tab. 3). However, the results of the two methods show similar trends. Both methods confirm the presence of opal in samples for which the amorphous phase is indicated by x-ray diffractograms. In addition, the results show that opal also occurs in all samples containing siliceous algae, a fact that is not indicated by the x-ray diffractograms. Both methods result in the highest amounts of opal in the samples that contain the highest quartz and lowest carbonates.

The opal contents calculated according to the

method of Boström et al. (1973) vary between 0.5 and 39.35 % (Tab. 3). As for opal, the sample Bc1-1 from the lower part of the Bela Cerkev 1 section, samples from the upper part of the Bela Cerkev 1 section (Bc1-8 to Bc1-12) and the Bela Cerkev 2 section (Fig. 10) are comparable.

Somewhat lower are the opal contents in samples from the Tunjice section. Distinguished by low opal content among these is sample Tu-7 which only contains 3.85 % opal, although there are no essential differences between these samples from the paleontological point of view. Likewise, low contents of opal (< 5 %) also occur in samples from the lower part of the Bela Cerkev 1 section (Tab. 3; Fig. 10), which again is inconsistent with paleontological analyses. The samples Bc1-7 and Šm-5 contain less than percentage of calculated opal. This is in agreement with paleontological examinations; namely, in the mentioned samples only sparse fragments of siliceous sponges and algae are preserved.

The amounts of biogenic opal calculated after Brewster are significantly lower (with a maximum of 18.6 % opal), and they also contain negative values. Negative values are obviously the consequence of combining the x-ray and chemical analyses owing to the high contents of carbonates. In sediments with prevailing carbonates, opal-A passes directly into quartz without an intermediate phase of opal-CT (Greenwood, 1973; Kastner et al., 1977). The opal contents calculated according to Brewster are also highly variable within the sections, and they do not agree with the results of mineralogic and chemical analyses. As an example, in the upper part of the Bela Cerkev 1 section the contents of opal vary between –1.5 and 8.7 %. The highest opal values calculated according to Brewster's method appear in the samples of the Tunjice section where the amounts are similar, again with the exception of sample Tu-7.

For these reasons, the amounts of opal are calculated below after the method of Boström et al. (1973), although these estimates are considered less precise.

Most of the clay minerals were brought into the sedimentary basin from the land. The mineral composition of clay minerals and mixed-layered clay minerals indicates that the differences are the result of paleotransport and not of diagenesis, since

the minerals were transported into the sedimentary basin from the land (Aničiæ et al., 2002). The resedimented mixed-layered clay minerals illite/montmorillonite with R = 0 ordering as diagenetic indicators suggest the beginning stage of diagenetic alteration of montmorillonite to illite and at a temperature at the most of 70 °C (Hower, 1981 cf. Mišič, 1998).

The presence of montmorillonite in certain samples indicates volcanism and possible transport by wind. In spite of the relatively important proportion of clay minerals in the examined samples it is not necessary that the prevailing input was by rivers, which would lower the salinity in the sedimentary basin.

The examined sections can best be distinguished by their contents of carbonates. The absence of carbonates in the Bela Cerkev 1 and 2 sections is probably a consequence of diagenesis, as supported by finds of frequent mollusc imprints, mainly of bivalves, whose skeletal parts are entirely dissolved. In other samples, the amount of removed calcite is not easy to determine. The proportion of biogenic carbonate is not only associated with aragonite since this mineral is unstable at low temperatures and passes into calcite (Deer et al., 1992). The transition of aragonite into calcite does not only depend on temperature but also on trace element contents. The admixture of strontium in the aragonite of skeletons prevents its transition into calcite (Yoshioka et al., 1986). In the examined samples the amounts of aragonite vary greatly, which is in a good correlation with the strontium contents in the sediments (Tab. 4). The samples with maximum strontium contain the highest aragonite. Therefore, it is possible to conclude that carbonate in the examined samples has a mostly biogenic origin. This is also confirmed by the thin section in which most of the carbonate clasts comprise the foraminifers and skeletal fragments of molluscs (Pl. 2, Fig. 2)

Plagioclase and dolomite were resedimented into the sedimentary basin.

The described lithologic difference among samples can be visualised in three-component diagrams (Fig. 11). These are considered the minerals exhibiting the highest variability: opal (siliceous skeletons), carbonates (skeletons of molluscs + foraminifers + ostracods + micrite) and clay minerals.

The examined diatomaceous sediments have

a variable composition, but not a single sample belongs to the real diatomites. In the literature numerous terms are found for naming diatomaceous sediments. In addition, these sediments are also distinguished by a highly variable mineral composition. For diatomaceous sediments of the Pannonian basin, Bárdossy and Hajós (1963) established a classification based on the contents of opal-A, clay minerals, carbonates and amount of clay fraction. The rocks of the Bela cerkev 1 section were determined as diatomites (Horvat et al., 1996) without, however, considering the contents of opal-A, which is essential for classifying diatomites as organogenic sediments. The studied samples can be subdivided with respect to their contents of opal-A, clay minerals and carbonate into three groups.

In the first group are the samples containing the highest quartz (> 30 %) and opal-A (around 30 %). In addition, they also contain a high proportion of clay minerals (53–64 %). All samples of this group also contain a tuff component (Ca montmorillonite) which, however, does not exceed 20 %. This group unites the samples of the Bela Cerkev 2 and the upper part of the Bela Cerkev 1 sections. According to the classification of Bárdossy and Hajós (1963), they can be termed diatomaceous siltstones.

The second group may associate those samples with a high carbonate content (> 60 %) and low quartz (< 15 %) respectively opal-A (< 4 %). The clay mineral contents are below 20 %. Samples of this group do not contain a tuff component. The samples of the lower part of the Bela Cerkev 1 and Šmarjeta sections belong to this group. According to the classification of Bárdossy and Hajós (1963) they should be termed diatomaceous limestones. Because the rocks have a clastic texture, a more suitable term for them would be diatomaceous marlstone or diatomaceous carbonate siltstone.

The third group of samples has a wider dispersion than the first two. Typical are the high contents of quartz (15–20 %) and opal-A (around 25 %), and relatively low contents of carbonates (< 45 %). The proportion of clay minerals is less than 50 %. Except for sample Tu-2 all samples contain tuffaceous minerals. Within this group, the samples Tu-2 and Tu-7 are distinguished by their lower contents of opal-A (< 10 %). The samples of this group could also be attributed to diatomaceous marlstone respectively diatomaceous carbonate siltstone with the exception

of sample Bc1-1. As the proportion of tuffaceous component in the latter sample exceeds 20 %, it may be termed tuffaceous diatomite. Belonging to this group are samples from the Tunjice section and one single sample from the Bela Cerkev 1 section (Bc1-1).

## GEOCHEMISTRY

Miocene in Central Paratethys is characterised by several ecologic changes associated with the extension of the sea, which is itself dependent on tectonic activity, paleogeography and ecologic changes. Certain biological and physicochemical ecologic factors of these changes can also be reflected in the chemical parameters of the sediments. Results of chemical analyses are listed in Tab. 4.

The  $TiO_2/Al_2O_3$  ratio can indicate changes in the paleocurrents energy of shallow water areas (Boström et al., 1973; Schmitz, 1987a; Spears & Kanaris - Sotiriou, 1976). The approach is based on the observation that titanium in the Earth's crust is bound in insoluble heavy minerals such as ilmenite, rutile, anatase and sphene. As a result of decomposition by weathering and transport to sedimentary basins, the weathered materials are hydrodynamically sorted. The greater the energy of suspension, the higher the relative contents of titanium minerals with respect to the aluminium-rich clay minerals (Schmitz, 1987a). At the same time, the aluminium and titanium indicate a high degree of accumulation closer to the continent, as both elements are exclusively terrigenous. The sediments in the centre of sedimentary basins in principle contain low amounts of these elements (Boström et al., 1973). Some authors also associate an increase of the Ti/Al ratio in sediments with a humid climate (Bhatt, 1974).

Barium is an element that accumulates in recent and fossil pelagic regions of increased or high bioproduction (Schmitz, 1987b; Schmitz et al., 1997). Barium is known along with organic silica as the best indicator of paleoproduction.

The next two indicators associated with production are phosphate and organic matter. In recent marine ecosystems there exists a positive correlation between the phosphorus input and the planktonic biomass (Jensen et al., 1995). Phosphorus is brought into seas and oceans by rivers as a

product of continental weathering. Phosphorus is mainly removed from the water column through assimilation by phytoplankton and through its incorporation into sediments (Toggweiler, 1999; Tyrrell, 1999). However, phosphorus is intensely recycled in the water column since only about one percent of the phosphorus used by phytoplankton remains trapped in the sediments (Toggweiler, 1999; Wignall, 1994). Therefore, in sediments usually only a small amount of phosphorus is present, and its amount in sediments poorly correlates with the bioproduction in the water column (Wignall, 1994).

In the same way increased bioproduction is important for the sedimentation of organic matter. The amount of organic carbon in sediments is often used as an indicator of paleoproduction (Müller & Suess, 1979; Berger & Herguera, 1992; Nave et al., 2001). Yet for the control of bioproduction of diatoms sometimes the temperature is more important than the availability of nutrients. Therefore, it is not surprising that the amount of opal-rich sediments does not always correlate with sediments rich in organic carbon (Wignall, 1994).

In the same line, the amount of organic carbon is dependent upon the composition and amount of clay minerals in samples. Illite and other clay minerals are capable of absorbing fast up to 350 % of their own mass of organic matter from the solution (Eagar & Spears, 1966). In these terms, the amount of organic carbon might be better correlated with the amount and composition of clay minerals than with the increased bioproduction.

Because of the closure effect, unprocessed, whole sample, multielement data have little significance. Therefore, I processed the rock analytical data according to Schmitz (1987b):

$$Y^* = f \times Y$$

where  $Y^*$  is the processed value of an individual chemical element,  $Y$  is the concentration of the element in the sample, and factor  $f$  is defined as the ratio between  $Al_2O_3$  average crustal abundance and  $Al_2O_3$  contents in the sample. The abundance of  $Al_2O_3$  in the Earth's average crust is 15 % (Wedepohl, 1995).

The  $TiO_2/Al_2O_3$  ratio in the Bela Cerkev 1 section varies between 0.65 and 0.9 (Fig. 12). In the lower part of the section the values gradually decrease upwards, from 0.71 in sample Bc1-1 to 0.65 in sample Bc1-6. Typical of the upper part of the

Bela Cerkev 1 section is the increase in values to 0.81 in sample Bc1-7. Further, they keep increasing upwards in the section, up to 0.91 in sample Bc1-12. An exception to this trend is sample Bc1-10.

The Bela Cerkev 2 section resembles in its  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio the upper part of the Bela Cerkev 1 section. Values in the Bela Cerkev 2 section are even slightly higher, reaching a maximum of 0.94 in sample Bc2-4 (Fig. 12).

In the Tunjice section, the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio values are again lower, varying between 0.64 and 0.70, and not changing much throughout the section (Fig. 12). The  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  values in the Tunjice section are similar to those in the lower part of the Bela Cerkev 1 section.

In the Šmarjeta section, the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  values resemble those in the Tunjice and lower part of the Bela Cerkev 1 sections (Fig. 12).

The iron contents follow in all examined samples the trend opposite to that of the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio (Fig. 13). Higher and similar are iron contents in the lower part of the Bela Cerkev 1, Tunjice and Šmarjeta sections. Lower and comparable are iron contents of samples in the upper part of the Bela Cerkev 1 and the Bela Cerkev 2 sections, where they attain the lowest value. Divergent from the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio is the sample Bc1-10 with maximum iron contents.

Contents of barium are similar in all samples with little variation (0.02–0.04 %), except for the lower part of the Bela Cerkev 1 section, where barium increases to 0.06–0.12 % (Fig. 15). In my opinion, the increased barium in the lower part of the Bela Cerkev 1 section cannot be associated with increased bioproduction since this does not agree with the remaining paleobioproduction indicators. As high barium values occur in samples with high carbonate contents, I believe that the contents of barium are associated with carbonates and not with barite. The increased production is reportedly reflected only by barium bound in barite (Schmitz et al., 1997). Possibly more realistic barium contents would be determined in the lower parts of the Bela Cerkev 1 section after first dissolving the carbonates in the samples, and then determining the barium. The barium contents in the samples are relatively low. In the areas of productivity they usually exceed one percent. Low barium concentrations in sediments could be associated with the so-called depth

effect. Near-shore areas of high bioproduction do not necessarily result in high barium contents in the sediments. The sediments are enriched with a barium deposit in deeper parts where high bioproduction is not observed in the water column. The reason for this depth-dependent deposition of biobarite is unknown (Schmitz et al., 1997).

The contents of opal-A are low in the lower part of the Bela Cerkev 1 section, but in its upper part they increase to 30–40 % (Fig. 14). Similarly high are the contents of opal-A in the Bela Cerkev 2 section. In the latter the values gradually decrease upwards. In the Tunjice section the abundance of opal-A in the central part of the section increases from 10 to 27 %, but in the upper part of the section it drops to a mere 3.8 %, which is similar to the contents in the lower part of the Bela Cerkev 1 section. In the Šmarjeta section, the contents of opal-A are low which correlates well with the paleontological results.

The amounts of organic carbon follow the trends of opal-A (Fig. 16). A larger difference can only be observed in the Šmarjeta section where organic carbon contents are high and comparable with those in the remaining samples. The high abundance of organic carbon in the Šmarjeta section can be explained by the rich macrofauna, since beds contain numerous test fragments of snails of the genus *Protoma*.

Contents of  $\text{P}_2\text{O}_5$  in the examined samples are low, nowhere surpassing 1%. The abundances of  $\text{P}_2\text{O}_5$  in all sections follow the trends of carbonate contents (Fig. 17).

## STRATIGRAPHY

Almost the entire time interval from Lower Oligocene to Upper Miocene the Central Paratethys was connected with neighbouring oceans and seas. Connections were only interrupted during six short intervals of the Central Paratethys' isolation (Rögl, 1998, 1999; Rögl & Steininger, 1983; Steininger & Rögl, 1984; Steininger et al., 1988; Steininger & Wessely, 2000). These isolation intervals and corresponding endemism coincide with regional sequence boundaries (Egerian/Eggenburgian – Aq-3/Bur-1, Eggenburgian/Ottangian – Bur-3, Ottangian/Karpatian – Bur-4, Karpatian/Badenian

– Bur-5/Lan-1, Badenian/Sarmatian – Ser-2, Sarmatian/Pannonian – Ser-3).

The Ottnangian/Karpatian boundary in the Central Paratethys is characterised by the inversion of the tectonic regime from compressional to extensional. The continental extension lowers the elevation of the land and, owing to the larger extension of land, this results in eustatic uplift and transgression (Flemming & Roberts, 1973). Extensional tectonics in the Central Paratethys were most intensive during the Middle Miocene (Royden, 1988; Prelogoviæ et al., 1998; Tari et al., 1992; Tari & Pamiæ, 1998; Tomljenoviæ & Csontos, 2001; Vakarcis et al., 1998). As a result of extension, on the margins of two geotectonic units (Alcapan and Tisza) and along the Midhungarian tectonic zone triangular sedimentary basins were formed (Csontos & Nagymarosy, 1998). With respect to their position, the dynamics and degree of subsidence in them were different (Royden, 1988; Tari et al., 1992). Therefore, in the central part of the Central Paratethys, where extension was stronger (Pannonian, Styrian, Danubian basins), the marine sedimentation with bathyal depths started already in Karpatian (Royden, 1988; Ebner & Sachsenhofer, 1995; Tari et al. 1992), whereas in the borderlands of the Central Paratethys marine sediments do not appear before the Badenian. This is precisely the reason for having in the Styrian wedge of the Slovenian region marine sedimentation that attains the depth of the upper and middle bathyal already in Karpatian (Rifelj & Jelen, 2001), whereas south of the Donat fault Karpatian marine facies do not occur at all. The role of the Donat zone has not been explained yet, although it can be visualised as a basin margin, or a submarine rise (Fodor et al., 2002). South of the Donat fault all marine sediments from Karpatian up to Upper Badenian can be found on the north-eastern slopes of Mt. Medvednica (Šikiæ, 1968).

Although the dynamics of sedimentary basins in the Central Paratethys are largely tectonically controlled, all global eustatic sequences (Haq et al., 1987a, b) can be observed in the Middle Miocene (Tabs. 12, 13). In Badenian in the Central Paratethys two transgression cycles (in Lower Badenian and Upper Badenian) can be detected, and a discontinuity in-between that can be marked by the sequence boundary Lan-2/Ser-1 (Haq et al., 1987a). Haq et al.

(1987a, b) dated the boundary at 15.5 million years, while for the European sedimentation basins and the Central Paratethys the boundary is set in the vicinity of the Langhian/Serravallian boundary at about 14.8 million years ago (Vakarcis et al., 1998; Vandenberghe & Hardenbol, 1998). The second regression phase occurs at the end of Badenian, and represents the sequence boundary Ser-2 which is, at the same time, also the Badenian/Sarmatian boundary. Haq et al. (1987a, b) proposed the start of the regression at 13.8 million years ago, and the start of the transgression cycle TB2.5 13.4 million years ago. Vandenberghe and Hardenbol (1998) set the sequence boundary at 13.6 million years ago. In Sarmatian there again follows a transgression (HS TB2.5) that ends with the sequence boundary Ser-3, which is also the Sarmatian/Pannonian boundary (Tabs. 12, 13).

Sequence boundaries usually reflect relative drops of sea level that are a function of eustasy and tectonic subsidence of sedimentary basins. However, while eustasy records global changes in the height of the sea level owing to increasing continental glaciation, tectonics reflects more or less local changes in the dynamics of sedimentary basins that differ from basin to basin. The association of eustatic events with glacioeustasy is documented with stable isotopes. They can be a measure of changes of sea level or, indirectly, of ice volume. The glacial ice is depleted with a heavy oxygen isotope, and inversely, ocean water is enriched by a heavy oxygen isotope. During growth of the ice sheet,  $\delta^{18}\text{O}$  of sea water is heavier and, during the retreat of the ice sheet,  $\delta^{18}\text{O}$  of sea waters becomes lighter. The comparison of isotopic events (Abreu & Haddad, 1998) and sequence boundaries in the Central Paratethys exhibits a good correlation of isotopic and eustatic curves (Fig. 38). The growth of the ice sheet can be correlated with sequence boundaries, while the events of light  $\delta^{18}\text{O}$  coincide well with transgressions, or with intervals of maximum floodings. This correlation supports the idea of glacioeustasy as the controlling factor of sedimentation in the Central Paratethys.

## DIATOM BIOZONATION OF THE CENTRAL PARATETHYS

Since diatoms are regarded as good indicators of ecologic changes, especially changes of water salinity, bathymetry and nutrients supply, it can be expected that eustatic changes will also be reflected in the ecologic composition of diatom assemblages. On the basis of ecological and evolutionary changes of diatom assemblages, in the Badenian of the Central Paratethys two transgression diatom assemblages can be distinguished, separated by an intermediate regression assemblage, and an additional regression diatom assemblage at the end of the Badenian, which all conforms with results of the sequence stratigraphy. The Central Paratethys Lower Sarmatian diatom assemblage can also be equally well related with the Lower Sarmatian transgression, although the regional relations are less clear because of the influence of local tectonics.

In the Central Paratethys sediments occur containing siliceous algae throughout the Miocene. The most numerous and best explored are localities in Hungary, Czech Republic and Slovakia where diatoms have been under intense study during the last few decades. On the basis of changes in the evolution of Miocene diatoms in Central Paratethys, several diatom and silicoflagellate biozonations (Tab. 12) were established (Hajós, 1986, 1987; Řeháková, 1977; Dumitrică, 1978). In Slovenia continuous sections with diatoms have not been found. However, in all sections the diatom assemblages are comparable with those from other Central Paratethys localities. The diatom biozones established for the Central Paratethys (Hajós, 1986, 1987; Řeháková, 1977) have not been satisfactorily dated. The zones are mainly defined as cenozones. By considering the first occurrence datum (FOD) and last occurrence datum (LOD) of index diatom taxa that can be correlated with the Atlantic and Pacific, the conclusion can be made that the mentioned Central Paratethys diatom biozones do not correspond to the correct temporal succession.

On the basis of diatom assemblages and index diatom taxa studied in Hungary, Hajós (1986) made a subdivision of Karpatian, Badenian and Sarmatian into five diatom biozones (Tab. 12). The *Rhaphoneis paralis* biozone is characteristic of Karpatian. The lower boundary is defined by

the appearance of several species of the genus *Rhaphoneis*: *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis* and *R. scalaris*. The top of the biozone is marked by the appearance of endemic limnobrackish species, and the disappearance of purely marine taxa. Several species had their acme here: *Delphineis penelliptica*, *D. biseriata*, *Rhaphoneis parvula*, *Sceptoneis hungarica* and *Thalassionema obtusa*. Also characteristic of the biozone are the species *Rhaphoidodiscus marylandicus*, *Denticulopsis lauta*, *Coscinodiscus lewisianus* and *Actinocyclus ingens*. Hajós correlated the *Rhaphoneis paralis* biozone with the *Rhaphoidodiscus marylandicus* biozone of Řeháková (1977) that she established for the Karpatian of the South Slovak Neogene basin, the Vienna basin and the Carpathians (Tab. 12). The mentioned assemblage is characteristic of a marine environment of normal salinity, which is also confirmed by the presence of silicoflagellates. The *Rhaphoidodiscus marylandicus* biozone can be correlated with the upper part of a nannoplankton NN4 biozone and the lowermost part of a nannoplankton NN5 biozone (Řeháková, 1977).

The correlation of diatom biozones with nannoplankton biozonation as reported by Řeháková (1977) clearly suggests that the mentioned diatom assemblage does not belong to Karpatian, but to Lower Badenian. If we limit ourselves to species with which to temporally and paleoecologically compare Hajós's (1986) and Řeháková's (1977) biozonations (*Denticulopsis lauta*, *Coscinodiscus lewisianus*, *Actinocyclus ingens*), it may also be concluded that the dating of both biozonations is wrong. The species *Actinocyclus ingens* appeared in low geographic latitudes within the subzone A (Barron, 1985a) of low latitudes the planktonic *Cestodiscus pelum* biozone (within the interval of 16.4–15 m. y.; see Tab. 13). The FOD of *Actinocyclus ingens* in high geographic latitudes has been dated at 16.2 million years (Censarek & Gersonde, 2002); regardless of that, the occurrence of *A. ingens* in low geographic latitudes is younger than in the high latitudes (Barron, 1985b). The planktonic species *Denticulopsis lauta* also represents an element of the medium and high geographic latitudes that did not appear in low latitudes before 15.9 million years (Barron, 1985a). *Coscinodiscus lewisianus* is a species of a wide stratigraphic range (FOD  $\approx$  24 m. y.; LOD  $\approx$  13.5 m. y.). Also similar are the results

of stratigraphic range of *Rhaphoneis* and *Delphineis* species (Andrews, 1975, 1977) since the species that occur in the Central Paratethys do not appear before Langhian (Badenian). *Rhaphoneis* and *Delphineis* are frequent in the Miocene sediments of Atlantic west coast. Benthic species *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delphineis penelliptica* and *D. biseriata* do not occur before Langhian, and are typical of Langhian and Serravallian (Andrews, 1978). They are abundant in the Atlantic biozone *Denticulopsis ovata* (14.7–14.3 m. y.) as well as in the biozone *Rhaphoneis paralis* (14.1–13.5 m. y.). *Rhaphoidodiscus marylandicus* is an Atlantic index species of the *Denticulopsis ovata* biozone (Tab. 13). The FOD and LOD of *Rhaphoidodiscus marylandicus* are within the *Denticulopsis ovata* biozone (Andrews, 1978).

On the basis of the first occurrence of index diatom species (Tab. 14) and the sequence stratigraphy (Haq et al. 1987a, b; Vanderberghe & Hardenbol, 1998; Vakarcs et al. 1998), I consider the 'Karpatian' biozones *Rhaphoneis paralis* (Hajós, 1986) and *Rhaphoidodiscus marylandicus* (Řeháková, 1977) to be younger than 16.4 million years, which represents the Karpatian/Badenian boundary. Therefore, they should be correlated with the Lower Badenian eustatic maximum HS TB2.3 (Tab. 12).

Then follows the *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone. Its lower boundary is defined by the complete absence of marine fauna and mass occurrence of a limnibrackish diatom assemblage (Tab. 14): *Coscinodiscus pannonicus*, *Melosira agraria*, *M. bituminosa*, *Navicula bituminosa*, *N. halionata*, *Stephaodiscus kanitzii* and *Surirella costata* (Hajós, 1986). In the *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone the silicoflagellates and ebridians are also absent. On the basis of the distribution of different taxa, the biozone can be divided into two subzones (Tab. 14). The upper boundary of the *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone is marked by the appearance of the marine diatom taxa. Řeháková (1977) did not mention any biozone with a limnibrackish diatom assemblage in the South Slovak Neogene basin, in the Vienna basin nor in the Carpathians.

The *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone cannot be correlated with cosmopolitan index diatom species since the assemblage is

endemic, and most of forms can only be found in the Central Paratethys. With regard to the stratigraphic position and regression character of flora, the biozones can be correlated with the regressional part of the TB2.3 cycle (LSW TB2.3) (Haq et al., 1987a, b), respectively of the Lan-2/Ser-1 sequence boundary (Vandenberghé & Hardenbol, 1998; Vakarcs et al., 1998).

What then follows is the *Actinocyclus ingens* biozone (Hajós, 1986). Its lower boundary is defined by the disappearance of the limnibrackish diatom taxa and appearance of marine diatom taxa. The following appear repeatedly: *Coscinodiscus globosus*, *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delphineis penelliptica*, *Denticulopsis lauta*, *D. biseriata*, *D. lineata* and *Stephanogonia actinoptychus*. *Actinocyclus ingens* attains its acme here. Within the *Actinocyclus ingens* biozone is the FOD of *Liradiscus plicatulus*, *Dimerogramma tortonica*, *Chasea tortonica* and *Rhaphoneis gratiosa*. The planktonic *Thalassionema nitzschioides* is predominant in some beds. Hajós (1986) correlated the *Actinocyclus ingens* biozone with the nannoplankton NN5 and NN6 biozones and the upper part of Řeháková's (1977) *Coscinodiscus lewisianus* biozone and *Denticula punctata* biozone. The lower part of the *Denticula punctata* biozone is defined by the FOD of *Denticulopsis hustedti* and *D. punctata* (Řeháková, 1977). The index taxa for the *Denticula punctata* biozone are: *Actinocyclus ingens*, *Thalassionema nitzschioides*, *Stephanopyxis turris*, *Coscinodiscus vetusissimus* and *Coscinodiscus lewisianus*. The upper part of the *Denticula punctata* biozone is not defined. Řeháková (1977) placed the *Denticula punctata* biozone into the upper part of the Lower Badenian of the Vienna and Danubian basins (Tab. 12).

In the Badenian samples in the Krško basin species reported by Řeháková (1977) and Hajós (1986) occur together. If considering only the index species that can also be correlated with biozonations outside the Central Paratethys, such a species is primarily *Denticulopsis hustedti*. The FOD of *D. hustedti* in high geographic latitudes is 14.2 million years (Barron, 1985b; Censarek & Gersonde, 2002), whereas the FOD in low latitudes was much earlier (Barron, 1985b). The FOD of *Denticulopsis punctata* coincides with the FOD of *Denticulopsis hustedti*. Schrader (1973b) put the evolutionary



occurrence of *D. hustedti* and *D. punctata* at the lower boundary of the NE Pacific biozone 23, which is about 15 million years ago (Barron, 1985b). Barron (1985a) mentioned in the equatorial Pacific the *Denticulopsis hustedti*–*Coscinodiscus lewisianus* biozone and placed it in the middle part of the radiolarian *Docadospyris alata* biozone (15.65–11.95 m. y. after Sanfillipo & Nigrini, 1998). That can be correlated with the upper part of the nannoplankton CN4 biozone and the lower part of the CN5 nannoplankton biozone (Tab. 13), which corresponds to the upper part of the NN5 nannoplankton biozone (Berggren et al., 1995).

In the western Mediterranean the FOD of *D. hustedti* is usually set at the lower boundary of Barron's (1985b) *Coscinodiscus lewisianus* biozone dated at 14.2 million years ago (Bustillo & López García, 1997). Hajós (1986) mentioned the first occurrence of the species *D. hustedti* in the younger *Navicula pinnata* biozone, which she defined as regressional. The species *D. hustedti* is a planktonic stenohaline marine species characteristic of cold-water masses. Therefore, the FOD of *D. hustedti* can by no means be linked to an assemblage of a regression character. In the Slovenian part of the Central Paratethys *D. hustedti* is found in samples in which silicoflagellates and ebridians reach their highest diversity and abundance, which is proof of the transgression character of *D. hustedti* in the Central Paratethys. The same can be concluded from the results of Řeháková (1977).

According to the FOD of *D. hustedti*, the correlation with nannoplankton and radiolarian biozones and the transgression character of the assemblage, the *Actinocyclus ingens* biozone (sensu Hajós, 1986) should be Upper Badenian and can be correlated with the eustatic maximum of the TB2.4 cycle (Haq et al. 1987a, b).

Then follows the *Navicula pinnata* biozone. The lower boundary of the biozone is marked by the extinction of marine taxa of the *Actinocyclus ingens* biozone and spread of the species which had their acme here: *Navicula pinnata*, *Rhaphoneis gratiosa*, *R. mediopunctata*, *Plagiogramma bipunctatum* and *Cocconeis pseudomarginata* (Hajós, 1986). Several Sarmatian taxa appear here: *Dictyonis hungarica*, *Mastogloia castracanei*, *Triceratium laetum*, *Navicula latissima*, *Surirella baldjickii* and others (Tabs. 14, 15). The upper boundary of the

biozone is marked by the mass extinction of *Plagiogramma bipunctatum*, *Rhaphoneis gratiosa*, and the characteristic Badenian marine species. The *Navicula pinnata* biozone does not contain any silicoflagellates (Hajós, 1986). The *Navicula pinnata* biozone could be stratigraphically correlated with the last Badenian regression interval of the TB2.4 cycle (Haq et al. 1987a, b).

The *Navicula pinnata* biozone is overlain by the Lower Sarmatian *Anaulus simplex* biozone (Hajós, 1986). Its lower boundary is marked by the mass occurrence of new species: *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis*, *Dimidiata saccula*, *Coscinodiscus doljensis*, *Achnanthes baldjickii*, *Cymatosira biharensis*, *Grammatophora insignis* var. *doljensis*, *Caloneis liber* var. *zagrebiensis* and many other endemic species (Tab. 15). The upper boundary of the biozone is defined by the extinction of these index taxa. The *Anaulus simplex* biozone can be correlated with the *Coscinodiscus doljensis* biozone of Řeháková (1977) for which a similar diatom assemblage is characteristic.

On the basis of new chronologic data on certain index diatom taxa and the agreement of paleoecologic trends in diatom assemblages with regional tectonic and eustatic events, a new diatom biozonation for Badenian and Sarmatian of the Central Paratethys should be given. Certainly, I am aware of the fact that the proposed biozonation is largely inductive since it is based merely on the literature and is not proved in continuous sections in the field on clearly established stratigraphic sequences. Therefore, the role of endemic species has also not been verified and confirmed although their occurrences were solidly correlated with sequence stratigraphy. However, the proposed biozonation has been chronologically correlated with the FOD and LOD of the planktonic cosmopolitan species. So this allows a geochronologic, sequence and chronostratigraphic correlation. Therefore, the following biozones for Badenian and Sarmatian of the Central Paratethys have been proposed (Tab. 12):

#### *Actinocyclus ingens* Biozone

The lower boundary of the biozone is defined by the FOD of *Actinocyclus ingens*, and the upper boundary by the first occurrence of endemic limnobackish taxa characteristic of the *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone. The

biozone can be designated as an interval zone.

Also typical of the biozone is the occurrence of the species: *Rhaphoneis paralis*, *R. affinis*, *R. scalaris*, *Delphineis penelliptica*, *D. biseriata*, *Rhaphoidodiscus marylandicus*, and *Coscinodiscus lewisianus*. The FOD of *Denticulopsis lauta* is within the biozone.

The age of the *Actinocyclus ingens* biozone is Lower Badenian. It can be correlated with the TB 2.3 cycle (Haq et al. 1987a, b) and with the upper part of the nannoplankton NN4 biozone (Berggren et al., 1995).

#### *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* Biozone

The biozone is defined sensu Hajós (1986). Its base is marked by a complete absence of marine taxa and the mass occurrence of limnobrackish diatom taxa. The top is marked by the appearance of marine diatom taxa. The biozone can be considered a cenozoone.

For this biozone the endemic limnobrackish species *Coscinodiscus pannonicus*, *Melosira agria*, *M. bituminosa*, *Navicula bituminosa*, *N. halionata*, *Stephanodiscus kanitzii* and *Surirella costata* are characteristic.

The *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone was stratigraphically set at the Lower/Upper Badenian boundary. The biozone can be correlated with the regression part of the LSW TB2.3 cycle (Haq et al., 1987a, b), or with the Lan-2/Ser-1 sequence boundary (Vandenberghé & Hardenbol, 1998; Vakarcs et al., 1998), the uppermost part of the NN4 nannoplankton biozone, and the lower part of the NN5 nannoplankton biozone (Berggren et al., 1995).

#### *Denticula hustedti*–*Denticula lauta* Biozone

The lower boundary of the biozone is defined by the mass occurrence of marine diatom taxa that occur already in the *Actinocyclus ingens* biozone and the FOD of *Denticulopsis hustedti*. Its upper boundary is defined by the LOD of the species *Actinocyclus ingens*. The biozone can be termed a concurrent zone.

Characteristic of the biozone is the mass occurrence of *Thalassionema nitzschioides* and of silicoflagellates that here attain their highest diversity.

The age of the *Denticula hustedti*–*Denticula*

*lauta* biozone is Upper Badenian. The biozone can be correlated with the eustatic maximum of the TB2.4 cycle (Haq et al. 1987a, b), and with the upper part of the NN5 nannoplankton biozone (Berggren et al., 1995).

#### *Navicula pinnata* Biozone

The zone is defined sensu Hajós (1986). Its lower boundary is marked by the LOD of *Actinocyclus ingens*, and its upper boundary by the LOD of *Plagiogramma bipunctatum* and *Rhaphoneis gratiosa* and the FOD of the index Sarmatian taxa *Anaulus simplex*, *Nitzschia doljensis* and/or *Coscinodiscus doljensis*. The biozone can be termed a cenozoone.

In this regression biozone, characterised by the extinction of typical marine forms, the *Navicula pinnata*, *Rhaphoneis gratiosa*, *R. mediopunctata*, *Plagiogramma bipunctatum* and *Cocconeis pseudomarginata* reached their acme. No silicoflagellates and ebridians are present within the biozone.

The age of the biozone is uppermost Badenian. The biozone can be correlated with the upper part of the TB 2.4 cycle and LSW TB 2.5 (Haq et al. 1987a, b), with the Ser-2 sequence boundary (Vandenberghé & Hardenbol, 1998; Vakarcs et al., 1998), and the uppermost part of the NN5 nannoplankton biozone (Berggren et al., 1995).

#### *Anaulus simplex* Biozone

The lower boundary is defined by the FOD of the index Sarmatian taxa: *Anaulus simplex*, *Achnanthes baldjikii*, *Nitzschia doljensis* and *Coscinodiscus doljensis*. The upper boundary of the biozone is marked by the LOD of the same species. The biozone can be termed an acrozone.

Variable salinity is characteristic of the biozone, indicated by the presence in certain horizons of stenohaline silicoflagellates, ebridians, nannoplankton and planktonic *Chaetoceros* resting spores (Tab. 1; Figs. 19–37) that suggest a connection with a normal marine environment, in other horizons oligohaline and mesohaline epiphytic genera with numerous endemic species, and in still others increased contents of land holophobous species, a sign of increased erosion (Fig. 34). The assemblage typical of the biozone *Anaulus simplex* is brackish-marine (mesohalobic). The presence of stenohalines can be associated with transgression that invaded

the Central Paratethys in Lower Sarmatian as a result of the Arabian plate northward shift along the Anatolian fault system. This shift opened a narrow longitudinal marine connection with the eastern Mediterranean (Rögl, 1998; Steininger & Wessely, 2000; Magyar et al., 1999; Ivanov et al., 2002). In spite of this transgression, the character of the sedimentary basins was largely controlled by local tectonics. Supporting this concept is the alternation of various ecologic diatom assemblages that do not follow any uniform trend.

The age of the *Anaulus simplex* biozone is Lower Sarmatian. The biozone can be correlated with the transgression part of the TR TB 2.5 cycle (Haq et al., 1987b), and the lower part of the NN6 nannoplankton biozone (Berggren et al., 1995).

#### THE SILICOFLAGELLATE CENTRAL PARATETHYS BIOSTRATIGRAPHY

Silicoflagellates as exclusive planktonic and marine organisms are rare in the Central Paratethys due to the varying ecological circumstances resulting from intense tectonics and eustatic changes, and therefore they are less usable in stratigraphy. In the Central Paratethys silicoflagellates only appear in the sequences of eustatic maximums (Bachmann et al. 1963; Hajós, 1968; Bachmann, 1971; Dumitrică, 1978a). In the examined sections, except the sample from Šentjernej and partly sample Šm-5 from the Šmarjeta section, silicoflagellates are rare in all remaining samples. They also have a low diversity, in the samples usually only one single or two species are found (Tab. 1). Also small are the numbers of individuals so that the relative frequencies of species could only be counted in the Šentjernej sample (Fig. 39).

In the sample the species *Distephanus crux*, s. l. (69.2 %) prevails, while all other species tend to be relatively rare, with the three-percent value only being exceeded by the form *Ds. crux longispinus* (11.6 %) and the species *Paracannopilus picasso* (5.8 %). In all other samples the species *D. crux*, s. l. is also the most numerous. Similar assemblages with a somewhat larger diversity, however, have also been found in Austria (Bachmann et al., 1963) and Hungary (Hajós, 1968). In Badenian marlstones

of the surroundings of Frättingsdorf in Austria the most frequent species is *Distephanus crux* (44 %), while also relatively abundant are *Paracannopilus picasso* (8.1 %) *Cannopilus hemisphaericus* (6.9 %) and species of the genus *Dictyochoa* (14 %) (Bachmann et al., 1963).

The standard silicoflagellate biozonation of Martini (1971, 1972) attributes the upper part of Lower Miocene and Middle Miocene to the unique *Corbisema triacantha* biozone. Perch - Nielsen (1985) divided Martini's *Corbisema triacantha* biozone into two subzones: the lower *Cannopilus schulzii* subzone and the upper *Distephanus stauracanthus* subzone. Dumitrică (1978a, b) distinguished two silicoflagellate assemblages in the Central Paratethys: the Lower Badenian 'Paracannopilus picasso assemblage' and the Upper Badenian 'Distephanopsis stauracanthus assemblage' (Tab. 12). The two horizons are stratigraphically separated on the basis of radiolarian beds with which silicoflagellate occurrences are also associated. The radiolarian clayey marlstones from the surroundings of Frättingsdorf in Austria, containing the silicoflagellate of 'Paracannopilus picasso assemblage', were ranged in the centre of the lower part of the radiolarian *Dorcadospyris alata* biozone. Radiolarian shales in the southern and eastern Carpathians (Romania, Poland and Ukraine) that contain the silicoflagellate 'Distephanopsis stauracanthus assemblage' were ranged in the centre of the upper part of the radiolarian *Dorcadospyris alata* biozone that has been dated at 15.98–11.95 million years (Sanfilippo & Nigrini, 1998). The stratigraphic range of the radiolarian *Dorcadospyris alata* biozone is very broadly defined, as it comprises almost the entire Middle Miocene. Perch - Nielsen (1985) placed the FOD of *Distephanus stauracanthus* to the NN5/NN6 nannoplankton biozones (13.6 m. y.) which corresponds to the Badenian/Sarmatian boundary. Consequently, the Upper Badenian 'Distephanopsis stauracanthus assemblage' of Dumitrică (1978a) is obviously younger.

The assemblage from the Šmarjeta and Šentjernej sections can be compared with Dumitrică's 'Paracannopilus picasso assemblage'. Because of parallel diatom dating which determines the Upper Badenian it could not be placed into Lower Badenian. Further, after discussing the Slovenian materials with the author, Dumitrică (per-

sonal communication) considered that it belongs to Upper Badenian.

Hajós (1987) proposed for Badenian the *Distephanus crux* f. *longispina* biozone that chronologically corresponds to her diatom *Actinocyclus ingens* biozone (Tab. 12). Because the subspecies *Ds. crux longispinus* is also found in Sarmatian beds, I think it is more appropriate to name the Upper Badenian silicoflagellate biozone after *Paracannopilus picasso* (Tab. 12) since the species *Paracannopilus picasso* in the realm of the Central Paratethys is not found in younger beds. What remains unclear, however, is the lower boundary of the biozone established in this way since the FOD and LOD of *Paracannopilus picasso* are unknown (Tab. 16).

For Lower Sarmatian of the Central Paratethys in Croatia, Bosnia and Herzegovina (Jerkoviæ, 1965, 1969) and Hungary (Hajós, 1978, 1986) endemic forms of silicoflagellates of the genus *Deflandryocha* are characteristic, for which the reduction and simplification of apical skeleton are typical. In Sarmatian beds in Slovenia these forms have not been found. The reason for such a drastic geometric simplification of the skeletons of protists that are so extremely sensitive to environmental changes has been explained by ecological stress (Guex, 1993). I think that for the Lower Sarmatian silicoflagellates the greatest ecological stress involved reduced salinity since silicoflagellates do not tolerate salinity below 20‰ (Tappan, 1980). One possible explanation here is that at this time in the western part of the Central Paratethys salinity was not reduced so drastically as to produce evolutionary changes.

The dissolution of skeletons represents a less probable reason since skeletons of the genus *Deflandryocha* are much more robust and thicker than those of the genus *Distephanus* that remained preserved in the samples. The species of the genus *Distephanus* (*Ds. crux*, s. l., *Ds. schauinslandii*) found in the Lower Sarmatian samples still live today in marine water of normal salinity.

The species of the genus *Deflandryocha* are typical and easily recognisable, and for the Central Paratethys region they are certainly good Lower Sarmatian index fossils. However, they were not found in Slovenian localities. Therefore, as a Lower Sarmatian index species I propose for Slovenia the silicoflagellate *Distephanus schauinslandii*. According to the literature, this species does not appear in

the Central Paratethys before the Sarmatian and it occurs in most known Lower Sarmatian localities (Jerkoviæ, 1965, 1969; Bachmann, 1971). Also the forms listed by Hajós (1978, Pl. 13, Figs. 1–4) and Hajós & Řeháková (1974, Pl. 1, Figs. 8, 9) as species *Ds. crux* belong to the species *Ds. schauinslandii*.

## STRATIGRAPHIC CORRELATION OF THE SECTIONS

Due to diatom and silicoflagellate stratigraphy the examined sections of diatomaceous sediments in Slovenia are in the Upper Badenian and Lower Sarmatian age.

The Šentjernej section can be ranged on the basis of diatom assemblage: *Actinocyclus ingens*, *A. tsugaruensis*, *Chasea tortonica*, *Coscinodiscus vetustissimus*, *Denticulopsis hustedti*, *D. lauta*, *Dimerogramma tortonica*, *Liradiscus plicatulus*, *Rhaphoneis gratiosa* and *Stephanopyxis multispinosa* to the Upper Badenian *Denticulopsis hustedti*–*Denticulopsis lauta* biozone. The silicoflagellate *Paracannopilus picasso* biozone of the Šentjernej section can also be ranged to Upper Badenian on the basis of silicoflagellates (Tab. 12).

The assemblage can be compared to assemblages from localities in Hungary (Mecsek, northern Hungary; Hajós, 1986), Austria (environs of Frattingsdorf in the Vienna basin) and Slovakia (Řeháková, 1978).

From the Šentjernej locality a rich macrofauna has also been described. Mikuž (1982) attributed it to the *Protoma*–*Turritella* assemblage. Based on the foraminifer *Virgulinea* sp. found in the same beds, Mikuž (1982) also placed the mentioned gastropod assemblage from Vajndol to the Upper Badenian.

Owing to the low abundance of diatoms in the samples the biostratigraphy of the Šmarjeta section is less clear. Among the index diatom taxa in the Šmarjeta section only *Actinocyclus ingens* and *Dimerogramma tortonica* can be found. I nevertheless consider that the Šmarjeta section is also Upper Badenian (Tab. 12), as the stratigraphic range of *Dimerogramma tortonica* is only limited to Upper Badenian (Tab. 14; Hajós, 1986). An additional indication of Upper Badenian age comes from the silicoflagellate assemblage, in spite of its low diversity; in sample Šm-5 the species *Paracannopilus*

picassoii was found. Also the similar composition of macrofauna as in the Šentjernej section (*Protoma* >> *Turritella* and *Pereiraea gervaisi*) suggests the same age of both sections.

In samples taken near Šmarjeta, Pavšič (oral communication) determined the nannoplanktonic species: *Braarudosphaera bigelowii*, *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Helicosphaera carteri*, *H. obliqua*, *H. recta* and *Pontosphaera multipora*. A similar assemblage was reported by Bachmann et al. (1963), Lehotayova and Molčikova (1978) as well as Pavšič and Mihajlovič (1981). The mentioned assemblage has been stratigraphically correlated to the NN5–NN6 nannoplankton zone which is stratigraphically in good agreement with the diatoms and silicoflagellates.

All remaining sections (Tunjice, Bela Cerkev 1 and Bela Cerkev 2) and the borehole Si-1 can be ranged on the basis of diatoms, and in instances also of silicoflagellates, to the Lower Sarmatian *Anaulus simplex* biozone (Tab. 12). All samples from all mentioned localities in fact contain typical Lower Sarmatian microflora which can at the same time be found in the whole Central Paratethys. Every sample contains at least one of the Lower Sarmatian index species: *Achnanthes baldjikianii*, *Anaulus simplex*, *Coscinodiscus doljensis* and/or *Nitzschia doljensis*. Also typical of samples containing silicoflagellates is the species *Distephanus schauinslandii*.

The Sarmatian diatom assemblage in sections from Slovenia can be compared with those from Croatia (Jurilj, 1957), Hungary (Hajos, 1978, 1986), Czech Republic, Slovakia (Řeháková, 1977; Hajós & Řeháková, 1974) and Bulgaria (Temniskova - Topalova, 1979, 1982; Temniskova & Valeva, 1979).

For beds around Bela Cerkev the Sarmatian age was also proved with foraminifers by Pierau (1958). From the accompanying geological map we can conclude that he studied the same belt of sedimentary rocks. His results can be compared lithologically and biostratigraphically with the lower, carbonate part of the Bela Cerkev 1 section (Fig. 2).

Pavšič (1986) determined in samples taken from borehole Si-1/86 calcareous nannoplankton characteristic of the upper part of Lower Miocene that had been obviously redeposited in the basin.

A layer of sandy silt in the Cerkev 2 section,

lying below the diatomaceous sediments (Fig. 3), contains numerous gastropods and bivalves. Especially on the basis of individuals of species and subspecies *Cardium vindobonense vindobonense*, *Gibbula hoernesii* and numerous shells of various small *Rissoa* and *Ervilia*, these beds can be placed in the Rissoan–ervillian horizon of the Lower Sarmatian (Mikuž, personal communication).

## PALEOECOLOGY

### PRINCIPLES OF DIATOM PALEOECOLOGICAL ANALYSIS

The study of diatoms is a valuable tool for reconstructing the paleoecological changes of open seas and coastal areas. The abundance of diatoms in surface sediments of oceanic and coastal areas is positively correlated with primary production, the contents of inorganic phosphorus and sea currents (Maynard, 1976; Schuette & Schrader, 1981).

The main problem of studying fossil diatoms and their paleoecology is the poor state of their preservation in certain sedimentary environments. Diatoms are in environments of poor input of nutrients non-competitive with respect to other primary producers. This is true for the availability of main nutrients such as nitrogen and phosphorus. Their development can also be prevented by the absence of trace elements such as iron (Behrenfeld et al., 1996; Coale et al., 1996a, b; Frost 1996; Hutchins & Bruland, 1998; Kolber et al., 1994; Martin et al., 1994; Toggweiler, 1999). Another reason for the low diatom presence in the sediments is the undersaturation of sea water and pore waters in sediments with respect to silica (Tréguer et al., 1995) resulting in the increased dissolving of frustules, especially at the high pH values that are typical of carbonate sediments.

The classic method of diatom paleoecological studies consists of an analysis of fossil assemblage composition and a consideration of the relevant autecological characteristics of present taxa. The data of autecologic parameters for genera were resumed mainly after: Hustedt (1930, 1959, 1966), Hendey (1964), Round et al. (1990), Vos & de Wolf (1993 a, b) and de Wolf (1982). These data were completed by data from the literature cited in the chapter on

systematic paleontology. The relative frequency of genera in the analysed samples and their ecologic parameters are listed in Tab. 5.

The purpose of the paleoecologic studies was to help understand the changes in the marine environment of the western part of the Central Paratethys during the Badenian and Sarmatian. The most frequently used ecologic parameters for the study of eustatic oscillations involve a classification of diatoms on the basis of salinity and life form.

For classifying diatom in salinity groups a somewhat modified halobian system of Hustedt (1957) was used. The halobion system of Hustedt is widely used, and the autecologic data on salinity for species are mainly related to this system. With respect to the amount of salts dissolved in water, four ecologic groups are distinguished:

polyhalobous: > 30 ‰ of dissolved salt in water  
 mesohalobous: 5–30 ‰ of dissolved salt in water  
 oligohalobous: 0.2–5 ‰ of dissolved salt in water  
 halophobous: < 0.2 ‰ of dissolved salt in water.

The polyhalobous group incorporates exclusively marine genera that do not tolerate reduced salinity. The mesohalobous group contains marine-brackish genera and species that usually live in brackish water, but are still associated with a marine environment. The oligohalobous group contains brackish-freshwater genera and species that no longer tolerate marine circumstances. They may live in brackish as well as fresh water. For the oligohalobous group, in contrast to Hustedt I lifted the upper limit of salinity to 5 ‰. Estuarine taxa are thereby also included because the biological limit of this taxa is in the 2–5 ‰ salinity range (Admiraal, 1984; Vos & de Wolf, 1993a). The halophobous group includes exclusively freshwater genera and species that do not tolerate any salinity increase. These are generally continental forms living in streams and lakes. Some euryhaline and salinity-insensitive genera exceed the ranges of a particular group. Such cases were joined to a particular group with respect to the assemblage in which they were found.

With respect to the way of life, diatom genera were classified in two ways. In the first they were classified according to their life form and, in the second way, with respect to the depth of water which they were connected to during life. With regard

to life form, two groups, namely planktonic and benthic, were distinguished. The planktonic group includes genera which only lived in plankton, and the genera representing tychoplankton (e.g. *Paralia*) meaning they live as plankton but may also spend part of their life as benthos. Benthos has been subdivided into three separate groups. The epilithic group includes genera that live on sediment. This benthic group is more independent of water depth and tolerates deeper water since most genera are mobile. The epiphytic group includes genera that live attached to macrophytes. This benthic group is more dependent on water depth since the organisms are linked with the biologic requirements of macrophytes and, at the same time, these genera are mostly immobile. Representatives of this group usually live in water of shallower depth than epilithes. The aerophytic group includes genera that are adapted to life in air, and are submerged only periodically. Many diatom genera live in plankton, but on the littoral, and during life they are not associated with deeper sea areas to which the term plankton is usually applied. Therefore, as a paleoecologic parameter the ratio between the littoral and the pelagic genera was also used.

In addition to changes in the environment the diatoms also indicate other paleoceanographic parameters. Certain, especially planktonic diatoms are associated with increased productivity (e.g. *Paralia sulcata* and *Chaetoceros* resting spores).

*Paralia sulcata* is a cosmopolitan species most frequently occurring in shallow water enriched with nutrients, and it is an indicator of high littoral bioproduction (Andrews, 1987; Abrantes, 1988; Bárcena et al., 2001; Bárcena & Abrantes, 1998; Schrader et al., 1993; Stabell, 1983, 1986). *Paralia sulcata* has been qualified as a benthic species (Round et al., 1990) but, according to more recent research, it is an important component of phytoplankton as well (Hobson & McQuoid, 1997). It is found as phytoplankton at all depths between 0 and 175 m (Zong, 1997). *P. sulcata* thrives best in environments of low light intensity, increased amounts of nutrients, at temperatures of at least 7 °C (Conver, 1956 cf. Zong, 1997), and of optimal salinity of 28 ‰ (Hajos, 1986). The amount of valves of species *P. sulcata* in sediments decreases with the dropping of sea level since this leads to a narrowing of the littoral area with optimal conditions for the

colonisation of the species. In contrast, the increase in the relative proportion of the species *P. sulcata* coincides with the flooding of such areas (McQuoid & Hobson, 1998). The *P. sulcata* valve diameter is positively correlated with primary production (Roe-lofs, 1984). Seasonal changes in the environment do not have a significant influence on valve size, whereas the temporally longer changes result in reducing the average valve's diameter (McQuoid & Hobson, 1998). Water columns that are very mixed have more nutrient-rich, high salinity water at the surface. These conditions result in a large population of small-sized *P. sulcata*. In contrast, stratified water columns with low surface-water salinity have reduced quantities of *P. sulcata*, but a higher percentage of cells greater than 20  $\mu\text{m}$  (McQuoid & Nordberg, 2003).

In addition, the appearance of large numbers of resting spores in sediments is associated with areas of high seasonal primary production (Crosta et al., 1997; Maynard, 1976; Nave et al., 2001; Sancetta, 1999). The blooming of resting spores is usually connected with a coastal upwelling system (Romero & Hebbeln, 2003). The resting spores are formed principally by centric marine diatom species, and only rarely by pennate species (Round et al., 1990). Resting spores are most frequently formed by the genus *Chaetoceros*. They are abundant in deeper marine sediments, as well as in near-shore areas. They are always associated with high nutrient areas. The role of resting spores is connected to yearly cycles: none of the studied species lasted longer than two years (Hargraves & French, 1983). A number of external factors has been found to induce spore formation. These include the availability of various nutrients (N, P, Fe, Si), temperature, along with the intensity of light and pH. In almost every species, nitrogen deficiency appears to be an effective and usually the most effective or even the sole inducer (Hargraves & French, 1983; Round et al. 1990, Sancetta, 1999). The resting spores have a high fossilisation potential in comparison to diatom valves. They are intensely silicified and they therefore drown more rapidly, and are exposed to dissolution for a shorter time (Smetacek, 1985; Crosta et al., 1997), which favours their relative abundance in sediment.

A problem of paleontological diatom research is the distinction between autochthonous and allochthonous species. In a paleoecological sense

the allochthonous species which have been transported from elsewhere only supply information about the wider surroundings. Autochthonous species lived directly in the place of deposition and give information about the local environment. In paleoecologic studies of restricted basins, e.g. lakes, this problem is negligible, while in paleoecologic studies of coastal littoral areas the allochthonous influx might even outnumber the autochthonous species. Fragmentation of frustules is not the best indicator of the autochthonous character of diatoms since other processes such as: dissolution in the natural and sedimentary environment (Mikkelsen, 1980; Tréguer et al., 1995), diagenesis (Andrews, 1972; Beyens & Denys, 1982), preparation (Beyens & Denys, 1982) and predation (Kawamura & Hirano, 1992; Whitehead & McMinn, 1997) may also damage the diatom valves. Simonsen (1969 cf. Vos & de Wolf, 1993a) proposed that only the benthic taxa are suitable for paleoecologic reconstructions since the plankton species are, by definition, allochthonous. Beyens and Denys (1982) attempted to quantitatively distinguish between allochthonous and autochthonous forms in coastal deposits by considering salinity dependence and benthic life form. The salinity group with the largest percentage of benthic forms is called 'the optimal group' and the taxa of adjacent salinity groups are classified as the 'neighbour group'. Together, the optimal and the neighbour groups form the autochthonous component. Such an analysis potentially ignores the euryhaline taxa and epiphytes that can supply valuable information about the sedimentary environment.

I consider such a kind of paleoecological analysis only suitable for a study of eustatic dynamics, but not for other ecologic parameters in a sedimentary basin (e.g. connection with the open sea and neighbouring biogeographic regions, availability of nutrients, directions of currents). Therefore, for the paleoecological interpretation I did not use benthic taxa solely but tried to record and link together all paleoecologic diatom groups with other geologic factors.

## UPPER BADENIAN

Polyhalobous diatoms predominate in the samples from the Badenian of the Krško basin (Fig. 18). The abundance of other salinity groups is just 2.1 % (1.9 % mesohalobous, 0.2 % oligohalobous). Planktonic taxa prevail, with the proportion of epiphytes being 4.3 %, and that of epilithes 8 %. Among plankton the resting spores (24 %) and *Thalassionema nitzschioides* (27 %) predominate. *T. nitzschioides* is cosmopolitan, planktonic, and essentially eurythermal since it is found in waters of 3.6 to 30 °C (Tappan, 1980). The species is usually associated with a littoral upwelling. The species commonly occurs away from upwelling centres (Sancetta, 1982; Mikkelsen, 1984; Barron, 1986; Bárcena & Abrantes, 1998; Bárcena et al., 2001). Burckle (1984) associates *T. nitzschioides* with zones of maximum transport of cool waters with high nutrient contents. Also the high abundance of resting spores is an indicator of high seasonal primary production and a littoral upwelling (Maynard, 1976; Schuette & Schrader, 1981; Abrantes, 1991; Crosta et al., 1997; Sancetta, 1999; Nave et al., 2001; Booth et al., 2002; De Vries & Schrader, 1981). The decrease abundance of resting spores and *T. nitzschioides* is an indication of lower productivity and the reduced supply of nutrients (Abrantes, 1991). Further, the appearance of large amounts of resting spores in sediments is connected with areas of high seasonal primary production (Crosta et al., 1997; Maynard, 1976; Nave et al., 2001; Sancetta, 1999).

Apart from resting spores and *T. nitzschioides*, the next most represented are the stenohaline genera *Coscinodiscus*, *Triceratium*, *Actinocyclus*, and *Actinocyclus*. *Coscinodiscus* is a typical marine genus that does not tolerate any reduction in salinity and most of the times live in pelagial as plankton. *Triceratium* is a marine genus living in the littoral, often forming ribbon-like colonies that can live either as benthos or as plankton. Similar is the marine genus *Actinocyclus* that usually colonises the coastal areas but which quite often also lives as plankton. *Actinocyclus* is also a typical marine genus that lives as plankton in pelagial or coastal areas. Most of the mentioned flora is characteristic of tropic and subtropic seas: *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus nodulifer*, *C. perforatus*, *C. curvatulus*, *C. marginatus*, *C. lineatus*, *C. nitidus*,

*Stephanopyxis turris* (Barron, 1973; Koizumi, 1986; Hajos, 1972; De Séve, 1999). One exception is the species *C. oculus-iridis* that is typical of cool water (De Séve, 1999). The species *Thalassiosira eccentrica*, *Rhaphoneis nitida* and *Actinocyclus senarius* indicate, however, moderately warm water (Hajos, 1972; Sancetta, 1978). In spite of the planktonic way of life, most taxa live near the shore and are found most frequently in the littoral.

The second group of the Upper Badenian diatoms, less abundant than the previous one, belongs to benthos. Its abundance does not surpass 10 % (Fig. 18). The most frequent are *Rhaphoneis*, *Denticulopsis*, *Dimerogramma*, *Grammatophora*, *Delphineis*, and *Navicula*. *Rhaphoneis*, *Dimerogramma* and *Grammatophora* are common in the littoral of warmer seas (Hustedt, 1959). *Delphineis* lived in shallow marine areas (Andrews, 1977), and is also an indicator of a littoral upwelling (Schuette & Schrader, 1981; Andrews, 1987). Because of photosynthesis, benthic littoral species are associated with shallow littoral regions and below 100 metres their abundance is low (Abbott & Andrews, 1979).

*Denticulopsis lauta* and *D. hustedti* lived in the plankton of cold waters (Schrader, 1973; Barron, 1973; Koizumi, 1986). *D. lauta* and *D. hustedti* should come to middle and low geographic latitudes in the Middle Miocene, which should coincide with the widespread cooling seen during the Middle Miocene (Baldauf & Barron, 1982; Barron & Keller, 1983; Barron, 1986; Barron & Baldauf, 1989; Flower & Kennett, 1994) which can also be detected in the Central Paratethys (Bojar et al., 2004).

The littoral/pelagial ratio is relatively unclear since, according to differing literature sources, certain genera (e.g. *Coscinodiscus* and *Thalassionema*) can live in either the littoral or pelagial.

In the Upper Badenian samples no oligohalobous nor halophobous taxa can be found. The low abundance of the mesohalobous group (Fig. 18) also indicates true marine conditions in the sedimentary basin and a limited terrigenous influx.

The same paleoecology of the Upper Badenian sedimentary basin is also indicated with stable isotopes. The high  $\delta^{18}\text{O}$  (+31.5 ‰) value of mollusc shells indicates marine water with no freshwater influence. The high values of  $\delta^{13}\text{C}$  (+0.5 to -3 ‰) also indicate low terrigenous input (Herlec, 1989). The low terrigenous input is also indicated by the



TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratio and Fe content (Figs. 12, 13).

The Upper Badenian beds of the Krško basin were deposited in the littoral in warm to moderately warm water of a depth not exceeding 100 m, and with a salinity above 30 ‰. The high presence of resting spores and *Thalassionema nitzschioides* in the Upper Badenian sediments indicate increased bioproduction and a connection to centres of littoral upwelling that enabled temporary supplies of cool water richer in nutrients leading to high primary production.

The marine environment can be correlated with the global transgression, respectively with the Upper Badenian eustatic maximum HS TB2.4 (Haq et al., 1987). The supplies of nutrient-rich cool water may be linked with the Middle Miocene circulation and exchange of warm Tethyan water masses with cool Pacific ones (Flower & Kennett, 1994; Bojar et al., 2004) and the interaction of warm proto-Mediterranean water and cold Atlantic inflow with the bottom topography of the Betic straight caused upwelling and high productivity of biogenic silica (Bustillo & López García, 1996).

The paleoecologic analysis of the Upper Badenian diatoms indicates the good connection of the Slovenian region with the centres of upwelling that were located in Middle Miocene along the Atlantic coast at Gibraltar (Kiessling et al., 1999), respectively in the western part of the Mediterranean (Bustillo & López García, 1996).

## LOWER SARMATIAN

For the lower part of the Bela Cerkev 1 section the occurrence of polyhalobous planktonic pelagial genera *Paralia*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* and *Actinoptychus* (Figs. 19, 21) is characteristic. The proportion of meso- and oligohalobous epilithic and epiphytic genera is relatively low and is much lower than in the upper part of the section (Fig. 20).

The high abundance of *Paralia sulcata* in the sediments of the lower part of the section (Fig. 22) can be associated with the Lower Sarmatian transgression (Rögl, 1998; Steininger & Wessely, 2000; Ivanov et al. 2002). The increased abundance of *P. sulcata* suggests that the flooding of littoral areas did provide more suitable habitats (McQuoid & Hobson, 1998). There is also a positive correlation

of the relative frequencies of *P. sulcata* and the upwelling of the nutrient-rich subsurface water to the photic zone (Schrader et al., 1993; Stabell, 1983, 1986). In the Bela Cerkev 1 section a statistically significant decrease of valve diameter and reduced quantity of *P. sulcata* (Fig. 23; Tabs. 6, 7) is observable. Seasonal changes in the environment have no significant effect on valve size. However, the longer-term time period changes of environmental variations appear to have reduced the average valve diameter (McQuoid & Hobson, 1998). At the same time, a positive relationship exists between the average valve diameter and high salinity and primary production (Roelofs, 1984). I conclude that salinity and bioproduction in the sedimentary basin decreased over time, since in the upper part of the section *P. sulcata* occurs only sporadically (Tab. 5). The lower salinity limit for the optimal growth of *P. sulcata* is 10 ‰, after which it is replaced by freshwater forms (Zong, 1997). These changes, however, cannot be associated with such a drastic decrease in salinity but with a shallowing of the sedimentary basin, while the percentage of *P. sulcata* in sediments decreases with the lowering of the sea level. This is confirmed by the increasing abundance of *Amphora*, *Navicula*, *Diploneis*, *Cocconeis*, *Grammatophora* and *Mastogloia* in the upper part of the section (Tab. 5). In spite of the wide salinity tolerance of these genera, the majority of species appearing in the samples is polyhalobous to mesohalobous. They live as epilithes or epiphytes in the littoral or close to the coast. The genus *Cocconeis* colonises marine as well as freshwater biotopes where it lives fixed on plants and rocks. In benthos, the genera *Cocconeis* and *Trachyneis* become dominant at depths of 25 to 30 m (Whitehead & McMinn, 1997). *Cocconeis scutellum* is a marine epiphytic form living in the littoral close to a depth exceeding 30 m. *Achnanthes brevipes* is a marine-brackish (mesohalobous) eutrophic epiphyte typical of moderately warm waters (Vos & de Wolf, 1993). *A. brevipes* massively thrives in areas in which it can live subaerially during intertidal cycles (McIntire & Moore, 1977). The species is also found in cooler waters where it is frequent at depths of 10 to 18 m (Whitehead & McMinn, 1997). *Diploneis* is generally a marine genus that lives on a muddy bottom. Certain species found in the samples (Tab. 1) are characteristic of eutrophic environments (D.

elliptica, *D. interrupta*, *D. dydima*). *Navicula* is a freshwater or marine genus. All taxa found in the samples are marine and they generally lived as epilithes in the littoral and along shores in moderately warm waters (Hustedt, 1966; de Wolf, 1982; Vos & de Wolf, 1993). The genus *Grammatophora* is a cosmopolitan marine genus living in the littoral attached to marine macrophytes and other substrata (Round et al., 1990). *Mastogloia* is an epiphytic and epilithic genus that is principally marine, but which also extends into brackish and fresh waters (Round et al., 1990).

The assumption that a change in diatom assemblage composition is connected with reduced salinity in the sedimentary basin is confirmed by the absence of silicoflagellates and ebridians in the upper part of the section, and by an increase in the percentage of epiphytic brackish *Rhopalodia gibberula* (Tab. 3; Fig. 19). *R. gibberula* lives in water of the lowest salinity. Further, the many endemic species with a geographic range limited only to the Central Paratethys indicate the decreased salinity.

The quantity of halophobous species is low throughout the section. The high percentage of *Pinnularia* in the upper part of the section indicates a larger terrigenous input in the sedimentary basin. *Pinnularia* is large epipelagic genus, freshwater to rarely marine (Round et al., 1990).

The  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ratio is low throughout the section (Fig. 12) and this also indicates an increased terrigenous input in the section's upper part. This could be a consequence of the shallowing of the basin, or a reduction in the distance to the shore. The geochemical parameters of paleoproduction (opal-A, Corg) indicate a uniform level of primary production through the entire section (Figs. 14–16).

Laminated sediments appear in the upper part of the section. Lamination in sediments is usually interpreted as the result of a reduced concentration of dissolved oxygen down to a level that is insufficient to support bioturbating fauna. On the other hand, the non-laminated sediments exclusively represent the intervals with sufficient dissolved oxygen that permits inhabiting the infauna and intense bioturbation. The distribution of certain chemical elements in the laminated sediments of the Bela Cerkev 1 section (Pl. 3, Figs. 4–6) reflects the seasonally induced lamination. A higher concentration of Si and C in individual laminae indicates lamination caused

by seasonal increased paleobioproduction. For fossilisation of this kind of lamination, however, the anoxic environment in the sedimentary basin is not the only possible cause. However, the preservation of laminae may occur with the rapid deposition of diatom frustules in highly productive areas. Such rapid deposition produced thin diatom mats that overwhelm the benthos in otherwise oxic-bottom waters. Such diatom mats can be taxonomically homogeneous or heterogeneous, and can be produced by the deposition of either pennate or large centric diatoms (Kemp & Baldauf, 1993; Grimm et al., 1996; Pike & Kemp, 1999; Smetacek, 2000). I consider the lamination to be a result of high bioproduction, as indicated by the orientation of the diatom frustules that are parallel to the laminae resembling mats (Pl. 1, Fig. 2). The contents of aluminium as a terrigenous component are uniform along the laminae (Pl. 3, Fig. 4), which is probably a consequence of the high content of clay minerals.

Polyhalobous diatoms prevail in the Bela Cerkev 2 section (Fig. 24). In the lower part of the section, benthos with an equal abundance of epilithic and epiphytic groups prevail (Fig. 25). The most abundant are the genera *Dimerogramma*, *Diplonei*, *Cocconeis* and *Grammatophora*. In the upper part of the section, the percentage of *Paralia sulcata* increased to reach 50 %. Similar trends of diameter reduction and a reduced quantity of *P. sulcata* are also less obviously visible in the Bela Cerkev 2 section (Fig. 28; Tabs. 5, 9). In the Bela Cerkev 2 section a certain cyclicity can also be observed, expressed by an intermediate decrease of plankton and increase of benthos (Figs. 25, 27). This cyclicity is further reflected by geochemical parameters (Figs. 14, 16). In contrast to the Bela Cerkev 1 section, the proportion of benthos increases only on the account of the genera *Diploneis* and *Navicula*, whereas the percentage of *Rhopalodia* and *Pinnularia* remains relatively low. The relatively low abundance of resting spores and high abundance of the genus *Dimerogramma* indicate a more littoral environment. The relatively low percentage of *R. gibberula* indicates marine conditions through the section. This is also indicated by the presence of silicoflagellates through the section, and of ebridians in the lower part of the section (Tab. 1).

The lower part of borehole Si-1/86 is characterised by a high percentage of freshwater species *Dia-*

*tomella balfouriana* (Tab. 5; Fig. 34). *D. balfouriana* is frequent in subaerial habitats such as swamps and mountain creeks, which is an indication of higher relief, stronger erosion and consequently greater terrigenous input. Low salinity conditions in the lower part are also indicated by the high abundance of meso- to oligohalobous genera *Mastogloia* and *Rhopalodia* (*R. gibberula*) and *Pinnularia* (Fig. 35). *Mastogloia* reaches the highest abundance of all sections. It is represented by numerous endemic species. The diversity of the genus *Mastogloia* is best compared with localities in the vicinity of Zagreb (Croatia) where many endemic forms have been described (Jurilj, 1957). Obviously, a reduction in salinity was probably the most important ecological reason for the increased endemism and was characteristic of the entire region. The reduction in salinity was caused by increased erosion, as indicated by the high abundance of *Diatomella balfouriana*.

The reduction in salinity did not display a gradual paleoecological evolution of the Krško basin from a real marine to a brackish environment. In the upper part of the borehole *D. balfouriana* completely disappears and there is an increase in the percentage of polyhalobous planktonic resting spores (Fig. 37). Stenohaline ebridians also appear (Tab. 1).

The upper part of the borehole is also characterised by a change in the structure of benthos, indicating a rapid drop in the abundance of meso- and oligohalobous genera and an increase in the percentage of the polyhalobous genus *Grammatophora* (Tab. 5; Fig. 34). A probable explanation of these ecological conditions is the local tectonics that controlled the dynamics of the sedimentary basin and the degree of erosion.

Pleničar and Premru (1977) mentioned the malacofauna *Cardium obsoletum*, *Ervilia podolica* and *Micromelania* sp. from the Sarmatian beds of the Krško basin. Mollusc fauna can be ecologically classified as brackish infauna (Rado, 1962) that indicates a similar paleoecology to the diatoms of the upper part of the Bela Cerkev 1 section, where imprints of cardiid bivalves are frequent.

Also quite heterogeneous is the composition of Sarmatian fish fauna from the Sarmatian localities in northern Croatia. For these localities, Jurilj (1957) described taxonomically and paleoecologically similar diatom flora. The ichthyofauna is represented

by marine and brackish forms usually very tolerant to salinity. A significant number of these fishes has been associated with bottom and littoral areas, but in the assemblage there were also neritic and pelagic faunistic elements (Anđelkovič, 1989).

The Tunjice section is characterised by a high percentage of the polyhalobous group through the section. The percentage of the meso- and oligohalobous groups is relatively low and increases upwards (Fig. 29). A marine environment is also indicated by the presence of ebridians and silicoflagellates (Tab. 1). The amount of the halophobous group is low, suggesting a low terrigenous input. The low terrigenous input is also indicated by the results of geochemical analyses (Fig. 12). The abundance of plankton changes depending on the abundance of resting spores. A general trend is a decrease of plankton and an increase of epilithes and epiphytes through the section, indicating a shallowing of the sedimentary basin. The abundance of resting spores and *Paralia sulcata* interchange in the section (Fig. 32). An increase of one is accompanied by a decrease of the other. The small quantity of resting spores in the sediments suggests that such areas were not flooded by nutrient-enriched water (Barcena & Abranets, 1998). This trend is also followed by the abundance of benthos. In the samples with a high percentage of *P. sulcata*, the percentage of benthic genera *Cocconeis*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Dimerogramma* and *Navicula* decreases. This is quite surprising since a high amount of resting spores would be expected in sediments at times of high sea levels. However, in such instances the abundance of benthos should be the lowest. This situation can be explained by tectonically induced periods of isolation of the sedimentary basin. The relative abundance of *P. sulcata* can also be associated with the isolation of sedimentary basins because it becomes more competitive than other marine and brackish taxa owing to its better adaptation to numerous ecological conditions (Zong, 1997).

Similarly unclear are the chemical parameters of paleobioproduction. Surprisingly, the lowest contents of opal-A and Corg (Figs. 14, 16) were observed in the sample containing the highest amount of resting spores. Throughout the middle part of the section the production was high, indicated partly by the high abundance of resting spores

and partly by the high abundance of *P. sulcata*. The amount of opal-A and Corg decrease again with the decrease in the abundance of the resting spores and *P. sulcata*.

The lamination in the middle part of the section (Fig. 6) is a result of the different grain-sizes of the laminae (Pl. 2, Fig. 2). Clearly, a lamination-dependent distribution is only indicated for carbon. An increased content of carbon is associated with fine-grained lamina (Pl. 3, Fig. 3), which is normal considering the turbiditic character of deposition.

Premru (1980) mentioned the quite numerous malacofauna in the Sarmatian strata of the Tuhinj syncline. Most of the described genera are, like the diatoms, polyhaline (*Abra*, *Ocinebrina*) and mesohaline (*Cardium*, *Pirinella*, *Cerithium*) (Rado, 1962).

The Lower Sarmatian diatoms can be ecologically distinguished according to the depth of the sedimentary basin, salinity and terrigenous input. The general paleoecologic trend consists of a gradual decreasing of salinity and the depth of sedimentary basins in marine polyhalobous environments associated with the Lower Sarmatian transgression. The environment was restrictively marine since in the Lower Sarmatian no more stenohaline organisms occur as echinoids that are still present in the Badenian of the Central Paratethys. Salinity decreased from 30 to below 20 ‰. Also the water depth was shallower than in the Upper Badenian, not exceeding a few tens of metres.

Any detailed ecostratigraphic correlation of the sections is difficult since the changes of environment are not continuous. They resulted in the repeating of certain ecostratigraphic horizons as a consequence of local tectonics. Even clearer evidence of a tectonically controlled regime of the Lower Sarmatian sedimentary basins is found in the eastern part of the Krško basin. In the surroundings of Čatež, fan-type conglomerates appear within the fine-grained marine-brackish clastics with clearly expressed graded bedding and parallel lamination (Rižnar et al., 2002). The laminated samples in the Tunjice section also have a turbiditic character. The different environmental conditions in the Lower Sarmatian sedimentary basins are also reflected in the mineral composition. Any interpretation of the exact paleoecological evolution of the Lower Sarmatian sedimentary basins is difficult because all

sections are very fragmentary without stratigraphically well-defined upper boundaries. Similar paleoecologic conditions in Lower Sarmatian prevail in the entire Central Paratethys. That is indicated by the taxonomic composition, including the endemic forms that are qualitatively very similar in all Lower Sarmatian sedimentary basins.

## PALEOBIOGEOGRAPHY

Most paleogeographic reconstructions of Lower and Middle Badenian of the Central Paratethys assume the connection of the Central Paratethys with the Mediterranean and with the Indopacific bioprovince. The connection with the Mediterranean crossed the territory of Slovenia in the 'Slovenian or Transtethyan corridor' (Rögl, 1998).

A large part of the Central Paratethys was covered by sea during the Upper Badenian as a result of the last Badenian marine transgression. This transgression is indicated by the reappearance of stenohaline organisms such as radiolarians, echinoids and pteropods that are found in characteristic deeper marine sedimentary rocks like radiolarites, diatomites and pteropod marlstones. In addition, diatoms and silicoflagellates indicate the Upper Badenian transgression and connection with productive oceanic regions and upwelling centres (see the chapter on paleoecology).

The temporally variable occurrences of marine sediments indicate that the Slovenian Miocene sedimentary basins did not represent a unique, interconnected region. Sedimentation took place in narrow sedimentary areas (troughs) of varying dynamics of extensional subsidence, separated by intermediate thresholds or submarine highs. On Mt. Pohorje and Kozjak, north of the Periadriatic lineament, deep marine sedimentation started already in Karpatian, when the water depth was 700 m. Likewise Karpatian deep marine sediments occur further in the Styrian basin of a maximum depth of 900–1000 m. Marine sedimentation lasted through the entire Badenian. The Badenian paleobathymetric data are similar to the Karpatian ones (Fodor et al., 2002). South of the Periadriatic lineament, in the Laško syncline area, the oldest Miocene marine sediments have been connected with the Lower Badenian transgression. Marine conditions prevailed in the

Laško syncline throughout the Badenian (Petrica et al., 1995; Aničič et al., 2002). Considering the *uvigerinas* (the *U. peregrina* group), a similar paleobathymetry as in the Styrian basin can be assumed. In the area of the Krško syncline a continental clastic deposition is characteristic of the entire Lower Miocene. The appearance of marine sediments is only associated with the Upper Badenian transgression (Rižnar et al., 2002). The Upper Badenian paleobathymetric curve marks maximum depths of 100 m. A similar situation is also indicated by the depth of the Karpatian and Badenian beds. In the Styrian basin the depth of Karpatian (1000 m) and Badenian (1000 m) sediments is up to 2000 m, in the Laško syncline that of Badenian sediments is up to 500 m, and in the Krško syncline it is a mere 350 m. The varying depths of individual sedimentary basins can be explained by the varying degrees of extension, or lithosphere temperature. Obviously, the extension north of the Periadriatic lineament was more intense because of the lateral escape of the Eastern Alps.

As established by microflora and fauna, according to Steininger et al. (1978) the connection of the Central Paratethys with the Mediterranean was interrupted in the Upper Badenian. The sedimentary basins in the Central Paratethys were supposed to communicate only to the southeast, with the Indopacific bioprovince and the Eastern Paratethys. Isolation of the Central Paratethys from the Mediterranean in Upper Badenian (15–13.6 m. y.) is also assumed by Hámor (1988, map 4) in his paleogeographic atlas. Rögl (1998, 1999) also considers that the Middle Badenian regression was followed by the renewed opening only of the central Anatolian marine connection with the Indopacific (14–13 m. y.). The connection through the Slovenian corridor and the link with the eastern part of the Mediterranean was presumably interrupted. Similar opinions are held by Rögl and Steininger (1983), along with Steininger and Wessely (2000).

Geochemical studies speak in favour of the Tethyan separation from the Atlantic already in the Lower Miocene. The short Nd recycling interval in oceans can be connected with changes of paleocurrents in oceans and with communication between particular sedimentary basins as a result of plate tectonics. About 20–18 million years ago the separate evolution of Nd isotopes in the Atlantic and in

the Tethys started. Nd-isotopic values of Tethyan seawater continuously diminish, whereas the Nd-isotopic values of the Atlantic started to increase. These differences of Nd-isotopic values in seawater have been related to the complete isolation of the Tethys with respect to the Atlantic. Nd-isotope composition is apparently dependent on washing out of the surrounding land and cannot be related to a paleocurrent regime (Stille, 1992; Stille et al., 1996).

The communication of the Mediterranean with the Atlantic lasted at least up to the beginning of Badenian, as indicated by the distribution of diatoms. The genera *Rhaphoneis* and *Delphineis* can be found in Miocene only on the east coast of the USA (Andrews, 1975, 1977) and in the Central Paratethys (Hajós, 1968, 1986; Řeháková, 1977, 1978; Temnikova - Topalova, 1981), whereas the genera from Miocene beds in the Pacific are unknown. The first occurrence of the two genera has been dated at the beginning of the Middle Miocene. Both genera are found in sediments of the Mediterranean (Hajós, 1972) and all Badenian localities of the Central Paratethys. As for diversity, the Atlantic diatom flora display a resemblance to the diatom flora in the northern part of the Central Paratethys, whereas its similarity with the Bulgarian Badenian localities is low. With respect to the distribution and diversity of the genera *Rhaphoneis* and *Delphineis*, it can be concluded that the migration of genera took place through the Slovenian corridor. The time of migration, however, cannot be more precisely defined since similar species of the mentioned genera colonised the Central Paratethys already with the Lower Badenian transgression, when the existence of the Slovenian corridor is unquestionable.

The genus *Denticulopsis*, respectively the species *D. hustedti* whose FOD are in Upper Badenian can be found in Miocene sediments in the Pacific (Schrader, 1973) as well as in the Atlantic (Abbott, 1980). In southern Spain (Bustillo & López García, 1996) the species also occurs in beds of a similar age as in the Central Paratethys where it can be found in Hungary, Austria, Slovakia and Bulgaria (*Denticulopsis* sp.). Although the genus *Denticulopsis* is more frequent in the Pacific (Schrader, 1973), it could also have arrived in the Central Paratethys from the Atlantic where *Denticulopsis* is found in Middle Badenian sediments of a high production of biogenic silica.

Proof of the Upper Badenian connection of the Mediterranean and the Central Paratethys across the Slovenian corridor (Fig. 40) lies in the geographic distribution of the gastropod *Pereiraea gervaisi*. *P. gervaisi* can only be found in the Mediterranean, the Western Paratethys and on the northern margin of the Central Paratethys (Mikuž, 2000). The southernmost localities in the Central Paratethys are in northern Croatia and in the Upper Badenian beds of the surroundings of Šentjernej. The study of Middle Miocene diatoms proves the Upper Badenian age of the beds with *P. gervaisi*. Since in the Krško basin *P. gervaisi* cannot be found in older beds, the migration of the species to the Central Paratethys also appears to be connected with the Upper Badenian. The migration path must have led across Slovenia, and not across the eastern part of the Mediterranean since the species *P. gervaisi* obviously did not colonise the southern part of the Central Paratethys.

In addition, the turrillids (Mikuž, 1982) that are found in the same beds are most similar with localities of the Central Paratethys (Austria 42 % of common taxa, Hungary 29 %, Czech Republic 15 %, Poland 25 %, Romania 10 %, Bulgaria 8 %) and the Western Paratethys (Italy 21 %, Greece 21 %, France 17 %), while the diversity and similarity of Badenian turrillid fauna in the Eastern Paratethys are considerably lower (47 species : 5 species), which contradicts the idea of the Upper Badenian connection of the Central Paratethys only with the Indopacific bioprovince.

The Upper Badenian connection of the Central Paratethys with the eastern part of the Mediterranean is also indicated by a comparison of the distribution of bivalve fauna. The Upper Badenian fauna of the Eastern Paratethys have a much lower diversity (316 : 97 species). Further, the Upper Badenian bivalve fauna in the Central Paratethys shows no Indopacific affinity (Studecka et al., 1998), which does not support the hypothesis of a connection of the Central Paratethys with the Indopacific bioprovince across the Eastern Paratethys. In addition, the brachiopod fauna from the Upper Badenian beds of the Central Paratethys have more affinity with the Miocene and recent Mediterranean brachiopod fauna than with the Indopacific bioprovince (Bitner, 1990), again speaking in favour of the Upper Badenian connection of the Central Paratethys

with the Mediterranean. Nagymarosy and Müller (1988) also consider that the faunistic link between the Central Paratethys and the Mediterranean probably lasted throughout the end of Badenian. The Badenian echinoids of the Central Paratethys also display more similarity with Mediterranean than with Indopacific Middle Miocene echinoid fauna (Ali, 1983 a, b; Ali & Maczynska, 1986; Mikuž & Horvat, 2003 a, b). The Upper Badenian connection of the Central Paratethys with the eastern Mediterranean across the Vardar zone is also mentioned by Hámor (2002).

During the Lower Sarmatian the entire area of the Central Paratethys was covered by a shallow sea. Uniform ecologic conditions and the same biofacies are typical of the entire Central Paratethys (Rögl, 1998; Magyar et al., 1999; Ivanov et al., 2002). Also the diversity and ecology of Lower Sarmatian diatom flora show a high degree of correlation in the entire Central Paratethys. A comparison of diatom assemblages of the Krško basin with the Tuhinjski syncline also reflects similar paleoecologic conditions regardless of different Badenian sedimentary conditions. The similar thicknesses of Sarmatian sediments in all of Slovenia indicate relatively uniform sedimentary conditions. The difference in thicknesses of post-Sarmatian sediments was a consequence of differences in the thermic subsidence of particular sedimentary basins. Areas of more intense extension and hotter lithosphere were cooling off more rapidly than the areas of cooler lithosphere and less intense extension (Royden, 1988). This resulted in the higher subsidence and larger thicknesses of sediments in the sedimentary basins north of the Periadriatic lineament.

On the basis of the paleogeographic distribution of certain fossil groups it can be concluded that the connection of the Central Paratethys with the Mediterranean also existed in the Upper Badenian. Based on the geographic distribution of gastropod *Pereiraea gervaisi* it can be presumed that the connection of the Central Paratethys across the Slovenian corridor did not end in Middle Badenian but lasted up to the end of Badenian. The paleontologic and paleoecologic facts are also not in contradiction with the tectonic events since the regional compressional contraction that affected the region from Italy across the Sava folds, southwest Hungary through to Croatia was post-Sarmatian (Placer, 1999a; Tomljenovič & Csontos, 2001; Fodor et al., 2002).

## Conclusions

Miocene sedimentary rocks containing siliceous algae are rare in Slovenia, and they are not exposed in continuous sections. They have only been discovered in six shorter sections in the Sava basin.

With respect to carbonate contents, the Middle Miocene diatomaceous sedimentary rocks can be subdivided into two groups. The first group is distinguished by the absence of carbonates, and by high amounts of clay minerals (> 50 %), > 30 % quartz and > 30 % opal-A. The second group contains the highest calcite + aragonite, and lower amounts of clay minerals (< 50 %), < 20 % quartz and < 30 % opal-A. With regard to opal-A contents, there are no true diatomites. Diatomaceous (carbonate) siltstones, diatomaceous carbonate siltstones and tuffaceous diatomites prevail.

A new diatom biozonation for the Central Paratethys is proposed on the basis of the FOD and LOD of the cosmopolitan diatom species and sequence stratigraphy. Two Badenian transgressive sequences (the *Actinocyclus ingens* biozone and the *Denticulopsis lauta*–*Denticulopsis hustedti* biozone), and two regressive sequences (the *Surirella costata*–*Coscinodiscus pannonicus* biozone and the *Navicula pinnata* biozone), and the Lower Sarmatian transgressive sequence (the *Anaulus simplex* biozone) can be distinguished. The sections from the Krško basin and the Tuhinj syncline can be attributed to the Upper Badenian *Denticulopsis lauta*–*Denticulopsis hustedti* biozone (the Šentjernej and Šmarjeta sections), and to the Lower Sarmatian *Anaulus simplex* biozone (Tunjice, Bela Cerkev 1, Bela Cerkev 2 sections and the Si-1/86 borehole).

The paleoecologic conditions of the occurrence of diatoms in the western part of the Central Paratethys correspond to regional eustatic and geotectonic conditions. Diatoms appear in times of extensional tectonics and eustatic maximums: HS TB2.3, HS TB2.4 and HS TB2.5 cycles. Badenian sequences are influenced by glacioeustatic oscillations, whereas the paleoecologic analysis of

Sarmatian diatoms indicates the superposition of glacioeustatic influence by regional tectonic events such as a consequence of a change from an extensional to a compressional tectonic regime.

In Upper Badenian planktonic polyhalobous diatom species prevail, indicating a good connection to the open sea. The abundance of *Thalassionema nitzschoides* and resting spores in the Upper Badenian beds suggests increased bioproduction and a connection to centres of coastal upwelling. The entire Upper Badenian paleoecological analysis indicates a polyhaline environment, a marine littoral in which the sea depth did not exceed 100 m. In Lower Sarmatian the variations of the ecologic composition of diatoms became more rapid and irregular. The general ecologic trend of Sarmatian diatoms is characterised by endemism that increased over time, and by increasing proportions of mesohalobous and oligohalobous, littoral epelithic and epiphytic genera. The contents of diatoms, the chemical elements connected to increased productivity and lamination are indications of a relatively high, seasonally-dependent paleobioproduction. The increased proportion of pelagial forms is temporary, which is explained by local and regional tectonic events. The environment was restrictive marine. The salinity decreased from 30 to below 20 ‰. Also the water depth was inferior to that in Upper Badenian and did not exceed several tens of metres.

It is possible to deduce from the paleontologic datings of mollusc localities in the Krško basin and from the paleogeographic distribution of certain fossil groups that the connection of the Central Paratethys with the eastern and western Mediterranean also existed in the Upper Badenian. On the basis of the geographic distribution of the species *Pereiraea gervaisi* the author presumes that the connection of the Central Paratethys with the Mediterranean through the Slovenian corridor did not cease in the Middle Badenian but, in fact, persisted up to the end of the Badenian.

## Acknowledgements

I wish to thank Vasja Mikuž, Rajko Pavlovec, Jernej Pavšič and Špela Goričan for their critical reading of the manuscript. Their suggestions and corrections were extremely helpful. For macrofauna determinations and literature on molluscs paleoecology, I am grateful to Vasja Mikuž. Paulian Dumitrică is gratefully acknowledged for a critical discussion of silicoflagellate paleontology. X-ray diffractograms were interpreted by Miha Mišič, some calcareous nannoplankton determinations were done by Jernej Pavšič, and granulometric analyses by Andrej Stopar. I am much obliged to them all. For EDS electron microscopy I am grateful to Sašo Šturm.

Špela Goričan and Milijan Šiško are also thanked for their microscopy instructions. For computer drawings and other technical support I am obliged to Marijan Grm. For the English translation I gratefully acknowledge Simon Pirc.

The research was partly financially supported by the Ministry of Education, Science and Sport of the Republic of Slovenia. The publication was funded by the Ministry of Education, Science and Sport of the Republic of Slovenia and the Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Science and Art.



# LITERATURA – REFERENCES

- Abbott, W. H. 1980: Diatoms and stratigraphically significant silicoflagellates from the Atlantic Margin Coring Project and other Atlantic Margin Sites. – *Micropaleontology*, 26, 69–80, pls. 1–6, New York.
- Abbott, W. H. & Andrews, G. W. 1979: Middle Miocene marine diatoms from the Hawthorn Trough, South Carolina and Georgia. – *Micropaleontology*, 25, 225–271, pls. 1–8, New York.
- Abbott, W. H. & Ernissee, J. J. 1983: Biostratigraphy and paleoecology of the Diatomaceous Clay Unit in the Miocene Pungo River Formation of the Beaufort County, North Carolina. – *Smiths. Contribut. Paleobiol.*, 53, 287–354, Washington.
- Abrantes, F. 1988a: Diatom assemblages as upwelling indicators in surface sediments off Portugal. – *Marine Geology*, 85, 15–39, Amsterdam.
- Abrantes, F. 1988b: Diatom productivity peak and increased circulation during latest Quaternary: Alboran Basin (Western Mediterranean). – *Marine Micropaleontology*, 13, 79–96, Amsterdam.
- Abrantes, F. 1991: Increased upwelling off Portugal during the last glaciation: Diatom evidence. – *Marine Micropaleontology*, 17, 285–310, Amsterdam.
- Abreu, V. S. & Haddad, G. A. 1998: Glacioeustatic fluctuations: The mechanism linking stable isotope events and sequence stratigraphy from the Early Oligocene to Middle Miocene. (In: P.-C. de Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin & P. R. Vail eds.: *Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of the European basins.*) – *SEPM Spec. Publ.*, 60, 245–259, Tulsa.
- Admiraal, 1984: The ecology of estuarine sediment-inhabiting diatoms. – *Progr. Phycol. Res.*, 3, 262–322.
- Ali, M. S. M. 1983a: Tertiary echinoids and the time of collision between Africa and Eurasia. – *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, 1983 (4), 213–227, Stuttgart.
- Ali, M. S. M. 1983b: The paleogeographic distribution of the Clypeaster (Echinoidea) during Cenozoic Era. – *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, 1983 (8), 449–464, Stuttgart.
- Ali, M. S. M. & Maczynska, S. 1986: Middle Miocene echinoids in the Tethys (Egypt) and the Paratethys (Poland). – *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, 1986 (10), 577–586, Stuttgart.
- Allmon, W. D. 2001: Nutrients, temperature, disturbance, and evolution: a mode for the late Cenozoic marine record of western Atlantic. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 166, 9–26, Amsterdam.
- Amigo, A. E. 1999: Miocene silicoflagellate stratigraphy: Iceland and Rockfall Plateaus. – In: Raymo, M. E., Jansen, E., Blum, P. & Herbert, T. D. eds., *Proc. ODP, Sci. Res.* 162, 63–81.
- Andrén, E. 1997: A study of the diatom *Opephora marina* (Gregory) Petit. – *Diatom Research*, 12, 199–205, Bristol.
- Andrews, G. W. 1972: Some fallacies of quantitative diatom paleontology. – *Nova Hedwigia, Beih.* 39, 285–295, Braunschweig.
- Andrews, G. W. 1975: Taxonomy and stratigraphy of the Marine Diatom Genus *Rhaphoneis*. – *Nova Hedwigia, Beih.* 53, 193–222, pls. 1–5, Vaduz.
- Andrews, G. W. 1976: Miocene Marine Diatoms From the Choptank Formation, Calvert County, Maryland. – *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 910, 1–26, pls. 1–7, Washington.
- Andrews, G. W. 1977: Morphology and Stratigraphic Significance of the *Delphineis*, a New Marine

- Diatom Genus. – *Nova Hedwigia*, Beih. 54, 243–260, pls. 1–4, Vaduz.
- Andrews, G. W. 1978: Marine diatoms sequence in Miocene of the Chesapeake Bay Region, Maryland. – *Micropaleontology*, 24, 371–406, pls. 1–8, New York.
- Andrews, G. W. 1980: Neogene Diatoms from Petersburg, Virginia. – *Micropaleontology*, 26, 17–48, pls. 1–6, New York.
- Andrews, G. W. 1987: Miocene Marine Diatoms from the Kirkwood Formation, Atlantic County, New Jersey. – *U. S. Geol. Surv. Bull.*, 1769, 1–14, pls. 1–3, Denver.
- Anđelkovič, J. S. 1989: Tertiary fishes of Yugoslavia. A Stratigraphic – Paleontologic – Paleocological study. – *Paleontologia Jugoslavica*, 38, 1–121, pls. 1–21, Zagreb.
- Aničić, B., Ogorelec, B., Kralj, P. & Mišič, M. 2002: Litološke značilnosti terciarnih plasti na Kozjanskem. – *Geologija*, 45, 213–246, Ljubljana.
- Bachmann, A. 1971: Silicoflagellaten aus dem obern Badenien von Walbersdorf, Burgenland. – *Sitzungs-Ber. Öster. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abt. 1*, 179 (1970), 52–72, Wien.
- Bachmann, A., Papp, A. & Stradner, H. 1963: Mikropalaontologische Studien im "Badener Tegel" von Frattingsdorf N. O. – *Mitt. Geol. Gesell.*, 56, 117–210, Wien.
- Bajraktarevič, Z. 1983: Middle Miocene (Badenian and Lower Sarmatian) nannofossils from Northern Croatia. – *Paleontologia Jugoslavica*, 30, 5–23, pls. 1–20, Zagreb.
- Baldauf, J. G. & Barron, J. A. 1980: *Actinocyclus ingens* var. *nodus*: a new stratigraphically useful diatom of the Circum – North Pacific. – *Micropaleontology*, 26, 103–110, pl. 1, New York.
- Baldauf, J. G. & Barron, J. A. 1982: Diatom biostratigraphy and paleoecology of the type section of the Lousian Stage, Central California. – *Micropaleontology*, 28, 59–84, pls. 1–7, New York.
- Baldauf, J. G. & Barron, J. A. 1987: Oligocene Marine Diatoms Recovered in Dredge Samples from the Navarin Basin Province, Bering Sea. – *U. S. Geol. Surv. Bull.*, 1765, 1–17, pls. 1–17, Washington.
- Bárcena, M. A. & Abrantes, F. 1998: Evidence of a high productivity area off the coast of Málaga from studies of diatoms in surface sediments. – *Marine Micropaleontology*, 35, 91–103, Amsterdam.
- Bárcena, M. A., Cacho, I., Abrantes, F., Sierro, F. J., Grimalt, J. O. & Flores, J. A. 2001: Paleoproductivity variations related to climatic conditions in the Alboran Sea (Western Mediterranean) during the last glacial-interglacial transition: the diatom record. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 167, 337–357, Amsterdam.
- Bárdossy, G. & Hajós, M., 1963: Caractéristiques lithologiques et géochimiques des complexes à Diatomées de Szurdokpüspöki. – *Földt. Int. Évi. Jel. (1960-ról)*, 121–146, pl. 1–3, Budapest.
- Barron, J. A. 1973: Late Miocene – Early Pliocene paleotemperatures for California from marine diatom evidence. – *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 14, 277–291, Amsterdam.
- Barron, J. A. 1976: Revised Miocene and Pliocene diatom biostratigraphy of Upper Newport Bay, Newport Beach, California. – *Marine Micropaleontology*, 1, 27–65, Amsterdam.
- Barron, J. A. 1985a: Late Eocene to Holocene diatom biostratigraphy of the equatorial Pacific Ocean. – In: Mayer, L. et al. ed., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 85, 413–456, Washington.
- Barron, J. A. 1985b: Miocene to Holocene planktic diatoms. (In: H. M. Bolli, J. B. Saunders, K. Perch-Nielsen eds.: *Plankton stratigraphy*.) – Cambridge Uni. Press, 763–809, Cambridge–London–New York–New Rochelle–Melbourne–Sydney.
- Barron, J. A. 1986: Response of Equatorial Pacific Diatoms to Polar Cooling During the Middle Miocene. (In: Picard, M. ed., *Proceedings of the Eight International Diatom Symposium, 1984*.) – Koeltz Sci. Books, 591–600, Koenigstein.
- Barron, J. A. & Baldauf, J. G. 1989: Tertiary Cooling Steps and Paleoproductivity as Reflected by Diatoms and Biosiliceous Sediments. (In: Berger, W. et al. ed., *Productivity of the Oceans: Present and Past*.) – John Wiley & Sons, 341–354, New York–London.
- Barron, J. A. & Keller, G. 1983: Paleotemperature oscillations in the Middle and Late Miocene of the Northeastern Pacific. – *Micropaleontology*, 29, 150–181, New York.
- Behrenfeld, M. J., Bale, A. J., Kolber, Z. S., Aiken, J. & Falkowski, P. G. 1996: Confirmation of iron limitation of phytoplankton photosynthesis in the equatorial Pacific Ocean. – *Nature*, 383, 508–511, London.
- Berger, W. H. & Herguera, J. C. 1992: Reading the

- sedimentary record of oceans productivity. – *Environm. Sci Res.*, 43, 455–486.
- Berggren, W. A., Benson, R. H., Haq, B. U., Riedel, W. R., Sanfillipo, A., Schrader, H.J. & Tjalsma, R. C. 1976: The El Cuervo section (Andalusia, Spain): Micropaleontologic anatomy of an Early Late Miocene lower bathyal deposits. – *Marine Micropaleontology*, 1, 195–247, Amsterdam.
- Berggren, W. A., Kent, D. V. & Aubry, M.-E. 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. (In: W. A. Berggren, D. V. Kent, M.-P. Aubry & J. Hardenbol eds.: *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation.*) – *SEPM Spec Publ.*, 54, 129–212, Tulsa.
- Beyens, L. & Denys, L. 1982: Problems in diatom analysis of deposits: allochthonous valves and fragmentation. – *Geol. Mijnbouw*, 61, 159–162, Haarlem.
- Bhatt, J. J. 1974: Ti/Al ratio as chemical index of paleoenvironment – a note. – *Chemical Geology*, 13, 75–78, Amsterdam.
- Bitner, M. A. 1990: Middle Miocene (Badenian) brachiopods from the Roztocze Hills, south-eastern Poland. – *Acta Geol. Polonica*, 40, 129–158, Warszawa.
- Blow, W. H. 1969: Late Miocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. (In: Bronnimann, P. & Renz, H. H. ed., *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils*, Vol. 1.) – E. J. Brill, 199–422, pls. 1–54, Leiden.
- Bojar, A.-V., Hiden, H., Fenninger, A. & Neubauer, F. 2004: Middle Miocene temperature changes in the Styrian basin, Austria, as recorded by the isotopic composition of pectinid and brachiopod shells. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203, 95–105, Amsterdam.
- Booth, B. C., Laraouche, P., Bélanger, S., Klein, B., Amiel, D. & Mei, Z.-P. 2002: Dynamics of *Chaetoceros socialis* blooms in the North Water. – *Deep-Sea Research II*, 49, 5003–5025, Amsterdam.
- Borsetti, A. M., Iaccarino, S., Jorissen, F. J., Poignant, A., Sztrakos, K., Van der Zwaan, G. J. & Verhallen, P. J. J. M. 1986: The Neogene development of *Uvigerina* in the Mediterranean. – *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, 35, 183–235, Utrecht.
- Boström, K., Joensuu, Valdes, S. & Riera, M. 1972: Geochemical history of south Atlantic Ocean sediments since Late Cretaceous. – *Marine Geology*, 12, 85–121, Amsterdam.
- Boström, K., Kraemer, T. & Gartner, S. 1973: Provenance and accumulation rates of opaline silica, Al, Ti, Fe, Cu and Co in Pacific pelagic sediments. – *Chemical Geology*, 11, 123–148, Amsterdam.
- Brumsack, H. J. 1989: Geochemistry of recent TOC-rich sediments from the Gulf of California. – *Geologische Rundschau*, 78, 851–882, Stuttgart.
- Bukry, D. 1979a: Coccolith and silicoflagellate stratigraphy, Northern Mid – Atlantic Ridge and Reykjanes Ridge. – In: Luyendyk, B. P. & Cann, J. R. ed., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 49, 551–581, Washington.
- Bukry, D. 1979b: Comments on opal phytoliths and stratigraphy of Neogene silicoflagellates and coccoliths at Deep Sea Drilling Project site 397 of Northwest Africa. – In: Luyendyk, B. P. & Cann, J. R. ed., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 49, 977–1009, Washington.
- Bukry, D. & Monechi, S. 1985: Late Cenozoic silicoflagellates from the Northwest Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg. 86: Paleotemperature trends and texture classifications. – In: Heath, G. R., Burckle, L. H. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 86, 367–397, Washington.
- Burckle, L. 1984: Diatom distribution and paleoceanographic reconstruction in the southern ocean: present and last glacial maximum. – *Marine Micropaleontology*, 9, 241–261, Amsterdam.
- Bustillo, A. & López García, J. 1997: Age, distribution and composition of Miocene diatom bearing sediments in the Guadalquivir basin, Spain. – *Geobios*, 30, 335–350, Villeurbanne.
- Cachão, M. & Moita, M. T. 2000: Coccolithus pelagicus, a productivity proxy related to moderate fronts off Western Iberia. – *Marine Micropaleontology*, 39, 131–155, Amsterdam.
- Censarek, B. & Gersonde, R. 2002: Miocene diatom biostratigraphy at ODP Sites 689, 690, 1088, 1092 (Atlantic sector of the Southern ocean). – *Marine Micropaleontology*, 45, 309–356, Amsterdam.
- Cleve - Euler, A. 1951: Die Diatomeen von Schweden und Finnland. – *Kungl. Svenska Vetensk. Hand.* 2, 1–196, Fig. 8–294, Taf. 1–6, Stockholm.
- Cleve - Euler, A. 1952: Die Diatomeen von Schweden und Finnland. – *Kungl. Svenska Vetensk. Hand.*, 3, 3–153, Fig. 1318–1583, Taf. 1–7, Stockholm.
- Cleve - Euler, A. 1953: Die Diatomeen von Schweden und Finnland. – *Kungl. Svenska Vetensk. Hand.*,

- 4, 3–255, Fig. 484–970, Stockholm.
- Cleve - Euler, A. 1955: Die Diatomeen von Schweden und Finnland. – Kungl. Svenska Vetensk. Hand., 5, 3–232, Fig. 971–1306, Stockholm.
- Coale, K. H., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Johnson, K. S. & Barber, R. T. 1996a: Control of community growth and export production by upwelled iron in equatorial Pacific Ocean. – *Nature*, 379, 621–624, London.
- Coale, K. H., Johnson, K. S., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Tanner, S., Chavez, F. P., Ferioli, L., Sakamoto, C., Rogers, P., Millero, F., Steinberg, P., Nightingale, P., Cooper, D., Cochlan, W. P., Landry, M. R., Constantinou, J., Rollwagen, G., Trasvina, A. & Kudela, R. 1996b: A massive phytoplankton bloom induced by an ecosystem-scale iron fertilization experiment in the equatorial Pacific Ocean. – *Nature*, 383, 495–501, London.
- Crawford, R. M. 1979: Taxonomy and ultrastructure of the marine centric diatom *Paralia sulcata*. – *J. Phycol.*, 15, 200–210, Columbus.
- Crosta, X., Pichon, J.-J. & Labracherie, M. 1997: Distribution of *Chaetoceros* resting spores in modern peri-Antarctic sediments. *Marine Micropaleontology*, 29, 283–299, Amsterdam.
- Csontos, L. & Nagymarosy, A. 1998: The Mid-Hungarian line: a zone of repeated tectonic inversion. – *Tectonophysics*, 297, 51–71, Amsterdam.
- Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J. 1992: An introduction to the rock forming minerals. – Longman Sci. & Tech., 696 pp., Essex.
- Defelice, D. R. & Sherwood, W. W. 1981: Surface lithofacies, biofacies and diatom diversity patterns as models for delineation of climatic change in the Southeast Atlantic Ocean. – *Marine Micropaleontology*, 6, 29–70, Amsterdam.
- Denys, L. & De Wolf, H. 1999: Diatoms as indicators of coastal paleoenvironments and relative sea-level change. (In: E. F. Stoermer & J. P. Smol eds.: *The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences.*) – Cambridge Uni. Press, 277–296, Cambridge.
- De Séve, M. A. 1999: Transfer function between surface sediment diatom assemblages and sea-surface temperature and salinity of the Labrador Sea. – *Marine Micropaleontology*, 36, 249–267, Amsterdam.
- De Vries, T. J. & Schrader, H. 1981: Variation of upwelling/oceanic conditions during the latest Pleistocene through Holocene off the central Peruvian coast: a diatom record. – *Marine Micropaleontology*, 6, 157–167, Amsterdam.
- De Wolf, H. 1982: Methods of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. – *Meded. rijks. geol. dinst.*, 36, 95–98, Haarlem.
- Dumitrică, P., 1967: *Dictyocha bachmani* n. sp. et considerations sur la lignee phylogenetique *Dictyocha crux* – *D. stauracantha* – *D. bachmani*. – *Cahiers de Micropaleontologie*, 1, 1–5, pls. 1–2, Paris.
- Dumitrică, P. 1972: Miocene and Quaternary silicoflagellates in sediments from the Mediterranean Sea. – In: Ryan W. B. F. et al., *Initial Report Deep Sea Drilling Project*, 13, 902–943, Washington.
- Dumitrică, P. 1973a: Cenozoic endoskeletal dinoflagellates in SW Pacific sediments cored during Leg. 21 of the DSDP. – In: Burn, R. E. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 21, 819–835, Washington.
- Dumitrică, P. 1973b: Paleocene, Late Oligocene and post – Oligocene silicoflagellates in Southwestern Pacific sediments cored on DSDP Leg 21. – In: Andreus, R. E. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 21, 837–883, Washington.
- Dumitrică, P. 1978a: Badenian Silicoflagellates from Central Paratethys. (In: A. Papp et al. eds.: *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. M4. Badenien.*) – Verl. Slowak. Akad. Wiss., 207–229, Bratislava.
- Dumitrică, P. 1978b: Badenian radiolaria from Central Paratethys. (In: A Papp et al. eds., *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. M4. Badenien.*) – Verl. Slowak. Akad. Wiss., 231–261, Bratislava.
- Dzinoridze, R. N., Jouse, A. P., Koroleva - Golikova, G. S., Kozlova, G. E., Nagaeva, G. S., Petrushevskaya, M. G. & Strelnikova, N. I. 1976: Diatom and radiolarian Cenozoic stratigraphy, Norwegian Basin. – In: Talwani, M. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 38, 289–427, Washington.
- Dzinoridze, R. N., Jouse, A. P. & Strelnikova, N. I. 1979: Description of diatoms. (In: Strelkov, A. A. ed., *The history of the microplankton of the Norwegian Sea.*) – Nauka, 32–71, Moskva.
- Eagar, R. M. C. & Spears, D. A. 1966: Boron content in relation to organic carbon and to paleosalinity in certain British Upper Carboniferous sediments.

- Nature, 209, 177–181, London.
- Ebner, F. & Sachsenhofer, R. F. 1995: Palaeogeography, subsidence and thermal history of the Neogene Styrian Basin (Pannonian basin system, Austria). – *Tectonophysics*, 242, 133–150, Amsterdam.
- Fenner, J. 1977: Cenozoic diatom biostratigraphy of the Equatorial and Southern Atlantic Ocean. – In: Supko, P. R. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project 39*, 491–624, Washington.
- Flemming, N. C. & Roberts, D. G. 1973: Tectono-eustatic changes in sea level and seafloor spreading. – *Nature*, 243, 19–22, London.
- Flower B. P. & Kennett, J. P. 1994: The middle Miocene climate transition: East Antarctic ice sheet development, deep ocean circulation and the global carbon cycling. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108, 537–555, Amsterdam.
- Fodor, L., Jelen, B., Márton, E., Rifelj, H., Kraljić, M., Kevrić, R., Márton, P., Koroknai, B. & Báldi - Beke, M. 2002: Miocene to Quaternary deformation, stratigraphy and paleogeography in the Northeastern Slovenia and Southwestern Hungary. – *Geologija*, 45, 103–114, Ljubljana.
- Fodor, L., Jelen, B., Márton, E., Skaberne, D. Čar, J. & Vrabec, M. 1998: Miocene – Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic fault: Implication for Alpine-Carpathian extrusion models. – *Tectonics*, 17, 690–709, Washington.
- Frost, B. W. 1996: Phytoplankton bloom on iron rations. – *Nature*, 383, 475–476, London.
- Frydas, D. & Avramidis, P. 2001: Evolutionary trends of the Pliocene silicoflagellate group *Dictyocha fibula* from Marathitis section, Central Crete (Greece). *Revue de Micropaléontologie*, 44, 9–25, Paris.
- Gersonde, R. & Schrader, H. 1984: Marine planktonic diatom correlation of Lower Messinian deposits in the Western Mediterranean. – *Marine Micropaleontology*, 9, 93–110, Amsterdam.
- Gombos, A. M., jr. 1975: Fossil diatoms from Leg 7, Deep Sea Drilling Project. – *Micropaleontology*, 21, 306–333, pls. 1–8, New York.
- Gosar, A. 1996: Seizmična refleksijska metoda v strukturnih raziskavah za oceno potresne nevarnosti v Krški kotlini. 288 str., i–xi, 18. prilog, Ljubljana. (Doktorska disertacija. Knjižnica Katedre za geologijo in paleontologijo.)
- Greenwood, R. 1973: Cristobalite. Its relationship to chert formation in selected samples from the Deep Seas Drilling Project. – *J. Sedim. Petrol.*, 43, 700–708, Tulsa.
- Grill, R. 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen in Wiener Becken und den benachbarten Molasse – Anteilen. – *Öl und Kohle*, 37, 595–602.
- Grimm, K. A., Lange, C. B. & Gill, A. S. 1996: Biological forcing of hemipelagic sedimentary laminae: Evidence from the ODP site 893, Santa Barbara Basin, California. – *J. Sed. Res.*, 66, 613–624, Tulsa.
- Grunow, A. 1882: Beiträge zur Kenntniss der fossilen Diatomeen Österreich – Ungarns. – *Beit. Paläontol Österr. Ungar. u. Orient.*, 2, 136–159, Taf. 29–30, Wien.
- Guex, J. 1993: Simplifications géométriques liées au stress écologique chez certains protistes. – *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 82, 357–368, Lausanne.
- Hajós, M. 1968: Die Diatomeen der Miozänen Ablagerungen des Matravorlandes. – *Fasc. Inst. Geol. Hung. Ser. Paleontologica*, 37, 1–402, Taf. 1–63, Budapestini.
- Hajós, M. 1972: The Mediterranean diatoms. – In: Ryan, W. B. F. et al. ed., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 13, 944–969, Washington.
- Hajós, M. 1974: Faciological and Stratigraphic Importance of the Miocene Diatoms in Hungary. – *Nova Hedwigia, Beih.* 45, 365–376, pls. 1–12, Vaduz.
- Hajós, M. 1977a: Miocene diatomaceous sediments at Szokolya and vicinity, North Hungary. – *Mag. All. Fold. Evi. Jel.* 1975 ról, 39–82, Budapest.
- Hajós, M. 1977b: Diatomaceae of the Neogene beds drilled in borehole Bő-2 at Budajeno, Hungary. – *Mag. All. Fold. Int. Evi. Jel.* 1975 ról, 383–400, Budapest.
- Hajós, M. 1978: Korrelation der Sarmatischen Diatomeen der Zentralen Paratethys. – *Mag. All. Fold. Int. Evi. Jel.* 1976 ról, 321–356, Budapest.
- Hajós, M. 1979: A correlation study of diatoms of Carpatian age recovered from the borehole Dj – 8 of Diosjeno (N Hungary). – *Mag. All. Fold. Int. Evi. Jel.* 1977 ról, 29–46, Budapest.
- Hajós, M. 1980: A Garabi slir formacion diatomai. – *Mag. All. Fold. Int. Evi. Jel.* 1978 ról, 123–158, Budapest.
- Hajós, M. 1982: Miocene diatoms from North Hung-

- ary. – *Acta Geol. Acad. Scien. Hungaricae*, 25, 49–64, Budapest.
- Hajós, M. 1986: Stratigraphy of Hungary's Miocene diatomaceous earth deposits. – *Fasc. Inst. Geol. Hungariae, Series Paleontologica*, 49, 1–339, pls. 1–61, Budapestini.
- Hajós, M. 1987: Correlation of Neogene diatomaceous earth deposits in Hungary. – *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 70, 141–147, Budapestini.
- Hajós, M. & Řeháková, Z. 1974: Fossile Diatomeen des Sarmats s. str. aus der Tschechoslowakei und Ungarn. (In: Seneš, J. ed., *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. M5. Sarmatien.*) – *Verl. Slowak. Akad. Wiss.*, 546–597, Bratislava.
- Hámor, G. 1988: Neogene palaeogeographic atlas of central and eastern Europe. – *Hung. Geol. Inst., Map 1–7*, Budapest.
- Hámor, G. 2002: Significance of the Neo-Vardar Tectonic Zone in the Tertiary structural evolution and paleogeographic changes of the Carpatian Basin. – *Acta Geol. Hung.*, 45, 63–77, Budapest.
- Haq, B. U. & Boersma, A. 1978: Introduction to marine micropaleontology. – *Elsevier Sci. Publ.*, 1–376, New York.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail, P. R. 1987a: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. – *Science*, 235, 1156–1167, Washington.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R., Wright, R. C., Stover, L. E., Baum, G., Loutit, T., Gombos, A., Davies, T., Pflum, C., Romine, K., Posaentier, H. & Jan Du Chene, R. 1987b: Mesozoic – Cenozoic Cycle Chart.
- Hargraves, P. E. & French, F. W. 1983: Diatom resting spores: significance and strategies. (In: G. A. Frayxell ed.: *Survival Strategies of the Algae.*) – *Cambridge Uni. Press.*, 49–68, Cambridge.
- Hein, J. R., Scholl, D. W., Barron, J. A., Jones, M. G. & Miller, J. 1985: Diagenesis of late Cenozoic diatomaceous deposits and formation of the bottom simulating reflector in the southern Bering Sea. – *Sedimentology*, 25, 155–181, Oxford.
- Hendey, N. I. 1964, An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. *Bacillariophyceae (Diatoms)*. – *Fishery Invest. Ser.*, 4, 1–317.
- Herlec, U. 1989: Izotopske paleokološke raziskave oligocenskih plasti iz Bohinja. 214 str., Ljubljana. (Diplomska naloga. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.)
- Hobson, L. A. & McQuoid, M. R. 1997: A 91-year record of seasonal and interannual variability of diatoms from laminated sediments in Saanich Inlet, British Columbia. – *L. Plankt. Res.*, 19, 173–194, London.
- Horvat, A. 2003a: Badenijske kremenice alge (Bacillariophyta) zahodnega dela Centralne Paratetide = Badenian (middle Miocene) diatoms (Bacillariophyta) from the western part of Central Paratethys. – *Razpr. 4. razr. SAZU*, 44, 5–55, Ljubljana.
- Horvat, A. 2003b: Srednjemiocenski silikoflagelati zahodnega dela Centralne Paratetide = Middle Miocene silicoflagellates from the western part of Central Paratethys. – *Razpr. 4. razr. SAZU*, 44, 57–79, Ljubljana.
- Horvat, A. 2003c: Zgornjebadenijska diatomejska paleoekologija zahodnega dela Centralne Paratetide = Upper Badenian diatom paleoecology of the western part of Central Paratethys. – *Geologija*, 46, 251–262, Ljubljana.
- Horvat, A. 2004: *Distephanus concavus*: a new silicoflagellate species from the Middle Miocene of Central Paratethys. – *Micropaleontology* (forthcoming).
- Horvat, A. & Mikuž, V. 2003: Zgornjebadenijska paleobiogeografija Centralne Paratetide. – *Geološki zbornik*, 17, 53–57, Ljubljana.
- Horvat, A. & Mišič, M. 2003: Mineralna in kemična sestava diatomejskih sedimentih kamnin v Sloveniji. – *Geološki zbornik*, 17, 57–60, Ljubljana.
- Horvat, A., Pavšič, J. & Mikuž, V. 2001: Starost plasti z vrsto *Pereiraea gervaisi* (Vézian) (Mollusca, Gastropoda v Sloveniji). – *Geološki zbornik*, 16, 28–30, Ljubljana.
- Horvat, A., Zupančič, N. & Bole, M. 1996: Mineraloške, kemične in fizikalne lastnosti slovenskega diatomita. – *Rud. met. zbor.*, 43, 179–184, Ljubljana.
- Hustedt, F. 1930: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Teil I. (In: Rabenhorst, L., *Kryptogamen Flora*, Bd. 7). – *Akad. Verlags.*, 1–920, Fig. 1–542, Leipzig.
- Hustedt, F. 1957: Die Diatomeenflora des Flusssystem der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. – *Anh. Naturwiss. Ver. Bremen*, 34, 181–440, Bremen.
- Hustedt, F. 1959: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Teil II. (In: Rabenhorst, L., *Kryptogamen Flora*, Bd. 7). – *Akad. Verlags.*,

- 1–845, Fig. 543–1179, Leipzig.
- Hustedt, F. 1966: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Teil III. (In: Rabenhorst, L., Kryptogamen Flora, Bd. 7). – Akad. Verlags., 1–816, Fig. 1180–1788, Leipzig.
- Hutchins, D. A. & Bruland, K. W. 1998: Iron-limited diatom growth and Si:N uptake ratios in a coastal upwelling regime. – *Nature*, 393, 561–564, London.
- Ivanov, D., Ashraf, A. R., Mosbrugger, V. & Palmarev, E. 2002: Palynological evidence for Miocene climate change in the Forecarpathian basin (Central Paratethys, NW Bulgaria). – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 178, 19–37, Amsterdam.
- Jensen, H. S., Mortesen, P. B., Andersen, F., Rasmussen, E. & Jensen, A. 1995: Phosphorous cycling in a coastal marine sediment, Arhus Bay, Denmark. – *Limnol. Oceanogr.*, 40, 908–917, Seattle.
- Jerkovič, L. 1965: Sur quelques silicoflagellidés de Yougoslavie. – *Rev. Micropaléontol.*, 8, 121–130, Paris.
- Jerkovič, L. 1969: Silikoflagellides fossiles des environs de Zagreb, de Bosanska Kostajnica et de Derventa (Yougoslavie). – *Godišnjak Biol. Inst. Univ. Sarajevo*, 22, 21–128, Sarajevo.
- Jurilj, A. 1957: Diatomeje sarmatskog mora okoline Zagreba. – *Prirod. istr., Acta biologica*, 1, 1–153, Tab. 1–40, Zagreb.
- Kastner, M., Keene, J. B. & Gieskens, J. M. 1977: Diagenesis of siliceous oozes I. Chemical controls on the rate of opal-A to opal-CT transformation – an experimental study. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, 1041–1059, New York.
- Kawamura, T. & Hirano, R. 1992: Seasonal changes in benthic diatom communities colonising glass slides in Aburatsubo bay, Japan. – *Diatom Research*, 7, 227–239, Bristol.
- Kemp, A. E. S. & Baldauf, J. G. 1993: Vast Neogene laminated diatom mat deposits from the eastern equatorial Pacific Ocean. – *Nature*, 362, 141–144, London.
- Kiessling, W., Flügel, E. & Golonka, J. 1999: Paleoreef maps: Evaluation of a comprehensive database on Phanerozoic reefs. – *AAPG Bull.*, 83, 1552–1587.
- Kleer, R. & Steinberg, Ch. 1987: Kieselalgen bayerischer Gewässer Loseblattsammlung. – *Informber. Bayer. Landesam. Wasserwirtsch. Teil 4*, 3.1–3.9, München.
- Koizumi, I. 1975: Late Cenozoic Diatom biostratigraphy in the circum – North Pacific Region. – *Journ. Geol. Soc. Japan*, 81, 611–627, Tokyo.
- Koizumi, I. 1986: Pliocene and Pleistocene diatom datum levels related with paleoceanography in the Northwest Pacific. – *Marine Micropaleontology*, 10, 309–325, Amsterdam.
- Koizumi, I. & Tanimura, Y. 1985: Neogene diatom biostratigraphy of the middle latitude Western North Pacific. – In: Heath, G. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 86, 269–300, Washington.
- Kolber, Z. S., Barber, R. T., Coale, K. H., Fitzwater, S. E., Greene, R. M., Johnson K. S., Lindley, S. & Falkowski, P. 1994: Iron limitation phytoplankton photosynthesis in the equatorial pacific ocean. – *Nature*, 371, 145–149, London.
- Kováč, M., Holcova, K. & Nagymorosy, A. 1999: Paleogeography, paleobathymetry and relative sea-level changes in the Danube basin and adjacent areas. – *Geologica Carpathica*, 50, 325–338, Bratislava.
- Krammer, K. & Lange – Bertalot, H. 1986: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. – Gustav Fischer Verlag, 1–876, Jena.
- Krammer, K. & Lange – Bertalot, H. 1991: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – Gustav Fischer Verlag, 1–876, Jena.
- Krestel, S. 1962: Contribuții la studiul diatomeelor din sarmațianul da la Adamclisi. – *Ann. Univ. Bucuresti. Ser. St. Nat. Geol.-Geogr.*, 32, 99–111, București.
- Lehotayova, R. & Molčíkova, V. 1978: Das Nannoplankton in der Tschechoslowakei. (In: A. Papp et al. eds.: *Chronostratigraphie und Neostratypen Miozan der Zentralen Paratethys*. M 4. Badenien.) – *Verl. Slowak. Akad. Wiss.*, 481–485, Bratislava.
- Lipps, J. H. 1979: Ebridians. (In: R. W. Fairbridge & D. Jablonski eds.: *The encyclopedia of paleontology*.) – 276, Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Stroudsburg.
- Locker, S. 1974: Revision der Silicoflagellaten aus der Mikrogeologischen Sammlung von C. G. Ehrenberg. – *Eclogae Geol. Helv.*, 67, 631–646, Taf. 1–4, Basel.
- Locker, S. 1975: *Dyctiocha varia* sp. n., eine miocäne

- Silicoflagellaten-Art mit kompliziertem Variationsmodus. – *Z. geol. Wiss.*, 3, 99–103, Berlin.
- Loeblich, A. R., III, Loeblich, L. A., Tappan, H. & Loeblich, A. R., jr. 1968: Annotated index of Fossil and Recent Silicoflagellates and Ebridians with descriptions and illustrations of validly proposed taxa. – *Geol. Soc. Am. Mem.*, 106, 1–319, Washington.
- Lohman, K. E. 1960: The ubiquitous diatom – brief survey of the present state of knowledge. – *Am. Journ. Science*, 258-A, 180–191, New Haven.
- Lohman, K. E. 1974: Lower Middle Miocene Marine Diatom from Trinidad. – *Verh. Naturf. Ges. Basel*, 84, 326–360, pls. 1–6, Basel.
- Lutze, G. F. 1986: *Uvigerina* species of the eastern North Atlantic. – *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, 35, 21–46, Utrecht.
- Magyar, I., Geary, D. H. & Müller, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147, 151–167, Amsterdam.
- Martin, J. H., Coale, K. H., Johnson K. S., Fitzwater, S. E., Gordon, R. M., Tanner, S. J., Elrod, V. A., Novicki, J. L., Coley, T. L., Barber, R. T., Lindley, S., Watson, A. J., Van Scoy, K., Law, C. S., Liddicoat, M. I., Ling, R., Staton, T., Stockel, J., Collins, C., Anderson, A., Bidigare, R., Ondrussek, M., Latasa, M., Millero, F. J., Lee, K., Yao, W., Zhang, J. Z., Friedrich, G., Sakamoto, C., Chavez, F., Buck, K., Kolber, Z., Greene, R., Falkowski, P., Chisholm, S. W., Hoge, F., Swift, R., Yungel, J., Turner, S., Nightingale, P., Hatton, A., Liss, P. & Tindale, N. W. 1994: Testing the iron hypothesis in ecosystems of the equatorial Pacific Ocean. – *Nature*, 371, 123–129, London.
- Martini, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. (In: Farinacci, A. ed., *Proceedings of the second planktonic conference, Vol. II.*) – *Edizioni Technoscienza*, 739–786, Roma.
- Martini, E. 1972: Silicoflagellate zones in the late Oligocene and early Miocene of Europe. – *Senckenbergiana Lethaea*, 53, 119–122, Frankfurt.
- Martini, E. 1977: Systematics, distribution and stratigraphical application of silicoflagellates. (In: Ramsay, A. T. S. ed., *Oceanic Micropaleontology.*) – *Academic Press*, 1327–1344, London–New York–San Francisco.
- Maynard, N. G. 1976: Relationship between diatoms in surface sediments of the Atlantic ocean and physical oceanography of overlaying waters. – *Paleobiology*, 2, 99–121, Lawrence.
- McIntire, C. D. & Moore, W. M. 1977: Marine Littoral Diatom – Ecological Considerations. (In: Werner, D. ed., *The biology of diatoms.*) – *Blackwell Sci. Publ.*, 333–371, Oxford–London–Edinburgh–Melbourne.
- McQuoid, M. R. & Hobson, L. A. 1997: A 91-year record of seasonal and interannual variability of diatoms from laminated sediments in Saanich Inlet, British Columbia. – *L. Plankt. Res.*, 19, 173–194, London.
- McQuoid, M. R. & Hobson, L. A. 1998: Assessment of palaeoenvironmental conditions on southern Vancouver Island, British Columbia, Canada, using the marine tychoplankter *Paralia sulcata*. – *Diatom Research*, 13, 311–321, Bristol.
- McQuoid, M. R. & Nordberg, K. 2003: The diatom *Paralia sulcata* as an environmental indicator species in coastal sediments. – *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, 339–354, London.
- Mikkelsen, N. 1980: Experimental Dissolution of Pliocene Diatoms. – *Nova Hedwigia*, 33, 893–911, Braunschweig.
- Mikkelsen, N. 1984: Diatoms in the Zaire Deep Sea Fan and Pleistocene paleoclimatic trends in the Angola Basin and West Equatorial Africa. – *Netherlands Jour. Sea Research*, 17, 280–292.
- Mikuž, V. 1982: Miocenske turitelide Slovenije. 210 str., I–XXV, Tab. 1–21, Ljubljana. (Doktorska disertacija. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.)
- Mikuž, V. 2000: *Pereiraea gervaisi* (Vézian) iz miocenskih plasti južno od Šentjerneja. – *Geologija*, 42 (1999), 123–140, Ljubljana.
- Mikuž, V. & Horvat A. 2003a: Miocenski morski ježki Slovenije. – *Geološki zbornik*, 17, 115–199, Ljubljana.
- Mikuž, V. & Horvat A. 2003b: Paleobiogeografija klikeastrov (Echnoidea). – *Geološki zbornik*, 17, 119–123, Ljubljana.
- Mišič, M. 1998: Rentgenske raziskave glinenih mineralov v paleozojskih in mezozojskih karbonatnih formacijah Slovenije. 164 str., I–VI, Ljubljana. (Doktorska disertacija. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.)
- Müller, P. J. & Suess, E. 1979: Productivity, sedimenta-



- tion rate and sedimentary organic matter in the oceans. *Organic carbon preservation. – Deep-Sea Reserv.*, 26A, 1347–1362.
- Nagymarosy, A. & Müller, P. 1988: Some aspects of Neogene biostratigraphy in the Pannonian basin. (In: L. H. Royden & F. Horváth eds: *The Pannonian basin. A study in basin evolution.*) – *AAPG Mem.*, 45, 69–78, Tulsa.
- Nave, S., Freitas, P. & Abrantes, F. 2001: Coastal upwelling in the Canary Island region: spatial variability reflected by the surface sediment diatom record. – *Marine Micropaleontology*, 42, 1–23, Amsterdam.
- Pantocsek, J. 1886: Beiträge zur Kenntniss der Fossilen Bacillarien Ungarns. Teil I. 1–74, Taf. 1–30, Nagytapolcsany–Pozsony.
- Pantocsek, J. 1889: Beiträge zur Kenntniss der Fossilen Bacillarien Ungarns. Teil II. 1–123, Taf. 1–30, Nagytapolcsany–Pozsony.
- Pantocsek, J. 1905: Beiträge zur Kenntniss der Fossilen Bacillarien Ungarns. Teil III. 1–118, Taf. 1–42, Nagytapolcsany–Pozsony.
- Pavšič, J. 1986: Mikropaleontološki pregled 6. vzorcev iz vrtnice Si-1/86 (Sajevce) pri Kostanjevici. 3 str., Ljubljana. (Tipkano poročilo. Arhiv Inštituta za geologijo.)
- Pavšič, J. & Mihajlovič, D. 1981: Nanoflora badenija ("tortona") Višnjice (okolina Beograda). – *Glas. Srpske akad. nauk. umetn.* 329. Prirod. matemat. nauk, 48, 1–16, Beograd.
- Perch - Nielsen, K. 1976: Eocene to Oligocene archaeomonas, ebridians and endoskeletal dinoflagellates from the Norwegian Sea, DSDP Leg. 38. (In: Talwani, M. et al., *Initial Reports Deep Sea Driling Project*, 38, 147–175, Washington.
- Perch - Nielsen, K. 1985: Silicoflagellates. (In: Bolli, H. M., Saunders, J. B. & Perch - Nielsen eds.: *Plankton stratigraphy.*) – Cambridge Univ. Press, 811–849, Cambridge–London–New York–New Rochelle–Melbourne–Sydney.
- Péres, J.-M. & Gamulin - Brida, H. 1973: Biološka oceanografija. Bentos. BENTOSKA bionomija Jadranskog mora. – Školska knjiga, 493 str., Zagreb.
- Petrica, R., Rijavec, L. & Dozet, S. 1995: Stratigraphy of the Upper Oligocene and Miocene beds in the Trobni dol area (Kozjansko). – *Rud.-met. zb.*, 42, 127–141, Ljubljana.
- Pierau, H. 1954: Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt Novo mesto. 13 S., Ljubljana. (Tipkano poročilo. Knjižnica Katedre za geologijo in paleontologijo.)
- Pierau, H. 1958: Zur Stratigraphie und Tektonik jungtertiärer Ablagerungen im Nordwestlichen Krško polje in Slowenien. – *Geologija*, 4, 111–148, Ljubljana.
- Pike, J. & Kemp, A. E. S. 1999: Diatom mats in Gulf of California sediments: Implication of the paleoenvironmental interpretation of laminated sediments and silica burial. – *Geology*, 27, 311–314, Boulder.
- Placer, L. 1999a: Structural meaning of the Sava folds. – *Geologija*, 41 (1998), 191–221, Ljubljana.
- Placer, L. 1999b: Contribution to the macrotectonic subdivision of the border region between Southern Alps and External Dinarides. *Geologija* 41 (1998), 223–255, Ljubljana.
- Pleničar, M. & Premru, U. 1970: Tolmač za list Novo Mesto. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100000. – Zvezni geološki zavod Beograd, 1–61, Beograd.
- Prelogovič, E., Saftič, B., Kuk, V., Veljčič, J., Dragaš, M. & Lučič, D. 1998: Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian basin. – *Tectonophysics*, 297, 283–293, Amsterdam.
- Premru, U. 1983: Tolmač za list Ljubljana. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100000. – Zvezni geološki zavod Beograd, 1–75, Beograd.
- Proschkina - Lavrenko, A. I. ed. 1951: Diatomovije vodorosli. – *Sovjetskaja nauka*, 1–619, Moskva.
- Rado, G. 1962: Contribuții la studiul faunei miocene dintre Totoi și Oarda de Sus (Alba Iulia). – *Anal. Univ. București. Ser. Ști. Nat. Geol. – Geogr.*, 32, 77–88.
- Rajver, D. 2001: Geotermalne značilnosti Krške kotline s poudarkom na geofizikalnih raziskavah. 203 str., I–IX, 8 pril., Ljubljana. (Magistrsko delo. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.)
- Rampi, L. & Bernhard, M. 1978: Chiave per la determinazione delle diatomee pelagiche Mediterranee. – *C.N.E.N.*, 1–71.
- Řeháková, Z. 1977: Marine planktonic diatom zones of the Central Paratethys Miocene and their correlation. – *Vestn. Ustred. ustavu geol.*, 52, 147–157, pls. 1–6, Praha.
- Řeháková, Z. 1978: Die marine Diatomeenflora des Badenien in des Zentralen Paratethys. (In: A. Papp et al. eds.: *Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozän der Zentralen Paratethys.*

- M4. Badenien.) – Verlag Slowak. Akad. Wiss., 533–553, Bratislava.
- Rifelj, H. & Jelen, B. 2001: Ali so se globalne klimatske in tektonske spremembe odrazile v karpatijski in badenijski mikroforaminiferni favni v Sloveniji? – *Geološki zbornik*, 16, 38–41, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1965: Razvoj terciarnih sedimentov med Rudnico in Bočem. – *Geologija*, 8, 112–120, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1976: Biostratigrafija miocena v Slovenskih goricah. – *Geologija*, 19, 53–82, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1978: Tortonska in sarmatska mikrofavna v zahodnem delu Slovenskih goric. – *Geologija*, 21, 209–237, Ljubljana.
- Rižnar, I., Miletia, D., Verbič, T. & Horvat, A. 2002: Srednjemiocenske kamnine severnega pobočja Gorjancev med Čatežem in Kostanjevico. – *Geologija*, 45, 531–536, Ljubljana.
- Roelofs, A. K. 1984: Distributional patterns and variation of valve diameter of *Paralia sulcata* in the surface sediments of southern British Columbia inlets. – *Estuarine, Coastal & Shelf Sci.*, 18, 165–176, Dorchester.
- Romero, O. & Hebbeln, D. 2003: Biogenic silica and diatom thanatocoenosis in surface sediments below the Peru-Chile Current: controlling mechanisms and relationship with productivity of surface waters. – *Marine Micropaleontology*, 48, 71–90, Amsterdam.
- Rögl, F. 1998: Palaeogeographic consideration for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 99 A (1997), 279–310, Wien.
- Rögl, F. 1999: Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). – *Geologica Carpathica*, 50, 339–349, Bratislava.
- Rögl, F. & Steininger, F. F. 1983: Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkummediterranen Raumes. – *Ann. Naturhist. Mus.*, 85, 135–163, Wien.
- Round, F. E., Crawford, R. M. & Mann, D. G. 1990: The diatoms. Biology and morphology of the genera. – Cambridge Uni. Press, 747 pp., Cambridge.
- Royden, L. H. 1988: Late Cenozoic tectonics of the Pannonian basin. (In: L. H. Royden & F. Horváth eds: *The Pannonian basin. A study in basin evolution.*) – *Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.*, 45, 27–48, Tulsa.
- Sachs, J. B. & Skinner, H. C. 1973: Calcareous Nanofossils and Late Pliocene – Early Pleistocene biostratigraphy Louisiana Continental Shelf. – *Tulane Stud. Geol. Paleontol.*, 10, 113–162, New Orleans.
- Sancetta, C. 1978: Neogene Pacific microfossils and paleoceanography. – *Marine Micropaleontology*, 3, 347–376, Amsterdam.
- Sancetta, C. 1982: Distribution of diatom species in surface sediments of the Bering and Okhotsk Seas. – *Micropaleontology*, 28, 221–257, pls. 1–6, New York.
- Sancetta, C. 1987: Three species of *Coscinodiscus Ehrenberg* from North Pacific sediments examined in the light and scanning electron microscopes. – *Micropaleontology*, 33, 230–241, pls. 1–3, New York.
- Sancetta, C. 1999: Diatoms and marine paleoceanography. (In: E. F. Stoermer & J. P. Smol eds.: *The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences.*) – Cambridge Uni. Press, 374–386, Cambridge.
- Sanfilippo, A. & C. Nigrini, 1998: Code numbers for Cenozoic low latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. – *Marine Micropaleontology*, 33, 109–156, Amsterdam.
- Schauderna, H. 1983: Die Diatomeenflora aus den miozänen Seeablagerungen im Nördlinger Ries. – *Palaeontographica*, Abt. B, 188, 83–193, Stuttgart.
- Schellpeper, M. E. & Watkins, D. K. 1998: Oligocene to Early Miocene silicoflagellates from the Ivorian Basin, Eastern equatorial Atlantic, Site 959. – In: Mascle, J., Lohmann, G. P. & Moullade, M. eds., *Proc. ODP, Sci. Res.*, 159, 493–508.
- Schmitz, B. 1987a: The  $TiO_2/Al_2O_3$  ratio in the Cenozoic Bengal abyssal fan sediments and its use as a paleostream energy indicator. – *Marine Geology*, 76, 195–206, Amsterdam.
- Schmitz, B. 1987b: Barium, equatorial high productivity, and the northward wandering of the Indian continent. – *Paleoceanography*, 2, 63–77.
- Schmitz, B., Charisi, S. D., Thompson, E. I. & Speijer, R. P. 1997: Barium,  $SiO_2$  (excess), and  $P_2O_5$  as proxies of biological productivity in the Middle East during the Palaeocene and the latest Palaeocene benthic extinction event. – *Terra Nova*, 9, 95–99.

- Schrader, H. J. 1973a: Proposal for standardized method for cleaning diatom-bearing deep-sea and land-exposed marine sediments. – *Nova Hedwigia*, Beih. 45, 403–409, Vaduz.
- Schrader, H. J. 1973b: Stratigraphic distribution of marine species of the diatom *Denticula* in Neogene North Pacific sediments. – *Micropaleontology*, 19, 417–430, pl. 1, New York.
- Schrader, H. J. & Fenner, J. 1976: Norwegian sea Cenozoic diatom biostratigraphy and taxonomy. Part I: Norwegian sea Cenozoic diatom biostratigraphy. (In: M. Talwani et al. eds.: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 38). – U.S. Gov. Print. Off., 921–1099, Washington.
- Schrader, H. J. & Gersonde, R. 1978: Diatoms and silicoflagellates. (In: Zachariasse, W. J. et al. eds: Micropaleontological counting methods and techniques – an exercise on an eight meters section of the Lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily.) – *Utrecht Micropaleont. Bull.*, 17, 129–176, Utrecht.
- Schrader, H., Isrenn, K., Swaberg, N., Paetzel, M. & Saethre, T. 1993: Early Holocene diatom pullse in the Norwegian Sea and its paleoceanographic significance. – *Diatom Research*, 8, 17–130, Bristol.
- Schuette, G. & Scharder, H. J. 1981: Diatom taphocoenoses in the coastal upwelling area off South West Africa. – *Marine Micropaleontology*, 6, 131–155, Amsterdam.
- Smetacek, V. S. 1985: Role of sinking in diatom life-history cycles: ecological, evolutionary and geological significance. – *Marine Biology*, 84, 239–251, New York.
- Smetacek, V. 2000: The giant diatom dump. – *Nature*, 406, 574–575, London.
- Skaberne, D. 1980: Predlog klasifikacije in nomenklature klastičnih sedimentnih kamnin. I. del: Predlog granulometrijske klasifikacije in nomenklature. – *Rud.-met. zbor.*, 27, 21–46, Ljubljana.
- Spears, D. A. & Kanaris - Sotiriou, R. 1976: Titanium in some Carboniferous sediments from Great Britain. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 40, 345–351, New York.
- Stabell, B. 1983: Diatoms in core GIK 15530-4 from the Skagerrak. (In: Aasheim ed.: Rapport fra Diatomésymposium i Bergen mai 1983.) – *Bot. Rapp.*, 33, 57–70, Bergen.
- Stabell, B. 1986: A diatom maximum horizon in Upper Quaternary deposits. – *Geologische Rundschau*, 75, 175–184, Stuttgart.
- Steininger, F., Müller, C. & Rögl, F. 1988: Correlation of Central Paratethys, Eastern Paratethys, and Mediterranean Neogene stages. (In: L. H. Royden & F. Horváth eds: The Pannonian basin. A study in basin evolution.) – *Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.*, 45, 79–87, Tulsa.
- Steininger, F. & Rögl, F. 1984: Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. (In: J. E. Dixon & H. F. Robertson eds.: The geological evolution of the Eastern Mediterranean.) – *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 17, 659–668, London.
- Steininger, F., Rögl, F. & Müller, C. 1978: Geodynamik und paläogeographische Entwicklung des Badenien. (In: A. Papp et al. eds.: Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozan der Zentralen Paratethys. M4. Badenien.) – *Verlag Slowak. Akad. Wiss.*, 110–127, Bratislava.
- Steininger, F. F. & Wessely, G. 2000: From the Tethyan Ocean to the Paratethys Sea: Oligocene to Neogene stratigraphy, paleogeography and paleobiogeography to the circum-Mediterranean region and the Oligocene to Neogene basin evolution in Austria. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 92, 95–116, Wien.
- Stille, P. 1992: Nd-Sr isotope evidence for dramatic changes of paleocurrents in the Atlantic Ocean during the past 80 m.y. – *Geology*, 20, 387–390, Boulder.
- Stille, P., Steinmann, M. & Riggs, S. R. 1996: Nd isotope evidence for the evolution of the paleocurrents in the Atlantic and Tethys Oceans during the past 180 Ma. – *E. Planet. Sci. Lett.*, 144, 9–19, Amsterdam.
- Strelnikova, N. I. 1988: The evolution of diatoms during the Cretaceous and Paleogene periods. – Abstracts of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Living and Fossil Diatoms, p. 125, Joensuu.
- Studencka, B., Gontsharova, I. A. & Popov, S. V. 1998: The bivalve faunas as a basis for reconstruction of the Middle Miocene history of the Paratethys. – *Acta Geol. Pol.*, 48, 258–342, Warszawa.
- Šikić, L. 1968: Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. – *Geološki vjesnik*, 21, 213–228, Zagreb.
- Tappan, H. 1980: The Paleobiology of Plant Protists. – *W. H. Freeman & Co.*, 1–1028, San Francisco.
- Tari, G., Horváth, F. & Rümpler, J. 1992: Styles of

- extension in the Pannonian Basin. – *Tectonophysics*, 208, 203–219, Amsterdam.
- Tari, V. & Pamiaë, J. 1998: Geodynamic evolution of the northern Dinarides and the southern part of the Pannonian Basin. – *Tectonophysics*, 297, 269–281, Amsterdam.
- Temniskova, D. N. 1984: Correlation of Sarmatian diatoms flora of Balchik with other Sarmatian floras from the Eastern and Central Paratethys. – *Ann. Univ. Sofia, Liv. 2 – Botanika*, 74 (1980/81), 85–94, Sofia.
- Temniskova - Topalova, D. 1979: Taksonomičen sostav i ekologo-geografski analiz na sarmatski kremčni vodorasli ot Balčik (severoistočna Blgarija). – *Ann. Univ. Sofia, Li. 2 – Botanika*, 72/73, 41–57, Sofia.
- Temniskova - Topalova, D. 1981: Arheomonadni, silikoflagelatni i kremčni vodorasli ot srednomiocenski otloženija (Konk) v severoistočna Blgarija. – *Ann. Univ. Sofia, Li. 2 – Botanika*, 74, 95–104, Sofia.
- Temniskova - Topalova, D. 1982: Sarmatian diatoms from the Western parts of the Eastern Paratethys, Baltchik, North – Eastern Bulgaria. – *Acta Geol. Acad. Sci. Hungaricae*, 25, 65–84, Budapest.
- Temniskova - Topalova, D. & Georgieva, M. 1979: Novi za Blgarija sarmatski kremčni vodorasli. – *Ann. Univ. Sofia, Liv. 2 – Botananičeskij žurnal*, 72–73, 33–40, Sofia.
- Temniskova, D. N. & Malinkova, E. 1977: Novi sarmatski kremčni vodorasli za Blgarija. – *Ann. Univ. Sofia, Liv. 2 – Botananičeskij žurnal*, 70 (1976/77), 15–33, Sofia.
- Temniskova, D. N. & Valeva, M. D. 1979: Diatoms in the Lower Sarmatian sediments from Baltchik, Northeastern Bulgaria. – *Ann. Univ. Sofia, Liv. 1 – Geol.*, 73, 260–272, pls. 1–4, Sofia.
- Toggweiler, J. R. 1999: An ultimate limiting nutrient. – *Nature*, 400, 511–512, London.
- Tomljenović, B. & Csontos, L. 2001: Neogene – Quaternary structures in the border between Alps, Dinarides and Pannonian basin. – *Int. J. Earth Sci.*, 90, 560–578, Stuttgart.
- Tréguer, P., Nelson, D.M., Van Bennekom, A. J., DeMaster, D. J., Leynaert, A. & Quéguiner, B. 1995: The silica balance in the World Ocean: A reestimate. – *Science*, 268, 375–379, Washington.
- Tynan, E. J. 1957: Silicoflagellates of the Calvert Formation (Miocene) of Maryland. – *Micropaleontology*, 3, 127–136, pl. 1, New York.
- Tynni, R. 1980: Über Finnlands rezente und subfossile Diatomeen, 11. – *Geol. Soc. Fin. Bull.*, 312, 4–33, Taf. I–XX, Helsinki.
- Tyrrell, T. 1999: The relative influences of nitrogen and phosphorus on oceanic primary production. – *Nature*, 400, 525–531, London.
- Vakarcs, G., Hardenbol, J., Abreu, V. S., Vail, P. R., Várnai, P. & Tari, G. 1998: Oligocene-Middle Miocene depositional sequence of the Central Paratethys and their correlation with regional stages. (In: P.-C. de Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin & P. R. Vail eds.: *Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of the European basins.*) – *SEPM Spec. Publ.*, 60, 209–231, Tulsa.
- Vandenberghe, N. & Hardenbol, J. 1998: Introduction to the Neogene. (In: P.-C. de Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin & P. R. Vail eds.: *Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of the European basins.*) – *SEPM Spec. Publ.*, 60, 82–85, Tulsa.
- Van der Zwaan, G. J., Jorissen, F. J., Verhallen, P. J. J. M. & Von Daniels, C. H. 1986: *Uvigerina* from the Atlantic, Paratethys and Mediterranean. – *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, 35, 7–20, Utrecht.
- Van Leeuwen, R. J. W. 1986: The distribution of *Uvigerina* in the Late Quaternary sediments of the deep eastern South Atlantic. – *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, 35, 47–66, Utrecht.
- Vermeij, G. J. 1978: *Biogeography and Adaptations.* – Harvard Uni. Press, 322 pp., Cambridge.
- Vos, P. C. & de Wolf, H. 1993a: Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects. – *Hydrobiologia*, 269/270, 285–296, Dordrecht.
- Vos, P. C. & de Wolf, H. 1993b: Reconstruction of sedimentary environments in Holocene coastal deposits of the southwest Netherlands; the Poortvliet boring, a case study of palaeoenvironmental diatom research. – *Hydrobiologia*, 269/270, 297–306, Dordrecht.
- Wedepohl, K. H. 1995: The composition of the continental crust. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59, 1217–1232, New York.
- Whitehead, J. M. & McMinn, A. 1997: Paleodepth determination from Antarctic benthic diatom assemblages. – *Marine Micropaleontology*, 29, 301–318, Amsterdam.
- Whiting, M. C. & Schrader, H. 1985a: *Actinocyclus ingens* Rattray: Reinvestigation of a polymorphic species. – *Micropaleontology*, 31, 68–75, pls.

- 1–3, New York.
- Whiting, M. C. & Schrader, H. 1985b: Late Miocene to Early Pliocene marine diatom and silicoflagellate floras from the Oregon coast and continental shelf. – *Micropaleontology*, 31, 249–270, pls. 1–8, New York.
- Wignall, P. B. 1994: Black shales. – *Oxford Mon. Geol. Geophys.*, 30, 127 pp, Avon.
- Wornardt, W. W. 1971: Eocene, Miocene and Pliocene marine diatoms and silicoflagellates studied with scanning electron microscope. (In: Farinacci, A. ed., *Proceedings of the second planktonic conference.*) – Edizione Tecnoscienza, 1277–1300, Roma.
- Zong, Y. 1997: Implications of *Paralia sulcata* abundance in Scottish isolation basins. – *Diatom Research*, 12, 125–150, Bristol.
- Yoshioka, S., Ohde, S., Kitano, Y. & Kanamori, N. 1986: Behaviour of magnesium and strontium during the transformation of coral aragonite to calcite in aquatic environment. – *Marine Chemistry*, 18, 35–48, Amsterdam.

# INDEKS RODOVNIH IN VRSTNIH IMEN – INDEX OF GENERA AND SPECIES

## BACILLARIOPHYTA

- Achnanthes baldjikii*  
*Achnanthes brevipes*  
*Achnanthes brevipes* var. *intermedia*  
*Achnanthes rara*  
*Actinocyclus bremanus*  
*Actinocyclus ehrenbergi*  
*Actinocyclus ehrenbergi* var. *crassa*  
*Actinocyclus ehrenbergi* var. *sparsa*  
*Actinocyclus ehrenbergi* var. *tenella*  
*Actinocyclus ingens*  
*Actinocyclus ingens* f. *ingens*  
*Actinocyclus ingens* f. *planus*  
*Actinocyclus octonarius*  
*Actinocyclus octonarius* var. *minuta*  
*Actinocyclus tsugaruensis*  
*Actinoptychus adriaticus*  
*Actinoptychus marylandicus*  
*Actinoptychus senarius*  
*Actinoptychus splendens*  
*Actinoptychus splendens* var. *zagrebiensis*  
*Actinoptychus undulatus*  
*Actinoptychus vulgaris* var. *doljensis*  
*Amphora crassa* var. *gemmata*  
*Amphora crassa* var. *punctata*  
*Amphora hidasensis*  
*Amphora pannonica*  
*Amphora* sp.  
*Anaulus minutus*  
*Anaulus simplex*
- Asterolampra marylandica*  
*Asteromphalus hungarica*  
*Auricula szontaghi*
- Biddulphia aurita*  
*Biddulphia toumeyi*
- Campylodiscus kuetzingi*  
*Campylodiscus neogradensis*  
*Chaetoceros affinis*  
*Chaetoceros compressus*  
*Chaetoceros crinitus*  
*Chaetoceros didymus*  
*Chaetoceros ingolfianus*  
*Chaetoceros pantocseki*  
*Chaetoceros* sp. 1  
*Chaetoceros* sp. 2  
*Chaetoceros* sp. 3  
*Chaetoceros* sp. 4  
*Chaetoceros* sp. 5  
*Chaetoceros* sp. 6  
*Chasea tortonica*  
*Cladogramma ellipticum*  
*Clavicula polymorpha* var. *tumida*  
*Climacosphaenia moniligera*  
*Cocconeis biharensis*  
*Cocconeis evolvens*  
*Cocconeis grata*  
*Cocconeis pediculus*  
*Cocconeis placentula* var. *euglypta*  
*Cocconeis pseudomarginata*  
*Cocconeis quarnerensis*

*Cocconeis scutellum*  
*Cocconeis scutellum* f. *birhaphidea*  
*Cocconeis scutellum* var. *parva*  
*Cocconeis scutellum* var. *raeana*  
*Cocconeis vetusta*  
*Coscinodiscus apiculatus*  
*Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua*  
*Coscinodiscus astromphalus*  
*Coscinodiscus curvatulus* var. *minor*  
*Coscinodiscus doljensis*  
*Coscinodiscus jousei*  
*Coscinodiscus lineatus*  
*Coscinodiscus lineatus* var. *macroporus*  
*Coscinodiscus marginatus*  
*Coscinodiscus nitidus*  
*Coscinodiscus nodulifer*  
*Coscinodiscus obscurus*  
*Coscinodiscus oculus-iridis*  
*Coscinodiscus perforatus*  
*Coscinodiscus perforatus* var. *pavillardi*  
*Coscinodiscus plicatus*  
*Coscinodiscus radiatus*  
*Coscinodiscus rugulosus*  
*Coscinodiscus vetustissimus*  
*Cyclotella comta*  
*Cyclotella ocellata*  
*Cymatosira biharensis*  
*Cymatosira lorenziana* var. *maior*  
*Cymatosira miocenica*

*Delphineis biseriata*  
*Delphineis lineata*  
*Delphineis penelliptica*  
*Denticulopsis hustedti*  
*Denticulopsis lauta*  
*Diatomella balfouriana*  
*Dictyoneis lorkovici*  
*Dimerogramma angustatum*  
*Dimerogramma boryanum*  
*Dimerogramma marinum*  
*Dimerogramma minus* var. *neglectum*  
*Dimerogramma tortonicum*  
*Dimidiata saccula*  
*Diploneis bombus*  
*Diploneis crabro*  
*Diploneis didyma* var. *elesdiana*  
*Diploneis disturbata*  
*Diploneis elliptica*  
*Diploneis sejuncta* var. *baldjikiana*

*Diploneis smithii*  
*Diploneis splendida* var. *porosa*

*Fragilaria brevistriata*

*Glyphodesmis distans*  
*Grammatophora hungarica*  
*Grammatophora insignis* var. *doljensis*  
*Grammatophora oceanica* var. *macilenta*  
*Grammatophora stricta* var. *fossilis*  
*Grammatophora torosa*  
*Grammatophora robusta*

*Hemialus* sp.  
*Hyalodiscus horvatici*  
*Hyalodiscus scoticus*

*Liradiscus ovalis*  
*Liradiscus plicatulus*

*Mastogloia angulata*  
*Mastogloia angulata* var. *sarmatica*  
*Mastogloia baldjikiana*  
*Mastogloia binotata*  
*Mastogloia castracanei*  
*Mastogloia constricta*  
*Mastogloia ovalis* var. *areata*  
*Mastogloia ovolum*  
*Mastogloia rogalii*  
*Mastogloia sandae*  
*Mastogloia splendida*  
*Mastogloia szontaghii*  
*Mastogloia* sp. 1  
*Mastogloia* sp. 2  
*Mastogloia* sp. 3  
*Melosira distans*  
*Melosira* sp.  
*Melosira westii*

*Navicula abrupta*  
*Navicula baumleri*  
*Navicula hennedyi*  
*Navicula hennedyi* f. *granulata*  
*Navicula humerosa*  
*Navicula inhalata* var. *biharensis*  
*Navicula latissima* var. *capitata*  
*Navicula lyra* var. *constricta*  
*Navicula maculata* f. *californica*  
*Navicula praetexta*







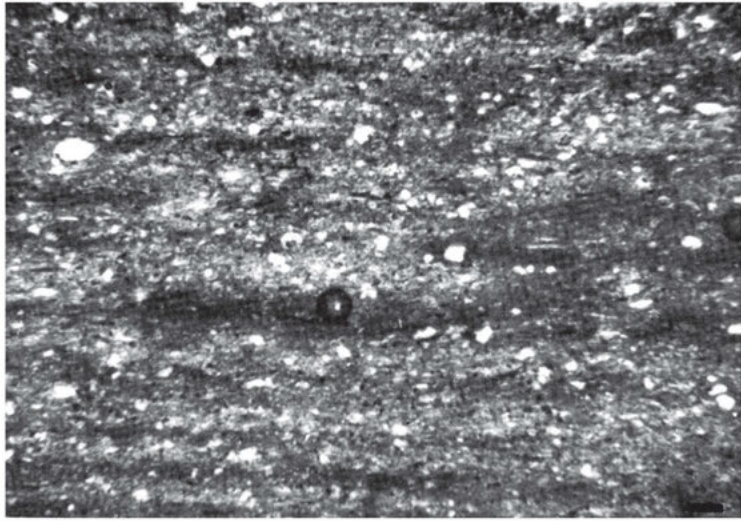


TABLE – PLATES  
1–30

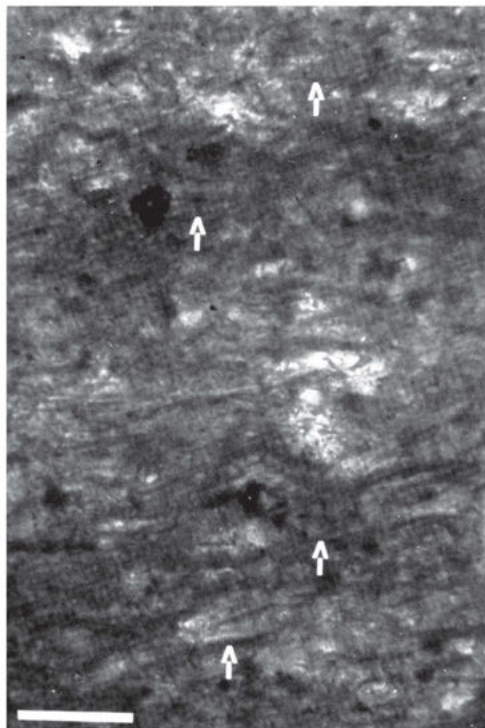
TABLA – PLATE 1

Slika/Figure

- 1 Zbrusek laminiranega diatomejskega meljevca iz profila Bela Cerkev 1 (vz. Bc1-10). Svetla zrna so biogeni in detritični kremen, temne laminirane proge predstavlja limonit, katerega vsebnost je pogojena z laminacijo. Merilo je 1 mm.  
Thinsection of laminated diatomaceous mudstone from the section Bela Cerkev 1 (sample Bc1-10). Light grains are biogenic and detrital quartz. Lamination is a consequence of different limonite (dark) content. Scale bar 1mm.
- 2 Na fotografiji so vidni vzporedno z laminacijo orientirani skeleti penatnih diatomej (puščice), ki po laminah tvorijo skletne filme. Vzorec Bc1-10. Merilo je 50  $\mu\text{m}$ .  
Diatom valves (arrows) are oriented parallel with the lamination. Sample Bc1-10. Scale bar 50  $\mu\text{m}$ .



1

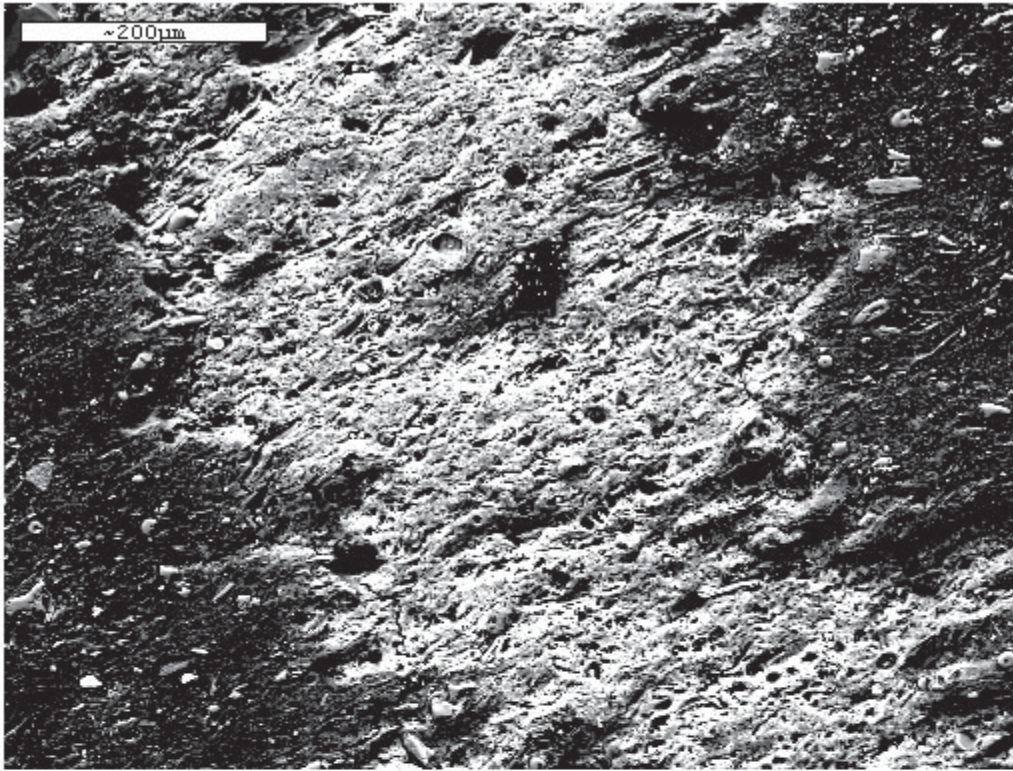


2

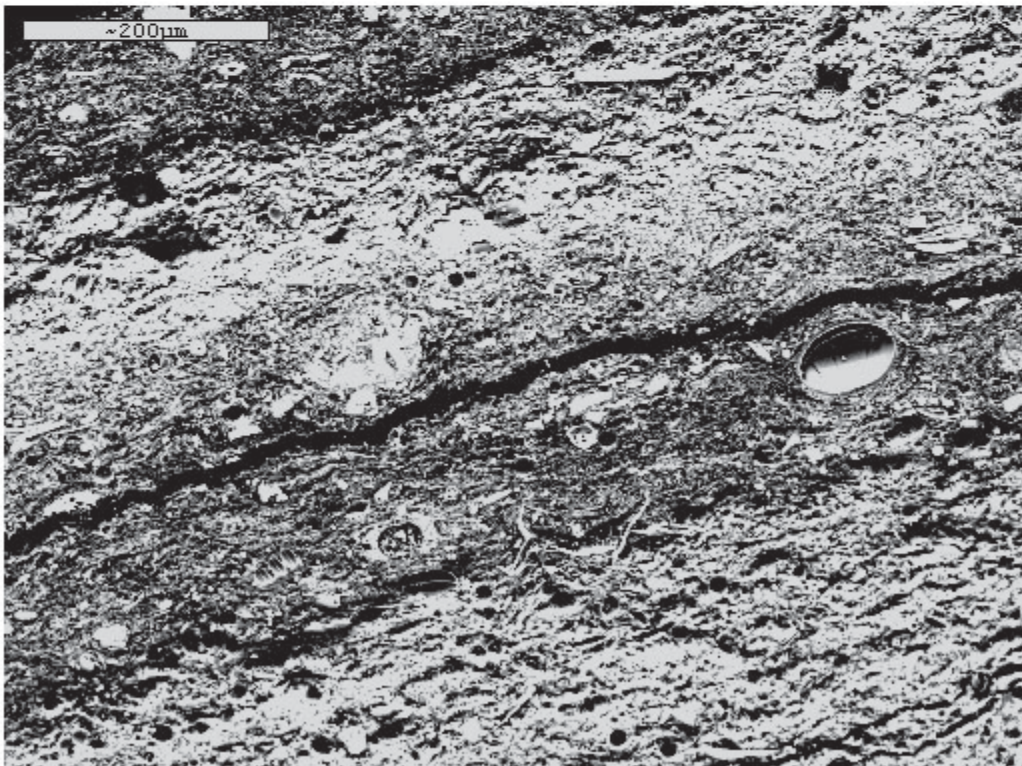
TABLA – PLATE 2

Slika/Figure

- 1 Elektronsko mikroskopski (EDS) posnetek laminiranega diatomejskega meljevca iz profila Bela Cerkev 1 (vzorec Bc1-10). Na posnetku je vidno, da so lamine enakomerno zrnate. Dolžina slike je 776  $\mu\text{m}$ .  
EDS photo of laminated diatomaceous siltstone from the section Bela Cerkev 1 (sample Bc1-10). On the photo equal grain-size of the laminae could be seen. The picture length is 776  $\mu\text{m}$ .
- 2 Elektronsko mikroskopski (EDS) posnetek laminiranega diatomejskega karbonatnega meljevca iz profila Tunjice (vzorec Tu-5). Na posnetku je vidna različna zrnatost posameznih lamin, kar kaže na turbiditni značaj sedimentacije. Dolžina slike je 776  $\mu\text{m}$ .  
EDS photo of laminated diatomaceous siltstone from the section Tunjice (sample Tu-5). From the different grain-size of laminae the turbidite character of lamination in the Tunjice section could be deduced. The picture length is 776  $\mu\text{m}$ .



1



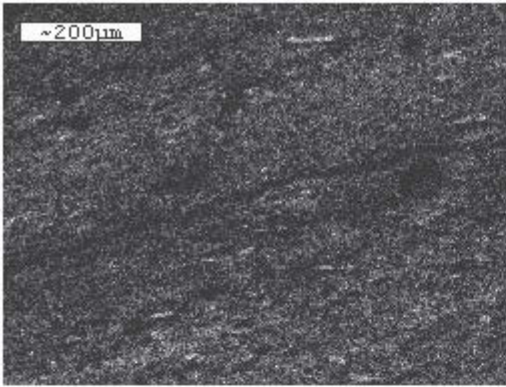
2

TABLA – PLATE 3

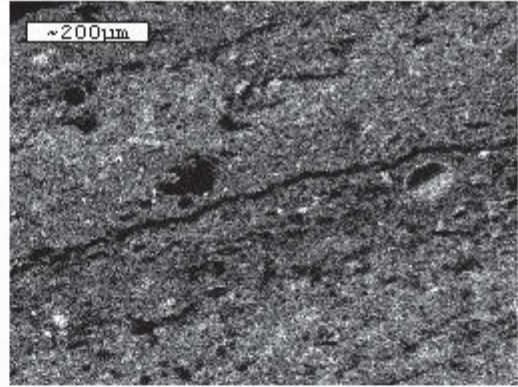
Slika/Figure

- 1 Porazdelitev aluminija v laminiranem delu profila Tunjice. Vzorec Tu-5.  
Aluminium distribution in the laminated part of the section Tunjice. Sample Tu-5.
- 2 Porazdelitev silicija v laminiranem delu profila Tunjice. Vzorec Tu-5.  
Silicon distribution in the laminated part of the section Tunjice. Sample Tu-5.
- 3 Porazdelitev ogljika v laminiranem delu profila Tunjice. Vzorec Tu-5.  
Carbon distribution in the laminated part of the section Tunjice. Sample Tu-5.
- 4 Porazdelitev aluminija v laminiranem delu profila Bela Cerkev 1.  
Vzorec Bc1-10. Merilo je enako kot na sliki 6.  
Aluminium distribution in the laminated part of the section Bela Cerkev 1. Sample Bc1-10. Scale bar as on fig. 6.
- 5 Porazdelitev silicija v laminiranem delu profila Bela Cerkev 1.  
Vzorec Bc1-10. Merilo je enako kot na sliki 6.  
Silicon distribution in the laminated part of the section Bela Cerkev 1. Sample Bc1-10. Scale bar as on fig. 6.
- 6 Porazdelitev ogljika v laminiranem delu profila Bela Cerkev 1. Vzorec Bc1-10.  
Carbon distribution in the laminated part of the section section Bela Cerkev 1.  
Sample Bc1-10.

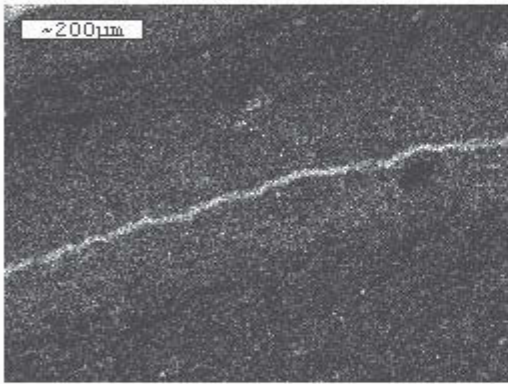




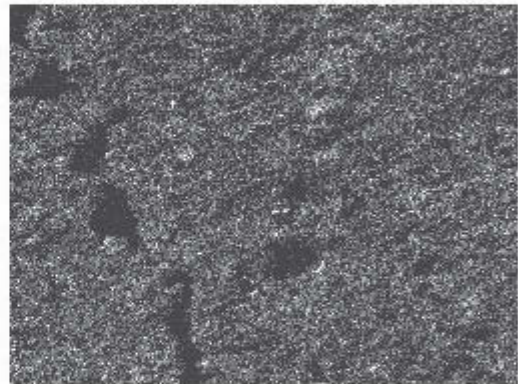
1



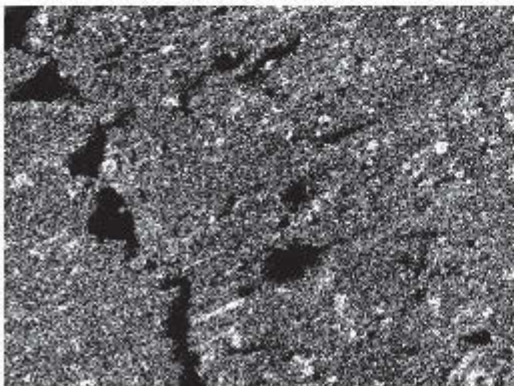
2



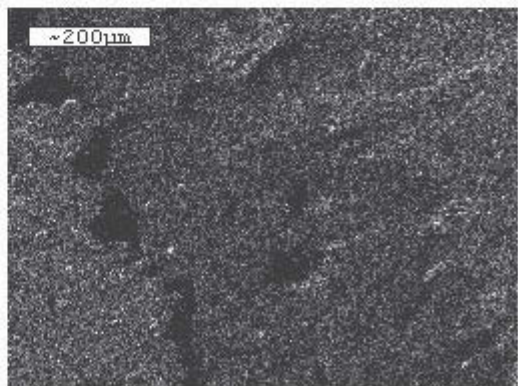
3



4



5



6

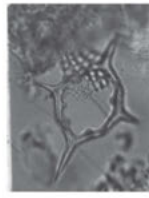
TABLA – PLATE 4

Slika/Figure

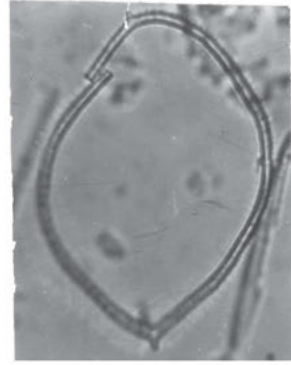
- 1 *Bachmannocena diodon diodon* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x1000
- 2 *Dictyocha fibula* Ehrenberg f. *mesocenoidea* Frenguelli, vzorec/sample Šj, x500
- 3 *Bachmannocena diodon diodon* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x500
- 4, 13 *Distephanus crux scutulatus* Bukry, vzorec/sample Šj, x500
- 5 *Bachmannocena apiculata apiculata* (Schulz) Bukry, vzorec/sample Šj, x1000
- 6 *Dictyocha fibula* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x1000
- 7 *Distephanus crux crux* (Ehrenberg), vzorec/sample Šj, x1000
- 8, 9 *Distephanus crux parvus* (Bachmann) Bukry, vzorec/sample Šj, x1000
- 10, 11 *Paracannopilus picassoi* (Stradner), vzorec/sample Šj, x1000
- 12 *Paracannopilus picassoi* (Stradner), vzorec/sample Šj, x500



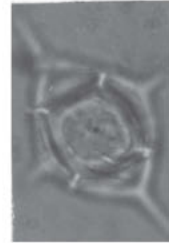
1



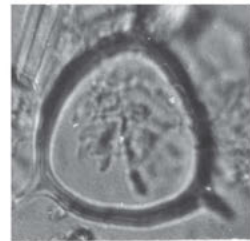
2



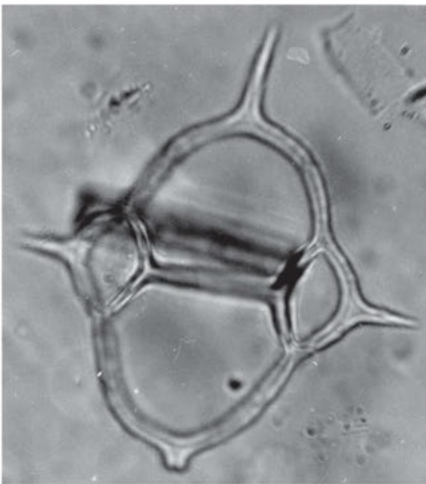
3



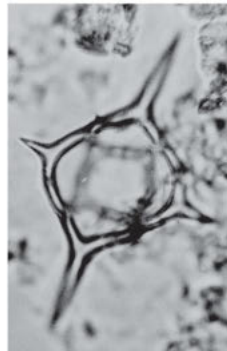
4



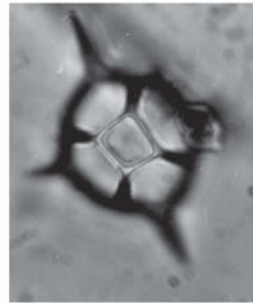
5



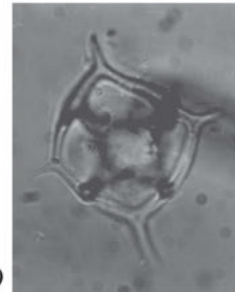
6



7



8



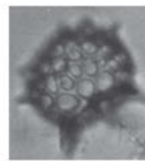
9



10



11



12



13

TABLA – PLATE 5

Slika/Figure

1–5 *Distephanus concavus* Horvat, vzorec/sample Šm-5

6, 9 *Distephanus crux* (Ehrenberg) *longispinus* (Schulz), vzorec/sample Šj

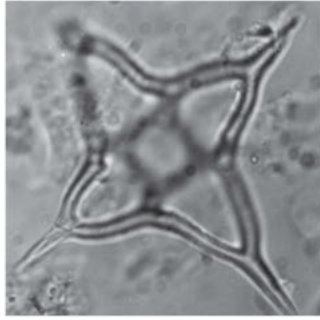
7, 8 *Distephanus stradneri* (Jerkoviæ) Bukry, vzorec/sample Šj

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.



1



2



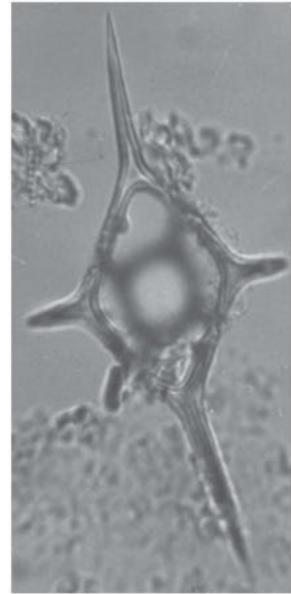
3



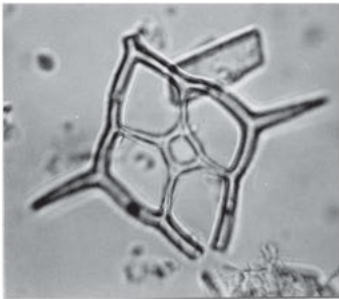
4



5



6

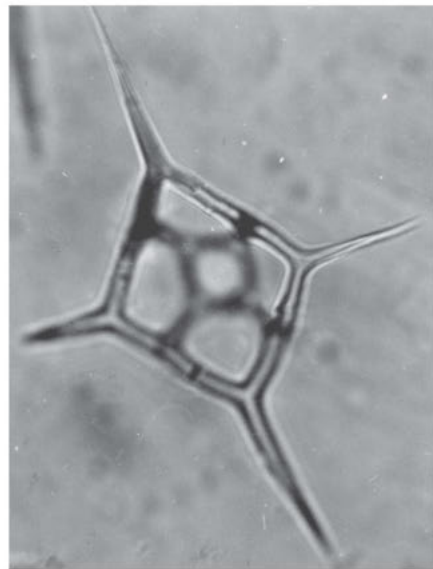


7

10  $\mu$ m



8



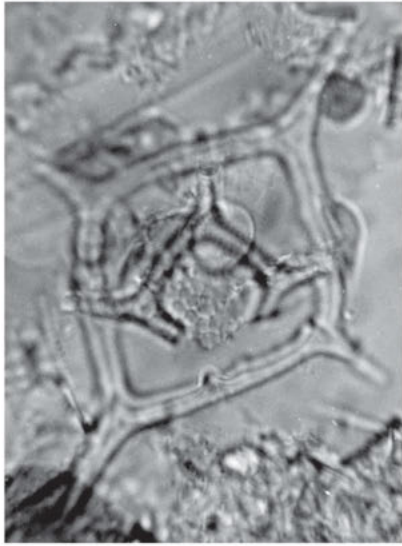
9

TABLA – PLATE 6

Slika/Figure

- 1–3 *Distephanus schauinslandii* Lemmermann  
1 - vzorec/sample Bc1-2; 2 - vzorec/sample Bc1-5; 3 - vzorec/sample Si-3
- 4–6 *Distephanus speculum* (Ehrenberg)  
4, 5 - vzorec/sample Šj; 6 - vzorec/sample Bc1-5.
- 7–9 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel, vzorec/sample Šj

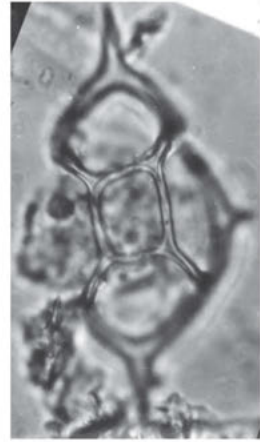
Vse 1000x povečano.  
Magnification x1000.



1

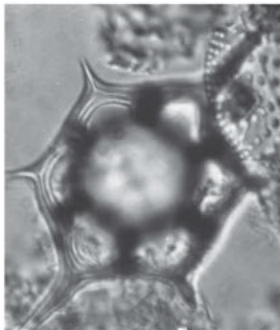


2

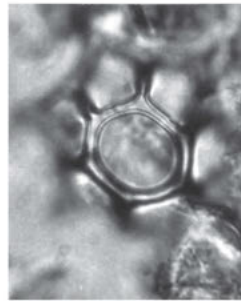


3

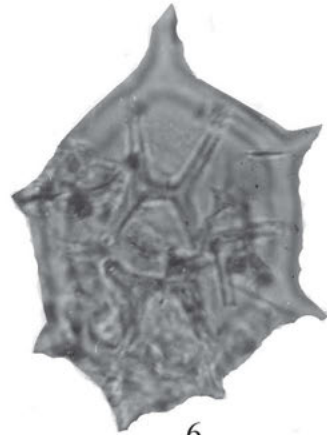
10  $\mu$ m



4



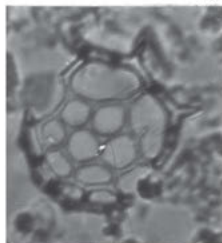
5



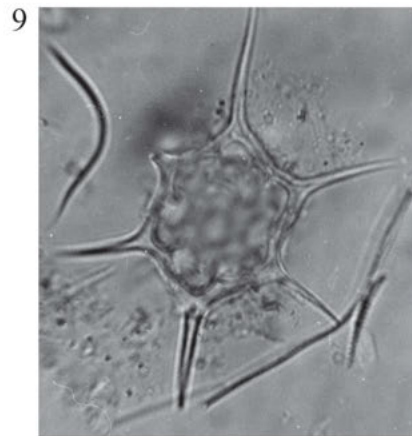
6



7



8



9

TABLA – PLATE 7

Slika/Figure

- 1        *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow, vzorec/sample Šj, x1000
- 2, 3    *Xanthiopyxis globosa* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x2000
- 4        *Liradiscus ovalis* Greville, vzorec/sample Šj, x1000
- 5        *Liradiscus plicatulus* Hajós, vzorec/sample Šj, x1000
- 6        *Cladogramma ellipticum* Lohman, vzorec/sample Šj, x1000
- 7, 9    *Xanthiopyxis micropunctatus* Hajós, vzorec/sample Šj, x1000
- 8        *Xanthiopyxis ovalis* Lohman, vzorec/sample Šj, x1000
- 10, 11 *Xanthiopyxis oblonga* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x1000
- 12       *Chasea tortonica* Hajós, vzorec/sample Šj, x1000
- 13       *Chaetoceros didymus* Ehrenberg, vzorec/sample Šj, x2000
- 14, 15 *Chaetoceros affinis* Lauder  
14 - vzorec/sample Šj, x2000; 15 - vzorec/sample Bc1-10, x1000
- 16, 17 *Chaetoceros pantocseki* Hajós  
16 - vzorec/sample Si-2, x1000; 17 - vzorec/sample Bc1-3, x1000
- 18       *Chaetoceros compressus* Lauder, vzorec/sample Bc1-2, x1000
- 19       *Chaetoceros crinitus* Schutt, vzorec/sample Tu-2, x1000
- 20       *Chaetoceros ingolfianus* Ostefeld, vzorec/sample Bc1-3, x1000
- 21       *Chaetoceros* sp. 1, vzorec/sample Bc1-1, x1000
- 22       *Chaetoceros* sp. 2, vzorec/sample Bc1-1, x1000
- 23       *Chaetoceros* sp. 3, vzorec/sample Bc1-5, x1000
- 24       *Chaetoceros* sp. 4, vzorec/sample Bc1-5, x1000
- 25       *Chaetoceros* sp. 5, vzorec/sample Tu-5, x1000
- 26       *Chaetoceros* sp. 6, vzorec/sample Tu-2, x1000
- 27       *Actiniscus pentasterias* Ehrenberg, vzorec/sample Šm-5, x1000
- 28       *Hermesinum schulzi* Hovasse, vzorec/sample Šj, x1000



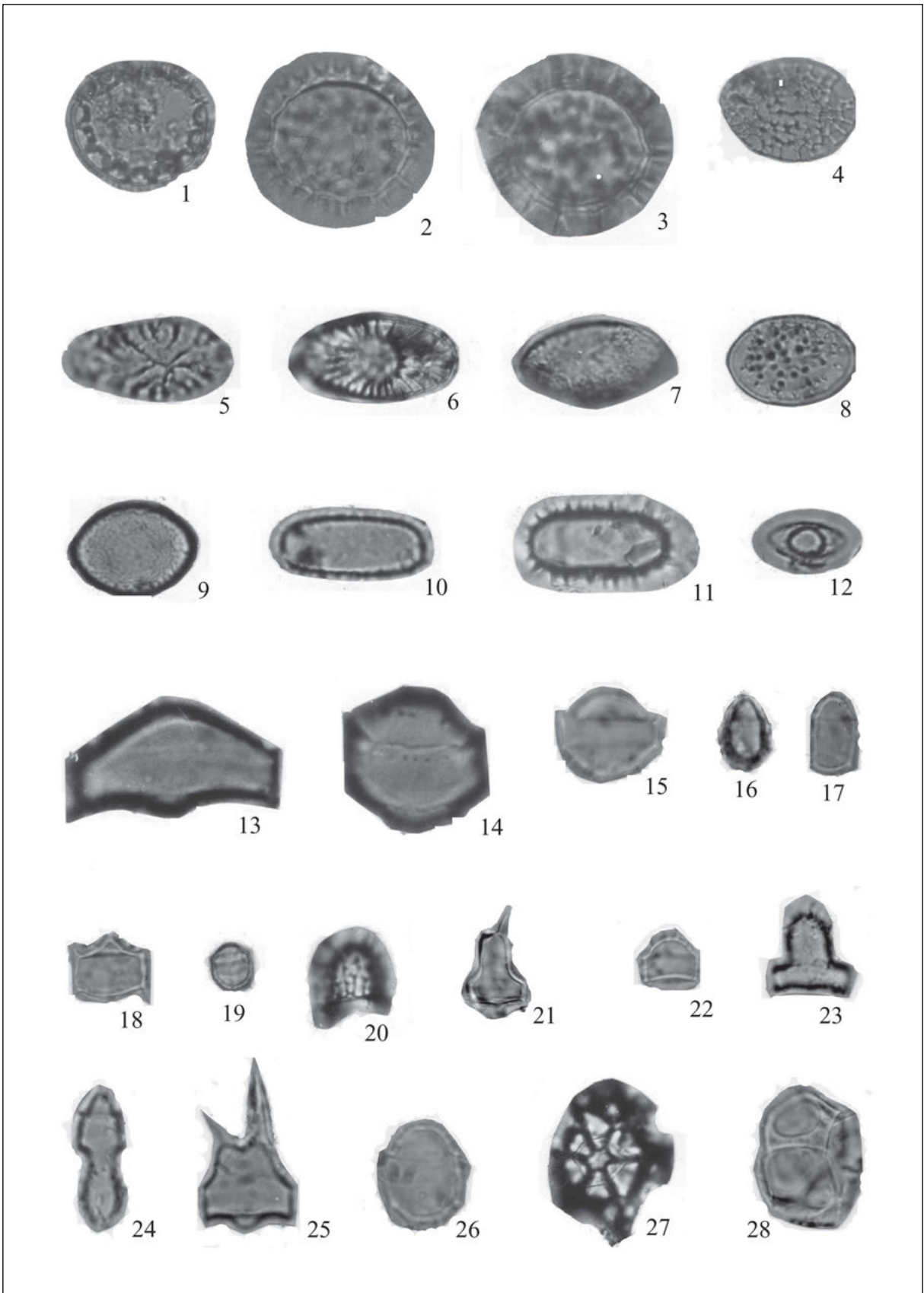


TABLA – PLATE 8

Slika/Figure

- 1 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Šj
- 2, 3 *Melosira westii* Smith, vzorec/sample Šj
- 4 *Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti, vzorec/sample Šj
- 5 *Stephanopyxis multispinosa* Hajós, vzorec/sample Šj
- 6 *Stephanopyxis turris* (Greville & Arnott) Ralfs, vzorec/sample Šj
- 7, 8 *Stephanopyxis corona* (Ehrenberg) Grunow, vzorec/sample Šj
- 9 *Podosira baldjikiana* Grunow, plevralno, vzorec/sample Bc1-5
- 10 *Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing, vzorec/sample Bc2-5
- 11 *Melosira* sp., vzorec/sample Bc1-5
- 12, 15 *Melosira distans* (Ehrenberg) Kützing  
12 - valvno, vzorec Bc1-5; 15 - plevralno, vzorec Bc2-3  
12 - valve view, sample Bc1-5; 15 - girdle view, sample Bc2-3
- 13 *Podosira stelliger* (Bailey) Mann, vzorec/sample Šj
- 14 *Cyclotella ocellata* Pantocsek, vzorec/sample Si-2
- 16 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Tu-5

Sl. 14 2000x povečano, vse ostale 1000x povečano.

Figs. 1 - 11, 13 - 16 x1000; fig. 12 x2000.

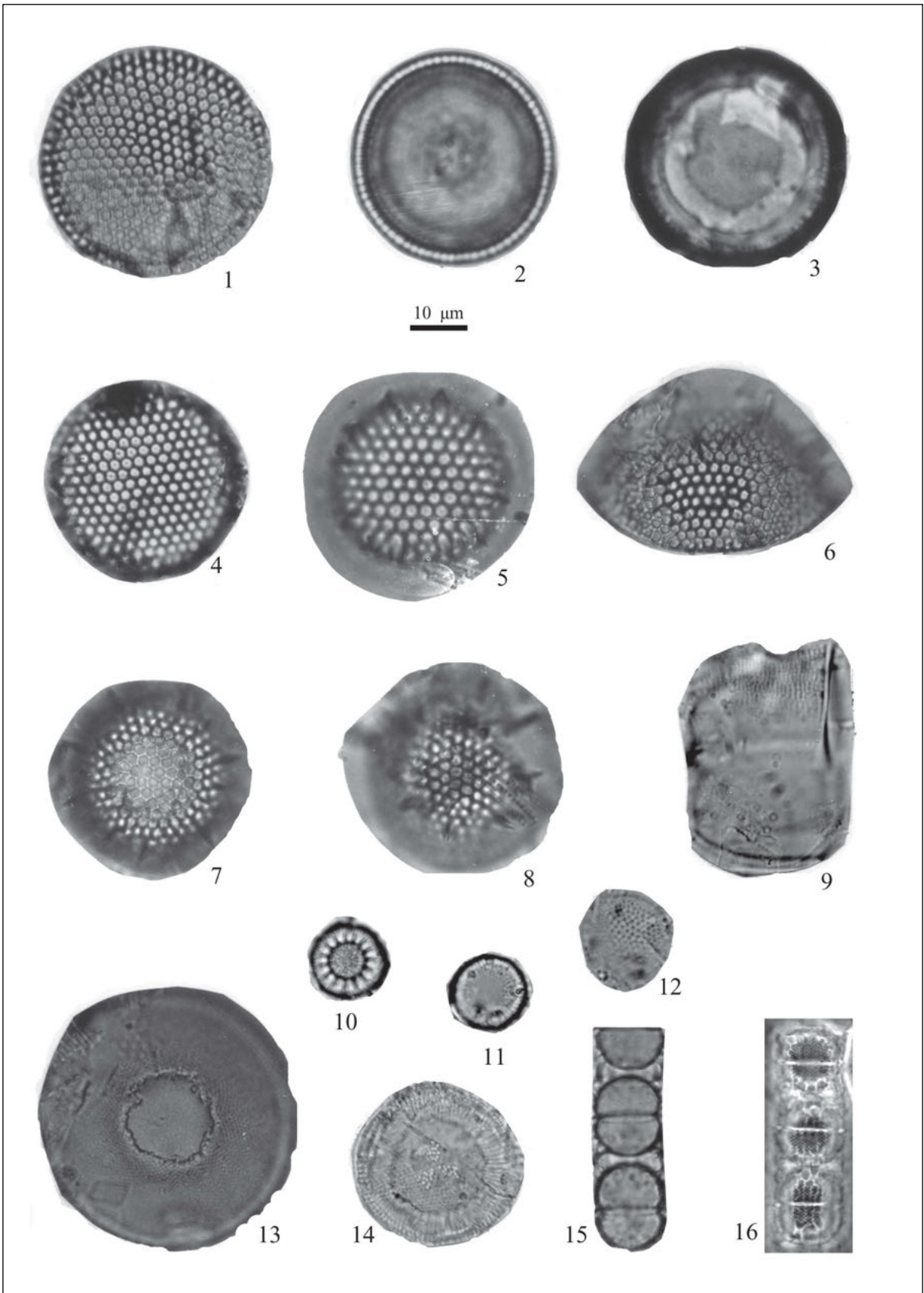
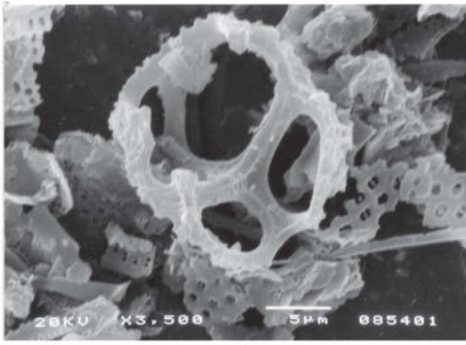


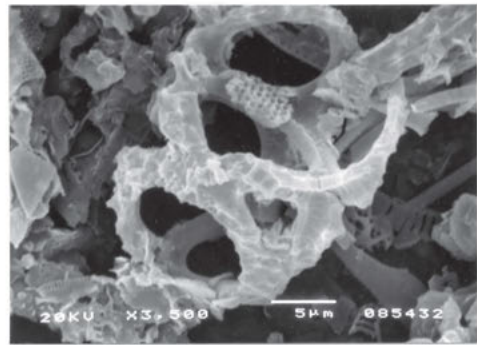
TABLA – PLATE 9

Slika/Figure

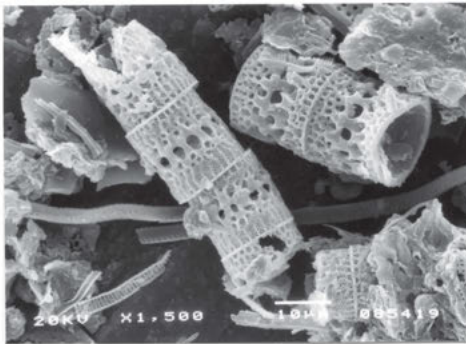
- 1, 2    *Hermesinum schulzi* Hovasse, vzorec/sample Tu-5  
2 - dvojni skelet, kjer sta ob koncu razmnoževanja, zaradi slučajne cementacije, materinski in hčerinski skelet združena  
2 - double skeleton represents a stage in division during the reproductive process as an accidental result of cementation of the daughter skeleton to that of the parent
- 3 - 8    *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve  
3, 4 - kolonija plevralno, vzorec Tu-5  
3, 4 - girdle view of a filament , sample Tu-5  
5, 7 - valvno, "tip coronata", vzorec Tu-3  
5, 7 - valve view of the "coronata" type, sample Tu-3  
6, 8 - valvno, vzorec Tu-5  
6, 8 - valve view, sample Tu-5



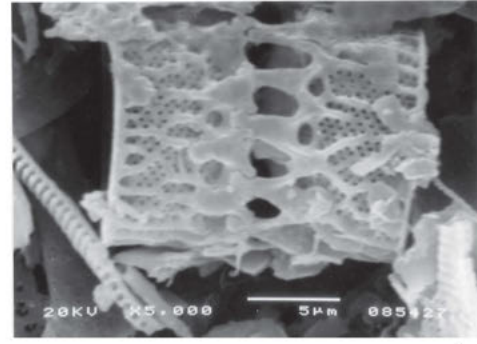
1



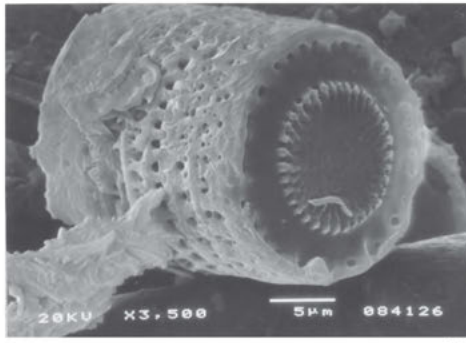
2



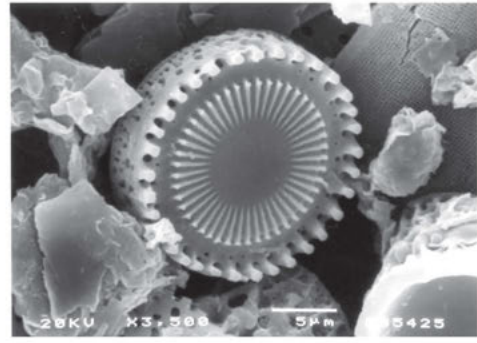
3



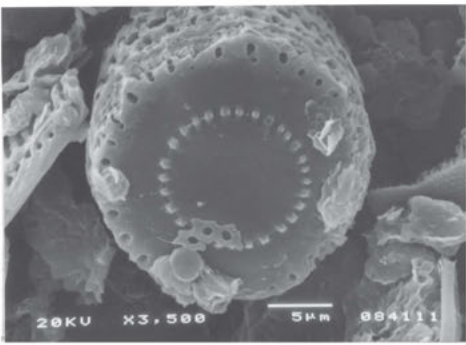
4



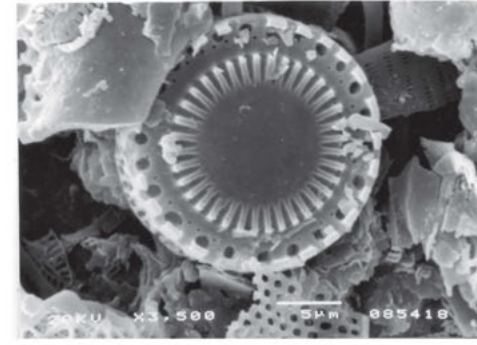
5



6



7



8

TABLA – PLATE 10

Slika/Figure

- 1, 2 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve  
1 - vzorec/sample Šj; 2 - vzorec/sample Bc1-2
- 3 *Coscinodiscus obscurus* A. Schmidt, vzorec/sample Si-3
- 4, 5 *Coscinodiscus rugulosus* Hajós  
4 - vzorec/sample Tu-5; 5 - vzorec/sample Bc1-3
- 6 *Coscinodiscus nodulifer* A. Schmidt, vzorec/sample Bc2-4
- 7 *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-12
- 8 *Coscinodiscus plicatus* Grunow, vzorec/sample Bc2-3

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

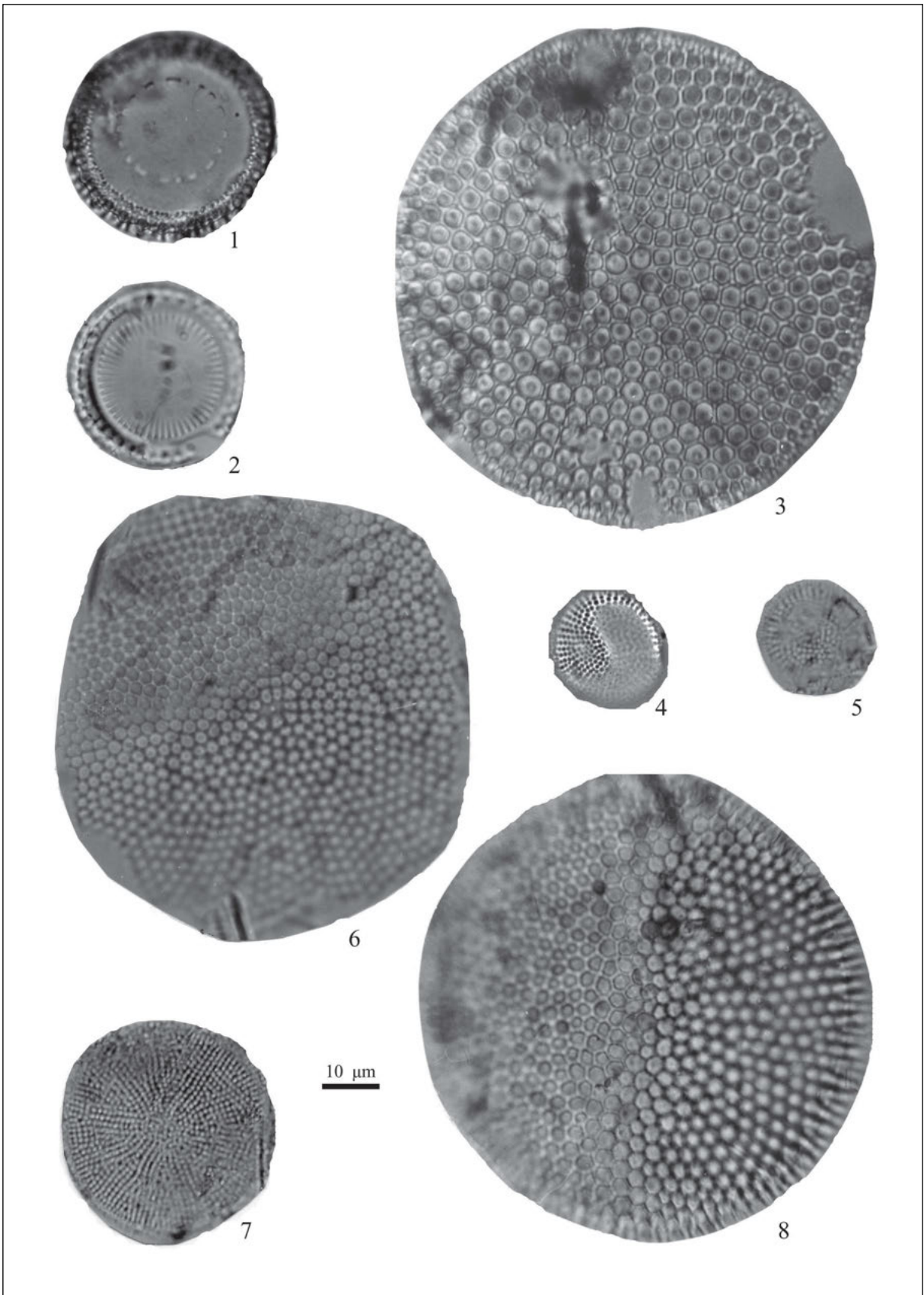


TABLA – PLATE 11

Slika/Figure

- 1, 2    *Hyalodiscus scoticus* (Kützing) Grunow  
1 - vzorec/sample Tu-2;  
2 - vzorec/sample Tu-6
- 3        *Hyalodiscus horvatici* Jurilj, vzorec/sample Tu-2
- 4        *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 5        *Coscinodiscus curvatus* Grunow var. *minor* (Ehrenberg) Grunow, vzorec/sample Si-3
- 6        *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg var. *macroporus* Hajós, vzorec/sample Šj
- 7        *Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *sparsa* (Gregory) Hustedt, vzorec/sample Bc2-4
- 8        *Coscinodiscus nitidus* Gregory, vzorec/sample Bc1-12
- 9, 11    *Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *tenella* (Brebisson) Hustedt  
9 - vzorec/sample Bc1-3;  
11 - vzorec/sample Bc1-5
- 10       *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 12       *Coscinodiscus vetustissimus* Pantocsek, vzorec/sample Šj
- 13       *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg, vzorec/sample Bc2-5

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.



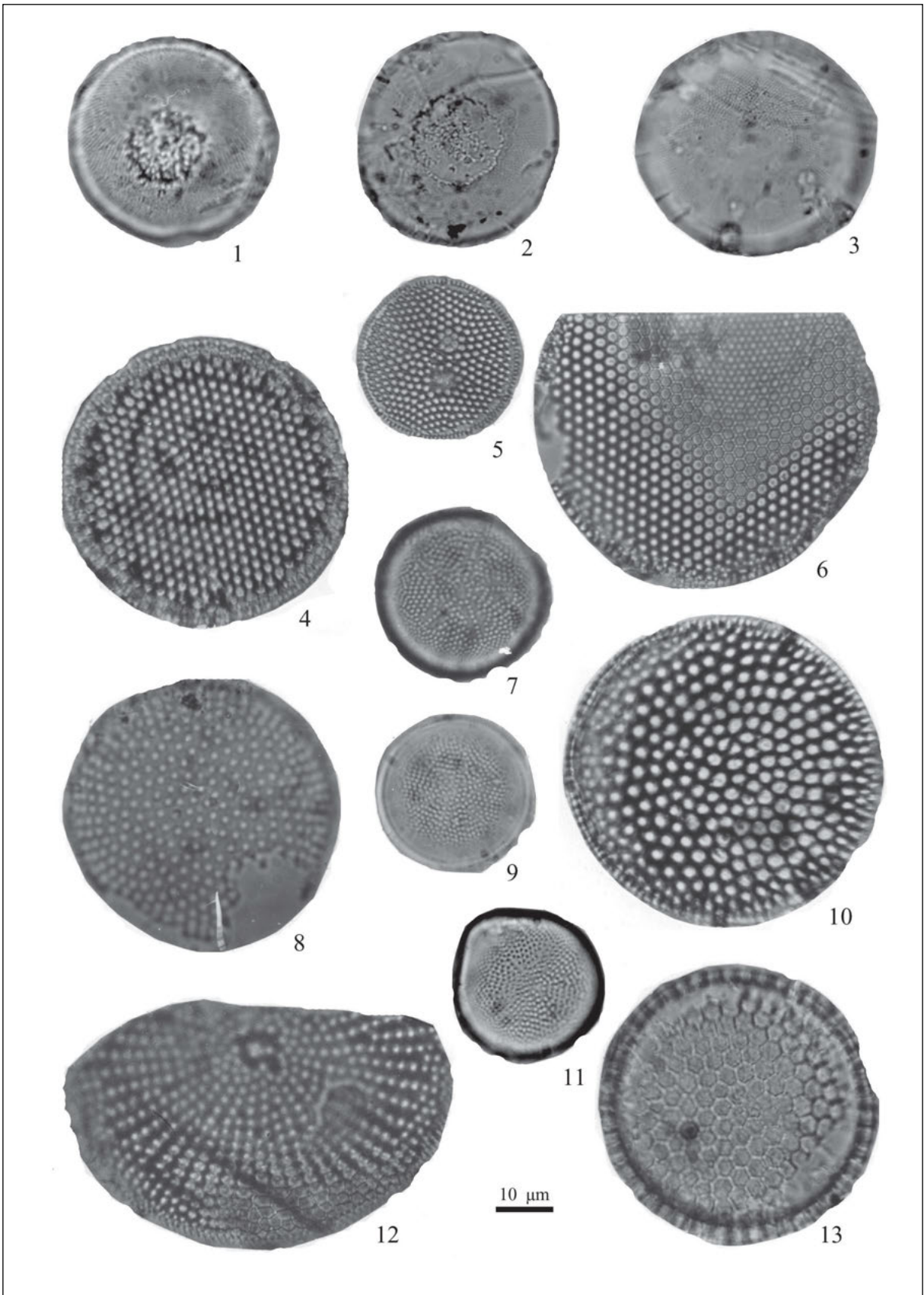


TABLA – PLATE 12

Slika/Figure

- 1 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg, vzorec/sample Bc2-4
- 2 *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 3 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 4 *Coscinodiscus astromphalus* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 5 *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg var. *ambigua* Grunow, vzorec/sample Šj
- 6 *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg var. *pavillardi* (Forti) Hustedt, vzorec/sample Bc1-1
- 7 *Coscinodiscus jousei* Hajós, vzorec/sample Tu-5

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

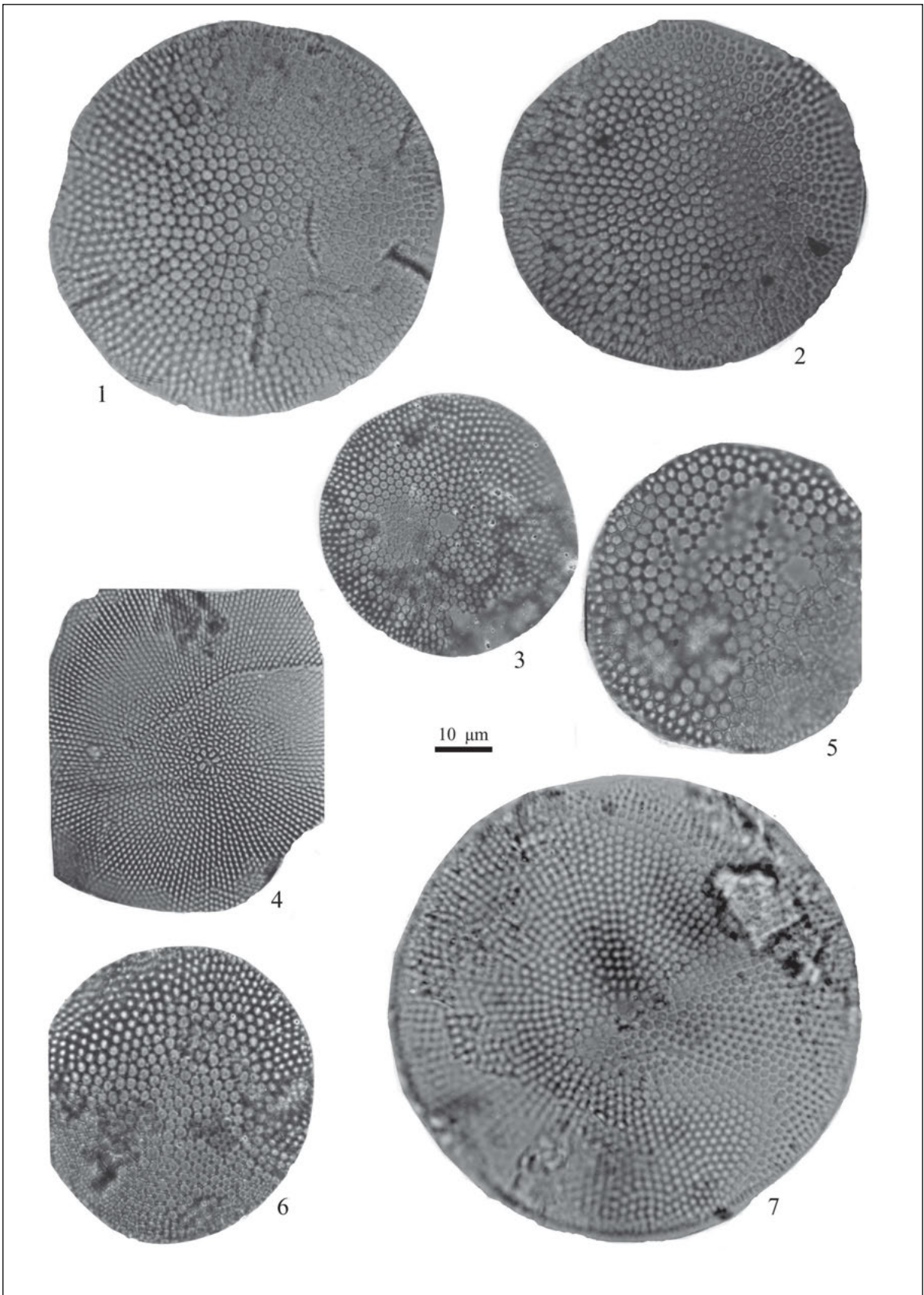


TABLA – PLATE 13

Slika/Figure

- 1 *Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs, vzorec/sample Si-2
- 2 *Actinocyclus bremianus* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-9
- 3, 4 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg var. *minuta* (Pantocsek) Hajós  
3 - vzorec/sample Bc1-3;  
4 - vzorec/sample Bc2-4
- 5 *Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs var. *crassa* (W. Smith) Hustedt,  
vzorec/sample Tu-5
- 6 *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg, vzorec/sample Si-3
- 7 *Hemiaulus* sp., vzorec/sample Bc1-1
- 8 *Asterolampra marylandica* Ehrenberg, vzorec/sample Bc1-5
- 9 *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg), vzorec/sample Šj
- 10 *Actinocyclus ingens* f. *ingens* Whiting & Schrader, vzorec/sample Šj
- 11 *Actinocyclus tsugaruensis* Kanaya, vzorec/sample Šj
- 12 *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting & Schrader,  
vzorec/sample Šm-5

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

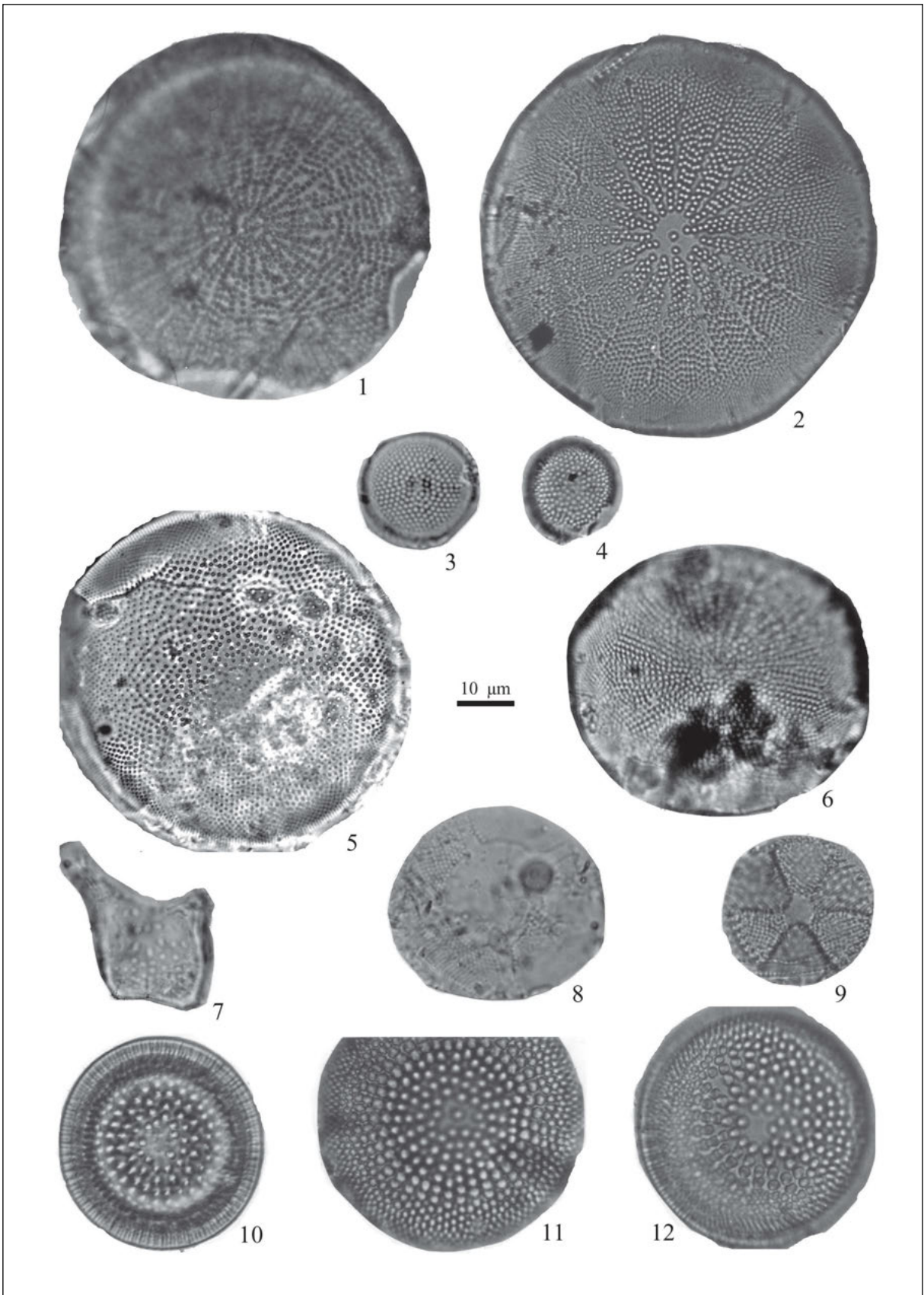
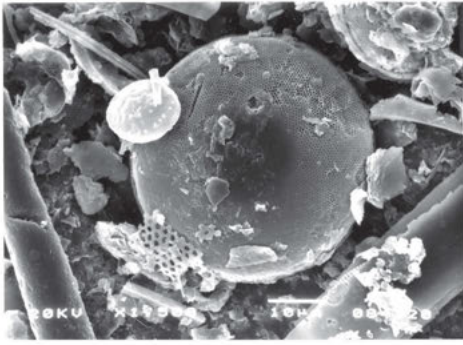


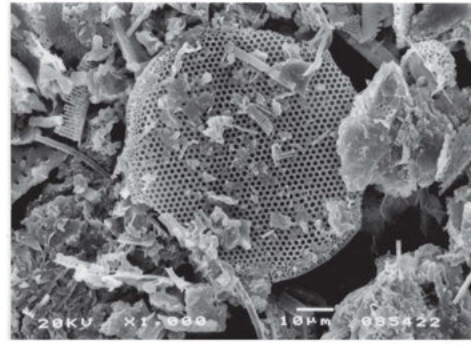
TABLA – PLATE 14

Slika/Figure

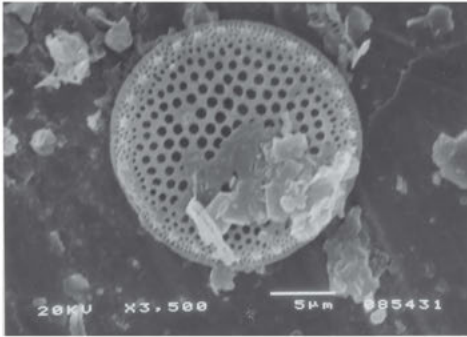
- 1      *Hyalodiscus scoticus* (Kützing) Grunow, vzorec/sample Tu-3
- 2      *Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 3      *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 4      *Coscinodiscus rugulosus* Hajós, vzorec/sample Tu-5
- 5      *Coscinodiscus doljensis* Pantocsek, vzorec/sample Tu-5
- 6, 8    *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-3  
6 - zunanjost valve; 7 - notranjost valve  
6 - valve from outside; 7 - valve from inside
- 7      *Actinoptychus adriaticus* Grunow, vzorec/sample Tu-5



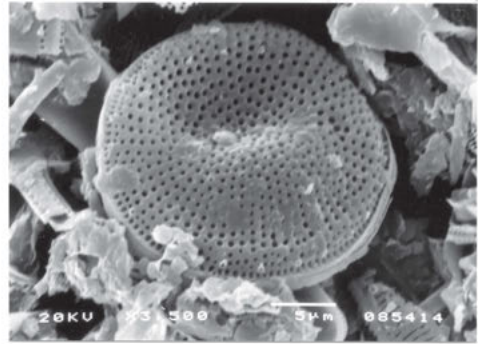
1



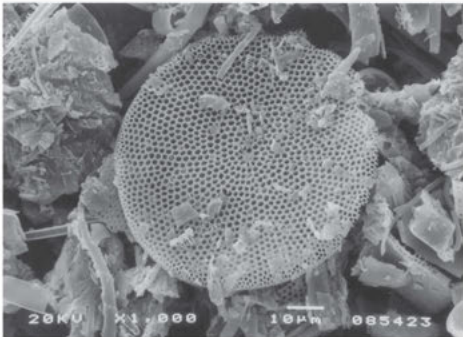
2



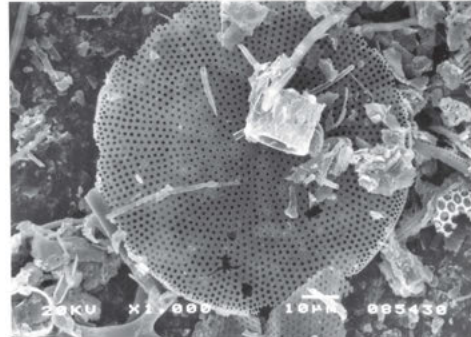
3



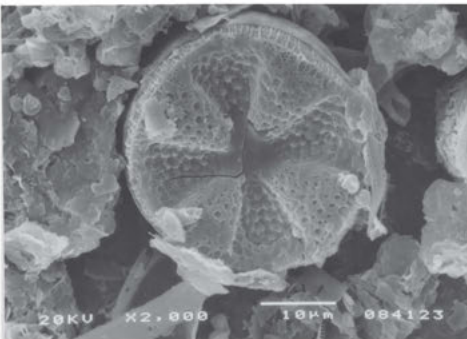
4



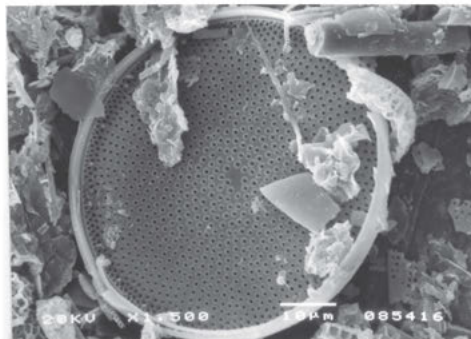
5



6



7



8

TABLA – PLATE 15

Slika/Figure

- 1 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs, vzorec/sample Šj
- 2 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs, vzorec/sample Bc1-2
- 3 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs var. *zagrebiensis* Jurilj, vzorec/sample Bc2-4
- 4 *Actinoptychus adriaticus* Grunow, vzorec/sample Bc2-3
- 5 *Actinoptychus vulgaris* Grunow var. *doljensis* Pantocsek, vzorec/sample Bc2-4
- 6 *Actinoptychus marylandicus* Andrews, vzorec/sample Šj

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.



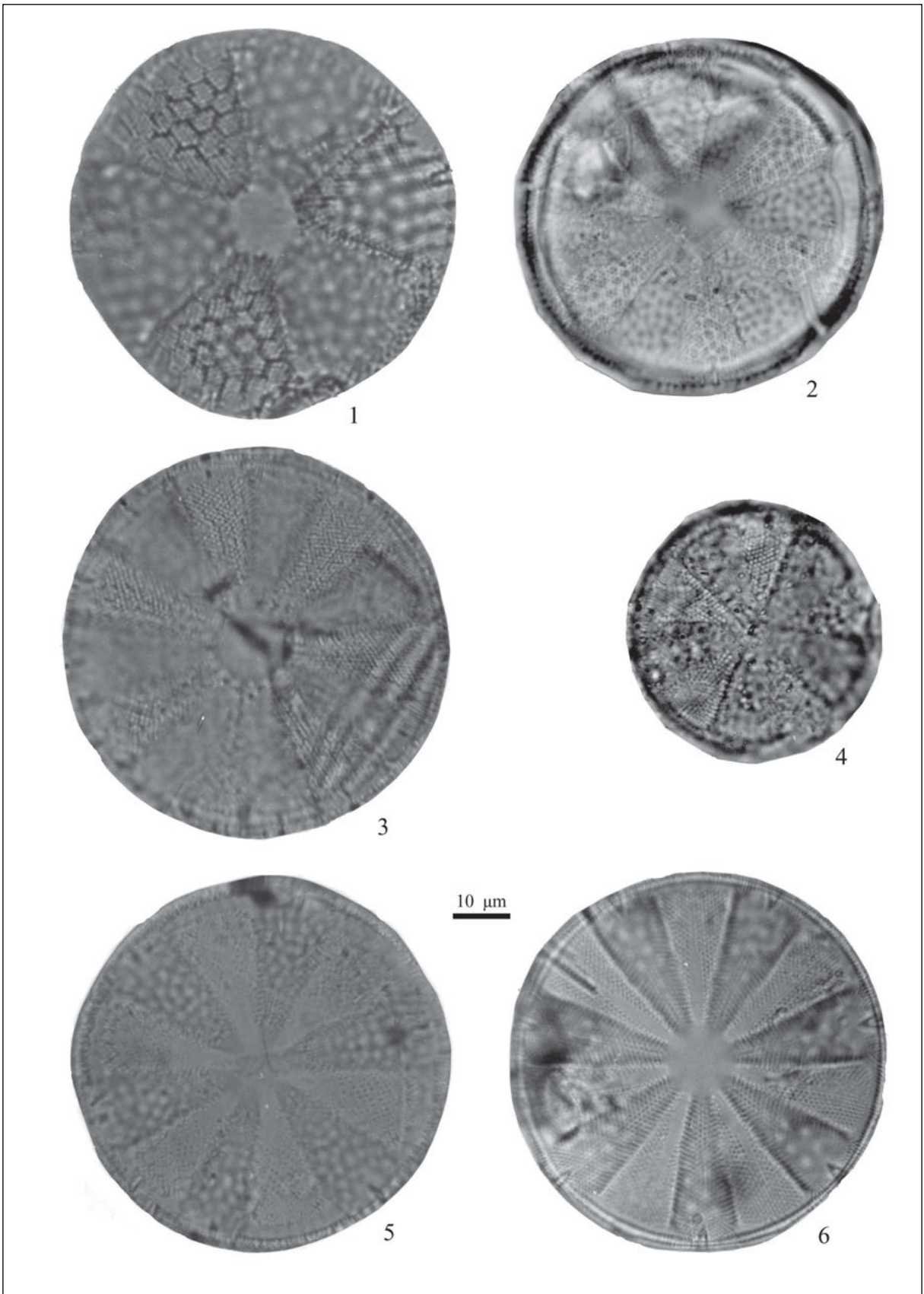


TABLA – PLATE 16

Slika/Figure

- 1 *Asteromphalus hungarica* Pantocsek, vzorec/sample Šj
- 2 *Triceratium condecorum* Ehrenberg, vzorec/sample Šj
- 3 *Plagiogramma hidalgoi* Azpeitia, vzorec/sample Šj
- 4, 5 *Plagiogramma truanii* Pantocsek, vzorec/sample Bc2-4
- 6 *Triceratium laetum* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-1
- 7 *Triceratium lucidum* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-2
- 8 *Plagiogramma pulchellum* Greville var. *acuta* Hajós, vzorec/sample Šj
- 9 *Plagiogramma staurophorum* (Gregory) Heiberg, vzorec/sample Si-3
- 10 *Plagiogramma fossile* Hajós, vzorec/sample Šj
- 11, 12 *Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow  
11 - vzorec/sample Tu  
12 - vzorec/sample Šj
- 13 *Dimerogramma minus* (Gregory) Ralfs var. *neglectum* Jurilj, vzorec/sample Bc1-3
- 14, 15 *Triceratium macroporum* Hajós, vzorec/sample Šj
- 16 *Triceratium spinosum* Bailey, vzorec/sample Bc2-3
- 17 *Dimerogramma boryanum* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-3
- 18 *Dimerogramma marinum* (Gregory) Ralfs, vzorec/sample Tu-5
- 19 *Dimerogramma angustatum* Hajós, vzorec/sample Šj
- 20 *Dimerogramma tortonicum* Hajós, vzorec/sample Šj

Vse 1000x povečano.  
Magnification x1000.

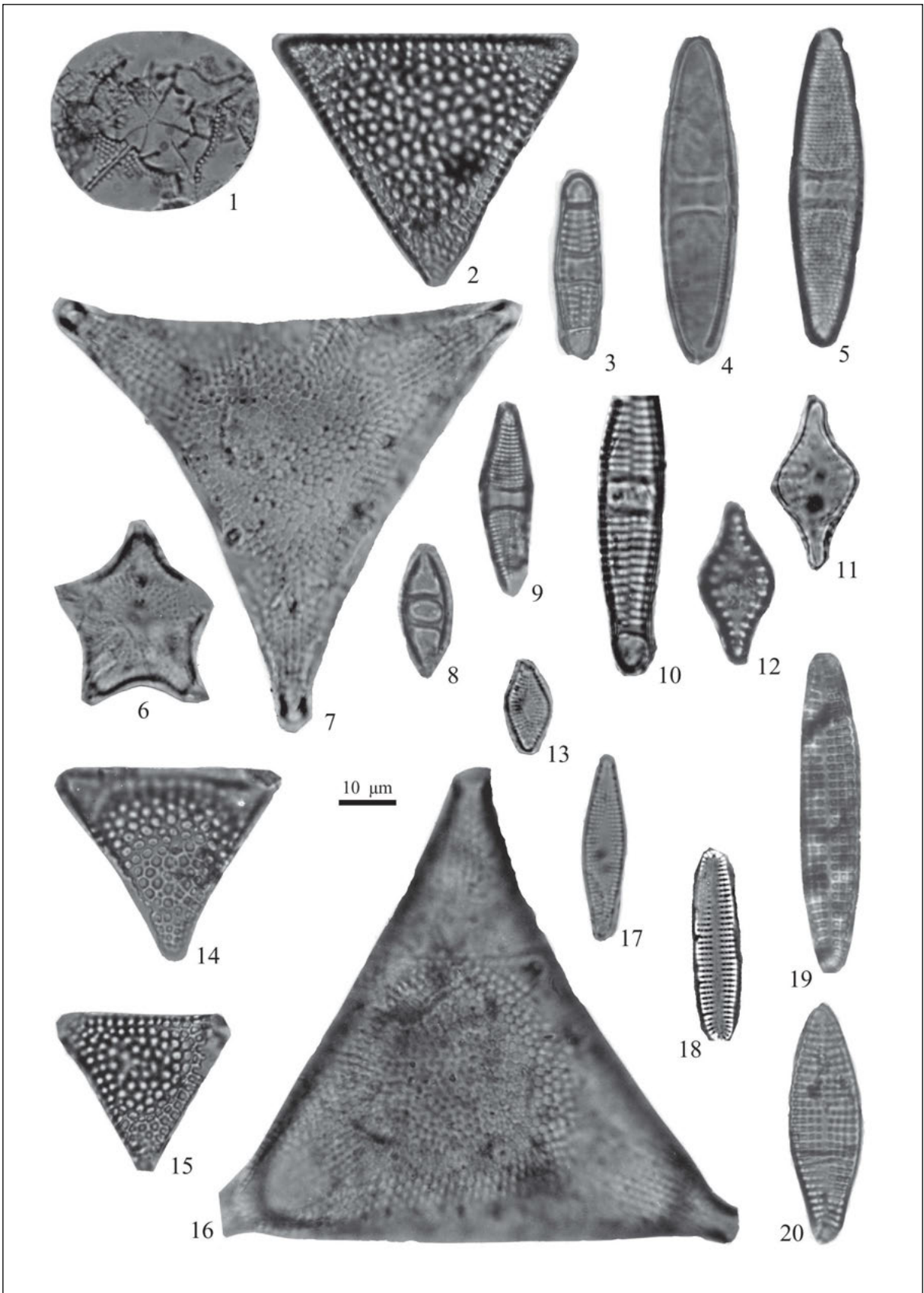


TABLA –PLATE 17

Slika/Figure

- 1–3 *Biddulphia toumeyii* (Bailey) Roper, vzorec/sample Bc1-5  
1, 3 - valvno; 2 - pleuralno  
1, 3 - valve view; 2 - girdle view
- 4 *Anaulus minutus* Grunow, vzorec/sample Si-3
- 5, 6 *Anaulus simplex* Hajós  
5 - vzorec/sample Bc1-5  
6 - vzorec/sample Bc2-4
- 7 *Cymatosira miocenica* Hajós, vzorec/sample Bc2-4
- 8 *Fragilaria brevistriata* Grunow, vzorec/sample Si-2
- 9 *Opephora marina* (Gregory) Petit, vzorec/sample Bc1-4
- 10 *Cymatosira lorenziana* Grunow var. *maior* Jurilj, vzorec/sample Bc2-4
- 11 *Rhaphoneis boryana* Pantocsek, vzorec/sample Bc2-5
- 12 *Rhaphoneis amphicerus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 13 *Cymatosira biharensis* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-1
- 14 *Rhaphoneis nitida* (Gregory) Grunow, vzorec/sample Tu-2
- 15 *Rhaphoneis nitida* (Gregory) Grunow f. *trigona* Azpeitia, vzorec/sample Šj
- 16 *Rhaphoneis debyi* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-2
- 17 *Synedra cristallina* (Agard) Kützing var. *fossilis* Pantocsek, vzorec/sample Bc2-6
- 18 *Delphineis lineata* Andrews, vzorec/sample Šj
- 19 *Delphineis penelliptica* Andrews, vzorec/sample Šj
- 20 *Delphineis biseriata* (Grunow) Andrews, vzorec/sample Šj
- 21 *Rhaphoneis gratiosa* Hajós, vzorec/sample Šj
- 22 *Clavícula polymorpha* Grunow & Pantocsek var. *tumida* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-11

Vse 1000x povečano.  
Magnification x1000.

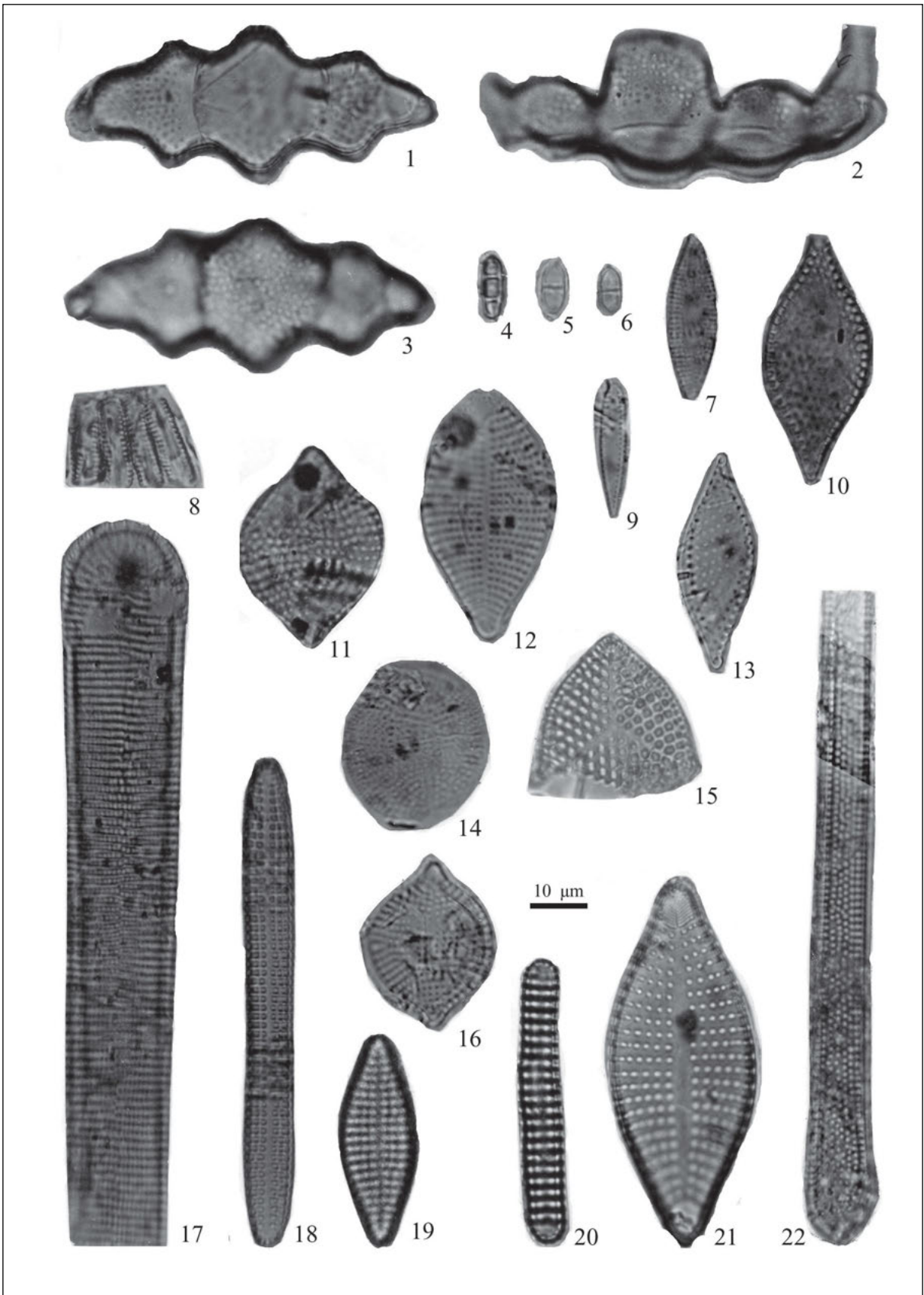
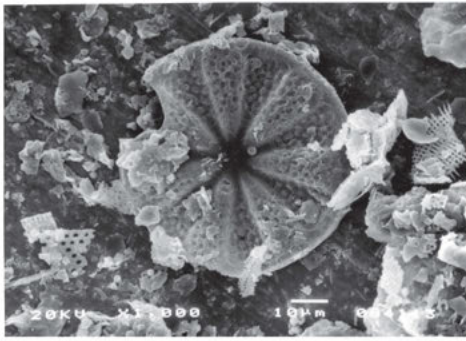


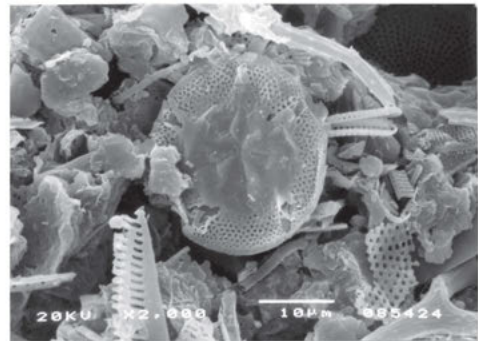
TABLA – PLATE 18

Slika/Figure

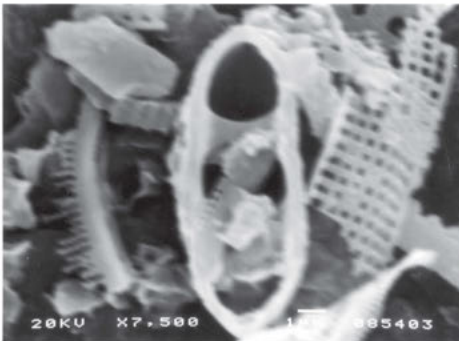
- 1 *Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs, vzorec/sample Tu-3
- 2 *Asterolampra marylandica* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 3 *Anaulus minutus* Grunow, vzorec/sample Tu-5
- 4 *Cymatosira lorenziana* Grunow var. *maior* Jurilj, vzorec/sample Tu-5
- 5 *Dimerogramma minus* (Gregory) Ralfs var. *neglectum* Jurilj, vzorec/sample Tu-3
- 6 *Cymatosira biharensis* Pantocsek, vzorec/sample Tu-5
- 7 *Dimerogramma boryanum* Pantocsek, vzorec/sample Tu-5
- 8 *Rhaphoneis amphicerus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5



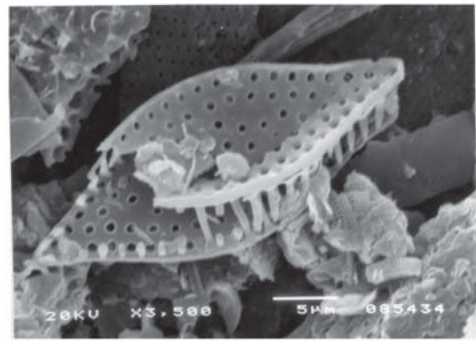
1



2



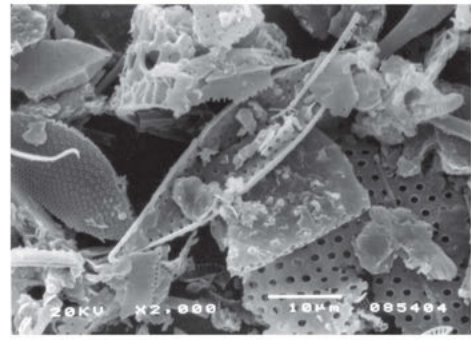
3



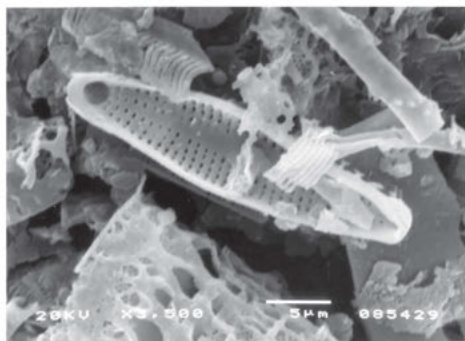
4



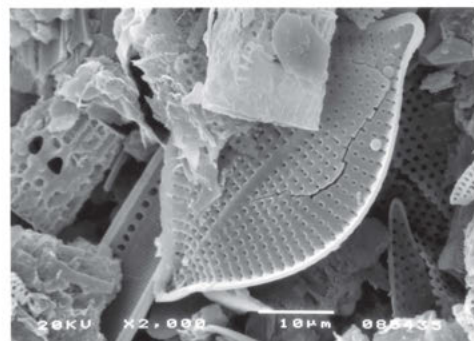
5



6



7



8

TABLA – PLATE 19

Slika /Figure

- 1 *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brebisson & Godey, vzorec/sample Bc1-10
- 2, 3 *Thalassionema nitzschioides* Grunow, vzorec/sample Šj
- 4 *Grammatophora stricta* Ehrenberg var. *fossilis* Grunow, vzorec/sample Bc1-3
- 5 *Grammatophora robusta* Dippel, vzorec/sample Bc1-2
- 6 *Grammatophora oceanica* (Ehr.) Grunow var. *macilenta* (Smith) Grunow, vzorec/sample Bc1-8
- 7 *Grammatophora hungarica* Pantocsek, vzorec/sample Tu-7
- 8, 9 *Grammatophora torosa* Hajós, vzorec/sample Si-3
- 10 *Grammatophora insignis* Grunow var. *doljensis* Grunow, vzorec/sample Bc1-3
- 11 *Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve, vzorec/sample Bc2-5
- 12 *Mastogloia angulata* Lewis, vzorec/sample Si-1
- 13 *Mastogloia angulata* Lewis var. *sarmatica* Jurilj, vzorec/sample Tu-7
- 14 *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve, vzorec/sample Bc2-6
- 15 *Climacosphaenia moniligera* Ehrenberg, vzorec/sample Bc1-6

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.



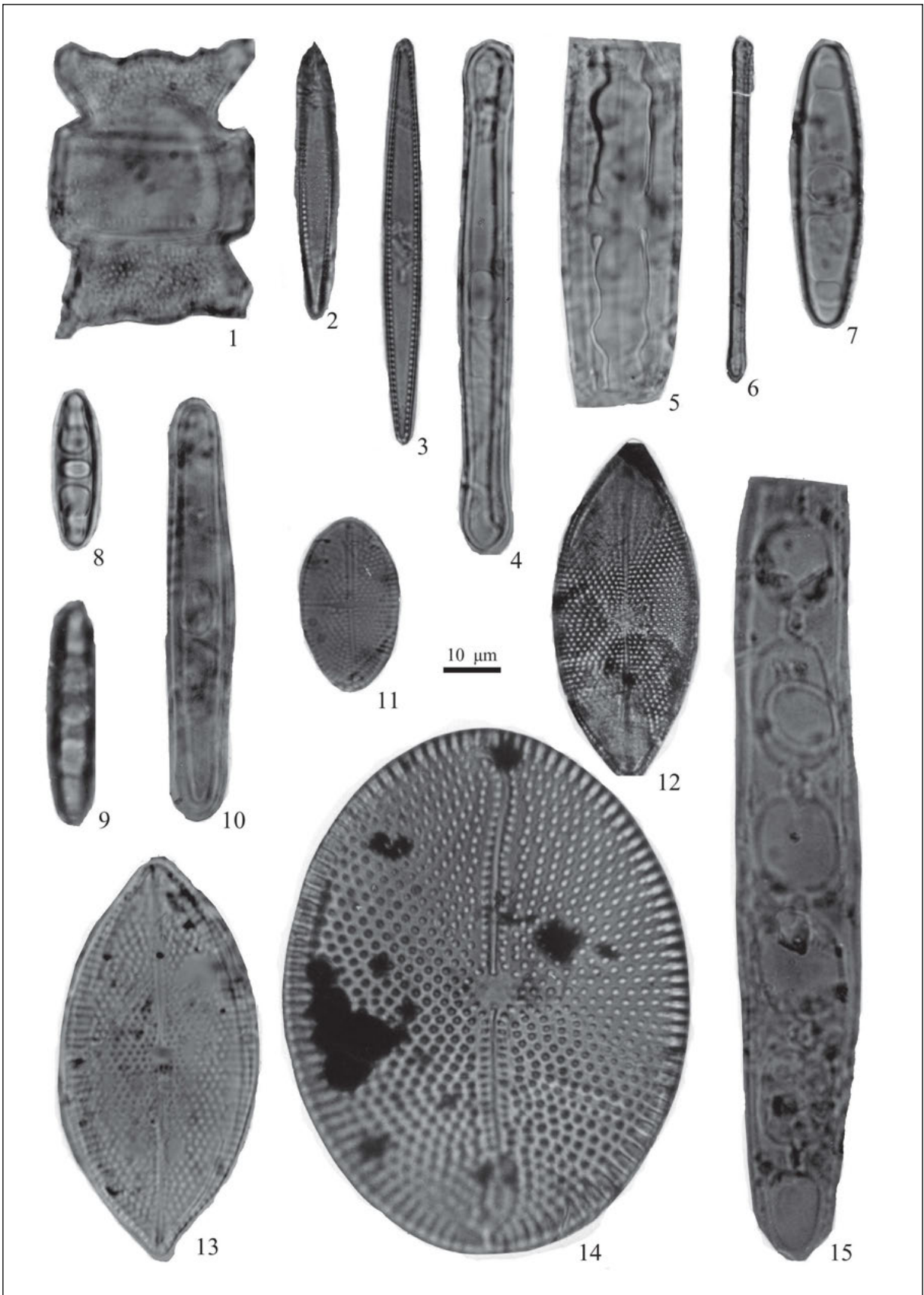
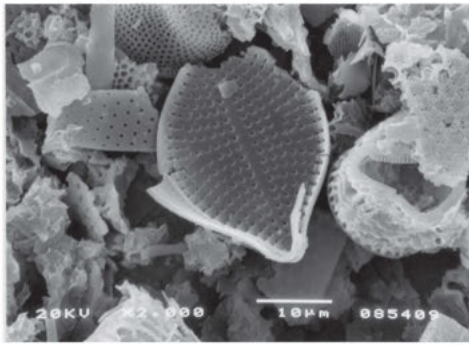


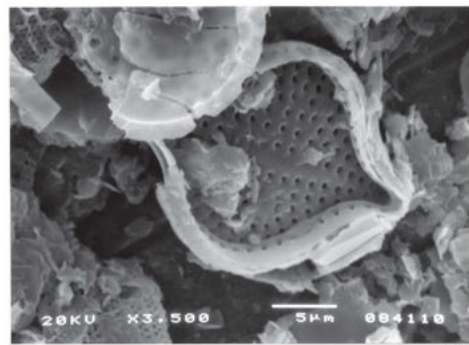
TABLA – PLATE 20

Slika/Figure

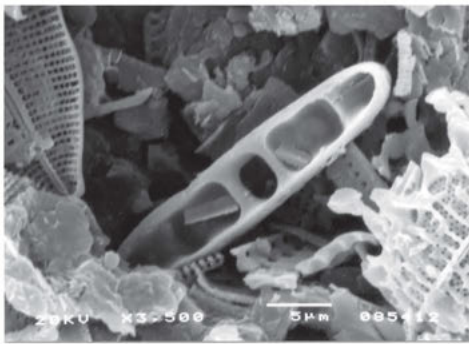
- 1 *Rhaphoneis boryana* Pantocsek, vzorec/sample Tu-5
- 2 *Rhaphoneis debyi* Pantocsek, vzorec/sample Tu-3
- 3 *Grammatophora torosa* Hajós, vzorec/sample Tu-3
- 4 *Grammatophora oceanica* (Ehr.) Grunow var. *macilenta* (Smith) Grunow, vzorec/sample Tu-3
- 5 *Mastogloia angulata* Lewis var. *sarmatica* Jurilj, vzorec/sample Tu-5
- 6 *Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve, vzorec/sample Tu-5
- 7 *Mastogloia baldjikiana* Grunow, vzorec/sample Tu-3
- 8 *Achnanthes baldjikianii* (Brightwell) Grunow, vzorec/sample Tu-5



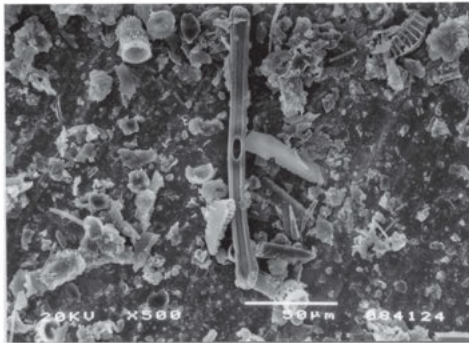
1



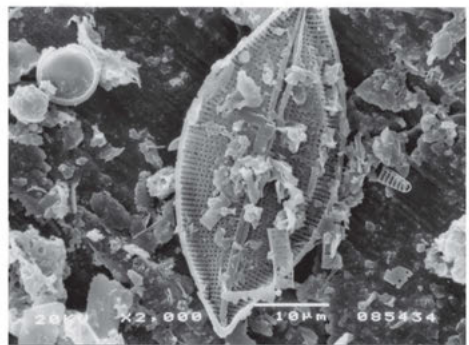
2



3



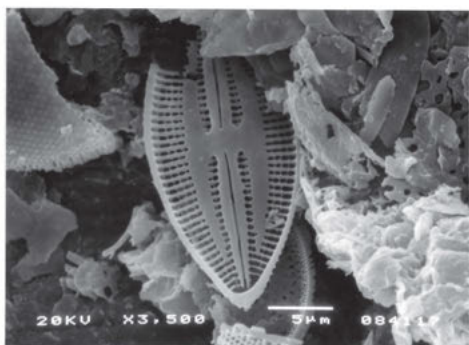
4



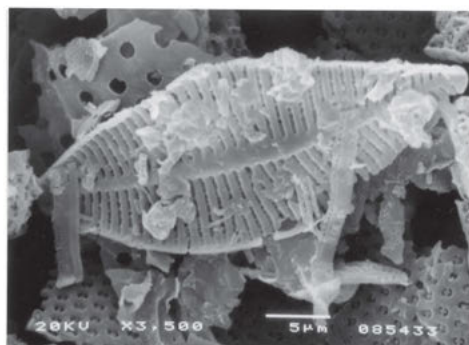
5



6



7



8

TABLA – PLATE 21

Slika/Figure

- 1 Mastogloia szontaghii Pantocsek, vzorec/sample Si-1
- 2 Mastogloia castracanei (Pantocsek) Brun, vzorec/sample Bc2-6
- 3 Mastogloia rogalii Jurilj, vzorec/sample Bc1-5
- 4 Mastogloia sandae Jurilj, vzorec/sample Bc2-6
- 5 Mastogloia ovalis Schmidt var. areata Jurilj, vzorec/sample Si-3
- 6 Mastogloia sp. 3, vzorec/sample Si-3
- 7 Mastogloia sp. 2, vzorec/sample Si-2
- 8 Mastogloia ovolum Hustedt, vzorec/sample Si-1
- 9 Mastogloia baldjikianae Grunow, vzorec/sample Tu-4
- 10 - 12 Achnanthes brevipes Agardh
  - 10 - rafovalva (raphid valve), vzorec/sample Si-3
  - 11 - areovalva (rhapheless valve), vzorec/sample Si-3
  - 12 - plevalno (girdle view), vzorec/sample Bc1-12
- 13 Mastogloia constricta Hajós, vzorec/sample Si-2
- 14, 15 Mastogloia sp. 1, vzorec/sample Bc2-6

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

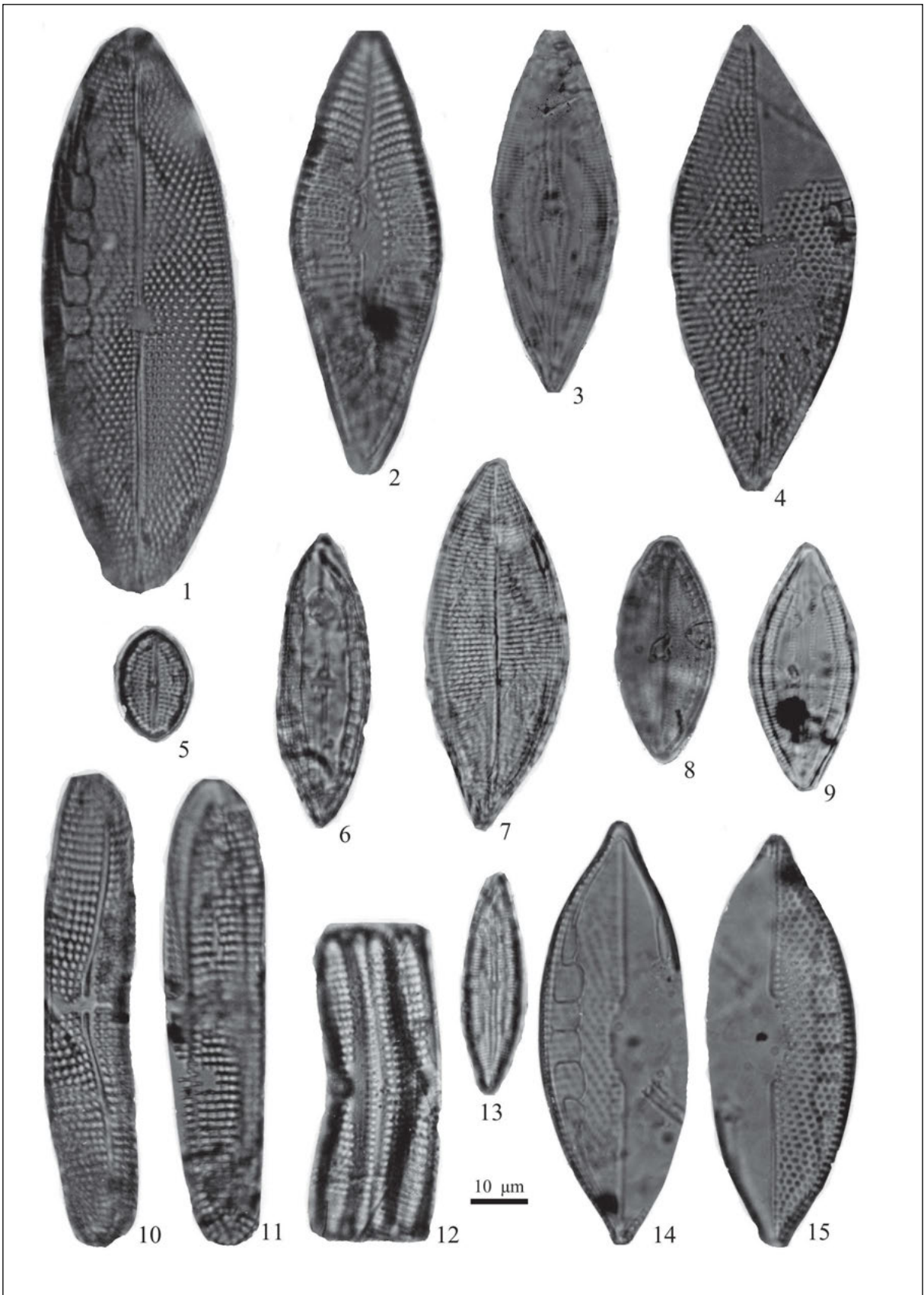


TABLA – PLATE 22

Slika/Figure

- 1 *Achnanthes baldjikianii* (Brightwell) Grunow, vzorec/sample Si-3
- 2 *Achnanthes rara* Jurilj, vzorec/sample Bc1-9
- 3, 4 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg  
3 - areovalva (rapheless valve), vzorec/sample Si-1  
4 - rafovalva (raphid valve), vzorec/sample Bc1-2
- 5 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *raeana* (Pantocsek) Cleve, vzorec/sample Bc1-5
- 6 *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Bc1-3
- 7 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg f. *birhaphidea* Jurilj, vzorec/sample Si-3
- 8 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *parva* Grunow, vzorec/sample Si-1
- 9 *Cocconeis vetusta* A. Schmidt, vzorec/sample Šj
- 10 *Cocconeis grata* A. Schmidt, vzorec/sample Bc1-5
- 11 *Cocconeis evolvens* Jurilj, vzorec/sample Bc1-9
- 12 *Cocconeis pseudomarginata* Gregory, vzorec/sample Šj
- 13, 14 *Cocconeis quarnerensis* Grunow  
13 - areovalva (rapheless valve), vzorec/sample Tu-5  
14 - rafovalva (raphid valve), vzorec/sample Bc1-6
- 15 *Cocconeis biharensis* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-8
- 16 *Pinnularia bimaculata* (Pantocsek) Jurilj, vzorec/sample Bc1-3
- 17 *Pinnularia clavicularis* (Gregory), vzorec/sample Bc2-6
- 18 *Dictyoneis lorkovici* Jurilj, vzorec/sample Si-1

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

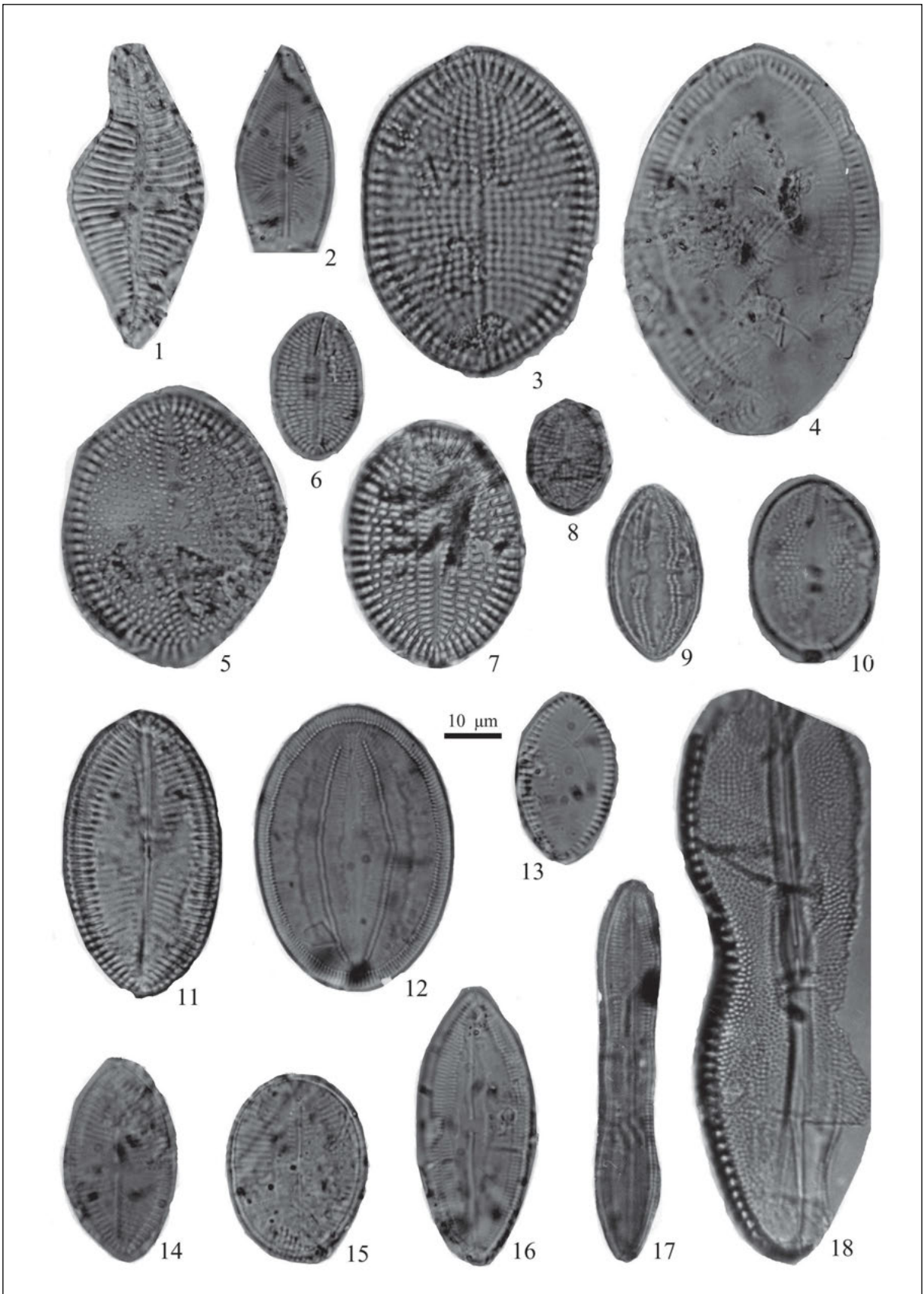


TABLA – PLATE 23

Slika/Figure

- 1 *Pinnularia boryana* var. *vittata* (Jurilj), vzorec/sample Si-3
- 2 *Pinnularia liber* (Smith) Cleve var. *zagrebiensis* Jurilj, vzorec/sample Bc2-6
- 3 *Diploneis disturbata* Jurilj, vzorec/sample Tu-6
- 4 *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Bc1-6
- 5 *Diploneis smithi* (Brebisson) Cleve, vzorec/sample Si-3
- 6 *Pinnularia divergens* Jurilj, vzorec/sample Si-3
- 7 *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, vzorec/sample Si-3
- 8, 9 *Diatomella balfouriana* Greville  
8 - plevralno (girdle view), vzorec/sample Si-2  
9 - valvno (valve view), vzorec/sample Si-1
- 10 *Dimidiata saccula* Hajós, vzorec/sample Bc1-2
- 11 *Diploneis didyma* Ehrenberg var. *elesdiana* (Pantocsek) Hajós, vzorec/sample Si-3
- 12 *Diploneis crabro* Ehrenberg, vzorec/sample Bc2-5

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.



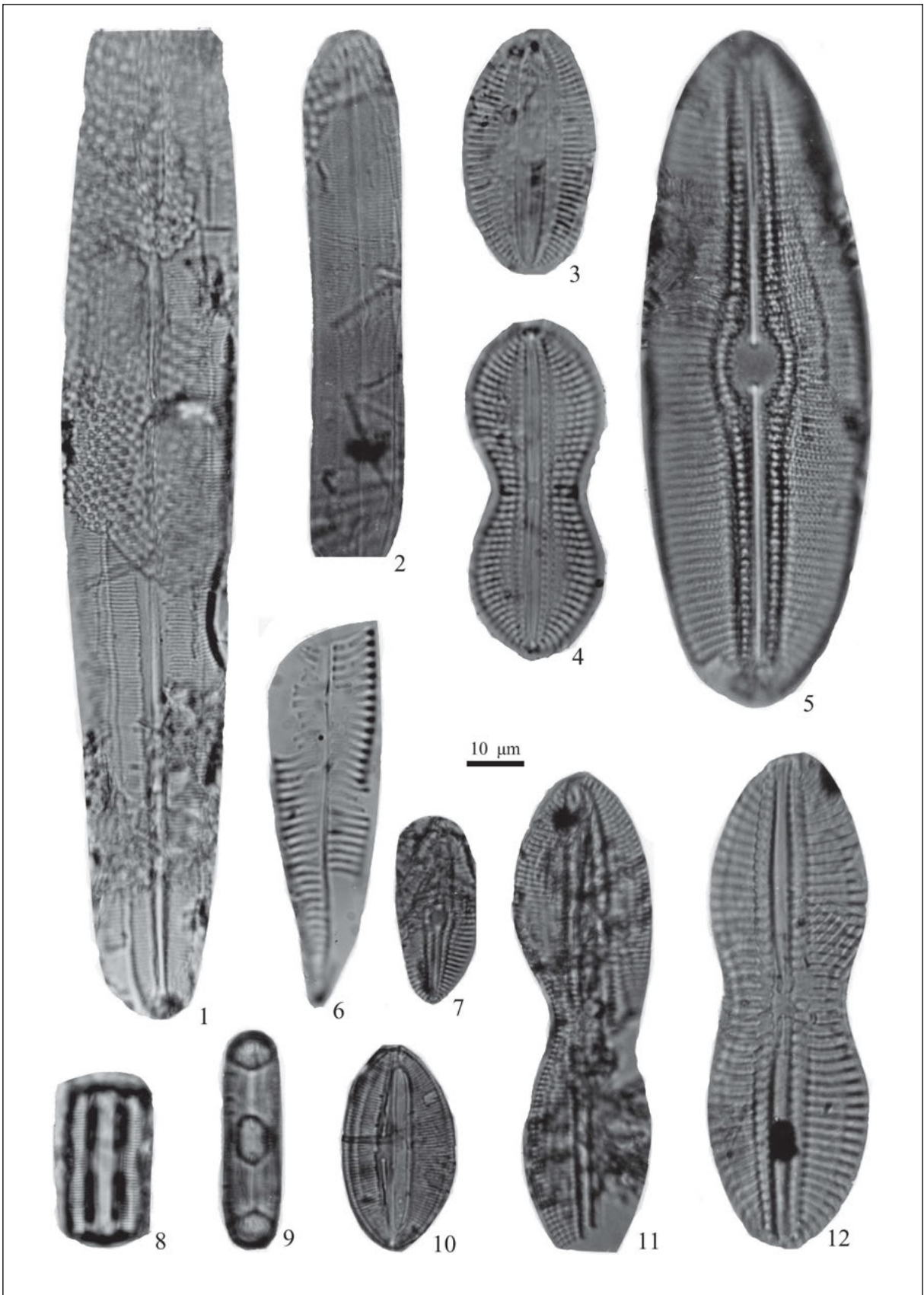


TABLA – PLATE 24

Slika/Figure

- 1 *Navicula sandriana* Grunow, vzorec/sample Bc2-6
- 2 *Diploneis splendida* (Gregory) Cleve var. *porosa* Jurilj, vzorec/sample Tu-7
- 3 *Diploneis sejuncta* (A. Schmidt) Joergesson var. *baldjikiana* A. Schmidt, vzorec/sample Si-3
- 4 *Navicula inhalata* A. Schmidt var. *biharensis* Pantocsek, vzorec/sample Šj
- 5 *Navicula praetexta* Ehrenberg, vzorec/sample Bc1-9
- 6 *Navicula spectabilis* Gregory, vzorec/sample Tu-5
- 7 *Navicula hennedyi* W. Smith f. *granulata* Grunow, vzorec/sample Bc2-4
- 8 *Amphora hidasensis* Hajós, vzorec/sample Bc1-2
- 9 *Navicula lyra* Ehrenberg var. *constricta* Heiden, vzorec/sample Bc1-9
- 10 *Navicula yarrensensis* Grunow, vzorec/sample Šj
- 11 *Navicula hennedyi* Smith, vzorec/sample Bc1-3

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

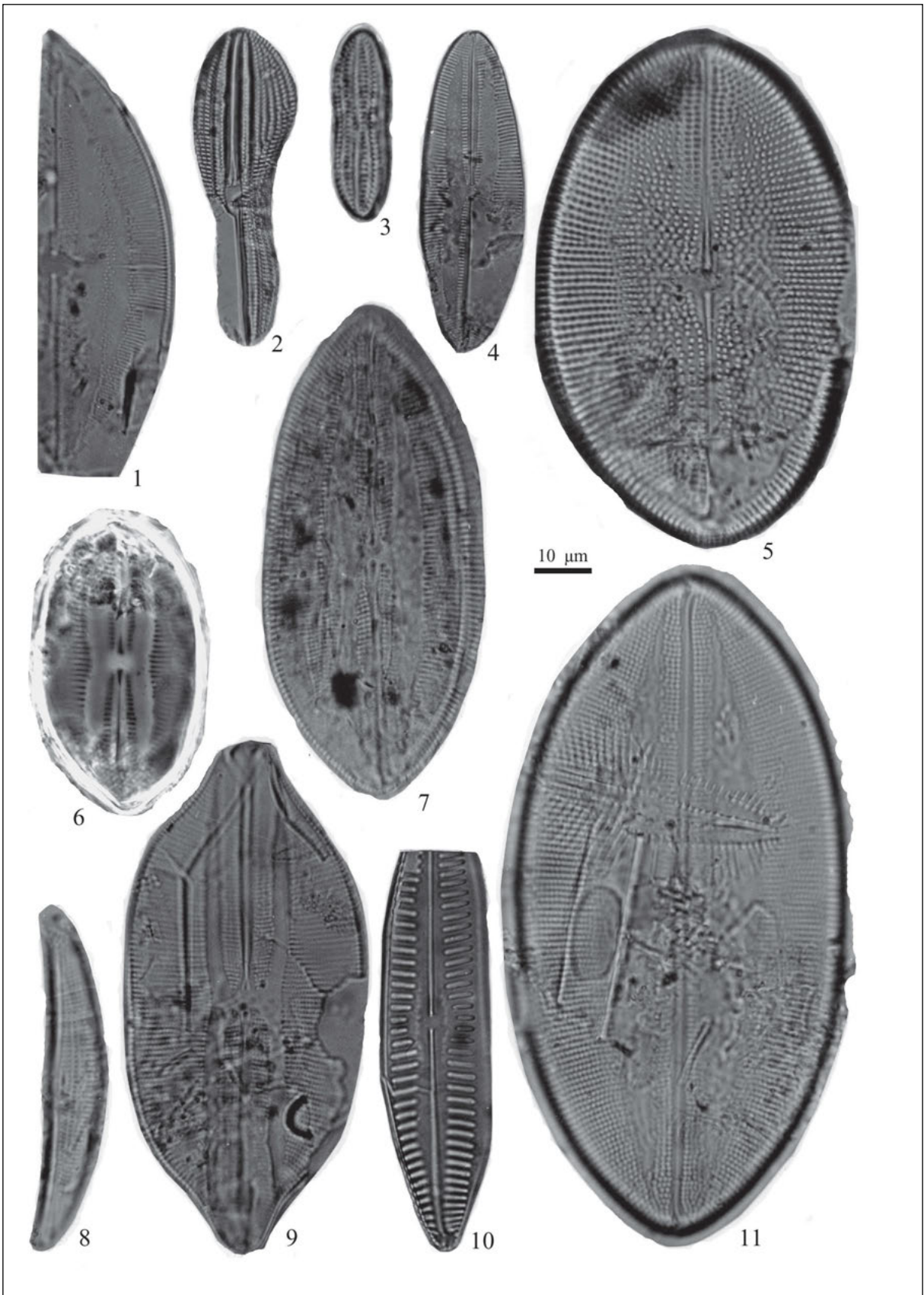


TABLA – PLATE 25

Slika/Figure

- 1 *Navicula latissima* Gregory var. *capitata* Pantocsek, vzorec/sample Tu-6
- 2 *Navicula humerosa* Brebisson, vzorec/sample Bc2-6
- 3 *Navicula abrupta* (Gregory) Donkin, vzorec/sample Bc2-4
- 4 *Pleurosigma* sp., vzorec/sample Šj
- 5 *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Grunow, vzorec/sample Šj
- 6 *Navicula baumleri* Pantocsek, vzorec/sample Bc1-2
- 7 *Amphora crassa* Gregory var. *punctata* Grunow, vzorec/sample Bc1-9
- 8 *Amphora* sp., vzorec/sample Bc1-11

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

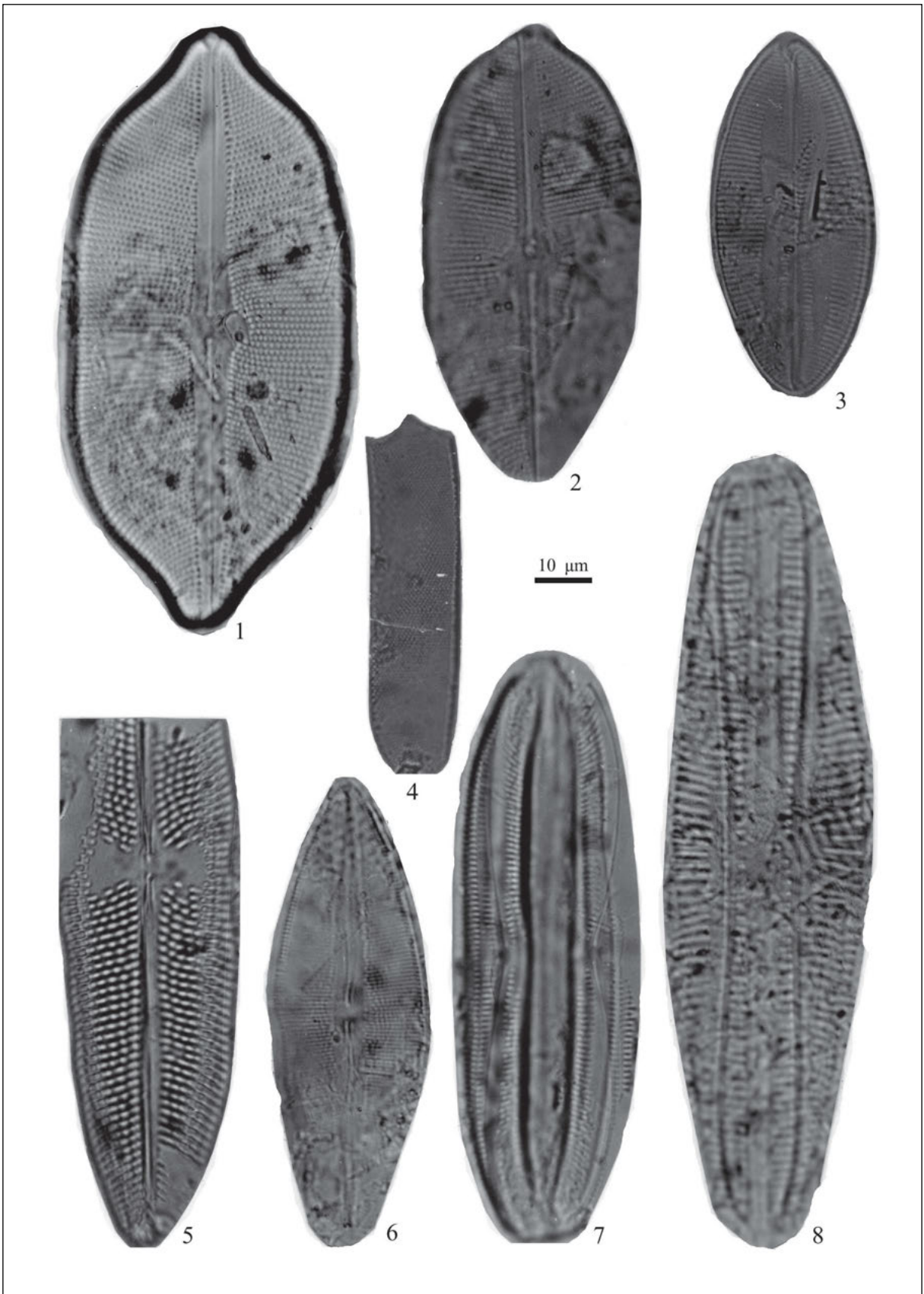
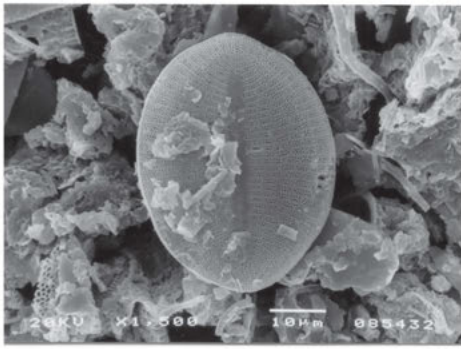


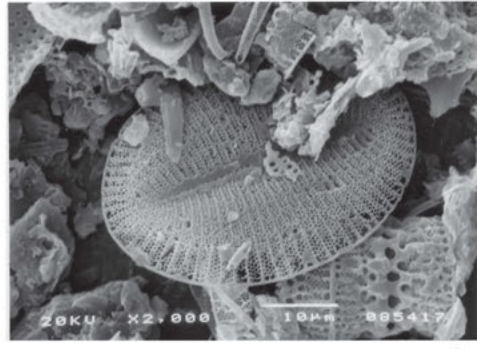
TABLA – PLATE 26

Slika/Figure

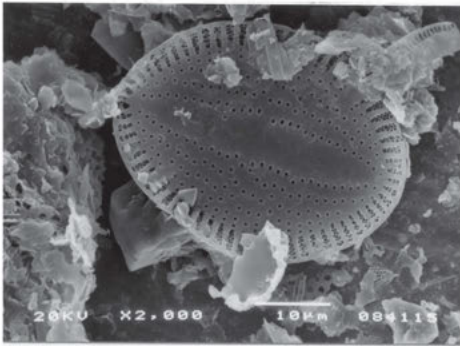
- 1 *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 2 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, vzorec/sample Tu-5
- 3 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *raeana* (Pantocsek) Cleve, vzorec/sample Tu-3
- 4 *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Tu-5
- 5 *Cocconeis grata* A. Schmidt, vzorec/sample Tu-3
- 6 *Dimidiata saccula* Hajós, vzorec/sample Tu-3
- 7 *Pinnularia clavculus* (Gregory), vzorec/sample Tu-5
- 8 *Navicula maculata* (Bailey) Edwards f. *californica* (Cleve) Hustedt, vzorec/sample Tu-5



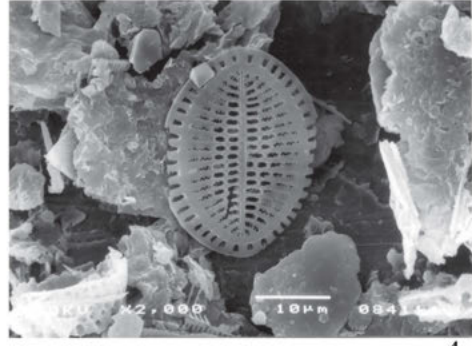
1



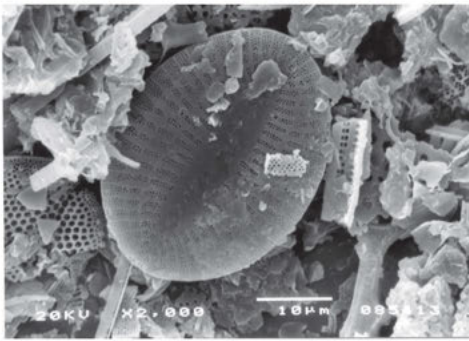
2



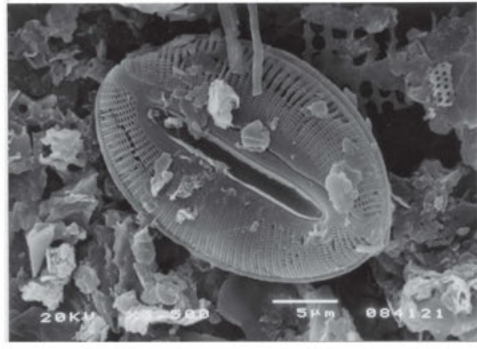
3



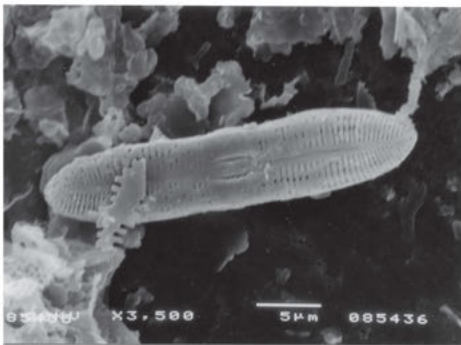
4



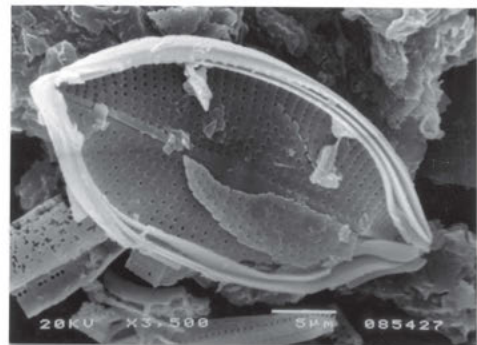
5



6



7



8

TABLA – PLATE 27

Slika/Figure

- 1 Amphora pannonica Hajós, vzorec/sample Bc1-2
- 2 Amphora crassa Gregory var. gemmata Jurilj, vzorec/sample Bc2-6
- 3, 4 Denticulopsis hustedti (Simonsen & Kanaya) Simonsen, vzorec/sample Šj
- 5 Nitzschia doljensis Pantocsek, vzorec/sample Bc1-5
- 6 Surirella fastuosa Ehrenberg var. fossilis Pantocsek, vzorec/sample Bc2-3
- 7 Auricula szontaghi Pantocsek, vzorec/sample Si-2
- 8 Surirella baldjikii Norman, vzorec/sample Si-1
- 9 Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow, vzorec/sample Bc2-4
- 10 Surirella biharensis Pantocsek, vzorec/sample Si-1
- 11 Denticulopsis lauta (Bailey) Simonsen, vzorec/sample Šj
- 12 Nitzschia kittli Grunow, vzorec/sample Bc2-4
- 13 Nitzschia fossilis (Frenguelli) Kanaya, vzorec/sample Šj
- 14 Nitzschia solea Jurilj, vzorec/sample Bc2-4
- 15 Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller, vzorec/sample Si-3
- 16 Nitzschia sp., vzorec/sample Bc1-12
- 17 Rhopalodia incisa (Pantocsek) Jurilj, vzorec/sample Bc1-12

Vse 1000x povečano.  
Magnification x1000.

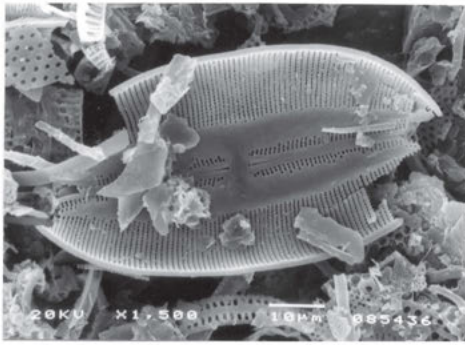




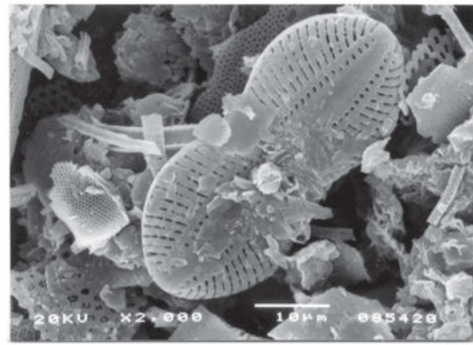
TABLA – PLATE 28

Slika/Figure

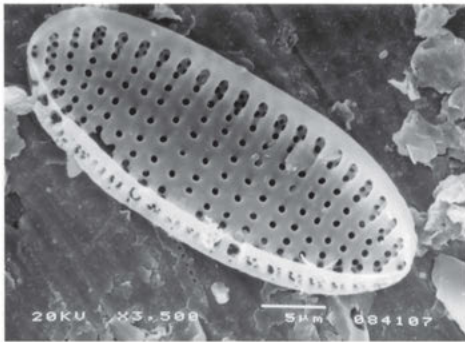
- 1 *Navicula hennedyi* Smith, vzorec/sample Tu-5
- 2 *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve, vzorec/sample Tu-5
- 3 *Nitzschia doljensis* Pantocsek, vzorec/sample Tu-3
- 4 *Nitzschia solea* Jurilj, vzorec/sample Tu-5
- 5 *Rhopalodia incisa* (Pantocsek) Jurilj, vzorec/sample Bc1-10



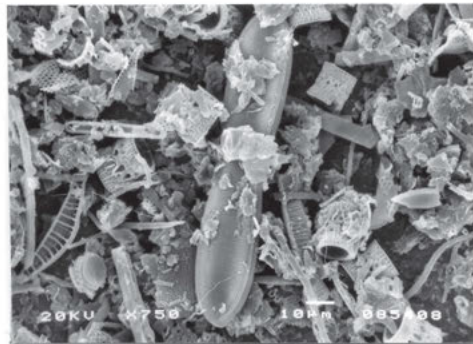
1



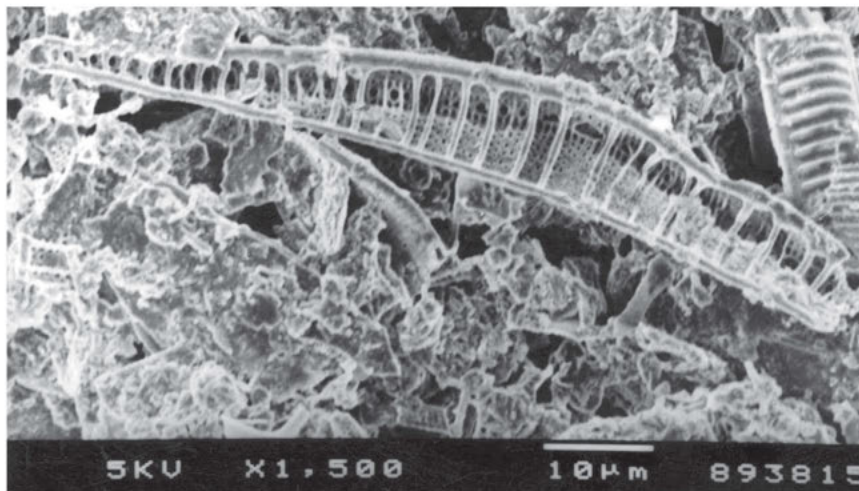
2



3



4



5

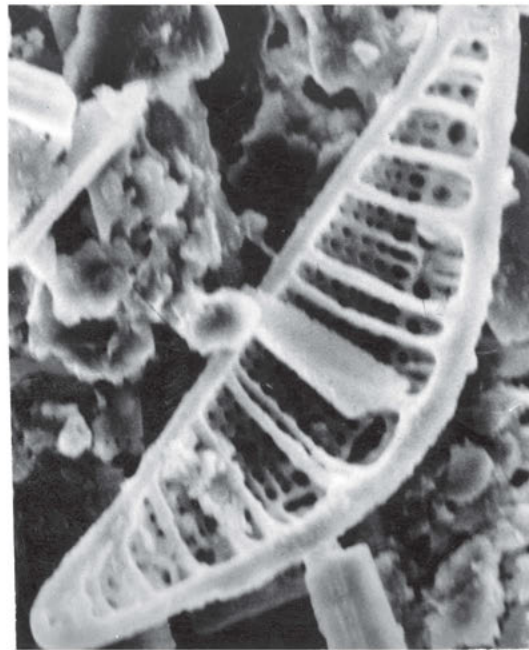
TABLA – PLATE 29

Slika/Figure

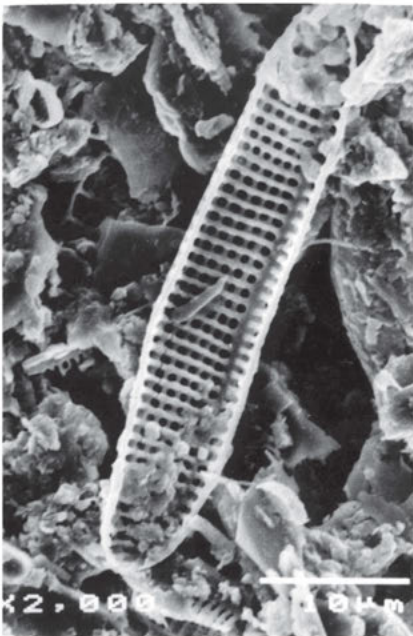
- 1, 2 *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller  
notranjost valve (valve from inside), vzorec/sample Bc1-10  
2 - x2500
- 3, 4 *Achnanthes brevipes* Agardh var. *intermedia* (Kützing) Cleve  
3 - zunanjost areovalve, vzorec Bc1-6  
3 - rapheless valve from outside, sample Bc1-6  
4 - notranjost rafovalve, vzorec Bc1-10  
4 - raphid valve from inside, sample Bc1-10



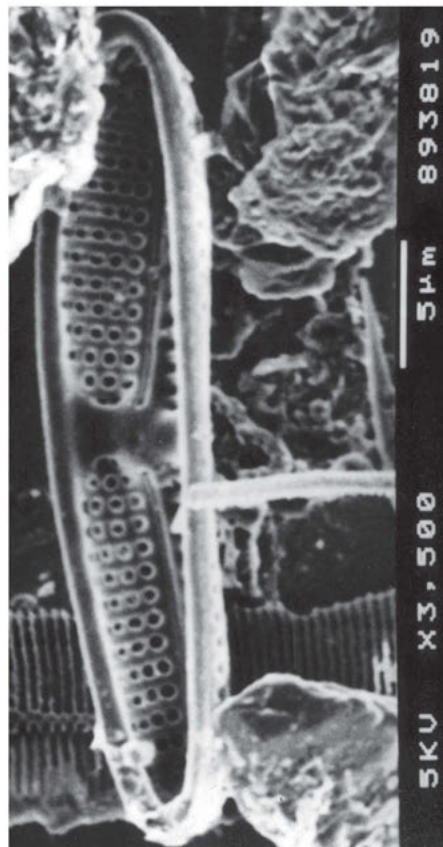
1



2



3



4

TABLA – PLATE 30

Slika/Figure

- 1, 7 *Surirella subfastuosa* Pantocsek  
1 - vzorec/sample Bc1-2;  
7 - vzorec/sample Bc2-5
- 2 *Campylodiscus kuetzingi* Harvey & Bailey, vzorec/sample Bc1-9
- 3 *Surirella zagrebiensis* Jurilj, vzorec/sample Bc1-6
- 4 *Surirella angustata* Kützing, vzorec/sample Tu-5
- 5 *Campylodiscus neogradensis* Pantocsek, vzorec/sample Bc2-3
- 6 *Surirella baldjikii* Norman, vzorec/sample Si-1

Vse 1000x povečano.

Magnification x1000.

