

UDK 56.61.62.551.781(497.12)=863

Spremembe mikrofosilnih združb v oligocenu Zasavja

Changes of the microfossil assemblages in the Oligocene of the Zasavje region

Bogomir Jelen in Helena Mervič

Geološki zavod Ljubljana, Dimičeva 14, 61000 Ljubljana

Aleksander Horvat in Jernej Pavšič

Katedra za geologijo in paleontologijo Univerze Edvarda Kardelja, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

Kratka vsebina

Spremembe v sedimentaciji so povzročale spremembe v okolju. Te pa so nedvomno vplivale tudi na mikrofosilne združbe. Zaradi spreminjanja sladkovodnega in morskega razvoja so nastale kvalitetne in kvantitetne spremembe v sestavi in pojavljanju mikrofosilnih združb. V prispevku so predstavljene te spremembe v združbah nanoplanktona, diatomej, palinomorf in foraminifer.

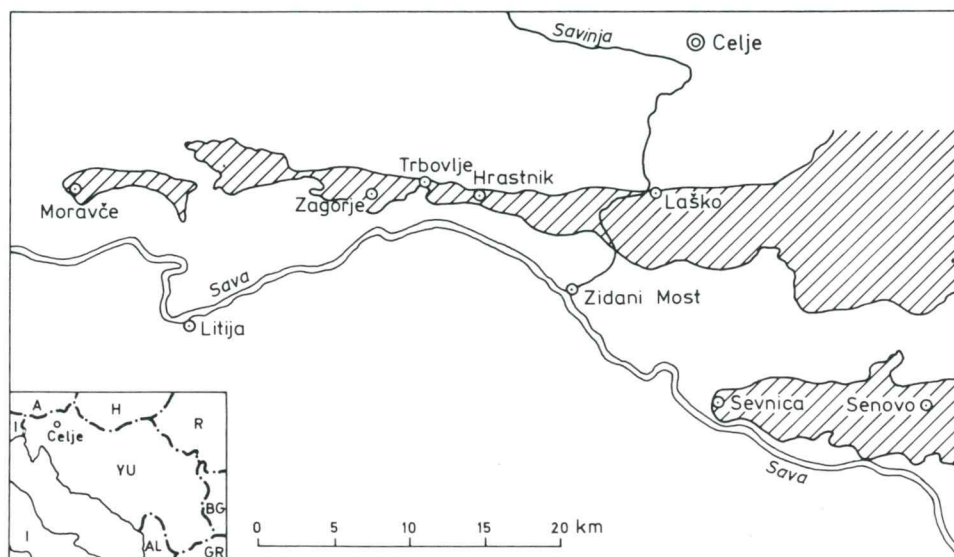
Abstract

Variations in sedimentation processes involved environmental modifications, which indubitably affected also microfossil assemblages. Because of changes in fresh-water and marine developments, qualitative and quantitative changes in composition and appearance of microfossil assemblages took place. Such changes in assemblages of the nannoplankton, diatoms, palynomorphs and the Foraminifera are presented in this paper.

Uvod

Jernej Pavšič

Oligocen v Zasavju (sl. 1) je zelo pestro razvit. Tak razvoj so povzročale pogoste ekološke spremembe (menjavanje klime, menjava sladkovodnega in morskega okolja, spremembe v globini slanosti in temperaturi vode) predvsem v spodnjem delu oligocenskih plasti. Sedimentacija v oligocenu se začneja s spodnjeseoteškimi plastmi (Kuščer, 1967; Cimerman, 1979), ki so pretežno sladkovodnega nastanka. Sledi plast premoga in nad njimi krovni laporji, ki so sprva sladkovodni, nato pa postopoma postajajo morski, dokler ne preidejo v morsko glino ali sivico. Znatno del je zastopan z morsko glino, ki se nato postopoma spremeni v peščeno glino in govški peščenjak.



Sl. 1. Skica razširjenosti terciarnih plasti v Zasavju

Fig. 1. Sketch map showing the extension of the Tertiary beds in the Zasavje region

Spremembe v sedimentaciji so povzročale spremembe v okolju. Te pa so nedvomno vplivale tudi na mikrofosilne združbe, ki so se ohranile v sedimentih. Zaradi spreminjanja sladkovodnega in morskega razvoja so nastale kvalitetne in kvantitetne spremembe v sestavi in pojavljanju mikrofosilnih združb. Neenakomerno pojavljanje ene skupine skozi različni razvoj otežuje spremljanje sprememb znotraj te skupine.

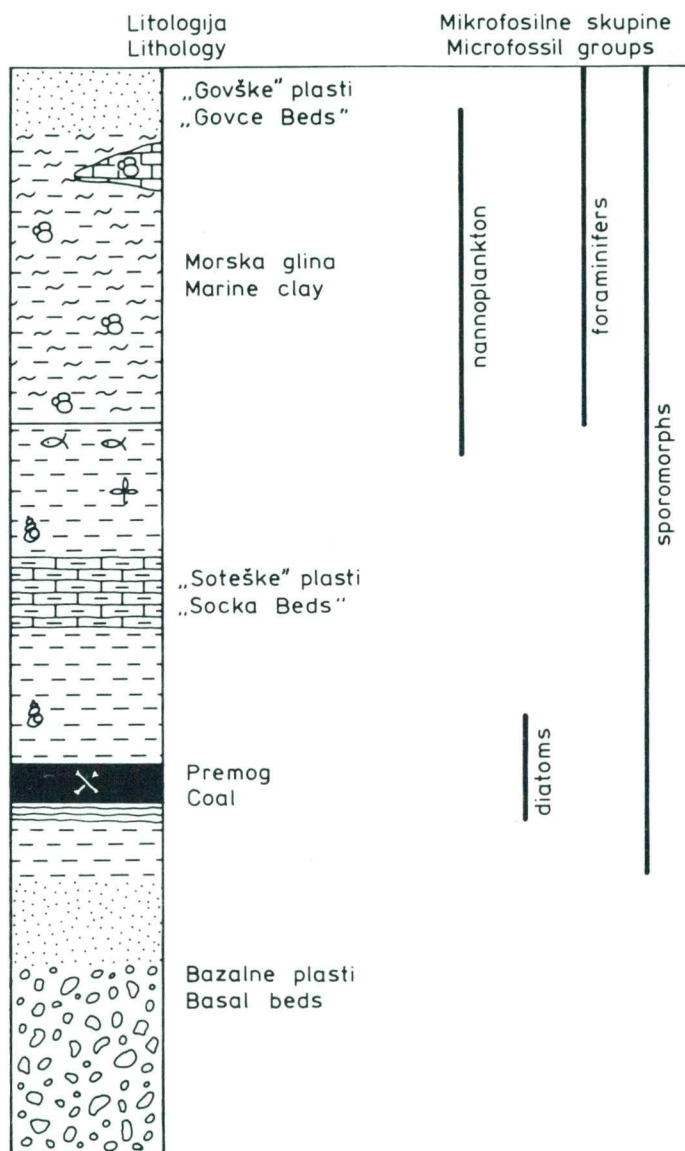
V prispevku želimo predstaviti te spremembe v združbah nanoplanktona, diatomej, palinomorf in foraminifer v medsebojnem odnosu (sl. 2). Spremembe vedno ne sovpadajo s kronostratigrafskimi mejami standardnih biocon, ker se spremembe, ki so povzročile te meje in veljajo v širšem prostoru, ne odražajo povsod enako intenzivno. Pri tem moramo upoštevati tudi dejstvo, da so se plasti odlagale v zaprtem oziroma polzaprtem bazenu, kjer je bil vpliv odprtega morja močno zmanjšan. Poleg tega vse fizikalno-kemične spremembe v omejenih bazenih mnogo radikalneje vplivajo na združbe kot v prostranih morskih bazenih.

S tem želimo povezati spremembe v posameznih skupinah in tako ugotoviti lokalne razmere v Laško-Zagorskem terciarnem bazenu ter jih povezati s splošnimi spremembami v času in prostoru Slovenije in Paratetide.

Nanoplankton

Jernej Pavšič

Oligocenski nanoplankton lahko preučujemo le v določenih litoloških razvojih, ki so morskega porekla in vsebujejo dovolj karbonatov. Takšne kamnine so oligocenska morska glina ali sivica in zgornji del krovne laporja v Zasavju.



Sl. 2. Porazdelitev mikrofossilnih skupin v oligocenu Zasavja.
Litološki stolpec prirejen po Cimermanu (1979)

Fig. 2. Distribution of microfossils groups in the Oligocene of the Zasavje region. Lithologic column adapted from Cimerman (1979)

Pri stratigrafskih študijah oligocenske morske glin se srečujemo s številnimi problemi, ki onemogočajo jasno členitev, omenjamo naslednje:

1. pomanjkanje vodilnih fosilov v različnih delih sivice,
2. neenakomerna razporeditev fosilov,
3. presedimentacija in
4. pomanjkanje sklenjenih profilov.

Osnova nanoplanktonske stratigrafije oligocena sloni na sfenolitih, ki so bili prebivalci odprtih tropskih morij. Zaradi tega so le poredko zašli v zaprte kontinentalne bazene in jih tako pogrešajo tudi v drugih evropskih prostorih (Martini, 1981; Baldi-Beke, 1984). Sfenoliti so v naših vzorcih sicer prisotni, vendar le kot posamezni primerki.

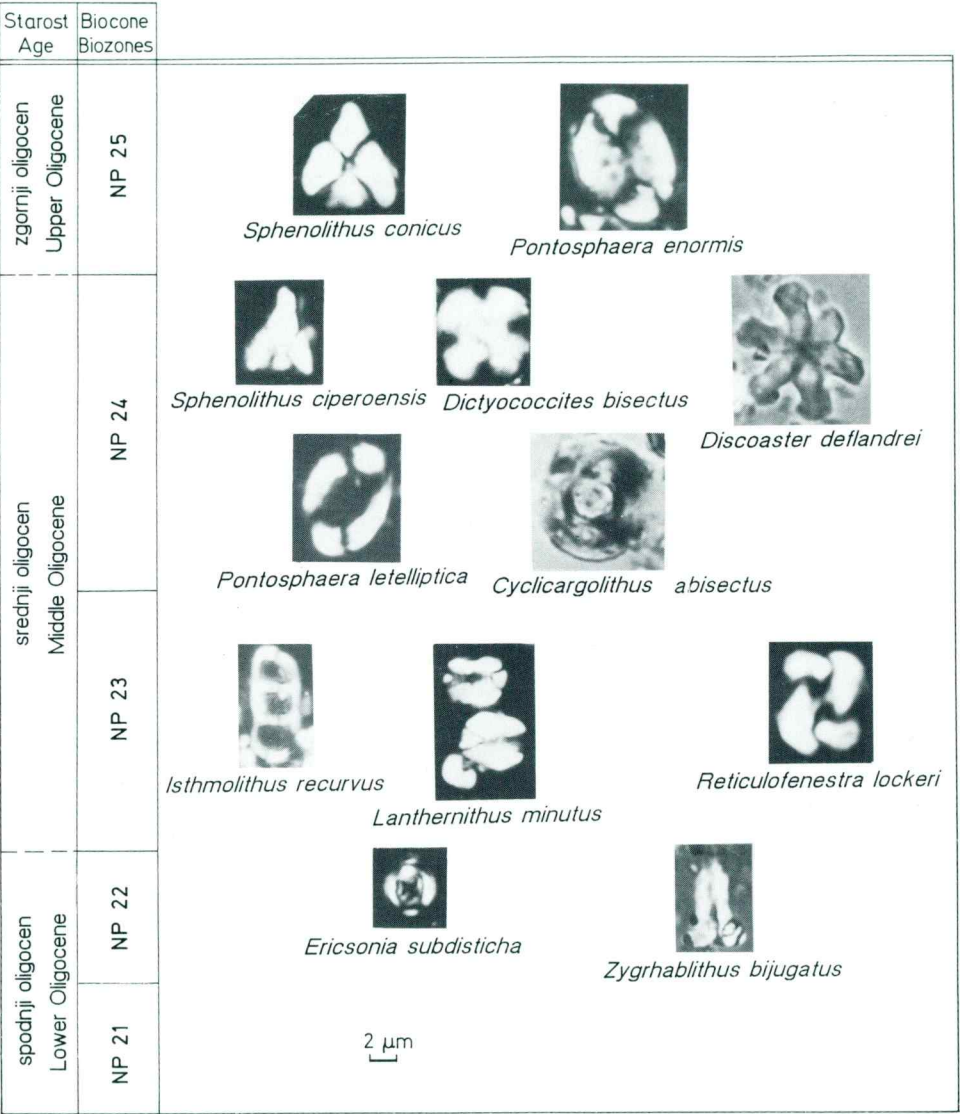
Pogostost nanoplanktona se v posameznih vzorcih močno razlikuje. Zaradi enakomerne sedimentacije morske glin pri jemanju vzorcev na to ne moremo vplivati. Pogostost fosilov pa je zagotovo odvisna od samega mesta sedimentacije in njenega načina ter diageneze. Predvsem diagenetske spremembe v veliki meri vplivajo na pogostost. Po izkušnjah iz starejših formacij povzročajo selektivno razgradnjo. Ohranijo se najodpornije oblike, ki pa navadno niso pomembni stratigrafski fosili. Diagenetskim spremembam so v veliki meri podvrženi prav nežni sfenolitski skeleti.

Presedimentacija predstavlja poseben problem, ki zastira pravo sliko avtohtone flore. V oligocenski morski glini je presedimentacija pogosta v spodnjih delih, kjer je pogosten tako kredni kot tudi starejši paleogeni nanoplankton. Po ohranjenosti ga od primarnega ne moremo ločiti. V višjih delih sivice se pojavljajo le posamezne presedimentirane vrste. Sivica hitro prepereva in ustvarja debelo preperino, ki se hitro zarašča. Zato na terenu ni veliko možnosti za sklenjene profile. Deli profilov so tako dostopni le v strugah potokov, kjer pa obstaja objektivna nevarnost onesnaževanja vzorcev. Vrtine v Zasavju pogosto presekajo sivico v nenormalnem položaju, brez značilnih prehodov.

Zaradi vseh teh težav bi bilo zaželeno poiskati značilne horizonte, ki bi jih lahko prepoznali kljub tem težavam. Svojih ugotovitev ne moremo obravnavati zunaj okvira standardne bioconacije (Martini, 1971), ki jo priznavajo povsod po svetu, le načini prepoznavanja biocon so lahko nekoliko različni in v veliki meri podobni razmeram v sosednji Madžarski (Baldi-Beke, 1977, 1984). Vpliv okolja na planktonske organizme je zagotovo manjši kot na bentonske, ki so vezani na substrat in manjši radij gibanja. Zato planktonski organizmi niso preveč dobri paleoekološki indikatorji. Njihovi glavni omejitveni dejavniki so temperatura, slanost in morda kemizem vode.

Na osnovi dosedanjih izkušenj in nanoflore v oligocenu Slovenije lahko razdelimo sivico v tri floristične dele, ki v grobem odgovarjajo standardnim nanoplanktonskim bioconam (Martini, 1971), NP 23, NP 24 in NP 25. Omenjene biocone odgovarjajo srednjemu in zgornjemu oligocenu (sl. 3).

Najstarejšo skupino predstavlja nanoplankton, ki smo ga določili v Bohinju, Poljšici in deloma tudi v Zasavju (Pavšič, 1983, 1985). Označujejo ga predstavniki starejših, pretežno eocenskih in spodnjeoligocenskih oblik nanoplanktona. Po ohranjenosti je težko ugotoviti, ali gre za primarni ali presedimentirani nanoplankton. Značilni fosili tega dela so: *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre), *Lanternithus minutus* Stradner, *Isthmolithus recurvus* Deflandre, *Sphenolithus predistentus* Bramlette et Wilcoxon, *Ericsonia subdisticha* (Roth et Hay), *Reticulofenestra lockeri* Müller. V Bohinju in Zagorju se v višjih delih pojavlja tudi *Cyclicargolithus abisectus* (Müller), ki ga imajo nekateri za začetnika nove biocone (Baldi-Beke, 1984;



Sl. 3. Združbe nanoplanktona v oligocenu Slovenije
Fig. 3. Nannoplankton associations in the Oligocene of Slovenia

Perch-Nielsen, 1985). Vso to nanofloro lahko uvrstimo v biocono NP 23 s prehodom v NP 24. Značilnost tega dela je množično pojavljanje vrst *Z. bijugatus*, *L. minutus* in *E. subdisticha*. Množični razcvet je posebno izrazit na Poljšici, manjši v Bohinju in neznatni v Zagorju. Sklepanje na položaj vzorcev v sami bioconi bi bilo morda malo preveč špekulativno, čeprav je res, da se pojavlja *C. abisectus* prav

v Zagorju, kjer popušča intenziteta pogostosti prej omenjenih oblik. Na vseh teh nahajališčih nastopa ta združba nad starejšo oligocensko formacijo, na Poljšici in v Bohinju nad grebenskimi tvorbami in pri Zagorju nad krovnim laporjem.

Sledi osrednji del sivice, ki je zastopan na številnih mestih v Sloveniji in ga označuje značilna rupelijska nanoflora. Tako sivico najdemo v višjih horizontih na Poljšici, na več mestih ob Savi in Sori, v Rogaški Slatini, Homu, Laškem, Vranskem, Zagorju, Zasipu, Vintgarju in Dolu. Značilne vrste tega dela so: *Pontosphaera latelliptica* (Baldi-Beke), *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade), *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, *Sphenolithus distentus* (Martini), *Helicosphaera euphratis* Haq, *Cyclicargolithus abisectus*, *Sphenolithus ciperoensis* Bramlette et Wilcoxon, *Reticulofenestra lockeri*.

Spodnjo mejo označuje pogostejše pojavljanje vrste *C. abisectus*. Po standardni bioconaciji označuje spodnji del biocone NP 24 začetek vrste *Sphenolithus ciperoensis*, ki pa se pri nas pojavlja zelo redko in pogosto v višjih delih te biocone. Tretji, najvišji del sivice predstavlja združba, kjer množično nastopajo pantosfere. Pantosfere so značilni predstavniki plitvejših delov in tako njihovo množično pojavljanje povezujemo z razmerami v zgornjem oligocenu pri nas. V Nemčiji so na osnovi vrste *Pontosphaera enormis* Locker ločili srednji oligocen od zgornjega (Martini, 1981). Nam se zdi pomembnejša vrsta *Sphenolithus conicus* Bukry, ki ga najdemo v teh delih sivice ob vrsti *P. enormis* in *P. desueta* (Müller). V tem delu se pojavljajo tudi močno prekrystaljene oblike nanoplanktona, ki pa so verjetno posledica kasnejšega močnejšega pretoka vode skozi bolj peščen sediment.

Sklep

V oligocenu Zasavja lahko prepoznamo tri ločene nanoplanktonske združbe.

Najstarejša združba pripada zgornjim delom krovnih laporjev v Zagorju in spodnjim delom oligocenske morske glinice drugod po Sloveniji. Označujejo jo številne starejše oblike nanoplanktona, ki so sicer značilne za eocen in spodnji oligocen in v tem delu množično nastopajo (slika 2). Združbo smo uvrstili v biocono NP 23.

Srednji del predstavlja združba, kjer prevladujejo srednjeoligocenske vrste, prej pogoste vrste pa se pojavljajo le posamično. Nanofloro tega dela smo uvrstili v biocono NP 24.

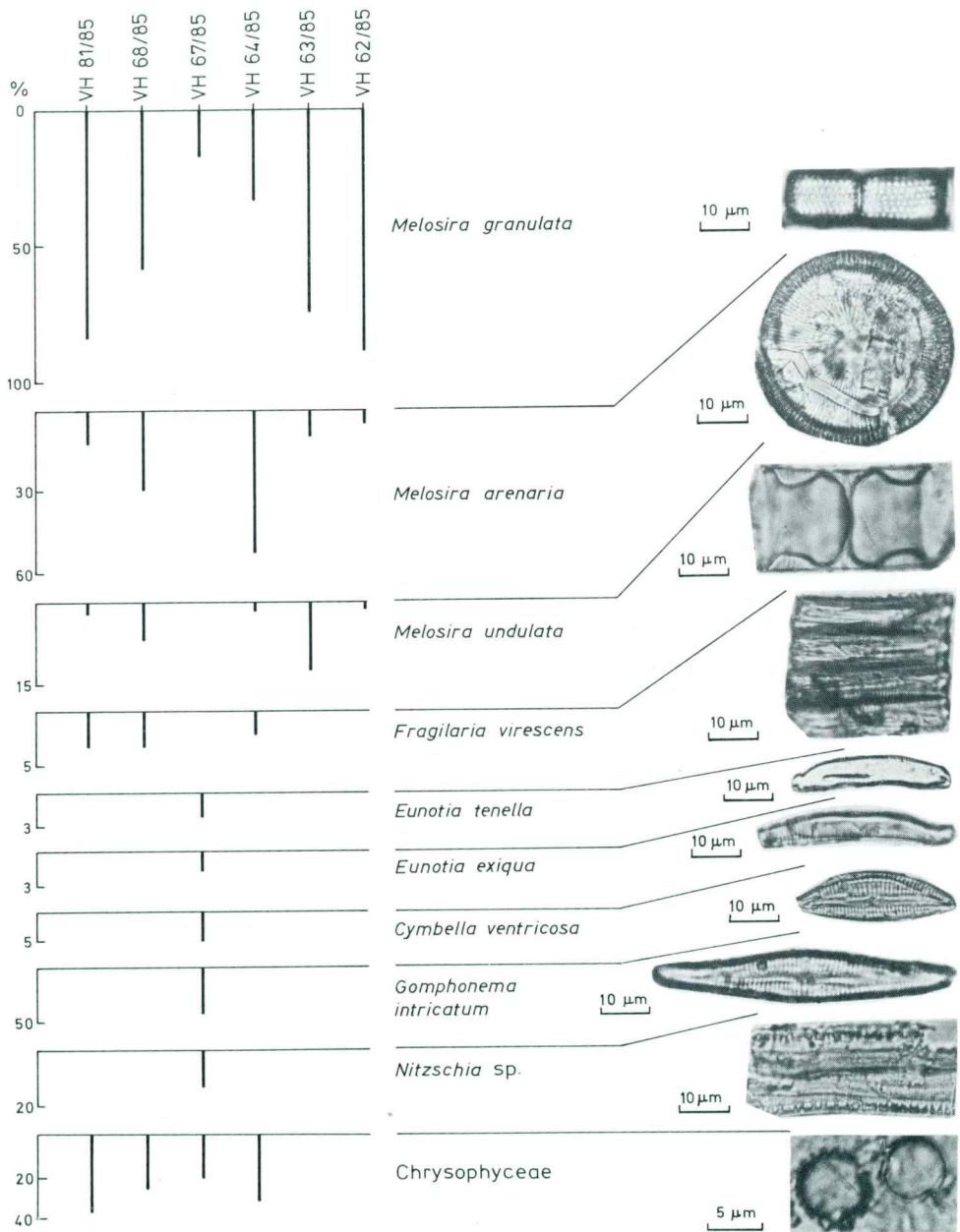
V najvišjem delu oligocenske morske glinice, ki prehaja že v peščene glinice in peske, je manj nanoplanktona. Zelo pogoste so pantosfere. Pogosta je prekrystalizacija osrednjega dela kokolitov. Za našo stratigrafijo je pomemben fosil tega dela *Sphenolithus conicus*. Združba deloma odgovarja bioconi NP 25.

V spodnjem in v zgornjem delu sivice prevladujejo plitvovodne, priobalne vrste nanoplanktona.

Diatomeje

Aleksander Horvat

Preiskali smo profil oligocenskih plasti, in sicer prečnik P 4450 iz jame Hrastnik. Ostanke diatomej smo zasledili samo v šestih vzorcih. Flora je v vseh vzorcih maloštevilna, slabo ohranjena in je značilna za sladkovodni biotop, saj nismo našli nobenih brakičnih oblik kakor tudi ne oblik, značilnih za okolja s povišano slanostjo.



Sl. 4. Vertikalna razporeditev relativne gostote najpomembnejših vrst diatomej

Fig. 4. Vertical distribution and frequency of the main diatoms taxa

Ekološke podatke smo povzeli po Abbottu in Van Landinghamu (1972), Gersondu in Velitzelosu (1977), Hajósevi (1985), Haworthovi (1976), Hustedtu (1930, 1959), Krammerju in Langu-Bertalotu (1986), Thomasu in Gouldu (1981) ter de Wolfu (1982).

V vzorcu VH-81/85 (spodnjeseoteške plasti) prevladujejo ostanki vrste *Melosira granulata* Ralfs (sl. 4), ki je značilna za plankton globljega dela eutrofnih jezer, neodvisna pa je od pH. Skupaj z njo najdemo še vrste *Melosira arenaria* Moore, *Melosira undulata* (Ehrenberg) Kützing in *Fragilaria virescens* Ralfs. To so alkalofilne, bentonske in planktonske vrste, značilne za litoral jezer. Količina teh vrst navzgor narašča, medtem ko množina vrste *M. granulata* pada, kar kaže na poplitvenje bazena. V vzorcu VH-67/85 (premogov sloj) se sestava flore močno spremeni. Prevladujejo epifitske in aerofitske vrste, značilne za nizka jezera in močvirja, medtem ko količina planktonskih vrst močno upade. Najštevilčnejši so ostanki vrste *Gomphonema intricatum* Kützing, ki je neodvisna od pH, nastopa pa tako v oligotrofnih kot v eutrofnih jezerih. Prisotnost aerofilnih in acidofilnih vrst *Eunotia exiqua* (Brebsson) Rabenhorst in *Eunotia tenella* (Grunow) Hustedt kaže na nekoliko nižji pH. Aerofilne vrste in prisotnost vrste *Cymbella ventricosa* Kützing, ki je pogostejša v tekočih vodah, pa kažejo na povečan pritok v bazen. V vzorcu VH-64/85 (zgornjesoteške plasti) spet prevladujejo bentonske in planktonske vrste *M. arenaria*, *M. granulata* in *F. virescens*. Navzgor narašča množina vrste *M. granulata*, kar kaže na intenzivno pogrezanje bazena med sedimentacijo zgornjesoteških plasti. Sedimenti so se odlagali v jezeru z dobro razvitim profundalom. Jezero je bilo eutrofno z obilo hranilnimi snovmi.

Razen ostankov diatomej so pogosti tudi ostanki statospor (cist) alg iz skupine Chrysophyta. Statospore so v večjih količinah prisotne v sedimentih, ki so se odlagali v slabo eutrofnih oziroma oligotrofnih vodah z nekoliko nižjimi pH (Smoll, 1988; Carney & Sandgren, 1983).

Sklep

S pomočjo sprememb v diatomejskih združbah lahko sklepamo na nakatere paleolimnološke spremembe (sl. 4). Sprva globoko jezero počasi postaja plitvejše in preide v zelo plitvo jezero oziroma močvirje. Celoten bazen se med sedimentacijo zgornjesoteških plasti spet pogrezne. Večina diatomej je značilna za zmerno toplo vodo. Prisotnost diatomeje *M. undulata*, ki je značilna za tropska jazera, kaže na občasno nekoliko povišano temperaturo. Odsotnost hrizoficej v zgornjem delu profila si lahko razlagamo s spremembo pH in količino v vodi raztopljenih mineralnih in hranilnih snovi (Smoll, 1988; Carney & Sandgren, 1983). V zgornjem delu, kjer statospore izginajo, je bilo jezero bolj alkalno in eutrofno.

Palinomorfe

Bogomir Jelen

Snov bom v tem prispevku obravnaval na kratko, podrobneje bo razložena v drugem članku.

Za kopensko floro je značilna velika odvisnost od okolja in počasna evolucija, prekinjena s krajšimi obdobji kladogeneze. Rastišče flori odredajo mikrolokalne,

lokalne, regionalne in globalne razmere. Glede na to ločimo facialne, klimatske in evolucijske palinološke elemente. V oligocenu in spodnjem miocenu so bile evolucijske spremembe flore neznatne. Dogodile pa so se izrazite klimatske spremembe. Na kraju mezoika se je pred pleistocensko poledenitvijo začelo dolgo klimatsko nestabilno obdobje s tendenco postopnega ohlajevanja. Do večjega sprevračanja klime je prišlo prav v obravnavanem geološkem intervalu. Za ekostratigrafijo so predvsem pomembni dogodki ki so lahko sprožili izokrone spremembe v ekosistemi ene ali več geoloških regij. Takšne spremembe lahko sprožijo le klimatski in geotektonski dogodki. Krivuljo klimatskih sprememb je mogoče rekonstruirati tudi s kvalitativno analizo klimatskih florističnih elementov (Mai, 1967; Krutzsch & Majewski, 1967).

Pri rekonstrukciji paleoklimatske krivulje iz podatkov kvantitativne analize klimatskih palinoloških elementov se interpretator srečuje s problemom klimatske spremembe kot stratigrafskim dogodkom in problemom odnosa med palinocenozo vzorca in floro ter vegetacijo. Klimatske spremembe so namreč stratigrafski dogodki z migrirajočim, ponavljajočim značajem, palinocenoza pa je ekstremno spremenjena slika flore in vegetacije. Zato je palinološka interpretacija flore, vegetacije in klime popolnoma odvisna od razlagalčevega poznavanja problematike.

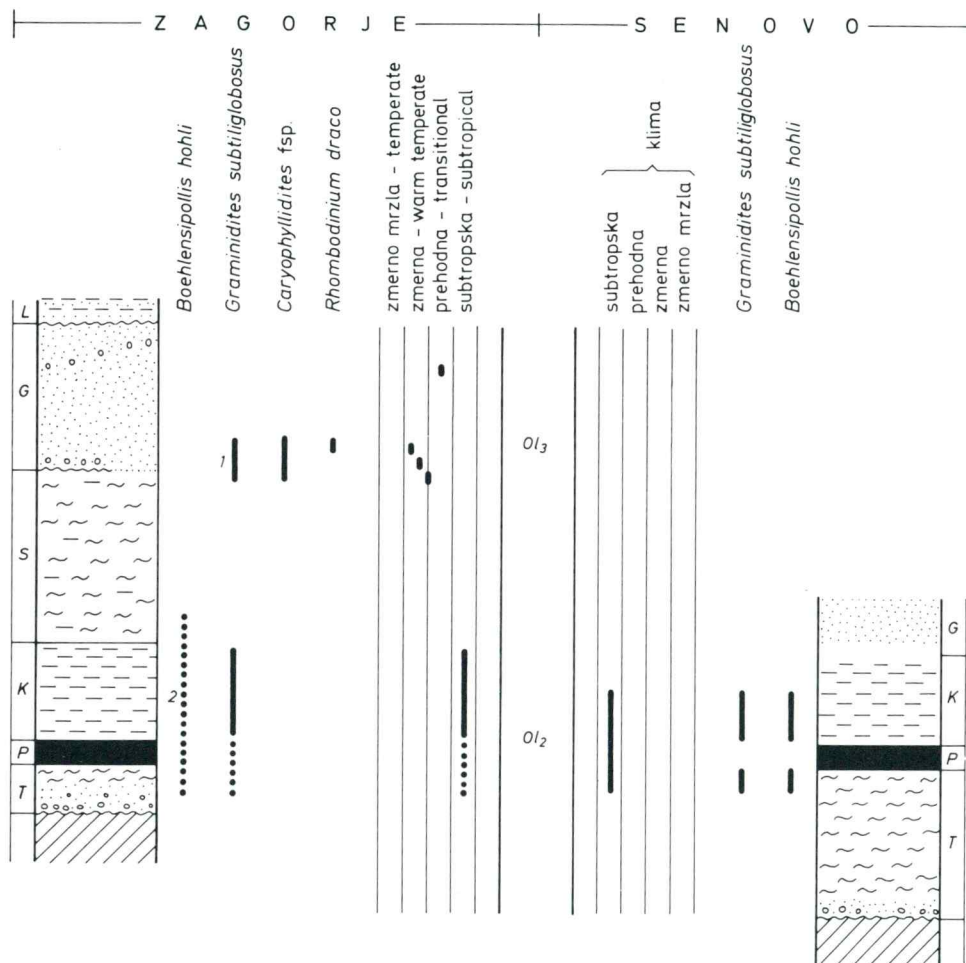
Evolucijske spremembe

Zaradi ekoloških zahtev matične rastline, tafonomskih procesov in načina raziskovalnega dela je bila prva biokronostratigrafsko pomembna oblika odkrita šele pred kratkim. Oblikovna vrsta *Boehlensipollis hohli* Krutzsch je nosilka biokronocone, ki obsega spodnji in srednji oligocen (Boulter et al., 1980; Hochuli, 1978). Še vedno pa uporabljam tridelno kronostratigrafsko razdelitev oligocena, kot so jo postavili Steininger in sodelavci (1976), kajti uporaba nove, dvodelne razdelitve brez razlage bi lahko povzročila zmešnjavo. Poleg tega dvodelna razmejitev še ni geokronometrično in biokronološko ustaljena. Z drugim evolucijskim elementom *Graminidites subtiliglobosus* Krutzsch sem postavil *Boehlensipollis hohli*-*Graminidites subtiliglobosus* concurrent-range cono. FAD oblike *Graminidites subtiliglobosus* je v Centralni Paratetidi v srednjem oligocenu. Zato naj *Boehlensipollis hohli*-*Graminidites subtiliglobosus* concurrent-range cona določa srednji oligocen v celoti toliko časa, dokler ne bo natančno znana nanoplanktonska cona FAD oblike *Graminidites subtiliglobosus*.

Boehlensipollis hohli-*Graminidites subtiliglobosus* concurrent-range cona je bila ugotovljena v Senovski in Zagorski kadunji. V Senovski kadunji določa srednjeoligocensko starost zgornjemu delu »spodnjeseških« in »zgornjeseseških« plasti (sl. 5). V Zagorski kadunji določa isto starost heteropičnemu litološkemu razvoju ali »spodnjeseških« ali »zgornjeseseških« plasti ali mogoče celo sivice (sl. 5). Kuščer (1967) je ta litološki razvoj uvrstil v »spodnjeseške« plasti.

Palinocenozo do zdaj raziskanih vzorcev sivice so stratinomski dejavniki tako močno spremenili, da ni uporabna za interpretacije.

Naslednja nova evolucijska oblika *Caryophyllidites* fsp. je bila ugotovljena v Zagorski kadunji na prehodu sivice v govške plasti. FAD oblikovnega rodu *Caryophyllidites* je v Centralni Paratetidi kronološko postavljen v zgornji oligocen (Hochuli, 1978). Z *Extrapunctatosporites sellingi* Krutzsch in *Rhombodinium draco* Gocht tvori Oppelovo cono, ki približno obsega zgornji oligocen (sl. 5).



Sl. 5. Kronostratigrafski položaj »soteških« in »govških« plasti v Zagorju in Senovem po razpoložljivih palinoloških podatkih. Litostratigrafska stolpca po Placerju (1984) in Uhanu (1986)

Fig. 5. Chronostratigraphic position of the "Socka Beds" and "Govce Beds" in Zagorje and Senovo according to the available palinological data. Lithostratigraphic columns after Placer (1984) and Uhan (1986)

*Ol*₂ Srednji oligocen – Middle Oligocene, *Ol*₃ Zgornji oligocen – Upper Oligocene, *T* »Spod-njesoteške« plasti (konglomerat, peščenjak in glina) – Lower "Socka Beds" (conglomerate, sandstone and clay), *P* Premog – Coal, *K* »Zgornjesoteške« plasti (lapor) – Upper "Socka Beds" (marl), *S* Oligocenska morska glina (sivica) – Oligocene Marine Clay, *G* »Govške« plasti – "Govce Beds", *L* Laške plasti – Laško Beds, *1* Zdaj znana vertikalna razširjenost – Presently know vertical range, *2* Vertikalna razširjenost v heteropičnem faciesu »soteških« plasti ali sivica – Vertical range in heteropic facies of "Socka Beds" or Oligocene Marine Clay

Spremembe med klimatskimi elementi

Klimatska interpretacija diagrama frekvenc palinoloških klimatskih elementov pri zadovoljivi zveznosti predstavlja eno temeljnih metod za pridobitev ekostratigrafskih horizontov ali con.

Iz do zdaj zbranih relativnih frekvenc palinoloških klimatskih elementov iz zgornjega dela »spodnjesoteških« in »zgornjesoteških« plasti, prehoda sivice v govške plasti in iz govških plasti je bilo mogoče rekonstruirati le segmente klimatske krivulje. V zgornjem delu »spodnjesoteških« in »zgornjesoteških« plasti Senovške kadunje in »zgornjesoteških« plasti med Zagorjem in Hrastnikom je segment izrazito topel (sl. 5). Lastnost segmenta »spodnjesoteških« plasti med Zagorjem in Hrastnikom so zabrisali facialni elementi. Na prahodu sivice v govške plasti kaže diagram relativnih frekvenc na ohladitev, ki se je v spodnji tretjini govških plasti stopnjevala (sl. 5). V zgornji tretjini je segment ponovno toplejši (sl. 5). Lega viška ohladitve še ni poznana.

Korelacija dobljenih segmentov klimatske krivulje s klimatsko stratigrafsko krivuljo Centralne Paratetide je mogoča na dveh odsekih. Izrazito topli odsek zgornjega dela »spodnjesoteških« in »zgornjesoteških« plasti je mogoče korelirati s srednjeoligocensko subtropsko fazo, hladni odsek govških plasti pa z viškom ohladitve v zgornjem oligocenu.

Za zanesljivo klimatsko stratigrafsko korelacijo in postavitev ekostratigrafskih horizontov ali con bo v prihodnje potrebno izdelati zvezno klimatsko krivuljo oligocena in spodnjega miocena v Sloveniji.

Sklep

V palinoflori smo opazovali spremembe, ki so jih povzročili tafonomski, facialni, klimatski in evolucijski dejavniki. Ker so bile raziskave zelo nenačrtne, razpolagamo s fragmentarnimi rezultati. Z evolucijskima elementoma *Boehlenipollis hohli* in *Graminidites subtiliglobosus* je postavljena concurrent-range cona, ki določa srednjeoligocensko starost zgornjega dela »spodnjesoteških« plasti Zagorske kadunje. Na prehodu sivice v govške plasti je z evolucijskim elementom *Caryophyllidites* fsp. in oblikovnima vrstama *Extrapunctatosporites sellingi* ter *Rhombodinium draco* ugotovljena Oppelova cona, ki približno obsega zgornji oligocen. Iz sprememb med klimatskimi palinološkimi elementi sta rekonstruirana dva segmenta paleoklimatske krivulje. Oba moremo korelirati s stratigrafsko klimatsko krivuljo Centralne Paratetide. Izrazito topli odsek zgornjega dela »spodnjesoteških« in »zgornjesoteških« plasti je mogoče korelirati s srednjeoligocensko subtropsko fazo, hladni odsek govških plasti pa z viškom ohladitve v zgornjem oligocenu.

Foraminifere

Helena Mervič

Na osnovi bentonske foraminiferne favne so že prenekateri raziskovalci poskušali kronostratigrafsko uvrstiti posamezne litološke horizonte v Laško-Zagorski terciarni kadunji.

Zaradi široke vertikalne razširjenosti ugotovljenih vrst ta združba ne daje optimalnih možnosti za kronostratigrafijo. Problematična je tudi stratigrafska korelacija, saj dosedanje raziskave opozarjajo na dejstvo, da so favnistične podobnosti med različnimi stratigrafskimi enotami na isti lokalnosti večje kot med enakimi stratigrafskimi enotami različnih lokalnosti (Boltovskoy & Boltovskoy, 1988).

V Laško-Zagorski terciarni kadunji se terciarne plasti začenjajo s spodnjeseoteškimi skladi, ki jih predstavljajo klastične usedline in so po Kuščerju (1967) kontinentalne tvorbe. V teh plasteh do sedaj ni ugotovljena foraminiferna favna.

Na spodnjeseoteških skladih je plast premoga, na njem pa so odložene zgornjesoteške plasti. Sestavljata jih lapor in apnenec. V laporju ugotavljamo drobce moluskov, ostanke ostrakodnih lupin, ribje luske in ribje koščice, v apnencu pa haraceje.

Na zgornjesoteških skladih leži modrikastosiva laporasta glina z bogato foraminiferno favno, ki kaže na morski razvoj plasti.

Ugotovljena foraminiferna favna v oligocenski morski glini: po Rijavec (1958, 1983, 1984, 1986, 1987)

Bathysyphon taurinensis Sacco

Cyclammina acutidorsata (Hantken)

Cyclammina praecancellata Voloshinova

Spiroplectammina carinata (d'Orbigny)

Textularia sp.

Tritaxia (*Clavulinoides*) *szabói* (Hantken)

Karreriella siphonella (Reuss)

Martinottiella communis (d'Orbigny)

Spiroloculina sp.

Miliolidae

Nodosaria latejugata Gümbel

Nodosaria longiscata d'Orbigny

Dentalina sp.

Lenticulina cultrata (Montfort)

Lenticulina limbosa (Reuss)

Planularia kubinyii (Hantken)

Vaginulinopsis gladius (Phillippi)

Vaginulinopsis pseudodecorata Hagn

Guttulina austriaca (d'Orbigny)

Glandulina laevigata d'Orbigny

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny

Bolivina dilatata Reuss

Bulimina elongata (d'Orbigny)

Uvigerina hantkeni Cushman & Edwards

Cancris auriculus (Fichtel & Moll)

Asterigerinata planorbis (d'Orbigny)

Miogypsina (*Miogypsinoides*) *formosensis* Yabe & Hanzawa

Miogypsina (*Miogypsinoides*) *bantamensis* Tan Sin Hok

Globigerina praebulloides praebulloides Blow

Globigerina sp.

Globigerinoides sp.

Cibicidoides ungerianus (d'Orbigny)

Planulina wuellerstorfi (Schwager)

Planulina compressa (Hantken)

Planulina costata (Hantken)
Lepidocyclina (*Nephrolepidina*) *morgani* Lemoine & R. Douvillé
Lepidocyclina (*Eulepidina*) *dilatata* (Michelotti)
Chilostomella ovoidea Reuss
Pullenia bulloides (d'Orbigny)
Gyroidina soldanii d'Orbigny
Anomalinoides grosserugosus (Gümbel)
Cibicidoides ungerianus (d'Orbigny)
Hanzawaia boueana (d'Orbigny)
Heterolepa dutemplei (d'Orbigny)
Almaena osnabrugensis (Roemer)
Hoeglundina elegans (d'Orbigny)

Med množico oligomiocenskih vrst ugotavljamo paleogenske vrste *Vaginulinopsis pseudodecorata*, *Vaginulinopsis gladius*, *Tritaxia* (*Clavulinoides*) *szabói* in *Planularia kubinyii*, ki se v spodnjem miocenu ne pojavljajo več. Vrste *Almaena osnabrugensis*, *Cyclammina acutidorsata* in *Cyclammina praecancellata* pa segajo vse do vključno eggenburgija.

Prehod iz sladkovodnega zgornjesoteškega laporja v morsko laporasto glino je postopen. V jami Hrastnik in v vrtini Brnica-6 je ugotovljena foraminiferna vrsta *Bulimina elongata*, ki je predstavnik brakičnega okolja (Rijavec, 1958).

V Zagorju v prečniku, ki je potekal skozi 300 m debele sklade laporaste gline, je Kuščer (1967) ugotovil bogato foraminiferno favno. V tej glini 50 m nad zgornjesoteškimi plastmi je Papp (1954, 1955) določil *Miogypsina* (*Miogypsinoidea*) *formosensis* Yabe & Hanzawa, *Miogypsina* (*Miogypsinoidea*) *bantamensis* Tan Sin Hok in *Miogypsina* (*Miogypsinoidea*) sp., ki se po dosedanjih raziskavah v Centralni Paratetidi pojavijo šele v katiju.

Med množico bentonskih foraminifernih vrst v Zagorju je Rijavec (1983) v sivi laporasti glini ugotovila planktonski rod *Globigerinoides*, ki se v Centralni Paratetidi prvič pojavi v spodnjem egeriju. Planktonske foraminiferne vrste v sivi laporasti glini niso tako bogato zastopane kot bentonske, čemur je vzrok vpliv ekoloških dejavnikov.

Sivo laporasto glino v Laško-Zagorski terciarni kadunji na osnovi ugotovljene foraminiferne favne in korelacije z drugimi območji Kuščer (1967) in Cimerman (1967, 79) uvrščata v rupelij, Rijavec (1984) pa v spodnji egerij-katij.

Na oligocenski laporasti glini leži litološko podobna glina, ki se menjava s peskom in peščenjakom. Te plasti Kuščer (1967) imenuje govški skladi. Glede na foraminiferno favno je v njih ločil štiri cone:

1. cona z bogato morsko favno in ostanki oligocenskih vrst,
2. cona z *Bulimina elongata*,
3. cona z *Nonion commune* in *Virgulina schreibersiana* in
4. cona s *Streblus beccari*.

Kuščer (1967) in Rijavec (1984) postavljata glino z bogato morsko favno in ostanki oligocenskih vrst (1. cono) v akvitan. V zgornjih peščenih delih govških plasti (2., 3. in 4. cona) postaja foraminiferna favna enolična, značilna za brakično okolje. Kuščer (1967) uvršča te plasti v burdigal.

Pri nadaljnji paleontološki obdelavi vzorcev in vrtin in s površine v Laško-Zagorski terciarni kadunji ugotavlja Rijavec (1984) v peščenoglinastih govških plasteh prav tako enolično in dokaj dobro ohranjeno foraminiferno favno z naslednjimi vrstami:

- *Ammonia beccarii* (Linné),
- *Florilus communis* (d'Orbigny),
- *Stainforthia schreibersiana* (Czjzek) in
- *Bulimina elongata* (d'Orbigny).

V jami Loke pri Zagorju je v peščeni glini, ki leži nad akvitanijskimi plastmi, poleg dokaj bogate oligomiocenske favne ugotovljena vrsta *Almaena osnabrugensis* (Roemer), katere vertikalna razširjenost sega od rupelija do vključno eggenburgija, zato Rijavec (1986) uvršča te plasti v eggenburgij.

V govški peščeni glini ugotavljamo poleg foraminiferne favne več vrst ostrakodov, radiolarije, spikule spongij, iglice morskih ježkov, ribje luske in ribje zobe. Ostrakodna vrsta *Cytheridea* cf. *eggenburgensis* Kollmann, ugotovljena v jami Kotredež, pa po Rijavčevi (1987) dokazuje eggenburgijsko starost govških plasti.

Sklep

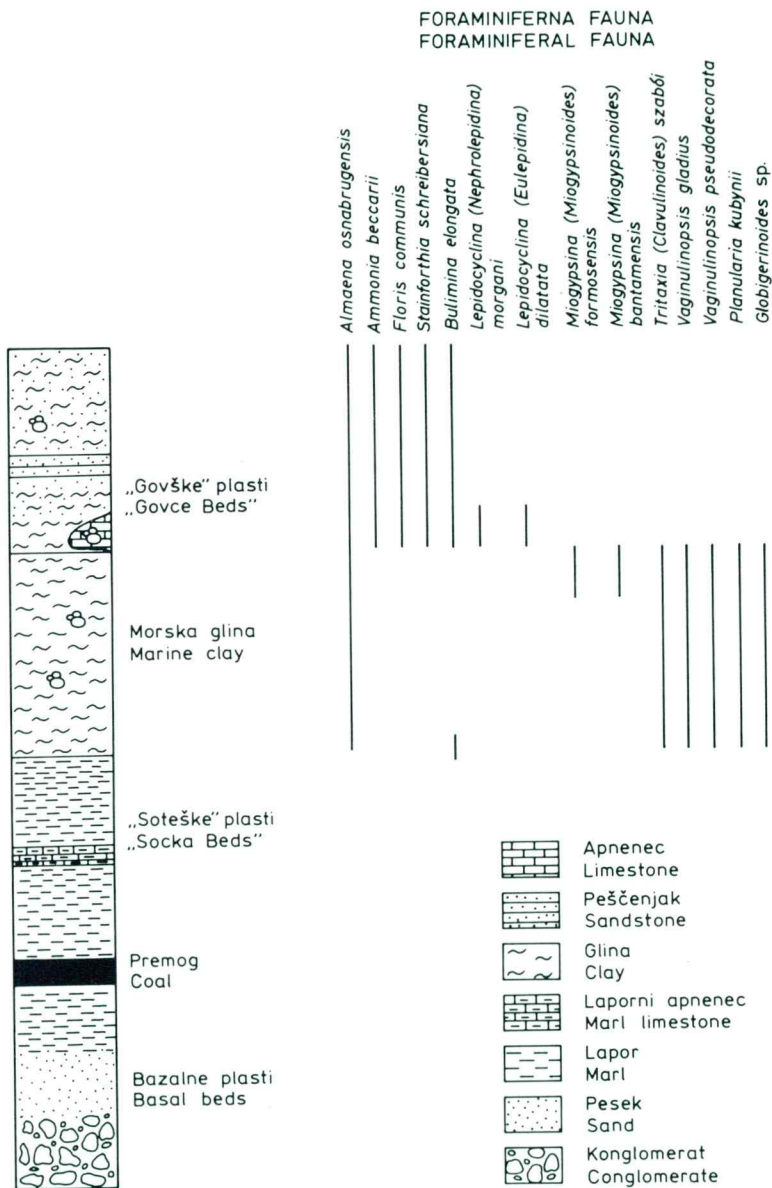
Foraminiferno favno v Laško-Zagorski terciarni kadunji ugotavljamo v brakičnih prehodnih plasteh med zgornjesoteškim laporjem in sivo laporasto glino, v morsko razviti laporasti glini in v brakičnih peščenih govških plasteh (sl. 6).

Siva laporasta glina, kjer je ugotovljena najbogatejša foraminiferna združba, je oligocenske starosti, kar dokazujejo paleogenske vrste *Vaginulinopsis pseudodecorata*, *Vaginulinopsis gladius*, *Tritaxia* (*Clavulinoides*) *szabói* in *Planularia kubinyii*. Veliko podobnost med nastopajočo foraminiferno favno in favno rupelijske kiscellske gline Madžarske sta ugotovila že Cimerman (1967) in Kuščer (1967); Rijavec (1984) pa je na osnovi ugotovljenih katijskih miogipsin uvrstila sivo laporasto glino v spodnji egerij-katij.

Laporasto glino z vložki lepidociklinskega apnenca in manjkajočimi paleogen-skimi vrstami v bazi govških plasti sta Kuščer (1967) in Rijavec (1984) uvrstila v akvitanijsko.

V višje ležečih govških plasteh se pojavlja enolična foraminiferna favna, značilna za brakično okolje. Na osnovi foraminiferne vrste *Almaena osnabrugensis* in ostrakodne vrste *Cytheridea* cf. *eggenburgensis* je Rijavec (1986, 1987) te plasti uvrstila v eggenburgij.

Ker vplivajo na sestavo foraminiferne združbe poleg evolucije tudi ekološki in topografski dejavniki morskega dna, bodo zaradi pravilne kronostratigrafske uvrstitve sive laporaste gline in peščenih govških plasti nadaljnje raziskave temeljile na ekostratigrafiji.



Sl. 6. Stratigrafski stolpec oligocenskih in miocenskih plasti v Laško-Zagorski terciarni kadunji. Litološki stolpec prirejen po Cimermanu (1979)

Fig. 6. Stratigraphic column of the Oligocene and Miocene beds in the Laško-Zagorje Tertiary basin. Lithologic column adapted from Cimerman (1979)

Literatura

- Abbot, W. H. & Van Landingham, S. L. 1972, Micropaleontology and Paleocology of Miocene Non-Marine Diatoms from the Harper District, Malheur County, Oregon-Nova Hedwigia 22, 847-967, Braunschweig.
- Baldi-Beke, M. 1977, A budai oligocén rétegtani és fácies-tani tagolódása nannoplankton alapján. Földt. Közl., 107, 59-89, Budapest.
- Baldi-Beke, M. 1984, A Dunántúli paleogén képződmények nannoplanktonja. Geol. Hung. ser. paleont. 43, 307 p., Budapest.
- Boltovskoy, E. & Boltovskoy, D., 1988, Cenozoic deep-sea benthic foraminifera: Faunal turnovers and paleobiogeographic differences. Rev. Micropaleont. 31, 2, 67-81, Paris.
- Boulter, M., Brelievander G., Caro, Y., Chateauf, J. J., Fowler, K., Meyer, K. J., Ollivier-Pierre, M. F., Roche, E., Schalke, H., Schuler, M. & Sittler, C. 1980, A preliminary synthesis of pollen ranges within the NW European Paleogene. IGCP project 124, Report no. 6, 78-81, Hannover.
- Carney, H. J. & Sandgren, C. D. 1983, Chrysophycean cysts: indicators of eutrofication in the recent sediments of Frains Lake, Michigan, U. S. A. Hydrobiologia 103, 195-203, Hague.
- Cimerman, F. 1967, Oligocene beds in upper Carniola and their foraminiferal fauna. Bul. sci. Conseil Acad. RSF Yugoslavia Section A 12, 9-10, 251-253, Zagreb.
- Cimerman, F. 1979, Oligocene beds in Slovenia. 16th Europ. micropal. coll. Guidebook, 65-70, Ljubljana.
- Gersonde, R. & Velitzelos, E. 1977, Diatomeenpaläoökologie im Neogen Becken von Vegora NW Mazedonien (Vorläufige Mitteilung). Ann. Geol. Pays Helleniques 29, 373-382, Athens.
- Hajós, M. 1985, Diatomeen des Pannonien in Ungarn. In: A. Papp, A. Jambor & F. F. Steininger (Eds.), Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozän der Zentralen Paratethys. Pannonien. Akademiai Kiado, 534-586, Budapest.
- Haworth, E. Y. 1976, Two Late-glacial (Late Devensian) diatom assemblage profiles from northern Scotland. New Phytol. 77, 227-256.
- Hochuli, P. A. 1978, Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. Beitr. Paläont. Österr. 4, 1-132, Wien.
- Hustedt, F. 1930, Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 1. Teil. 920 p., Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Hustedt, F. 1959, Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 2. Teil. 845 p., Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986, Baccillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: A. Pacher (ed.) Süßwasserflora von Mitteleuropa. 876 p. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krutzsch, W. & Majewski, J. 1967, Zur Methodik der pollenstratigraphischen Zonen-gliederung im Jungtertiär Mitteleuropas. Abh. zent. geol. Inst. 10, 83-98, Berlin.
- Kuščer, D. 1967, Zagorski terciar, Geologija 10, 5-85, Ljubljana.
- Mai, D. H. 1967, Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellung über den Klimagebau im Jungtertiär der DDR. Abh. zent. geol. Inst. 10, 55-81, Berlin.
- Martini, E. 1971, Standard Paleogene calcareous nannoplankton zonation. Proc. of the II Planktonic Conf., 739-785, Edizioni Tecnoscienza, Roma.
- Martini, E. 1981, Nannoplankton in der Ober-Kreide, im Alttertiär und im tieferen Jungtertiär von Süddeutschland und dem angrenzenden Österreich. Geologica Bavarica 82, 345-356, München.
- Papp, A. 1954, Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje. Geologija 2, 168-178, Ljubljana.
- Papp, A. 1955, Lepidocyclinen aus Zagorje und Tuhinjska dolina östlich von Kamnik (Slowenien), Geologija 3, 209-215, Ljubljana.
- Pavšič, J. 1983, O starosti bazalnih plasti oligocenske morske gline na Poljščici. Geol. zbornik 4, 93-99, Ljubljana.
- Pavšič, J. 1985, Nanoplankton iz spodnjih delov oligocenske morske gline v Sloveniji. Geol. glasnik 28, 2, 171-176, Sarajevo.
- Perch-Nielsen, K. 1985, Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H. M. et al. (Eds.), Plankton Stratigraphy, Cambridge Univ. Press, 427-554, Cambridge.
- Placer, L. 1984, Raziskave terciarne premogovne kadunje med Zagorjem in Moravčami 1982-1983. Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.

- Rijavec, L. 1958, Stratigraphische Bemerkungen über die Bohrung Brnica 6. Ver. Geol. B. A. 1, 55–58, Wien.
- Rijavec, L. 1983, Mikropaleontološka raziskava vzorcev iz vrtine Kz-7/79 (Zagorje). Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1984, Mikropaleontološka raziskava vzorcev iz vrtine Kz-22/83. Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1986, Mikropaleontološka raziskava vzorcev iz vrtine Lj-5/86 (Loke-jama). Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- Rijavec, L. 1987, Mikropaleontološka raziskava vzorcev iz jame Kotredež. Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- Smoll, J. P. 1988, Chrysophycean microfossils in paleolimnological studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62, 287–299, Amsterdam.
- Steininger, F., Rögl, F. & Martini, E. 1976, Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Parathetys (Middle Europe). *Newsl. Stratigr.* 4, 3, 174–202, Berlin.
- Thomas, D. P. & Gould, R. E. 1981, Tertiary Non-Marine Diatoms from Eastern Australia: Paleocological Interpretation and Biostratigraphy. *Proc. Limn. Soc. N. S. W.* 105, 53–56.
- Uhan, J. 1986, Strukturne raziskave na območju med Kališovcem in Senovim. Rokopis. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- De Wolf, H. 1982, Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Meded. rijsk. geol. dinst.* 36, 95–98, Haarlem.