

Biostratigrafija miocena v Slovenskih goricah

Lija Rijavec

Geološki zavod, Ljubljana, Parmova 33

Na podlagi foraminifer je avtorica definirala biostratigrafske cone miocenskih plasti v Slovenskih goricah in jih primerjala z ustreznim zaporedjem v okolici Gnasa in v Dunajski kotlini. Bazalna meja miocena je dobro določena na zahodnem koncu Slovenskih goric, kjer spodnjehelvetške sladkovodne usedline leže na metamorfni podlagi. Sledi morski razvoj helveta in nad njim erozijska diskordanca. Tortonske plasti so razdeljene le na tri biocone: *Præorbulina* in *Orbulina suturalis*, *Spiroplectammina carinata*, ki jo označujejo tudi kot biocono peščenih hišic, in *Bolivina dilatata*, ker je biocona *Rotalia beccarii*, značilna za Gnas in Dunajsko kotlino, v Slovenskih goricah erodirana. Od sarmatskih plasti so na zahodu razvite vse tri biocone: *Cibicides badenensis-Rissoa* in *Hydrobia* kot ekvivalent biocone *Elphidium reginum* v okolici Gnasa in v Dunajski kotlini, biocona *Elphidium hauerinum-Ervilia* in *Protelphidium subgranosum-Mactra*. V vzhodnem delu Slovenskih goric pa je možno razlikovati le prvi dve.

Uvod

Slovenske gorice so bile že večkrat kartirane, vendar plasti niso bile detajlno horizontirane in jih zato ni bilo mogoče upoštevati pri stratigrafski korelaciji miocenskih usedlin Slovenije z drugimi območji. Zaenkrat sem za primerjavo upoštevala miocenske sklade Gnasa (avstrijska Štajerska) in Dunajske kotline znotraj meja Paratetide.

Problematika v zvezi z razčlenitvijo in razmejitvijo miocenskih plasti se kaže v neuskladenosti stratigrafske nomenklature, ki je povzročila težave pri korelaciji na območju Paratetide. Razvoj miocenskih plasti v Mediteranu se znatno razlikuje od razvoja Paratetide. Zato je skupina avstrijskih, čehoslovaških in madžarskih geologov, ki sodelujejo v mediteranskem komiteju za stratigrafijo neogena (Committee Mediterranean Neogene Stratigraphy) predložila preliminarno nomenklaturu neogena za centralno Paratetido.

Novo nomenklaturu uporabljajo v vseh deželah na območju nekdanje Paratetide razen v Jugoslaviji in Rusiji. Ker pa te razdelitve še ni sprejela ustrežna

mednarodna organizacija, še ni splošno veljavna. Zato sem naš miocen horizontiral še po klasični razdelitvi, v tabeli 1 (str. 77) pa sem navedla tudi nova poimenovanja, da bi bila možna primerjava po stari in novi nomenklaturi.

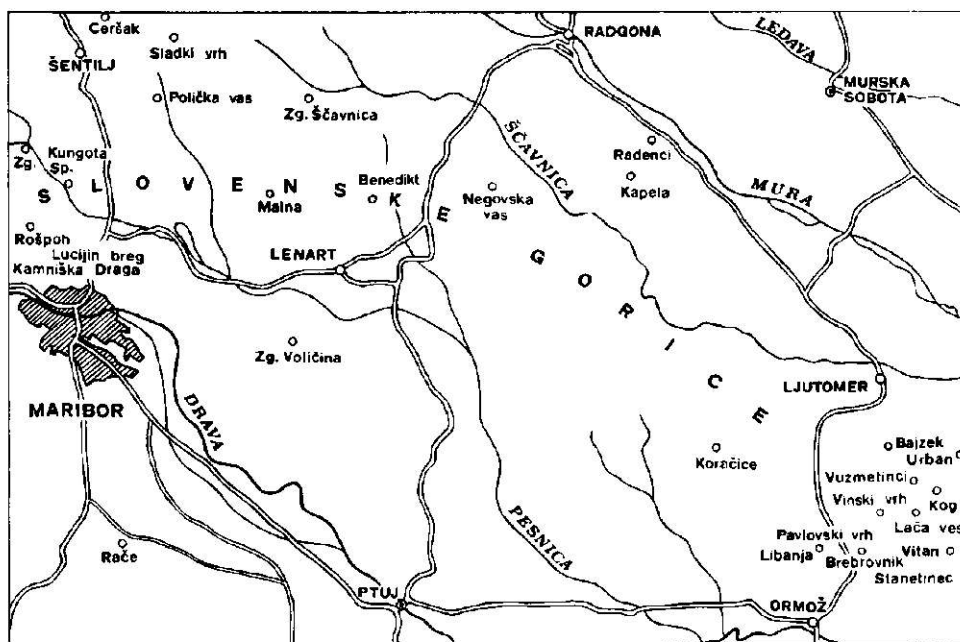
Pregled dosedanjih raziskovanj

Morfološko enoto Slovenskih goric z generalno smerjo NW—SE so oblikovale v glavnem reke Mura, Ščavnica, Pesnica in Drava (sl. 1). Kot kaže, slede rečni tokovi prelomnemu sistemu enake smeri. V terciarni zgradbi prevladujejo miocenski skladi, ki so že zgodaj privlačili pozornost geologov tudi zaradi sledov nafte v tortonskih plasteh. Prvi podatki o raziskavah terciarnih usedlin Štajerske izvirajo od F. Rolleja (1855). Naslednje leto je opisal litavske tvorbe pri Wildonu. D. Stur (1871) je v svojem delu o geologiji Štajerske primerjal sedimente Štajerske in Dunajske kotline. Utrdil je pojem foraminifernega laporja, ki ga je štel v helvet. H. Höfer, (1895) je usedline, ki jih je Stur uvrstil v pont, prestavil v torton. V teh usedlinah je našel izvire slane vode in sledove nafte na območju Lača ves-Vuzmetinci. V. Hilber (cit. po A. Winklerju, 1913, 525) je imenoval lapor z makrofavno pri Šentilju »šlir«. V letu 1908 je pisal o srednještajerskem šliru, kar ustreza Sturovemu foraminifernemu laporju.

V novejšem času je terciarne plasti v Štajerski kotlini raziskoval A. Winkler (1913, 503—616). Razčlenil je miocenske kamenine in jih uvrstil v burdigal, helvet in torton. R. Jaeger (1914, 123 do 141) je obdelal bogato foraminiferno favno iz številnih najdišč v Slovenskih gorica. Vzorce je vzel v foraminifernem laporju. Na podlagi foraminiferne favne je razlikoval globokomorske in plitvomorske usedline. I. Meznerics (1936, 118) je paleontološko raziskala srednještajerski terciar. Sestavila je seznam foraminifernih vrst iz usedlin pri Polički vasi, na Poličkem vrhu in v Jareninskem dvoru. A. Winkler (1944) je pregledal generalno vse Slovenske gorice in posebej Kog. Na severnem krilu ormoško-selniške antiklinale je našel na tortonskih plasteh laporasto glino in po njej sklepal na sarmatsko starost plasti. V letu 1943 so Nemci raziskovali torton z vrtinami na jugovzhodnem krilu antiklinale (vrtina Kog-1). R. Janoschek je v neobjavljenem delu na svoji geološki karti Koga takole razčlenil plasti:

3. panon
2. sarmat
1. torton v splošnem

Torton je v vrtini Kog-1 razčlenil na tri dele. Na severnem in južnem krilu strukture Kog je našel na tortonskih plasteh brakične plasti, ki nedvomno pripadajo sarmatu. A. Winkler (1951 a, 414 do 524; 1951 b) je izdelal celotno stratigrafsko shemo mlajšega terciarja na vzhodnem obrobju Centralnih Alp. Obravnaval je tudi mlajša tektonska dogajanja v Štajerski kotlini. Spodnje-tortonski algin apnenec in konglomerat je po njegovem mišljenju ekvivalent špiljskega laporja. M. Pleničar (1954) je izdelal geološko karto obmurskih naftnih ležišč in pri tem upošteval tudi dela R. Janoscheka, A. Rubinića in A. Moosa. Ti so kartirali vzhodno od Koga. Vse te geološke karte



Sl. 1. Položajna skica Slovenskih goric
Fig. 1. Location map of Slovenske gorice

se med seboj precej razlikujejo. G. K o p e t z k y (1957, 13 do 73) je naddrobno horizontalni tercijer v okolici Wildona in v Florjanskem zalivu. Omenil je podobnost mikrofavne v usedlinah pri Polički vasi z mikrofavno spodnjertortonških usedlin pri Kollischbergu v okolici Wildona. A. W i n k l e r (1957, 1 do 50) je na pregledni karti zahodnega dela Slovenskih goric razčlenil miocenske plasti v formacije, ki jih je poimenoval po tamkajšnjih krajih. Razlikoval je domneven akvitan, starejši helvet, zgornji helvet-spodnji torton, starejši torton, srednji torton, zgornji torton in spodnji sarmat. Na pregledni karti vzhodnega dela Slovenskih goric je razčlenil miocenske kamenine na območju Koga na torton v splošnem, zgornji morski lapor z ervilijami in morsko foraminiferno favno, spodnji sarmat in spodnjepanonski ostrakodni lapor. L. R i j a v e c (1970) je na območju severno od Maribora razdelila terciarne plasti na zgornji burdigal, spodnji in zgornji helvet, torton in sarmat.

Biostratigrafija miocenskih plasti

Dosedanji podatki o geologiji Slovenskih goric so neenakomerno porazdeljeni. Bolje kot osrednji del sta raziskana zahodni in vzhodni del; zahodni del predvsem zaradi slatine in metamorfne podlage terciarnih plasti, ki prihaja tam na površje, tako da je znan celoten profil terciarja. Vzhodni del pa je bil že dolgo zanimiv zaradi pojavov bitumena na površju in izvirov slane vode. V zvezi s temi pojavi so v zahodnem in vzhodnem delu Slovenskih goric tudi precej vrtali in

je zato tudi možna primerjava površinske in globinske stratigrafske slike. Na vmesnem delu, tj. na območju nekako med Cerkvencem in Ormožem so manj vrtali, poleg tega so tod na površju precej debele mlajše pliocenske plasti.

V zahodnem delu Slovenskih goric se miocenski profil začne s spodnjehelvet-skimi plastmi, ki leže neposredno na metamorfni podlagi. Nato sledijo zgornjehelvet-ske usedline z vložki tufa in tufita. Na zgornjehelvet-skih plasteh so odlo-žene spodnjertortonske in srednjertortonske plasti, ki vsebujejo značilno uvige-rinsko in orbulinsko favno. A. Papp je za razmejitev helveta in tortona predlagal nastop orbulin, kar so stratigrafi sprejeli (C. W. Drooger, A. Papp in C. Socin, 1957). Tortonske plasti so v celoti morske. Sledijo spod-njesarmatske in srednjearmatske plasti s foraminiferami *Cibicides badensis*, *Elphidium reginum*, *Elphidium hauerinum* in *Protelphidium subgranosum*, ki kažejo na brakičen razvoj sarmata.

V vmesnem delu je od miocenskega zaporedja znan samo profil tortonskih in sarmatskih plasti. Dve vrtini pri Koračicah sta ostali v srednjem tortonu, in sicer prva v globini 3179 m, druga pa v globini 2508 m. Miocenske plasti pa v tem delu ne pridejo na površje. Značilno je, da so tortonske plasti na tem območju znatno debelejšje kot v zahodnem in vzhodnem delu.

Tortonske plasti prihajajo v vzhodnem delu na površje. Po podatkih vrtine Kog-5 segajo do globine 972 m, kjer se prično helvetske plasti; v njih je vrtina obtičala v globini 1977 m. Tudi sarmatske plasti prihajajo na površje v zahodnem in vzhodnem delu Slovenskih goric. V zahodnem delu vsebujejo poleg forami-nifer in ostrakodov tudi makrofavno predvsem *Cardium*, *Hydrobia*, *Rissoa* in *Ervilia* v spodnjem sarmatu ter *Mactra* v srednjem. V vzhodnem delu Slo-venskih goric pa je sarmat zelo siromašen z mikrofosili, makrofosili pa so sploh redki.

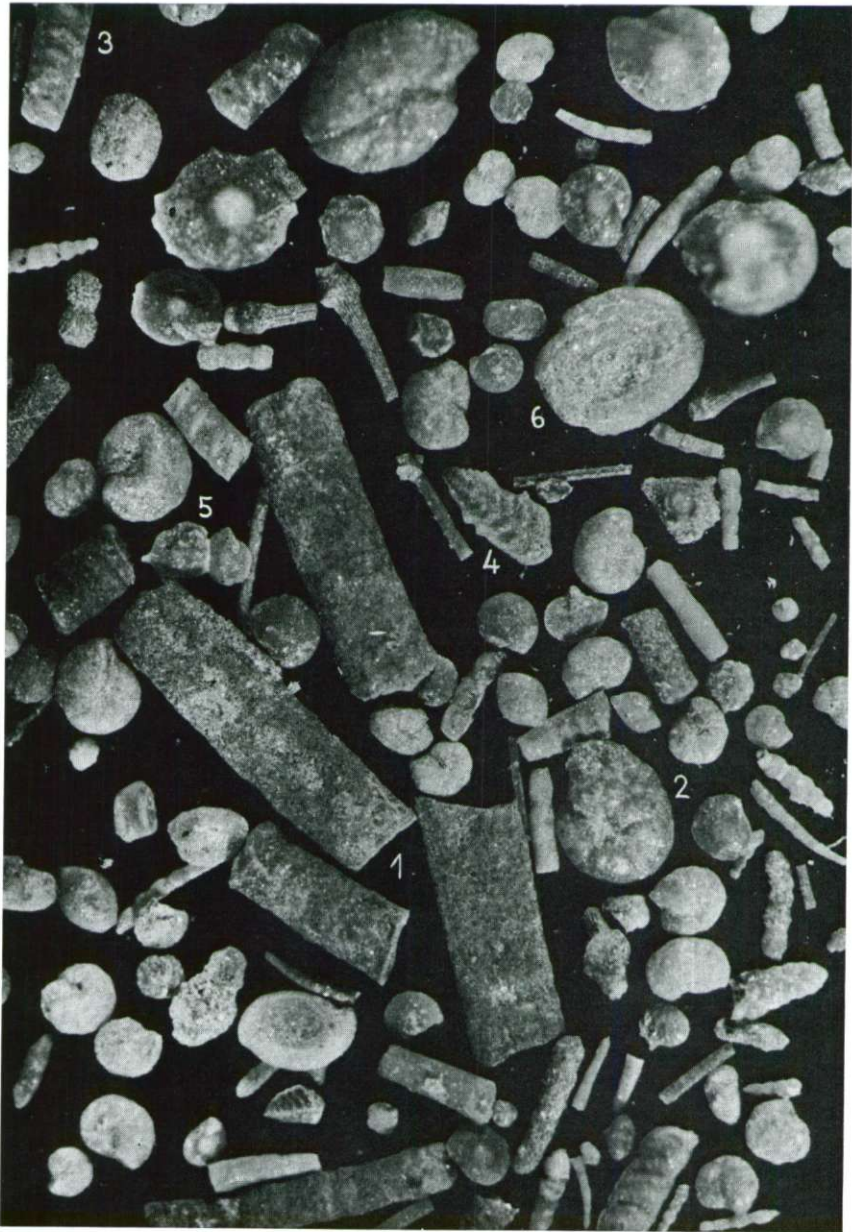
Profil Kamniška Draga-Lucijin breg

Profil poteka od severozahoda proti jugovzhodu, tj. od Kamniške drage proti Rošpohu. Ponekod se prične z brečo, ki jo sestavljajo precej veliki bloki tonalita in gnajsa ter manjši kosi filita in drugih kamenin. Nad bazalnimi plastmi ležita sivi sljudnato-peščeni lapor in apneni peščenjak. V spodnjem delu lapor ne vse-buje mikrofosilnih ostankov. Med laporjem so vložki peščenjaka, peska ter srednjezrnatega in grobozrnatega konglomerata, sestavljenega v glavnem iz kremenovih prodnikov, poleg tega pa iz prodnikov filita in magmatskih ka-menin.

Lapor vsebuje siromašno foraminiferno favno. Določila sem naslednje oblike:

- Bathysiphon* sp.
- Spiroplectammia carinata* (d'Orbigny)
- Bigenerina* sp.
- Cornuspira involvens* (Reuss)
- Guttulina austriaca* d'Orbigny
- Glandulina laevigata* (d'Orbigny)
- Siphonodosaria elegans* (d'Orbigny)

Poleg foraminifer sem našla v izpirkih še redke ostrakode in iglice morskih ježkov. Spodnjehelvet-ske plasti so v najnižjem delu sladkovodne, više pa morske.



Sl. 2. Foraminifere zgornjehelvetskih plasti pri Spodnji Kungoti

Fig. 2. Foraminifers from the Upper Helvetian beds at Spodnja Kungota

1 *Bathysiphon taurinensis*, 2 *Cyclammina* sp., 3 *Vaginulina* sp., 4 *Spiroplectammina carinata*, 5 *Lenticulina* cf. *calcar*, 6 *Cornuspira* sp., 10 ×

Profil Zgornja Kungota-Šentilj-Ceršak

Profil poteka od Zgornje Kungote proti severovzhodu prek Šentilja proti Ceršaku in gre iz starejših plasti v mlajše. Začne se s konglomeratom, na katerem leži peščeni lapor z vložki peska, peščenjaka, andezitnega tufa, gline in tufita. Zahodno od tod je profil podoben, le tuf je dacitni.

V spodnjem delu profila sem našla v peščenem laporju (sl. 2) naslednjo mikrofavno:

Bathysiphon taurinensis Sacco
Haplophragmoides sp.
Spiroplectammia carinata (d'Orbigny)
Lenticulina cf. *calcar* (Linné)
Marginulina hirsuta d'Orbigny
Vaginulina sp.
Plectofrondicularia sp.
Uvigerina bononiensis primiformis Papp et Turnovsky
Siphonodosaria elegans (d'Orbigny)
Glandulina laevigata (d'Orbigny)

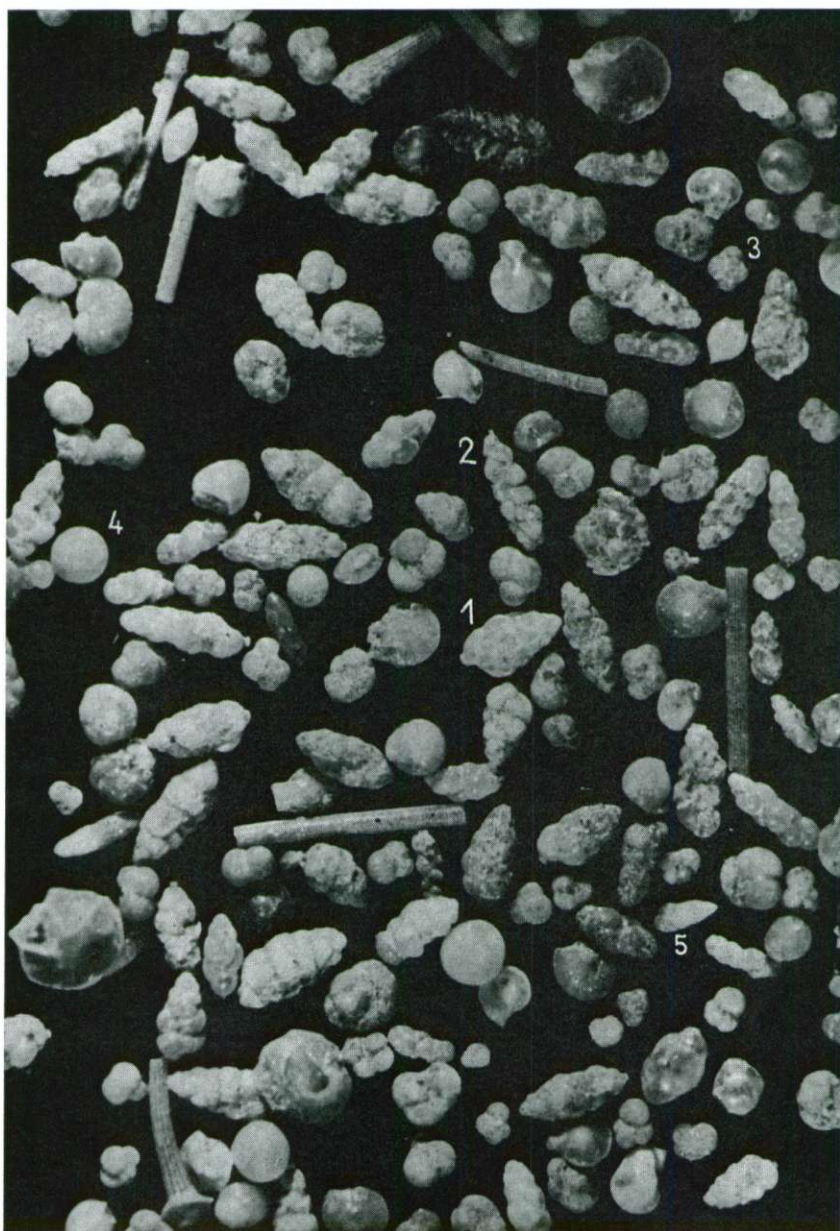
V zgornjem delu profila vsebuje lapor značilne oblike za zgornjehelvetske plasti, ki ustrezajo bioconi *Uvigerina graciliformis*, *Uvigerina bononiensis primiformis* in *Globigerinoides bisphaericus*. Od spremljajoče favne sem določila *Bathysiphon filiformis* Sars, *Bathysiphon taurinensis* Sacco, *Lenticulina calcar* (Linné), *Lenticulina orbicularis* (d'Orbigny), *Nodosaria longiscata* d'Orbigny, *Vaginulina* sp., *Plectofrondicularia* cf. *digitalis* (Neugeboren), *Bulimina* sp., *Siphonodosaria pauperata* (d'Orbigny), *Ammonia beccarii* (Linné), *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Globigerinoides trilobus* (Reuss).

Zahodno od Šentilja leže na zgornjehelvetskih plasteh spodnjertonske, tj. biocona *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*. Razvite so kot konglomerat, ponekod pesek, peščenjak, peščeni lapor in litotamnijski apnenec. Po litološki sestavi prevladujejo usedline plitvega morja.

Lapor vsebuje bogato foraminiferno favno. Med drugim sem določila naslednje značilne vrste:

Uvigerina aculeata aculeata d'Orbigny
Uvigerina acuminata Hosius
Uvigerina cf. *macrocarinata* Papp et Turnovsky
Uvigerina pygmaeoides Papp et Turnovsky
Uvigerina semiornata semiornata d'Orbigny
Globigerinoides trilobus (Reuss)
Orbulina suturalis Brönnimann
Globorotalia cf. *fochsi* Drooger

Poleg značilnih vrst sem določila še 16 drugih foraminifernih vrst, v glavnem nodosariide, dalje ostanke briozojev, ostrakodov in iglice morskih ježkov. Med navedeno foraminiferno favno so najbolj značilne uvigerine in orbuline, ki imajo važno vlogo pri določanju starosti usedlin Štajerske kotline in alpskokarpatskih kotlin (I. Čiča, 1958; R. Grill, 1960, 125).



Sl. 3. Foraminifere zgornjega dela srednjertonskih plasti pri Ceršaku
Fig. 3. Foraminifers from the Upper part of Middle Tortonian beds at Ceršak

1 *Uvigerina venusta venusta*, 2 *Uvigerina venusta liesingensis*, 3 *Globigerina bulloides*, 4 *Orbulina suturalis*, 5 *Bolivina dilatata*, 14 ×



Sl. 4. Foraminifere zgornjega dela srednjertontskih plasti pri Selnici

Fig. 4. Foraminifers from the Upper part of Middle Tortonian beds at Selnica

- 1 *Ammodiscus incertus*, 2 *Uvigerina semiornata semiornata*, 3 *Uvigerina cf. pygmaea*,
 4 *Spiroplectamina carinata*, 5 *Bathysiphon filiformis*, 6 *Globigerina bulloides*, 7
Sphaeroidina bulloides, 8 *Nonion soldanii*, 14 ×

Vzhodno od Šentilja se prično srednjertonske plasti s konglomeratom, peskom, peščenim laporjem, glino in litotamnijskim apnencem. Peščeni lapor vsebuje pomembne foraminifere:

Textularia sp.
Bigenerina sp.
Martinottiella communis (d'Orbigny)
Uvigerina acuminata Hosi
Uvigerina venusta venusta Franzenau
Epistomina elegans (d'Orbigny)
Orbulina suturalis Brönnimann.

Naštete foraminifere spremlja 11 drugih foraminifernih vrst in iglice morskih ježkov.

V višje ležečem peščenem laporju (sl. 3 in 4) sem dobila foraminiferno favno, značilno za zgornji horizont peščenih hišic:

Uvigerina cf. *pygmaea* d'Orbigny
Uvigerina semiornata cf. *karreri* Papp et Turnovsky
Uvigerina semiornata semiornata d'Orbigny
Uvigerina venusta liesingensis Toula
Uvigerina venusta venusta Franzenau
Orbulina suturalis Brönnimann

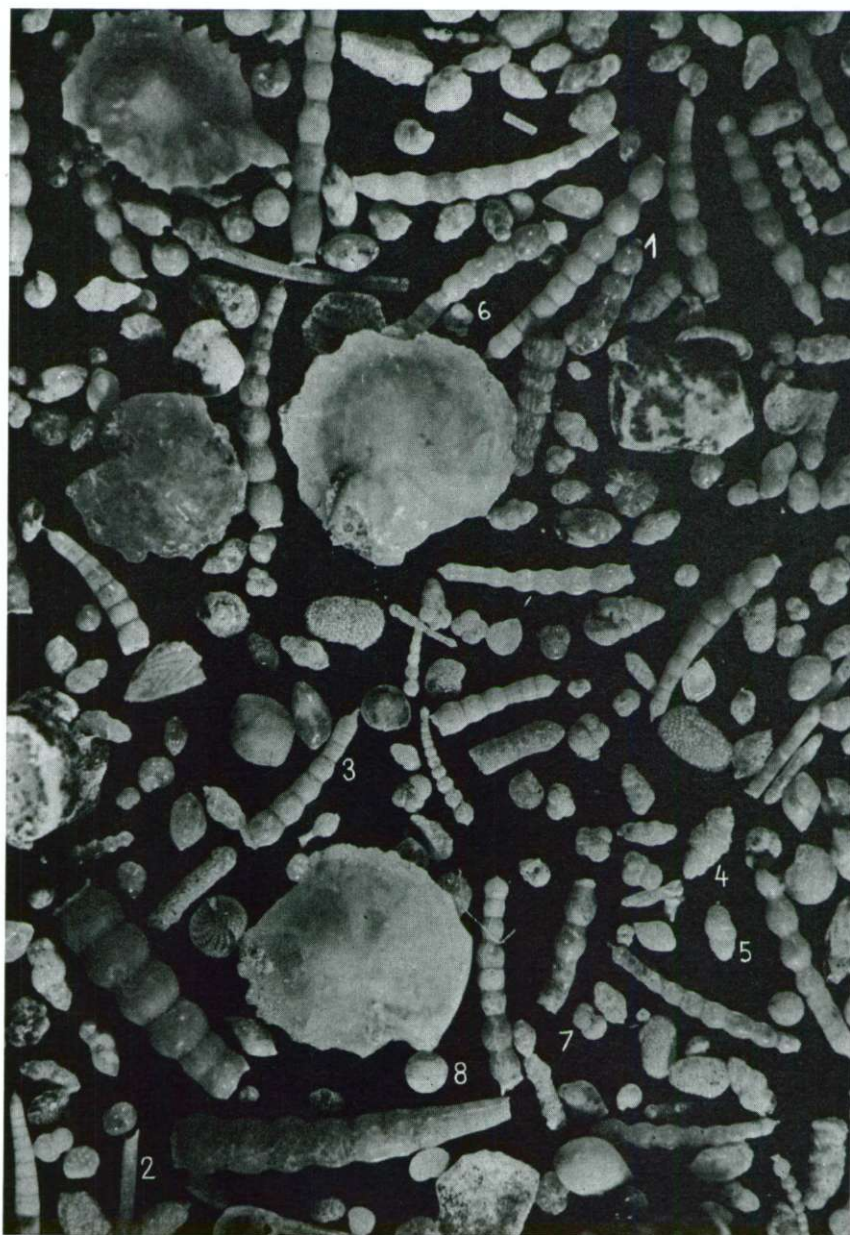
Značilne vrste spremlja 11 drugih foraminifernih oblik. Litološki profil kaže, da so se srednjertonske usedline, tj. biocona peščenih hišic, odlagale v zelo plitvem morju. V spodnjem delu biocone peščenih hišic nastopa celo apnenec. Tudi pesek s prodnatimi vložki kaže na bližino obale. Ob močnejšem ugrezanju pa sta se sedimentirala peščeni lapor in glina.

Profil Polička vas-Sladki vrh

Profil poteka v smeri jugozahod-severovzhod. Najprej zajame starejše plasti in nato mlajše. Prične se pri Polički vasi in se konča pri Sladkem vrhu. Litološki profil je od spodaj navzgor naslednji: spodnjertonske plasti, oziroma biocona *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis* se prično z rjavim peskom, ki prehaja v peščeni lapor. Ta vsebuje precej debelo polo litotamnijskega apnenca, nekoliko višje pa polo glavkonitnega peščenjaka zorskimi ježki. Spodnjertonske plasti so večidel usedline plitvega morja. Na to kažejo litotamnijski apnenec in glavkonitni peščenjak zorskimi ježki.

V peščenem laporju (sl. 5) sem določila uvigerine in orbuline, ki kažejo na spodnji terton. Našla pa sem tudi številne vrste iz družine nodosariid. Med drugim sem določila vrste:

Marginulinopsis pedum (d'Orbigny)
Nodosaria longiscata d'Orbigny
Siphonodosaria elegans (d'Orbigny)
Siphonodosaria pauperata (d'Orbigny)



Sl. 5. Foraminifere spodnjertonskih plasti pri Polički vasi

Fig. 5. Foraminifers from the Lower Tortonian beds at Polička vas

1 *Marginulinopsis pedum*, 2 *Nodosaria longiscata*, 3 *Siphonodosaria pauperata*, 4 *Uvigerina aculeata*, 5 *Uvigerina semiornata semiornata*, 6 *Globigerina bulloides*, 7 *Globigerinoides trilobus*, 8 *Orbulina suturalis*, 12 ×

Uvigerina aculeata aculeata d'Orbigny
Uvigerina semiornata semiornata d'Orbigny
Globigerina bulloides d'Orbigny
Globigerinoides trilobus (Reuss)
Orbulina suturalis Brönnimann

Po navedeni favni štejem peščeni lapor v biocono *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*, ki ustreza spodnji in zgornji lagenidni coni (R. Grill, 1941).

Na spodnjertortonskih plasteh leži rjavi pesek s polami peščenjaka, glinastega laporja in litotamnijskega apnenca. Više pesek prevladuje vedno bolj, dobijo pa se še vedno posamezne tanke pole glinastega laporja in gline. V spodnjem delu profila sem našla v vzorcu peščenega laporja foraminifere:

Lenticulina sp.
Virgulina schreibersiana Czjzek
Uvigerina semiornata semiornata d'Orbigny
Bulimina pupoides d'Orbigny
Chilostomella sp.
Globigerina sp.

Delitev plasti na spodnji in zgornji horizont peščenih hišic na tem območju ni možna.

V višjem delu profila vsebuje peščena glina značilne foraminifere:

Ammodiscus incertus (d'Orbigny)
Uvigerina semiornata cf. *karreri* Papp et Turnovsky
Uvigerina venusta venusta Franzenau

Poleg naštetih sem določila še 9 foraminifernih vrst. Po foraminiferah *Uvigerina venusta venusta* Franzenau in *Uvigerina semiornata karreri* Papp et Turnovsky sklepam na zgornji horizont peščenih hišic.

Na morskih srednjertortonskih plasteh ležijo na Sladkem vrhu in na Vranjem vrhu sarmatske plasti. Prično se z drobnozrnatim konglomeratom, ki prehaja v rumeni pesek, bogat s slabo ohranjenimi školjčnimi lupinami in polževimi hišicami. Pesek vsebuje tanke pole peščenjaka. Nato sledi peščenoglinasti lapor s siromašno foraminiferno favno vrste *Elphidium flexuosum grilli* Papp in *Elphidium* cf. *obtusum* (d'Orbigny). Od makrofavne sem določila:

Ervilia dissita dissita (Eichwald)
Pseudamnicola (Staja) inflata Jekelius
Mohrensternia inflata (Andrzejowsky)
Retusa (Retusa) truncatula sarmatica Berger
Acteocina lajonkaireana lajonkaireana (Basterot)
Spirorbis heliciformis (Eichwald)

A. Papp (1954) je uvrstil usedline z enako favno v Dunajski kotlini v spodnji sarmat, in sicer v plasti *Rissoa*, oziroma biocono *Cibicides badenensis* ali *Elphidium reginum*.

Profil Malna-Benedikt-Negovska vas

Pri Malni vzhodno od Jurija leže spodnjearmatske plasti na srednjertonskih. Prično se z rumenim peskom in vmesnimi plastmi glinastopčščenega laporja in sivega laporja. V izpirkih vzorcev sem našla naslednje foraminifere:

Cibicides badenensis (d'Orbigny)
Articulina sarmatica Karrer
Elphidium aculeatum (d'Orbigny)
Ammonia beccarii (Linné)

Od makrofavne so zastopane školjke:

Cardium inopinatum Grischkevitch
Cardium vindobonense (Partsch) Laskarev
Ervilia dissita dissita (Eichwald)

Izpirki so vsebovali nekaj foraminifernih oblik iz tortonskih plasti. Po slabi ohranjenosti sklepam, da so prenesene.

Više leži pesek z vložkom skrilavega laporja, ki prav tako vsebuje obliki *Cibicides badenensis* in *Elphidium* sp. ter ostrakoda *Cytheridea hungarica* Zálányi. V zgornjem delu profila prevladuje rumeni pesek, v splošnem kremenov, le ponekod apnen.

Plasti z vrsto *Cibicides badenensis* so ekvivalentne plastem z *Elphidium reginum*. Zato ima ustrezna biocona dve imeni. V obeh primerih sledi najprej prod in nato pesek s prodnatimi in laporastimi vložki. Na splošno prevladuje v teh plasteh rumeni pesek. V peščenoprodnatih plasteh je vidna navzkrižna sedimentacija. V laporastih vložkih sem našla značilno foraminiferno in ostrakodno favno:

Elphidium aff. *antoninum* (d'Orbigny)
Elphidium flexuosum grilli Papp
Elphidium hauerinum (d'Orbigny)
Elphidium josephinum (d'Orbigny)
Articulina sarmatica Karrer
Ammonia beccarii (Linné)
Haplocytheridea dacica dacica (Héjjas)

V sivem glinastem laporju je O. Spajić določila bogato makrofavno (O. Spajić in L. Rijavec, 1973):

Hydrobia stagnalis (Basterot)
Hydrobia frauenfeldi (M. Hoernes)
Mohrensternia inflata (Andrzejowsky)
Mohrensternia hydroboides (Hilber)
Ervilia dissita (Eichwald)
Ervilia trigonula (Sokolov)

Na plasteh biocone *Elphidium hauerinum*, tj. na spodnjearmatskih plasteh so odložene srednjearmatske usedline, oziroma biocona *Protelphidium subgranosum*. Razvite so ponekod kot pesek z vložki glinastega laporja in gline, dru-

god pa kot prod oziroma konglomerat, peščeni apnenec s pirenalami in peščenjak. Apnenec je debel okoli 2 m. V produ in pesku je sedimentacija navzkrižna.

Mikrofavna je v teh plasteh siromašna z vrslami, toda bogata z individuali. Določila sem naslednje foraminiferne vrste:

- Elphidium aculeatum* (d'Orbigny)
 - Elphidium antoninum* (d'Orbigny)
 - Elphidium hauerinum* (d'Orbigny)
 - Nubecularia* sp.
 - Quinqueloculina* sp.
 - Ammonia beccarii* (Linné)
 - Protelphidium subgranosum* (Egger)
 - Protelphidium tuberculatum* (d'Orbigny)
- Od ostrakodov sem določila *Haplocytheridea dacica dacica* (Héjjas).

V laporastem apnencu je O. Spajić določila naslednjo makrofavno:

- Pirenella disjuncta* (Sowerby)
- Calliostoma podolicoformis* (Kolesnikov)
- Ervilia dissita podolica* (Eichwald)
- Donax dentiger* Eichwald
- Irus gregarius dissitus* (Eichwald)
- Irus gregarius gregarius* (Partsch-Goldfuss)
- Cardium latisulcum* Münster
- Cardium vindobonense vindobonense* (Partsch-Laskarev)
- Mactra vitaliana eichwaldi* Laskarev

Plasti z našteto makrofavno gredo v srednji sarmat (besarab), tj. v bioconu *Protelphidium subgranosum*, in sicer v spodnji del srednjega sarmata (O. Spajić in L. Rijavec, 1973).

Profil vrtine B-2 (Benedikt-2)

Raziskovalna vrtina B-2 se nahaja zahodno od Benedikta v Slovenskih goricah. Ta vrtina je pomembna za razčlenitev miocenskih plasti. Locirana je v spodnesarmatskih plasteh, oziroma v bioconu *Elphidium hauerinum-Ervilia*. Do globine 151 m ni bila jedrovana, ker se nahaja poleg vrtine B-1 (Benedikt-1), ki je bila jedrovana tudi v zgornjem delu. Od globine 151 m do 216 m prevladujeta glinasti lapor in laporasti peščenjak. Bolj redka sta laporovec in pesek. Prvi raziskani vzorec laporja je iz globine 153 m in ni vseboval mikrofosilnih ostankov. V intervalu 190 m do 215 m je lapor ponekod glinast. Vzorec iz globine 190 m je vseboval vrsto *Cibicides badenensis* (d'Orbigny). Jedro iz globine 202 m je bilo bogato s primerki vrste *Elphidium reginum* (d'Orbigny). Po foraminiferni favni sklepam na prvo sarmatsko biocono, ki jo karakterizirata *Elphidium reginum* ali *Cibicides badenensis*. Sarmatski vzorci vsebujejo številne foraminifere, značilne za srednji torton, ki so bile presedimentirane. Na to kažejo slabo ohranjene hišice in mešana favna foraminifer, ki izvirajo v glavnem iz različnih srednjertonskih biocon, pa celo iz spodnjega torton.

Enak profil kot v vrtini je odkrit na površju pri Žerjavcih severno od Lenar-
ta, tj. okrog 3,5 km jugozahodno od vrtine. Tudi tu ležijo spodnjearmatske
plasti na spodnjertortonskih.

V globinskem intervalu 216 m do 236 m je peščeni lapor s precej številno
mikrofavno. Od foraminifer sem določila:

- Uvigerina aculeata aculeata* d'Orbigny
- Uvigerina macrocarinata* Papp et Turnovsky
- Uvigerina pygmoides* Papp et Turnovsky
- Globigerinoides trilobus* (Reuss)
- Orbulina bilobata* d'Orbigny
- Orbulina suturalis* Brönnimann

Tudi ta vzorec peščenega laporja je vseboval še druge vrste foraminifer, med
njimi tudi številne zastopnike družine Nodosariidae.

Foraminifera *Uvigerina pygmoides* je značilna za zgornjo, *Uvigerina macro-*
carinata pa za spodnjo lagenidno cono, tj. za biocono *Praeorbulina* in *Orbulina*
suturalis, oziroma spodnji torton.

V globini 236 m do 266 m sledi kompakten lapor. V izpirkih sem našla fora-
minifere, podobne foraminiferni favni spodnjega dela tortonskih plasti, vendar
brez orbulin, ki imajo pomembno vlogo pri razmejitvi tortonskih in helvetskih
plasti. Določila sem naslednje vrste:

- Globigerinoides bisphaericus* Todd
- Globigerinoides trilobus* (Reuss)

Poleg značilnih vrst sem našla 18 drugih vrst foraminifer, ostrakode, iglice
morskih ježkov in briozoje. Plasti prištevam zgornjemu helvetu.

V globini 266 m do 757 m se menjavajo lapor, glinovec in peščenjak. Proti
spodnjemu delu profila je peščenjaka vedno več, laporja pa čedalje manj. Pe-
ščenjak vsebuje ponekod rastlinske ostanke. Pri 662 m se v peščenem laporju
pojavi prvi vložek breče. Od 738 m globlje pa breča prevladuje in postaja vedno
bolj groba. Lapor vsebuje zelo siromašno foraminiferno favno *Bathysiphon* sp.
in *Globigerinoides* sp. Poleg foraminifer se javljajo piritizirane iglice morskih
ježkov. Od globine 412 m dalje vsebuje lapor le foraminifero *Bathysiphon* sp.
Po foraminiferni favni sklepam na morske plasti spodnjega helveta. V globini
757 m je vrtina dosegla kameninsko podlago, ki sestoji iz metamorfnega zele-
nega skrtilavca.

Profil vrtine T-2 na Kapeli pri Radencih

Raziskovalna vrtina T-2 se nahaja na Kapeli jugozahodno od Radenec. Loci-
rana je v pliocenskih plasteh in je v globini 506 m prešla v sarmatske plasti,
ki segajo do globine 551 m. Razvite so kot tanko plastoviti lapor z vložki peska
in peščenjaka. Konglomerat v globini 551 m kaže na erozijsko diskordanco med
tortonskimi in sarmatskimi plastmi. V laporju sem našla foraminifere in lupine
ostrakodov. Od foraminifer sem določila:

Nonion sp.

Elphidium ex gr. *flexuosum* (d'Orbigny)

Elphidium *reginum* (d'Orbigny)

Ammonia *beccarii* (Linné)

Od ostrakodov nastopata *Cytheridea hungarica* Zálányi in *Hemicythere* sp.

Po mikrofavni zanesljivo sklepam na spodnjesarmske plasti, ki pa jih ne morem razčleniti na biocone.

V globini 551 m do 597 m je pesek, peščenjak, konglomerat in lapor. Iz laporja smo izprali foraminifere, ostrakode, iglice morskih ježkov, ribje zobe in koščice. Od pomembnih foraminifer sem določila:

Lenticulina *cassis* (Fichtel et Moll)

Marginulinopsis *pedum* (d'Orbigny)

Uvigerina *macrocarinata* Papp et Turnovsky

Uvigerina *semiornata semiornata* d'Orbigny

Globigerinoides *trilobus* (Reuss)

Orbulina *bilobata* d'Orbigny

Orbulina *suturalis* Brönnimann

Poleg uvigerin in orbulin sem določila 25 vrst drugih foraminifer, med njimi tudi nodosariide. Tudi ta lapor štejem v biocono *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*. Da gre za tortonske plasti, nam dokazujeta foraminiferi *Orbulina bilobata* in *Orbulina suturalis*.

V globini 597 m do 618,50 m se izmenjavata temno sivi skrilavi lapor in sivi sljudnati peščenjak. Lapor vsebuje zelo siromašno foraminiferno favno z vrsto *Bathysiphon taurinensis* Sacco. Po njej in po litološki sestavi sklepam na plasti, ki so starejše od tortona in jih prištevamo helvetu.

Vrtini pri Benediktu in na Kapeli sta si podobni glede helvetskih, tortonskih in sarmatskih plasti. Vendar vrtina na Kapeli ni dosegla metamorfne podlage, ampak je ostala v helvetskem laporju in peščenjaku.

Profil Libanja—Pavlovski vrh

Profil poteka od juga proti severu iz starejših kamenin v mlajše. Prične se s sivim glinastim laporjem, ki je v višjem delu skrilav. Na njem leži rahlo sprjet pesek z vložki glinastega laporja. Više sledi drobnozrnati kremenov konglomerat, oziroma prod in pesek z vložki apnenega peščenjaka. Povečini so prodniki kremenovi, zelo redki sestoje iz temno sivega apnenca. Te plasti kažejo navzkrižno sedimentacijo. Profil se konča s sivim glinastim laporjem.

Pri profiliranju sem nabrala le osem vzorcev, ker je teren precej pokrit. Le v enem vzorcu sem našla foraminifere, ki so zelo slabo ohranjene, zglajene in prevlečene z apneno skorjo; zato sklepam, da so prenesene. Trije vzorci so vsebovali le ostanke vodnih rastlin, kakršne sem do sedaj našla v sarmatskih in panonskih sedimentih. Dva vzorca sta vsebovala slabo ohranjene ostrakodne lupine. Sedimente je A. Sokač (neobjavljeno delo) na podlagi ostrakodne favne uvrstila v zgornji panon.

Profil kaže, da tu ni tortonskih sedimentov, ki jih prikazujejo dosedanje geološke karte. Pri prejšnjih raziskavah namreč niso upoštevali, da so foraminifere, na podlagi katerih so uvrstili sedimente v torton, prenesene. Po rastlinskih ostankih domnevam, da gre za sarmatske plasti, ki pa favnistično niso dokazane. S pomočjo ostrakodne favne so še najbolj zanesljivo določene zgornjeparonske plasti.

Profil Brebrovnik

Profil poteka od juga proti severu. Najprej zajema starejše plasti in nato mlajše. V začetku sem vzorčevala dva profila, ki se proti severu združita v enega. Litološki razvoj je od spodaj navzgor naslednji: spodaj prevladuje glinasti lapor z vmesnimi polami apnenega peščenjaka. Sledi pesek, ki vsebuje precej sljudnati apneni peščenjak. Više je med peskom vedno več vložkov glinastega laporja, ki je na videz podoben panonskemu. Poleg vložkov glinastega laporja, vsebuje pesek tudi peščenjakove pole. Pri koti 293 m nastopa drobnozrnati konglomerat, oziroma prod in pesek. V njem so tudi vložki glinastega laporja, ki sem ga raziskala mikropaleontološko. V spodnjem delu sem našla naslednje foraminifere:

- Ammonia beccarii* (Linné)
- Elphidium flexuosum grilli* Papp
- Elphidium hauerinum* (d'Orbigny)
- Protelphidium tuberculatum* (d'Orbigny)
- Cibicides* sp.

Poleg naštetih pa nastopajo v izpirkih še *Bolivina dilatata* Reuss, *Amphistegina hauerina* d'Orbigny, *Asterigerina planorbis* d'Orbigny, *Uvigerina* sp. in *Orbulina suturalis* Brönnimann. Te foraminiferne vrste so zelo slabo ohranjene, zato sklepam, da so prenesene. Na podlagi foraminifer *Ammonia beccarii* (Linné), *Elphidium flexuosum grilli* Papp in *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny) dajem plasti v sarmat, in sicer v volin.

Nato sledijo plasti brez mikrofosilnih ostankov. Še više pa se pojavijo v sivem glinastem laporju maloštevilni in tudi slabo ohranjeni ostrakodi, ki jih je določila A. Sokačeva (1974). Po celotni biocenozi gre za zgornjeparonske plasti. V glinastem laporju, ki leži nad ostrakodi pa sem našla le ostanke vodnih rastlin.

S pomočjo mikrofavne sem lahko določila v tem profilu sarmatske in panonske plasti. Neposrednih kontaktov med njimi nisem mogla opazovati. Sodeč po ostrakodni favni, manjkajo spodnjeparonske plasti in ležijo zgornjeparonske direktno na sarmatskih. Ker v usedlinah nisem našla foraminifere *Protelphidium subgranosum*, sklepam, da manjkajo srednjeparonske, tj. besarabske plasti.

Profil Vinski vrh

Tudi profil Vinski vrh sem pričela vzorčevati na jugu v starejših plasteh in ga nadaljevala proti severu vedno v mlajših. Pod pleistocenskim nanosom se kaže sivi lapor, na njem pa leži pesek s polami peščenjaka. Sledi pesek s tanj-

šimi vložki glinastega laporja. Ponekod nastopa pasoviti lapor, ki ga pogosto nahajamo v sarmatskih plasteh. Više se ponovi pesek s polami peščenjaka. Na njem leži glinasti lapor z rastlinskimi ostanki.

V spodnjem delu profila sem našla v vzorcih foraminifere, značilne za spodnji sarmat, in sicer za spodnjo biocono, imenovano *Cibicides badenensis* ali *Elphidium reginum*. Te plasti pripadajo volinu. Više vzorci ne vsebujejo mikrofosilnih ostankov. V zgornjem delu tega profila pa se javlja siromašna ostrakodna favna, ki jo je A. Sokačeva (neobjavljeno poročilo) prištela zgornjemu panonu. Na podlagi mikrofosilnih ostankov sem določila sarmatske in panonske plasti. Nisem pa našla tortonskih, kot so označene na geoloških kartah.

Profil Vitan-Vuzmetinci

Profil poteka od jugovzhoda proti severozahodu ter prečka severno in južno krilo ormoško-selniške antiklinale. Južno krilo antiklinale je pokrito s pleistocenskimi naplavinami, ki sestojijo iz ilovice in proda. Litološko sestavo miocenskih usedlin sem opazovala pri koti 300 m pri kraju Zasavec. Tu se kaže pesek z vložki peščenjaka in glinastega laporja. Dalje proti severozahodu prevladuje glinastopeščen lapor. Nad koto 322 m vzhodno od Miklavža se ponovno pojavi pesek, ki bi lahko predstavljal mejo med tortonom in sarmatom. V zgornjem delu vsebuje pesek vložke drobnozrnatega peščenjaka, kremenovega konglomerata in pasovitega laporja. Ti sedimenti kažejo na diskordanco med sarmatom in panonom. V zgornjem delu profila je pesek bogat s sljudo.

V spodnjem delu razkritega profila sem našla v glinastem laporju siromašno foraminiferno favno z značilno tortonsko obliko *Orbulina suturalis* Brönnimann, ki poleg preorbulin razmejuje tortonske plasti od helvetskih. Vzorec glinastopeščenega laporja, ki leži malo više, ni vseboval značilne mikrofavne. Po celotni združbi sklepam na srednetortonsko starost.

Srednji del profila sestoji iz peščenoglinastega laporja z naslednjimi značilnimi foraminiferami:

Uvigerina cf. pygmaea d'Orbigny

Uvigerina semiornata semiornata d'Orbigny

Uvigerina sp.

V peščenoglinastem laporju so poleg bentonskih foraminifer zastopane tudi planktonske vrste in iglice morskih ježkov. Foraminifera *Uvigerina cf. pygmaea* je značilna za zgornji del biocone peščenih hišic. Skoro vse našete vrste pa nastopajo v bioconi peščenih hišic alpsko-karpatskih kotlin.

Vzorci više ležečega glinastopeščenega laporja so vsebovali naslednje tortonske fosilne ostanke:

Bathysiphon filiformis Sars

Martinottiella communis (d'Orbigny)

Bolivina sp.

Bulimina elongata d'Orbigny

Globigerina bulloides d'Orbigny

Orbulina bilobata d'Orbigny

Orbulina suturalis Brönnimann

Ostracoda

iglice morskih ježkov

Foraminiferna favna je številna, vendar ne vsebuje značilnih uvigerinskih vrst. Po celotni združbi sklepam, da gre za biocono *Bolivina dilatata*.

Glinasti lapor med peskom ne vsebuje več mikrofavne; v izpirkih sem našla le ostanke vodnih rastlin. Ti so pogosti v Sloveniji v sarmatskih, bolj redki pa v panonskih usedlinah. Na sarmatsko starost plasti sklepam tudi po legi. Više leži sivi glinastopeščeni lapor, ki vsebuje foraminifero *Cibicides* sp. Po njej sklepam na sarmatske sedimente. Sledi peščenoglinasti lapor s slabo ohranjenimi lupinami ostrakodov. V zgornjem delu tega profila se med peskom večkrat pojavi peščenoglinasti lapor. V njem sem našla siromašno in slabo ohranjeno ostrakodno favno. Po njej je A. Sokačeva (neobjavljeno poročilo) sklepala na zgornjepanonsko starost glinastega laporja.

Profil Lača ves—Bajzek

Profil poteka v smeri jug—sever. Vzorce za mikropaleontološke raziskave sem nabrala lahko le na temenu in v severnem krilu antiklinale. Njeno južno krilo je prekrito s pleistocenskimi in holocenskimi sedimenti. Severno od Lače vesi vsebuje peščenoglinasti lapor tanjše vložke apnena peščenjaka. Više sledi peščenoglinasti lapor. Pri Bajzoku na koti 313 m je viden v golic sivi lapor; na njem leži drobnozrnati pesek s peščenjakom in konglomeratom, še više pa sivi glinasti lapor.

V spodnjem delu opisanega profila sem našla v izpirku peščenosljudnatega laporja značilno foraminiferno favno *Bulimina elongata* d'Orbigny, ki je značilna zato, ker nastopa v velikem številu. Značilne vrste so še *Uvigerina* cf. *pygmaea* d'Orbigny, *Uvigerina semiornata urnula* d'Orbigny in *Uvigerina venusta venusta* Franzenau. Zlasti je pomembna *Uvigerina* cf. *pygmaea*, ki ima zelo majhno vertikalno razširjenost in je prisotna le v zgornjem delu biocone peščenih hišic (srednji torton). Določila sem tudi vrsto *Uvigerina semiornata semiornata* d'Orbigny, ki je razširjena v Dunajski kotlini (A. Papp in K. Turnovsky, 1953) že v bioconi *Globigerinoides bisphaericus* (zgornji helvet) in v tortonških bioconah do biocone *Bolivina dilatata*.

Više sem v peščenoglinastem laporju našla več vrst foraminifer, vendar brez značilnih uvigerin, po katerih bi mogla sklepati na starost peščenoglinastega laporja. Celotna združba nekoliko kaže na biocono *Bolivina dilatata*. Glinastopeščeni lapor nad peščenjakom vsebuje ostanke vodnih rastlin in moluskov. Nekoliko više je v glinastem laporju značilna foraminiferna vrsta *Cibicides badenensis* (d'Orbigny), po kateri je dobila prva sarmatska biocona tudi svoje ime. Poleg nje pa nastopata še foraminiferi *Quinqueloculina* sp. in *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny). Plasti vsebujejo tudi ostrakode, iglice spongij in ježkov ter ribje zobe in koščice. Iglice so na sekundarnem mestu, ker so ježki in spongije živeli le v morju z določeno slanostjo. Naštete foraminifernе oblike pa so tipični predstavniki brakičnega morja, kakršno je bilo pri nas v sarmatu.

V zgornjem delu profila so razvite laporne in glinastopeščene plasti. V glinastem laporju je ostrakodna favna zelo slabo ohranjena in siromašna z vrstami. Po A. Sokačevi (neobjavljeno poročilo) sta zastopana rodova *Amplocypris* in *Cyprideis*, oba precej velika. Poleg ostrakodov se nahaja v izpirku še protozojska vrsta *Silicoplaentina hungarica* Kóváry. Ta se pojavi že v zgornjem panonu. Večina silikoplacentin je značilna za pontske sedimente.

Profil Vitan-Kog

Del tega profila, ki poteka po južnem krilu ormoško-selniške antiklinale, je pokrit s pleistocenskimi sedimenti. Takoj pod pleistocenom sledi sarmatski pesek z vložki peščenoglinastega laporja in laporastega peščenjaka, nato pa peščenolaporasta glina z vložki laporastega peščenjaka. To zaporedje plasti se na temenu antiklinale in v severnem krilu večkrat ponovi, kar kaže tudi biološki profil. V južnem krilu antiklinale vsebuje peščenoglinasti lapor foraminifere in ostrakodne lupine. Foraminifere so zastopane samo z vrsto *Cibicides badenensis* (d'Orbigny). Ostrakodne lupine so slabo ohranjene in jih zato še nismo določili. Pod temi plastmi leži peščenolaporasta glina. V njej nisem našla mikrofavne, pač pa samo ostanke vodnih rastlin. Ker leži vzorec pod tipičnimi sarmatskimi plastmi, ga upravičeno prištevamo k sarmatu. Pod temi plastmi ležita peščena glina in laporasti peščenjak. Peščena glina vsebuje foraminifere, ki so lahko živele v morju z določeno slanostjo. Gre torej za morski razvoj peščene gline. Nekoliko niže nastopa številna in značilna foraminiferna favna:

Bolivina dilatata Reuss
Uvigerina aculeata aculeata d'Orbigny
Uvigerina cf. pygmaea d'Orbigny
Uvigerina venusta venusta Franzenau

Globlje sledi lapor z naslednjo mikrofavno:

Bathysiphon filiformis Sars
Haplophragmoides obliquicameratus Marks
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
 iglice morskih ježkov

V vzorcih s temena antiklinale nisem našla pomembne mikrofavne. Teme antiklinale poteka nekako pri Malem Kogu, kota 278 m. Na severnem krilu antiklinale sem dobila laporasto glino s precej siromašno foraminiferno favno. Določila sem naslednje vrste:

Bathysiphon filiformis Sars
Sphaeroidina bulloides d'Orbigny
Bulimina elongata d'Orbigny
Valvulineria complanata d'Orbigny
Gyroidina soldanii d'Orbigny

Laporasta glina vsebuje še iglice morskih ježkov. Zanimivo je, da se vzorci po foraminiferni favni popolnoma ujemajo z vzorci z južnega krila antiklinale.

Profil Stanetinec-Urban

Litološki profil poteka od Stanetinec na jugu prek Stanetinskega brega proti severu na Urban. Ta profil se nahaja na hrvaški strani. Najprej sem posnela južno krilo, nato teme antiklinale in nazadnje še njeno severno krilo. Južno krilo je zgrajeno iz glinastega laporja z vložki peščenjaka. To so najmlajše plasti, ki se vidijo na površju. Teme sestoji iz srednjertonskih plasti, ki so razvite kot pesek z vložki glinastega laporja, peščenjaka in peščene gline.

V tem profilu sem zopet zanesljivo določila biocono *Cibicides badenensis*, ki dokazuje brakični razvoj spodnjearmatskih plasti. V njih sem našla tudi ostanke vodnih rastlin. S pomočjo foraminiferne favne sem določila srednjertonske plasti, ki jih dokazuje *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orbigny. Poleg značilne uvigerinske vrste sem našla še 10 drugih foraminifernih vrst.

Profil vrtine Kog-5

Raziskovalna vrtina Kog-5 se nahaja v Vuzmetincih in je pomembna za razčlenitev miocenskih plasti v vzhodnem delu Slovenskih goric. Vrtina je bila locirana na severnem krilu strukture Kog, in sicer na severnem robu sarmatskih plasti blizu kontakta s panonom. Do globine 117 m ni bila jedrovana vrtina. Od globine 117 m do 181 m prevladujeta kremenov peščenjak in laporasti peščenjak. Med njima se nahaja glinasti ali pa peščeni lapor, bolj redek je pesek. V globini 181 m do 215 m se menjavajo plasti laporastega ali kremenovega peščenjaka in peščenega laporja.

Preiskani vzorci iz globine 127 m ne vsebujejo značilne mikrofavne sarmatskih biocon. Od foraminifer nastopajo *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *Elphidium ex gr. flexuosum* (d'Orbigny) in *Ammonia cf. beccarii* (Linné). V globini 189,60 m do 191,60 m sem v sivem laporju našla foraminifero *Cibicides badenensis* (d'Orbigny), ki se pojavi še večkrat do globine 215 m. Na podlagi favne zanesljivo sklepam na prvo sarmatsko biocono, ki jo karakterizirata *Elphidium reginum* ali *Cibicides badenensis*.

V globinskem intervalu 215 m do 813 m se medsebojno izmenjujeta peščenjak in lapor. V globinah 444 m do 455 m in 467 m do 471 m se pojavi algin apnenec. Iz vzorcev sem izprala foraminifere, lupine ostrakodov, iglice morskih ježkov in piritizirana jedra polževih hišic. Določila sem značilne foraminiferne vrste:

Uvigerina cf. pygmaea d'Orbigny
Uvigerina ex gr. semiornata d'Orbigny
Uvigerina venusta liesingensis Toulou
Uvigerina venusta venusta Franzenau
Orbulina suturalis Brönnimann

Vrsta *Uvigerina venusta liesingensis* se pojavi v zgornjem delu biocone peščenih hišic in sega še v biocono *Bolivina dilatata*. Že v spodnjem delu peščenih hišic se pojavi *Uvigerina venusta venusta* in sega v biocono *Bolivina dilatata*. Med favno sem našla še več vrst, ki označujejo to biocono, npr. *Haplophragmoides cf. obliquicameratus*, *Bigenerina robusta*, *Bathysiphon taurinensis*, *Ammodiscus sp.* in *Cyclammina sp.*, odtod tudi njeno ime.

V globini 527 m se pojavi *Lenticulina* cf. *cultrata* iz družine nodosariid, kar je zlasti značilno za spodnji del biocone peščenih hišic. Od globine 813 m do 972 m so v vzorcih vedno bolj številne nodosariide, ki jih spremljajo *Orbulina suturalis* Brönnimann, *Orbulina universa* d'Orbigny, v najnižjem delu pa celo *Praeorbulina* sp., *Uvigerina semiornata semiornata* d'Orbigny, ki ima precejšnjo vertikalno razširjenost (srednji miocen), *Globigerina bulloides* d'Orbigny in druge. V tej globini gre za spodnjertortonske plasti, oziroma za biocono *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*.

V globini 972 m do 1395 m so laporasti in kremenovi peščenjaki ter peščeni lapor. Peščenjak vsebuje ponekod rastlinske ostanke. Ponekod prehaja kremenov peščenjak v drobnozrnati konglomerat. V izpirkih teh plasti sem našla foraminiferno favno, ki je podobna foraminiferni favni spodnjega dela tortonskih plasti, vendar je brez orbulin. Določila sem naslednje foraminifere:

- Bathysiphon* sp.
- Ammodiscus* sp.
- Haplophragmoides* sp.
- Bigenerina* sp.
- Elphidium* sp.
- Globigerina* cf. *bulloides* d'Orbigny
- Globigerinoides trilobus* (Reuss)
- Cibicides ungerianus* (d'Orbigny)

Poleg foraminifer se javljajo posamezni ostrakodi, piritizirana jedra školjčnih lupin in ribji zobje. Plasti so razvite morsko. V globini 1395 m do 1977,80 m pa sedimenti ne vsebujejo mikrofosilnih ostankov in sklepam na limnični in fluvialni razvoj. Vrtina je obtičala v globini 1977,80 m in ni dosegla kameninske podlage. Zelo pomemben je bil profil miocenskih plasti v spodnjem delu vrtine Kog-5, ki bi ga lahko primerjali z enako starimi plastmi v vrtini Perbersdorf 1 na avstrijskem Štajerskem.

Stratigrafska korelacija z drugimi miocenskimi območji

Miocen Slovenskih goric sem primerjala z ustreznimi plastmi Gnasa in Dunajske kotline na območju nekdanje Paratetide.

1. Gnas (avstrijska Štajerska)

Na območju Gnasa so helvetske plasti našli z vrtino Perbersdorf 1. V globini 1335 m do 1470 m leži filitna breča na paleozojski podlagi, tj. na filitu. Debelina breče je 135 m (K. Kollmann, 1960, 1965). V intervalu 930 m do 1335 m sledijo glinasti peščenosljudnati lapor, peščenjak in konglomerat. Usedline so sladkovodne. K. Kollmann (1965) jih je dal v spodnji helvet, očitno zato, ker leže neposredno pod zgornjehelvetskimi plastmi z bogato mikrofavno. Od 376 m do 930 m je vrtina Perbersdorf 1 pokazala glinasti lapor, peščenjak, konglomerat, ostanke premoga, andezit, dacit in tuf, ki jih je K. Kollmann prištel v zgornji helvet (biocona *Globigerinoides bisphaericus*).

I. Küpper (K. Kollmann, 1965) je razčlenila zgornji helvet na podlagi mikrofavne v tri horizonte. Spodnji in zgornji horizont sta bogata z mikrofavno, srednji pa siromašen. Med foraminifernimi oblikami nastopa *Uvigerina graciliformis* Papp et Turnovsky, ki je značilna za zgornjehelvetske plasti. Ustrezna dela miocenskih plasti v Slovenskih goricah ni mogoče enako biostratigrafsko horizontirati, v določeni meri pa sta si profila podobna litološko, zlasti na območju Kungota—Ceršak.

Litološki profil vrtine Perbersdorf 1 se ujema z litološkim profilom zahodnega dela Slovenskih goric. Na obeh območjih sta andezitni in dacitni tuf. Po metamorfni podlagi in breči, ki leži neposredno na njej, sta si podobna profila vrtin Perbersdorf 1 in Benedikt-2. Litološki profil vzhodnega dela Slovenskih goric pa se precej razlikuje od litološkega profila vrtine Perbersdorf 1. V vrtini Kog-5 ni andezita, dacita in tufa. Poleg tega vrtina na Kogu ni prevrtala celotnega miocenskega profila in ni dosegla kameninske podlage. Jedra iz te vrtine tudi niso vsebovala mikrofavne, značilne za biocono *Globigerinoides bisphaericus-Uvigerina graciliformis*.

V globini 156 m do 376 m si slede konglomerat, andezit, tuf in glinasti lapor z alginim apnenecem. Usedline vsebujejo bogato lagenidno favno in značilno obliko *Orbulina suturalis* Brönnimann. K. Kollmann jih je uvrstil v spodnji torton.

Litološko se profila razlikujeta po tem, da v Slovenskih goricah ni andezita niti tufa. Plasti so razvite na obeh območjih morsko. Biološko se spodnjertonske plasti obeh območij ujemajo. Mikrofavna zahodnega dela Slovenskih goric se ujema z mikrofavno vrtine Perbersdorf 1. V vrtini Kog-5, tj. v vzhodnem delu Slovenskih goric, pa sem našla bolj siromašno foraminiferno favno, vendar značilno. V Ormožu nastopajo zopet številne foraminifere. Jedra zgornjega dela vrtine od 7 m do 156 m, sestojajo iz glinastega laporja, peska in alginega apnenca, ki pripadajo bioconi peščenih hišic. Pojavijo se nove uvigerinske vrste: *Uvigerina venusta venusta* Franzénau, v zgornjem delu biocone pa še *Uvigerina venusta liesingensis* Toulou in *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orbigny. Litološko in biološko se profila obeh območij ujemata. Razvoj plasti je povsod morski.

Biocona *Bolivina dilatata* je razvita kot glinasti lapor, pesek in peščenjak; algin apnenec je redek. Primerjava je možna samo po razmerah na površju, ker vrtina te cone ni prevrtala. V laporju je najbolj pogosta *Bolivina dilatata* Reuss. Pridružijo se ji *Bulimina elongata* d'Orbigny, *Uvigerina venusta liesingensis* Toulou, *Globigerina bulloides* d'Orbigny; ni pa več orbulin. Litološko se profila v glavnem ujemata; razlikujeta se po alginem apnencu. Tega ni na Kogu, namesto njega nastopa glina. Biološka profila sta si enaka in dokazujeta morski razvoj.

Na območju Gnasa je razvita biocona *Cibicides-Rotalia*. Sestoji iz glinastega laporja z vložki peska in peščenjaka. Plasti vsebujejo foraminiferi *Ammonia beccarii* (Linné) in *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob). Foraminiferna favna kaže na brakični razvoj plasti. V Slovenskih goricah ni biocone *Cibicides-Rotalia*, tj. zgornjega dela zgornjega tortona.

Sarmatske plasti ležijo po K. Kollmannu (1965) konkordantno na tortonskih in so razdeljene na tri biocone. Prva je razvita kot glinasti lapor z vložki peska in peščenjaka. V sedimentih nastopajo *Elphidium reginum* (d'Or-

bigny), odtod ime prve biocone, *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *Elphidium* ex gr. *flexuosum* (d'Orbigny), *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob) in *Ammonia beccarii* (Linné). Od ostrakodov je pomembna *Cytheridea hungarica* Zarányi. Litološko se profila ujemata, biološko pa se razlikujeta po tem, da je v vzhodnem delu Slovenskih goric zastopana biocona s foraminifero *Cibicides bade-nensis*, na območju Gnasa pa z *Elphidium reginum* in *Cytheridea hungarica*. Plasti obeh območij so razvite brakično.

Druga sarmatska biocona *Elphidium hauerinum* (volinske plasti) je razvita na območju Gnasa z enakimi litološkimi različki kot prva biocona. Foraminifero *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny) spremljajo *Elphidium antoninum* (d'Orbigny), *Elphidium flexuosum* (d'Orbigny), *Elphidium josephinum* (d'Orbigny), *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll), *Ammonia beccarii* (Linné) in Miliolidae div. sp. Mikropaleontološka profila se ujemata. Razlika je le v številu posameznih vrst; na območju Gnasa so številne, prav tako v zahodnem delu Slovenskih goric, na Kogu pa je favna zelo siromašna, vendar nastopa tudi tu značilna vrsta *Elphidium hauerinum*. Biološka profila dokazujeta brakični razvoj plasti.

Tretja sarmatska biocona *Protelphidium subgranosum* (besarabske plasti) sestoji spodaj iz karintijskega proda, v sredini se menjavajo glina, glinasti lapor, pesek in oolitni peščenjak, zgornji del pa vsebuje glino, pesek, premog in osiromašeno, delno limnično favno. Glinasti lapor vsebuje foraminifere, značilne za to biocono. Litološko se profila obeh območij ujemata. Tudi mikropaleontološka profila sta si enaka. Obe območji vsebujeta značilno foraminiferno favno npr. *Protelphidium subgranosum*, po kateri je biocona dobila svoje ime. Razvoj plasti je brakičen.

2. Dunajska kotlina

V notranjealpski Dunajski kotlini so spodnjehelvetske plasti razvite kot bazalni šlir in šlirski lapor. Te plasti so znane pod imenom Lušička serija, ki jo je R. Grill (1941, 1968) razčlenil na:

1. šlir *Elphidium-Cibicides*
2. šlir, siromašen s fosili

Spodnjehelvetskih ali otnangijskih plasti iz notranjealpske Dunajske kotline ne moremo primerjati niti litološko niti favnistično, ker gre v Slovenskih goricah za drugačen razvoj plasti.

Na območju centralne Paratetide označujejo zgornjihelvetske, tj. karpatske plasti z uvigerinami, zgornji del pa vsebuje poleg tega vrsto *Globigerinoides bisphaericus*. V Dunajski kotlini in v zahodnem delu Slovenskih goric je določena biocona *Uvigerina graciliformis* in *Globigerinoides bisphaericus*, medtem ko v vrtini Kog-5 nisem našla značilnih uvigerinskih vrst. Litološko pa se profila razlikujeta po tem, da je na območju Slovenskih goric razvoj mnogo bolj pester.

Spodnjertonske ali badenske plasti (biocona *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*) leže v Dunajski kotlini transgresivno na helvetu (I. Čiča, 1960). Razvite so kot laporasta glina in algin apnenec. Na podlagi foraminiferne favne je razčlenil R. Grill (1941, 1943) spodnji torton na dve bioconi, bogati z lage-

nidno favno; odtod tudi ime spodnja in zgornja lagenidna cona. V svoji primerjalni tabeli nisem uporabila naziva lagenidna biocona, ampak *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*, ker po novejši sistematiki A. R. Loeblich in H. Tappan, (1964) družina Lagenidae ne obstaja. Večina teh oblik pripada sedaj družini Nodosariidae. Tudi drugi raziskovalci na območju centralne Paratetide predlagajo planktonski obliki za poimenovanje biocone v spodnjem tortonu.

R. Grill (1941, 1968) je v badenski sivici določil naslednje vrste: *Robulus calcar* (Linné), *Robulus inornatus* (d'Orbigny), *Robulus orbicularis* (d'Orbigny), *Dentalina pauperata* d'Orbigny, *Dentalina scabra* Reuss, *Nodosaria pyrula* d'Orbigny, *Orbulina suturalis* Brönnimann, *Uvigerina aculeata aculeata* d'Orbigny, *Uvigerina acuminata* Hosijs, *Uvigerina macrocarinata* Papp et Turnovsky in *Uvigerina semiornata semiornata* d'Orbigny. Pripomniti je treba, da je rod *Robulus* preimenovan v rod *Lenticulina*, več vrst rodu *Dentalina* pa je bilo uvrščeno v rod *Siphonodosaria*. Plasti biocone *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis* so v Slovenskih goricah litološko bolj pestre kot v Dunajski kotlini. Biološka profila se ujemata in kažeta na morski razvoj plasti.

Srednjertortonske (badenske plasti), tj. biocona *Spiroplectammia carinata* so razvite v Dunajski kotlini kot glinasti lapor, pesek in prod ter apnenec z algami. Po R. Grillu (1941) gre le za eno samo cono; zanjo je značilna *Spiroplectammia carinata*. A. Papp in K. Turnovsky (1953) pa sta srednji torton razčlenila v spodnjo in zgornjo cono peščenih hišic. Mikrofavna cone *Spiroplectammia carinata* vsebuje manj foraminifer iz družine lagenid oziroma nodosariid. Značilne so naslednje uvigerinske vrste, ki jih v spodnji lagenidni coni ni: *Uvigerina cochlearis* Karrer, *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orbigny, *Uvigerina semiornata brunensis* d'Orbigny, *Uvigerina semiornata karreri* Papp et Turnovsky, *Uvigerina venusta liesingensis* Toulou in *Uvigerina venusta venusta* Franzenau.

Plasti biocone *Spiroplectammia carinata* v Dunajski kotlini ustrezajo litološko bioconi peščenih hišic v Slovenskih goricah. Tudi biološka profila se dobro ujemata. Litološki in biološki profil kažeta, da se sedimentacijsko okolje od spodnjega torton dalje ni bistveno spremenilo.

Zgornji torton je litološko razvit podobno kot srednji torton. Na podlagi mikrofavne je razdeljen na dve coni. Spodnja cona, imenovana *Bolivina dilatata* vsebuje foraminifere, ki dokazujejo, da so sedimenti nastajali v morju z normalno slanostjo, medtem ko oblike zgornje cone, imenovane *Rotalia beccarii*, kažejo na brakično morje. Litološka in biološka profila spodnje cone kažeta enak razvoj plasti na obeh območjih. Biocona *Rotalia beccarii* na območju Slovenskih goric ni razvita, kar kaže na diskordanco med tortonom in sarmatom. V Dunajski kotlini leže spodnjearmatske usedline konkordantno na tortonkih.

Plasti prve sarmatske biocone *Elphidium reginum* so siromašne z vrstami, toda bogate z individui. Pogoste so naslednje oblike: *Elphidium reginum* (d'Orbigny), *Elphidium flexuosum grilli* Papp, *Rotalia beccarii* (Linné), *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), *Cytheridea hungarica* Zálányi, *Aurila* aff. *mehesi* (Zálányi), *Haplocythere dacica dacica* (Héjjas), *Cyamocytheridea leptostigma foveolata* Kollmann. Poleg mikrofavne je značilna tudi makrofavna. Zastopani sta obliki *Hydrobia* in *Rissoa*.

Cona *Elphidium reginum-Rissoa* je litološko in biološko na obeh območjih enako razvita. Na območju Koga je mikrofavna sicer siromašna tako po vrstah

Tabela 1. Miocenske plasti Slovenskih goric v primerjavi z drugimi območji

KRONOSTRATIGRAFSKA RAZDELITEV		SLOVENSKE GORICE				DRAVINJSKE GORICE		GNAS (AVSTRILJSKA ŠTAJERSKA)		DUNAJSKA KOTLINA					
EPOKA	STOPENJA PO STÄRNER/NOVEN	BIOCENA	FAVNA	VRTINE	LITOLOGIJA	FAVNA	LITOLOGIJA	FAVNA	LITOLOGIJA	FAVNA	LITOLOGIJA				
MIOCEN	SARMAT	SARMAT	Protelphidium subgranosum	Protelphidium subgranosum, Mactra vitaliana			glin.lapor, glina,pešč., pesek,lapor, apnenec, prod, konglomerat	Protelphidium ex gr. subgranosum	pesek, glin.lapor, lapor, oolitni apnenec konglomerat	Protelphidium subgranosum	glina, pesek, premog, glin.lapor oolit. apn., karint. prod	Protelphidium subgranosum, Mactra, Ervilia	pesek, apneni pešč., glin.lapor		
			Elphidium hauerinum	Elphidium hauerinum, Ervilia	B-2 153	I-2 KOC-2 506 127	glin.lapor, peščenjak, pesek, prod	Elphidium hauerinum	pesek, peščenjak, glin.lapor	Elphidium hauerinum		Elphidium hauerinum, Ervilia			
			Elphidium reginum-Cibicides badenensis	Elphidium reginum, Cytheridea hung. Rissaa, Cibicides badenensis, Cardium inopinatum			pesek, prod, konglomerat, glina, glin.lapor, pešč.	Elphidium reginum-Cibicides badenensis, Cytheridea hungarica	pešč.lapor, pešč. pesek, prod, konglomerat	Elphidium reginum-Cibicides badenensis, Cytheridea hungarica	glin.lapor z vložki peska in peščenjaka	Elphidium reginum, Rissaa			
	TORTON	BADENIJ	Ammonia beccarii	erozijski hiatus	215	551 215	erod. hiatus	erod. hiatus			Cibicides-Rotalia		Rotalia beccarii	glin.lapor, pesek, prod	
			Bolivina dilatata	Uvigerina venusta liessingensis, Bulimina elongata		215	erod. hiatus	glin. glin.lapor, pesek, peščenjak			Bulimina-Bolivina Erez orbulina	glin.lapor, pesek, pešč., redko algin apnenec	Bolivina dilatata		
			Spiroplectammina carinata (peščena hišica)	Uvigerina cf. pygmaea, Uvigerina venusta			algin apnenec, lapor, pesek, pešč., prod, konglomerat	Uvigerina cf. pygmaea, U. venusta liessingensis, U. venusta	glin.lapor, pešč.lapor, pesek, pešč.	Foraminifere s peščenimi hišicami	glin.lapor, pesek, algin apnenec	Spiroplectammina carinata (pešč. hišica)	glin.lapor, pesek, prod, algin apnenec		
			Orbulina suturalis	Uvigerina aculeata, U. macrocarinata		813	pešč.lapor, algin apn., pesek, pešč. z algami konglomerat z algami	Uvigerina aculeata, U. macrocarinata, Orbulina bilobata, O. suturalis, Praeorbulina	pešč.lapor, lapor, pešč., pesek, konglomerat	Bogata lagenidna favna	glin.lapor z vložkom alginoga apnenca, andezit, tuf	zgornja lagenidna favna	glin.lapor, algin apnenec, prod, pesek, konglomerat		
			Praeorbulina	Uvigerina suturalis, Praeorbulina	215	551						spodnja lagenidna cona			
	HELVET	KARFATIJ	Globigerinoides bisphaericus, Uvigerina graciliformis, U. bononiensis, primiformis	Globigerinoides bisphaericus, G. trilobus, Uvigerina graciliformis	236	597 972	tufit, glina, lapor, pesek, prod, pešč., tuf, kon. lapor, glome-pešč. rat	Globigerinoides bisphaericus, G. trilobus, Uvigerina graciliformis, U. uniserialis	peščeni lapor, pesek, pešč., glina, prod	Globigerinoides bisphaericus, Uvigerina graciliformis	glin.lapor, pešč., konglomerat, premog, andezit, dacit, tuf	Rotalia beccarii, ostrakodi, Uvigerina bononiensis, primiformis	glin.lapor, pesek (Iaa serija)		
		OTFRANGIJ	Bathysiphon		266	597 1195	lapor, pešč., pesek, konglomerat, breča				glin.pešč. sljudn.lapor, pešč., kongl., filitna breča	šlir siromašen s fosili, šlir z Elphidium-Cibicides	šlirski lapor in šlirske bazalne plasti (Lušička serija)		

kot po individuih, vsebuje pa značilne vrste. Tudi po makrofavni se profila ujemata, vendar velja to bolj za zahodni del Slovenskih goric, medtem ko na Kogu makrofavne nisem našla. Makrofavna in mikrofavna kažeta na brakični razvoj plasti.

Druga sarmatska biocona *Elphidium hauerinum-Ervilia* je razvita v Dunajski kotlini kot pesek, peščenjak in glinasti lapor. Lapor vsebuje foraminiferno favno naslednjih vrst: *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny), *Elphidium flexuosum grilli* Papp, *Elphidium* aff. *antoninum* (d'Orbigny) in *Articulina sarmatica* Karrer. Od makrofavne navaja A. Papp (1954) ervilije, po katerih je imenoval tudi plasti. Podoben je razvoj tudi v Slovenskih goricah. Za obe območji je značilno, da je favna precej siromašna, kar velja predvsem za območje Koga. Za Dunajsko kotlino temelji ta ugotovitev v glavnem na vrtnah. Profila kažeta na brakični razvoj plasti.

Tretja sarmatska cona *Protelphidium subgranosum-Mactra* je v Dunajski kotlini razvita kot glinasti lapor, ki prehaja navzgor v pesek in oolitnoapneni peščenjak. Mikrofavna je siromašna z vrstami, toda bogata z individui. Najbolj pogostne vrste so: *Protelphidium subgranosum* (Egger), *Elphidium* sp. (male oblike), *Nonion* sp., *Leptocythere* aff. *parallela* (Mehes), *Cyamocytheridea leptostigma* (Reuss), *Xestoleberis* sp. in *Loxococoncha* sp. A. Papp (1954, 1956) je določil številno makrofavno. Profil biocone *Protelphidium subgranosum-Mactra*, se v Dunajski kotlini ujema z razmerami v zahodnem delu Slovenskih goric, na območju Koga pa teh plasti nisem našla.

Sklep

Slovenske gorice se raztezajo med Muro in Dravo na prostoru, kjer se Alpe stopničasto ugrezajo v mursko udorino. Na tem območju sta dobro razvita dva prelomna sistema v smereh SW-NE in NW-SE. Prvega sestavljajo donački, ormoški, ljutomerski in radgonski prelom. Na smer NW-SE mlajšega sistema pa kažejo tokovi rek Ledave, Mure, Ščavnice, Pesnice in Drave. Posledica križanja dveh prelomnih sistemov je grudasta zgradba. Bolj in manj ugreznjene grude se odražajo na gravimetričnih kartah kot maksimumi in minimumi. Na tej podlagi bi mogli razdeliti morfološko enoto Slovenskih goric na več strukturnih enot. Najbolj izrazita je tako imenovana soboška struktura, ki sestoji iz radgonsko-mariborske depresije in kapelske grude. Tod leži kameninska podlaga najbliže površju; vrtina pri Hrastju-Moti na desnem bregu Mure jo je našla v globini 395 m. Največja enota je ljutomerska depresija, kjer je kameninska podlaga ugreznjena prek 3000 m globoko. Ob njeni vzhodni strani se razteza ormoško-selniška antiklinala, kot so jo označili geofiziki. Po dosedanjih raziskavah se dá sklepati, da razmejuje ljutomerski prelom paleozojsko metamorfno podlago in mezozojsko podlago iz karbonatnih kamenin. Na površju je viden stik metamorfne podlage z miocenskimi plastmi zahodno od Maribora, kjer leži na njej najnižji del helvetskih plasti ponekod v obliki breče, drugod kot bazalni lapor v sladkovodnem razvoju.

Najgloblja vrtina na Kogu (1977,80 m) ni prevrtala helvetskih plasti v celoti. Zato njihovega spodnjega dela v sladkovodnem razvoju ne moremo zanesljivo

oceniti po debelini. Debelina na Kogu je 582,80 m, pri Benediktu okoli 490 m, v Übersbachu 656 m in Perbersdorfu 540 m.

Nad sladkovodnimi helvetskimi plastmi sledi morski razvoj, ki se na primerjalnih območjih zelo razlikuje v litološkem in biološkem pogledu. Njegovo debelino pa lahko primerjamo samo po profilih vrtin, ki kažejo v glavnem enako vrednost. Z območij, kjer ni vrtin, debelin ne moremo primerjati. V zahodnih Slovenskih goricah in na več krajih v Avstriji je med helvetom in tortonom izrazita erozijska diskordanca. V vzhodnem delu Slovenskih goric pa meja ni tako izrazita. Postavljena je z nastopom orbulin.

Profil tortonskih plasti obsega v Slovenskih goricah tri biocone: *Praeorbulina* in *Orbulina suturalis*, biocono *Spiroplectammia carinata* ali *peščene hišice* in biocono *Bolivina dilatata*. Ta profil se precej dobro ujema s primerjalnima profiloma na območju Gnasa in Dunajske kotline. V Slovenskih goricah pa je bila odnesena najvišja biocona, tj. *Rotalia beccarii*.

Sarmatske plasti leže v zahodnem delu Slovenskih goric transgresivno celo neposredno na spodnjertortonških plasteh v vzhodnem delu pa na bioconi *Bolivina dilatata*.

Sarmatska stopnja kaže še najbolj enoten razvoj v vseh primerjalnih območjih. Ponekod določene plasti sicer niso razvite v identičnem biološkem faciesu, vendar najdemo tam vsaj ekvivalentni razvoj, npr. *Cibicides badenensis* namesto *Elphidium reginum*.

Sarmatske plasti zavzemajo na zahodnem delu Slovenskih goric precej velik obseg, medtem ko so v vzhodnem delu povečini prekrte s panonskimi, pontskimi ali pleistocenskimi usedlinami. Zato je teže najti možnost za stratigrafsko primerjavo z drugimi območji po makrofavni.

Sarmatske plasti obsegajo v zahodnem delu Slovenskih goric tri biocone: *Elphidium reginum* ali *Cibicides badenensis-Rissoa* in *Hydrobia*, biocono *Elphidium hauerinum-Ervilia* in biocono *Protelphidium subgranosum-Mactra*; v vzhodnem delu pa sta razviti le prvi dve.

Biostratigraphy of Miocene Beds from Slovenske Gorice

Lija Rijavec

Geološki zavod, Ljubljana, Parmova 33

The biostratigraphic zones of the Miocene beds of Slovenske Gorice are defined by the foraminifers they contain. Furthermore an attempt is made to correlate the beds sequence with the corresponding deposits recorded from the inner Alpine basins of Gnas and Vienna in Austria.

The wine-growing country of Slovenske gorice is made up of Tertiary deposits spreading between Drava and Mura rivers just over the Alps subsided there step-like into great Mura depression. The Alpine basement consists of Paleozoic metamorphic rocks and of Mesozoic carbonate rocks crossed by two fault systems trending NW-SE and NE-SW respectively. Thus a block structure came into existence. Due to the different downthrows of the blocks some structural units could be recognized by geophysical investigations and drilling for mineral water and oil. The most expressive is the so called Sobota structure constituted of the Kapela ridge fault and associated Radgona depression. As shown by a drilling well sunk at Hrastje-Mota on the right bank of Mura river, the Alpine metamorphic basement lies there 395 meters deep only. Southeastwards the largest unit of Ljutomer depression follows it. Here the depth to the Alpine Mesozoic basement exceeds 3000 meters. The Paleozoic and Mesozoic Alpine basements appear to be divided by the Ljutomer fault. The easternmost unit is the Ormož-Selnica anticline as designated by geophysicists. The anticlinal axis follows the general trend SW-NE and turns into W-E direction east of Kog. Salt springs associated with oil and gas seeps have always been known from Tortonian beds at Kog hill. Miscellaneous subsurface exploration methods have been used there to explain the geologic conditions of the prospective area. All the wells drilled repeatedly at Kog proved to be unsuccessful. They have given some information on the Miocene sequence but no one has penetrated the basement.

The basal boundary of the Miocene beds is however, readily identified in the westernmost parts of Slovenske gorice. There the Lower Helvetian breccia and marl of freshwater origin overlie the metamorphic basement. The basal sediments are overlain by marine deposits. An erosional unconformity separates the Helvetian succession from the Tortonian one. Three biozones of the

latter are developed: *Praeorbulina* and *Orbulina suturalis*, *Spiroplectamina carinata* usually designated as the biocone of arenaceous tests, and the *Bolivina dilatata* zone. The biozone of *Rotalia beccarii* recorded from the Gnas and Vienna basins, is removed from the Slovenske Gorice area by erosion between the Tortonian and Sarmatian stages. Thus the Sarmatian beds overlie the Lower Tortonian sediments in the western part of Slovenske Gorice, while in their eastern part they are underlain by the *Bolivina dilatata* biozone. The Sarmatian beds of the Western Slovenske Gorice appear to be proper for a better correlation as they permit a dividing into three biozones: *Cibicides badenensis-Rissoa* and *Hydrobia*, equivalent to the *Elphidium reginum* biozone of the Gnas and Vienna basins, as well as the biozones of *Elphidium hauerinum-Ervillea* and *Protelphidium subgranosum-Mactra*. In the eastern part of the area examined, however, only the first and second biozones are recognized.

Literatura

- Cicha, I. 1958, Mikrobiostratigrafické pomery Neogenu v Cf Vrtbach v širšim okolí Laršarske Nove vsi (Vnitroalpska panev Videnska). Beol. Prace, 14, Bratislava.
- Cicha, I. 1960, Kurze Übersicht der Entwicklung der Mikrofauna des unteren und mittleren Miozäns der alpinkarpatischen Becken im Verhältnis zum Oberhelvet — »Karpatien«. Mitt. Geol. Ges., 52, Wien.
- Drooger, C. W., Papp, A., Socin, C. 1957, Über die Grenze zwischen den Stufen Helvet und Torton. Anz. Akad. Wiss., Math. — naturw. Kl., 6, Wien.
- Ellis, B. F. and Messina, A. R. 1940—1974, Catalogue of Foraminifera, Spec. Publ. Am. Mus. of Nat. Hist., New York.
- Grill, R. 1941, Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. Öl und Kohle, 37, Berlin.
- Grill, R. 1943, Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. Mitt. Reichsamts. Bodenforsch. Zweigst., 6, Wien.
- Grill, R. 1960, Untergrenze und Gliederung des Miozäns im Wiener Becken. Mitt. Geol. Ges., 52, Wien.
- Grill, R. 1968, Erläuterungen zur geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. Geol. Bundesanst., Wien.
- Hilber, V. 1908, Das Alter der steierischen Braunkohlen. Mitt. Geol. Ges., Wien.
- Höfer, H. 1895, Das Tertiär im nordosten von Friedau in Steiermark. Jb. G. R. A., 44, Wien.
- Jaeger, R. 1914, Foraminiferen aus den miozänen Ablagerungen der Windischen Büheln in Steiermark, Verh. G. R. A., Wien.
- Kollmann, K. 1960, Das Neogen der Steiermark mit (besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Gliederung). Mitt. Geol. Ges., 52, Wien.
- Kollmann, K. 1965, Jungtertiär im Steierischen Becken. Mitt. Geol. Ges., 57, Wien.
- Kopetzky, G. 1957, Das Miozän zwischen Kainach und Lasnitz in Südweststeiermark. Mitt. Mus. Bergb., Graz.
- Loeblich, A. R. and Tappan, H. 1964, Treatise on Invertebrate Paleontology. C-Protozoa, Vol. 1, 2 C 900, Am. Geol. Soc., New York.
- Meznerics, I. 1936, Die Schlierbildungen des mittelsteierischen Beckens. Mitt. naturw. Ver. Steierm., 73, Graz.
- D'Orbigny, A. 1846, Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche). Paris.
- Papp, A. 1954, Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. Mitt. Geol. Ges., 45, Wien.
- Papp, A. 1956, Facies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. Mitt. Geol. Ges., 47, Wien.

Papp, A. und Turnovsky, K. 1953, Die Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon (Helvet und Torton) des Wiener Beckens. Jb. G. B. A., 96, Wien.

Pleničar, M. 1954, Obmurska naftna nahajališča. Geologija 2, Ljubljana.

Rijavec, L. 1970, Stratigrafija terciarnih plasti severno od Maribora. VII kongres geologa Jugoslavije, Zagreb.

Rolle, F. 1855, Ueber einige neue Vorkommen von Foraminiferen, Bryozoen und Ostrakoden in den tertiären Ablagerungen Steiermarks. Jb. G. R. A., 6, Wien.

Spajič, O. i Rijavec, L. 1973, Stratigrafija gornjeg miocena severoistočno od Maribora. Geol. anali Balk. pol., 38, Beograd.

Stur, D. 1871, Geologie der Steiermark. Graz.

Winkler, A. 1913, Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des stelerischen Tertiärs. Jb. G. R. A., Wien.

Winkler, A. 1944, Neue Beobachtungen im Tertiärbereiche des mittelstelerischen Beckens. Ber. R. A. Bodenforsch., Wien.

Winkler, A. 1951 a, Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. Schaffer: Geologie von Österreich, Wien.

Winkler, A. 1951 b, Die jungtektonischen Vorgänge im steirischen Becken. S. B. österr. Akad. Wiss., Math-naturw., Kl., 160, Abt. I, Wien.

Winkler, A. 1957, Geologisches Kräftespiel und Landformung. Wien.