

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

115706

24/2

YU ISSN 0016-7789

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

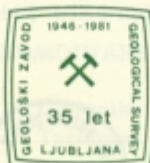
1981

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

24. KNJIGA

2. del



GEOLOGIJA	LETO 1981	24. KNJIGA 2. del	Str. 173 do 348	LJUBLJANA
-----------	-----------	----------------------	-----------------	-----------

115706

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

Od leta 1978 dalje (21. knjiga) izhaja GEOLOGIJA dvakrat na leto, v juniju (1. del) in decembru (2. del), da bi imeli avtorji možnost hitreje objaviti svoja dela

Izdajatelji: Geološki zavod, Inštitut za geologijo FNT in Slovensko geološko društvo, Ljubljana

Glavni in odgovorni urednik: *Štefan Kolenko*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Uredniški odbor: *M. Drovenik, M. Iskra, Š. Kolenko, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar* in *L. Zlebnik*

Naklada: 1000 izvodov

Letna naročnina: 400 din

Tisk in vezava: LJUDSKA PRAVICA, Ljubljana, Kopitarjeva 2

V letu 1981 financirata: Raziskovalna skupnost Slovenije in Geološki zavod. Ljubljana

From 1978 (Volume 21), GEOLOGIJA appears biannually, in June (Part 1) and December (Part 2), to advance our publishing activity by a more rapid printing of the submitted papers

Published in Ljubljana by the Geological Survey, FNT Institute of Geology, and the Slovene Geological Society

Editor-in-Chief: *Štefan Kolenko*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Editorial Board: *M. Drovenik, M. Iskra, Š. Kolenko, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar*, and *L. Zlebnik*

Subscription price: \$ 14 per year

Printed by LJUDSKA PRAVICA, Ljubljana, Kopitarjeva 2

9 -01- 1982



ANALIZIRALI	PREJELI	POSREDOVALI	POSREDOVANJE	POSREDOVANJE
-------------	---------	-------------	--------------	--------------

0

1

12-65

00211

VSEBINA — CONTENTS

Sedimentologija Sedimentology

<i>Ogorelec, B., Mišič, M., Šercelj, A., Cimerman, F., Faganeli, J. & Stegnar, P.</i>	
Sediment sečoveljske soline	179
Sediment of the salt marsh of Sečovlje	213
<i>Dolenec, T., Ogorelec, B. & Pezdíč, J.</i>	
Zgornjepermske in skitske plasti pri Trziču	217
Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area	236

Paleontologija in stratigrafija Paleontology and stratigraphy

<i>Pohar, V.</i>	
Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovimi pečmi	241
La faune pléistocène de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi	263
<i>Pavlovec, R.</i>	
Fliš v Postojni	285
Flysch from Postojna	300
<i>Šribar, L.</i>	
Kredne plasti v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub	303
Cretaceous beds in the eastern extensions of the Karavanke Alps and the Sava folds	303
<i>Jelen, M., Budkovič, T. & Grad, K.</i>	
Crucisaccites variosulcatus Djupina v permških plasteh uranovega rudišča Žirovski vrh	319
Crucisaccites variosulcatus Djupina from Permian beds of the uranium deposit of Žirovski vrh	319
<i>Ramovš, A. & Kochansky-Devidé, V.</i>	
Permian-Triassic boundary at Brušane village in Velebit Mt.	327

Tektonika Tectonics

Izmenjava mnenj Discussion

<i>Placer, L.</i>	
Nekaj misli o škofjeloški obročasti strukturi	333
Comments on the publication by Uroš Premru & Trajan Dimkovski	
Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia	333

Nove knjige **Book reviews**

Geowissenschaftliche Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle. Herausgegeben von der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Hannover	339
Buryi, I. G., Nižnetriasovie konodonti Južnogo Primorja	340
Speden, G. I. and Keyes, W. I., Illustrations of New Zealand Fossils	341
Shingo Hayashi, Phyletic chart on conodonts. On the range chart and hypothetical affinities of platform conodonts since the late Carboniferous	342
Hartman, D. W., Wendt, W. J. & Wiedenmayer, F., Sedimenta VIII — Living and Fossil Sponges, Notes for a Short Course	343

GEOLOGIJA 24/2, 179—216 (1981), Ljubljana

UDK 551.3.051(285.2):551.794:622.363.1(497.12) = 863

Sediment sečoveljske soline

Sediment of the salt marsh of Sečovlje

Bojan Ogorelec in Miha Mišič

Geološki zavod Ljubljana, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Alojz Šercelj in Franc Cimerman

Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 61000 Ljubljana, Novi trg 3

Jadran Faganeli

Inštitut za biologijo univerze Edvarda Kardelja, MRIC Piran, 66330 Piran, C. JLA 65

Peter Stegnar

Institut »Jožef Stefan«, 61000 Ljubljana, Jamova 39

Kratka vsebina

Jedro vrtnice v sečoveljski solini Lera je po vsej globini 40 metrov enako. Prevladuje temno sivi glinasti melj, precej bogat s skeleti mehkužcev. Niti po sestavi niti po teksturi se bistveno ne razlikuje od površinskih vzorcev soline. Karbonatnih mineralov vsebuje 7 do 25 odstotkov. Avtigeni minerali so aragonit, kalcit, bogat z magnezijem, lojvec in sadra. Ogljik-14, določen v vzorcu iz globine 26,5 metrov, kaže na starost sedimenta 9160 let. Gre torej za precej hitro sedimentacijo, poprečno okrog tri milimetre na leto.

Abstract

Sediment samples taken from the salt ponds for gradual evaporation of sea water and from a borehole in the Lera salt garden are discussed from the viewpoint of sedimentology and associated branches.

Core samples from a 40 metre deep hole drilled in the salt garden of Lera at Sečovlje have the same character throughout. There prevails a dark gray clayey silt rather rich in molluscan skeletons. The core samples do not vary exceedingly in their composition and texture from the sediment samples taken from the uppermost layer of the salt garden. Their carbonate content amounts to 7-25 percent. Authigenic minerals are aragonite, a calcite variety characterized by a high magnesium content, talc, and gypsum. Radiometric dating for a core sample taken from the depth of 26.5 m. based on carbon-14 points to its age of 9160 years. It is therefore justifiable to infer that the sediment has been rapidly amassed. For the accumulation of a three millimetre thick deposit a year was required, on the average.

Vsebina — Contents

1. Uvod	180
2. Geografski opis in zgodovina nastanka solin (B. Ogorelec)	180
3. Dosedanje raziskave (B. Ogorelec)	183
4. Sediment sečoveljskih solin (B. Ogorelec & M. Mišič)	184
5. Pelod v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79 (A. Šercelj)	196
6. Foraminifere v jedru vrtine V-6/79 (F. Cimerman)	197
7. Geokemija organske snovi v jedru vrtine V-6/79 (J. Faganeli)	205
8. Mikroelementi v jedru vrtine V-6/79 (P. Stegnar)	209
9. Sedimentacija v Sečoveljski dragi (A. Šercelj & B. Ogorelec)	210
10. Povzetek	211
Sediment of the salt marsh of Sečovlje (Summary)	213
Literatura	214

1. Uvod

Največje solno polje na slovenski jadranski obali se razprostira na naplavin ravnici v Sečoveljski dragi. Manjše soline so pri Strunjanu, medtem ko so portoroške soline pri Luciji opuščene in urbanizirane (sl. 1). Soline so posebnost piranske pokrajine, zanimive tudi z vidika sedimentologije. Predstavljajo naravno evapornito okolje, kjer lahko študiramo mehanizem izločanja novih mineralov in diagenetske spremembe v sedimentu. Če bo zgrajena načrtovana tovarna soli, bo v delu solin porušen naravni proces evaporacije morske vode. Zato želimo zabeležiti današnje stanje sedimenta v solinah na površju in v globini vse do flišne podlage. Sediment je nastal s pomikanjem delte Dragonje v morje, na ustju reke pa je več stoletij trajalo ugodno okolje za nastajanje solin.

Delo je razdeljeno na več poglavij glede na vrsto raziskav. Z interdisciplinarnim pristopom smo poleg osnovnih sedimentoloških parametrov, kot sta zrnavost in mineralna sestava, preiskali tudi biološke komponente sedimenta, kot foraminiferno favno, pelod, organski ogljik in dušik, ter določili koncentracije toksičnih elementov v njem. Poseben pomen imajo dobljeni podatki za študij ekologije morskega sedimenta ob slovenski obali, saj smo v vzorcih zabeležili njegovo prvotno geokemično ozadje.

Raziskovalni skupnosti Slovenije se zahvaljujemo, da je finančno podprla raziskave. Prav tako velja zahvala tudi Drogi Portorož, TOZD-u Soline, ki nam je omogočila terensko delo v solinah in posebej direktorju Cirilu Somraku za napotke in strokovne podatke.

2. Geografski opis in zgodovina nastanka solin

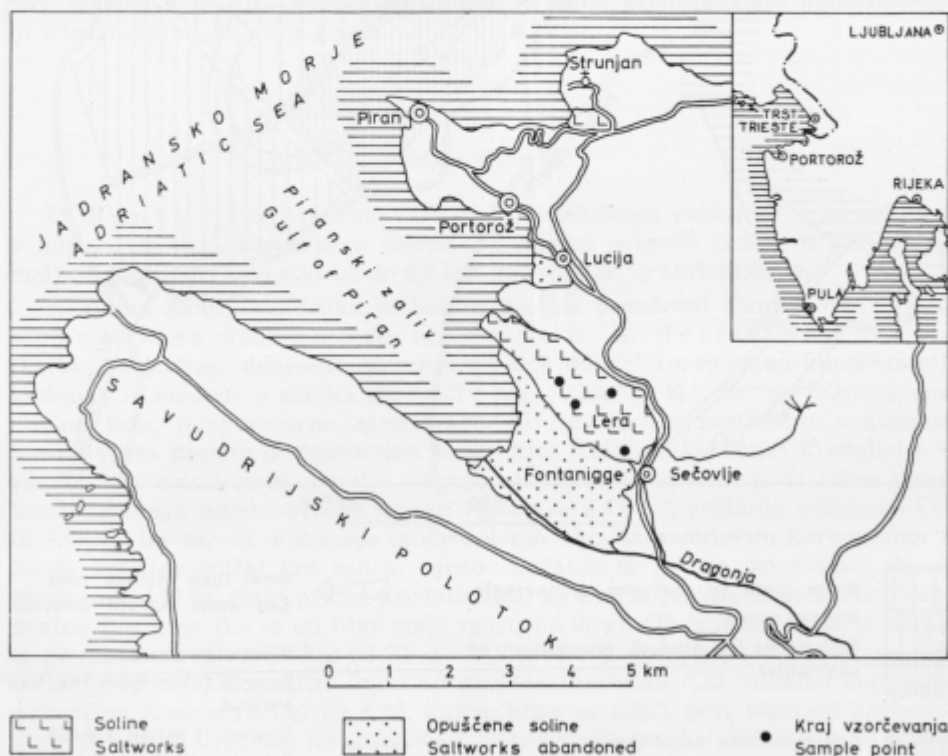
Bojan Ogorelec

Sečoveljske soline se razprostirajo ob izlivu reke Dragonje v Piranski zaliv na površini okrog osem kvadratnih kilometrov. Na severovzhodu jih obdaja eocenski fliš Savrinskega gričevja, na jugozahodu pa kredni apnenec Savudrijskega polotoka (sl. 1). Recentni sediment v podlagi solin je večidel naplavila reka Dragonja, ki si je vrezala svojo strugo vzdolž meje med flišem in apnencem in se je izlivala v morje kot manjša delta. V osrednjem delu solin znaša debelina sedimenta do 90 metrov (M. Breznik, 1956).

Zgodovinski razvoj piranskih solin, delo v solinah in etnološke značilnosti solinarjev sta natančno opisala M. Pahor in T. Poberaj (1963).

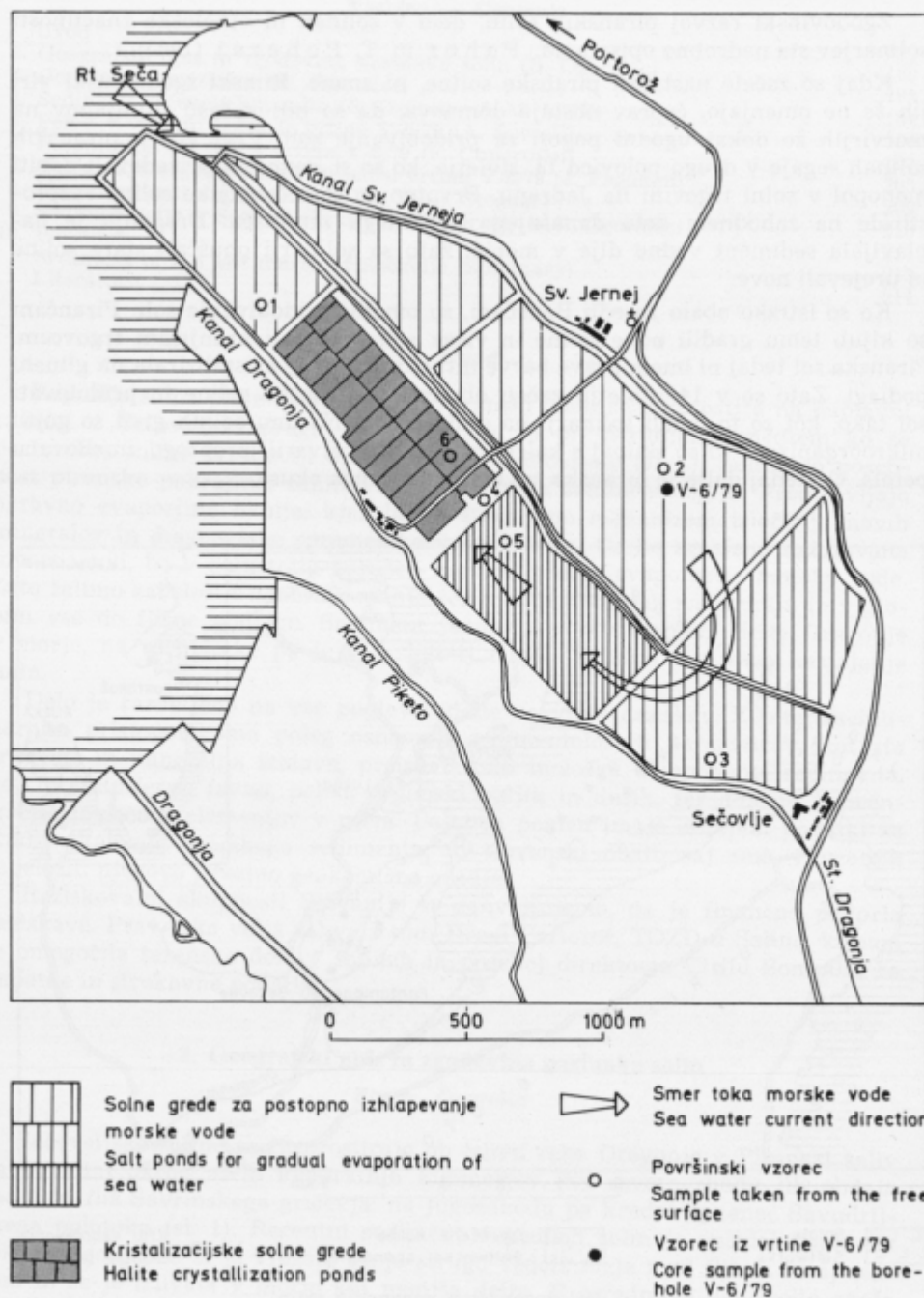
Kdaj so začele nastajati piranske soline, ni znano. Rimski zgodovinski viri jih še ne omenjajo, čeprav obstaja domneva, da so bili v času Rimljanov na močvirjih že dokaj ugodni pogoji za pridobivanje soli. Prvi viri o piranskih solinah segajo v drugo polovico 13. stoletja, ko so si Benečani prizadevali dobiti monopol v solni trgovini na Jadranu. Prvotno so se sečoveljske soline razprostirale na zahodnem delu današnjega agrarnega zemljišča. Dragonja je naplavljala sediment vedno dlje v morje; zato so solinarji opuščali stare soline in urejevali nove.

Ko so istrsko obalo zasedli Benečani, so omejili pridobivanje soli. Pirančani so kljub temu gradili nove soline in višek soli prodajali kranjskim trgovcem. Piranska sol tedaj ni imela prave barve niti okusa, ker je kristalizirala na glineni podlagi. Zato so v 14. stoletju začeli obnavljati piranske soline in pridobivati sol tako, kot so to delali solinarji na otoku Pagu. Na dnu solnih gred so gojili mikroorganizme, ki so skupaj s kalcitom in sadro ostvarili preprogo, imenovano petola. Od tedaj dalje je piranska sol bela in dobrega okusa.



Sl. 1. Položajna skica piranskih solin

Fig. 1. Location sketch map of the Piran saltworks



Sl. 2. Soline Lera pri Sečovljah

Fig. 2. Lera salt ponds at Sečovlje

Največji obseg in pridelek so imele piranske soline konec 19. stoletja. Takrat so solinarji združili svoje majhne solinske enote, tako imenovane solne fonde, v enotno solino. V tem obdobju je solinarjem večkrat povzročila težave narasla Dragonja, ki je preplavila solna polja v Sečovljah. Posledice poplav je preučeval M. Orožen-Adamič (1980).

Danes pridobivajo sol le na severnem polju sečoveljskih solin, imenovanem Lera. To polje je modernizirano in urejeno v enotno solino s tremi sistemi solnih gred za postopno koncentracijo soli v morski vodi ter s kristalizacijskimi solnimi gredami, ki jih solinarji imenujejo »cavedini« (sl. 2). Južno polje sečoveljskih solin, imenovano Fontanigge, je opuščeno in predstavlja zgodovinski in etnografski spomenik človeškega dela (M. Pahor & T. Poberaj, 1963).

Voda se dovaja v soline in odvaja po kanalih. V glavnem so kanali treh vrst. Mejni kanali omejujejo soline od agrarnih površin in odvajajo deževnico; obenem rabijo kot plovne poti. Taka sta kanal sv. Jerneja na severnem obrobju solin in kanal Sv. Oderika na jugu; vanj je speljana nova struga Dragonje. Prvotno se je Dragonja izlivala v morje kot Velika reka in je ločila solni polji Lera in Fontanigge. Druga vrsta kanalov so dovodni kanali, po katerih doteka sveža morska voda v solne grede. V tretji skupini so razdelilni kanali; po njih teče slanica z manjšo koncentracijo soli v solne grede z višjo koncentracijo in v kristalizacijske solne grede.

3. Dosedanje raziskave

Bojan Ogorelec

U. Ranke (1976) je raziskoval s sedimentološkega vidika recentni sediment v notranjem delu Piranskega zaliva. Po sestavi pripada sediment glinastemu melju s srednjo zrnavostjo 4,5 do 6,3 μm in okrog 30 % karbonata.

Z vidika kemije in fizike je bolj natančno preučeval slanico sečoveljskih solin v celotnem procesu njenega zgoščevanja A. G. Hermann s sodelavci (1973). Na podlagi dvajsetih merskih točk je določil spremembo koncentracije kationov in anionov v slanici (Na^+ , Cl^- , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Br^- in SO_4^{--}), specifično težo, temperaturne spremembe, pH in Eh ter nasičenost s kisikom. Zanimive so naslednje ugotovitve te študije: Kalcijev karbonat kristalizira iz slanice že v solnih gredah tretje stopnje zgostitve. Kristalizacija se začne zaradi kombiniranega učinka prenasíčenosti raztopine s Ca^{++} , znižanja vsebnosti CO_2 in HCO_3^- ter zaradi delovanja modrozelenih alg. Za kalcijevim karbonatom se izloča kalcijev sulfat kot sadra; njeno izločanje se prične, ko slanica doseže kloriniteto 140 ‰. Halit prične kristalizirati, ko doseže raztopina približno desetkratno zgostitev (ko se en liter vode zgosti na 95 g). Ob izpadu halita iz slanice se poveča koncentracija Mg od 7,9 do 15,9 krat v primerjavi z normalno morsko vodo. Vrednost pH se hitro zniža od prvotne vrednosti 8,32 (morska voda pred pričetkom koncentracije) na 6,65, kakor hitro se izloči prvi kalcijev karbonat. Znižuje se tudi vrednost Eh; njegova prvotna vrednost je + 393 mV in je v vseh solnih gredah precej enotna, v kristalizacijskih gredah pa skokovito pade na okrog -100 mV, kar kaže na redukcijsko okolje z anaerobnimi pogoji. Vsebnost kisika se znižuje vzporedno, kakor pada vrednost Eh.

Biokemične procese pri nastanku petole, kot recentnega stromatolita, ter njeno vgrajevanje železovih ionov je v kristalizacijskih gredah sečoveljskih solin preučeval J. Schneider (1979).

4. Sediment sečoveljskih solin

Bojan Ogorelec & Miha Mišič

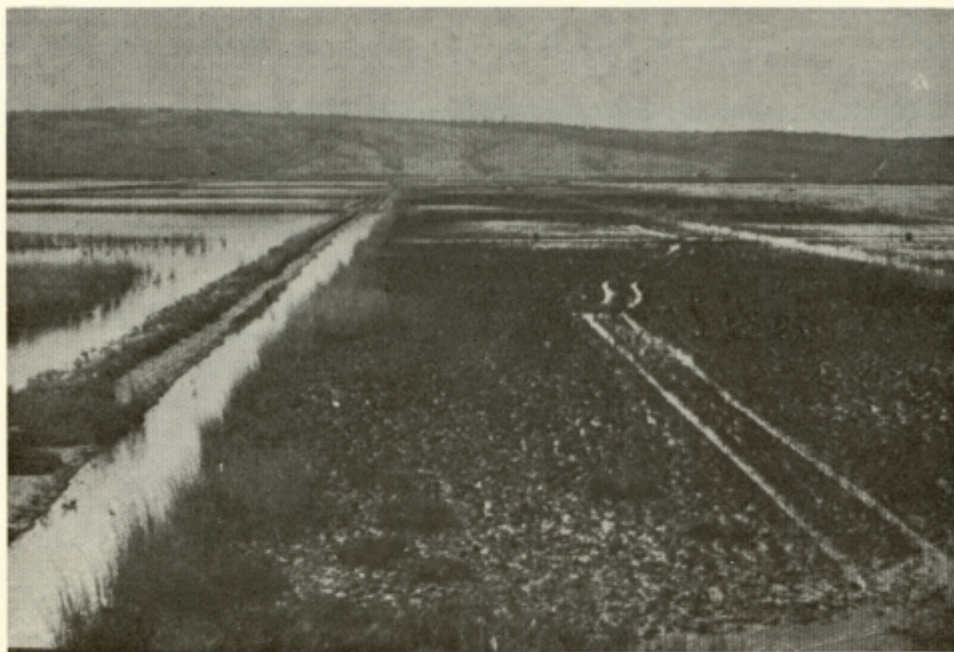
Vzorčevanje in metoda dela. Površinski sediment sečoveljskih solin smo vzorčevali na šestih mestih v solnih gredah z različno gostoto slanice (sl. 2), globlje dele sedimenta pa v vrtini V-6/79, izvrtani na lokaciji načrtovane tovarne soli.

Površinske vzorce smo vzeli z 20 do 30 cm globokimi sondami. Glede na makroskopske spremembe smo ločili vrhnji del sedimenta do globine 2 cm, srednji del (2 do 10 cm) in globlji del sedimenta (10 do 30 cm). Vzorčevali smo tudi stromatolitno algino skorjo na sedimentu v solnih gredah z različno koncentracijo slanice in petolo v kristalizacijskih solnih gredah. Skupno smo raziskali 12 površinskih vzorcev. Iz vrtine V-6/79 smo vzeli kontinuirano 40 vzorcev, za obdelavo pa smo jih odbrali 24. Dolžina jedra, vzetega za posamezen vzorec, je bila 10 do 15 cm, teža pa 0,5 do 1 kg. Za določitev organskega C in N smo že na terenu ločili po 100 do 200 gramov od vzorca. Za mineraloške in geokemične analize smo po 300 g vzorca v laboratoriju najprej desalinirali s trikratnim namakanjem v destilirani vodi in z dekantiranjem (skupno okrog 30 l vode po vzorcu). Nato smo vzorce presejali na najlonskih sitih za ločitev frakcije $< 63 \mu\text{m}$. Na ta način smo ločili melj in glino od peska, večjih skeletov školjk, polžev, iglic morskih ježkov in foraminifer ter listja in drugega drobirja.

Tabela 1. Zrnavost, delež karbonatov in C_{org} v vzorcih s solnega polja Lera

Table 1. Grain size, carbonate and C_{org} contents for samples taken from the salt ponds of Lera

Lokacija vzorčevanja Location of sampling	Zrnavost v μm Grain size in μm			Srednja zrnavost Medium grain size μm	Delež karbonata Carbonate content			C_{org} %
	>63	2-63	<2		Skupna % Total %	CaO %	MgO %	
	utežni %, weight %						$<63 \mu\text{m}$	
2 algina skorja algal mat					23,7	12,8	1,3	6,18
0-2 cm	4,8	59	36	8	20,0	12,9	1,1	0,79
2-10 cm	1,4				18,8	12,3	0,7	0,38
10-30 cm	2,0	54	44	3	17,7	9,9	1,1	1,09
3 0-2 cm	11,4	47	42	4	20,2	12,9	1,7	3,77
2-10 cm	1,7				21,1	12,3	0,7	0,60
10-30 cm	2,9	49	48	3	23,9	13,0	1,4	1,31
5 2-10 cm	1,9	60	38	3	23,1	12,1	1,7	1,36
6 petola					19,8	12,3	0,9	3,62
2-10 cm	3,6	64	32	5	18,5	10,1	1,6	1,58
10-20 cm	1,5				19,3	12,2	0,5	0,68



Sl. 3. Sečoveljske soline v sušnem obdobju. V ozadju Savudrijski polotok
 Fig. 3. Salt marsh of Sečovlje in the dry season. Savudrija peninsula in the background

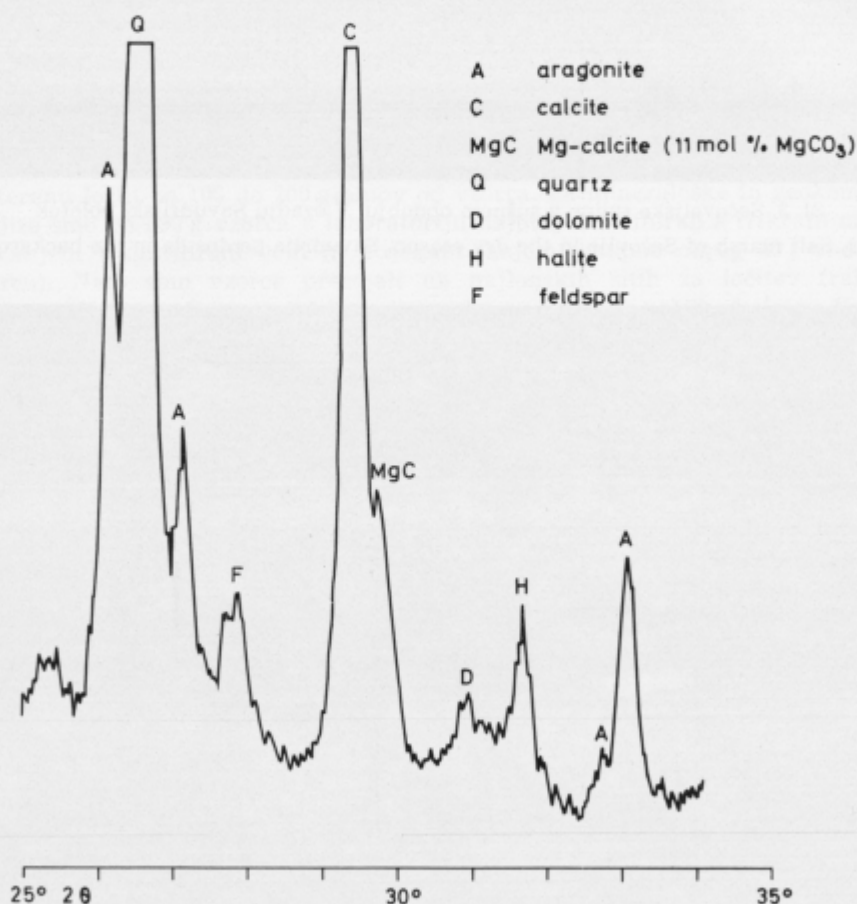


Sl. 4. Algina skorja z izsušitvenimi razpokami
 Fig. 4. Algal mat showing mud cracks

Mineralno sestavo vzorcev smo določili z difraktometrijsko rentgensko metodo. Raziskali smo frakcijo $< 63 \mu\text{m}$, zaradi določitve mineralov glin pa tudi frakcijo $< 2 \mu\text{m}$, ki smo jo ločili od več vzorcev melja s pipetiranjem. Njeno mineralno sestavo smo določili po orientiranih preparatih.

Karbonat, oziroma CaO in MgO, v sedimentu smo določili s kompleksometrično metodo titracije po G. Müllerju (1964). Analizirali smo en gram homogenizirane snovi, in sicer frakcijo pod $63 \mu\text{m}$.

Zrnavost sedimenta smo določili s kombinirano metodo mokrega sejanja in areometrije po Atterbergu za frakcije $< 63 \mu\text{m}$. Meje zrnavosti smo vzeli po standardnih normah v sedimentologiji (Krumbein 1936, DIN 4188) kot slede: glina $< 2 \mu\text{m}$, melj 2 do $63 \mu\text{m}$ in pesek $> 63 \mu\text{m}$ (do 2 mm). Pri areometričnih analizah smo dispergirali okrog 40 g sedimenta ($< 63 \mu\text{m}$) z enim litrom desti-

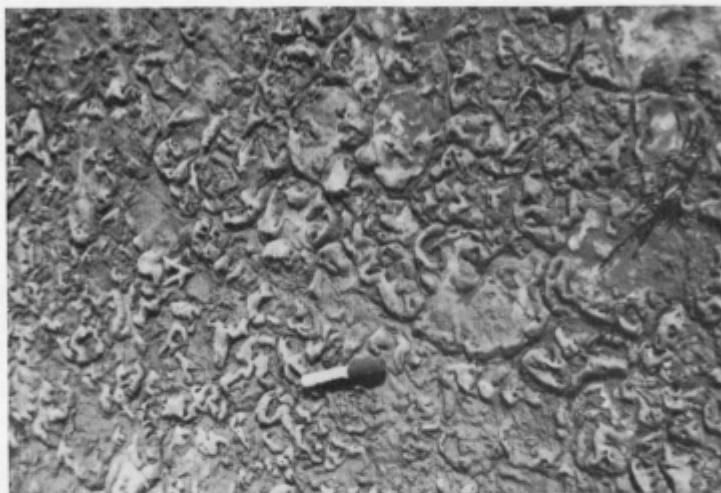


Sl. 5. Rentgenogram vzorca algalne skorje, lokacija št. 2, soline Lera

Fig. 5. X-ray diffraction patterns of algal mats; sample point 2 from the Lera salt ponds

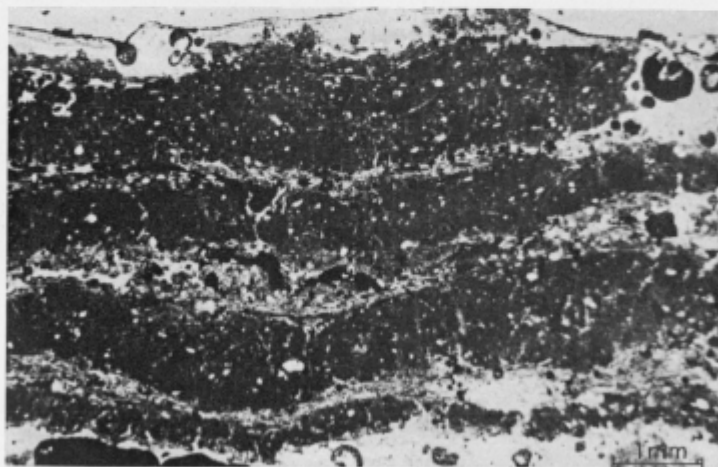
lirane vode v ultrazvoku; da bi preprečili koagulacijo, smo dodali po en cm^3 vodnega stekla.

Površinski vzorci. Tako makroskopsko opazovanje kot določitev zrnivosti in mineralne sestave kažeta, da je recentni sediment površinskega dela sečoveljskih solin homogen. To je glinasti melj (tabela 1) z dokaj konstantno vsebnostjo



Sl. 6. Algina skorja, impregnirana s sadro

Fig. 6. Algal mat impregnated by gypsum



Sl. 7. Petola — recentna stromatolitna plast iz kristalizacijskih solnih gred

Fig. 7. Petola — a recent stromatolitic algal mat from the halite crystallization pond

karbonata, ki znaša 17,7 do 23,9 ‰. S stalnim nihanjem gladine morske vode v solnih gredah se spreminja tudi meja redukcijskih in oksidacijskih pogojev. Medtem ko vsebuje temno modrikasti sivi sediment iz spodnjega dela sond precej avtigenega piritita, nastalega z aktivnostjo anaerobnih bakterij, je vrhnjih deset centimetrov sivkasto rjave barve, ker je pirit oksidiral v goethit.

Rentgenske analize kažejo, da med minerali prevladujeta kremen in nizkomagnezijev kalcit nad minerali glin (illit in klorit), v manjši meri pa so prisotni še glinenci in dolomit. Aragonit in visokomagnezijev kalcit sta prisotna le v vrhnjih desetih cm sedimenta; zaradi intenzivne diageneze prehajata oba ob prisotnosti meteorske vode že zelo zgodaj v stabilno modifikacijo nizkomagnezijskega kalcita.

Posamezne solne grede, kjer se z evaporacijo zgoščuje slanica, merijo približno 50×100 metrov in so preplavljene z morskovo vodo, globoko do 20 cm. Zelo pogosto prekrivajo gladino vode tanki filmi modrozelenih nitastih alg. Ko je pridobivanje soli prekinjeno in so solne grede prazne (sl. 3), se alge osuše v trdno skorjo, debelo nekaj mm in razpokano v poligone, velike kak decimeter (sl. 4). J. Schneider (1979) je določil v gredah z nižjo stopnjo zgostitve vrsti *Oscillatoria* in *Spirulina* kot najbolj pogostni. Izsušitvene razpoke so lepo razvite tudi na površju sedimenta brez alge skorje.

Analiza posušene alge skorje iz lokacije št. 2 (glej sl. 2) kaže enako mineralno sestavo, kakršno ima sediment neposredno pod njo. Aragonit in visokomagnezijev kalcit sta avtigena (sl. 5). Detritična zrna so bila med alge prevlekle naplavljeni ob visoki vodi ter nanosena z vetrovi; izvirajo pa iz flišne preperine in morskega blata v Piranskem zalivu. Delež karbonata v enem od preiskanih vzorcev alge skorje znaša 23,7 ‰. Negotov je zaenkrat izvor dolomita; medtem ko je v algi skorji prisoten, ga v sedimentu pod skorjo ni bilo mogoče določiti z rentgensko metodo. Možno bi bilo, da je nastanek dolomita vezan na zgodnjo diagenozo v evapornem okolju ob prisotnosti modrozelenih alg, kot to opisujeta npr. C. D. Gebelein & P. Hoffman (1973). Bolj verjetno pa je tudi dolomit detritičnega izvora. V algi skorji iz solnih gred z višjo stopnjo zgostitve slanice se poleg karbonatnih mineralov aragonita in Mg-kalcita izloča v manjših količinah tudi sadra.

Masovno se sadra izloča v solnih gredah tretje stopnje zgostitve, predno slanica prehaja v kristalizacijske grede. V polju Lera, ki ga predstavlja vzorec št. 5, nastaja sadra na celotni površini sedimenta v obdobju pridobivanja soli. Prozorni in umazano beli kristali mineraloško čiste sadre merijo do 2 mm in se med seboj preraščajo v zgubano skorjo, debelo do 0,5 cm (sl. 6). Po končani sezoni pridobivanja soli pade koncentracija soli v morski vodi v solnih gredah na normalno. Takrat se sadra popolnoma raztopi ob prisotnosti deževnice.

Iz kristalizacijskih solnih gred smo preiskali petolo in sediment pod njo (lokacija št. 6). Petola predstavlja 1 do 2 cm debelo, umetno gojeno, trdo sprijeto želatinasto preprogo modrozelenih alg, ki je črne barve in prepletena s sadro, karbonatnimi minerali ter v manjši meri z glino (sl. 7). Vloga petole je dvojna — v prvi vrsti se sol ne meša s sedimentom v podlagi, deluje pa tudi kot biološki filter, ki zadržuje vgrajevanje posameznih ionov, npr. železovih in manganovih, v halit; zato je sol izredno čista, kar je posebno važno v prehrambeni industriji. Petola mora biti čimbolj ravna, ker z nje z ustreznimi grebljicami strgajo sol

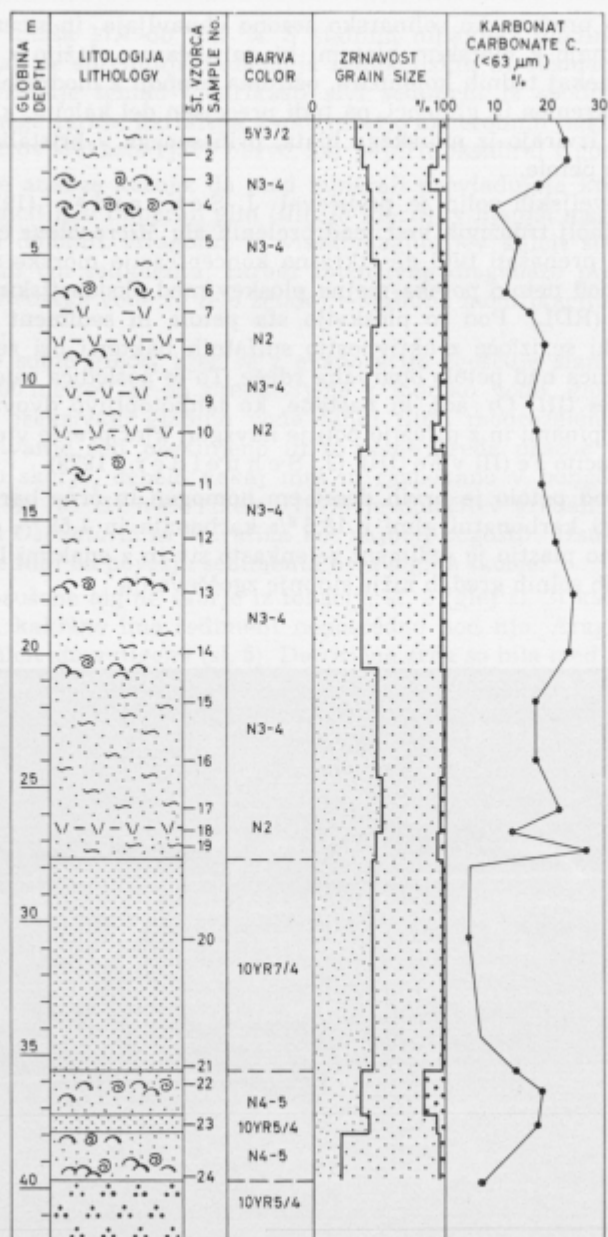
(sl. 8). Zato jo pred vsako solinarsko sezono obnavljajo, in sicer tako, da vse vdolbine izravnajo z morskim blatom, ki ga občasno vlažijo z morsko vodo. To blato se v nekaj tednih kolonizira, oziroma prepoji z modrozelenimi algami. Minerali glin, kremen in glinenci, pa tudi precejšen del kalcita, ki jih registrira analiza petole, izvirajo iz morskega blata, prinesenega v kristalizacijske grede ob obnavljanju petole.

Petolo sečoveljskih solin je preučeval J. Schneider (1979). V njej je določil eno najbolj trdoživih vrst modrozelenih alg *Microcoleus chthonoplastes*, ki je sposobna prenašati tudi desetkratno koncentracijo morske vode. Eden do tri milimetre pod petolo poteka mejna ploskev med oksidacijskim in redukcijskim okoljem (RDL). Pod to ploskvijo sta petola in sediment pod njo črna zaradi pirita, ki se izloča z aktivnostjo sulfatnih bakterij pri redukciji sadre. Lokalno je slanica nad petolo obarvana rdeče. To je posledica železovega hidroksidhidrata $[\text{Fe}_2(\text{OH})_6]^{+}$, ki nastane, ko lahkotopljivo dvovalentno železo s pornimi raztopinami in z difuzijo potuje navzgor, kjer preide v okolje z dovolj kisika za oksidacijo Fe (II) v Fe (III) (J. Schneider, 1979).

Sediment pod petolo je prvih deset cm homogen in črne barve. Po sestavi ustreza meljasti karbonatni glini z 18,5 % karbonata in 1,58 % organskega C. Pod to prehodno plastjo je sediment zelenkasto siv in z enakimi lastnostmi, kot jih ima v drugih solnih gredah nižje stopnje zgoščevanja.



Sl. 8. Spravljanje soli
Fig. 8. Gathering in of salt crop



Sl. 9. Litologija, zrnavost in vsebnost karbonata v vzorcih jedra iz vrtnice V-6/79, soline Lera

Fig. 9. Lithological composition, grain size and carbonate content of the core samples from the hole V-6/79 drilled in the Lera salt ponds

Vrtina V-6/79. Iz vrtine V-6/79 smo preiskali 24 vzorcev, ki si slede v približno enakomernih intervalih. Na globini 40 metrov je vrtina zadela na flišno podlago. Litološka in granulometrična sestava sedimenta sta prikazani na sl. 9, 10 a in 10 b, njegova mineralna sestava pa na sl. 11.

Do globine 27,5 m je sediment makroskopsko zelo homogen, brez laminacije ali plastovitosti, srednje do temno siv in dokaj visoke konsistence. Po rezanju z nožem ne spremeni oblike. Makroskopsko zaznavne spremembe v sedimentu so večja in manjša gnezda skeletov polžev in školjk ter trije šotasti vložki, ki pravzaprav predstavljajo sediment s povečano količino organskih primesi, kot so listje, korenine in stebila rastlin. V globini 8 m je šotasti vložek debel 5 do 10 cm in prav toliko v globini 11,6 m. Tretji vložek je na globini 26,5 m in je debel 60 cm; tu je vrtina zajela tudi nekaj cm debel kos stebila. Po šoti sklepamo na občasno močvirsko okolje sedimentacije v Sečoveljski dragi.

Lupine moluskov so različno velike. Prevladujejo nekaj mm do en centimeter velike tanke lupine taxodontnih školjk (npr. *Leda fragilis* in *Leda pella*) ter lupine pektenov. Bolj redke so debele lupine vrste *Cardium*, velike štiri centimetre. Poleg školjk so številni polžki, veliki do 0,5 cm; prevladujeta vrsti *Turritella* in *Gibbula*, medtem ko so skeleti ostrakodov, foraminifer, ehinodermov in serpulid manj številni ali zelo redki.

Zrnavost jedra vrtine V-6/79 je precej enotna (tabela 2 in sl. 9, 10). Razen vzorcev iz najglobljega dela vrtine štejemo vse druge vzorce v prehodno skupino melja in gline ter imajo zrnavost dva do pet μm . Čistemu melju s srednjo zrnavostjo 35 μm pripada sediment z dna vrtine na globini 39,5 metra. Delež frakcije nad 63 μm je nizek in se giblje med enim in dvema odstotkoma. Neko-liko večji je v vrhnjih treh metrih, kjer prevladujejo skeleti moluskov in listje.

Tudi mineralna sestava sedimenta iz vrtine V-6/79 je precej enotna. Med minerali sta najpogostnejša kalcit (nizkomagnezijev kalcit) in kremen. Slede minerali glin in glinenci, medtem ko so dolomit, pirit, siderit in goethit zasto-

LITOLOGIJA LITHOLOGY



Glinasti melj
Clayey silt



Lupine mehkužcev
Molluscan shells



Peščeni melj
Sandy silt



Šotasti vložek
Peatlike intercalation



Residualna glina
Residual clay



Fliš
Flysch

ZRNAVOST GRAIN SIZE



Pesek
Sand >63 μm



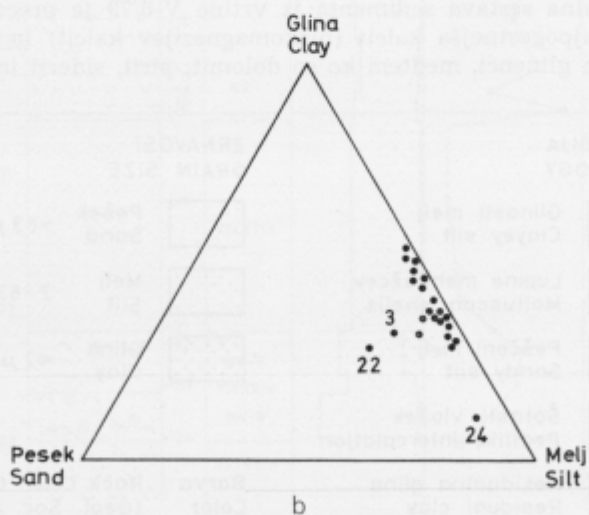
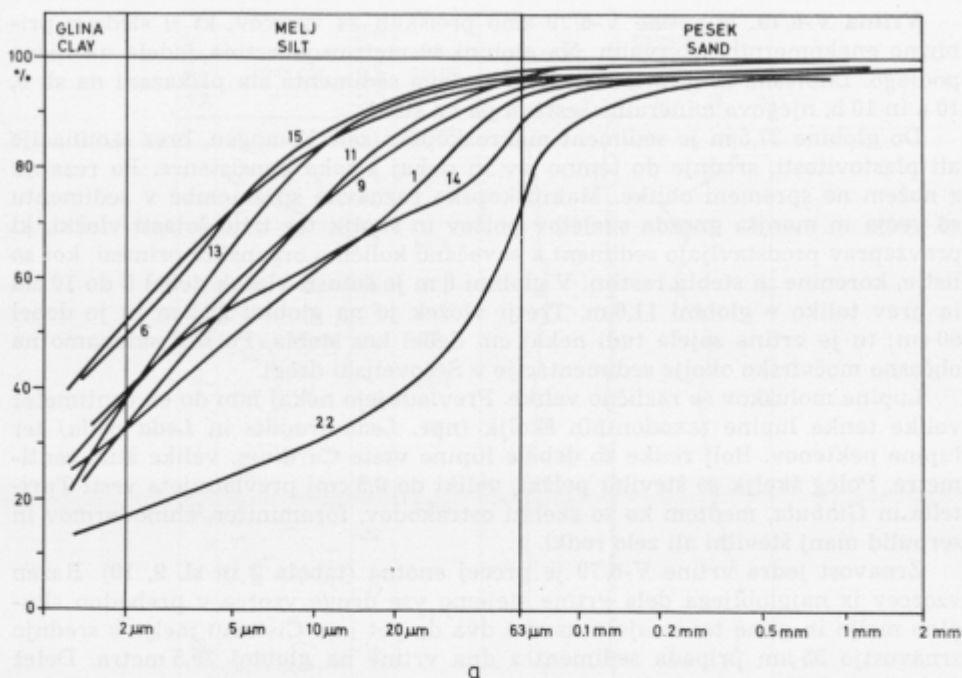
Melj
Silt 2-63 μm



Glina
Clay <2 μm

Barva
Color

Rock Color Chart
(Geol. Soc. Amer.)



Sl. 10. Krivulje zrnivosti (a) in trikomponentni diagram zrnivosti (b) recentnega sedimenta sečoveljskih solin

Fig. 10. Cumulative grain size curves (a) and three-component mixture diagram (b) of recent sediment samples from the Sečovlje salt marsh

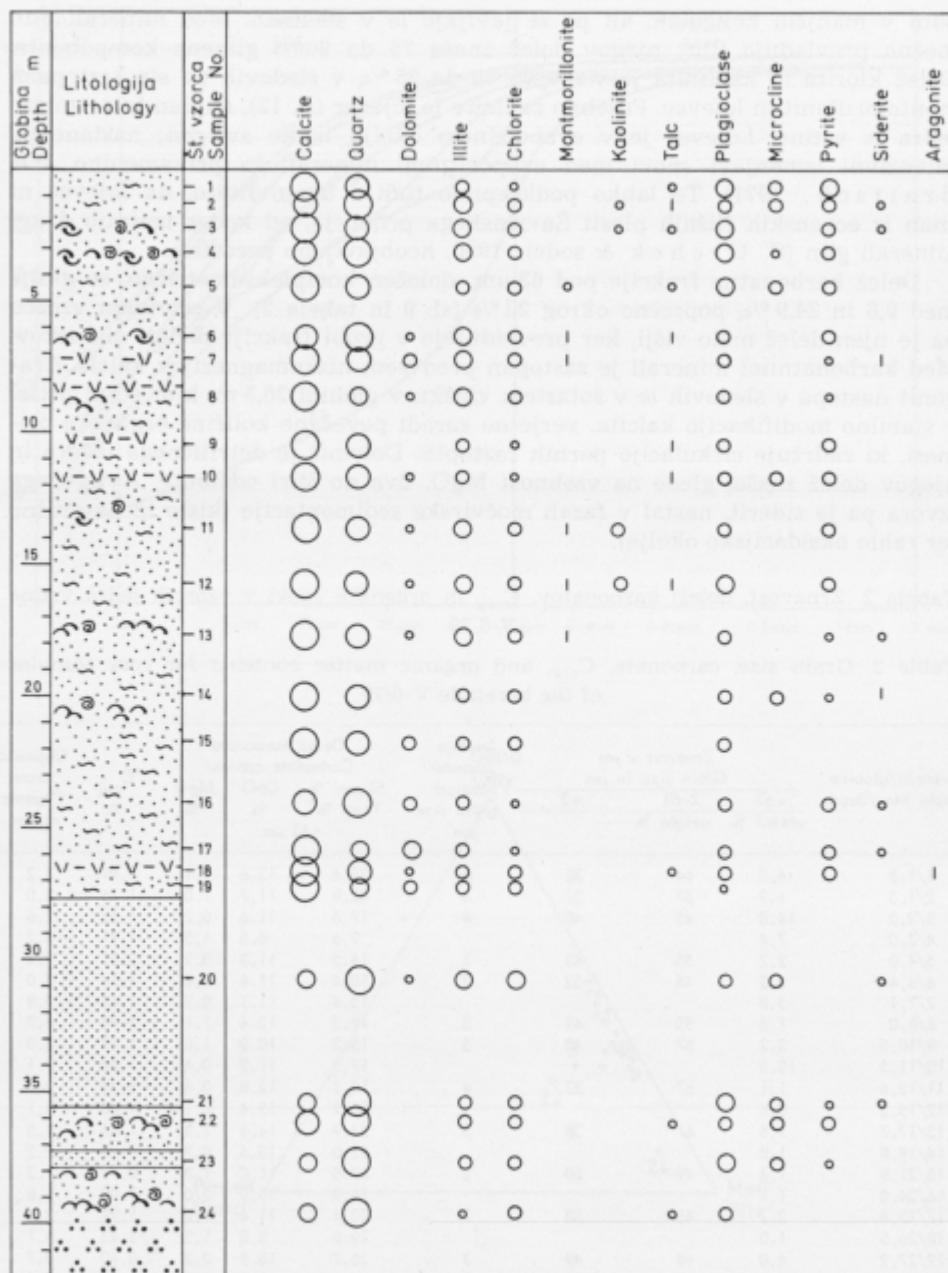
pani v manjših količinah, ali pa se pojavljajo le v sledovih. Med minerali glin močno prevladuje illit; njegov delež znaša 75 do 90 % glinene komponente. Delež klorita in kaolinita je v mejah 10 do 25 %, v sledovih pa sta zastopana montmorillonit in lojevec. Posebno zanimiv je lojevec (sl. 12), najden le v vzorcih jedra iz vrtine. Lojevec je v evaporitnem okolju lahko avtigen; nastane po intenzivni izmenjavi snovi med evaporitnimi minerali in prikamenino (O. Braitsch, 1971). To lahko podkrepimo tudi z ugotovitvijo, da lojevec ni znan iz eocenskih flišnih plasti Šavranskega primorja, od koder izvirajo drugi minerali glin (S. Orehek & sodel., 1980, neobjavljeno poročilo).

Delež karbonatne frakcije pod $63 \mu\text{m}$, določen kompleksometrično, se giblje med 9,6 in 24,9 %, poprečno okrog 20 % (sl. 9 in tabela 2). V celotnem vzorcu pa je njen delež malo višji, ker prevladujejo v grobi frakciji skeleti moluskov. Med karbonatnimi minerali je zastopan predvsem nizkomagnezijev kalcit. Aragonit nastopa v sledovih le v šotastem vložku v globini 26,5 m, kjer še ni prišel v stabilno modifikacijo kalcita, verjetno zaradi povečane količine organske primesi, ki zadržuje cirkulacijo pornih raztopin. Dolomit je detritičnega izvora in njegov delež znaša, glede na vsebnost MgO , dva do štiri odstotke. Avtigenega izvora pa je siderit, nastal v fazah močvirske sedimentacije (kislo in nevtravno ter rahlo oksidacijsko okolje).

Tabela 2. Zrnastost, deleži karbonatov, C_{org} in organske snovi v vzorcih jedra vrtine V-6/79

Table 2. Grain size, carbonate, C_{org} , and organic matter contents for core samples of the borehole V-6/79

Št.vzorca/globina Sample No./depth	Zrnavost v μm Grain size in μm			Srednja zrnavost Medium grain size μm	Delež karbonata Carbonate content			C _{org} %	Organska snov Organic matter
	>63	2-63	<2		Skupni % Total %	CaO %	MgO %		
	utežni % weight %								
1/1,3	4,0	64	32	5	22,6	13,6	1,1	1,91	3,2
2/1,5	6.9	57	37	4	22.8	11,7	1,0	1.75	3,0
3/2,2	14.8	45	40	4	17.6	11,6	0,2	1.52	2,6
4/3,0	7.4				9.6	6,5	1,5	1.91	3,2
5/4,0	2.2	55	43	3	14.5	11,3	0,2	2.01	3,4
6/6,4	2.2	46	52	2	10.4	11,4	0,2	1.74	3,0
7/7,1	5.8				15.4	11,1	0,2	1.64	2,8
8/8,0	1.6	55	42	3	19.2	12,4	1,1	2.78	4,7
9/10,5	3.2	57	40	3	15.2	10,2	1,0	1.77	3,0
10/11,5	10.5				17.3	11,2	0,4	1.80	3,1
11/13,6	1.1	67	32	4	19.1	12,8	0,6	1.20	2,0
12/15,5	0,6				10,9	13,4	0,1	1.80	3,1
13/17,7	1.5	61	38	3	24.9	14,6	1,3	1.48	2,5
14/19,8	1,8				23,0	13,6	0,7	1.28	2,2
15/21,8	1,4	49	50	2	17,0	11,0	1,3	0.79	1,3
16/24,0	1,1				16,9	10,9	2,0	1.09	1,8
17/25,8	2,2	45	53	2	20,4	11,4	1,2	1.91	3,2
18/26,5	1,0				19,9	5,8	1,2	2.43	4,1
19/27,2	4,0	48	48	3	26,7	15,9	0,2	0,40	0,7
20/30,6	4,7	53	42	3	4,4	3,8	0,1	0,22	0,4
21/35,5	0,5				13,0	9,1	0,1	0,35	0,6
22/36,5	21.8	40	38	3	18,1	11,4	0,1	0,89	1,5
23/37,5	11.4				17,9	11,3	0,1	0,68	1,2
24/38,5	8.7	74	17	35	7,1	5,5	0,1	0,30	0,5

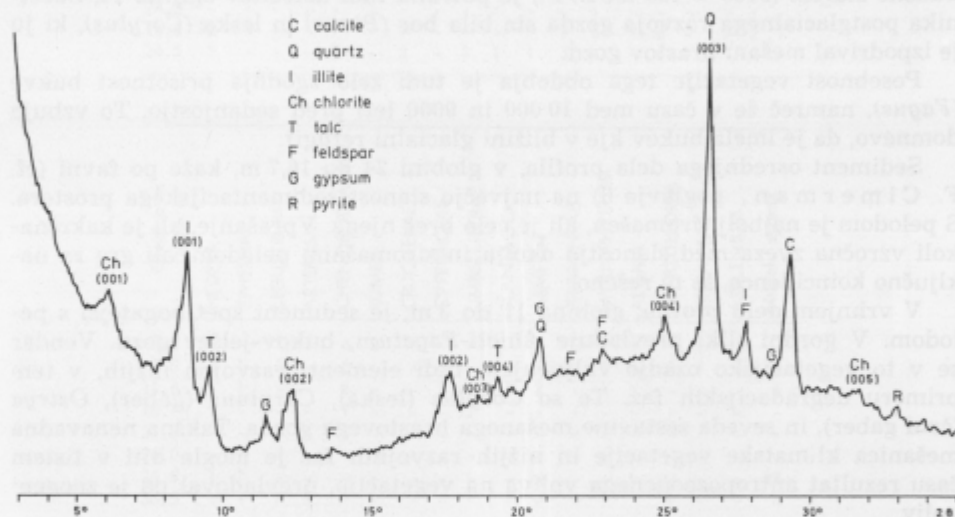


Sl. 11. Mineralna sestava vzorcev jedra iz vrtine V-6/79 v solini Lera

Fig. 11. Mineral composition of core samples from the borehole V-6/79 drilled at the Lera salt ponds

Med 27,5 in 35,5. metrom se v vrtini V-6/79 pojavlja rumenkasto siv zelo homogen in trd glinasti meljevec, ki vsebuje redke, do 0,5 cm velike kalcitne kongregacije in limonitne gruče. Kamenina je brez fosilov; po tem in po njeni litološki sestavi sklepamo, da je nastala iz flišne preperine, torej predstavlja residualni sediment iz obdobja lokalne okopnitve Sečoveljske drage. Enak meljevec je v globini med 37. in 38. metrom debel 80 cm. Delež karbonata v vzorcih residualnega sedimenta se giblje med 4 in 26 %, sicer pa ima enako mineralno sestavo kot temno sivi sediment nad njim.

Talnina recentnega sedimenta Sečoveljske drage in Piranskega zaliva sestoji iz eocenskega fliša. Vrtina V-6/79 ga je našla v globini 40 m. V flišu se menjavajo plasti kalkarenita in glinovca, debele do 15 cm. Kontakt med recentnim sedimentom in flišem je oster.



Sl. 12. Rentgenogram orientiranega preparata glinaste frakcije recentnega sedimenta; vzorec jedra iz vrtine V-6/79

Fig. 12. X-ray diffractogram of oriented preparation of clay fraction; core sample taken from the borehole V-6/79

- prevladuje - prevailing
- zelo pogost - very common
- pogost - common
- redek - rare
- zelo redek - very rare
- I sledovi - traces

Legenda k sl. 11

Explanation of fig. 11

5. Pelod v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79

Alojz Šercelj

Palinološko smo preiskali osem vzorcev jedra iz vrtine V-6/79. Globine in rezultate analiz kaže tabela 3. Pelod je v splošnem zelo siromašen, zato nismo preračunavali odstotne udeležbe posameznih taksonov, temveč navajamo absolutne vrednosti.

Gozdna vegetacija je bila vseskozi toplodobna, holocenska. To pomeni, da se je sediment v celoti odložil v postglacialu, to je v manj kot 10 000 letih.

V vzorcih iz globine 36,5 do 26,5 m prevladujejo značilni predstavniki mešanega hrastovega gozda (QM): *Quercus* (hrast), *Tilia* (lipa), *Ulmus* (brest). Ta gozdna faza je tipična vegetacija zgodnjega holocena, preboreala in boreala. Takšno starost (9160 ± 120 let B. P.) je potrdila tudi določitev ogljika-14. Začetnika postglacialnega razvoja gozda sta bila bor (*Pinus*) in leska (*Corylus*), ki ju je izpodrival mešani hrastov gozd.

Posebnost vegetacije tega obdobja je tudi zelo zgodnja prisotnost bukke (*Fagus*), namreč že v času med 10 000 in 9000 leti pred sedanostjo. To vzbuja domnevo, da je imela bukev kje v bližini glacialni refugij.

Sediment osrednjega dela profila, v globini 24 do 16,7 m, kaže po favni (cf. F. Cimerman, poglavje 6) na največjo slanost sedimentacijskega prostora. S pelodom je najbolj siromašen, ali je celo brez njega. Vprašanje, ali je kakršnakoli vzročna zveza med slanostjo okolja in siromašnim pelodom, ali gre za naključno koincidenco, še ni rešeno.

V vrhnjem delu profila, globina 11 do 3 m, je sediment spet bogatejši s pelodom. V gozdni sliki prevladuje *Abieti-Fagetum*, bukov-jelšev gozd. Vendar se v to vegetacijsko ozadje vključujejo tudi elementi razvojno nižjih, v tem primeru degradacijskih faz. To so *Corylus* (leska), *Carpinus* (gaber), *Ostrya* (črni gaber), in seveda sestavine mešanega hrastovega gozda. Takšna nenavadna mešanica klimatske vegetacije in nižjih razvojnih faz je mogla biti v tistem času rezultat antropozoogenega vpliva na vegetacijo, prevladoval pa je zoogeni vpliv.

Prvi opazni val antropozoogenega vpliva na vegetacijo v Istri lahko pripisujemo, tako kot v Sloveniji, času in kulturi castellierov, istrskim ekvivalentom naših gradišč v hallstattski dobi. Vendar je tedaj prevladoval še zoogeni vpliv in bi zato ta vrhnji del profila od 11 do 3 m globine okvirno postavili v čas pred približno 3000 leti.

Drugi, močnejši val izrazito antropogenega vpliva na vegetacijo in neposrednih dokazov človekovega delovanja, tako imenovanih »indikatorjev kulture«, kot so žita, oreh (*Juglans*), kostanj (*Castanea*) in drugi, se je začel po H. J. Beugu (1977) šele z rimsko poselitvijo Istre, to je pred malo več kot 2000 leti. Ta faza pa v preiskanem delu profila ni več zastopana. Verjetno je delta Dragonje tedaj že prekopnela ali pa je kasnejša solinarska dejavnost bistveno spremenila sedimentacijsko okolje.

V našem primeru imamo očitno opravka samo s prvim antropozoogenim valom iz časa castellierov. Pelodna slika kaže, da degradacija gozda še ni bila tako izrazita, in tudi neposrednih rastlinskih spremljevalcev človeka v rimskih časih še ni bilo. Tako lahko rečemo, da se pelodna slika zabriše v globini treh metrov v času med 3000 in 2000 leti.

Tabela 3. Pelod v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79
 Table 3. Pollen in the core samples from the borehole V-6/79

Globina m Depth m	PINUS	PICEA	ABIES	JUNIFERUS	BETULA	ALNUS	CORYLUS	CARPINUS	OSTRYA	ACER	QUERCUS	TILIA	ULMUS	FRAXINUS	FAGUS	SALIX	RHAMNACEAE	VITIS	CORNUS
3.8	2	4	7	-	2	8	7	13	5	3	7	-	6	1	45	2	1	2	-
7.8	3	4	13	-	-	1	3	3	-	1	2	1	1	-	15	2	-	-	-
11.6	-	2	6	-	-	5	13	12	3	-	11	2	1	-	30	-	1	-	-
16.7	1	-	-	2	-	-	5	1	1	-	6	-	3	-	3	-	-	-	-
21.8	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.5	12	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	9	3	-	6	-	-	2	1
36.5	1	-	-	-	2	-	5	-	1	1	1	2	-	-	4	-	-	-	-

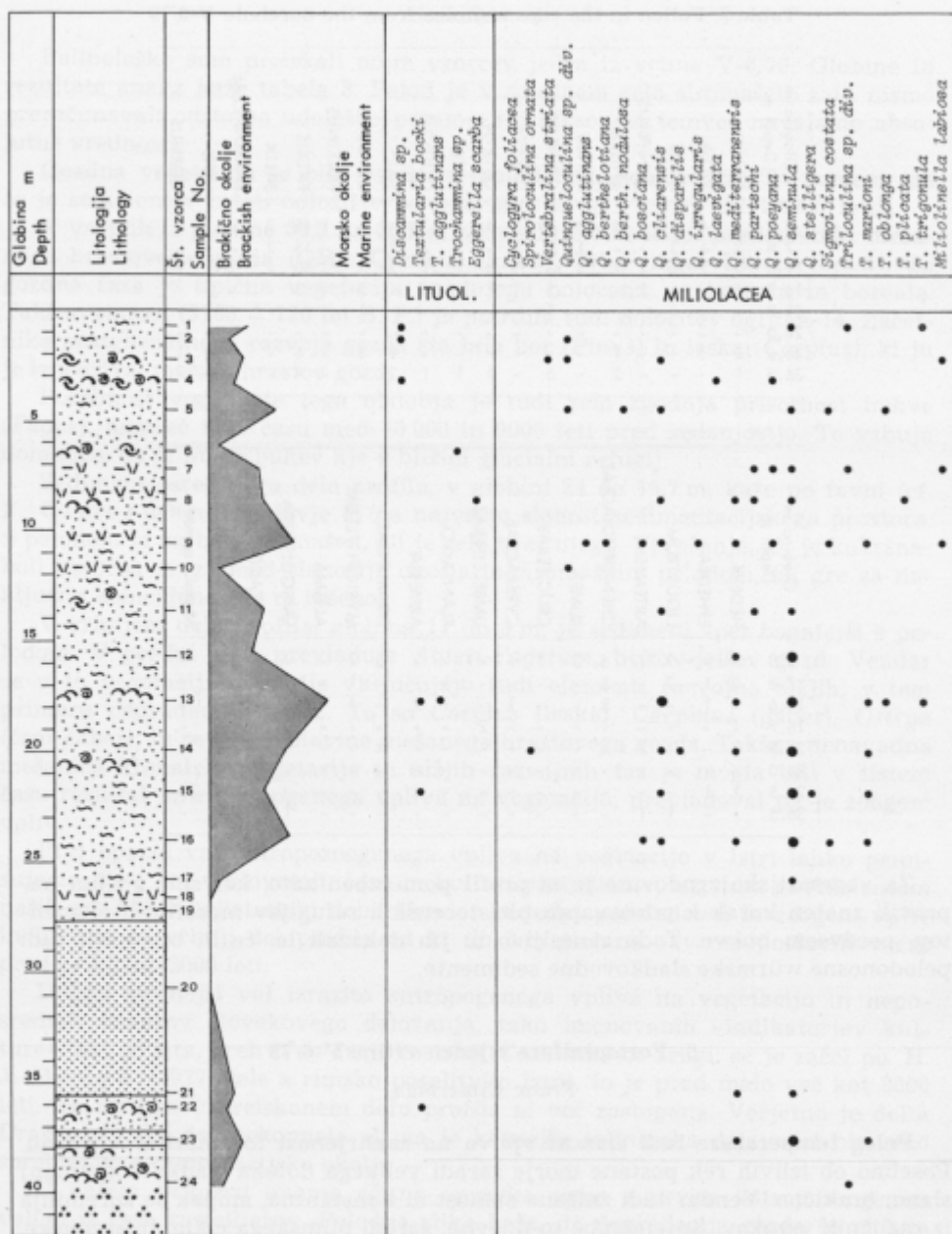
Globina m Depth m	HERA	EPHEDRA	LIGULSTRUM	ARTEMISIA	CHENOPODIACEAE	RUMEX	CRUCIFERAE	CYPERACEAE	UMBELLIFERAE	PLANTAGO	ARBERIA	GRAMINEAE	MYRIOPHYLLUM	ALISMA	SANGUISORBA	ERICACEAE	ASPLENIUM	Monol. sporeae
3.8	-	-	1	1	6	2	1	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-
7.8	3	1	2	-	5	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-
11.6	-	1	-	-	8	-	-	1	-	1	2	-	1	-	-	-	-	6
16.7	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
36.5	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Za vegetacijsko zgodovino je ta profil pomemben zato, ker smo z njim napravili znaten korak k poznavanju pleistocenskih refugijev mezofilnih elementov, predvsem bukve. Toda zanesljivo bi jih dokazali le, če bi bili našli tudi pelodonosne würmske sladkovodne sedimente.

6. Foraminifere v jedru vrtine V-6/79

Franz Cimerman

Poleg temperature tudi slanost vpliva na razširjenost foraminifer v morju. Posebno ob izlivih rek postane morje zaradi velikega dotoka sladke vode manj slano, brakično. Vendar tudi znižana slanost ni konstantna, ampak se spreminja iz različnih vzrokov. Spremembe so dnevne, zaradi plimskega cikla, in sezone, odvisne tudi od vremenskih razmer, npr. od množine padavin, vetra, zračne temperature itd. (A. Remane & C. Schlieper, 1971). Med foraminiferami je malo evrihalinih vrst, ki so sposobne prenesti hitre in ostre spremembe



Sl. 13. Združba foraminifer, določena v vzorci jedra vrtine V-6/79

Fig. 13. Depth distribution of foraminifers determined from the borehole V-6/79

Globina Depth					
		<i>Lagena cligata</i> <i>L. perfracta</i> <i>L. substriata</i> <i>L. vulgaris</i> <i>Pisumina laevigata</i>	<i>Botulina</i> sp. div. <i>B. pseudoplicata</i> <i>B. striatula</i> <i>B. varidictis</i> <i>Bulinna</i> sp. div. <i>B. aculeata</i> <i>B. elongata</i> <i>Seneselia spinulosa</i>	<i>Ammonia planidorea</i> <i>Rosalina bradyi</i> <i>R. globularis</i> <i>Asterigerinata mamilla</i>	<i>Ammonia beccarii beccarii</i> <i>A. beccarii tepida</i> <i>A. parkinsoniana</i> <i>Elphidium</i> sp. div. <i>E. advenum</i> <i>E. crispum</i> <i>E. macellum</i> <i>Cribroelphidium</i> sp. div. <i>C. excavatum</i>
		NODOSAR.	BULIMINACEA	DISCORB.	ROTALIACEA
					CASSIDUL.
1			•	••	••
2				••	••
3				••	••
4			•	••	••
5	•		•	•	••
6				••	••
7			•	••	••
8	•	•		•	••
9		•	•	•	••
10				•	••
11	•	•	•	•	••
12		•	•	••	••
13	••	••	•	••	••
14	•	•	•	••	••
15		•	••	•	••
16	••	••	•	••	••
17		•	•	••	••
18				••	••
19				••	••
20				•	•
21			•	••	••
22				••	••
23				••	••
24				•	•

- posamezni primerki — few specimens
- močno zastopana vrsta — common
- prevladuje — prevailing

Tabla 1 — Plate 1

- 1 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), dorzalna stran — dorsal view, 0,35 mm
- 2 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), ventralna stran — ventral view, 0,36 mm
- 3 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), ustna stran — apertural view, 0,34 mm
- 4 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), dorzalna stran — dorsal view, 0,39 mm
- 5 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), ventralna stran — ventral view, 0,34 mm
- 6 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), ustna stran — apertural view, 0,32 mm
- 7 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), umbilikus — umbilicus, 0,12 mm
- 8 *Aubignyna planidorso* (Atkinson), dorzalna stena, detajl — dorsal wall, detail, 0,18 mm

Vsi posnetki so bili napravljeni v Laboratoriju za rastrsko elektronsko mikroskopijo Geološko paleontološkega inštituta univerze v Baslu.

All photos taken by Labor für Raster-elektronenmikroskopie, Universität Basel, Geologisch-paläontologisches Institut.

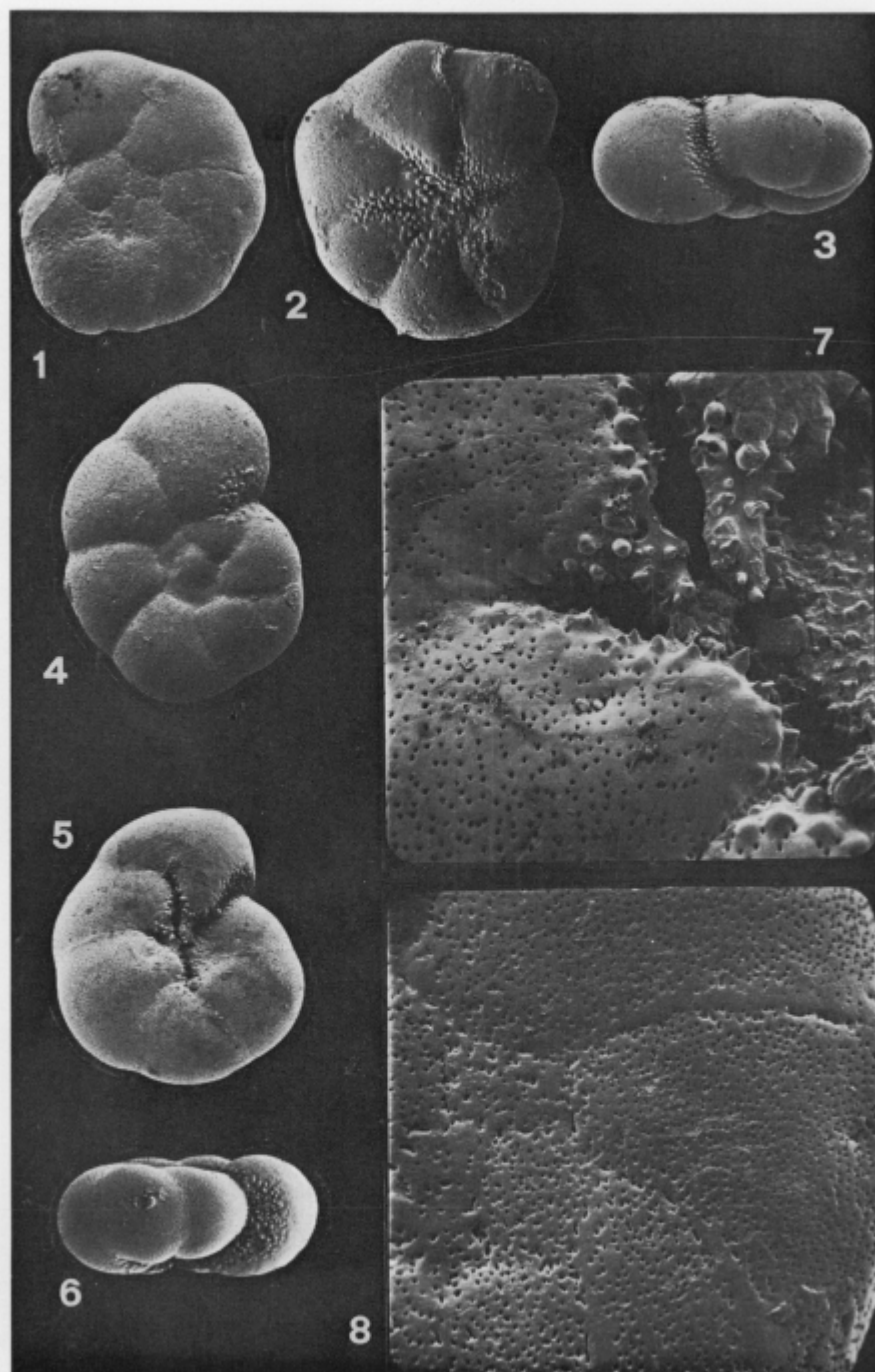
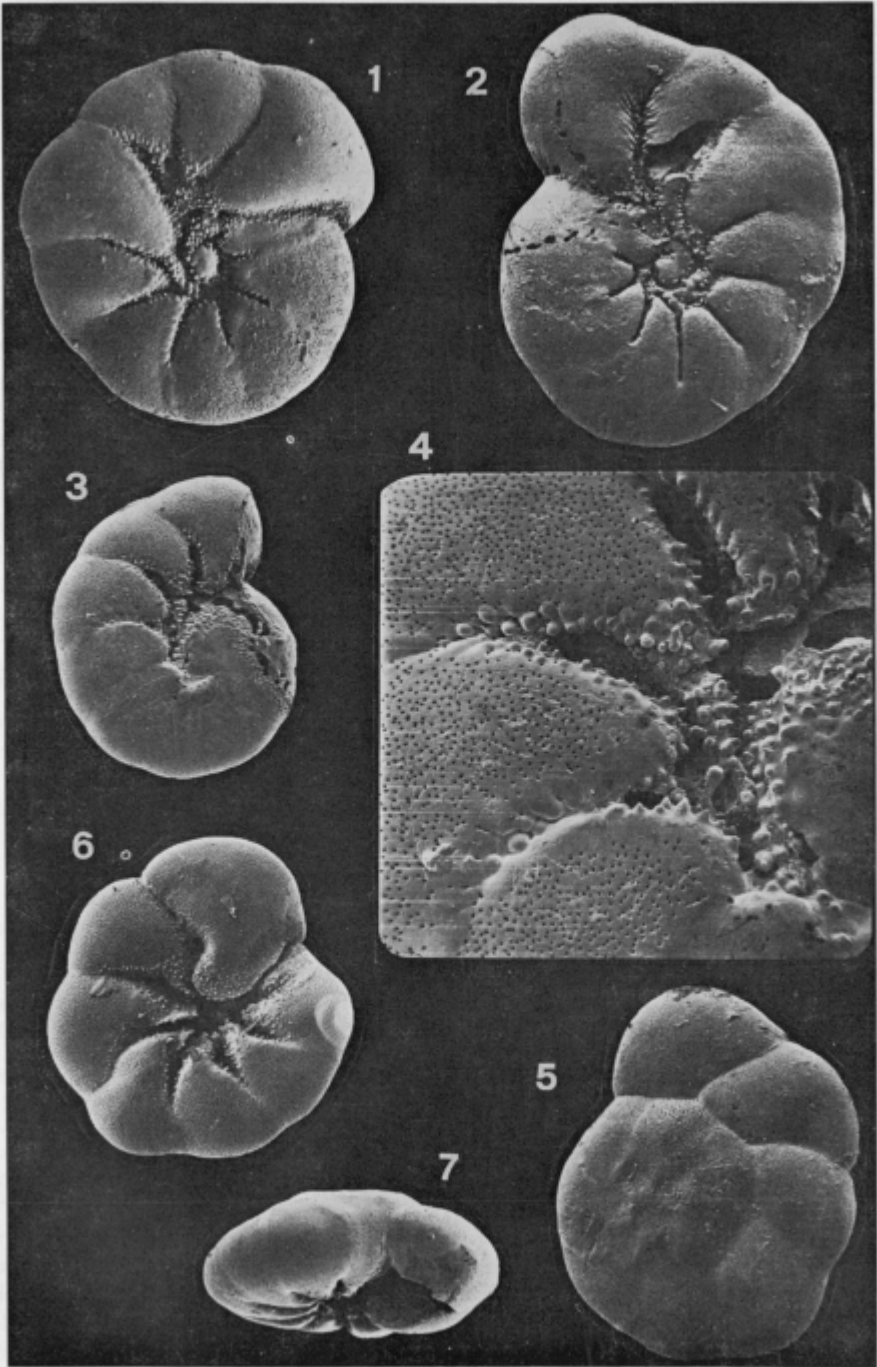


Tabla 2 — Plate 2

- 1 *Cribroelphidium* sp., 0,45 mm
- 2 *Cribroelphidium* sp., 0,53 mm
- 3 *Cribroelphidium* sp., 0,37 mm
- 4 *Cribroelphidium* sp., umbilicus — umbilicus, 0,18 mm
- 5 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. *tepida* (Cushman), dorzalna stran — dorsal view, 0,46 mm
- 6 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. *tepida* (Cushman), ventralna stran — ventral view, 0,41 mm
- 7 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. *tepida* (Cushman), ustna stran — apertural view, 0,34 mm



slanosti. V relativno stalnem morskem okolju opazujemo pri foraminiferah, kot tudi pri drugih organizmih, veliko raznolikost vrst ob majhnem številu osebkov posameznih vrst. Nasprotno pa se na spremenljivo brakično okolje prilagodi malo vrst; vendar nekatere od njih nastopajo množično, ker zavzemajo življenjski prostor stenohalinih vrst, ki ne prenesejo velikih sprememb slanosti. Tako je lahko celotna biomasa foraminifer v brakični vodi celo večja kot v morskem okolju. Velikost foraminifernih hišic je v brakični vodi navadno reducirana, hišice so nežne, njihove stene presevne in manj skulpturirane. Od foraminifer z apnenčavo hišico sodijo med izrazito evrihaline oblike, ki prenesejo zmanjšano slanost, rodovi iz družin Rotaliidae, Elphidiidae in Nonionidae (*Ammonia*, *Elphidium*, *Criboelphidium*, *Nonion* itd.) ter rodovi iz naddružine Miliolacea. Od foraminifer z aglutinirano hišico pa sodijo sem rodovi *Ammobaculites*, *Haplophragmoides*, *Miliammina* in *Trochammina*. Prvi je preučeval foraminifere iz brakičnih vod H. B. Brady et al. (1870). Pozneje so jih raziskovali še mnogi avtorji. J. in Y. Le Calvez (1951) sta preučevala foraminifere iz obmorskih močvirij v južni Franciji in podala tudi kratek zgodovinski pregled teh raziskav.

Leta 1978 smo določili foraminiferno favno v vzorcu recentnega sedimenta iz Piranskega zaliva, kjer se morska voda meša s sladko (F. Cimerman & K. Drobné 1978, 10, rokopisno poročilo). Vzorec je bil vzet blizu lokacije vrtine V-6/79. Prevladujeta dve vrsti: *Ammonia beccarii beccarii* in *Elphidium crispum*, ki sestavljata skoraj 100 % vse foraminiferne favne.

Iz profila vrtine je bilo vzetih 24 vzorcev. Za analizo smo pripravili po en cm³ izpranega sedimenta frakcije 0,1 do 2 mm. Iz njega smo separirali foraminiferne hišice po metodi flotacije v ogljikovem tetrakloridu. Foraminiferno favno smo obdelali kvalitativno. Določili smo 59 vrst, ki pripadajo 25 rodovom in 7 naddružinam. Slika 13 kaže združbo foraminifer, razporeditev vrst po vzorcih in njihovo pogostnost. Ločili smo tri stopnje pogostnosti: 1. posamezni primerki (do deset hišic), 2. močno zastopana vrsta (nad deset primerkov, vendar ne prevladuje), 3. prevladujoča vrsta (po ocenitvi predstavlja 70 % vse foraminiferne favne).

Pregled favne po naddružinah:

Lituolacea: le posamezni primerki.

Miliolacea: Po številu vrst je ta naddružina najštevilnejša, vendar je primerkov posameznih vrst malo. Izjema sta le *Quinqueloculina cliarensis* v vzorcu 13 in *Q. seminula* v vzorcih 12, 13, 14, 15, 23; njuni primerki so številni.

Nodosariacea: le posamezni primerki petih vrst.

Buliminacea: le posamezni primerki.

Discorbacea: Pri tej naddružini, ki jo zastopajo trije rodovi, je zanimiva *Aubignyna planidors* (Atkinson), ki se povsod pojavlja s številnimi primerki (tabla 1). V Jadranskem morju je v Limskem kanalu našel C. H. v. Daniels (1970, 85) vrsto *Aubignyna cf. mariei* Margerel. Rod *Aubignyna* in vrsto *A. mariei*, kot genotipično, je opisal J. P. Margerel (1970, 58) iz pliocen-skega laporja v pokrajini Manche v Franciji, kjer nastopa v združbi z rodovoma *Fujassina* (Elphidiidae) in *Taxiella* (Rotaliidae), ter vrsto *Quinqueloculina cliarensis*. M. Rosset-Moulinier (1972, 166) je določila med foraminiferami

priobalnega morja severne in zahodne Bretanije vrsto *Buccella planidorso* (Atkinson). Vsi trije avtorji, Daniels, Margerel in Rosset-Moulinier so objavili tudi slike, zato smo njihove vrste lahko primerjali med seboj. Ugotovili smo, da pripadajo vse rodu *Aubignyna* Margerel. Rod *Buccella* (Loeblich in Tappan, 1964, C 575) ima na obodu hišice gredelj in torej ne pride v poštev. Hišica vrste *B. planidorso* v delu Rosset-Moulinier (1972, tab. 12, sl. 1—5) ima namreč obod gladko zaobljen in pripada rodu *Aubignyna* Margerel. Zdi se, da tudi Danielsova *A. cf. mariei* iz Limskega kanala sodi k vrsti *A. planidorso* (Atkinson). V to naddružino spada družina Discorbidae, ki jo zastopajo posamezni primerki naslednjih vrst: *Rosalina bradyi*, *Rosalina globularis* in *Asterigerinata mamilla*. Te vrste so najbolj morske in jih redko najdemo v brakični vodi.

Rotaliacea: Trije rodovi te naddružine imajo daleč največjo populacijo; to pomeni, da njeni predstavniki najbolj prenašajo zmanjšano slanost. *Ammonia beccarii tepida* prevladuje v 11 vzorcih, v sedmih pa je močno zastopana. Primerki *A. beccarii* so v vzorcu 9 številni, drugod pa redki. Od rodu *Elphidium* je le *E. crispum* ponekod močno zastopan, sicer pa smo našli le posamezne primerke. Med oblikami rodu *Criboelphidium* smo lahko določili le vrsto *C. excavatum*. Ostale navajamo pod skupnim imenom *Criboelphidium* sp. div. (tabla 2). Rod *Criboelphidium* je v vseh vzorcih močno zastopan in je skupaj z vrstama *Aubignyna planidorso* in *Ammonia beccarii tepida* (tabla 2) posebej značilen za foraminiferno združbo.

Cassidulinacea je zastopana sporadično s posameznimi primerki rodov *Fursenkoina*, *Nonion* in *Nonionella*.

7. Geokemija organske snovi v jedru vrtine V-6/79

Jadran Faganeli

Analizne metode. Za analizo vsebnost organskega ogljika in dušika smo od grobega vzorca (0,5 do 1 kg) oddvojili z liofiliziranjem 100 do 200 g sedimenta. Oddvojene vzorce smo sušili z liofiliziranjem približno 48 ur. Sušene vzorce smo nato uprašili in homogenizirali ter sejali skozi 250 μ m sito, tako da je najmanj 90 % sedimenta prešlo skozi sito.

Za analizo organskega ogljika v sedimentu smo uporabili suhi sežig v kisikovi atmosferi pri temperaturi 650 °C (J. G. Konrad et al., 1970) v Colemanovem C, H analizatorju; sam sežig je trajal približno 8 minut. Pri tej sežigni temperaturi karbonati ne razpadajo, kar smo večkrat testirali s sežigom kalcita.

Celokupno organsko snov smo preračunavali iz vsebnosti organskega ogljika z uporabo razmerja med celokupno organsko snovjo in organskim ogljikom 1,7 (P. D. Trask & H. W. Patnode, 1942).

Za analizo celokupnega dušika v sedimentu smo uporabili mikro-Dumasovo metodo suhega sežiga v Colemanovem N analizatorju (D. R. Keeney & J. M. Bremner, 1967) pri temperaturi 900 °C. Tako določeni celokupni dušik v sedimentu vsebuje organsko vezani dušik, neizmenljivi amonijev ion v mreži

Tabela 4. Geokemična analiza organske snovi v jedru vrtine V-6/79

Globina Depth m	Org. C %	Celokupni N Total N %	Org. N %	Neizmenljivi NH_4^+-N Fixed NH_4^+-N ppm	% N_{tot}
0	0.79	0.28	0.25	241	8.8
1.3	1.91	0.16	0.12	366	22.9
1.5	1.75	0.39	0.34	405	10.4
2.2	1.52	0.10	0.08	146	14.6
3.0	1.91	0.11	0.07	324	29.5
3.8	1.80	0.08	0.02	551	68.9
4.0	2.00	0.08	0.03	418	52.3
5.2	1.62	0.15	0.13	197	13.1
6.4	1.74	0.18	0.13	508	28.2
7.1	1.64	0.25	0.20	413	16.5
8.0	2.78	0.33	0.28	478	14.5
9.5	1.20	0.13	0.08	450	34.6
10.5	1.77	0.28	0.23	439	15.7
11.5	1.80	0.06	0.03	276	16.0
13.6	1.20	0.17	0.14	338	19.9
14.6	1.45	0.15	0.09	550	36.7
15.5	1.80	0.56	0.51	408	7.3
16.7	1.61	0.24	0.20	379	15.8
17.7	1.48	0.06	0.04	329	54.8
18.5	1.68	0.18	0.15	293	16.3
18.8	1.69	0.10	0.05	324	32.4
19.8	1.28	0.29			
20.8	1.45	0.09	0.02	646	71.8
21.8	0.79	0.52	0.48	283	5.4
22.8	1.01	0.22	0.18	349	15.9
24.0	1.09	0.26	0.21	399	15.3
25.8	1.91	0.25	0.21	382	15.3
26.5	2.43	0.38	0.32	524	13.8
27.2	0.40	0.25	0.20	441	17.6
30.6	0.22	0.18	0.13	339	22.1
35.5	0.35	0.29	0.25	384	13.2
36.5	0.89	0.36	0.33	277	7.7
37.5	0.68	0.49	0.46	238	4.9
38.5	0.30	0.18	0.15	233	12.9

silikatnih mineralov ter izmenljivi amonijev, nitritni in nitratni ion. Sežig organske snovi za analizo organskega ogljika in celokupnega dušika smo testirali s sežigom acetanilida (z utežnim razmerjem C/N 6, 8).

Neizmenljivi amonijev ion smo določevali tako, da smo vzorec sedimenta najprej razklopili z raztopino KOB_r ter nato z zmesjo HF in HCl (J. A. Silva & J. M. Bremner, 1966). Sproščeni amoniak smo določevali z destilacijo z vodno paro po J. M. Bremnerju & D. R. Keeneyu (1965).

Izmenljivi amonijev, nitritni in nitratni ion smo iz sedimenta ekstrahirali z raztopino KCl. Sproščeni amoniak smo določevali z destilacijo z vodno paro. Nitritni in nitratni ion smo najprej reducirali z Dewardovo zlitino v amonijev ion, ki smo ga nato določevali po opisanem postopku (J. M. Bremner & D. R. Keeney, 1965).

Table 4. Geochemical analysis of organic matter in the core samples from the borehole V-6/79

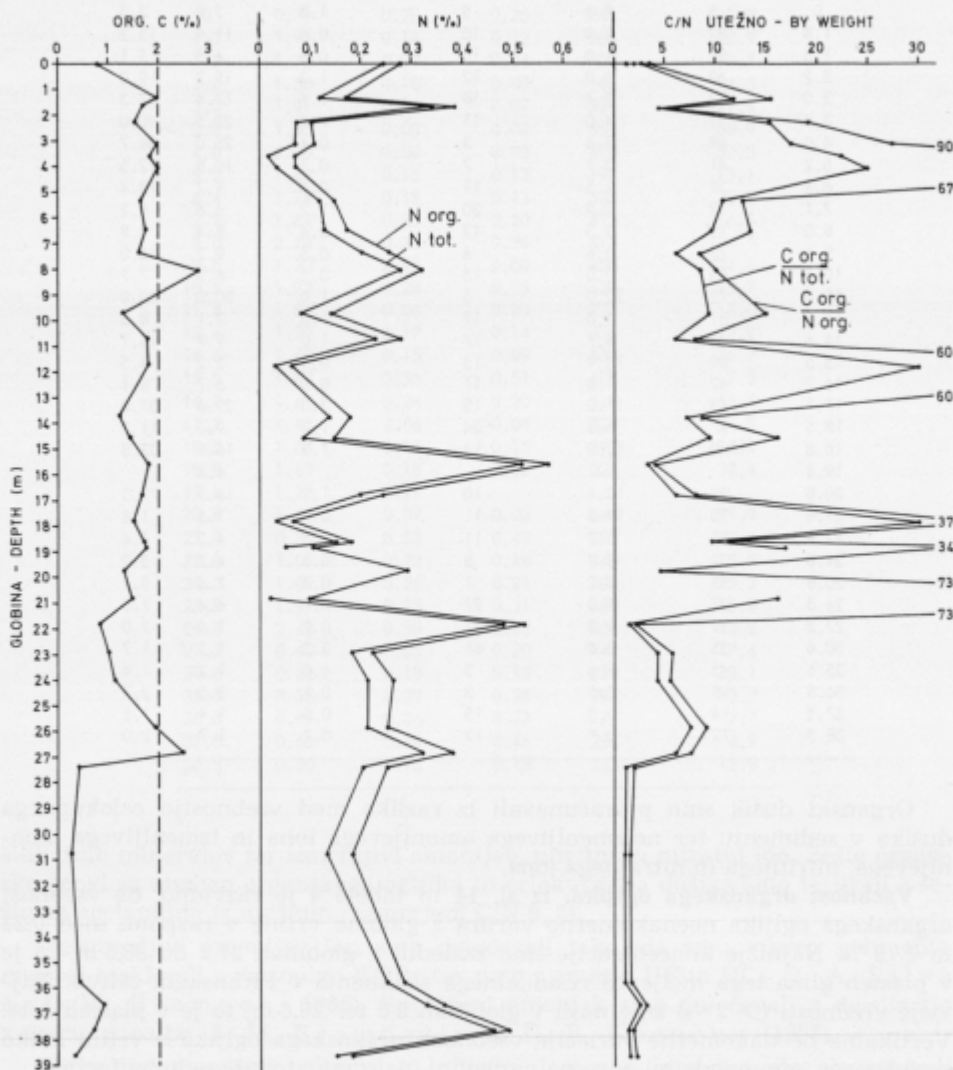
Globina Depth m	Izmenljivi NH_4^+-N Exchangeable NH_4^+-N ppm	NH_4^+-N % N tot.	Izmenljivi $\text{NO}_2^--\text{N}+\text{NO}_3^--\text{N}$ Exchangeable $\text{NO}_2^--\text{N}+\text{NO}_3^--\text{N}$ ppm	$\text{NO}_2^--\text{N}+\text{NO}_3^--\text{N}$ % N tot.	$\frac{\text{C}_{\text{org.}}}{\text{N}_{\text{tot.}}}$	$\frac{\text{C}_{\text{org.}}}{\text{N}_{\text{org.}}}$
0	5	1.8	5	1.8	2.8	3.2
1.3	32	2.0	10	0.6	11.9	15.3
1.5	52	1.3	15	0.4	4.5	5.1
2.2	60	6.0	12	1.2	15.2	19.0
3.0	37	3.4	18	1.6	17.4	27.3
3.8	32	4.0	11	1.4	22.5	90.0
4.0	69	8.6	3	0.4	25.0	66.7
5.2	41	2.7	7	0.5	10.8	12.5
6.4	27	1.5	11	0.6	9.7	13.4
7.1	72	2.9	30	1.2	6.6	8.2
8.0	75	2.3	12	0.4	8.4	9.9
9.5	73	5.6	6	0.5	9.2	15.0
10.5	55	2.0	15	0.5	6.3	7.7
11.5	72	12.0	6	1.0	30.0	60.0
13.6	51	3.0	17	1.0	7.1	8.6
14.6	71	4.7	17	1.0	9.7	16.1
15.5	89	15.9	15	0.3	3.2	3.5
16.7	42	1.8	11	0.5	6.7	8.1
17.7	63	11.0	18	3.0	29.6	37.0
18.5	87	4.8	24	1.3	9.3	11.2
18.8	120	12.0	13	1.3	16.9	33.8
19.8					4.4	
20.8	94	10.4	10	1.1	16.1	72.5
21.8	90	17.3	11	0.2	1.5	1.6
22.8	71	3.2	11	0.5	4.2	5.6
24.0	102	3.9	8	0.3	4.2	5.2
25.8	55	2.2	7	0.3	7.6	9.1
26.5	77	2.0	27	0.7	6.4	7.6
27.2	32	1.3	17	0.7	1.6	2.0
30.6	55	3.0	61	3.3	1.2	1.7
35.5	45	1.6	3	1.0	1.2	1.4
36.5	18	0.5	3	0.1	2.5	2.7
37.5	14	0.3	15	0.3	1.4	1.5
38.5	12	0.7	12	0.7	1.7	2.0

Organski dušik smo preračunavali iz razlike med vsebnostjo celokupnega dušika v sedimentu ter neizmenljivega amonijevega iona in izmenljivega amonijevega, nitritnega in nitratnega iona.

Vsebnost organskega ogljika. Iz sl. 14 in tabele 4 je razvidno, da vsebnost organskega ogljika neenakomerno variira z globino vrtnice v razponu med 0,22 in 2,78 %. Najnižje koncentracije smo zasledili v globinah 27,2 do 38,5 m, to je v plasteh glinastega meljevca residualnega sedimenta v Piranskem zalivu. Najvišje vrednosti (> 2 %) smo našli v globinah 8,0 ter 26,6 m, to je v plasteh šote. Vertikalne neenakomerne variacije vsebnosti organskega ogljika v vrtnici lahko razložimo s spremembami v rečni naplavin, oziroma stopnji sedimentacije.

Vsebnost celokupne organske snovi v sedimentu variira med 0,4 in 4,7 %. Preračunavali smo jo iz vsebnosti organskega ogljika z uporabo pretvorbenega faktorja 1,7, čeprav bi bilo mogoče za globlji in starejši sediment bolj upravičeno uporabljati nižji faktor (mogoče 1,3: S. C. Rittenberg in sod., 1963).

Vsebnost organskega dušika. Vsebnost celokupnega dušika v jedru vrtine V-6/79 prav tako neenakomerno variira z globino v razponu med 0,06 ter 0,56 ‰ (sl. 14, tabela 4). Dobršen delež celokupnega dušika odpade na neizmenljivi amonijev ion (146 do 646 ppm), ki je v razponu 5,4 do 71,8 ‰ celokupnega dušika in je vključen v kristalne mreže mineralov glin.



Sl. 14. Globinska porazdelitev organskega ogljika, celokupnega in organskega dušika ter razmerje C/N v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79

Fig. 14. Depth distribution of organic carbon, total and organic nitrogen, and C/N ratio in the core samples from the borehole V-6/79

Izmenljivega amonijevega iona je precej manj (5 do 120 ppm, 1,3 do 15,9 ‰ celokupnega dušika), še manj pa je izmenljivega nitritnega in nitratnega iona (3 do 30 ppm), ki redkokdaj preseže 2 ‰ celokupnega dušika v sedimentu. Uporabljena metoda sušenja vzorcev z liofiliziranjem zagotavlja verodostojnost rezultatov, s sušenjem pri povišani temperaturi pa bi izgubili dobršen del izmenljivih ionov.

Visoke vrednosti neizmenljivega amonijevega iona, ki smo jih našli v vrtini, so tipične za illitne minerale (F. J. Stevenson & C. N. Cheng, 1972), ki sicer prevladujejo med minerali glin v jedru vrtine.

Koncentracije organskega dušika v sedimentu vrtine V-6/79, izračunane iz razlike med celokupnim dušikom ter neizmenljivim amonijevim ionom, izmenljivim amonijevim, nitritnim in nitratnim ionom, so precej nižje od vrednosti celokupnega dušika, kar zavrača trditev, da je dušik v sedimentih izključno, oziroma večidel organsko vezan. Najnižje vrednosti organskega dušika so v globinah 3,8 do 4,0 m (0,02 do 0,03 ‰), 11,5 m (0,03 ‰), 20,8 m (0,02 ‰). V istih globinah je tudi razmerje C_{org}/N_{org} najvišje, kar se ujema z območji zmanjšane brakičnosti, oziroma z nastopom morskega okolja. Nizke vsebnosti organskega dušika, oziroma visoka razmerja C_{org}/N_{org} , v teh globinah lahko razložimo s hitrejšo razgradnjo organskih dušikovih spojin (npr. deaminacija beljakovinskih snovi) ob nastopu morskega okolja. Nizko razmerje C/N smo našli predvsem v globinah 30,6 do 38,5 m, kjer so nizke koncentracije organskega ogljika. Nizka razmerja C/N so v glavnem pripisovali povišani vsebnosti neizmenljivega amonijevega iona (F. J. Stevenson & C. N. Cheng, 1972). V nasprotju s tem pa naši rezultati kažejo na relativno povečanje organskega dušika glede na organski ogljik v toku diagenetskih procesov v tej plasti verjetno zaradi adsorpcije organskih dušikovih spojin na minerale glin, kar je preprečevalo, oziroma zaviralo njihovo razgradnjo (P. J. Müller, 1977).

8. Mikroelementi v jedru vrtine V-6/79

Peter Stegnar

Analizne metode. Od 200 do 500 mg posušenega in homogeniziranega vzorca sedimenta (velikost delcev manj kot $63\ \mu\text{m}$ smo zatalili v plastične ampule za obsevanje in jih istočasno z raztopinami standardov obsevali v jedrskem reaktorju Triga Mark II. Vzorce smo obsevali pri fluksu nevtronov $2.10^{12}\text{n}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-2}$ od 18 do 20 ur, nakar smo jih pred merjenjem njihove aktivnosti pri najbolj ugodni energiji radiokemijsko ločili.

Analize smo napravili na osnovi separacijskih postopkov, ki smo jih za preiskave sedimentov in drugih materialov razvili že prej. Živo srebro smo določili na osnovi prehlapitve (L. Kosta in sodel., 1969; A. R. Byrne in sodel., 1974), elemente baker, kadmij, kobalt in cink pa smo ločili z ekstrakcijo njihovih karbonatov (V. Ravnik in sodel., 1974 in 1976; M. Dermelj in sodel., 1976, M. Dermelj in sodel., 1977) po razkroju vzorca z mešanico dušikove (V) in klorove (VII) kisline ter raztopine vodikovega fluorida v skodelici iz platine. Arzen in antimon smo izlužili iz vodikove (V) in žveplove (VI) kisline ter ju osamili kot jodida z ekstrakcijo v toluen (A. R. Byrne, 1972; A. R. Byrne in sodel., 1974; M. Dermelj in sodel., 1976).

Tabela 5. Mikroelementi v jedru vrtine V-6/79 (v $\mu\text{g/g}$ suhe teže)Table 5. Microelements in the core samples from the borehole V-6/79 (in $\mu\text{g/g}$ dry weight)

Glob.-Depth	As	Cd	Co	Cu	Fe %	Hg	Mn	P	Pb	Sb	Zn
0-2 cm	10.0	0.35	11.9	52.0	3.10	0.05	570	324	32	0.50	105
10-30 cm	10.9	0.25	6.4	44.5	2.39	0.05	450	280	40	0.26	70
0.7 m	8.3	0.21	7.5	41.0	3.13	0.18	465	315	45	0.32	62
2.2 m	14.2	0.26	6.8	35.0	2.00	0.04	450	305	40	0.38	77
4.4 m	14.0	0.17	6.6	36.0	1.71	0.06	455	330	36	0.39	80
10.5 m	12.5	0.21	6.0	36.0	2.30	0.07	480	350	40	0.32	88
27.2 m	7.2	0.24	9.7	25.0	3.00	0.04	2050	400	38	0.39	50
37.5 m	11.2	0.21	9.7	32.0	2.41	0.04	430	300	35	0.19	70

Spektre gama izoliranih radionuklidov smo merili z NaJ (Tl) scintilacijskim detektorjem, povezanim z 256-kanalnim analizatorjem, in določili koncentracije s primerjavo izmerjenih aktivnosti z aktivnostmi standardov.

Mangan in železo smo po razkroju z dušikovo (V) in žveplov (VI) kislino ter z raztopino vodikovega fluorida določili spektrofotometrično z α , α' -dipiridilom, oziroma s kalijevim jodatom (VII).

Svinec smo določili po mokrem razkroju sedimenta s kislinami in vodikovim peroksidom z atomsko absorpcijsko spektroskopijo.

Raztopine nosilcev in standardov (1 mg elementa/gram raztopine) smo pripravili z raztapljanjem ustreznih kovin ali spojin v mineralnih kislinah, oziroma destilirani vodi in jih primerno razredčili.

Interpretacija rezultatov. Koncentracije mikroelementov v analiziranih vzorcih jedra sečoveljske vrtine V-6/79 zelo malo nihajo, razen redkih izjem (glej tabelo 5). Zato sklepamo, da so za ta tip morskega sedimenta to verjetno naravne koncentracije mikroelementov; izjema je le visoka vsebnost mangana v globini 27,2 m.

Nekoliko povišane vsebnosti kobalta, bakra, antimona in cinka v vrhnji plasti vrtine so posledice onesnaževanja okolja. Podobna je bila slika pri analizah zgornjih plasti sedimentov z drugih področij Jadranskega morja (L. Kostar in sodel., 1978 a in b). V splošnem so množine mikroelementov v sečoveljski vrtini enakega reda velikosti kot koncentracije, ki smo jih določili v morskih sedimentih iz neonesnaženih področij. To seveda ne velja za lokalno močno onesnažena področja, kot je npr. Kaštelanski zaliv (P. Stegnar in sodel., 1980), kjer koncentracije Hg, Zn, Cu in Pb za 1 do 2 reda velikosti in celo za več presegajo najvišjo dobljeno vrednost v sedimentu sečoveljske vrtine.

9. Sedimentacija v Sečoveljski dragi

Alojz Šercelj & Bojan Ogorelec

Starost sečoveljskega sedimenta in hitrost sedimentacije smo skušali dobiti s pomočjo izotopske analize C-14 na kosu ohranjenega debela iz »šotnega horizonta« v globini 26,5 metra (analiza A. Sliepčevićeve, Institut Rudjer Bošković, Zagreb). Določena je bila starost 9160 ± 120 let, kar uvršča sediment v globini 26,5 m v postglacialno holocensko obdobje, točneje v preboreal. Na podlagi

starosti »šotnega horizonta« lahko sklepamo na približno, oziroma povprečno hitrost sedimentacije v Sečoveljski dragi.

Račun kaže, da je bilo naplavljenega povprečno 2,9 mm sedimenta na leto ali 2,9 m/1000 let, kar je zelo visok delež sedimentacije. V informacijo navajamo, da je ta delež v vzhodnem Mediteranu do desetkrat nižji in znaša 0,1 do 1 m/1000 let (D. J. Stanley, 1977), v beneški laguni pa okrog trikrat nižji in znaša 0,8 do 1 m/1000 let (V. Favero & A. Stefanon, 1980). Upoštevati pa moramo, da je sediment Sečoveljske drage v precejšnji meri naplavina reke Dragonje, ki je, kot povzemamo po starih virih (v: M. Pahor & T. Poberaj, 1963), bila včasih bolj deroča in je lahko v kratkih obdobjih poplav nanese precej sedimenta.

Velika debelina holocenskih sedimentov v delti Dragonje vzbuja pozornost. Če bi bila prvotno tu tako globoka pleistocenska dolina, bi jo morje že konec kasnega glaciala, ko je po evstatičnem dviganju doseglo približno današnje nivo, moralo na globoko preplaviti in bi imeli vseskozi morske, ne pa sladkovodnih sedimentov. Ti sedimenti pa so le delno brakični, kar pomeni le občasne vdore morja v delto. Tolikšna debelina sedimentov: tu 40 m, pri rudniku Sečovlje pa več kot 56 m (A. Šercelj, neobj.), se dá razložiti le s postglacialno tektoniko, s postopnim ugrezanjem sečoveljske obale, ob kateri se je delta Dragonje sproti zasipala. Evstatično nihanje v postglacialu ni nikoli doseglo tolikšnega obsega.

Za primerjavo sedimentacijskega deleža naj navedemo dve sondi, SL-35 in SL-36, z morskega dna zahodno od Pirana v globini med 20 in 30 m. V prvi je manj kot 14 cm holocenskega peščenega sedimenta, pod njim pa je 4 cm šotnatega sladkovodnega materiala, ki vsebuje pelod pleistocenske vegetacije (H. J. Beug, 1977). V drugi je le 7 cm postglacialnega sedimenta in pod njim 5 cm šotnatega mahu, v katerem je prav tako pelod hladnodobne vegetacije.

Hitrost sedimentacije v ustju Dragonje je bila torej izjemna in očitno ni bila odvisna samo od flišnega zaledja, ki je bilo tedaj dobro pokrito z vegetacijo in zato zavarovano pred erozijo, temveč je moral delovati tu še drug faktor, najverjetneje mlada tektonika.

10. Povzetek

Po programu interdisciplinarnih raziskav recentnih sedimentov v Sloveniji je bil leta 1980 na vrsti sediment na območju sečoveljskih solin. Preučevali smo ga z vidika sedimentologije, paleontologije, palinologije, geokemije in ekolo-

logije. Iz solnega polja Lera, kjer še danes pridobivajo sol z evaporacijo morske vode, smo preiskali površinske vzorce sedimenta iz solnih gred z različno koncentracijo morske vode in jedro 40 metrov globoke vrtine, ki je skozi recentni sediment dosegla eocenski fliš. Rezultati preiskav sečoveljskega sedimenta so zelo koristni tudi za nadaljnje študije polucijskih procesov v morskem okolju, saj smo dobili naravne prage vsebnosti za 11 mikroelementov.

Sediment Sečoveljske drage ima zelo enotno granulometrično in mineralno sestavo. Po zrnavosti ga uvrščamo v prehodno skupino karbonatne meljaste gline in glinastega melja. Srednja zrnavost vzorcev se giblje med 2 in 5 μ m, delež gline pa med 30 in 53 %. Peščeni melj se pojavlja le v bazalnem delu recentnega sedimenta. Precej enoten je tudi delež karbonata, znaša okrog 20 %.

Med minerali, ki sestavljajo sediment, prevladujeta kremen in kalcit nad minerali glin (illit, klorit in kaolinit); mnogo manj je glincev in dolomita. Vsi minerali so detritični in imajo svoj izvor v flišnih plasteh Šavrinskega gričevja. Avtigeni minerali so aragonit, Mg-kalcit, sadra, lojavec in pirit. Ti minerali so značilni za evaporitno okolje z redukcijskimi pogoji, kakršne opazujemo v solinah, medtem ko je siderit nastajal v fazah zamočvirjenja Sečoveljske drage. V koncentracijskih gredah slanice nastajajo na površju tanjše stromatolitne prevleke modrozelenih alg ter skorja kristalov sadre. Delež organskega ogljika znaša v sedimentu 0,2 % do 2,78 %. Vrednosti nad 2 % so bile določene v dveh horizontih šote v globinah 8,0 in 26,5 metra.

Jedro vrtine V-6/79 je vsebovalo 59 taksonov foraminifer, ki pripadajo 25 rodovom in 7 naddružinam. Foraminiferna favna kaže na brakično okolje, kar potrjuje po eni strani majhna raznolikost vrst, po drugi strani pa dejstvo, da nekatere od njih nastopajo množično. To sta vrsti *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. *tepida* (Cushman) in *Aubignyna planidorso* (Atkinson) ter rod *Criboelphidium*. *Aubignyna planidorso* je bila originalno opisana kot *Buccella planidorso*. Tako jo navaja tudi Rosset-Moulinier (1972, 1966). Oblika hišice pa ne ustreza rodu *Buccella*, marveč rodu *Aubignyna* Margerel (1970, 60). Druge foraminifere kažejo, da sedimentacijsko okolje ni bilo ves čas močno brakično. Sklepamo, da je bilo toliko manj brakično, kolikor več vrst nastopa poleg rotaliacej in vrste *Aubignyna planidorso*. Ovrednotili smo prisotnost teh vrst in dobili krivuljo, ki ima tri sunke, oziroma intervale, zmanjšane brakičnosti. Prvi je bil najmočnejši; nanj kažejo vrste iz družine Discorbidae: *Rosalina bradyi*, *R. globularis* in *Asterigerinata mamilla*, določene v vzorcih 16, 15, 14 in 13 iz globine 24,0 do 17,7 m. To so prave morske vrste in zelo redko zaidejo v brakično vodo. Drugi, nekoliko slabši sunek je pri 10,5 m (vzorec 9) in tretji pri 4,5 m (vzorec 5).

Vrednosti mikroelementov Cu, Zn, Pb, Hg, Co, Cd, As, Sb, Fe, Mn in P, določene v jedru vrtine V-6/79 nam lahko služijo kot prvotno geokemično ozadje sedimenta ob slovenski obali. Analize kažejo, da je bil sediment sečoveljskih solin zelo malo prizadet s polucijo toksičnih kovin. Največ 50 % višje koncentracije Cu, Zn, Co, Cd in Sb vsebuje le najmlajši sediment do globine nekaj cm.

Iz pelodnih analiz izhaja, da je sečoveljski sediment v celoti zelo mlada tvorba, kar potrjuje tudi datacija lesa iz globine 26,5 metra. Po radioaktivni analizi C-14 je njegova starost 9160 ± 120 let. Poprečna hitrost sedimentacije je visoka in znaša na podlagi te vrednosti blizu 3 m/1000 let. Vendar pa je sedimentacija v zadnjem obdobju precej manjša, saj je včasih, kot omenjajo zgodovinski viri, Dragonja imela bolj hudourniški značaj in je v kratkih obdobjih lahko hitro zasipavala Sečoveljsko drago ter tako napredovala s svojo delto proti morju.

Sediment of the salt marsh of Sečovlje

Summary

The sediment of the Sečovlje inlet was accumulated by the seaward mowement of the Dragonja river (fig. 1). On the plain at the river's mouth the Venetians started harvesting salt in the 13th century. The saltworks reached their highest development at the end of the 19th century, when the former individual salters were joined together in action.

The sedimentological and environmental conditions of the marine sediments of the Slovene littoral presented here are part of a general program on recent sediments in Slovenia. This time a working group was engaged to sample the Sečovlje saltmarsh sediment and to examine it from sedimentological, mineralogical, paleontological, bio- and geochemical point of view.

From the salina Lera, i.e. an operating saltwork at Sečovlje, 56 samples were taken in total, partly from the surface of the salt ponds for gradual evaporation of sea water and partly from the cores of a 40 m deep borehole drilled down to the flysch basement (fig. 2).

The surface of the salt ponds is covered by blue-green algae, especially of the species *Oscillatoria* and *Spirulina*. In dry seasons they stick together into a hard, several mm thick stromatolitic crust (figs. 3, 4, and 5). In crystallization ponds petola is grown — an up to 2 cm thick laminated layer of blue-green algae of gelatinous appearance impregnated with gypsum and Mg-calcite (figs. 6, 7, and 8). It prevents the salt from mixing with the clay from the bottom, and it acts, at the same time, as a biochemical filter.

The sediment of the borehole V-6/79 has a very uniform granulometric and mineralogic composition (figs. 9, 10, and 11). It is transitional in the character of the grain size and passes from the carbonate silty clay to clayey silt. It contains a variable amount of skeletons of molluscs, foraminifers, ostracods and other organisms. The average grain size varies between 2 and 5 μm , and the amount of clay is between 30 and 53 % (tables 1 and 2). The sandy silt appears only in the basal part of the recent sediment. Fairly constant is also the amount of carbonate, i.e. about 20 %, only the residual clay at the depth between 27.6 and 35.6 m contains less than 10 % of carbonate. Among the minerals quartz and calcite prevail over the clay minerals (illite, chlorite and kaolinite); much less frequent are feldspars and dolomite. All these minerals are detrital and their source is flysch of the neighbouring land. Aragonite, Mg-calcite, gypsum, talc and pyrite are of the authigenic origin (fig. 12). These minerals are characteristic of the evaporitic depositional environment with prevailing reducing conditions, as observed today in the salt ponds. However, siderite was formed during the time when the Sečovlje inlet became marshy. The amount of organic carbon in the deposit varies broadly between 1 and 2 %. The "peat" horizons at the depth of 8, 11, and 26 m contain up to 3 % of organic carbon, the residual clay, however, no more than 0.4 %. A higher variability is displayed by the organic nitrogen (0.03 and 0.57 %), which should be attributed to variations in salinity and brackish character of the environment during deposition.

According to pollen analyses (table 3) the entire Sečovlje sediment is of the Holocene age, which is confirmed by carbon-14 dating of the wood from the

depth of 26.5 m in the range of 9160 ± 120 years. The average sedimentation rate of about 3 m/1000 years was fairly higher than it was in the recent time.

The foraminiferal fauna, of which 59 taxons, belonging to 25 genera and 7 superfamilies, were determined (fig. 13, plates 1 and 2), has everywhere a brackish character. This is indicated by the narrow species diversity, and also by the abundance of the species *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. *tepida* Cushman, and *Aubignyna planidorso* (Atkinson), and the genus *Criboelphidium*. The species *Aubignyna planidorso* was originally described as *Buccella planidorso* Atkinson (cf. M. Rosset-Moulinier, 1972, p. 166). The form of the test, however, does not correspond to the genus *Buccella*, but to the genus *Aubignyna* Margerel (1970, 60). It is believed that also the *Aubignyna* cf. *mariei*, determined by C. H. v. Daniels (1970, p. 85) from the Limski Kanal, is in fact the species *Aubignyna planidorso* (Atkinson).

Other species occurring along with the mentioned ones indicate however, that the depositional environment of these sediments can not have been of the same brackish character during the entire time interval. It can be concluded that the environment was the less brackish, the more numerous were the species appearing beside Rotaliacea and the species *Aubignyna planidorso*. According to the occurrences of these species a curve has been constructed, which indicates three intervals of diminished brackish character. The first interval from 24.0 to 17.7 m appears to have been the most intensive, as shown by the species of *Rosalina bradyi*, *R. globularis*, and *Asterigerinata mamilla*, which belong to the family of Discorbidae and are otherwise very rare guests in brackish faunas. The second peak occurs at 10.5 m and the third one at 4.5 m. All coincide well with a high C/N ratio, which varies from 60 to 90, while averaging between 5 and 10 in the rest of the sediment (fig. 14, table 4).

The contents of each of 11 microelements (Cu, Zn, Pb, Hg, Co, Cd, As, Sb, Fe, Mn, and Pb), determined in the core samples taken from the borehole V-6/79 appear to be geochemical background of the sediment along the Slovene Adriatic shore. The analyses indicate (table 5) that the sediment from the depth of the Sečovlje salt marsh is not polluted. However, the top level of a few centimetres shows somewhat increased amounts of Cu, Zn, Co, Cd, and Sb.

Literatura

- Atterberg, A. 1905, Die rationelle Klassifikation der Sande und Kiese. Chemiker-Zeitung, 15, Heidelberg.
- Beug, H. J. 1977, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Küstenbereich von Istrien (Jugoslawien). Flora, 166, Berlin.
- Brady, H. B., Stewardson & Robertson 1870, The Ostracoda and Foraminifera of Tidal Rivers. Ann. and Mag. Nat. hist. London, Ser. 4. Vol. 6, pp. 273—306.
- Braitsch, O. 1971, Salt deposits. Their origin and composition. Springer Verl., Berlin, 297 s.
- Bremner, J. M. & Keeney, D. R. 1965, Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chem., 32, 485—495.
- Breznik, M. 1956, Geološki in hidrološki opis rudnika Sečovlje s predlogom raziskav za kaptažo vode. 27 s. Arhiv GZL, Ljubljana.
- Byrne, A. R. 1972, Determination of arsenic and antimony in biological materials at sub-ppm level. Anal. Chim. Acta, 59, 91—99.

Byrne, A. R. & Kosta, L. 1974, Simultaneous neutron activation determination of selenium and mercury in biological samples by volatilization. *Talanta*, 21, 1083—1090.

Byrne, A. R. & Vakselj, A. 1974, Rapid NAA of arsenic in a wide range of samples by solvent extraction of the iodide. *Croat. Chim. Acta*, 46, 225—235.

Cimerman, F. & Drobne, K. 1978, Recentne foraminifere v Jadranskem morju. 3. faza: Recentne foraminifere v Piranskem zalivu. 18 str. Rokopisno poročilo, Ljubljana.

Daniels, C. H. v. 1970, Quantitative ökologische Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung rezenter Foraminiferen im Limski kanal bei Rovinj (nördliche Adria). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.* 8, 109 str., 62 sl., 7 tabél, 8 tábel. Göttingen.

Dermelj, M., Ravnik, V., Kosta, L., Byrne, A. R. & Vakselj, A. 1976, Determination of traces in In, Mn, As and Sb in zinc by NAA. *Talanta*, 23, 856—859.

Dermelj, M., Ravnik, V., Kosta, L., 1977, Simultaneous determination of trace elements Cd, Cu and Zn in different environmental samples by neutron activation analysis. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 28, 231.

Favero, V. & Stefanon, A. 1980, Würmian to Present Sedimentary Sequence in the Lagoon of Venice from uniboom Records and Boreholes. 27th Congr. Assembl. plén. — Cagliari, Comité de Géol. Géoph. Marines, Cagliari.

Gebelein, C. D. & Hoffman, P. 1973, Algal origin of dolomite laminations in stromatolitic limestone. *Jour. Sed. Petrol.*, 43, 603—613, Tulsa.

Herrmann, A. G., Knake, D., Schneider, J., Peters, H. 1973, Geochemistry of modern seawater and brines from salt pans: main components and bromine distribution. *Contr. Mineral. and Petrol.* 40/1, 1—24.

Keeney, D. R. & Bremner, J. M. 1967, Use of the Coleman model 29 analyzer for total nitrogen analysis of soils. *Soil Science*, 104, 358—363.

Konrad, J. G., Chesters, G. & Keeney, D. R. 1970, Determination of organic and carbonate carbon in freshwater lake sediments by a microcombustion procedure. *J. Therm. Anal.* 2, 199—208.

Kosta, L. & Byrne, A. R., 1969, Activation analysis for mercury in biological samples at nanogram level. *Talanta*, 16, 1297—1303.

Kosta, L., Ravnik, V., Dermelj, M., Pihlar, B., Stegnar, P., Byrne, A. R., Lokar, J., Vakselj, A., Novak, J. & Prosenc, A., 1978 a, Trace elements in marine and river sediments as indicators of the contamination of the Slovene water system. *Vestnik SKD*, 25, 4, 463—493.

Kosta, L., Ravnik, V., Byrne, A. R., Štirn, J., Dermelj, M. & Stegnar, P., 1978 b, Some trace elements in the waters, marine organisms and sediments of the Adriatic by neutron activation analysis. *Jour. of Radionalytical Chemistry*, 44, 317—332, Lausanne.

Krumbein, W. C. 1936, Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments. *Jour. sediment. Petrol.*, 6, 35—47, Tulsa.

Le Calvez, J. & Le Calvez, Y. 1951, Contribution à l'étude des Foraminifères des eaux saumâtres. I. Etangs de Canet et de Salses. Vie et milieu. *Bulletin du Laboratoire Arago, Université de Paris*, 2, 237—254, Paris.

Loeblich, A. R. & Tappan, H. 1964, Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. V: Treatise on Invertebrate Paleontology, R. C. Moore Ed., Part C, Geol. Soc. America and University of Kansas Press, 900 str., 653 sl., Lawrence/Kansas.

Margerel, J.-P. 1970, Aubignyna, nouveau genre de Foraminifères du Pliocène du Bosq d'Aubigny (Manche). *Revue de Micropaléontologie* 13, 55—64, Paris.

Müller, G. 1964, Methoden der Sedimentuntersuchung: Sediment-Petrologie, Teil I. Schweizerbart'sche Verl., Stuttgart, 303 s.

Müller, P. J. 1977, C/N ratios in Pacific deep-sea sediments: Effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, 765—776.

- Orožen-Adamič, M. 1980, Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Dragonji in Drnici. Geografski zbornik, 19, leto 1979, SAZU, 159—212, Ljubljana.
- Pahor, M. & Poberaj, T. 1963, Stare piranske soline. Spomeniški vodniki 4, Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Paul, J. & Meischner, D. 1976, Heavy Metal Analyses from Sediments of the Adriatic Sea. *Senckenbergiana marit.*, 8, 1/3, 91—102, Frankfurt/M.
- Ranke, U. 1976, The Sediments of the Gulf of Piran (Northern Adriatic Sea). *Senckenbergiana marit.* 8, 1/3, Frankfurt/M, 23—60.
- Ravnik, V., Dermelj, M. & Kosta, L., 1974, A highly selective diethyldithion-carbamate extraction system in activation analysis of copper, indium, manganese and zinc. *J. Radioanal. Chem.*, 20, 443.
- Ravnik, V., Dermelj, M. & Kosta, L., 1976 a, Determination of some trace elements Fe, Co, Cr, Zn, Mn and In in different series of standard reference samples by NAA. *Microchim. Acta*, 1, 153.
- Ravnik, V., Dermelj, M. & Kosta, L., 1976 b, A fast isolation and determination of Cd in some fungi, other biological materials, soil and Zn metal by NAA. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 24, 91—102.
- Remane, A. & Schlieper, C. 1971, Biology of Brackish Water. 372 str. E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Rittenberg, S. C., Emery, K. O., Hülsemann, J., Degens, E. T., Fay, R. C., Reuter, J. H., Grady, J. R., Richardson, S. H. & Bray, E. E. 1963, Biogeochemistry of sediments in experimental Mohole. *J. Sed. Petrol.*, 33, 140—172.
- Rosset-Moulinier, M. 1972, Étude des Foraminifères des côtes nord et ouest de Bretagne. *Travaux du Laboratoire de Géologie*, 6, École normale supérieure, 225 str., 30 tábel, Paris.
- Schneider, J. 1979, Stromatolitische Milieus in Salinen der Nord-Adria (Sečovelje, Portorož, Jugoslawien); v: Krumbein W. E. (edit.) — *Cyanobakterien-Bakterien oder Algen?*, Oldenburger Symposium über Cyanobakterien 1977, Universität Oldenburg, 93—106, Oldenburg.
- Silva, J. A. & Bremner, J. M. 1966, Determination of isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 5. Fixed ammonium. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 30, 587—594.
- Stanley, D. J. 1977, Post-miocene depositional patterns and structural displacement in the Mediterranean. V: Nairn A. E. M., Kanes W. H. & Stehli F. G. (eds.) — *The ocean basins and margins*, Vol. 4A, The Eastern Mediterranean; Plenum Press, New York, 77—150.
- Stegnar, P., Vukadin, I., Smodiš, B., Vakselj, A. & Prosenc, A. 1980, Trace Elements in Sediments and Organisms from Kaštela Bay. *Ves Journées Etud. Pollutions*, C. I. E. S. M., Cagliari, 595—600.
- Stevenson, F. J. & Cheng, C. N. 1972, Organic geochemistry of the Argentine Basin sediments: carbon-nitrogen relationship and Quaternary correlations. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 36, 653—671.
- Sifrer, M. 1965, Nova geomorfološka dognanja v Koprskem primorju. *Geografski zbornik*, 9, Ljubljana.
- Trask, P. D. & Patnode, H. W. 1942, Source beds of petroleum: Tulsa, Oklahoma. *Am. Assoc. Petroleum Geologists*, 506 p.

UDK 552.54+551.8:73/761(234.323.61)=863

Zgornjepermske in skitske plasti pri Trziču

Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area

Tadej Dolenec

Inštitut za geologijo, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 20

Bojan Ogorelec

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Jože Pezdnič

Institut »Jožef Stefan«, 61000 Ljubljana, Jamova 39

Kratka vsebina

Za interpretacijo sedimentacijskega okolja zgornjepermskih in skitskih plasti v Karavankah je bil pri Trziču raziskan sklenjen profil. V spodnjem delu zgornjepermskega zaporedja prevladuje satasti dolomit, ki kaže na evaporitno okolje sedimentacije. Na njem leži biomikritni dolomit s teksturami litoralnega okolja. Za spodnji del skitskega zaporedja so značilne pole oolitskega apnenca v zaporedju dolomita, mikritnega apnenca, skrilavca in laporja. Po izotopski sestavi kisika in ogljika v apnencu sklepamo na humidno klimo v tem obdobju. V zgornjem delu skitskega zaporedja se menjavajo plasti temnega biomikritnega apnenca, peščenjaka in dolomita. Ozemlje južnih Karavank je v obdobju zgornjepermske in skitske stopnje pripadalo prostranemu in plitvemu karbonatnemu šelfu.

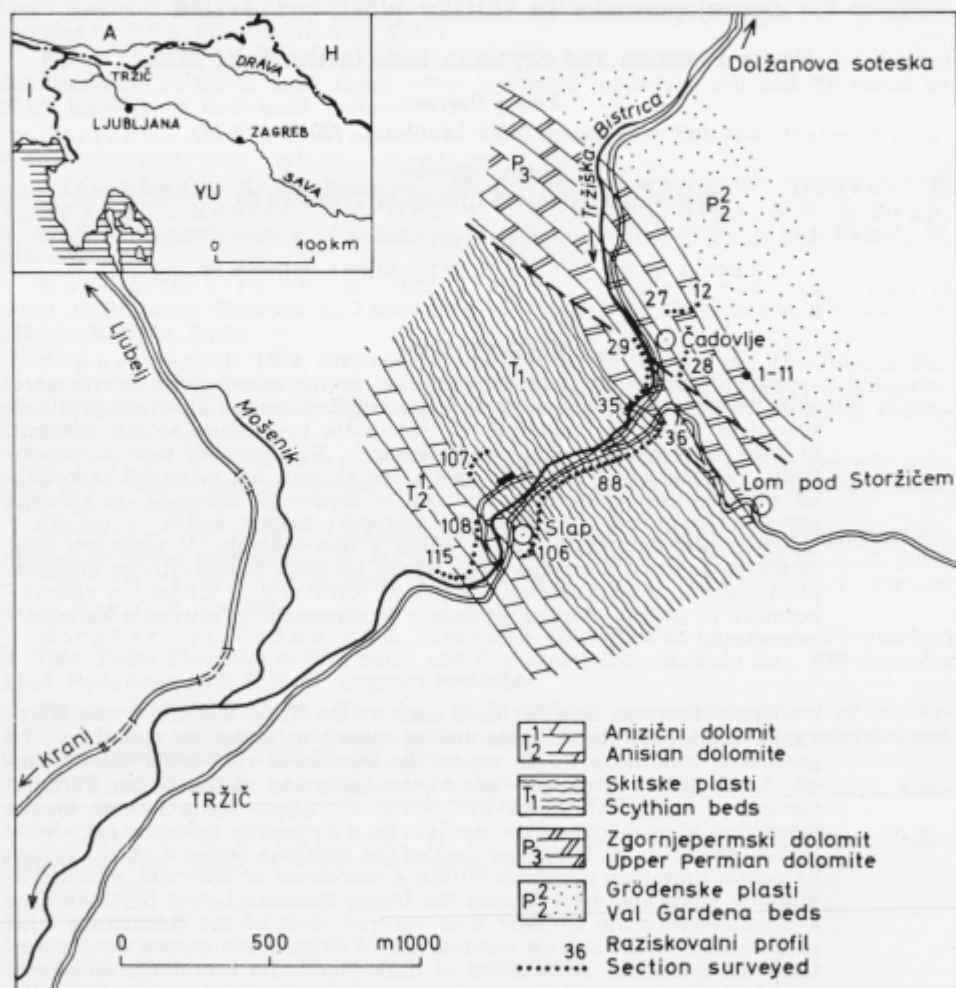
Abstract

Upper Permian and Scythian beds of the Tržič district in the Karavanke Alps have been examined in detail in order to determine the particular conditions under which the successive rock-units were formed. A cellular dolomite prevails at the beginning of the Upper Permian succession and points to environmental conditions characterized by the deposition of evaporites. It is overlain by a biomicrite dolomite pertaining to the littoral shelf. The lower part of the Scythian series is characterized by oolitic limestone interbeds within a succession of dolomite, micritic limestone, shale and marl. During the Upper Permian-Lower Scythian time a humid-temperate climatic zone covered most of the Karavanke Alps as indicated by the isotope composition of oxygen and carbon determined from the limestone. Alternation of dark biomicrite limestone, sandstone, and dolomite occurs in the upper part of the Scythian series. From the shore accumulations persistent over wide areas it is justifiable to infer that a long-continued carbonate shelf spread in the region of the Karavanke Alps during the time interval of Upper Permian-Scythian.

Uvod

S sedimentološkega vidika smo raziskali zgornjepermske in skitske kame-nine v okolici Tržiča. Profil celotnega zaporedja plasti je sestavljen, predvsem v njegovem spodnjem delu, iz več krajših profilov in golic (sl. 1). Skupno smo preiskali 108 vzorcev in napravili 62 kemičnih analiz Ca, Mg, Fe, Mn, Na in Zn ter 32 izotopskih analiz δO^{18} in δC^{13} .

Raziskano ozemlje pripada južnokaravanškemu pokrovu, ki je na jugu ome- jen s savskim prelomom, na severu pa s košutnim pokrovom (S. Buser, 1980). Zgornjepermske in skitske plasti se raztezajo pri Tržiču v dveh pasovih od



Sl. 1. Položajna skica raziskanih vzorcev pri Tržiču

Fig. 1. Location sketch map of the sample points at Tržič

zahoda proti vzhodu. Severni pas sledimo od Podljubelja do Medvodij, južnega pa po severnem pobočju Dobrče, prek Čadovelj dalje po dolini Lomščice. Skitske plasti so v obeh pasovih enako razvite. Razlika nastopa le v zgornjepermskem zaporedju; južni pas je razvit dolomitno, v severnem pa se pri Medvodju pojavlja med dolomitno brečo apnenec. Preiskali smo razvoj južnega pasu v dolini Tržiške Bistrice med Slapom in Čadovljami ter ob cesti, ki vodi proti Lomu pod Storžičem.

Rezultati so zanimivi zaradi paleogeografske rekonstrukcije ozemlja Južnih Karavank v zgornjepermskem in skitskem obdobju ter primerjave mikrofacialnih in geokemičnih parametrov karbonatnih kamenin z enako starimi kameninami v Posavskih gubah (A. Ramovš, 1958a; K. Grad & B. Ogoelec, 1980; J. Čar & al., 1980), Južnih Alpah (A. Bosellini & L. A. Hardie, 1973; R. Assereto & al., 1972; W. Buggisch, 1974) in Dinaridih (V. Mudrenović, 1980).

Dosedanje raziskave

Na tržiškem prostoru so sprva raziskovali predvsem mlajšepaleozojske plasti v lepo odprtem profilu Dolžanove soteske (npr. E. Schellwien, 1898). Zgornjepermske in skitske karbonatne kamenine takrat niso bile dovolj zanimive, ker so siromašne s fosili. F. Teller (1903) je v skitskih plasteh našel polža *Natiria costata*.

Poljudno je litološko in biostratigrafsko opisal kamenine iz okolice Trziča in Dolžanove soteske A. Ramovš (1958b) v Geoloških izletih po Sloveniji. Za osnovno geološko karto — list Celovec, je tržiški prostor kartiral S. Buser (1980); v razlagi h karti je navedel številne mikrofosile iz zgornjepermskih in skitskih plasti. Zgornjepermsko dolomitno zaporedje je razdelil na tri enote T. Dolenec (1973) v svoji diplomski nalogi. Poljuden opis geologije in fosilov s tržiškega prostora je ponovno objavil A. Ramovš (1980).

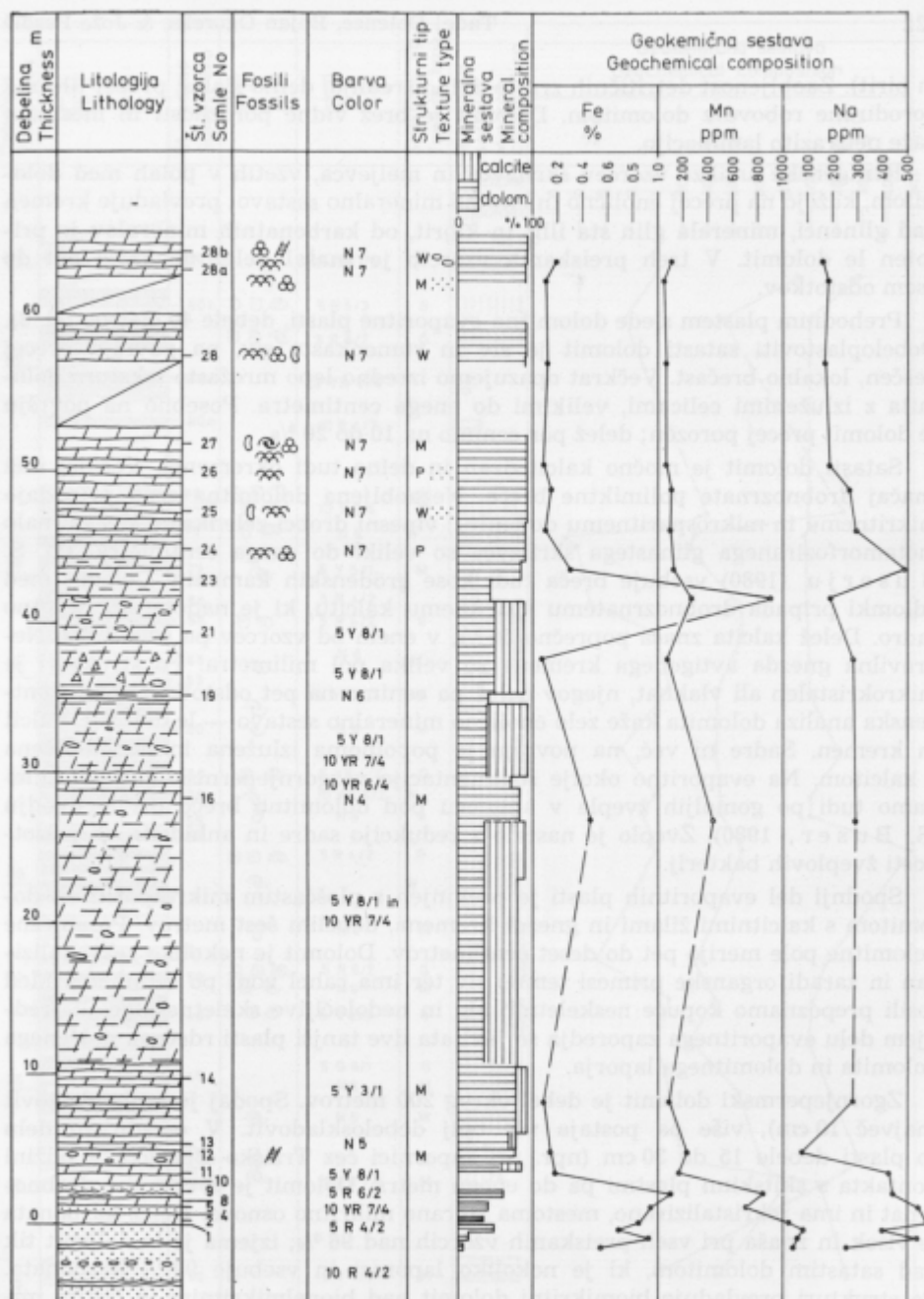
Sedimentološki profil

Zgornjepermsko dolomitno formacijo pri Trziču razdelimo na tri dele (sl. 2):

1. zgornje dolomitne plasti
2. dolomitno-evaporitne plasti
3. prehodne plasti med grödenskimi klastičnimi in zgornjepermskimi karbonatnimi kameninami.

Prehodne plasti so debele pet metrov. Zanje je značilno menjavanje tankih pol rdečega in sivkasto zelenega skrilavega glinovca ter meljevca z rumenkasto rdečim dolomitom, ki ima peščen videz zaradi detritične primesi. Dolomitne pole so debele dva do deset centimetrov; preprezajo jih kalcitne in kremenove žilice.

Delež karbonata v vzorcih peščenega dolomita je zelo spremenljiv in znaša 30 do 60 %; gre torej za peščenjak z dolomitno-glinenim vezivom in delno za dolomit z detritično primesjo. V zadnjem primeru detritična zrna prosto »plavajo« v osnovi dolomitnega mikrosparita. Med detritičnimi zrni melja in drobnega peska močno prevladuje kremen nad glinenci in sljudo, v sledovih pa so opazni še femični minerali (rogovača in biotit) in nepresojni minerali (hematit



Sl. 3. Detajlni profil spodnjega dela zgornjepermskih plasti (detajl A na sl. 2). Legenda pri sl. 5

Fig. 3. Detail section of the lower part of the Upper Permian beds (detail A on fig. 2). See fig. 5 for explanation

in pirit). Zaobljenost detritičnih zrn je delno srednja, delno slaba; precej jih ima korodirane robove z dolomitom. Dolomit je brez vidne poroznosti in mestoma kaže neizrazito laminacijo.

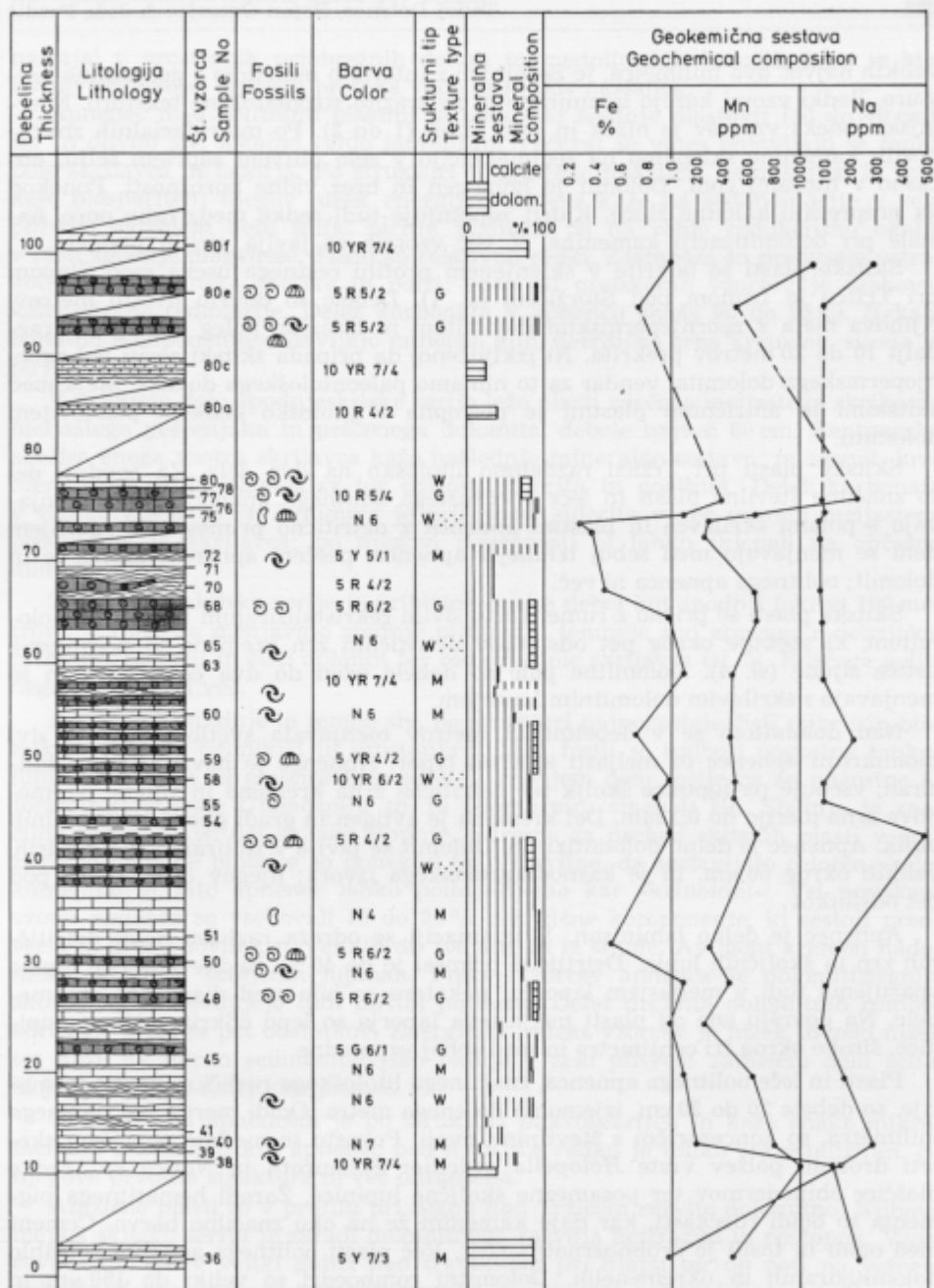
Rentgenske analize vzorcev skrilavca in meljevca, vzetih v polah med dolomitom, kažejo na precej enolično in enotno mineralno sestavo; prevladuje kremen nad glinenci, minerala glin sta illit in klorit, od karbonatnih mineralov je prisoten le dolomit. V treh preiskanih vzorcih je znašal delež dolomita pet do osem odstotkov.

Prehodnim plastem slede dolomitno-evaporitne plasti, debele 40 metrov (sl. 3). Debeloplastoviti satasti dolomit je siv in rumenkasto siv, na površju precej peščen, lokalno brečast. Večkrat opazujemo izredno lepo mrežasto teksturo dolomita z izluženimi celicami, velikimi do enega centimetra. Posebno na površju je dolomit precej porozen; delež por cenimo na 10 do 20 %.

Satasti dolomit je močno kalcitiziran in delno tudi okremenel. Večidel ima značaj drobnozrnate polimiktne breče. Nezaobljena dolomitna zrna pripadajo mikritnemu in mikrosparitnemu dolomitu; vmesni drobci zelenkasto sivega malo metamorfoziranega glinastega skrilavca so veliki do enega centimetra. Po S. Buserju (1980) vsebuje breča tudi kose grōdenskih kamenin. Cement med odlomki pripada drobnozrnatemu sparitnemu kalcitu, ki je nadomestil prvotno sadro. Delež kalcita znaša poprečno 50 %, v enem od vzorcev pa celo 78 %. Nepravilna gnezda avtigenega kremena so velika pol milimetra. Po strukturi je mikrokristalen ali vlaknat, njegov delež pa cenimo na pet odstotkov. Tudi rentgenska analiza dolomita kaže zelo enolično mineralno sestavo — le dolomit, kalcit in kremen. Sadre ni več, na površju je popolnoma izlužena in nadomeščena s kalcitom. Na evaporitno okolje sedimentacije v zgornjepermški periodi sklepamo tudi po gomoljih žvepla v apnencu pod dolomitno brečo pri Medvodju (S. Buser, 1980). Žveplo je nastalo z redukcijo sadre in anhidrita ob prisotnosti žveplovih bakterij.

Spodnji del evaporitnih plasti je prekinjen s ploščastim mikrosparitnim dolomitom s kalcitnimi žilami in gnezdi kremena, debelim šest metrov. Posamezne dolomitne pole merijo pet do deset centimetrov. Dolomit je nekoliko rekristaliziran in zaradi organske primesi temno siv ter ima rahel vonj po bitumenu. Med fosili prepoznamo kopuče neskeletnih alg in nedoločljive skeletne alge. V srednjem delu evaporitnega zaporedja se javljata dve tanjši plasti rdečega peščenega dolomita in dolomitnega laporja.

Zgornjepermški dolomit je debel okrog 200 metrov. Spodaj je tankoplastovit (največ 10 cm), više pa postaja vse bolj debeloskladovit. V osrednjem delu so plasti debele 15 do 30 cm (npr. pri zapornici čez Tržiško Bistrico) v bližini kontakta s skitskimi plastmi pa do enega metra. Dolomit je svetlo siv, drobnozrnat in ima rekristalizirano, mestoma izprano mikritno osnovo. Delež karbonata je visok in znaša pri vseh preiskanih vzorcih nad 96 %; izjema je le dolomit tik nad satastim dolomitom, ki je nekoliko laporast in vsebuje 92 % karbonata. Po strukturi prevladuje biomikritni dolomit nad biopelmikritnim in čistim mikritnim dolomitom. Med fosili so najbolj zastopane drobne kopuče neskeletnih alg, slede rekristalizirane skeletne alge, foraminifere, ostrakodi, mikrogastropodi, školjke in posamezne ploščice ehinodermov. L. Šribarjeva je med foraminiferami določila vrsti *Hemigordiopsis* sp. in *Glomospirella* sp. Del izsušitvenih por,



Sl. 4. Detajlni profil spodnjescitskih plasti (detajl B na sl. 2). Legenda pri sl. 5
 Fig. 4. Detail section of the Lower Scythian beds (detail B on fig. 2). See fig. 5 for explanation

velikih največ dva milimetra, je zapolnjen z internim mikritom z geopetalno teksturo. Redki vzorci kažejo laminirano in neizrazito stromatolitno teksturo. Energijski indeks vzorcev je nizek in zelo nizek (1 do 2). Po mikrofacialnih značilnostih kamenine sklepamo na sedimentacijo v zelo plitvem zaprtem šelfu, občasno v litoralni coni. Dolomit je homogen in brez vidne poroznosti. Ponekod ga preprezajo kalcitne žilice. Kalcit zapolnjuje tudi redke medzrnske pore, nastale pri dolomitizaciji kamenine. V več vzorcih se javlja piritni pigment.

Skitske plasti so odkrite v sklenjenem profilu cestnega useka med Slapom pri Tržiču in Lomom pod Storžičem (sl. 1). Debele so dobrih dvesto metrov. Njihova meja z zgornjepermskim dolomitom ni izrazita, poleg tega je na razdalji 10 do 20 metrov prekrita. Ni izključeno, da pripada skitski seriji del zgornjepermskega dolomita, vendar za to nimamo paleontološkega dokaza. Meja med skitskimi in anizičnimi plastmi je postopna v litološko enakem plastovitem dolomitu.

Skitske plasti pri Tržiču razdelimo litološko na dva dela. Za spodnji del so značilne številne plasti in leče rdečkastega oolitnega apnenca, ki se menjavajo s polami skrilavca in plastmi apnenca z detritično primesjo. V zgornjem delu se menjavajo med seboj temnejši apnenec, peščeni apnenec, skrilavec in dolomit; oolitnega apnenca ni več.

Skitske plasti se prično z rumenkasto sivim rekristaliziranim mikritnim dolomitom, ki vsebuje okrog pet odstotkov detritičnih zrn kremenca in posamezne lističe sljude (sl. 4). Dolomitne pole so debele eden do dva centimetra in se menjavajo s skrilavim dolomitnim laporjem.

Nad dolomitom se v debelini 15 metrov menjavata svetlo rjavkasto sivi biomikritni apnenec in meljasti kalcitni lapor. Apnenec je navadno rekristaliziran, vsebuje pa lupinice školjk ter detritična zrna kremenca in sljude. Kremenova zrna merijo do 0,1 mm. Del kremenca je avtigen in gradi gnezda nepravilnih oblik. Apnenec je delno dolomitiziran. Dolomit se javlja v izoliranih romboedrih, velikih okrog 50 μm , in je kasnodigenetskega izvora; njegov delež znaša pod pet odstotkov.

Apnenec je delno laminiran. V laminaciji se odraža različen delež detritičnih zrn in školjčnih lupin. Detritične primesi je do 40 %. Redke školjčne lupine opazujemo tudi v meljastem laporju; nekatere so bile med diagenozo okremenjele. Na površju ene od plasti meljastega laporja so lepo odkrite valovne sipinice, široke okrog tri centimetre in med seboj vzporedne.

Plasti in leče oolitnega apnenca, značilnega litološkega različka skitske formacije, so debele 20 do 30 cm, izjemoma do enega metra. Ooidi merijo pol do enega milimetra, so koncentrični s številnimi ovoji. Pogosto so mednje pomešani skeleti drobnih polžev vrste *Holopella gracilior* Schauth in *Natica* sp., redke ploščice ehinodermov ter posamezne školjčne lupinice. Zaradi hematitnega pigmenta so ooidi rdečkasti, kar daje kamenini že na oko značilno barvo. Cement med ooidi in fosili je drobnozrnati sparit. Več plasti oolitnega apnenca je rahlo dolomitiziranih in okremenelih. Dolomitni romboedri so veliki do 150 μm in so navadno koncentrirani v jedrih ooidov in v skeletih polžev. Delež dolomita v preiskanih vzorcih znaša okrog pet odstotkov, izjemoma prek 30 %. Kremen je avtigen in ponekod nadomešča kalcit v skeletih moluskov. Posamezna zaobljena kremenova zrna, velika do 0,2 mm, so detritičnega izvora. Oolitni apnenec je

nastajal v prostranih priobrežnih deltah in medplimskih kanalih, kjer je bilo dovolj valovanja, oziroma pretoka vode za njihov nastanek.

Apnenec med oolitnimi plastmi je tanko do srednje plastovit (10 do 40 cm), siv in olivno siv, lokalno rahlo laminiran. Večkrat se vmes pojavljajo še tanke pole skrilavca in laporja. Po strukturi je apnenec mikriten, pelmikriten in redkeje biospariten; njegov nizek energijski indeks kaže na sedimentacijo v zelo plitvem zatišnem delu šelfa, piritni pigment pa na rahlo redukcijsko okolje v času zgodnje diagenese. Fosili so relativno redki. Zastopani so predvsem ostrakodi, tankolupinske školjke in polži; eden od preiskanih vzorcev je vseboval kalcitizirane rediolarije. Delež karbonata v apnencu znaša 90 do 95 %. Nekarbonatno komponento sestavljajo minerali glin, detritična zrna kremenca, sljuda in piritni pigment.

V vrhnjem delu spodnjaskitske serije leže plasti rdečega meljastega skrilavca, meljastega peščenjaka in peščenega dolomita, debele največ 80 cm. Rentgenska analiza enega vzorca skrilavca kaže naslednjo mineralno sestavo: muskovit, kremen, kalcit, illit, plagioklaz ter sledove siderita in goethita. Delež karbonata v vzorcu znaša 35 %. Zanimiva je prisotnost siderita v več vzorcih meljastega peščenjaka in skrilavca; po njegovi prisotnosti bi lahko sklepali na občasno humidno klimo.

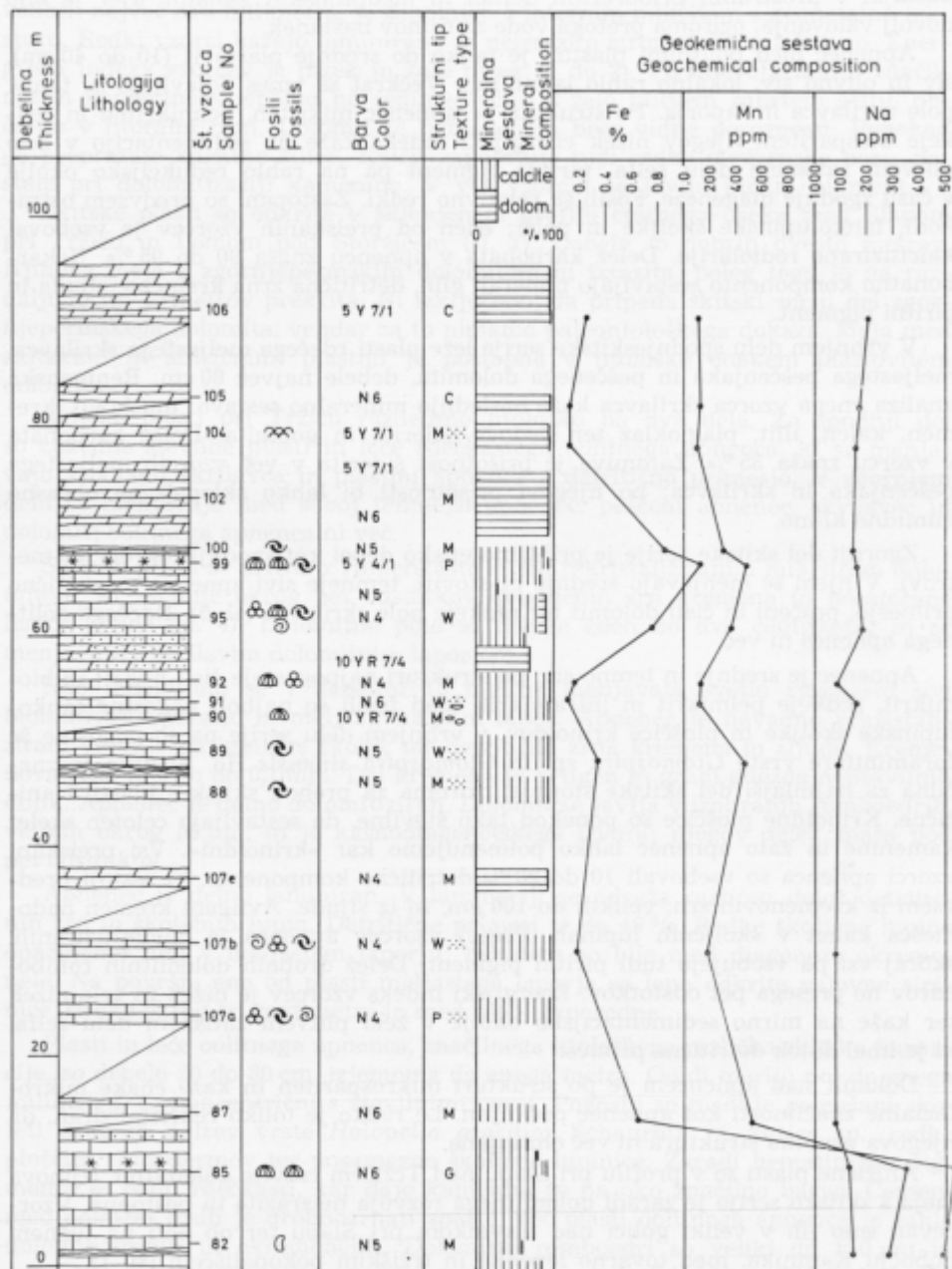
Zgornji del skitske serije je približno enako debel kot spodnji (okrog 100 metrov). V njem se menjavajo srednje plastoviti, temneje sivi apnenec z detritično primesjo, peščeni in čisti dolomit ter redkeje pole skrilavca (sl. 5). Rdečega oolitnega apnenca ni več.

Apnenec je srednje in temno siv, po strukturi najpogostejše čisti mikrit in biomikrit, redkeje pelmikrit in intramikrit. Med fosili so najbolj pogostne tankolupinske školjke in ploščice krinoidov, v vrhnjem delu serije pa so pogostne še foraminifere vrste *Glomospira* sp. in *Glomospira sinensis* Ho. Slednja je značilna za najmlajši del skitske stopnje, oziroma za prehod skitskih plasti v anizične. Krinoidne ploščice so ponekod tako številne, da sestavljajo celoten skelet kamenine in zato apnenec lahko poimenujemo kar »krinoidni«. Vsi preiskani vzorci apnenca so vsebovali 10 do 20 % detritične komponente, ki sestoji predvsem iz kremenovih zrn, velikih do 100 μ m, in iz sljude. Avtigeni kremen nado-mešča kalcit v školjčnih lupinah. Precej vzorcev apnenca je dolomitiziranih, skoraj vsi pa vsebujejo tudi piritni pigment. Delež drobnih dolomitnih romboedrov ne presega pet odstotkov. Energijski indeks vzorcev je nizek in zelo nizek ter kaže na mirno sedimentacijsko okolje v zelo plitvem zatišnem delu šelfa, ki je imel dotok detritične primesi.

Dolomit nad apnencem je po strukturi mikrospariten in kaže enake mikrofacialne značilnosti kot apnenec pod njim. Le redko je toliko rekristaliziran, da njegova prvotna struktura ni več ohranjena.

Anizične plasti so v profilu pri Slapu nad Trzičem razvite dolomitno. Njihova meja s skitsko serijo je zaradi dolomitnega razvoja neizrazita in postopna. Vzorcevali smo jih v veliki golici nad travnikom pri Slapu ter ob poti na južnem pobočju Kamnika, med tovarno lepenke in tržiškim pokopališčem (sl. 1).

S profilom smo zajeli le okrog 60 metrov anizičnega dolomita. Njegove osnovne značilnosti so srednje siva barva, precej enakomerna debelina plasti (10 do 40 cm, poprečno okrog 20 cm) ter homogenost. Med fosili so najbolj pogostne



Sl. 5. Detajlni profil zgornjeskitskih plasti (detajl C na sl. 2)

Fig. 5. Detail section of the Upper Scythian beds (detail C on fig. 2)

LITOLOGIJA - LITHOLOGY

apnenec
limestoneoolitni apnenec
oolitic limestoneapnenec z detritično primesjo
limestone with detrital admixturekrinoidni apnenec
crinoidal limestonedolomit
dolomitedolomit z detritično primesjo
dolomite with detrital admixturelaporasti apnenec in dolomit
marly limestone and dolomitesatasti dolomit
cellular dolomitelapor
marlmeljasti skrilavec
silty shalepeščenjak
sandstonekonglomerat
conglomerate

FOSILI - FOSSILS

polži
gastropodsškoljke
pelecypodsehinodermi
echinodermsforaminifere
foraminifersostrakodi
ostracodsskeletne alge
skeletal algaeneskeletne alge
nonskeletal algaeSTRUKTURNI TIP APNENCA
TEXTURAL TYPE OF LIMESTONE
(Dunham 1962)

M mudstone

W wackestone

P packstone

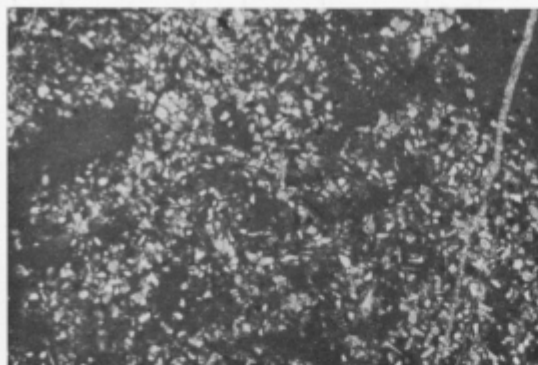
G grainstone

C zrnata str.
crystalline text.... peleti
pellets○ intraklasti
intraclastsBarva Rock Color Chart
Color (Geol. Soc. America)

Legenda k sl. 3, 4 in 5

Explanation of figs. 3, 4, and 5

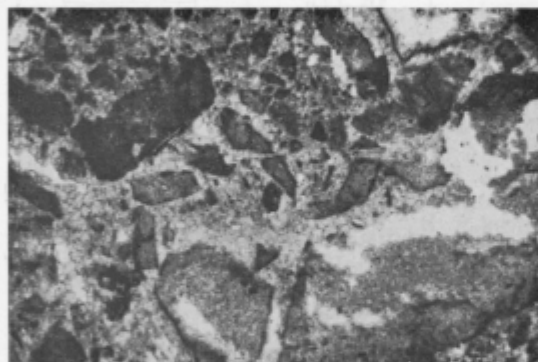
Tabla 1 — Plate 1



Sl. 1 — Fig. 1

Mikrosparitni dolomit s številnimi zrnji detritičnega kremenca. Bazalne plasti zgornjepermskega zaporedja, 12 ×

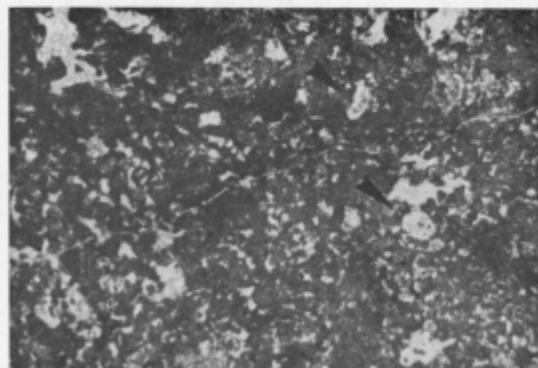
Microsparitic dolomite including abundant detrital quartz. Basal sequence of the Upper Permian beds, 12 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Dolomitni klasti, cementirani s kalcitnim sparitom. Detajl satasteega dolomita. Bela polja so kaverne. Zgornjepermske plasti, 10 ×

Dolomite clasts in sparry calcite matrix. Detail of cellular dolomite. White fields — caverns. Upper Permian beds, 10 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Biopelmikritni dolomit z redkimi porami in foraminifero vrste *Hemigordiopsis* sp. (puščice). Zgornji perm, 12 ×

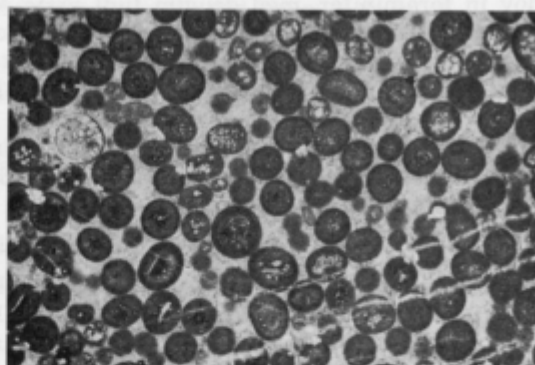
Biopelmicritic dolomite with some shrinkage pores and foraminifer *Hemigordiopsis* sp. (arrows). Upper Permian, 12 ×

Tabla 2 — Plate 2

Sl. 1 — Fig. 1

Rahlo dolomitiziran oosparitni apnenec. Spodnjeskitska serija, 12 ×

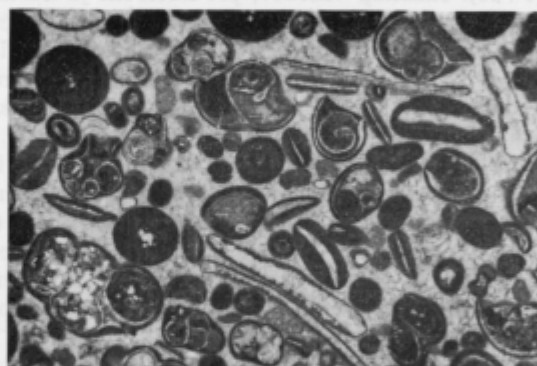
Oosparitic limestone, partly dolomitized. Lower Scythian series, 12 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Bioosparitni apnenec s številnimi lupinami gastropodov (vrsta *Holopella* sp.) in redkimi zrni detritičnega kremena. Skitska serija, 12 ×

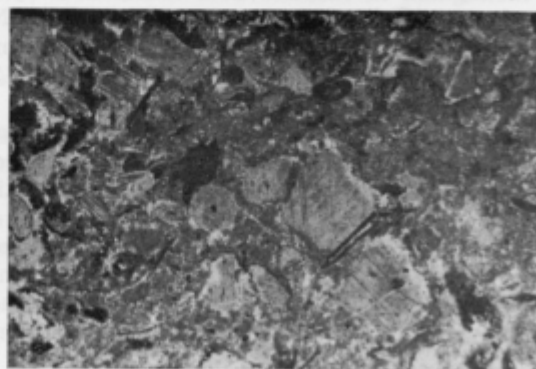
Bioosparitic limestone (grainstone) including abundant gastropods *Holopella* sp. and some detrital quartz. Lower Scythian series, 12 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Rekristalizirani krinoidni apnenec (packstone). Zgornjeskitska serija, 12 ×

Recrystallized crinoidal limestone (packstone). Upper Scythian series, 12 ×



drobne kopuče neskeletnih alg v združbi tankolupinskih školjk, mikrogastropodov in foraminifer, med drugim tudi vrste *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić, značilne za anizično stopnjo. Z neskeletnimi algami so inkrustrirani tudi posamezni intraklasti, ki imajo zato videz onkoidov.

Anizični dolomit je nastajal v zgodnji diagenezi. Redke izsušitvene pore kažejo na občasno litoralno cono. Kamenina je zelo čista; delež karbonata v vseh preiskanih vzorcih presega 98 %. Mikrofacialno in litološko podoben je dolomit enake starosti v Posavskih gubah, npr. v Todražu (K. Grad & B. Ogorelec, 1980).

Geokemične raziskave

Iz celotnega profila smo geokemično preiskali 62 vzorcev karbonatnih kamenin. S plamensko absorpcijsko metodo so bile določene sledne prvine Fe, Mn, Na in Zn, medtem ko sta bila Ca in Mg analizirana kompleksometrično (metoda G. Müller, 1964). Za določitev izotopske sestave kisika in ogljika smo odbrali 32 vzorcev. Vzorčevali smo dokaj enakomerno po celotni dolžini profila in zajeli vse litološke različke apnenca in dolomita. Za analize slednih prvin smo vzeli en gram homogeniziranega zdrobljenega vzorca in ga raztopili v 100 ml HNO_3 (1 : 20). Razklop vzorcev, pri katerem je nastal CO_2 , smo izvršili s 100 % H_3PO_4 pri temperaturi 50° C. Sledne prvine so določili v Kemičnem laboratoriju Rudnikov svinca in topilnice v Mežici (vodja M. Iglarjeva), izotopsko sestavo kisika in ogljika pa na Institutu Jožef Stefan z masnim spektrometrom Nierovega tipa Varianmat 250. Natančnost meritev znaša tako za δO^{18} kot za $\delta\text{C}^{13} \pm 0,1$ ‰.

V tabeli 1 so podane mejne vrednosti Fe, Mn in Na ter delež karbonata v različkih apnenca in dolomita, v tabeli 2 pa izotopska sestava kisika in ogljika kot relativne vrednosti δO^{18} in δC^{13} , izražene v promilih glede na standard SMOW (H. Craig, 1961) in standard PDB (H. Craig, 1957).

Sledne prvine. Litološke razlike zgornjepermskih dolomitnih plasti se odražajo tudi v njihovih geokemičnih parametrih. Vzorci dolomita s prehoda med grōdenskimi klastiti in zgornjepermskim zaporedjem imajo najvišje vrednosti Fe, Mn in Na. Vsebnost železa se giblje od 0,72 do 0,98 %/a, mangana 720 do 1170 ppm in natrija 250 do 690 ppm. Podobne koncentracije teh elementov vsebuje tudi temen zgornjepermski dolomit nad grōdenskimi klastiti v Javorjevem dolu pri Sovodnju (K. Grad & B. Ogorelec, 1980).

Dolomitno-evaporitni vzorci vsebujejo nižje koncentracije slednih prvin v primerjavi z dolomitom prehodnih plasti, kljub skoraj še enkrat višjemu deležu karbonata. Še nižje koncentracije Fe, Mn in Na smo našli v zgornjem dolomitu zgornjepermskega zaporedja pri Tržiču. V tem dolomitu znaša vsebnost Fe 1150 do 3200 ppm, mangana 60 do 280 ppm ter Na 125 do 270 ppm; analiziranih je bilo enajst vzorcev.

Koncentracija cinka se v dolomitu približuje mejam geokemičnega praga in je povečini nižja od 15 ppm. Rahlo višje vrednosti (do 40 ppm Zn) smo dobili le v dolomitu ob kontaktu z grōdenskimi klastiti in v dolomitnem laporju evaporitnih plasti, ki vsebuje 50 ppm Zn.

Skitske plasti so tako pestro razvite, da je zelo težko podati pravo geokemično primerjavo, saj si niti dva preiskana vzorca nista podobna v vseh mineraloških in mikrofacialnih parametrih. Za skitski apnenec pri Tržiču velja v splošnem visok delež železa (3100 ppm v pelmikritnem apnencu, do 3,3 % v peščenem

Tabela 1. Sledni elementi v različnih apnenca in dolomita
 Table 1. Microelements in different limestone and dolomite varieties

Starost Age	Kamenina Rock	Število vzorcev No. of samples	Delež karbonata Carbonate content %	Fe %	Mn ppm	Na ppm
Anizična stopnja Anisian stage	svetli dolomit light dolomite	8	96.8-99.2	0.073-0.22	45-65	150-215
Skitska serija Scythian series	oolitni apnenec oolithic limestone	12	87.3-96.7	0.25-1.12	135-530	55-205
	mikritni apnenec micritic limestone	14	77.8-94.8	0.31-1.40	75-850	65-145
	dolomit dolomite	5	86.4-96.8	0.08-3.30	50-240	140-225
Zgornje- permske plasti	svetli dolomit light dolomite	17	89.6-99.0	0.11-0.32	60-280	125-270
Upper Permian beds	rdeči peščeni dolomit reddish sandy dolomite (prehodne plasti - transitional beds)	6	8.0-55.6	0.72-0.98	720-1170	250-690

dolomitu; poprečna vsebnost Fe v apnencu se giblje okrog enega odstotka). Relativno visoko koncentracijo železa pripisujemo piritnemu pigmentu v mikritnem apnencu ter hematitu v ooidih. Koncentracija mangana je v mejah 70 do 850 ppm, poprečno okrog 200 ppm; soodvisnost med železom in manganom je precej dobro izražena.

Skitski apnenec pri Trziču je geokemično podoben litološko enakemu apnencu na žirovsko-idrijskem ozemlju (J. Čar & al., 1980, K. Grad & B. Ogo-relec, 1980).

Iz anizičnega dolomita je bilo analiziranih osem vzorcev. Dolomit je zelo čist, saj vsebuje nad 97 % karbonata. Vzorci kažejo enake mikrofacialne in geokemične značilnosti. Železo je v mejah 730 do 2230 ppm (poprečno okrog 1000 ppm), mangan in natrij sta zelo enotna (Mn 45 do 65 ppm in Na 150 do 215 ppm). V primerjavi z vzorci anizičnega dolomita enakega faciesa v Posavskih gubah (Todraž pri Gorenji vasi npr. poprečno 250 ppm, Zagorje 400 ppm Fe), kaže dolomit v Trziču predvsem višjo vrednost železa, nekoliko več pa vsebuje tudi natrija.

Tabela 2. Izotopska sestava kisika in ogljika v različnih apnenca in dolomita
 Table 2. Oxygen and carbon isotope ratio in different limestone and dolomite varieties

Starost Age	Št. vzorca Sample No.	Strukturni tip Textural type	δO^{18} (PDB) ‰	δO^{18} (SMOW) ‰	δC^{13} (PDB) ‰
Anizična stopnja Anisian stage	115	pmD	-2.96	+27.32	+2.87
	112	bmD	-2.28	+28.02	+3.10
	108	pbD	-2.44	+27.86	+2.99
Skitska serija Scythian series	100	bmL	-6.66	+23.51	+2.05
	99	bmL	-5.74	+24.46	+1.89
	91	bmD	-2.63	+27.66	+2.55
	86	bsL	-5.14	+25.07	-1.90
	85	bsL	-4.14	+26.10	-0.62
	82	mD	-4.22	+26.02	-0.16
	80f	sD	-2.96	+27.32	-2.25
	80e	osL	-7.84	+22.29	-1.17
	80a	dcS	-5.45	+24.75	+1.66
	72	mL	-7.91	+22.22	-0.62
	71	osL	-7.57	+22.57	-0.70
	68	osL	-7.60	+22.54	-0.36
	60	bmL	-7.81	+22.32	-0.49
	51	mL	-7.74	+22.39	+1.02
	41	bmL	-8.74	+21.36	+3.17
	40	bmL	-7.49	+22.65	+2.38
	39	dcM	-4.48	+25.75	+3.95
Zgornjepermske plasti Upper Permian beds	34	sD	-3.00	+27.28	-0.13
	32	bmD	-3.85	+26.40	+0.76
	29	mD	-0.30	+30.06	+4.60
	28c	mD	+0.20	+30.58	+3.81
	24	mD	-0.40	+29.96	+5.12
	23	dM	-0.90	+29.44	+1.44
	18	cD	-7.16	+22.99	-2.33
	16	mD	-1.55	+28.77	+2.05
	13	cD	-5.45	+24.75	-1.14
	11	mD	-3.58	+26.68	+1.99
	5	dS	-5.53	+24.50	+0.23
	4	mD	-4.45	+25.78	+2.41

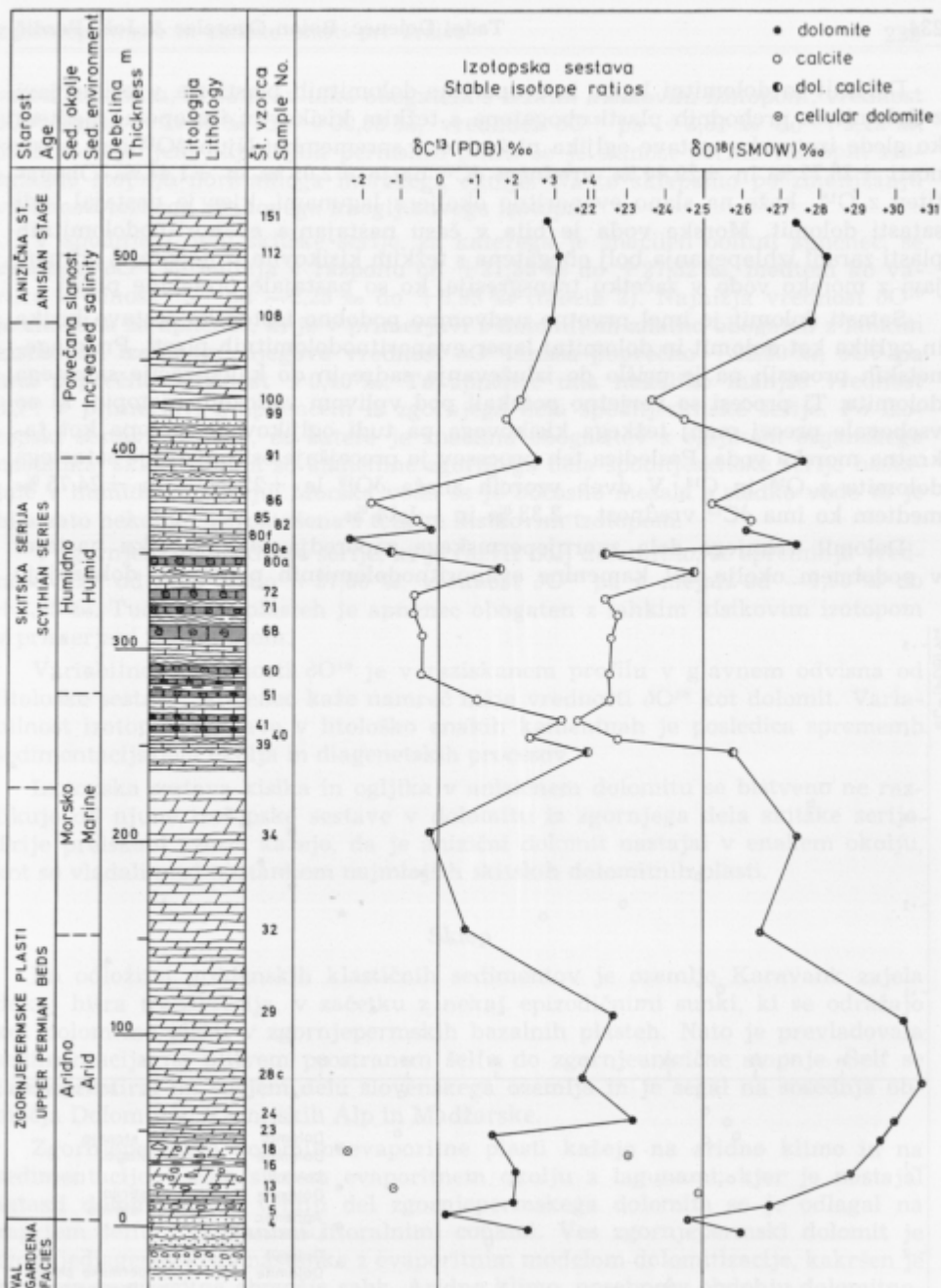
Strukturni tip: D dolomit — dolomite
 Textural type: L apnenec — limestone
 M lapor — marl
 S peščenjak — sandstone
 m mikrit — micrite
 s sparit — sparite

b bioklasti — bioclasts
 p peleti — pellets
 o ooidi — ooliths
 dc dolomitni-kalcitni —
 dolomitic-calcitic
 c satasti — cellular

npr. bmD biomikritni dolomit — biomieritic dolomite
 osL oosparitni apnenec — oosparitic limestone

Izotopska sestava kisika in ogljika. Variabilnost izotopske sestave kisika in ogljika v preiskanih vzorcih dolomita in apnenca kažejo tabela 2, ter sliki 6 in 7.

Preiskali smo tri vzorce zgornjepermskega dolomita s kontakta z grōdensko klastično formacijo. Mikrosparitni dolomit ima vrednosti δO^{18} +25,78 ‰ in +26,68 ‰, medtem ko znaša δC^{13} +2,41 ‰ in +1,99 ‰. Dolomitno vezivo drobnnozrnatega peščenjaka ima v primerjavi z mikritnim dolomitom nekoliko lažjo izotopsko sestavo obeh elementov.



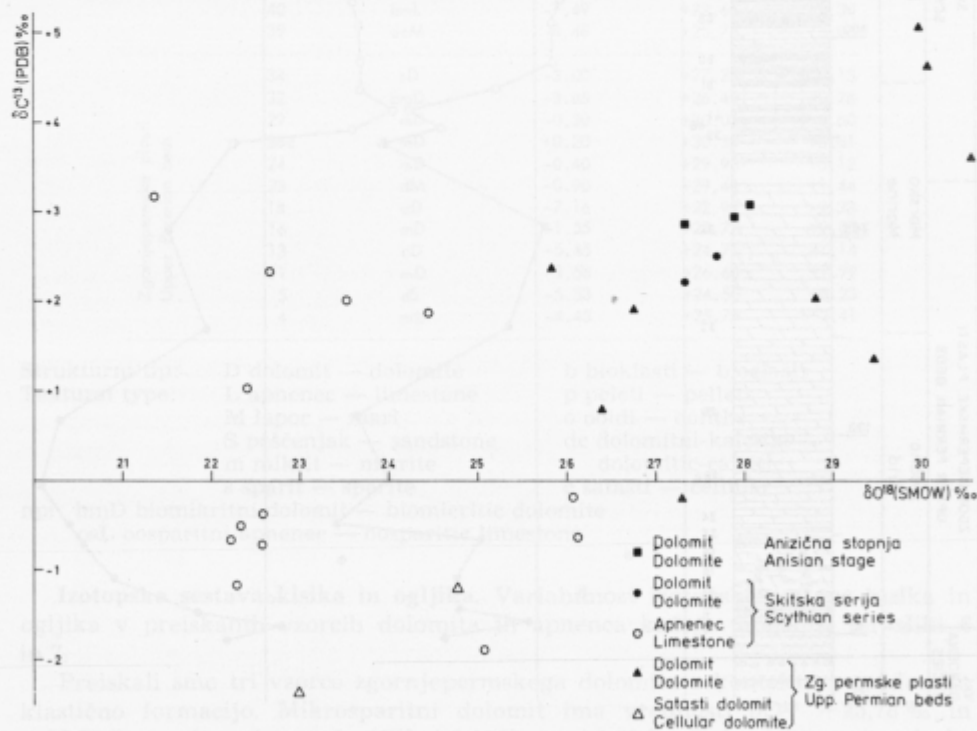
Sl. 6. Variabilnost vrednosti δO^{18} in δC^{13} v zgornjepermskih in skitskih plasteh pri Tržiču

Fig. 6. δO^{18} and δC^{13} values for samples taken from the Upper Permian and Scythian beds at Tržič

Dolomit in dolomitni lapor iz evaporitno-dolomitnih plasti sta v primerjavi z dolomitom prehodnih plasti obogatena s težkim kisikovim izotopom, medtem ko glede izotopske sestave ogljika ni bistvene spremembe. Njun δO^{18} ima vrednosti $+28,77\text{‰}$ in $+29,44\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa je $+2,05\text{‰}$ in $+1,44\text{‰}$. Obogatitev z O^{18} kaže na slano evaporitno okolje z lagunami, kjer je nastajal tudi satasti dolomit. Morska voda je bila v času nastajanja evaporitnodolomitnih plasti zaradi izhlapevanja bolj obogatena s težkim kisikovim izotopom, v primerjavi z morsko vodo v začetku transgresije, ko so nastajale prehodne plasti.

Satasti dolomit je imel prvotno nedvomno podobno izotopsko sestavo kisika in ogljika kot dolomit in dolomitni lapor evaporitnodolomitnih plasti. Pri diagenetskih procesih pa je prišlo do izluževanja sadre in do kalcitizacije satastega dolomita. Ti procesi so verjetno potekali pod vplivom vadoznih raztopin, ki so vsebovale precej manj težkega kisikovega pa tudi ogljikovega izotopa kot takratna morska voda. Posledica teh procesov je precejšnje osiromašenje satastega dolomita z O^{18} in C^{13} . V dveh vzorcih znaša δO^{18} le $+22,99\text{‰}$ in $+24,75\text{‰}$ medtem ko ima δC^{13} vrednost $-2,33\text{‰}$ in $-1,14\text{‰}$.

Dolomit vrhnjega dela zgornjepermskega zaporedja je v začetku nastajal v podobnem okolju kot kamenine evaporitnodolomitnih plasti. To dokazujejo



Sl. 7. Medsebojno razmerje izotopske sestave kisika in ogljika v karbonatnih plasteh pri Tržiču

Fig. 7. δO^{18} versus δC^{13} for samples taken from the carbonate rocks at Tržič

vzorci dolomita, ki so prav tako obogateni s težkim kisikovim izotopom; vrednost δO^{18} znaša $+29,96\text{‰}$ do $+30,58\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa $+3,81\text{‰}$ do $+5,12\text{‰}$. Med nastajanjem najmlajših permskih plasti se je slanost pornih raztopin znižala do stopnje normalnega morskega okolja. Na to sklepamo po zmanjšanju vsebnosti težkega kisikovega in ogljikovega izotopa.

V spodnjem delu skitske serije, za katerega je značilen oolitni apnenec, se vrednost δO^{18} spreminja v razponu od $+21,36\text{‰}$ do $+27,32\text{‰}$, medtem ko variira vrednost δC^{13} od $-2,25\text{‰}$ do $+3,95\text{‰}$ (tabela 2). Najnižja vrednost δO^{18} je značilna za apnenec, ki je v primerjavi z dolomitom znatno obogaten z lahkim kisikovim izotopom; njegova vrednost δO^{18} znaša poprečno $+22,30\text{‰}$, δC^{13} pa ima poprečno vrednost $+0,40\text{‰}$. Ta apnenec ima nekoliko manjšo vrednost δO^{18} v primerjavi z apnencem iz zgornjega dela spodnjeskitske serije. Po izotopski sestavi vzorcev, za katere je značilna obogatitev z ogljikom organskega nastanka, sklepamo, da so kamenine zgornjega dela spodnjeskitske serije nastale v humidnem okolju. Morska voda se je občasno mešala s sladko vodo in je bila zato nekoliko osiromašena s težkim kisikovim izotopom.

V zgornjem delu skitske serije, ki je razvit bolj dolomitno, se spreminja vrednost δO^{18} od $+23\text{‰}$ do $+27,66\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa v mejah od $-1,90\text{‰}$ do $+2,05\text{‰}$. Tudi v teh plasteh je apnenec obogaten z lahkim kisikovim izotopom v primerjavi z dolomitom.

Variabilnost vrednosti δO^{18} je v raziskanem profilu v glavnem odvisna od litološke sestave. Apnenec kaže namreč nižje vrednosti δO^{18} kot dolomit. Variabilnost izotopske sestave v litološko enakih kameninah je posledica sprememb sedimentacijskega okolja in diagenetskih procesov.

Izotopska sestava kisika in ogljika v anizičnem dolomitu se bistveno ne razlikuje od njune izotopske sestave v dolomitu iz zgornjega dela skitske serije. Trije preiskani vzorci kažejo, da je anizični dolomit nastajal v enakem okolju, kot so vladali med nastankom najmlajših skitskih dolomitnih plasti.

Sklep

Po odložitvi grödenskih klastičnih sedimentov je ozemlje Karavank zajela dokaj hitra transgresija, v začetku z nekaj epizodičnimi sunki, ki se odražajo kot dolomitne plasti v zgornjepermskih bazalnih plasteh. Nato je prevladovala sedimentacija na plitvem prostranem šelfu do zgornjeanizične stopnje. Šelf se je razprostiral na večjem delu slovenskega ozemlja in je segal na sosednja območja Dolomitov, Karnijskih Alp in Madžarske.

Zgornjepermsko dolomitnoevaporitne plasti kažejo na aridno klimo in na sedimentacijo v zelo slanem evaporitnem okolju z lagunami, kjer je nastajal satasti dolomit. Tudi vrhnji del zgornjepermskega dolomita se je odlagal na zaprtem šelfu z občasnimi litoralnimi conami. Ves zgornjepermski dolomit je zgodnjediagenetskega nastanka z evaporitnim modelom dolomitizacije, kakršen je značilen za recentna območja sabk. Aridno klimo, posebno v obdobju dolomitnoevaporitne sedimentacije, potrjujejo tudi izotopske raziskave dolomita, saj je ta precej obogaten s težkim kisikom in ogljikovim izotopom. Proti koncu zgornjepermske periode je za krajši čas prevladalo normalno morsko okolje. Dolomitizacijo karbonatnega blata so povzročile porne vode, ki so postale ob kapilarnem

dvigu nasičene z Mg^{++} ioni. Piritni pigment kaže na redukcijsko cono v času zgodnje diageneze sedimenta. V primerjavi z zgornjepermjskimi karbonatnimi kameninami Posavskih gub, ki so razvite v spodnjem delu dolomitno, v zgornjem pa apneno, je zgornjepermjski dolomit v Karavankah precej bolj čist in vsebuje le malo detritične primesi.

Sedimentacija na plitvem šelfu se je nadaljevala še skozi celotno skitsko obdobje in večidel anizičnega. Vzorci apnenca kažejo pestro strukturo in imajo z izjemo oolitnih plasti zelo nizek energijski indeks. Za celotno skitsko obdobje je značilen dotok detritičnega materiala, predvsem kremenca in sljude poleg mineralov glin, v manjši meri pa tudi glincev ter femičnih mineralov. Delež detritusa je v vzorcih zelo spremenljiv; meljevec, peščenjak in lapor večkrat prekinjajo karbonatne plasti. Detritična zrna so zelo drobna, povečini velikosti mulja. Njihovega izvora, oziroma smeri transporta nismo mogli določiti. Domnevamo, da so delno eolskega porekla, posebno v spodnjem delu skitske serije, ko je občasno še prevladovalo evapornito okolje. Večji del detritičnega materiala pa je prišel s kopnega. Izotopska sestava kisika in ogljika v apnencu ter siderit kaže na humidno klimo. Ooliti, značilni za skitske plasti so pomešani z mikrogastropodi, odlagali pa so se v medplimskih deltah in v kanalih.

Tudi drugod v Karavankah je razvoj skitskih plasti podoben, kot ga opazujemo pri Trziču, v Posavskih gubah (npr. Idrija, Polhov Gradec, Bohor), na Kočevskem (S. Dozet & M. Silvester, 1979) ter na širšem alpskem in dinarskem prostoru (R. Assereto & al., 1972; C. Broglio Loriga & al., 1979; V. Mudrenović, 1980). Enoten razvoj skitskih plasti na tako obsežnem prostoru kaže na stabilno in zelo plitvo karbonatno platformo, ki se je razprostirala na razdalji nekaj sto kilometrov.

Anizični dolomit je enoličen; vsebuje prek 98 % karbonata. To kaže, da je dotok detritične primesi konec skitske serije ponehal. Njegove mikrofacialne značilnosti govore za sedimentacijo na plitvem zatišnem šelfu z vplivi litorala, ki ga nakazujejo stromatolitne lamine in pogostne izsušitvene pore.

Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area

Summary

Upper Permian and Scythian rocks of the Tržič area (fig. 1) have been considered from the microfacial, mineralogical and geochemical point of view in order to interpret the environmental conditions under which the deposition took place.

After the Middle Permian period during which clastic Val Gardena formation was deposited in continental environments, gradual subsidence affected the extensive area of the Karavanke Alps. The subsidence was controlled by marine transgression. It was a time of climatic and geographic changes from continental to marine environments which are reflected in an intertongued lithofacies. Thin dolomite layers interlock by mutual penetration in shale and sandstone. This interlayered suite appears to be up to ten metres thick. Only thereupon did marine sedimentation become widespread. A cellular dolomite intercalated with bituminous dolomite and marl is up to 60 metres thick and is indicative of eva-

poritic conditions. It is considered to be of polymictic breccia origin. The cellular dolomite is overlain by a gray dolomite up to 250 metres thick. A foraminifer of *Hemigordropsis* sp. was determined from this member.

Evaporitic conditions and arid climate during the Late Permian period is confirmed by stable isotope composition of oxygen and carbon within the dolomite. It is enriched in both oxygen and carbon heavy isotopes. The dolomite represents an early diagenetic replacement of limestone in littoral environment by „capillary effect“, while pyrite and organic matter, disseminated in some parts of the rock, suggest somewhat reducing environment.

Upper Permian dolomite of the Karavanke Alps contains a much less detritic component compared with the carbonate rocks from the Sava Folds of the same age. The early Triassic sediments show a rather large scale development of the marine environments. Scythian beds are subdivided into two lithological units, each of them about 100 metres thick. The lower part of the Scythian series consists of dolomite, biomicritic limestone, silty shale, and marl. Characteristic are interbeds of reddish oolitic limestone and a moderately high content of detrital admixture. The red colour of the limestone refers to the presence of disseminated clay minerals and hematite. Gastropod shells of the species *Holopella gracilior* Schaubroth occur in some oolitic beds. Ooids were formed in intertidal channels and deltas. Lower Scythian limestone is enriched in light oxygen and carbon isotopes, which reflect a humid climate.

In the upper Scythian lithological unit an alternation of dark gray limestone occurs having much detritus, sandy dolomite, pure dolomite, and rare shale; however, no oolitic limestone can be met with there. The stratigraphic range of the beds is indicated by the foraminifer *Glomospira sinensis* Ho. In some levels crinoid fragments are rockforming.

Anisian dolomite owes its origin to an early diagenetic replacement. The carbonate content makes up to 98 percent by weight of the rock and has almost no distant admixture compared with the Scythian rocks. Thus the break of the detrital admixture in this rocks is evident.

The microfacial features of the Tržič section show that the Upper Permian and Scythian carbonate rocks of the Karavanke Alps have been deposited in rather quiet water conditions of littoral and restricted shelf, locally of lagoonal type.

The sedimentary features, we observed in the Tržič area, are very similar to those in the Sava Folds (K. Grad & B. Ogorelec, 1980; J. Čar & al., 1980) and Kočevje area (S. Dozet & M. Silvester, 1979). A shallow continental shelf extended during the time interval between the Upper Permian and Anisian stage from our land to the adjacent Alpine regions (R. Asse- reto & al., 1972; C. Broglio Loriga & al., 1979) and Dinarides (V. Mudrenović, 1980).

Geochemical analyses for Fe, Mn and Na are given in table 1. The Fe and Mn contents of the Upper Permian basal sequence are higher compared to the light gray dolomite of the uppermost Permian sequence and Triassic dolomite. The high Fe and Mn contents refer to disseminated pyrite which resulted from the action of sulfate reducing bacteria in lagoons. The Na content of the Upper Permian dolomite is higher than that in Scythian limestone.

Literatura

- Assereto, R., Bosellini, A., Fantini Sestini, N. & Sweet, W. C. 1972, Permian-Triassic Boundary in the Southern Alps (Italy). *Bull. Can. Petrol. Geol.* 20, Calgary 176—199, Calgary.
- Bosellini, A. & Hardie, L. A. 1973, Depositional theme of a marginal marine evaporite. *Sedimentology*, v. 20, 5—28, Oxford.
- Broglia Loriga, C., Masetti, D. & Neri, C. 1979, The Werfen formation (Lower Triassic) in the Catinaccio Mt.; Riccardo Assereto & Giulio Pisa Field Symposium on Triassic Stratigraphy in Southern Alps. Bergamo-June 1979, 40—47.
- Buggisch, W. 1974, Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel), Oberperm, Karnische Alpen; Untersuchungen zur Fazies und Geochemie. *Carinthia* II. 168/84, 17—26, Klagenfurt.
- Buser, S. 1974, Neue Feststellungen in Perm der westlichen Karawanken. *Carinthia* II. 164/84, 27—37, Klagenfurt.
- Buser, S. 1980, Tolmač lista Celovec, Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod, 62 s., Beograd.
- Craig, H. 1961, Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters. *Science* 133, 1833—1834.
- Čar, J., Gregorič, V., Ogorelec, B. & Orehek, S. 1980, Sedimentološki razvoj skitskih plasti v idrijskem rudišču; Rudarsko-metalurški zbornik, 27/1, 3—20, Ljubljana.
- Dolenc, T. 1973, Biostratigrafski razvoj ozemlja med Trzičem in planino Kofce; Diplomatska naloga. Arhiv FNT Ljubljana, 136 s.
- Dozet, S. & Silvester, M. 1979, Skitske in zgornjekarnijske kamenine na Kočevskem; *Geologija*, 22/2, 327—336, Ljubljana.
- Grad, K. & Ogorelec, B. 1980, Zgornjepermske, skitske in anizične kamenine na žirovskem ozemlju; *Geologija*, 23/2, 189—220, Ljubljana.
- Mudrenović, V. 1980, Stratigrafske i facijalne odlike donjeg trijasa planine Dimitor; Simpozijum iz regionalne geologije i paleontologije, Beograd 1980, 445—457, Beograd.
- Müller, G. 1964, Methoden der Sedimentuntersuchung: Sediment-Petrologie, Teil I; Schweizerbart'sche Verl., 303 s., Stuttgart.
- Ramovš, A. 1958 a, Razvoj zgornjega perma v loških in polhograjskih hribih. *Razprave SAZU* IV, 455—622, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1958 b, Tržič-Dolžanova soteska. *Geološki izleti po Sloveniji*. Mladi geolog 2, Mladinska knjiga, 46—60, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1980, Po poteh okamenega življenja v tržiškem prostoru; Društvo prijateljev mineralov in fosilov Tržič. 80 s., Tržič.
- Schellwien, E. 1898, Die Fauna der Trogkofelschichten in den Karnischen Alpen und den Karawanken; *Abh. Geol. Reichsanst.* 16, 1—22, Wien.
- Teller, F. 1903, Exkursion in das Feistritzthal bei Neumarkt in Oberkrain. *Führer geol. Exkurs. in Österreich*, 9. Int. Geol. Kongress., 27 s., Wien.

UDK 55.301.731.351.44(091.14) : 501

Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovimi pečmi

La faune pléistocène de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi

Vida Fuha

Katedra za kvartarologijo, univerza Edvarda Kardelja, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 18

Kratka vsebina

V pleistocenskih plasteh Jame pod Herkovimi pečmi, dosegi odine paleontološke podatke na Koroško, je bilo raziskanih 14 izvalskih vrst in dve podvrsti. Štiri vrste so znane pleistocenski tujeroti, šest so jih iz zaradi speleogenega življenjskega obzja izvalilo, preostale štiri pa so danez vrste v bližini in daljini okoliš Jame. Favniški ostanki pripadajo artiodontom, alpejskim, alpejskim in goščim členom. Najštevilčnejši so živali ostanki jaskolkega medveda; jama je bila torej prvi medvedji brlog. Mladostvinska kamara grobje kaže, da je najverjetneje lovci jame redko obiskovali. Na mestih grobov in stopah larval le avtorice poznajo sledovi uvrstila v medvedjo jevalko-ostanki medvedja, mladi grob pa v prvi vrstni medvedji medali, ter preostale v alpejski, artiodontni stopah členom med goščimi.

Summary

Dans le remplissage de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi 14 espèces des mammifères et deux sous-espèces ont été déterminées. Quatre d'entre-elles se sont éteintes vers la fin du pléistocène, six ultérieures ont émigré par suite des conditions écologiques changées, les quatre restantes ont subsisté jusqu'à nos jours dans les environs proches et lointains de la jama. Les restes fauniques appartiennent aux éléments artiodonts, alpins ainsi qu'à ceux des steppes et des forêts. Les restes les plus abondants de l'ours des cavernes y étant les plus abondants, la cavité est considérée comme un repaire d'ours typique. Les outils en pierre peu nombreux démontrent que le chasseur paléolithique fréquentait la grotte rarement. D'après la faune alpine et forestière, l'habitat a changé l'argile de base dans la phase finale de l'interglaciaire Riss-Würm tandis que le chasseur encore plus récent est attribué au Würmien I en raison des éléments artiodonts, alpins et alpins au-dessus de ceux de forêts.

Uvod

Jama pod Herkovimi pečmi je bila že dolgo časa znana najbajše kasti jaskolkega medveda. V literaturi je je prvi omenil S. Brodar (1933, 197). Tako najbajše pleistocenske favne so pogosto poslednja lovskega plava lovca dobnega človeka. Tako je S. Brodar leta 1933 izvedel poskuse sondiranja

UDK 56:551.791:551.44(497.12)=863

Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovimi pečmi

La faune pléistocène de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi

Vida Pohar

Katedra za kvartarologijo, univerza Edvarda Kardelja, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Kratka vsebina

V pleistocenskih plasteh Jame pod Herkovimi pečmi, doslej edine paleolitske postaje na Kozjaku, je bilo najdenih 14 živalskih vrst in dve podvrsti. Štiri vrste so konec pleistocena izumrle, šest se jih je zaradi spremenjenega življenjskega okolja izselilo, preostale štiri pa še danes živijo v bližnji in daljnji okolici jame. Favnistični ostanki pripadajo arktičnim, alpskim, stepskim in gozdnim elementom. Najštevilnejši so kostni ostanki jamskega medveda; jama je bila torej pravi medvedji brlog. Maloštevilno kameno orodje kaže, da je paleolitski lovec jamo redko obiskoval. Po mešani gozdni in stepski favni je avtorica bazalno ilovico uvrstila v iztekajoči se riško-würmski interglacial, mlajši grušč pa v prvi würmski stadial, ker prevladujejo v njem alpski, arktični in stepski elementi nad gozdnimi.

Resumé

Dans le remplissage de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi 14 espèces des mammifères et deux sous-espèces ont été déterminées. Quatre d'entre-elles se sont éteintes vers la fin du pléistocène, six ultérieures ont émigré par suite des conditions écologiques changées, les quatre restantes ont subsisté jusqu'à nos jours dans les environs proches et lointains de la cavité. Les restes fauniques appartiennent aux éléments arctiques, alpins ainsi qu'à ceux des steppes et des forêts. Les restes osseux de l'ours des cavernes y étant les plus abondants, la cavité est considérée comme un repaire d'ours typique. Les outils en pierre peu nombreux signalent que le chasseur paléolithique fréquentait la grotte rarement. D'après la faune steppique et forestière, l'auteur a classé l'argile de base dans la phase finale de l'interglacial Riss-Würm tandis que le cailloutis encore plus récent est attribué au Würmien I en raison des éléments arctiques, stepiques et alpins au-dessus de ceux de forêts.

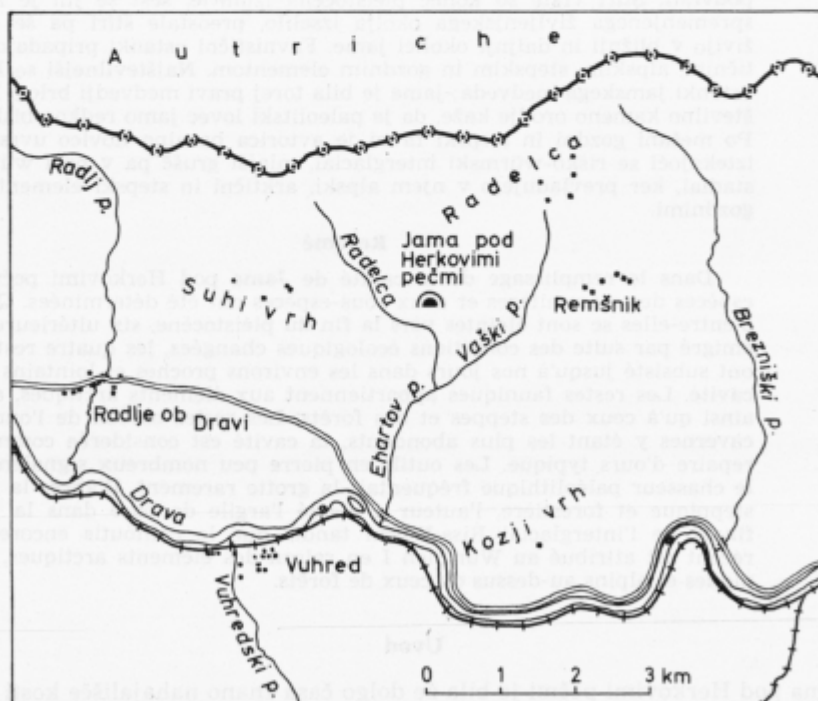
Uvod

Jama pod Herkovimi pečmi je bila že dolgo časa znano nahajališče kosti jamskega medveda. V literaturi jo je prvi omenil S. Brodar (1938, 167). Taka nahajališča pleistocenske favne so pogosto posledica lovskega plena ledenodobnega človeka. Zato je S. Brodar leta 1939 izvedel poskusno sondiranje.

(sl. 1 in 2). Rezultate tega izkopa je objavil šele po drugi svetovni vojni (S. Brodar, 1950, 8). V sondi je poleg fosilnih ostankov jamskega medveda in alpskega svizca odkril kulturno zapuščino paleolitskega lovca, ki jo je po primerjavi s kamenimi orodji iz najbližje avstrijske starokamenodobne postaje Drachenhöhle pri Mixnitzu, pripisal aurignacieniu.

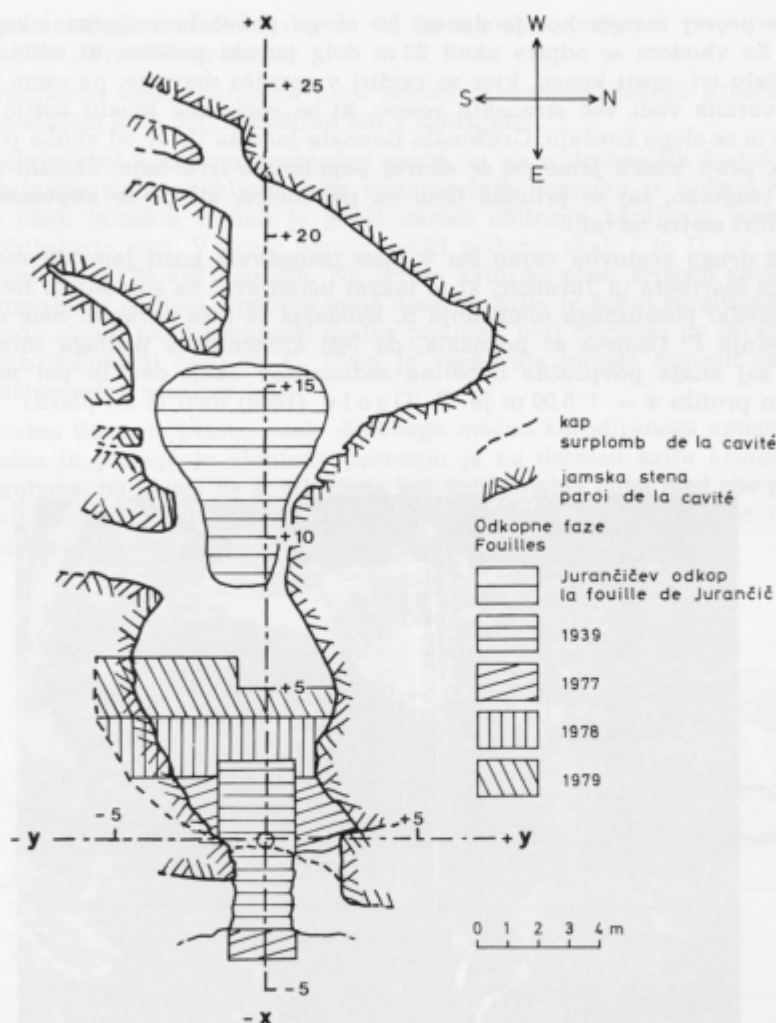
F. Osolce je v letih 1977 do 1979 izvedel v jami sistematična izkopavanja. Odkritih je bilo veliko kostnih ostankov pleistocenske sesalske favne, medtem ko so bili materialni dokazi o bivanju ledenodobnih lovcev v jami izredno pičli. Izkopavanja so tako pokazala, da je jama tipičen medvedji brlog, ki ga je paleolitski človek redko obiskoval. Večina kostnih ostankov v jamskih sedimentih pripada jamskemu medvedu, spremljevalna favna (volk, jamska hijena) in ostanki plena (bizon, jelen, gams in dr.) so skromni tako po kostnih ostankih, kakor tudi po številu vrst.

Kot asistentka katedre za kvartarologijo sem sodelovala pri izkopavanjih in sem določevala najdene favnistične ostanke. Pri determinaciji sem uporabljala za primerjavo recentni osteološki material. Osteološka in odontološka merjenja sem izvedla po navodilih E. Huea (1907), J. U. Duersta (1926) in A. van den Driescheve (1976).



Sl. 1. Položajna skica Jame pod Herkovimi pečmi

Fig. 1. Situation de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi



Sl. 2. Tloris Jame pod Herkovimi pečmi z vrisanimi fazami odkopa

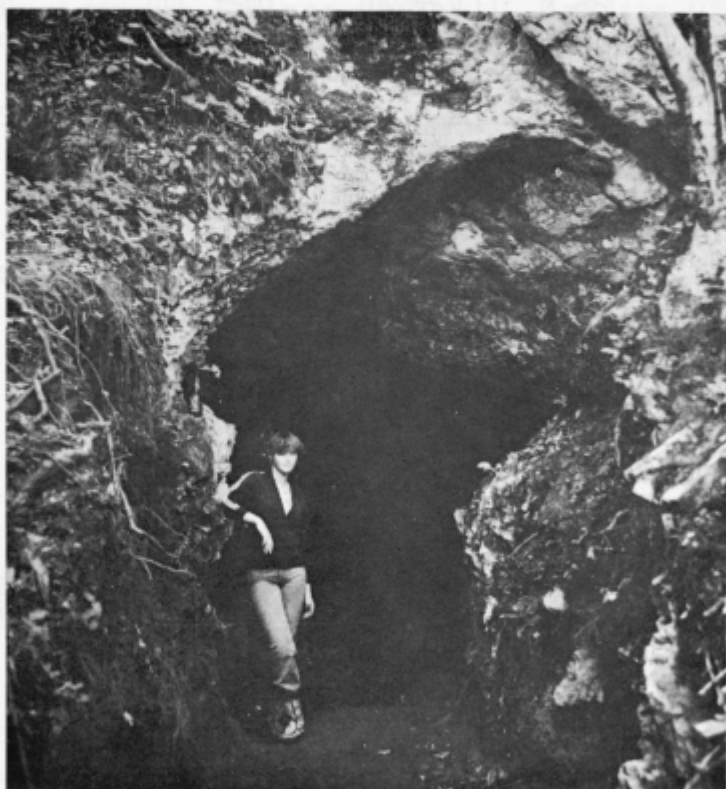
Fig. 2. Plan de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi avec les fouilles effectuées

Podatki o jami in njeni okolici

Jama pod Herkovimi pečmi leži okoli pet kilometrov severovzhodno od Radelj ob Dravi. Izoblikovala se je v devonskem apnencu (A. Ramovš in P. Mioč, 1973, 135—136) na zahodnem pobočju grape potoka Radelce, ki se po združitvi z Vaškim in Ehartovim potokom že po kratki poti izliva v Dravo pri zaselku Spodnja Vižinga. Jamski vhod je obrnjen proti vzhodu in je bil

prvotno precej manjši kot je danes, ko so ga povečala večletna izkopavanja (sl. 3). Za vhodom se odpira okoli 22 m dolg jamski prostor, ki meri na naj-ožjem delu tri, proti koncu, kjer se razširi v manjšo dvorano, pa osem metrov. Iz te dvorane vodi več stranskih rovov, ki se večinoma kmalu zožijo v ozke špranje in se slepo končajo. Gruščno ilovnata jamska tla se od vhoda polagoma dvigajo, proti koncu jame pa se skoraj popolnoma izravnavajo. Jamski strop je močno razgiban, saj se približa tlem na pol metra, ali pa se kupolasto dviga skoraj štiri metre od tal.

Pred drugo svetovno vojno sta v jami izkopavala kosti jamskih medvedov F. Baš iz Maribora in Jurančič, ki je takrat učiteljaval na sosednjem Remšniku. Tudi izsledki poskusnega sondiranja S. Brodarja se niso ohranili. Šele nedavna izkopavanja F. Osoleta so pokazala, da leži kameninska podlaga sorazmerno plitvo, saj znaša povprečna debelina sedimentov okoli dva in pol metra. V prečnem profilu $x = + 5.00$ m je F. Osole (1980) ločil le tri plasti:



Sl. 3. Jamski vhod z odkopanim izvoznim jarkom

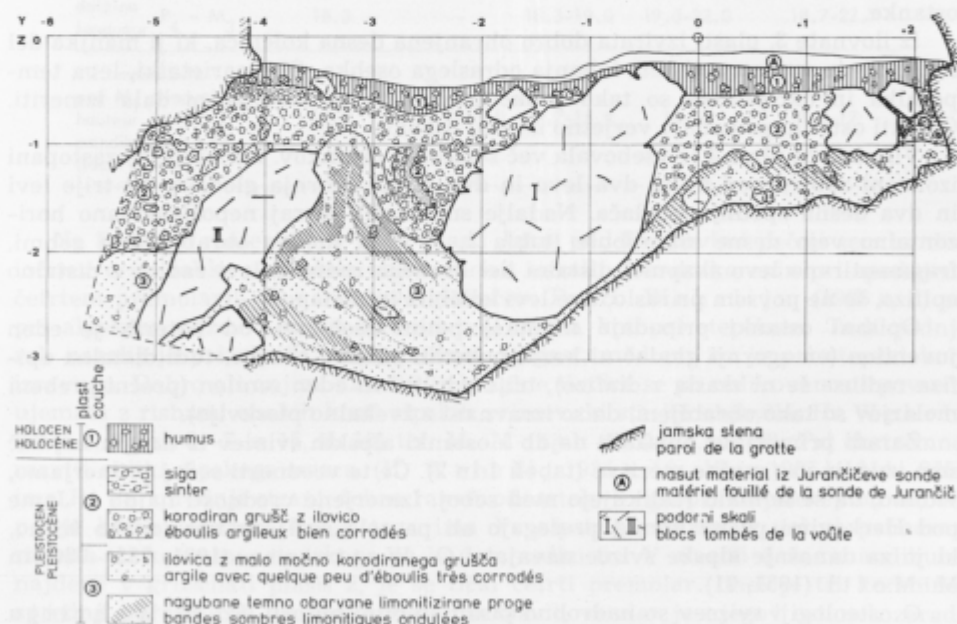
Fig. 3. L'entrée de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi avec le fossé fouillé

A — Plast nasutega materiala, debela do četrta metra; material verjetno izvira iz velike Jurančičeve sonde.

1 — Sorazmerno tenka humozna plast sestoji iz srednjedebelega grušča, ki je v spodnjem delu bolj korodiran kot v zgornjem.

2 — Srednjedebel korodiran apnenčev grušč, ki ga v drobnejših frakcijah zapolnjujejo slabo zaobljeni delci metamorfnih kamenin iz bližnje okolice. Ob obeh jamskih stenah je grušč zaradi obilnega kapljanja pomešan z drobtinčasto sigo. V grušč segata veliki podorni skali I in II, ob jamskih stenah pa je še več manjših. Na levem krilu se plast žepasto zniža, analogno skalni podlagi. Spodnja meja desnega krila je dokaj razgibana, nekaj morda zaradi izoblikovanosti skalne podlage, bolj verjetno pa zaradi kriogenih dislokacij (glej sl. 4). Plast je vsebovala mnogo kostnih ostankov pleistocenskih sesalcev.

3 — Bazalna ilovnata plast z malo drobnega močno korodiranega apnenčevega grušča in precejšnjo alohtono primesjo je na desnem krilu krioturbatno nagubana, na levem pa je stisnjena kot antiklinalna guba med obe podorni skali I in II. Tudi bazalna ilovica je vsebovala zobe in kostne ostanke pleistocenske favne.



Sl. 4. Jama pod Herkovimi pečmi, prečni profil $x = +5,00$ m

Fig. 4. La cavité de Jama pod Herkovimi pečmi, coupe transversale ($x = 5,00$ m) du remplissage pléistocène de la cavité

PALEONTOLOŠKI OPIS

Kostni ostanki so v spodnji ilovici in vrhnjem grušču sorazmerno dobro ohranjeni; vendar so dolge kosti le redko nepoškodovane, povečini so prelomljene tako, da so se posebej ohranili diafizni in epifizni deli. Tudi cele lobanje nismo nobene izkopal, pač pa so se dobro ohranili zobje in kosti šap. Fosilne kosti so povečini rjavo obarvane, pogosto zasigane. V spodnji ilovici so temnejše zaradi feromanganske infiltracije. Tudi ohranjene so tu slabše in so pri izkopu rade razpadle. Redke so bile ostrorobe, namensko razbite, ki bi potrjevale navzočnost človeka v jami. Nasprotno smo izkopal številne močno oglašene metapodije in falange ter oglašene kostne fragmente. Oglašenost je verjetno posledica soliflukcije, oziroma premikanja v plasti sami, in ne od človeške uporabe. Kompakte nekaterih cevastih kosti so močno korodirane, zaradi dolgotrajnega kapljanja so se ponekod na zgornjem površju kosti razvile ponvičaste oblike (tabla 1, sl. 1).

Mammalia

Rodentia

Marmota marmota Linnaeus

Poleg jamskega medveda so bili sicer alpski svizci pri nas pogostne pleistocenske živali, vendar tega ne moremo trditi po najdbi v Jami pod Herkovimi pečmi. V spodnji ilovici in vrhnjem grušču smo našli le redke svizčeve kostne ostanke.

Iz ilovnat 3. plasti izvirata dobro ohranjena desna kolčnica, ki ji manjka del sramnice in močno zasigana lobanja odraslega osebk. Obe parietalki, leva temporalka in okcipitalka so tako poškodovane, da se lobanja ni dala izmeriti. Odkriti ostanki pripadajo verjetno istemu osebk.

Više ležeča plast 2 je vsebovala več svizčevih ostankov. Ponajveč so zastopani izolirani zobje, med njimi dva leva in dva desna zgornja glodača ter trije levi in dva desna spodnja glodača. Nadalje smo našli skoraj nepoškodovano horizontalno vejo desne mandibule (tabla 1, sl. 2) z močno obrabljenimi zobmi, fragmentirano levo skapulo, distalni del desnega radiusa, levi radius z distalno epifizo, še ne povsem priraslo, dve levi kolčnici in metapodij.

Opisani ostanki pripadajo najmanj petim osebkom, od katerih je eden juvenilen (en zgornji glodač ni kazal nobenih znakov obrabe, tudi distalna epifiza radiusa še ni zrasla z diafizo), trije adultni in eden senilen (prečni grebeni molarjev so tako obrabljeni, da so izravnani z žvekalno ploskvijo).

Zaradi primerjave opisanih najdb z ostanki alpskih svizcev iz drugih najdišč sem izvedla vse možne meritve (tabeli 1 in 2). Če te vrednosti sedaj primerjamo, vidimo, da se le malo razlikujejo med seboj. Izmerjene vrednosti najdb iz Jame pod Herkovimi pečmi komaj presegajo ali pa celo sodijo v variacijsko širino, ki jo za današnje alpske svizce navajata O. Wettstein (1931, 785—786) in M. Mottl (1951, 71).

O osteologiji svizcev so nadrobno pisali številni avtorji. Po H. Wehrliju (1935 b, 205—206) so v mlajšem pleistocenu prebivale v Evropi tri med seboj geografsko ločene vrste, oziroma rase: *Marmota marmota* (alpska oblika), *Marmota bobak* (stepska oblika) in *Marmota baibakina*. Potomci prvih dveh živijo še danes v Evropi, *Marmota baibakina* pa se je ohranila le na Altaju.

Tabela 1. Dimenzije glodačev iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 1. Dimensions des dents incisives des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.		Jama pod Herkovimi pečmi	Mornova zijalka I. Rakovec 1949	Špehovka I. Rakovec 1949	Drachenhöhle O. Vettstein 1931	Cotencher A. Dubois et H. G. Stehlin 1932	<i>Marmota m. recentna</i> A. Dubois et H. G. Stehlin 1932
I ₁	širina { ant.-post.	5.0	3.5-6.0	4.8-6.1	5.6	-	5.3
	largeur { med.-lat.	4.0	3.0-4.9	4.0-4.8	4.6	4.5	4.8
I ₁	širina { ant.-post.	4.7-5.6	3.8-5.8	3.3-5.7	5.0-5.8	-	5.0
	largeur { med.-lat.	3.9-4.3	2.5-4.0	2.5-4.2	3.5-4.4	4.7	4.2

Tabela 2. Dimenzije mandibul iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 2. Dimensions des mandibules des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.		Jama pod Herkovimi pečmi	Mornova zijalka I. Rakovec 1949	Špehovka I. Rakovec 1949	Repolusthöhle M. Mottl 1951	<i>Marmota m. rec.</i> M. Mottl 1951
dolžina longueur	P ₄ - M ₃	18.3	-	18.3-19.0	19.5-22.0	18.7-22.7
viš. mandibule pod M ₁ (lingualno) hauteur de la mandibule sous M ₁ (face interne)		15.0	11.8-15.8	9.7-15.5	15-18	11.7-17

Na kostnem materialu iz obeh plasti Jame pod Herkovimi pečmi sem za do-ločitev vrste lahko uporabila oblikovanost nazalij, število korenin pri spodnjem četrtrem premolarju (P₄) in barvo glodačev. Po H. Wehrliju (1935 a, 8) se pri alpskem svizcu nazaliji navzad bolj zožita kot pri stepskem. Tudi zadnji rob nazalij je pri alpski obliki močno vijugast, medtem ko je pri stepski bolj izravnán. Dobro ohranjeni nazaliji iz bazalne ilovice se po oblikovanosti povsem ujemata z risbami enakih kosti alpskih svizcev, ki sta jih objavila H. Wehrli (1935 a, 11, sl. 6—7 in 15, sl. 10) ter M. Mottl (1951, 73, sl. 26). Pri ekstremno razviti obliki alpskega svizca (H. Wehrli, 1935 a, 16—17 in 1935 b, 214—215) ima P₄ na sprednji strani dobro razvit odrastek, ki ga pri stepski sploh ni, ali pa je komaj opazen. Poleg tega ima P₄ alpskega svizca v večini primerov razvite tri korenine, stepskega pa le dve, redko tri. V alveoli desne mandibule, najdene v gruščnati plasti 2, je še tičal četrti premolar. Imel je tri korenine, sprednji odrastek je bil verjetno dobro razvit, vendar je njegov ostanek zaradi precejšnje obrabljenosti žvekalne ploskve sedaj komaj opazen. Vsi glodači so bili intenzivno oranžno obarvani, kar je tudi zanesljiv znak za alpskega svizca; zobje stepskega so znatno svetlejši. Na podlagi opisanih značilnosti sem vse fosilne ostanke iz spodnje ilovice in vrhnjega grušča prisodila alpskemu svizcu.

Najdbe svizčevih kostnih ostankov v slovenskih paleolitskih postajah niso redke. Najstarejše izvirajo iz konca riško-würmskega interglaciala, poznamo jih iz Betalovega spodmola (I. R a k o v e c, 1952, 213—214 in 1959, 296—297) in iz Jame pod Herkovimi pečmi. Z nastopom prvega würmskega stadiala so najdbe pogostnejše. Svizčevi ostanki so znani iz Marovške zijalke (V. P o h a r, 1976, 111), Betalovega spodmola, Mornove zijalke in Parske golobine (I. R a k o v e c, 1975, tab. I in II) ter Jame pod Herkovimi pečmi. Proti koncu würmskega glaciala se najdbe pomnožijo — alpski svizci so se razširili po vsej Sloveniji in se ohranili še v holocen.

Carnivora

Ursus spelaeus Rosenmüller et Heinroth

Med evropskimi velikimi sesalci, ki so bili v pleistocenu razširjeni predvsem v srednji Evropi, predstavlja jamski medved najpogostnejšo žival. Številne najdbe te zveri v Sloveniji dokazujejo, da je bil prav jamski medved pogosten obiskovalec naših jam. Tudi v Jami pod Herkovimi pečmi so njegovi kostni ostanki v plasti 2 in 3 najštevilnejši. Med izkopanim kostnim materialom je bilo izbranih 607 zob in 1511 določljivih delov okostja te živali, med katerimi prevladujejo metapodiji in falange (629), le manjši del tvorijo drugi deli kranialnega in postkranialnega skeleta. Številčno tako bogat material daje možnost za kompleksno obdelavo anatomske zgradbe in morda filogenetskega razvoja tega najpogostnejšega prebivalca naših krajev v mlajšem pleistocenu. Zato bom v tem sestavku navedla le podatke, ki so potrebni za prikaz celotne slike najdišča in njegove mlajšepleistocenske favne.

V celoti ni ohranjena nobena lobanja, izkopali smo le posamezne fragmente lobanjskih kosti. Več pozornosti sem posvetila zraslima frontalkama, ki sta bili tako dobro ohranjeni, da se je dala izmeriti širina čela (130,9 mm), tudi glabela je bila dobro izražena. Po primerjavi izmerjene širine obeh frontalk z meritvami enakih kosti, ki jih navaja I. R a k o v e c (1967, 128 in 130) za slovenska najdišča, vidimo, da ne odstopa od navedene variacijske širine.

Med številnimi spodnjimi čeljustnicami ni nobena cela, zastopani so le posamezni deli horizontalne veje in fragmentarni aboralni odrastki. Povečini pripadajo odraslim medvedom, med njimi je največ vitkih mandibul z relativno nizko horizontalno vejo in skoraj ravnim ali le rahlo izbočenim spodnjim robom (tabla 2, sl. 1). Redke so masivne, z visoko vejo in konveksnim spodnjim delom (tabla 2, sl. 2). I. R a k o v e c (1967, 134) je pripisal prve samicam, druge samcem.

Po ugotovitvah F. E d. K o b y j a (1949, 638) in I. R a k o v c a (1967, 144) se spol medvedov najzanesljiveje določa po kaninih. Tako sem ravno pri določevanju spola na podlagi velikosti in oblike teh zob (tabla 3, sl. 1 in 2) ugotovila, da ne morejo vse najdbe majhnih in gracilnih čeljustnic ter drugih kosti postkranialnega skeleta pripadati le samicam, temveč obema spoloma šibkejši rasti.

Večina izoliranih zob, odkritih v plasteh 2 in 3, se po izmerjenih dimenzijah močno približa spodnjemu ekstremu variacijske širine, kar kaže po I. R a k o v c u (1967, 58) na nizko stopnjo razvoja jamskega medveda, vendar so vsi premolarji in molarji izrazito speleoidni. En sam zgornji molar (tabla 3, sl. 3) sodi

po velikosti v sredino variacijske širine, ki jo je za recentne rjave medvede podala M. Mottl (1964, Zähne I). Tudi sicer kaže zob nekaj arktoidnih znakov: zajeda za metakonom je komaj opazna, tudi talon je rahlo podaljšan in ni tako posut z bradavičastimi vzboklinami kot drugi enaki molarji (M²). Njegovo pripadnost jamskemu medvedu in ne rjavemu, dokazuje močno razvit cingulum, ki pri rjavem medvedu ni tako izrazit (K. Rode, 1935, 62—64). Po velikosti in opisu se precej dobro ujema z A. Borisjakovo (1932, 151—152, Tab. IV, sl. 1) stepsko obliko jamskega medveda — *Ursus spelaeus rossicus*, ki naj bi po B. Kurténu (cf. M. Mottl, 1964, 50—51) predstavljal vzhodno obliko deningeri-kroga iz starejše pleistocenske epohe.

Morfološka in metrična preiskava ekstremitetnih kosti je pokazala, da obstajajo normalno veliki (tabla 4, sl. 1, 3; tabla 5, sl. 1, 2) in pritlikavi primerki (tabla 4, sl. 2, 4; tabla 5, sl. 3, 4), torej dve skupini, ki se med seboj ne razlikujeta le po velikosti, ampak tudi morfološko. Zastopniki prve so speleoidno razviti, na kostnih ostankih druge skupine pa se prepletajo speleoidni in arktoidni znaki; zadnji rahlo prevladujejo. Pri tibijah, tarzalnih kosteh in metapodijih se je dalo v obeh skupinah ločiti še bolj robustne (tabla 5, sl. 1 in 4) in bolj gracilne (tabla 5, sl. 2 in 3) primerke. V tem primeru so robustnejše in bolj gracilne oblike pri obeh skupinah verjetno posledica spolnega dimorfizma.

Pojav malega medveda z arktoidnimi znaki ni osamljen. K. Ehrenberg (1955, 45—46) je pri obdelavi bogatega fosilnega materiala iz jam Salzofenhöhle in Schreiberwand prišel do sklepa, da se njegov visokoalpski mali medved (hochalpine Kleinform) pojavlja vedno skupaj z normalno velikim in ekstremno speleoidno razvitim jamskim medvedom. Po H. Zapfeju (1948, 99—100, 153) je tako imenovani pritlikavec (Zwerg) iz Drachenhöhle pri Mixnitzu degenerirana končna oblika jamskega medveda. Pojavil naj bi se bil tik pred izumrtjem vrste. Ni pa izključeno, da so se v speleoidni veji medvedov razvili tudi manjši osebki obeh spolov. Do pojava takih oblik je prišlo predvsem tam, kjer je bil jamski medved prisiljen živeti v okolju, ki zanj ni bilo ugodno. Namesto povsem speleoidne veje so se bolje obnesli »zamuđniki« deningeri-kroga. Ti so se zaradi manjše stopnje specializacije lažje prilagajali okolju.

Istočasno pojavljanje normalno velikega in pritlikavega jamskega medveda v Jami pod Herkovimi pečmi (v plasti 2 in 3) ne govori v prid tej Zapfejevi hipotezi. Res, da so tu veliki speleoidni osebki v manjšini, vendar so jamo naseljevali v klimatskih pogojih, ki so bili zanje ugodni (interglacial) in morda manj ugodni (glacial). Bolj verjetno je, da so prebivali v jami v času, ko so okolico še poseljevali mali speleoidno in arktoidno oblikovani medvedi, ki so bili po stopnji razvoja med deningeri- in spelaeus-krogom. Za ugotovitev tega bo treba ločeno obdelati zastopnike prve in druge skupine, saj je že dosedanja raziskava pokazala, da je prva skupina dosegla višjo stopnjo specializacije kot druga. Prepletanje speleoidnih in arktoidnih znakov, ki je bolj izraženo pri zastopnikih druge skupine, kaže na stopnjo, ki je bližja deningeri- kot spelaeus-krogu.

Do podobnih ugotovitev je prišla M. Mottl (1964, 41—52) pri raziskavi fosilnih ostankov jamskih medvedov majhne rasti iz jame Repolusthöhle. Raziskava je še pokazala, da so arktoidni znaki na kosteh tem številnejši, čim starejše so plasti s fosilnimi ostanki. Tudi R. Musil (cf. M. Mottl, 1964,

51) je omenil iz zadnjega interglaciala celo vrsto medvedjih mešancev, ki kažejo poleg speleoidnih tudi arktoidne znake in se močno približajo vrsti *Ursus deningeri*.

Na raznih delih okostja jamskega medveda sem opazila spremenjene površine sklepnih faset (tabla 6, sl. 1). Verjetno gre za posledice raznih obolenj ali poškodb, ki so jih živali utrpele v boju z močnejšimi osebki.

Nekatere dolge ekstremitetne kosti in metapodiji, odkriti v plasti 3, so tako obgrizeni, da vzbujajo sum vsaj o priložnostnih obiskih jamske hijene. Ti sledovi zverskih zob se popolnoma ujemajo z opisi in slikovnimi predstavitvami H. Zapfeja (1939), E. Theniusa (1961) in drugih. Najvidnejši primer takega udejstvovanja jamske hijene predstavlja humerus starega normalno velikega jamskega medveda (tabla 6, sl. 2), ki je brez proksimalnega dela, rob diafizne kompakte pa je stopničasto objeden in zglažen. Tudi na diafizi so dobro vidne globoke brazde, ki so jih povzročili zobje jamske hijene.

Fosilni ostanki jamskih medvedov so se ohranili v približno enakem številu tako v spodnji ilovici, kot v zgornjem grušču. V geološko starejši spodnji ilovici pripada 1133 določljivih delov okostja 88 osebkom, od tega 50 odraslim medvedom in 38 mladičem. Števili samcev (19) in samic (19) sta v razmerju 1 : 1.

V vrhnjem grušču pripada 985 določljivih delov kranialnega in postkranialnega skeleta 87 osebkom. Med njimi je 51 odraslih in 36 nedoraslih jamskih medvedov. Števili samcev (23) in samic (13) sta v razmerju 1,8 : 1.

Ursus arctos priscus Goldfuss

Kostne ostanke fosilnega rjavega medveda smo našli le v plasti 2. Ohranila se je fragmentirana desna mandibula, nepoškodovan desni femur, distalni del leve fibule, štiri metapodiji (Mc I—IV), štiri prve falange in ena tretja.

Desna mandibula (tabla 6, sl. 5) je le delno ohranjena. Poleg dela horizontalne veje sta vidna še processus angularis in processus articularis, fossa masseterica pa je ohranjena samo s spodnjim delom. Simfizični del horizontalne veje je odbit, tako da sta nepoškodovani le alveoli za M_2 in M_3 . Spodnji rob horizontalne veje je raven in ne konveksen, kot je to večinoma pri jamskem medvedu. Tudi processus articularis je skoraj v isti ravnini z žvekalno površino molarjev ali komaj kaj dvignjen nad njo. Fossa masseterica je reliefna in seže daleč navzdol. Izmerjene vrednosti so podane v tabeli 3.

Po primerjavi izmerjenih vrednosti s podatki, ki jih navajata I. Rakovec (1962—63, 244—245) in M. Mottlova (1964, 57), vidimo, da je bil medved iz Jame pod Herkovimi pečmi nekoliko večji od notranjskega in bolj gracilen od štajerskega. Po dimenzijah je še najbližji fosilnemu rjavemu medvedu iz jame Maspino v Italiji (F. E. d. Koby, 1944, 61).

Desni femur (tabla 7, sl. 1) je dolg 440 mm, širina proksimalne epifize znaša 94,3 mm, distalne pa 78,6 mm. Za primerjavo navajam v tabeli 4 dolžine femurjev iz drugih najdišč.

Velikost femurjev iz Jame pod Herkovimi pečmi in jame Maspino (F. E. d. Koby, 1944, 68) se dobro ujemata, obe pa krepko presegata zgornji ekstrem variacijske širine, ki jo je za recentne evropske medvede navedel H. Zapfe (1948, 116). Za primerjavo z enako dolgimi femurji jamskih medvedov je H. Zapfe izračunal indeks zavaljenost/distalna epifizna širina v odstotku celotne

Tabela 3. Dimenzije mandibul iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 3. Dimensions des mandibules des localités diverses (en millimètres)

<i>Ursus arctos priscus</i> Goldf.	Jama pod Herkovimi pečmi	Jama v Lozi I. Rakovec 1962/63	Maspino F. Ed. Koby 1944	Repolusthöhle M. Mottl 1964
višina mandibule pod M_1 hauteur de la mandib. sous M_1	48.4	46.8	48.0	53.0
višina mandibule pred M_2 (bukalno) hauteur de la mandib. avant M_2 (vue laterale)	48.1	42.7	-	56.0
višina mandibule med M_2 - M_3 hauteur de la mandib. entre M_2 - M_3	50.4	-	-	-
višina mandibule pod M_3 hauteur de la mandib. sous M_3	54.0	-	58.0	-

Tabela 4. Dolžine femurjev vrste *Ursus arctos priscus* iz različnih najdišč (v milimetrih)Tableau 4. Longueurs des femurs d'espèce *Ursus arctos priscus* des localités diverses (en millimètres)

Jama pod Herkovimi pečmi	Maspino F. Ed. Koby 1944	<i>Ursus arctos</i> rec. Evropa H. Zapfe 1948
440	434	341-399

dolžine: za recentne rjave medvede znaša od 18,8 do 21,1 in za jamske medvede od 21,9 do 24,3. Vrednost indeksa zavaljenosti femurjev iz Jame pod Herkovimi pečmi je 17,8. Torej je večji in bolj gracilen od enakih kosti današnjih rjavih medvedov. Collum femoris našega primerka je daljši, kot je to značilno za rjave medvede, medtem ko je diafiza vitka in v prečnem prerezu bolj okrogla kot ovalna, kar je zopet arktoiden znak. Speleoiden je rahel zasuk diafize, tako da je trochanter minor viden z dorzalne strani. Opisani femur ima torej poleg izrazito arktoidnih tudi nekaj speleoidnih znakov.

Leva fibula je le fragmentarno ohranjena, tako da sem lahko izmerila le širino distalne epifize, ki znaša 25,8 mm.

Vse opisane najdbe (mandibule, femur, fibula) pripadajo verjetno istemu osebk.

Mnogo manjšemu osebk pa pripadajo štirje metapodiji leve prednje šape (tabla 7, sl. 2), najdeni v isti plasti. Zraven sodijo še tri prve in ena tretja

Tabela 5. Dimenzije metapodijev vrste *Ursus arctos priscus* G. iz raznih nazdišč (v milimetrih)Tableau 5. Dimensions des métapodes d'espèce *Ursus arctos priscus* G. des localités diverses (en millimètres)

		<i>Ursus arctos priscus</i>			<i>Ursus arctos</i> rec.	<i>Ursus spelaeus</i> R. et H.
Dimenzije Mensurations		Jama pod Herkovimi pečmi	Jama v Lozi I. Rakovec 1962/63	Maspino F. Ed. Koby 1944	Evropa H. Zapfe 1948	Mixnitz H. Zapfe 1948
M _c I	dolžina-longueur	62,4	-	78	66-76	60-74
	I _z	22,4	-	-	22,7-23,9	29,3-33,7
M _c II	dolžina-longueur	66,8	-	88,5	74-78	70-85
	I _z	23,9	-	-	22,4-25,6	32,1-36,0
M _c III	dolžina-longueur	68,9	-	87,5	76-84	75-87
	I _z	23,0	-	-	22,2-25,0	30,9-34,5
M _c IV	dolžina-longueur	70,7	91,3	91,5	77,5-83	76-92
	I _z	22,4	-	-	23,1-25,3	30,0-34,9

I_z = indeks zavaljenosti
indice de massivité

falanga. Vse možne mere so podane v tabeli 5. Morfološko se metapodiji ne ločijo od enakih kosti drugih fosilnih in recentnih rjavih medvedov, le precej krajši so. Tudi vrednosti indeksa zavaljenosti ne odstopajo od enakih vrednosti recentnih medvedov, so pa bistveno nižje od vrednosti, ki jih je H. Zapfe (1948, 116) navedel za jamske medvede.

Po dosedanjih najdbah sodeč je fosilni rjavi medved naseljeval naše kraje že od prvega würmskega stadiala dalje. Odkrit je bil v Jami v Lozi (I. Rakovec, 1962—63, 243—249) in v Jami pod Herkovimi pečmi.

Felis silvestris Schreber

Iz plasti 2 izvira le ena najdba pleistocenske mačke. Našli smo desno tibijo, ki se je pri dviganju iz sedimenta tako poškodovala, da se dolžine ni dalo natančno izmeriti. Znaša okrog 140 mm, največja širina distalne epifize pa je 16,3 mm. Po morfologiji in velikosti se popolnoma ujema z risbo enake kosti divje mačke, ki jo je navedla V. Gromova (1950, 41). Po primerjavi dolžin tudi ne odstopa dosti od tibije velikega primerka recentne švicarske divje mačke (A. Dubois et H. H. Stehlin, 1932, 95). Omenjena kost je dolga 147 mm.

Razen v Jami pod Herkovimi pečmi so našli v Sloveniji kostne ostanke pleistocenske mačke še v Kanegri v Sečovljah (I. Rakovec, 1956, 64) in v Marovski zijalki (V. Pohar, 1976, 113—114).

Mustela putorius Linnaeus

Dihurju sem pripisala fragmentirano levo mandibulo, najdeno v plasti 3. Ohranila se je le horizontalna veja s četrtim premolarjem in prvim molarjem (tabla 6, sl. 3). Po velikosti se ujema z enako kostjo recentnega dihurja, le derač

Tabela 6. Mandibule iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 6. Mandibules des localités diverses (en millimètres)

Dimenzije Mensurations	<i>Mustela putorius</i> L.			<i>Mustela putorius</i> rec.
	Jama pod Herkovimi pečmi	Parska globina I. Rakovec 1961	Cotencher A. Dubois et H. G. Stehlin 1932	M. Molez 1963
alveol. dolžina $P_2 - M_2$ longueur $P_2 - M_2$	18,5	19,0	-	17,9
viš. mandibule pod P_3 hauteur de la mandibule sous P_3	8,0	-	-	6,8
viš. mandibule med $P_4 - M_1$ hauteur de la mandibule entre $P_4 - M_1$	6,8	-	-	-
viš. mandibule pod M_1 hauteur de la mandibule sous M_1	7,0	8,0	7,6 in 7,8	6,8
M_1 dolžina longueur	8,7	8,8	8,5 in 9,5	7,4
M_1 širina largeur	3,0	-	-	2,9

je močnejše razvit. Izmerjene vrednosti so podane v tabeli 6. Iz razpredelnice je vidno, da se opisana spodnja čeljustnica sklada s podano variacijsko širino pleistocenskih dihurjev.

Dihur se je v pleistocenskih sedimentih prvič pojavil skupaj s kulturno ostalino moustériena (M. F. Bonifay, 1966, 393). Naseljeval je sorazmerno prostrana področja, le v stepah ga je zamenjal telesno večji sorodnik — stepski dihur.

Doslej je bil v Sloveniji pleistocenski dihur znan le iz Parske golobine (I. Rakovec, 1961, 306).

Mustela (putorius) eversmanni soergeli Éhik

Stepskemu dihurju pripada leva mandibula (tabla 6, sl. 4), najdena v plasti 3. Ohranjena je v celoti, izpadli so le incizivi, drugi premolar in zadnji molar. Je izredno masivna in v primerjavi z enako kostjo pleistocenskega dihurja (tabla 6, sl. 3), iz iste plasti, daljša, višja in debelejša. Tudi derač je močnejše razvit, fossa masseterica izrazitejša in poteka pod ostrim kotom skoraj do sredine prvega molarja. Mere so podane v tabeli 7.

Primerjava z dimenzijami mandibul iz drugih pleistocenskih najdišč kaže, da se dobro ujema z doslej znano variacijsko širino ledenodobnega stepskega dihurja. Po F. Ed. Kobylju (1951, 397—398) se dihur najboljše loči od stepskega sorodnika po višini mandibule med zadnjim premolarjem in prvim molarjem. Pri dihurju nikoli ne presega 8 mm, pri recentni stepski obliki pa se giblje od 8,4 do 9,3 mm. Izmerjena višina našega primerka, ki znaša 9,0 mm, je

Tabela 7. Dimenzije mandibul iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 7. Dimensions des mandibules des localités diverses (en milli-
 mètres)

<i>Mustela (putorius) eversmanni</i>		Jama pod Herkovimi pečmi	Veternica M. Malez 1963	Kohlerhöhle F. Ed. Koby 1951	Trois-Frères F. Ed. Koby 1951
dolžina mandibule longueur de la mandibule		45.8	-	-	43.7
viš. mandibule med $P_4 - M_1$ hauteur de la mandibule entre $P_4 - M_1$		9.0	-	11.2	9.4
alveol. dolžina $C - M_2$ longueur $C - M_2$		26.6	-	-	27.0
alveol. dolžina $P_2 - M_2$ longueur $P_2 - M_2$		21.0	19.2	-	-
višina mandibule pod P_3 hauteur de la mandibule sous P_3		10.0	8.4	-	-
višina mandibule pod M_1 hauteur de la mandibule sous M_1		9.5	8.2	-	-
M_1	dolžina-longueur	9.5	8.7	9.4	9.2
	širina-largeur	3.7	3.6	-	-

le potrdila pripadnost podvrsti *eversmanni*. Po M. Mottlovi (cf. M. Malez, 1963, 78) niha variacijska širina derača (M_1) pri stepskem dihurju med 8,1 in 9,7 mm. Naš primerek se z dolžino 9,5 mm približuje zgornjemu ekstremu podanega razpona.

Mandibula stepskega dihurja iz Jame pod Herkovimi pečmi je prva najdba te živali v Sloveniji; zato se nekoliko pomudimo pri opisu in razprostranjenosti njenega potomca. Danes živi stepski dihur v gozdni in travni stepi, v visokogorju ter na odprtih delih južnega obrobja tajge v geografskih širinah 28° do 60°. Razširjen je torej v odprtih pokrajinah z mrzlimi zimami in toplimi do vročimi poletji. Pod zemljo koplje rove, zato se izogiba trajno zamrznjenih tal. Prehranjuje se z mišmi in rovkami, najraje pa z glodalci rodu *Citellus* — tekunicami (O. Sickenberg, 1968, 154).

Najdbe pleistocenskega stepskega dihurja so znane iz raznih krajev Evrope. Najstarejše izvirajo s konca zadnjega interglaciala oziroma starejšega würma, npr. Ehringsdorf Sirgenstein (O. Sickenberg, 1968, 152) in Liesberg (F. Ed. Koby, 1951, 395). Redke najdbe te živali so znane še iz mlajših odsekov zadnjega glaciala — Kohlerhöhle (F. Ed. Koby, 1951, 396) in iz prodne terase reke Leine (O. Sickenberg, 1968, 148).

Poleg jame pod Herkovimi pečmi so fosilni ostanki stepskega dihurja znani še iz Veternice (M. Malez, 1963, 78), Krapine in Vindije (M. Malez, 1979, 213).

Meles meles Linnaeus

Jazbečeve ostanke smo našli v plasti 2, in sicer desni femur in desno ulno. Pripadata dvema odraslima osebkoma.

Ulna (tabla 7, sl. 3) je ohranjena v celoti, femurju (tabla 7, sl. 4) pa manjka distalni del, a je tudi sicer oglajen in zasigan. Izsledki vseh možnih meritev so podani v tabeli 8.

Ulna iz Jame pod Herkovimi pečmi je res krajša od enakih najdb v Veternici (M. Malez, 1963, 90) in jami Repolusthöhle (M. Mottl, 1951, 65), vendar tudi jazbečeva ulna iz jame Hapaway v Angliji (cf. M. Malez, 1963, 90) ni dosti daljša (100,5 mm) od našega primerka.

Femur je prav tako nekoliko bolj gracilen od enake kosti iz Veternice in se po V. Gromovi (1950, 41) uvršča v sredino variacijske širine te kosti recentnega jazbeca.

V Sloveniji so kostni ostanki pleistocenskega jazbeca znani iz Parske golobine (I. Rakovec, 1961, 307), Jame v Lozi (I. Rakovec, 1962—63, 249), Županovega spodmola (I. Rakovec, 1975, Tb. I), Marovške zijalke (V. Pohar, 1976, 113) in sedaj še iz Jame pod Herkovimi pečmi.

Tabela 8. Dimenzije uln in femurjev iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 8. Dimensions des fémurs et cubitus des diverses localités (en millimètres)

<i>Meles meles</i> L.	Jama pod Herkovimi pečmi	Veternica M. Malez 1963	Repolusthöhle M. Mottl 1951
ulna dolžina longueur	95.0	108,3 in 114,6	118-119
femur šir. proks. epifize largeur proximale	29.1	31.4	

Canis lupus Linnaeus

Volčji ostanki, najdeni v spodnji ilovici in vrhnjem grušču Jame pod Herkovimi pečmi, so maloštevilni. Iz plasti 3 izvirata distalna dela levega in desnega radiusa (tabla 8, sl. 1), ki ne pripadata istemu osebkju. Po primerjavi naših meritev (tabela 9) z dimenzijami enakih kosti iz Veternice in drugih evropskih najdišč (M. Malez, 1963, 61) pripadata oba radiusa manjšima primerkoma pleistocenskih volkov. Kostne ostanke manjših osebkov je omenil tudi R. Musil (1965, 28) iz moravskih paleolitskih postaj.

V mlajši plasti 2 je bil odkrit le desni astragalus (tabla 8, sl. 2), ki je še precej dobro ohranjen, čeprav so robovi nekoliko oglajeni zaradi obračanja v sedimentu.

Iz dimenzij, podanih v tabeli 10, vidimo, da pripada tudi astragalus manjšemu osebkju in se vklaplja v variacijsko širino, ki jo navaja V. Gromova (1960, 64) za recentne volkove.

Tabela 9. Dimenzije radiusov iz jugoslovanskih najdišč (v milimetrih)

Tableau 9. Dimensions des radius des localités yougoslaves (en millimètres)

<i>Canis lupus</i> L.	Jama pod Herkovimi pečmi	Veternica M. Malez 1963
širina dist. epifize largeur distale	28.3 in 28.9	29.4-37.0

Tabela 10. Astragalusi iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 10. Astragales des diverses localités (en millimètres)

Dimenzije Mensurations	<i>Canis lupus</i> L.		<i>Canis lupus</i> rec.
	Jama pod Herkovimi pečmi	Veternica M. Malez 1963	Evropa V. Gramova 1960
dalžina longueur	33.3	38.0	26-36
širina largeur	ca 23.0	31.4	22-28

Dosedanje ugotovitve so pokazale, da so pleistocenski volkovi iz hribovitih pokrajin močnejši in večji, z ravnin in močvirnih nižin pa šibki in majhni. Po gozdovih severne Evrope še danes žive veliki volkovi, medtem ko so majhni razširjeni po južni in jugovzhodni Evropi.

V Sloveniji so znani ostanki pleistocenskega volka iz Črnega kala (I. Rakovec, 1958, 371—372), Matjaževih kamer (I. Rakovec, 1975, Tb. I), Parske golobine (I. Rakovec, 1961, 285—286) in Županovega spodmola (I. Rakovec, 1975, Tb. I).

Artiodactyla *Sus scrofa* Linnaeus

Fosilne ostanke divje svinje smo našli le v plasti 2, in sicer levi spodnji inciziv, ki je že nekoliko obrabljen, in desno mandibulo nedorasle svinje (tabla 8, sl. 4). Od spodnje čeljustnice je ohranjena horizontalna veja, le sklepni in kronski odrastek sta odbita. J. U. Duerst (1926, 201—202) je prisodil enako kost še ne eno leto staremu osebku, na podlagi razvoja zob in simfize, ki se še ni zrasla. Najdbi pripadata dvema osebkoma.

Kostni ostanki divje svinje so v Jami pod Herkovimi pečmi pičli, vendar kažejo, da so živali naseljevale okolico v prvem würmskem stadialu. Opisani ostanki in najdba divje svinje v poznoglacialnih plasteh Županovega spodmola (I. Rakovec, 1975, Tb. I) dokazujejo, da te živali niso prebivale v naših

krajih le v toplih presledkih (npr. Betalov spodmol) med dvema glacialoma. Ni pa s tem rečeno, da je ves čas odlaganja plasti 2 v Jami pod Herkovimi pečmi vladalo ekstremno mrzlo podnebje, saj potem tudi druge živalske vrste, npr. jelen, pod takimi pogoji ne bi mogle živeti.

Bison priscus Bojanus

Bizonovi ostanki so v Jami pod Herkovimi pečmi skromni, saj smo v plasti 2 izkopali le dve tarzalni kosti (os scaphocuboides dext., os cuneiforme maius dext.) ter prvo in drugo prednjo falango.

Obe tarzalni kosti sta zaradi kasnejših premikov v sedimentu poškodovani in oglajeni; zato je bila določitev pripadnosti turu, ali stepnemu bizonu, otežkočena. Vendar je na desnem centrotarzalu kljub poškodovanosti v sredini sklepne ploskve za astragalus še viden greben, ki je po V. I. Bibikovi (1958, 34) pri bizonu pomaknjen na medialno stran, kar velja tudi za naš primerek.

V bližini tarzalijskega sklepa smo našli tudi prvo prednjo falango, ki meri v dolžino 84,2 mm, medialno lateralna širina proksimalne epifize znaša 35,9 mm, distalne pa 37,2 mm, in drugo falango z merami: dolžina meri 56,4 mm, medialno lateralna širina proksimalne epifize 38,3 mm, distalne pa 28,5 mm. Verjetno pripadajo obe falangi istemu osebkju.

Bizonovi fosilni ostanki so znani še iz Jame v Lozi in iz Ovčje jame (I. Rakovec, 1962—63, 251, 256) iz Črnega kala in doline Lešanščice pri Lešah (I. Rakovec, 1975, 236) ter iz Marovške zijalke (V. Pohar, 1976, 114).

Bos primigenius Bojanus

Iz bazalne ilovice smo izkopali fragment distalne epifize desnega radiusa (tabla 8, sl. 3), ki sem ga po izoblikovanosti sklepne fasete (U. Lehmann, 1949, 200—203, T. X, sl. 10) prisodila turu. Nedaleč od radiusa smo našli še karpalno kost — desni capitato-trapezoideum (tabla 9, sl. 4). Po V. I. Bibikovi (1958, 28, sl. 14 a, b) je oblika zgornje sklepne fasete te kosti pri turu podobna kvadratu, pri bizonu pa trapezu. Capitato-trapezoideum iz Jame pod Herkovimi pečmi ima proksimalno sklepno ploskev kvadratno oblikovano, zato pripada brez dvoma vrsti *Bos primigenius*.

Z gotovostjo so bili doslej določeni ostanki tura le v Parski golobini (I. Rakovec, 1955, 309 in 1961, 316—317) in v Črnem kalu (I. Rakovec, 1958, 399—402).

Cervus elaphus Linnaeus

Kostne ostanke navadnega jelena smo našli v bazalni ilovici in zgornjem grušču. Iz ilovice izvirajo močno obrabljeni in nekoliko poškodovani incizivi, levi metacarpus in distalni del desnega femurja. Kostni ostanki pripadajo verjetno istemu osebkju.

Od femurja sta ohranjeni distalna epifiza in del diafize. Na odlomljenem delu so robovi na plantarni strani ostri, na dorzalni pa popolnoma oglajeni, kakor da bi bili izlizani, vendar sledov ugrizov zveri ni videti. Izmerila sem širino distalne epifize, ki znaša 66,6 mm. Tudi metacarpus (tabla 9, sl. 1) je

Tabela 11. Metakarpalne kosti iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 11. Les os métacarpiens des localités diverses (en millimètres)

Dimenzije Mensurations	<i>Cervus elaphus</i> L.			<i>Cervus elaphus</i> rec.
	Jama pod Herkovimi pečmi	Veternica M. Malez 1963	Šveduv stol R. Musil 1962	Moravska R. Musil 1962
dolžina longueur	ca 265	262.5	303.0	245.0–263.0
med.-lat. širina proks. epif. largeur proximale	ca 42.0	37.2	52.1	36.0–42.1
med.-lat. širina diaf. v sredini largeur au milieu de diaphyse	27.5	23.5	33.6	21.5–24.1

precej poškodovan, zato se vseh meritev ni dalo izvesti. Dimenzije so navedene v tabeli 11.

V zgornjem grušču sta ležala prvi levi zgornji molar in desni metatarsus (tabla 9, sl. 2), ki so ga glodalci močno načeli. Obe najdbi sta tako poškodovani, da se jih ni dalo izmeriti.

V pleistocenskih sedimentih Slovenije so ostanki navadnega jelena pogostni. Znani so iz Betalovega spodmola (I. Rakovec, 1959, 318), Črnega kala (I. Rakovec, 1958, 397–398), Matjaževih kamer (I. Rakovec, 1975, T. I), Parske golobine (I. Rakovec, 1961, 314–315) in iz Potočke zijalke (I. Rakovec, 1975, T. I).

Rangifer tarandus Linnaeus

V plasti 2 smo našli desni calcaneus (tabla 9, sl. 3), ki je na prvi pogled podoben enaki kosti navadnega jelena, le da je veliko manjši. Toda tuber sustentaculuma tali ni kljunasto zavihan navzdol kot pri navadnem jelenu (V. Gromova, 1960, 97, sl. 49 A), temveč se konča precej nad »korakoidno faseto«, kar je značilno za severnega jelena. Dobro se sklada z variacijsko širino recentnih severnih jelenov (tabela 12) po V. Gromovi (1960, 22, 90).

Morfološko in po velikosti se dobro ujema z risbo kalkaneusa recentnega severnega jelena, podano v osteološkem atlasu kvartarnih sesalcev (L. Pales in Ch. Lambert, 1971, Pl. 33). Tudi enaka kost severnega jelena, ki jo je R. Musil (1965, 79) našel v jami Pod Hradem, je le nekoliko večja od našega primerka.

V Sloveniji poznamo naslednja najdišča te živali: Betalov spodmol (I. Rakovec, 1959, 320–321), Ciganske jame pri Željnah (I. Rakovec, 1975, T. I), Jama v Lozi in Ovčja jama (I. Rakovec, 1962–63, 249–251 in 254–256), Zakajeni spodmol in Županov spodmol (I. Rakovec, 1975, T. I), na prostem pa so bili fosilni ostanki severnega jelena izkopani v Nevljah pri Kamniku (F. Kos, 1939, 47–48) in na Vrhniki (I. Rakovec, 1975, T. I).

Tabela 12. Dimenzije kalkaneusov (v milimetrih)
 Tableau 12. Dimensions des calcaneums (en millimètres)

Dimenzije Mensurations	<i>Rangifer tarandus</i> L.		<i>Rangifer tarandus</i> rec.
	Jama pod Herkovimi pečmi	Jama pod Hradem R. Musil 1965	Evropa V. Gramova 1960
dolžina longueur	92.7	100.9	90-112
med.-lat. širina largeur	33.2	37.8	28-39

Capra ibex Linnaeus

Med pičlimi ostanki kozoroga v plasti 2 sta znani desna prva in druga prednja falanga (tabla 10, sl. 1). Prva falanga se morfološko ujema z enako kostjo recentnega kozoroga, vendar je nekoliko večja in bolj masivna. Ustreza opisu, ki ga je za to kost podal F. Prat (1966, 297). Proksimalna sklepna ploskev je skoraj štirioglasta in podaljšana v antero-posteriorni smeri, medialna brazda je globlja od notranje sklepne fasete (fossa glenoidalis interna). Dolžina falange meri 44,4 mm, medialno-lateralna širina proksimalne epifize 15,0 mm in distalne epifize 14,6 mm.

Celotna dolžina druge falange prednje noge je 33,1 mm, medialno-lateralna širina proksimalne epifize 16,9 mm, distalne pa 15,3 mm. Če primerjamo sedaj obe falangi z enakimi kostmi gamsa ali severnega jelena, se z njimi ne ujemata niti morfološko, še manj pa po velikosti. Za gamsa sta prstna členka prekratka in preveč masivna, falangi severnega jelena sta veliko večji.

Proksimalna in distalna epifiza prve falange ter posteriorna stran diafize kažejo sledove zob manjših glodalcev.

Po Coutourieru (cf. I. Rakovec, 1975, 236) so bili kozorogi rupikoli bovidi, visokogorsko pokrajino so naselili šele v najmlajši dobi. Ta hipoteza ne drži, ker je I. Rakovec (1967, 181) določil kozorogove fosilne ostanke iz visokogorske paleolitske postaje v Mokriški jami. Izvirajo iz prvega würmskega interstadiala (WI/II). Verjetno pa so se življenju v visokih gorah prilagodili že prej, ker v Jami pod Herkovimi pečmi njihovih ostankov nismo našli v bazalni ilovici, ki je riško-würmske starosti. Falangi iz vrhnjega grušča pa dokazujeta, da so kozorogi v prvem würmskem stadialu živeli v okolici jame. K temu jih je verjetno prisililo poslabšanje podnebja.

Fosilne ostanke pleistocenskih kozorogov poznamo iz Mokriške jame (I. Rakovec, 1967, 181), iz jame nad Rašico pri Črnučah (I. Rakovec, 1975, T. I), iz jame Treh bratov (I. Rakovec, 1940, 57) in iz Črnega kala (I. Rakovec, 1958, 402).

Rupicapra rupicapra Linnaeus

Gamsu pripada koščen nastavek za rog, najden v plasti 2. Dolg je 110,1 mm (tabla 10, sl. 2). Isti vrsti, vendar drugemu osebk, sem pripisala prav tak nastavek za rog, ki se še drži frontalke, ima odlomljen distalni del, proksimalnega pa močno oglodanega (tabla 10, sl. 3). Bolj ali manj okrogel prerez, ki je po E. Schmidovi (1972, 91) značilen za gamsa, je dobro viden. Verjetno pripada gamsu tudi levi inciziv, najden v bližini.

Gamsi so edini današnji predstavniki antilop v Evropi (K. Hescheler, E. Kühn, 1949, 253). Živijo visoko v gorah in so na svoje okolje izredno prilagojeni. K temu, da so živeli v okolici Jame pod Herkovimi pečmi, jih je prisililo poslabšanje podnebja v pleistocenu.

Fosilni ostanki te živali so v naših krajih redki; do sedaj so bili znani iz Potočke zijalke (I. Rakovec, 1975, 234) in Marovške zijalke (V. Pohar, 1976, 115).

Sklep

V pleistocenskih sedimentih Jame pod Herkovimi pečmi je bilo zbranih več tisoč različnih živalskih kosti in zob. Malo se jih je ohranilo tako dobro, da sem jih lahko izmerila in primerjala z enakimi ostanki iz drugih pleistocenskih najdišč. Za determinacijo sem zbrala 2175 določljivih ostankov, ki pripadajo 13 rodovom, 14 vrstam in dvema podvrstama. Fosilnih ostankov številnih majhnih glodalcev in ptičev ni bilo mogoče ločiti niti generično, predvsem zaradi pomanjkanja ustrezne literature in komparativnega osteološkega materiala.

Determinirani ostanki pripadajo živalskim vrstam, od katerih so štiri (jamski medved, fosilni rjavi medved, stepski bizon in tur) konec pleistocena izumrle, nadaljnjih šest (divja mačka, volk, severni jelen, kozorog, gams in stepski dihur) se je zaradi spremenjenega življenjskega okolja izselilo, preostale štiri (dihur, jazbec, divja svinja in navadni jelen) pa še danes živijo v bližnji in daljnji okolici jame.

Izračunala sem odstotni delež posameznih živalskih vrst glede na vsoto vseh določljivih paleontoloških najdb (tabela 13). Daleč največji odstotek kostnega gradiva zavzema jamski medved (99,0 % v plasti 3 in 95,4 % v plasti 2). Zato imamo lahko to jamo za stalno bivališče jamskega medveda. To nam dokazujejo tudi posamezne kosti (tibija, os illium, humerus itd.) nerojenih in komaj rojenih medvedov ter številni kostni ostanki nedoraslih osebkov. Celih kosti odraslih medvedov se je ohranilo v jami malo. Kasnejši premiki sedimentov (soliflukcija) in izdatna korozija so kosti močno načeli. Tudi namensko razbite kosti, ki bi dokazovale človekovo prisotnost v jami, so bile izredno redke.

Starostni sestav, značilen za medvedji brlog, je potrdila analiza zgornjih drugih molarjev. Na podlagi razvitosti korenine in obrabljenosti krone teh zob sem po Bächlerju (1957, 141) določila starost osebkov, poginulih v jami. V spodnji ilovici je sorazmerno visok odstotek molarjev pripadel nedoraslim (50,0 %) in starim živalim (33,4 %), komaj 16,6 % pa odraslim medvedom. Podobno starostno razporeditev je pokazala analiza zob iz vrhnjega grušča. Medvedjim mladičem je pripadalo 75,0 % vseh zob, starim medvedom 8,4 % in samo 16,6 % odraslim osebkom.

Tabela 13. Pregled živalskih vrst iz jame pod Herkovimi pečmi
 Tableau 13. La liste faunique de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi

Plast Couche	Štev. določljivih najdb Nombre des trouvailles déterminées				Skupaj Total		Najmanj. možno štev. oseb. - Nombre mi- nimum de sujets		Skupaj Total	
	2		3		2 + 3		2	3	2 + 3	
	N	%	N	%	N	%	N	N	N	%
Živalske vrste Espèces d'animaux										
<i>Marmota marmota</i> L.	16	1.6	2	0.17	18	0.8	5	1	6	3.0
<i>Ursus spelaeus</i> R. et H.	985	95.4	1133	99.04	2118	97.3	87	88	175	87.0
<i>Ursus arctos</i> priscus G.	12	1.2	-	-	12	0.6	2	-	2	1.0
<i>Felis silvestris</i> Schr.	1	0.1	-	-	1	0.0	1	-	1	0.5
<i>Mustela putorius</i> L.	-	-	1	0.09	1	0.0	-	1	1	0.5
<i>M. p. eversmanni</i> s.É.	-	-	1	0.09	1	0.0	-	1	1	0.5
<i>Meles meles</i> L.	2	0.2	-	-	2	0.1	2	-	2	1.0
<i>Canis lupus</i> L.	1	0.1	2	0.17	3	0.1	1	2	3	1.5
<i>Sus scrofa</i> L.	2	0.2	-	-	2	0.1	2	-	2	1.0
<i>Bison priscus</i> B.	4	0.4	-	-	4	0.3	1	-	1	0.5
<i>Bos primigenius</i> B.	-	-	2	0.17	2	0.1	-	1	1	0.5
<i>Cervus elaphus</i> L.	2	0.2	3	0.27	5	0.4	1	1	2	1.0
<i>Rangifer tarandus</i> L.	1	0.1	-	-	1	0.0	1	-	1	0.5
<i>Capra ibex</i> L.	2	0.2	-	-	2	0.1	1	-	1	0.5
<i>Rupicapra rupicapra</i> L.	3	0.3	-	-	3	0.1	2	-	2	1.0
Skupaj	1031	100.0	1144	100.0	2175	100.0	105	95	201	100.0

Vse ostale živali, katerih kostne ostanke smo našli v Jami pod Herkovimi pečmi, so v pleistocenski epohi živele v njeni okolici in na različne načine zašle vanjo. Majhne glodalce so v jamo zanesle ujede, zahajali pa so vanjo tudi sami, kar dokazujejo močno oglodane kosti, npr. jelenji metapodij, kozorogove falange in gamsov nastavek za rog. Alpski svizec v jami verjetno ni prebival, ker v pleistocenskih jamskih sedimentih nismo našli fosilnih rogov. Jamske hijene so obiskovale jamo priložnostno, kar potrjujejo sledovi ugrizov, ki so jih njihovi zobje pustili na kosteh jamskih medvedov. V jami pa niso stalno bivale, saj so obgrizene kosti redke, našli pa nismo niti njihovih kostnih ostankov niti koprolitov. Prežvekovalci (tur, bizon, jelen itd.) so bili verjetno plen zveri (jamski medved, volk, jamska hijena), ki so v jami prezimovale ali občasno zahajale vanjo. Malo verjetno je, da jih je v jamo zanesel ledenodobni lovec, saj je njegova kulturna ostalina zelo skromna in omejena le na bazalni del plasti 3 (F. Osol, 1981).

Bazalna plast 3 sestoji v Jami pod Herkovimi pečmi predvsem iz ilovice, ki je nastajala v toplem in vlažnem podnebju. Vrhnja, bolj gruščnata plast 2, pa se je odlagala pod vplivom zmrzali v hladnem vlažnem ali suhem podnebju.

Po mešani gozdni (navadni jelen, tur, dihur) in stepski (stepski dihur) favni sem plast 3 prisodila iztekajočemu se interglacialu. V mlajši plasti 2 prevladujejo alpski (gams, kozorog, alpski svizec), arktični (severni jelen) in stepski (bizon) elementi nad gozdni (navadni jelen, jazbec). Zato sem uvrstila vrhno plast v glacial. Pri tej razvrstitvi nisem upoštevala zveri (jamski medved, volk itd.), katerih kostne ostanke smo dobili v spodnji ilovici in v vrhnjem grušču, saj kot ubikvisti ne pridejo v poštev za presojo biotopa.

Vse živalske vrste, najdene v plasti 3, kažejo na mlajši pleistocen. Najstarejše najdbe jamskih medvedov res izvirajo iz sedimentov riške starosti (F. Pr at, 1976, 380), vendar fosilni ostanki v Jami pod Herkovimi pečmi tega ne potrjujejo, ker so ležali v jamski ilovici, ki je blizu jamskega vhoda vedno produkt toplega in vlažnega podnebja. Tudi spremljevalna favna (tur, navadni jelen, dihur) kaže na sorazmerno toplo in vlažno podnebje ter pokrajino, poraslo s pašniki in redkim gozdom.

Naštete ugotovitve bi lahko veljale tudi za toplejši presledek med obema riškima stadialoma, toda fosilni ostanki alpskega svizca ter dihurja in stepskega dihurja ne ustrezajo tej starosti. Dihur je bil v pleistocenskih sedimentih prvič najden skupaj s kulturno ostalino moustériena (M. F. Bonifay, 1966, 393). Tudi prve najdbe stepskega dihurja izvirajo s konca zadnjega interglaciala, oziroma starejšega würma (O. Sickenberg, 1968, 152 in F. Ed. Koby, 1951, 395). Datacija svizčevih ostankov iz jame Castillo à Puente Viesgo v Španiji (J. Chaline, 1966, 419), ki naj bi bila riške starosti, ni zanesljiva. Po I. Rakovcu (1975, 233) so se alpski svizci pri nas prvič pojavili na prehodu iz zadnje medledene dobe v prvi würmski stadial. Da pripada plast 3 res koncu riško-würmskega interglaciala, potrjuje velikost torzijskega kota (52°) medvedje tibije, ki je po M. Mottlovi (1933) najzanesljivejši kriterij za presojo razvojne stopnje medvedov. Pri jamskih medvedih iz prvega würmskega interstadiala je torzija distalnega dela tibije precej večja, saj znaša npr. pri moškem medvedu kar 60° (I. Rakovec, 1967, 167).

Po mnogih kosteh postkranialnega skeleta, predvsem pri metapodijih, se je dalo ločiti dve skupini jamskih medvedov. Zastopnikov prve (velikih in masivno grajenih) je manj, številnejši pa so pritlikavi primerki druge skupine. Večinoma so robustni, redki so zelo gracilni. Zastopniki prve skupine so po večini speleoidno oblikovani. V drugi skupini pa se prepletajo speleoidni in arktoidni znaki; zadnji rahlo prevladujejo. So torej na stopnji, ki je med deningeri- in spelaeus-krogom, kar potrjuje riško-würmsko starost.

Favna iz plasti 2 — alpski svizec, stepski bizon, kozorog, gams in severni jelen, kaže, da so se podnebne razmere v času odlaganja te plasti močno poslabšale. Le v glacialu so prebivalci visokih gora in daljnega severa zapustili svoje okolje zaradi napredujočega ledu. Tako so zašli tudi v okolico jame. Pod vplivom hladnejšega podnebja se je spremenila vegetacija, ki je tako predstavljala za stepskega bizona ugoden življenjski prostor. Poslabšanje klimatskih razmer potrjuje tudi najdba divje mačke, ki je bila v pleistocenski epohi spremljevalka mrzle favne (M. Bonifay, 1966, 379). Po stratigrafskem zaporedju in majhnem torzijskem kotu tibij jamskih medvedov (tudi 52°), sem uvrstila vrhni grušč v prvi würmski stadial, oziroma po H. Grossu (1964, 196) v starejši würm.

La faune pléistocène de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi

Conclusions

La cavité de Jama pod Herkovimi pečmi, forrée dans un calcaire du Dévone, se trouve au nord-ouest de la Yougoslavie, dans la république de Slovénie (fig. 1). Les fouilles systématiques (fig. 2, 3) effectuées là-dedans, au cours des années 1977—1979 par M. F. Osle (1981) indiquent que le soubassement de calcaires est peu profond, l'épaisseur moyenne de remplissage ne s'élève qu'à deux mètres et demi. Trois couches seules ont pu être séparées (fig. 4): l'argile de base (couche 3) et l'éboulis corrodé (couche 2) datent du pléistocène. Au sommet du remplissage il y a l'éboulis emballé dans une argile noirâtre (couche 1) appartenant à l'holocène.

Plus de mille os et dents divers des mammifères pléistocènes ont été recueillis dans les couches 3 et 2. Il y en avait peu de bien conservés pour être mesurés et comparés avec les restes pareils des autres localités pléistocènes (tableau 1—12). J'ai décompté 2175 restes osseux déterminables, appartenant à 13 genres, 14 espèces et deux sous-espèces. Les restes fossiles de nombreux petits rongeurs et oiseaux ne se prêtaient pas à une détermination, au moins générique.

Les restes déterminés appartiennent aux espèces dont quatre (*Ursus spelaeus* R. et H., *Ursus arctos priscus* G., *Bison priscus* B., *Bos primigenius* B.) sont disparues vers la fin du pléistocène, six ultérieures (*Felis silvestris* Schr., *Rangifer tarandus* L., *Capra ibex* L., *Rupicapra rupicapra* L., *Mustela putorius eversmanni soergeli* E.) ont émigré à cause des conditions écologiques changées, les quatre restantes (*Mustela putorius* L., *Meles meles* L., *Sus scrofa* L., *Cervus elaphus* L.) subsistent encore dans les environs proches et lointains de la cavité.

Pour mettre en relief le relèvement des restes fauniques j'ai calculé le pourcentage de la participation des espèces fauniques individuelles par rapport au total de toutes les trouvailles paléontologiques déterminables (tableau 13). Il en résulte que l'ours des cavernes couvrait bien le plus grand pourcentage du matériel osseux dégagé (dans la couche 3 — 99 % et dans la couche 2 — 95,4 %). Par conséquent on peut considérer cette cavité comme un repaire de l'ours des cavernes, ce qui est prouvé par la présence des os isolés (tibia, os ilium, humérus etc.) des ours pas encore nés ou à peine nés, ainsi que par de nombreux restes des sujets jeunes. Les os complets des ours adultes, on n'en possède que très peu. Les déplacements ultérieurs des gisements et une corrosion abondante ont fortement endommagé les os entiers jusque là. Des os brisés à certains buts qui pourraient témoigner de la présence de l'homme dans la grotte étaient rares.

La structure d'âge typique pour le repaire d'ours a été confirmée par l'analyse des secondes molaires supérieures. Ma calculation de l'âge des sujets, périss dans la cavité, repose sur la base des racines formées et usures des couronnes des dents sus-citées (selon Bächler, 1957, 141). Dans l'argile de base il y a un relativement grand pourcentage des molaires appartenant aux animaux jeunes (50,0 %) et âgés (33,4 %) et à peine 16,6 % aux ours adultes.

Un classement d'âge semblable ressort aussi de l'analyse des dents relevées de la couche 2. Les dents prédominants sont celles des très jeunes ours (75,0 %), tandis que celles des ours âgés sont présentes par 8,4 % et à peine 16,6 % appartiennent aux sujets adultes.

Tous les autres animaux que nous avons découvert dans la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi et dont les restes osseux proviennent du pléistocène fréquentaient les abords de la cavité et s'y fourvoyaient de manières différentes. De petits rongeurs se retrouvaient dans la cavité soit apportés par des oiseaux de proie soit par hasard — ce qui est confirmé par des os fortement rongés p. ex.: métapodes de cerf (pl. 9, fig. 2), phalange de bouquetin (pl. 10, fig. 1) et cheville osseuse de chamois (pl. 10, fig. 3). La marmotte ne vivait pas probablement dans la cavité, les remplissages de la grotte pléistocène n'ayant fourni aucune tranche fossile. Les hyènes des cavernes fréquentaient la cavité sporadiquement. Les traces des morsures de leurs dents, visibles sur les os des ours des cavernes, en sont les témoins (pl. 6, fig. 2). La cavité pourtant ne leur servait pas de tanière, les os rongés étant peu fréquents et leurs restes osseux et coprolithes étant complètement absents. La présence des ruminants (bœuf, bison, cerf etc.) est due probablement aux carnivores qui hivernaient dans la cavité ou la fréquentaient de temps en temps. Il est peu possible qu'ils y soient déposés par le chasseur pléistocène, son outillage de pierre étant extrêmement modeste et limité seulement à la partie de base de la couche 3 (F. O s o l e, 1981).

L'argile de la couche 3, formée de la désagrégation chimique indique un climat chaud et humide. L'éboulis de la couche 2 se déposait sous l'influence du gel dans un climat froid humide ou sec.

D'après une faune forestière (cerf, bœuf, putois) et steppique (putois des steppes fossile) j'ai attribué la couche 3 à l'interglacial final. Dans la couche 2 les éléments alpins (chamois, bouquetin, marmotte), arctiques (renne fossile) et steppiques (bison) prédominent les éléments forestiers (cerf, blaireau); par conséquent, j'ai classé cette couche dans le glacial. Dans cette répartition je n'ai pas tenu compte des carnivores (ours des cavernes, loup, etc.) dont les restes osseux ont été extraits dans les couches 3 et 2, étant donné qu'ils ne peuvent pas être pris en considération comme ubiquiste quant'à l'appréciation du biotope.

Toutes les espèces fauniques découvertes dans la couche 3 signalent un pléistocène récent. Les plus anciennes trouvailles des ours des cavernes proviennent des gisements rissiens (F. P r a t 1976, 380), pourtant je ne peux pas le conclure au cas des restes osseux que nous avons découverts dans la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi:

1. Ils gisaient dans le dépôt d'argile, étant dans les environs de l'entrée à la cavité toujours exposée au climat doux et humide.

2. Remarquons que la faune correspondante (bœuf, cerf, putois) découverte dans la même couche, signale un climat relativement chaud et humide régnant sur une étendue couverte de pâturage et forêt rare.

Les constatations énumérées ci-dessus pourraient s'accorder avec l'interstadiaire plus chaud des deux stadias rissiens, mais les restes fossiles de la marmotte et du putois ainsi que celui des steppes fossile ne correspondent pas à cet âge. Le putois apparaît pour la première fois dans les niveaux du Moustérien (B o n i f a y 1966, 393). Les premières découvertes du putois des steppes fossiles datent de la fin du dernier interglacial et du Würmien I respectivement (O. S i c k e n b e r g 1968, 152, et F. E d. K o b y 1951, 395). La datation de la découverte des restes de marmotte provenant de la grotte Castillo à Puente Viesgo en Espagne (J. C h a l i n e 1966, 419) et appartenant à l'âge du Riss,

paraît-il, peut être contestée. D'après I. R a k o v e c (1975, 233) les marmottes font leur première apparition chez nous au cours de la transition du dernier interglacial au premier stadiaire würmien.

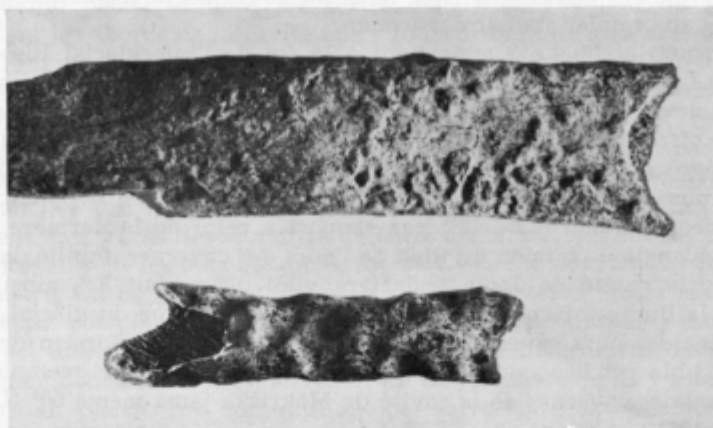
Le fait que la couche 3 appartient à la fin de l'interglacial Riss-Würmien est confirmé par la grandeur de l'angle de torsion du tibia de l'ours des cavernes. D'après Mme M. M o t t l (1933, 166) la torsion de l'épiphyse distale du tibia elle-même offre un des critères les plus incontestables, à l'égard de l'appréciation du degré évolutif des ours. Elle a constaté également (1955, 82) que les tibias des ours des cavernes de l'interglacial Riss-Würmien dénotent un degré inférieur de la torsion (43° — 46°) par rapport à celui de la dernière glaciation (52° — 55°). L'angle de torsion du tibia de l'ours des cavernes, fouillé dans l'argile de base de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi fait 52° , ainsi atteint-il justement la limite inférieure de la valeur caractéristique du glacial Würmien. Dans les cas des ours cavernes de l'interstadiare WI/II la torsion de la partie distale du tibia est beaucoup plus prononcée et atteint, par exemple, dans le cas de l'ours des cavernes de la cavité de Mokriška jama même 60° (I. R a k o v e c 1967, 167).

Les recherches morphologiques et métriques des extrémités de l'ours des cavernes ont montré de plus, qu'il en existe des échantillons des os de la taille moyenne (pl. 4, fig. 1 et pl. 5, fig. 1, 2) et «naine» (pl. 4, fig. 2 et pl. 5, fig. 3, 4), à savoir, deux groupes ne différant pas seulement du point de vue de la taille mais aussi morphologiquement. Les représentants du premier groupe développés de manière spéléoïde, par contre les restes osseux du deuxième groupe sont marqués par l'entrelacement des signes spéléoïdes et arctoïdes, ces derniers étant un peu plus prédominants. Ils se trouvent donc au niveau plus rapproché du cercle *deningeri* que celui de *spelaeus*.

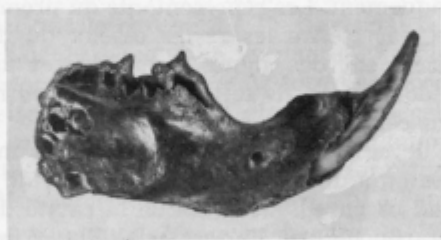
D'après la torsion de la épiphyse distale du tibia et maints signes arctoïdes évidents sur les os des ours des cavernes de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi, si comparés aux os pareils des ours de la cavité de Mokriška jama, j'ai classé l'argile de base (couche 3) à l'interglacial Riss-Würmien final.

La faune trouvée dans la couche 2 — marmotte, bison, bouquetin, chamois, renne fossile — nous amène à supposer que les conditions climatiques ont nettement détérioré au cours de la sédimentation de cette couche. Les habitants de hautes montagnes et du nord lointain n'ont abandonné leurs demeures qu'au cours du glacial par suite du gel excessif. Notons que l'installation d'une végétation modifiée sous l'influence d'un froid plus rigoureux a établi des conditions de vie favorables pour le bison. La fréquentation plus intense du gisement par le chat sauvage confirme un climat progressivement pire. D'après M. B o n i f a y (1966, 379) il coexistait avec la faune froide au cours du pléistocène. Selon l'ordre stratigraphique et un petit angle de torsion de tibia des ours des cavernes (même 52°), j'ai rangé le dépôt du cailloutis (couche 2) dans le Würmien I, ou plutôt dans le Würmien ancien d'après H. G r o s s (1964, 196).

Tabla 1 — Planche 1



1



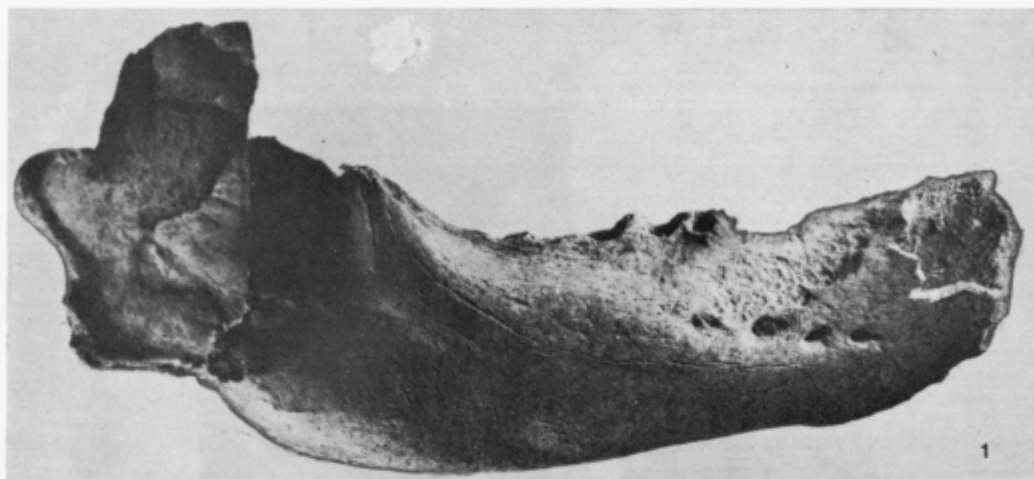
2

1 korodirani diafizi cevastih kosti, pomanjšani
diaphyses corrodées des os longs, diminuées

2 *Marmota marmota* L.

fragmentirana desna mandibula, nar. vel.
mandibule droite fragmentée, gr. nat.

Tabla 2 — Planche 2



1 *Ursus spelaeus* R. et H.

nizka desna mandibula z izbočenim spodnjim delom, 1/2 nar. vel.
mandibule droite gracile, à la partie inférieure convexe, 1/2 gr. nat.

2 *Ursus spelaeus* R. et H.

robustna desna mandibula, 1/2 nar. vel.
mandibule droite robuste, 1/2 gr. nat.



Tabla 3 — Planche 3

1 *Ursus spelaeus* R. et H.

levi zgornji kanin, velik in robusten, nar. vel.
canine supérieure gauche, grande et robuste, gr. nat.

2 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni zgornji kanin, majhen in gracilen, nar. vel.
canine supérieure droite, petite et gracile, gr. nat.

3 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni zgornji drugi molar, nar. vel.
molaire droite supérieure, gr. nat.



1



2



3

Tabla 4 — Planche 4**1 *Ursus spelaeus* R. et H.**

levi radius normalno velike živali, 2/5 nar. vel.
radius gauche de l'ours des cavernes, taille normale, 2/5 gr. nat.

2 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni radius »pritlikavega« osebka, 2/5 nar. vel.
radius droit de l'ours des cavernes »nain«, 2/5 gr. nat.

3 *Ursus spelaeus* R. et H.

Proksimalni del desne ulne normalno velike živali, 2/5 nar. vel.
Cubitus droit de l'ours des cavernes, taille normale, 2/5 gr. nat.

4 *Ursus spelaeus* R. et H.

Leva ulna »pritlikavega« osebka, 2/5 nar. vel.
Cubitus gauche de l'ours des cavernes »nain«, 2/5 gr. nat.



Tabla 5 — Planche 5**1 *Ursus spelaeus* R. et H.**

levi calcaneus normalno velikega robustnega osebka, 3/5 nar. vel.
calcanéum gauche de l'animal à la taille normale, 3/5 gr. nat.

2 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni calcaneus normalno velikega gracilnega osebka, 3/5 nar. vel.
calcanéum droit de l'animal gracile à la taille normale, 3/5 gr. nat.

3 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni calcaneus »pritlikavega« gracilnega osebka, 3/5 nar. vel.
calcanéum droit de l'ours des cavernes gracile et »nain«, 3/5 gr. nat.

4 *Ursus spelaeus* R. et H.

desni calcaneus »pritlikavega« robustnega osebka, 3/5 nar. vel.
calcanéum droit de l'animal robuste et »nain«, 3/5 gr. nat.



1



2



3



4

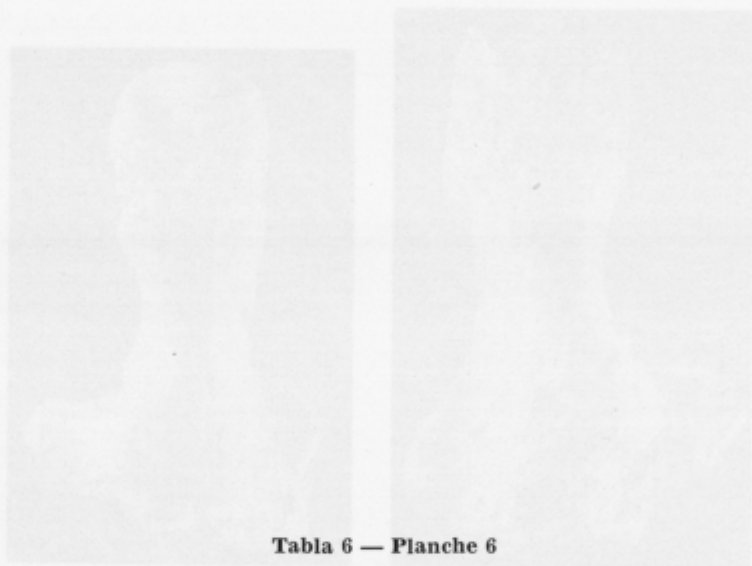


Tabla 6 — Planche 6

1 *Ursus spelaeus* R. et H.

bolezensko spremenjen proksimalni del radiusa, pomanjšan
partie proximale du radius droit déformée, diminuée

2 *Ursus spelaeus* R. et H.

distalni del desnega humerusa s sledovi zverskih zob, 3/5 nar. vel.
partie distale du humérus droit avec les traces des dents carnivores, 3/5 gr. nat.

3 *Mustela putorius* L.

fragmentirana leva mandibula, nar. vel.
fragment de la mandibule gauche, gr. nat.

4 *Mustela (putorius) eversmanni soergeli* E.

leva mandibula, nar. vel.
mandibule gauche, gr. nat.

5 *Ursus arctos priscus* G.

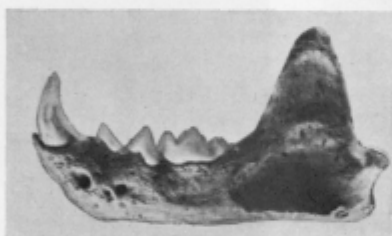
desna mandibula, 1/2 nar. vel.
mandibule droite, 1/2 gr. nat.



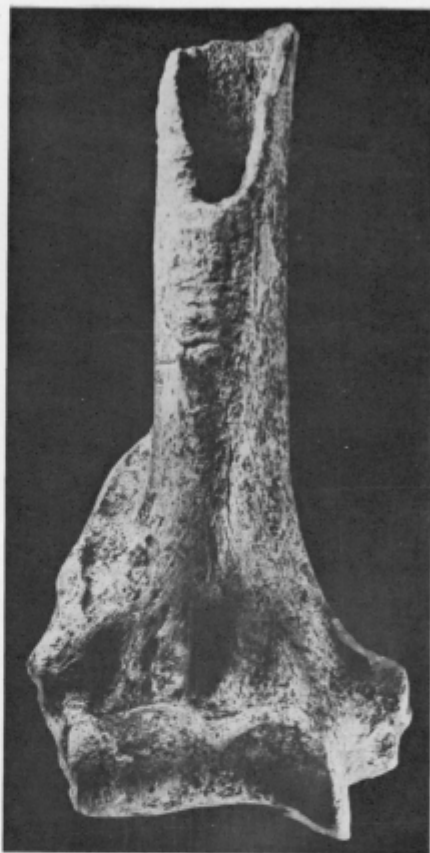
1



3



4



2



5

Tabla 7 — Planche 7

1 *Ursus arctos priscus* G..

desni femur, 1/3 nar. vel.

fémur droit, 1/3 gr. nat.

2 *Ursus arctos priscus* G.

levi metacarpale I—IV, nar. vel.

métacarpe gauche I—IV, gr. nat.

3 *Meles meles* L.

desna ulna, nar. vel.

cubitus droit, gr. nat.

4 *Meles meles* L.

desni femur, nar. vel.

fémur droit, gr. nat.

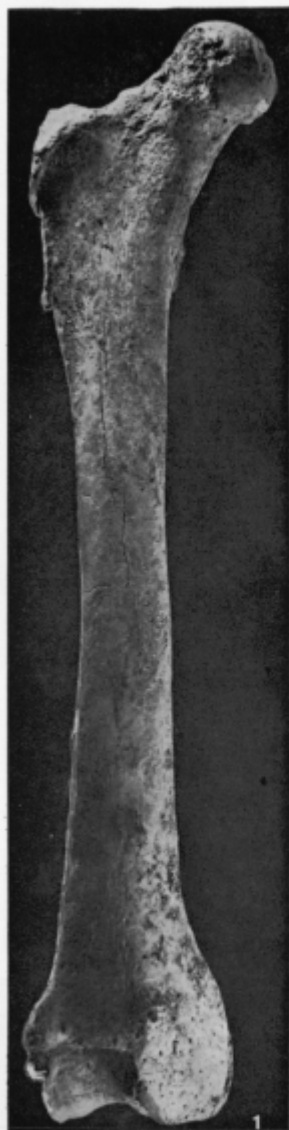


Tabla 8 — Planche 8**1 *Canis lupus* L.**

distalni del levega radiusa, nar. vel.
partie distale du radius gauche, gr. nat.

2 *Canis lupus* L.

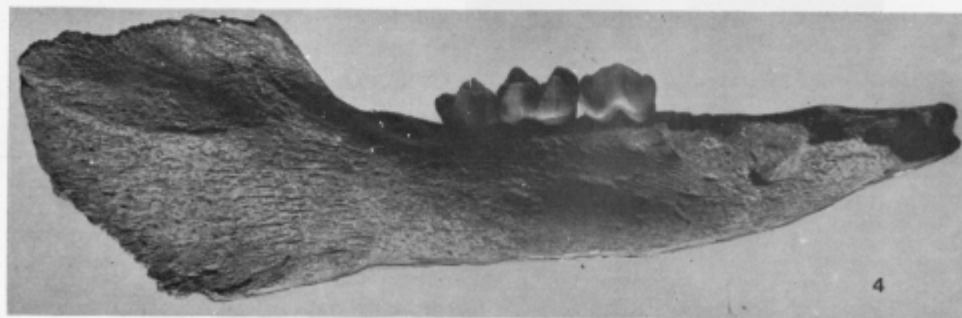
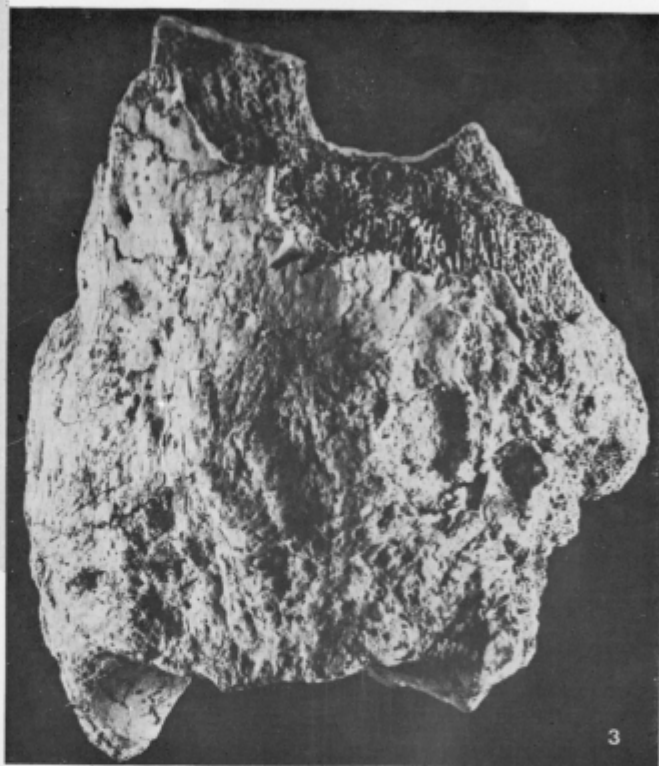
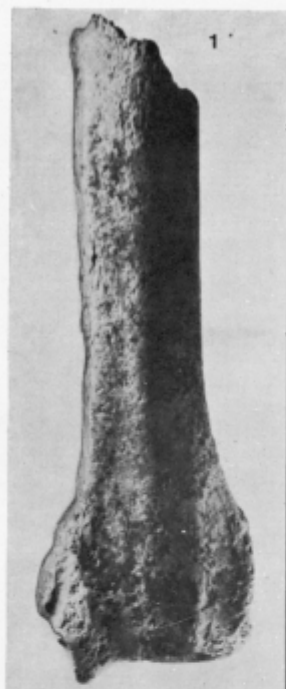
desni astragalus, nar. vel.
astragale droit, gr. nat.

3 *Bos primigenius* B.

distalna epifiza desnega radiusa, nar. vel.
epiphyse distale du radius droit, gr. nat.

4 *Sus scrofa* L.

desna mandibula, nar. vel.
mandibule droite, gr. nat.



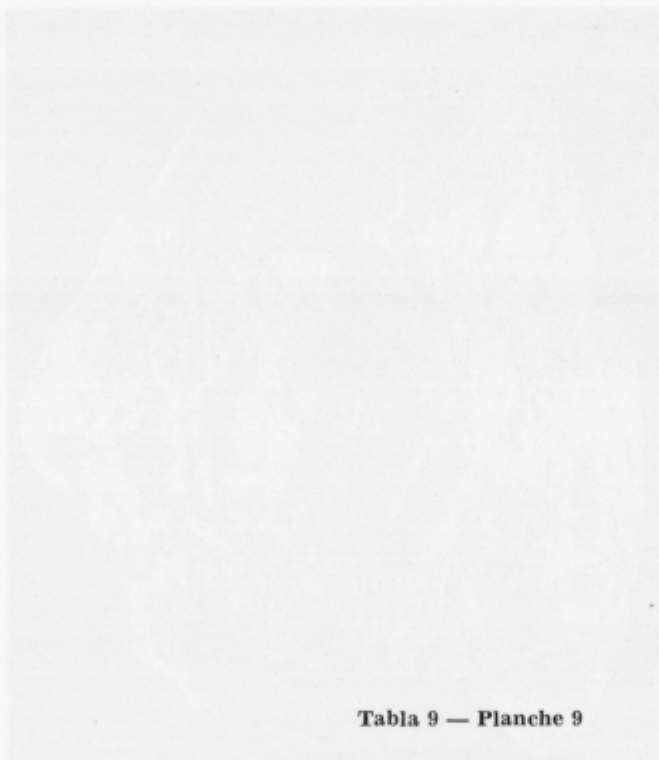


Tabla 9 — Planche 9

1 *Cervus elaphus* L.

levi metacarpus, 1/2 nar. vel.
métacarpe gauche, 1/2 gr. nat.

2 *Cervus elaphus* L.

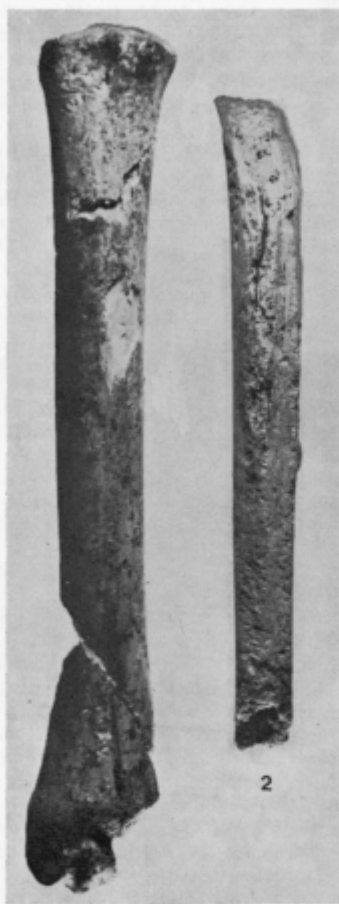
desni metatarsus, 1/2 nar. vel.
métatarse droit, 1/2 gr. nat.

3 *Rangifer tarandus* L.

desni calcaneus, nar. vel.
calcanéum droit, gr. nat.

4 *Bos primigenius* B.

desni capitato-trapezoideum, nar. vel.
capitato-trapézoïde droit, gr. nat.



1

2



3



4

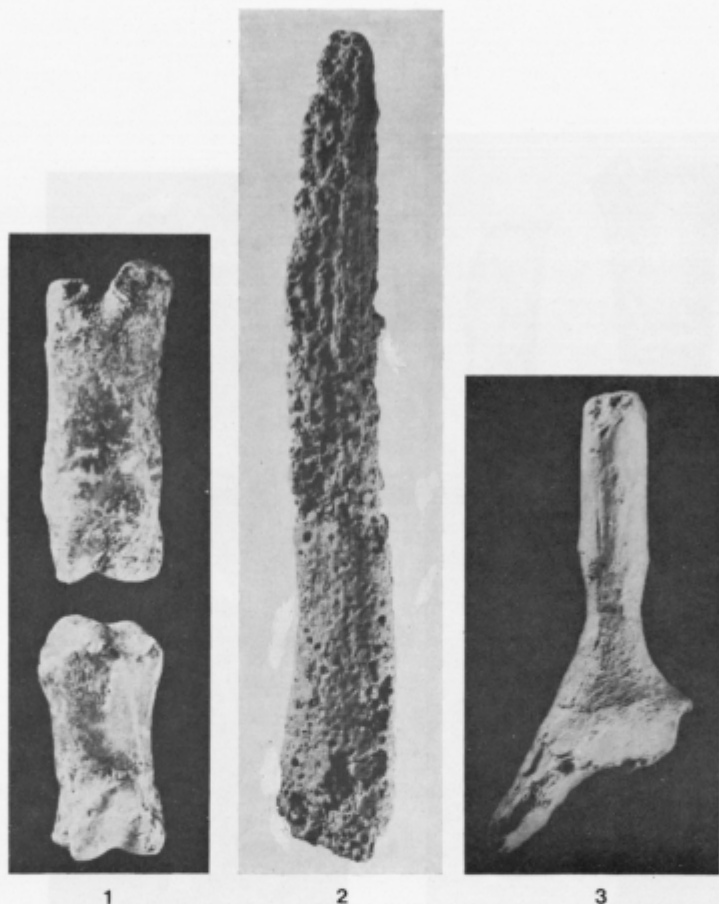


Tabla 10 — Planche 10

1 *Capra ibex* L.

prva in druga prednja falanga, nar. vel.
première et deuxième phalange antérieure, gr. nat.

2 *Rupicapra rupicapra* L.

nastavek za rog, nar. vel.
cheville osseuse de corne, gr. nat.

3 *Rupicapra rupicapra* L.

nastavek za rog z delom frontalke, močno oglodan, nar. vel.
cheville osseuse de corne avec la partie de l'os frontal, fort rongée, gr. nat.

Literatura

- Bächler, H. 1957, Die Altersgliederung der Höhlenbärenreste in Wildkirchli, Wildenmannisloch und Drachenloch. Quartär 9, 131—146, Berlin.
- Bibikova, V. I. 1958, O nekotoryh otlíčelnyh čertah v kostjah konečnostej zubra i tura. Bjull. Mosk. obšč. uspyt. prir., otd. biol., T. 63, vyp. 6, 23—35, Moskva.
- Bonifay, M. F. 1966, Les Carnivores. Iz: Faunes et Flores préhistoriques de l'Europe occidentale. Ed. N. Boubée & Cie, 337—396, Paris.
- Borisjak, A. 1932, Novaja rasa peščernovo medvedja iz četvertičnyh otloženij sev. Kavkaza. Trudy Paleozool. instituta Akad. Nauk SSSR, T. 1, 137—202, Leningrad.
- Brodar, S. 1938, Das Paläolithikum in Jugoslawien. Quartär I, 140—172, Berlin.
- Brodar, S. 1950, Prerez paleolitika na slovenskih tleh. Arheol. vestnik I/1—2, 5—12, Ljubljana.
- Chaline, J. 1966, Les Lagomorphes et les Rongeurs. V: Les Faunes et Flores préhistoriques de l'Europe occidentale. 397—440, Paris.
- Coutourier, M. A. I. 1954, L'Ours brun. Grenoble.
- Driesch, A. V. 1976, Das Vermessen von Tierknochen aus vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen. Inst. f. Paläoanat., Domestikationsforsch. u. Gesch. d. Tiermed. d. Univ. München, München.
- Dubois, A. & Stehlin, H. G. 1932, La Grotte de Cotencher, station moustérienne. Mém. Soc. Pal. Suisse, Vol. 52, 1—178, Bâle.
- Duerst, J. U. 1926, Vergleichende Untersuchungsmethoden am Skelett bei Säugern. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, VII, H. 2, Urban & Schwarzenberg, Berlin/Wien.
- Ehrenberg, K. 1955, Alpine und hochalpine Höhlen und Höhlenfunde in der Schweiz und Oesterreich. Die Höhle, Jhrg. 6, H. 3, 41—50, Wien.
- Gromova, V. 1950, Opređelitelj mlekopitajuščih SSSR po kostjam skeleta. Trudy kom. po izuč. četvrt. per., IX, Akad. nauk SSSR, Moskva-Leningrad.
- Gromova, V. 1960, Opređelitelj mlekopitajuščih SSSR po kostjam skeleta. Trudy kom. po izuč. četvrt. per., XVI, Akad. nauk SSSR, Leningrad.
- Gross, H. 1964, Das Mittelwürm in Mitteleuropa und angrenzenden Gebieten. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 15, 187—198, Oehringen/Württ.
- Hescheler, K. & Kühn, E. 1949, Die Tierwelt. Die Fauna der paläolithischen Siedlungen mit Ausblicken auf die diluviale Fauna im Ganzen. Iz: Urgeschichte der Schweiz, I, 121—368, Frauenfeld.
- Hue, E. 1907, Ostéometrie des Mammifères, I in II. Schleicher Frères, Paris.
- Koby, F. Ed. 1944, Un squelette d'ours brun du pléistocène italien. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 56, 58—85, Basel.
- Koby, F. Ed. 1949, Le dimorphisme sexuel des canines d'Ursus arctos et d'Ursus spelaeus. Revue Suisse de Zoologie, T. 56, no. 36, 675—687, Genève.
- Koby, F. Ed. 1951, Le Putois d'Eversmann en Suisse et en France. Eclogae geologicae Helvetiae, vol. 44, no. 2, 394—398, Basel.
- Kos, F. 1939, Neveljski paleolitik. Glasn. Muz. dr. za Slov., 20, 25—65, Ljubljana.
- Lehmann, U. 1949, Der Ur im Diluvium Deutschlands und seine Verbreitung. N. Jrb. f. Min., Geol. u. Paläont. Bd. 90, Abh., 163—266, Stuttgart.
- Malez, M. 1963, Kvarterna fauna pećine Veternice u Medvednici. Palaeont. jugosl., sv. 5, 1—193, Zagreb.
- Malez, M. 1979, Kvarterna fauna. Iz: Praistorija jugoslavenskih zemalja, I, 209—215, Sarajevo.
- Mioč, P. & Ramovš, A. 1973, Erster Nachweis des Unterdevons im Kozjak-Gebirge (Posruck) westlich von Maribor (Zentralalpen). Bull. Sci. Cons. Acad. Yougosl., (A), 18/7—9, 135—136, Zagreb.
- Mottl, M. 1933, Die arctoiden und spelaeoiden Merkmale der Bären. Földtani Közlöny 63, 165—177, Budapest.
- Mottl, M. 1951, Die Repolust-Höhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner. Archeol. Austriaca, H. 8, 1—81, Wien.
- Mottl, M. & Murban, K. 1955, Neue Grabungen in der Repolusthöhle bei Peggau in der Steiermark. Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Technik, Landesmus. Joanneum. H. 15, 77—87, Graz.

- Mottl, M. 1964, Bärenphylogese in Südost-Oesterreich. Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Technik, Landesmus. Joanneum, H. 26, 1—56, Graz.
- Musil, R. 1962, Die Höhle »Švedův stůl«, ein typischer Höhlenhyänenhorst. *Anthropos*, č. 13, 97—260, Brno.
- Musil, R. 1965, Die Bärenhöhle Pod Hradem. Die Entwicklung der Höhlenbären im letzten Glazial. *Anthropos*, Bd. 18, 2—92, Brno.
- Osole, F. 1981, Paleolitik iz Jame pod Herkovimi pečmi. Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji VIII, Ljubljana.
- Pales, L. & Lambert, Ch. 1971, Atlas ostéologique des Mammifères. I, II, Paris.
- Pohar, V. 1976, Marovška zijalka. *Geologija* 19, 107—119, Ljubljana.
- Prat, F. 1966, Les Capridés. Iz: Faunes et Flores préhistoriques de l'Europe occidentale. Ed. N. Boubée & Cie, 279—300, Paris.
- Prat, F. 1976, Ursidés. Les faunes quaternaires. La Préhistoire française I, 376—383, Paris.
- Rakovec, I. 1940, Diluvialni kozorogi iz Slovenije in Dalmacije. *Razpr. matem. prirod. razr.*, knj. 1, 55—76, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1949, Nove najdbe diluvialnih svizcev v Sloveniji. *Razpr. IV. razr. SAZU*, 205—228, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1952, O fosilnih sesalskih ostankih iz Betalovega spodmola. *Letopis SAZU*, 4. knj., 1950—1951, 205—225, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1955, O pleistocenskih bovidih na Slovenskem. *Razpr. IV. razr. SAZU*, III, 303—328, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1956, Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jugosl. geol. kongr. na Bledu, 59—77, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1958, Pleistocenski sesalci iz jame pri Črnem kalu. *Razpr. IV. razr. SAZU*, IV, 365—434, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1959, Kvartarna sesalska favna iz Betalovega spodmola pri Poštoj. *Razpr. IV. razr. SAZU*, V, 289—348, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1961, O novih sviščevih ostankih iz Slovenije. *Razpr. IV. razr. SAZU*, VI, 353—365, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1961, Mladopleistocenska favna iz Parske golobine v Pivški kotlini. *Razpr. IV. razr. SAZU*, VI, 273—349, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1962—1963, Poznowürmska favna iz Jame v Lozi in iz Ovčje jame. *Arheol. vestn.* 13/14, 241—272, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1967, Jamski medved iz Mokriške jame v Savinjskih Alpah. *Razpr. IV. razr. SAZU*, X/4, 123—203, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1975, Razvoj kvartarne sesalske favne Slovenije. *Arheol. vestn. XXIV/1973*, 225—270, Ljubljana.
- Rode, K. 1935, Untersuchungen über Gebiss der Bären. *Monogr. z. Geol. u. Paläont.*, S. II, H. 7, 1—162, Leipzig.
- Schmid, E. 1972, Tierknochenatlas, Amsterdam—London—New York.
- Sickenberg, O. 1968, Der Steppeniltis *Mustela (putorius) eversmanni* soergeli Ehik in der Niederterrasse der Leine und seine klimageschichtliche Bedeutung. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 19, 147—163, Oehringen/Württ.
- Thénus, E. 1961, Hyänenfrassspuren aus dem Pleistozän von Kärnten. *Carinthia* II, 71. Jrg. (der Gesamtreihe), 88—101, Klagenfurt.
- Toepfer, V. 1963, Tierwelt des Eiszeitalter. Leipzig.
- Wehrli, H. 1935 a, Zur Osteologie der Gattung *Marmota* Blumenb. (*Arctomys* Schreb.). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, Bd. 10, H. 1, 1—32, Berlin.
- Wehrli, H. 1935 b, Die diluvialen Murmeltiere Deutschlands. *Palaeont. Zeitschrift*, Bd. 17, H. 1—4, 204—243, Berlin.
- Wettstein-Westersheim, O. 1931, Die diluvialen Kleinsäugerreste. V: O. Abel-G. Kyrle: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. *Speläol. Monogr.* 7—9, 784—786, Wien.
- Zapfe, H. Lebensspuren der eiszeitlichen Höhlenhyäne. *Palaeobiologica* VII, H. 2, 111—146, Wien.
- Zapfe, H. 1948, Die altpliozänen Bären von Hundsheim in Niederösterreich. *Jrb. Geol. B. A.*, Jhrg. 1946, H. 3—4, 7—163, Wien.

UDK 563.125.5:551.781(497.12)=863

Fliš v Postojni

Flysch from Postojna

Rajko Pavlovec

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

Kratka vsebina

Med izkopom temeljev za športno stavbo v Postojni je bil odprt profil flišnega konglomerata in breče. Slabo zaobljeni in oglati fragmenti so merili v premeru nekaj centimetrov do enega metra in so bili delno zlepjeni, delno bolj rahlo sprijeti s peščenim in lapornim vezivom. Največji blok je presegel en meter. V fragmentih prevladuje miliolidni in alveolinsko-numulitni apnenec. Po hišicah numulitin, dobljenih iz konglomeratnega veziva, je postojnski fliš srednjecuisijske starosti.

Abstract

During excavation for the foundation of a sports building in Postojna, a section of flysch conglomerate and breccia was exposed. Both less rounded and angular fragments from a few cm to 100 cm in diameter are cemented together in a sandy and marly matrix. The largest block exceeds 100 cm. Among fragments prevail those derived from miliolid and alveolinid-nummulitic limestone. By different nummulitine shells, obtained from the conglomerate matrix, Middle Cuisian age of the Postojna flysch is indicated.

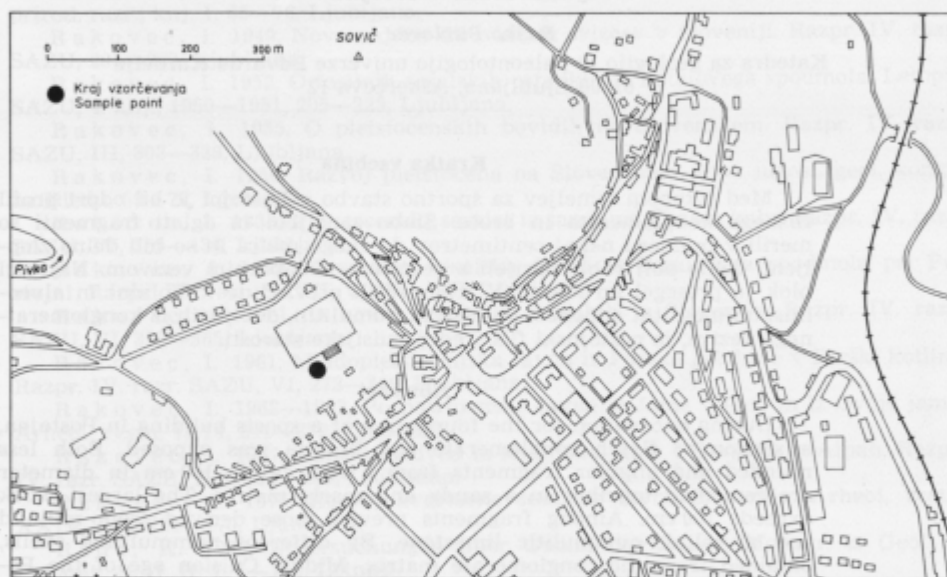
Uvod

Med temeljenjem stavbe na športnem igrišču v Postojni so odprli zanimiv profil flišnih plasti (sl. 1). Nanj me je opozoril prof. dr. Rado Gospodarič z Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni. Za njegovo ljubeznivost se mu najtopleje zahvaljujem.

Profil skozi flišni konglomerat in brečo je dolg okrog 40 m in visok do treh metrov, vendar nista bili nikjer vidni talnina in krovina. Kosi v konglomeratu, oziroma breči, niso posebno dobro zaobljeni. Zato kamenino označujemo kot konglomerat in deloma brečo. Posamezni deli so veliki nekaj centimetrov do enega metra ali celo več. V profilu za zgradbo na športnem igrišču so veliki do 30 ali 40 cm. Konglomerat, ki so ga izkopali na prostoru stavbe in odložili v bližini gradbišča, vsebuje tudi bloke, večje od enega metra. V nekaterih delih

so kosi trdno zlepljeni, drugod slabše sprijeti. Vezivo je peščen lapor, peščenjak ali rjavi in zeleni lapor. Med kosi prevladuje apnenec, nekaj je kosov sivega roženca in flišnega peščenjaka, ki dosežejo velikost do 50 cm. Apnenec je siv in rjav miliolidni in alveolinsko-numulitni apnenec ter apnenec s številnimi kalcitnimi žilicami, ki izvira iz krednih ali paleogenskih plasti. Kos temno sivega apnenca je vseboval ostanke majhnih morskih ježkov, kakršne najdemo tudi v zgornjem delu cuijskega alveolinsko-numulitnega apnenca malo pod flišnimi plastmi pri Lažah južno od Razdrtega.

Raziskave konglomerata in breče iz Postojne so zanimive že zato, ker je v flišu Pivške kotline precej podobnih plasti, vendar doslej še niso bile podrobneje preučene. Iz prodnikov s športnega igrišča v Postojni je bilo narejenih več zbruskov. V vezivu konglomerata smo dobili izolirane hišice numulitin.



Sl. 1. Kraj, kjer so bili vzeti vzorci

Fig. 1. Location of samples

Opis prodnikov

Sl. 2 do 5

Prodniki iz flišnega konglomerata v Postojni izvirajo iz zgornjemaastrichtskega, spodnjepaleocenskega, srednjepaleocenskega, zgornjepaleocenskega in morda tudi spodnjeocenskega apnenca. Starosti nekaterih prodnikov ni bilo mogoče določiti.

1. Svetlo sivi apnenec s številnimi kalcitnimi žilicami (sl. 2). V njem so redki ostanki polžjih hišic in majhnih foraminifer rodu *Discorbis* ali *Rosalina* (v smislu G. Bignot, 1972). Te foraminifere so najpogostejše v vremskih plasteh, po čemer sklepamo na zgornjemaastrichtsko starost apnenca.

2. Sivi gosti apnenec z redkimi miliolidami in foraminiferami iz rodu *Discorbis* ali *Rosalina*. Starost je enaka kot pri prejšnjem prodniku.

3. Sivi apnenec vsebuje vrste *Idalina sinjarica* Grimsdale, *Fabularia donatae* liburnica Drobne, *Periloculina slovenica* Drobne. Te oblike so najpogostejše v srednjem paleocenu, segajo pa še v zgornji paleocen (K. Drobne, 1974). Številne so male miliolide in razne nedoločljive foraminifere. Ker v tem apnencu ni numulitin in alveolin, ki so pogoste v zgornjepaleocenskih plasteh (ilerdiju), sklepamo na srednjepaleocensko starost apnenca.

4. Temno sivi miliolidni apnenec s številnimi malimi miliolidami, med katerimi sta pogosta rodova *Quinqueloculina* in *Triloculina*. Nadalje nastopajo v tem apnencu *Idalina sinjarica*, »*Valvulina*« sp. (v smislu G. Bignot, 1972), alge in verjetno drobci hišic rodu *Globorotalia*. Temen apnenec z navedenimi fosili je značilna kamenina srednjepaleocenskih plasti pri nas.

5. Sivi apnenec (sl. 3), ki vsebuje zelo veliko miliolid, med drugim rodove *Quinqueloculina*, *Triloculina* in *Miliola*. Nadalje so bile določene vrste *Idalina sinjarica*, »*Valvulina*« sp., kolonijske korale (po G. Bignot, 1972) pripadajo rodu ?*Actinacis*) in alga *Cymopolia* cf. *elongata* Defrance, ki je pogosta, in so jo že našli v »thanecijskem« apnencu pri Senožčah in Podgorju (G. Bignot, 1972). Navedeni fosili kažejo na srednjepaleocensko starost.

6. Drobno zrnati organogeni apnenec, sestavljen skoraj iz samih fosilnih ostankov. Redko so ohranjeni večji deli skeletov, večinoma so fosili tako zdrobljeni, da jih je bilo težko določiti. Spoznati je bilo mogoče numulitine (najbrž rod *Operculina*), *Discocyclus* sp., ?*Globorotalia* sp. in majhne foraminifere, podobne rodu *Discorbis*. Apnenec je zelo verjetno paleocenski, vendar natančne starosti ni bilo mogoče določiti.

7. Sivi apnenec (sl. 4) s številnimi foraminiferami. Med njimi so predstavniki rodu *Operculina*; nekateri primerki so podobni vrsti *Operculina exiliformis* Pavlovec (= *O. aff. exiliformis*), nadalje *Discocyclus* cf. *seunesi* Douvillé, *Nummulites* sp., med njimi najbrž iz skupine *Nummulites globulus*, redki predstavniki rodov *Alveolina*, *Orbitolites*, *Globigerina*, *Rotalia*, potem *Fabularia donatae* Drobne in razne majhne foraminifere. Ker je *Fabularia donatae* živela največ še v spodnjem delu zgornjega paleocena, numuliti pa pred zgornjim paleocenom niso nastopili, sklepamo na spodnjeilerdijsko starost.

8. Sivi apnenec s foraminiferami iz rodov *Alveolina*, *Discocyclus* in *Orbitolites*. Zelo pogoste so hišice iz rodu *Nummulites* in številne miliolide, med njimi rodovi *Miliola*, *Pyrgo* in druge. Od večjih miliolid je bila določena *Fabularia donatae*. Apnenec v prodniku je spodnjeilerdijski.

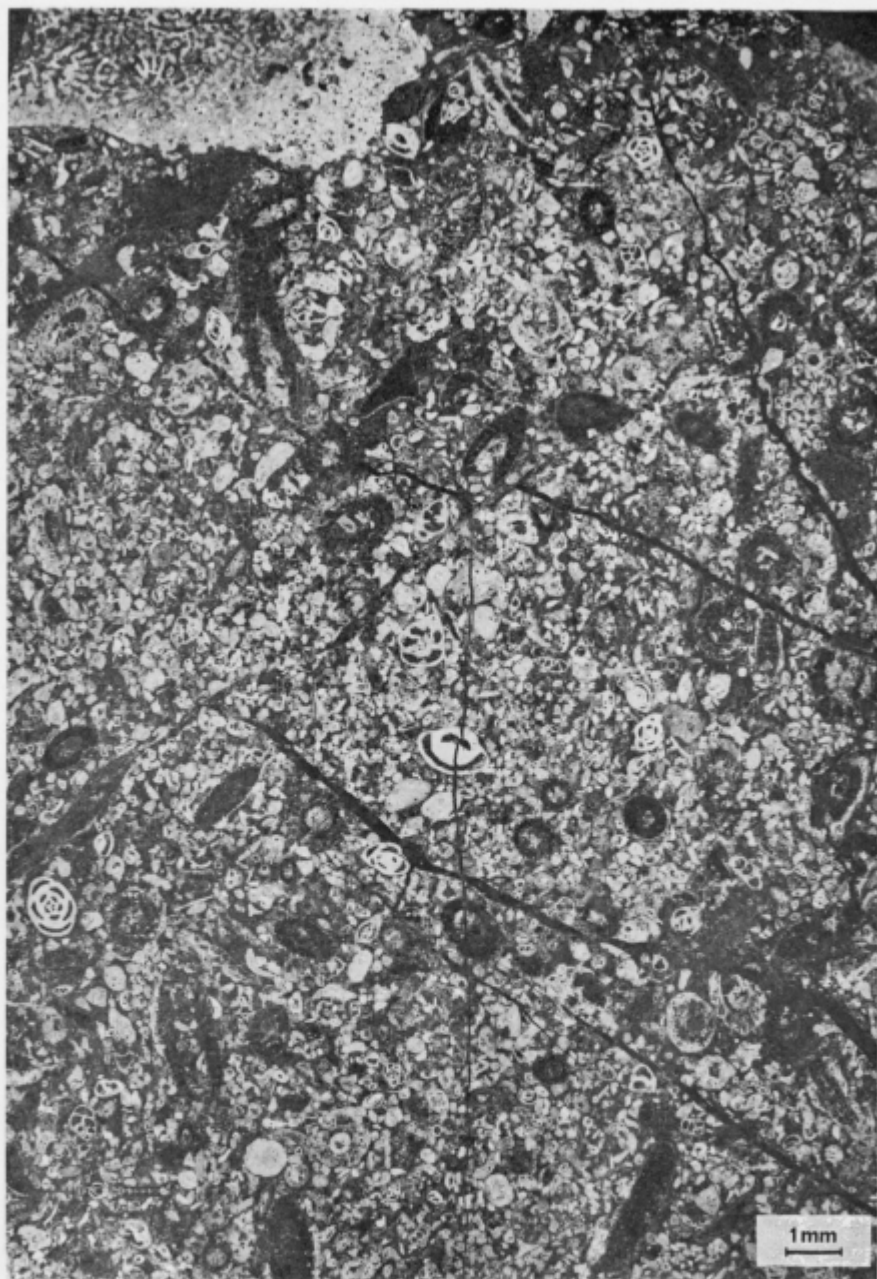
9. Sivi apnenec s pogostimi zdrobljenimi fosilnimi ostanki. Veliko je numulitov, med njimi najbrž iz skupine *Nummulites globulus*, nadalje hišice rodov *Operculina*, *Discocyclus*, redki predstavniki roda *Globigerina*, redke miliolide in koralinacije. Po teh fosilih ni mogoče sklepati na starost apnenca, ki pa ni starejši od zgornjega paleocena.

10. Alveolino-numulitni apnenec s številnimi ostanki operkul in numulitov, precej je alveolin. Fosili se najbolj vidijo na nekoliko preperelem površju. Med numulitinami je bilo mogoče določiti vrste *Operculina canalifera* D'Archiac, najbrž tudi *Operculina exiliformis*, *Nummulites globulus* Leymerie, nadalje



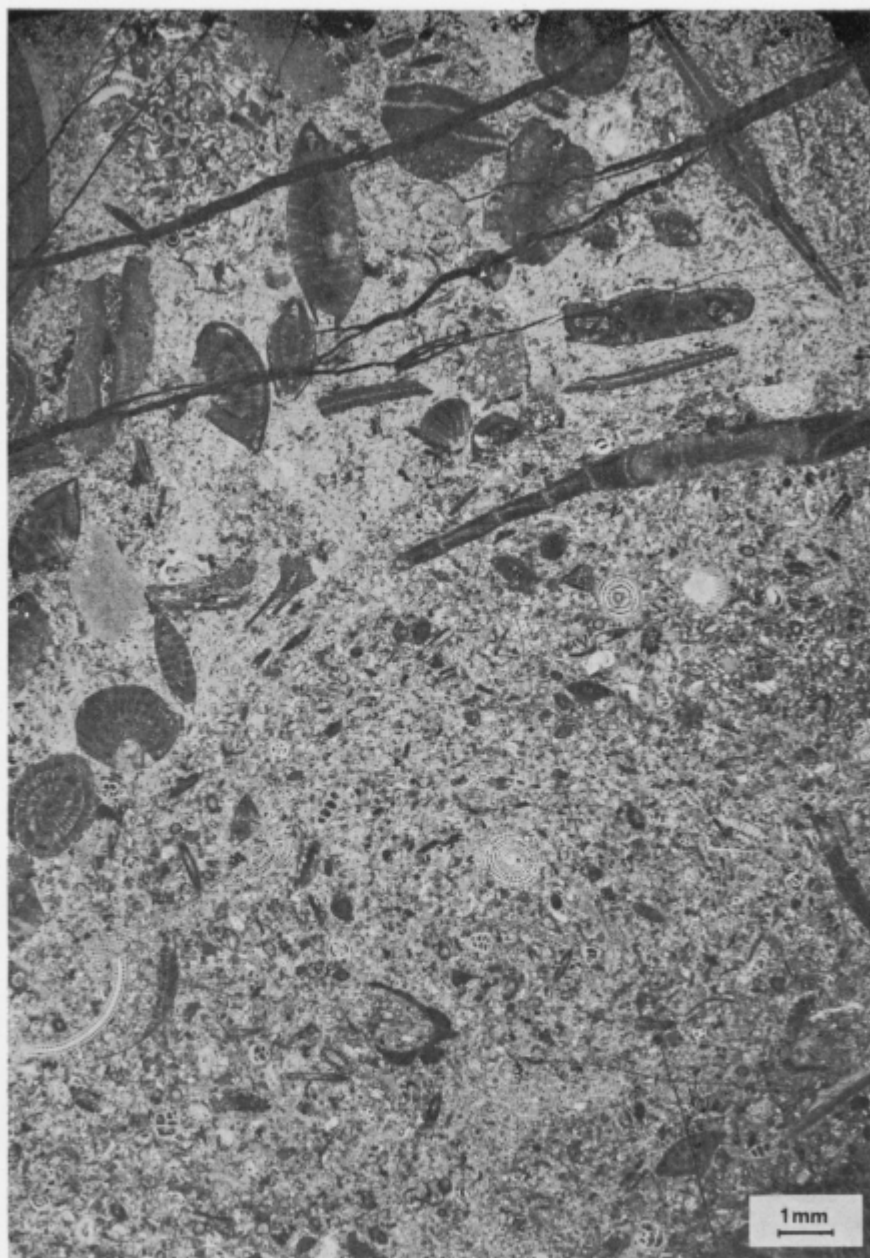
Sl. 2. Sivi apnenec s kalcitnimi žilicami in foraminiferami iz rodu *Discorbis* ali *Rosalina*. Zgornjemaastrichtska stopnja, Zbrusek štev. 4125

Fig. 2. Gray limestone with calcite veinlets and foraminifers of the genus *Discorbis* or *Rosalina*. Upper Maestrichtian stage. Thin section No. 4125



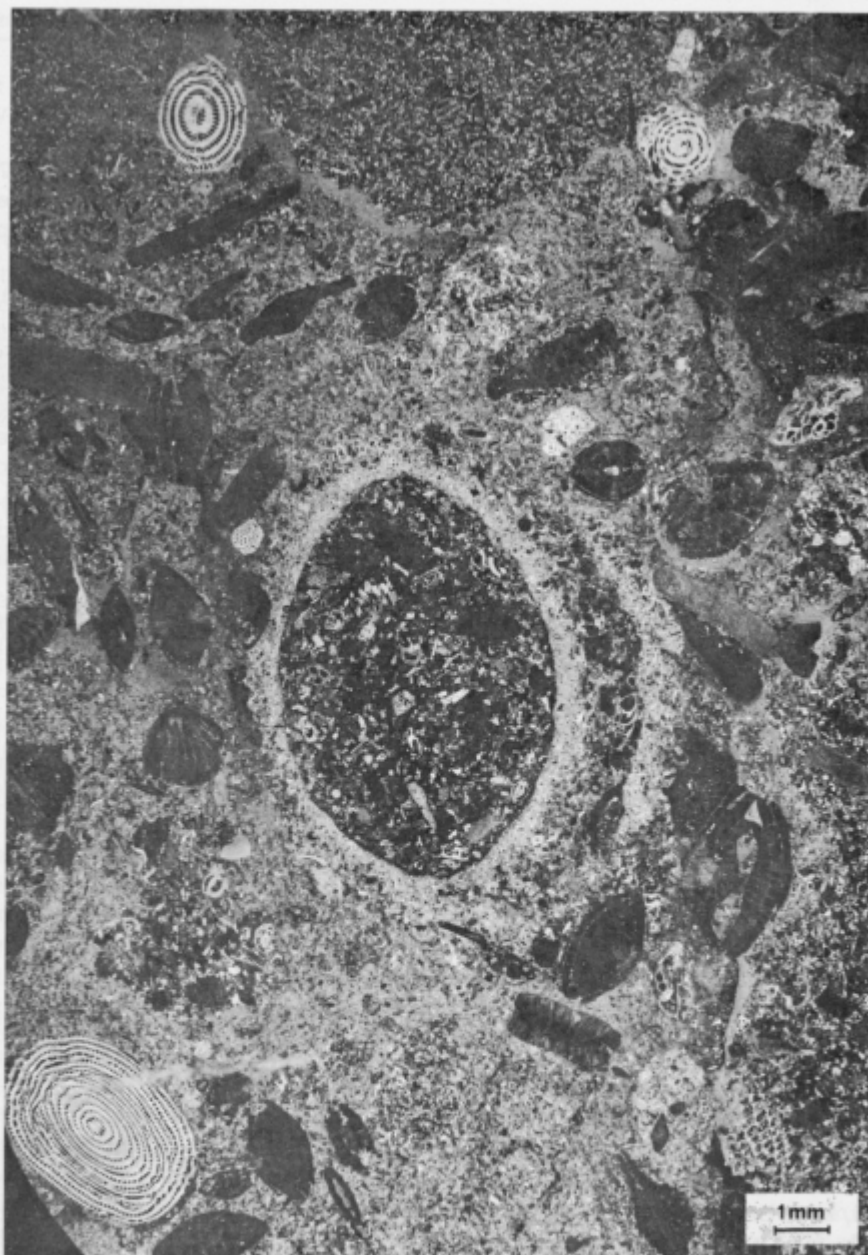
SL 3. Sivi apnenec z miliolidami, tudi z vrsto *Idalina sinjarica* Grimsdale, alga *Cymopolia* cf. *elongata* Defrance in kolonijskimi koralami. Srednji paleocen.
Zbrusek šte. 4123

Fig. 3. Gray limestone with miliolids, among others *Idalina sinjarica* Grimsdale, alga *Cymopolia* cf. *elongata* Defrance, and colonial corals. Middle Paleocene.
Thin section No. 4123



Sl. 4. Sivi apnenec z *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Discocyclus* sp., *Alveolina* sp., *Orbitolites* sp., *Fabularia donatae* Drobne, Spodnji ilerdij. Zbrusek šte. 4133

Fig. 4. Gray limestone with *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Discocyclus* sp., *Alveolina* sp., *Orbitolites* sp., *Fabularia donatae* Drobne. Lower Ilerdian. Thin section No. 4133



Sl. 5. Sivi apnenec z *Alveolina* sp., *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Discocyclina* sp., *Orbitolites* sp., z miliolidami in drugimi foraminiferami. Ilerdij? Zbrusek štev. 4128

Fig. 5. Gray limestone with *Alveolina* sp., *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Discocyclina* sp., *Orbitolites* sp., and with miliolids and other foraminifers. Ilerdian? Thin section No. 4128

alveolino, zelo podobno vrsti *Alveolina aragonensis* Hottinger, *Discocyclus* sp. in *Orbitolites* sp. Apnenec vsebuje tudi drobce hišic morskih ježkov in njihovih bodic.

Operculina canalifera je srednjeilerdijska vrsta (L. Hottinger, 1977), prav tako *Nummulites globulus*; *Alveolina aragonensis* pa je znana iz srednjega in zgornjega ilerdija. Po tem sklepamo na srednjeilerdijsko starost apnenca v prodniku.

11. Sivi apnenec, ki ga sestavlja skoraj v celoti organski detritus. Veliko je malih miliolid, med njimi *Miliola* sp. in druge, majhnih numulitov, med njimi najbrž iz skupine *Nummulites globulus*. Redkejši so predstavniki rodu *Discocyclus*, razne male foraminifere, med njimi morda *Tritaxia* sp. in *Sphaerogypsina globulus* (Reuss). V apnencu so drobci koralinacej, iglice morskih ježkov in morda drobci rodu *Spirula*. Najdeni fosili niso značilni za določanje točnega stratigrafskega horizonta. Po majhnih numulitih sklepamo na ilerdijsko starost.

12. Sivi apnenec (sl. 5) vsebuje oblike *Alveolina* sp., *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Discocyclus* sp. (tudi *Discocyclus* cf. *seynesi*), *Orbitolites* sp., redke globigerine in miliolide ter drobce koralinacej. Starost tega apnenca ni jasna, verjetno je ilerdijski.

Posebnost tega apnenca so okrogle in ovalne tvorbe, omejene s tankim robom od ostalega dela prodnika. Znotraj teh tvorb je drugačen organski detritus kot zunaj njih. Podobne tvorbe so bile najdene tudi v paleocenskem apnencu na severnih pobočjih Trstelja. Tam so velike nekaj centimetrov, ovalne, okrogle ali nepravilne, vendar niso ostro omejene. Ponekod so te tvorbe nepravilno zasedene med ostale dele kamenine in dajejo videz nekakšne sinsedimentarne breče. Vsekakor gre za zanimiv sedimentološki problem, ki doslej še ni zadovoljivo pojasnjen.

13. Sivi apnenec z zelo drobno zrnato osnovno maso, v kateri so redki fosili. Med njimi so *Nummulites* sp., *Discocyclus* sp., *Globigerina* sp. in redke miliolide. Natančna starost tega apnenca ni jasna, je lahko ilerdijski ali spodnjecuisijski.

14. V sivem apnencu so hišice rodu *Discocyclus* sp., miliolide, med njimi *Triloculina* sp., *Miliola* sp. in *Quinqueloculina* sp., textulariide in redki ostanki polžev. Iz takšnega apnenca ni noben drug prodnik, njegove starosti pa ni bilo mogoče določiti.

Starost prodnikov

Po fosilih v apnencu so bile določene naslednje starosti prodnikov. Majhne foraminifere iz rodu *Discorbis* ali *Rosalina* govore najverjetneje za vremske plasti, ki so nastajale v najmlajšem delu maastrichtske stopnje (R. Pavlovec in M. Pleničar, 1981). *Idalina sinjarica*, *Periloculina slovenica*, *Lacazina donatae* in drugi fosili kažejo na srednjepaleocensko starost. *Fabularia donatae*, ki nastopa skupaj z numuliti, označuje spodnji ilerdij, *Operculina canalifera*, *Nummulites globulus* in *Alveolina aragonensis* pa srednji ilerdij.

V flišnih prodnikih iz Postojne sta torej zanesljivo dokazana srednjepaleocenski in spodnjeilerdijski apnenec, precej verjetno tudi zgornjemaastrichtski, morda še mlajšeilerdijski in celo spodnjecuisijski. Največ je alveolinsko-numulitnega apnenca.

Opis numulitin iz prodnikov

Operculina canalifera d'Archiac

1977 *Operculina canalifera* d'Archiac, 1853 — L. Hottinger, 74—76, tab. 32, tab. 33, sl. 3—8.

V prodniku iz alveolinsko-numulitnega apnenca v Postojni je bila določena vrsta *Operculina canalifera*. Hišica je tanka. Na njenem površju so grebeni, ki se enako zavijajo kot septa v notranjosti. Na grebenih so majhni in gosti trni. Hišica oblike A je velika 6 mm in ima nekaj več kot dva zavoja. Zavoji se hitro višajo. Septa so pri megalosferični obliki srpasto upognjena, v spodnjem delu mnogo bolj ravna kot v zgornjem. Pri najbolje ohranjenem primerku je v dveh zavojih 26 sept. Njihovo število očitno zelo variira, saj jih je na slikah pri L. Hottingerju (1977) v dveh zavojih 27 do 35. Protokonh je velik in okrogel, devterokonh je nekoliko manjši in polmesečast.

Vrsti *Operculina canalifera* zelo podobna oblika (*Operculina ex gr. canalifera*) je bila najdena v breči na parkirnem prostoru pred Postojnsko jamo (R. Gospodarič et al., 1967). Tamkajšnja breča je bila uvrščena v srednji paleocen.

Vrsta *Operculina canalifera* se zelo lahko loči od vrste *Operculina exiliformis*, ki je pri nas pogosta v srednjem ilerdiju in najbrž tudi v spodnjem ilerdiju. *Operculina canalifera* ima manj zavojev, ki se hitreje dvigajo, septa so mnogo bolj upognjena. V prodniku iz Postojne je še druga oblika, ki je vrsti *Operculina exiliformis* zelo podobna. Vendar nismo našli za določitev dovolj dobro ohranjenih primerkov.

Operculina canalifera je srednjeilerdijska (L. Hottinger, 1977).

Nummulites globulus Leymerie

1951 *Nummulites globulus* Leymerie 1846 — H. Schaub, 103—107, tab. 1, sl. 1.

Prodnik iz alveolinsko-numulitnega apnenca vsebuje obliki A in B vrste *Nummulites globulus*. Hišica je najdebelejša v sredini, proti zunanemu robu se tanjša, tako da je zunanji rob precej oster. V aksialnem prerezu so dobro vidni vmesni prostori. V sredini hišice je močan stebriček, ki sega od sredine do zunanjega roba hišice. Na njenem površju so jasni ozki grebeni, ki niso posebno gosti in segajo od sredine hišice do njenega roba. Grebeni so rahlo upognjeni.

Oblika A. Pri najbolje ohranjenem primerku se vidi v ekvatorialnem preseku velik prolokul, sestavljen iz okroglega protokonha in manjšega polmesečastega devterokonha. Tudi naslednja kamrica je dolga in polmesečasta. Sledi nekaj daljših kamric, ki so skoraj enako visoke kot dolge. Naslednje kamrice postajajo višje. Septa se v zgornjem delu upognejo močno nazaj in so skoraj srpasta, vendar to ni njihova značilna oblika. Zavojni rob je zelo močan. Zavoji so trije.

Oblika B. Zavojni rob počasi narašča. Pri premeru hišice 6,5 mm je osem zavojev. Septa so gosta in upognjena. Kamrice so bolj visoke kot dolge.

Pri p o m b e. Megalosferična generacija vrste *Nummulites globulus* ima večji devterokonh kot vrsta *Nummulites increscens* Schaub, pri kateri se zavoji hitreje višajo. Mikrosferična generacija iz prodnika v Postojni je nekoliko večja od tipičnih oblik.

Nummulites globulus je bil v alveolinsko-numulitnem apnencu v Sloveniji že najden (R. Pavlovec, 1976; K. Drobne in R. Pavlovec, 1979). Skupaj z njim so našli tudi *Nummulites increscens*.

Nummulites globulus se je pojavil v srednjem ilerdiju in je živel še v cuisiju. Po dosedanjih podatkih je v naših krajih vezan na srednji del ilerdija.

Opis numulitin iz veziva konglomeratov

Nummulites aff. *planulatus* sensu Schaub 1966

Tabla 1, sl. 1 in 2

- 1966 *Nummulites* aff. *planulatus* — H. Schaub, 367, sl. 6e, 8, tab. 4, sl. 1—3.
 1973 *Nummulites* aff. *planulatus* Lamarck, 1804 — C. Kapellos, 66—68, sl. 94—103, tab. 40, sl. 7—8, tab. 41, sl. 44, 11 (partim).
 1977 *Nummulites* aff. *planulatus* sensu Schaub 1966 — K. Drobne, R. Pavlovec in F. Drobne, 49—50, tab. 10, sl. 7—8.

Oblika *Nummulites* aff. *planulatus* je bila že večkrat najdena v Švici (H. Schaub, 1951; C. Kapellos, 1973), v Španiji (H. Schaub, 1966) pa tudi v Sloveniji (K. Drobne et al., 1977). Od tipičnih primerkov vrste *Nummulites planulatus* Lamarck jo je mogoče ločiti po višini zavojev, obliki kamric in velikosti hišice. V Gurnigelskem flišu v Švici jo je C. Kapellos (1973, 68) našel v plasteh od zgornjega ilerdija do srednjega cuisija, vendar gotovo ne pripadajo vsi primerki tej obliki, ki jo bo treba opisati kot novo vrsto. H. Schaub (1966, 367) jo je uvrstil v srednji cuisij. V enako starih plasteh je bila doslej najdena tudi v Sloveniji.

V Postojni je oblika *Nummulites* aff. *planulatus* med pogostejšimi numuliti. Našli smo obliki A in B. Zdi pa se, da prištevamo tej obliki še druge, ki bi jih bilo morda treba ločiti kot posebne vrste ali podvrste. Nekateri postojnski primerki imajo nekoliko daljše kamrice kot Schaubovi ter nekoliko tanjši zavojni rob in septa.

Nummulites rotularius Deshayes

Tabla 1, sl. 3

- 1967 *Nummulites rotularius* Deshayes, oblika B — V. De Zanche, R. Pavlovec in F. Proto Decima, 221—223, tab. 2, sl. 1—2, tab. 3, sl. 1, tab. 4, sl. 2.
 1973 *Nummulites rotularius* Deshayes, 1883 — C. Kapellos, 83, sl. 178—185, tab. 43, sl. 8, tab. 45, sl. 1—2.
 1975 *Nummulites rotularius* Deshayes — M. R. Khan, R. Pavlovec in J. Pavšič, 39—41, sl. 8, tab. 9, sl. 1—2.

Nummulites rotularius je že znan iz srednjecuisijskih plasti v Vipavski dolini in Brkinih (M. R. Khan et al., 1975, 40—41). Po nekaterih podatkih je ta vrsta živel od spodnjega do zgornjega cuisija (C. Kapellos, 1973, 82).

Nummulites aff. ornatus Schaub

Tabla 1, sl. 4

1967 *Nummulites aff. ornatus* Schaub n. stat. oblika B — V. De Zanche, R. Pavlovec in F. Proto Decima, 227—228, tab. 4, sl. 3, tab. 5, sl. 1—2.

Ob preučevanju numulitov iz Ustja v Vipavski dolini smo prišli do prepričanja, da je podvrsta *Nummulites praecursor ornatus* Schaub dejansko samostojna vrsta *N. ornatus* (V. De Zanche et al., 1967, 224—227). V Ustju in Postojni pa nastopa oblika, ki smo jo označili *Nummulites aff. ornatus*. Od značilnih primerkov te vrste se loči po površju hišice, številu zavojev in velikosti hišice. *Nummulites ornatus* je starejši od oblike *N. aff. ornatus*.

Zelo verjetno gre za novo vrsto. Vendar sta bila pri Ustju najdena samo dva primerka, sedaj pri Postojni pa eden, in še ta ni v celoti ohranjen.

Nummulites vipavensis De Zanche et Pavlovec

Tabla 1, sl. 5

1967 *Nummulites vipavensis* n. sp. oblika B — V. De Zanche, R. Pavlovec in F. Proto Decima, 228—230, tab. 6, sl. 1—2, tab. 8, sl. 1.

Tanka hišica se proti sredini počasi in enakomerno debeli. Septalne linije se le počasi zavijajo, so tanke in goste. Najbolje ohranjeni primerek ima razmerje $W/R = 12/6,5$. Pri doslej znanih primerkih je bilo to razmerje $12/5,5$ in $11/6$ (V. De Zanche et al., 1967, 24). Zavoji so v srednjem delu najvišji. Zunanji zavoji se nekoliko znižajo. Tanka septa imajo bazo malo odebeljeno. V spodnjem delu so septa skoraj pravokotna ali malo nagnjena proti zavojnemu robu. Večina sept se v sredini močno upogne, tako da dobijo nekatera skoraj srpasto obliko.

Vrsta *Nummulites vipavensis* je bila najdena v srednjecuijskem flišu pri Ustju v Vipavski dolini. Pred kratkim mi je dr. B. Golev pismeno sporočil, da je našel to vrsto tudi na Krimu, SSSR. Pri Ustju je bila določena tudi vrsta *Nummulites ustjensis* De Zanche et Pavlovec, ki smo jo pozneje našli še na nekaj krajih. Nikjer poleg nje ni bilo vrste *Nummulites vipavensis*. Po tem sklepamo, da je *Nummulites vipavensis* redkejši kot *N. ustjensis*, ki je dosti značilna srednjecuijska oblika za južnozahodno Slovenijo. Megalosferična generacija vrste *Nummulites vipavensis* še ni bila najdena.

Nummulites brkiniensis Khan et Pavlovec

Tabla 1, sl. 6

1967 *Nummulites aff. ustjensis* n. sp. — V. De Zanche, R. Pavlovec in F. Proto Decima, 233, tab. 11, sl. 2.

1975 *Nummulites brkiniensis* n. sp. — M. R. Khan, R. Pavlovec in J. Pavšič, 35—37, tab. 6, sl. 5—6, tab. 7, sl. 1—2.

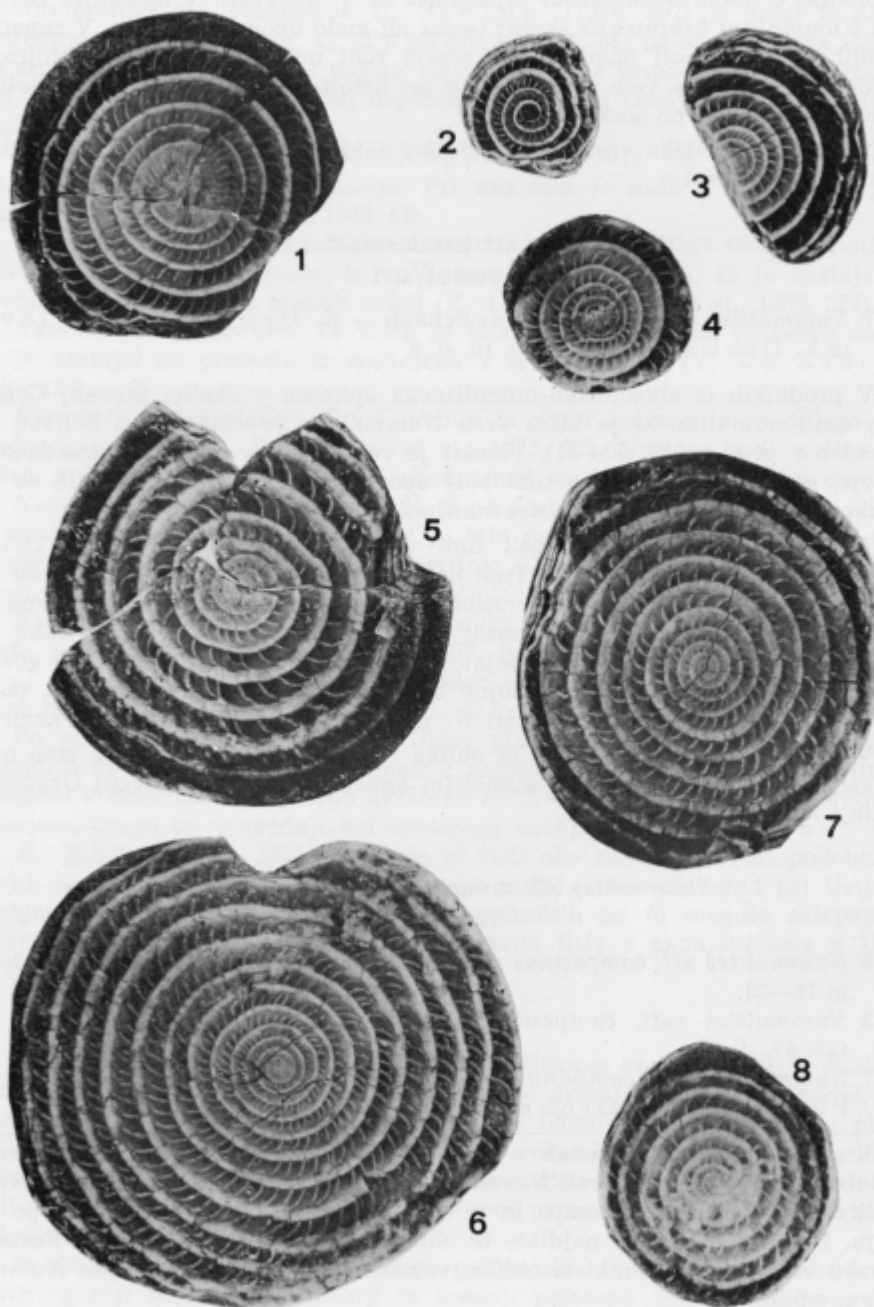
Tanka hišica ima razmerje $W/R = 15/7$. Pri doslej znanih primerkih je bilo to razmerje $16/8,5$ in $11/5,7$ (M. R. Khan et al., 1975, 36). V Postojni je bil najden en sam primerek, ki ustreza opisu te vrste. Zavoji se počasi dvigajo.

Tabla 1 — Plate 1

- 1 *Nummulites* aff. *planulatus* sensu Schaub 1966, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 4550.
- 2 *Nummulites* aff. *planulatus* sensu Schaub 1966, oblika A — A form, inv. štev. — inv. No. 4551.
- 3 *Nummulites* *rotularius* Deshayes, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 4558.
- 4 *Nummulites* aff. *ornatus* Schaub, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 4559.
- 5 *Nummulites* *vipavensis* De Zanche et Pavlovec, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 4546.
- 6 *Nummulites* *brkiniensis* Khan et Pavlovec, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 4557.
- 7 *Nummulites* aff. *praelaevigatus* Schaub, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 455.
- 8 *Nummulites* aff. *campesinus* sensu Schaub 1966, oblika B — B form, inv. štev. — inv. No. 1966.

5 × povečano — 5 × enlarged

Fotografiral M. Grm — The photographs made by M. Grm



Srednji zavoji so najvišji in pri njih je tudi zavojni rob najdebelejši. Zunanji zavoji so celo nekoliko nižji kot srednji. Po poteku zavojev se ta vrsta zelo približuje vrstama *Nummulites vipavensis* in *N. ustjensis*. V notranjih zavojih ima *Nummulites brkiniensis* skoraj ravna ali malo upognjena septa. V zunanjih zavojih so septa bolj nagnjena in včasih tudi upognjena. Septa postojnskih primerkov so močna, celo močnejša kot pri holotipu. Na bazi nimajo odebelitve ali so komaj zaznavno odebeljena.

Ta srednjecuisijska vrsta je bila doslej najdena v flišnih plasteh v Brkinih in v Vipavski dolini.

Nummulites aff. praelaevigatus Schaub

Tabla 1, sl. 7

1977 *Nummulites aff. praelaevigatus* Schaub — K. Drobne, R. Pavlovec in F. Drobne, 50—51, tab. 10, sl. 9.

V prodnikih iz alveolinsko-numulitnega apnenca v okolici Slovenj Gradca smo našli numulita, ki je blizu vrsti *Nummulites praelaevigatus* Schaub (K. Drobne et al., 1977, 50—51). Vendar je večji od te vrste, ima višje zunanje zavoje, gostejša septa, ki so tudi bolj upognjena. Po teh značilnostih se nekoliko približuje vrsti *Nummulites manfredi* Schaub.

Takšnega numulita smo našli tudi v Postojni. Razmerje $W/R = 11/10,5$. Zavoji se enakomerno dvigajo. Tudi debelina zavojnega roba enakomerno narašča. Septa so večinoma rahlo usločena, v spodnjem delu skoraj ravna ali redkejša med njimi celo malo nazaj upognjena. Kamrice so bolj visoke kot dolge, le v zunanjih zavojih se pojavljajo nekoliko daljše kamrice. Po gostoti in obliki sept je numulit iz Postojne bliže vrsti *Nummulites manfredi*, potek zavojev pa ga bolj približuje vrsti *N. praelaevigatus*, ki ima daljše kamrice.

V okolici Slovenj Gradca je ta oblika redka, pa tudi v Postojni smo našli en sam primer. Alveolinsko-numulitni apnenec v okolici Slovenj Gradca je srednje ali zgornjecuisijski.

Nummulites aff. campesinus sensu Schaub 1966

Tabla 1, sl. 8

1966 *Nummulites aff. campesinus* n. sp. — H. Schaub, 361, tab. 1, sl. 13—14 in 16—21.

1973 *Nummulites »aff. campesinus«* Schaub, 1966 — C. Kapellos, 77, tab. 47, sl. 10.

1977 *Nummulites aff. campesinus* sensu Schaub, 1966 — K. Drobne, R. Pavlovec in F. Drobne, 51, tab. 11, sl. 1—3.

V srednjecuisijskih plasteh v Švici in Sloveniji so našli numulita, ki je podoben zgornjecuisijski vrsti *Nummulites campesinus* Schaub. Vendar je *Nummulites aff. campesinus* manjši in se loči od vrste *N. campesinus* tudi po površju. Postojna je drugo najdišče te oblike v Sloveniji. Primerki iz Postojne je med večjimi prestavniki te oblike, vendar je še vedno manjši kot *Nummulites campesinus*.

Starost fliša

Po numulitih lahko sklepamo na naslednjo starost flišnih plasti v Postojni.

Nummulites aff. planulatus. H. Schaub (1966, 367) je našel to obliko v srednjecuisijskih plasteh, C. Kapellos (1973, 68) pa od zgornjega ilerdija do srednjega cuisija, vendar najbrž vsi primerki ne pripadajo temu numulitu. Pri nas je bila ta oblika doslej najdena v srednjem cuisiju (K. Drobne et al., 1977, 50).

Nummulites rotularius. Po C. Kapellosu (1973, 82) je ta vrsta živela od spodnjega do zgornjega cuisija. Pri nas smo jo našli v srednjecuisijskih plasteh (M. R. Khan et al., 1975, 82).

Nummulites aff. ornatus. Tega numulita, ki ga bo najbrž treba opisati kot novo vrsto, smo našli doslej le v Vipavski dolini v flišu, ki je nastajal na prehodu iz spodnjega v srednji cuisij (V. De Zanche et al., 1967, 227).

Nummulites vipavensis. Ta vrsta je bila najdena v flišu Vipavske doline, ki je nastajal na prehodu iz spodnjega v srednji cuisij (V. De Zanche, 1967, 228).

Nummulites brkiniensis. Prvič je bila ta vrsta opisana iz spodnjega dela srednjega cuisija (M. R. Khan et al., 1975, 57). Nastopa tudi v Vipavski dolini v flišu, ki je nastajal na prehodu med spodnjim in srednjim cuisijem.

Nummulites aff. praelaevigatus. H. Schaub (1966, 358) je našel to obliko, v zgornjecuisijskih plasteh. Pri nas je bila najdena doslej v okolici Slovenj Gradca v sedimentih, ki so lahko srednje ali zgornjecuisijski, najverjetneje srednjecuisijski (K. Drobne et al., 1977, 50).

Nummulites aff. campesinus. Ta numulit, ki bo v bodoče opisan kot nova vrsta, je bil najden v srednjem cuisiju (H. Schaub, 1966, 358; C. Kapellos, 1973, 27). Tudi pri nas je bil najden v okolici Slovenj Gradca v plasteh, ki so najverjetneje srednjecuisijske (K. Drobne et al., 1977, 51).

Po vsem tem sklepamo, da so flišne plasti pri Postojni srednjecuisijske. Numuliti kažejo precejšnjo podobnost z najdiščema Ustje v Vipavski dolini in Podgrad v Brkinih. Prvo je bilo uvrščeno na prehod med spodnjim in srednjim cuisijem, drugo pa v spodnji del srednjega cuisija (V. De Zanche, 1967; M. R. Khan et al., 1975). Ker sta si tudi obe najdišči precej podobni po favni, ni povsem jasno, ali morda le niso plasti z numulitinami pri Ustju in Podgradu enako stare. Po postojnskih numulitih pa ni mogoče sklepati na morebitno povsem enako starost postojnskega fliša z nahajališčema v Ustju in Podgradu.

Sklep

Slaba zaobljenost in velikost prodnikov v flišnem konglomeratu iz Postojne kažeta na krajši transport. V flišno morje je prihajal različen material, kar pomeni, da so bile takrat na površju v širši okolici Postojne različne plasti. Prodnike je v flišno morje lahko nanašala reka. Ne moremo pa povsem izključiti možnosti, da so se med nastajanjem fliša lomili obalni deli ali celo deli podmorskega praga, ki so se pozneje med prenašanjem v globlje dele morja nekoliko zaoblili.

Prodniki izvirajo, razen iz flišnega peščenjaka, iz apnenca naslednjih starosti: zgornji maastricht, spodnji in srednji paleocen ter spodnji in srednji

ilerdij. Za apnenec nekaterih prodnikov ni bilo mogoče natančno določiti, kateremu paleocenskemu ali celo spodnjeeocenskemu horizontu pripada. Prodniki izvirajo torej iz apnenca liburnijske serije in iz alveolinsko-numulitnega apnenca.

Podoben fliš kot v Pivški kotlini je istočasno nastajal tudi na prostoru Vipavske doline, Brkinov in drugod. Severno od Vipavske doline in Pivške kotline ne poznamo plasti liburnijske formacije in alveolinsko-numulitnega apnenca. Zato moramo iskati prostor, od koder izhaja material v prodnikih, južneje od tod. To je bil najbrž prostor severne Istre, kjer takrat še ni bilo flišnega morja.

V vezivu konglomerata so samo numuliti, ni pa asilin in operkulin. To pomeni, da so prišli numuliti v fliš iz tistih delov plitvega morja, ki niso bili ugodni za razvoj asilin in operkulin. Večkrat se je že pokazalo, da so posamezni rodovi numulitin potrebovali nekoliko specifično okolje (R. Pavlovec, 1981, 67).

Fliš v Postojni je srednjecuisijski. V nahajališčih Ustje v Vipavski dolini in Podgrad v Brkinih je delno podobna favna. Po tem bi lahko sklepali na isti horizont (spodnji del srednjega cuisija ali prehod spodnji-srednji cuisij). Vendar je za vsa ta nahajališča zaenkrat premalo podatkov, po katerih bi lahko sklepali na še natančnejšo določitev horizonta. Vedno bolj se kaže, da je bilo pri nas v srednjem cuisiju izredno ugodno obdobje za razvoj numulitin.

Flysch from Postojna

Summary

Rajko Pavlovec

The subsurface of the playing-field in Postojna consists of the flysch conglomerate and breccia as revealed by a new excavation. Among less-rounded and angular coarse pebbles, cobbles, and boulders, whose diameters are in the range of a few to 100 cm, prevails limestone derived from the following beds.

(1) Limestone pebbles with gastropods and foraminifers of genus *Discorbis* or *Rosalina* (in the sense of G. Bignot, 1972). They most probably come from the Vreme beds (the lower part of the Liburnian Formation), i. e. from the Upper Maestrichtian.

(2) Limestone with *Idalina sinjarica*, *Fabularia donatae liburnica*, *Periloculina slovenica*, various small miliolids, corals and algae *Cymopolia* cf. *elongata*. Since no nummulites occur in this rock, Middle Paleocene age is suggested.

(3) Limestone with operculines (*Operculina* aff. *exiliformis*), *Discocyclina* cf. *seunesi*, *Nummulites* sp. (perhaps also from the group *N. globulus*), *Alveolina* sp., *Fabularia donatae* and other miliolids. The limestone is Lower Ilerdian in age.

(4) Limestone with *Operculina canalifera*, probably also *O. exiliformis*, *Nummulites globulus*, *Alveolina* cf. *aragonensis*, *Discocyclina* sp. and *Orbitolites* sp. The age of the pebble limestone is Middle Ilerdian.

(5) Limestone with miliolids, nummulites (among others from the group *Nummulites globulus*), *Discocyclina* sp., *Sphaerogypsina globulus*, corallinaceas, echinoid spicules. It is probably Ilerdian.

(6) For a number of pebbles the accurate age could not be determined. Among them is a pebble which could be even Lower Cuisian.

The conglomerate fragments were derived from the Liburnian Formation and the Alveolinid-Nummulitic limestone.

The nummulite shells obtained from the conglomerate matrix belong to the following forms: *Nummulites* aff. *planulatus* sensu Schaub 1966, *N. rotularius*, *N. aff. ornatus*, *N. vipavensis*, *N. brkiniensis*, *N. aff. praelaevigatus* and *N. aff. campesinus* sensu Schaub 1966. *Nummulites* indicate Middle Cuisian.

Literatura

Bignot, G. 1972, Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et des régions voisines. Essai de révision du Liburnien. Trav. Lab. micropal., 2, 1—353, pl. 1—50. Paris.

De Zanche, V., Pavlovec, R. & Proto Decima, F. 1967, Mikrofavna in mikrofacies iz eocenskih flišnih plasti pri Ustju v Vipavski dolini, JZ Slovenija. Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred, 10, 205—263, tab. 1—17. Ljubljana.

Drobne, K. 1974, Velike miliolide iz paleocenskih skladov severozahodne Jugoslavije (*Idalina*, *Fabularia*, *Lacazina*, *Periloculina*). Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred, 17, 125—184, tab. 1—15. Ljubljana.

Drobne, K. & Pavlovec, R. 1979, Excursion K, Golež — Paleocene, Iliridian, Cuisian. 16th Europ. micropal. coll., 217—244. Ljubljana.

Drobne, K., Pavlovec, R. & Drobne, F. 1977, Paleogenske velike foraminifere s področja med Mežico in Slovenj Gradcem. Razprave Slov. akad. znan. umet., IV. razred, 20, 1—88, tab. 1—23, 2 pril. Ljubljana.

Gospodarič, R., Kolosváry, G., Pavlovec, R. & Proto Decima, F. 1967, Über Entstehung und Alter der Paläogensichten im Pivka—Becken bei Postojna (Adelsberg, SW Slowenien, Jugoslawien). Anz. math.-nat. Kl. Österr. Akad. Wiss., 2, 33—57. Wien.

Hottinger, L. 1977, Foraminifères operculiniformes. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., n. s., C, 40, 1—60, pl. 1—66. Paris.

Kapellos, C. 1973, Biostratigraphie des Gurnigelflysches. Schweiz. Pal. Abh., 96, 1—128, Taf. 1—49. Basel.

Khan, M. R., Pavlovec, R. & Pavšič, J. 1975, Eocenski mikrofosili iz okolice Podgrada. Geologija, 18, 9—60. Ljubljana.

Pavlovec, R. 1976, Numulitine iz zahodne Jugoslavije. 8. jug. geol. kongr., 2, 239—248, 1 pril. Ljubljana.

Pavlovec, R. 1981, Middle Eocene Assilinas and Operculinas in the Dinarids. Zbornik radova, Simp. »Kompleksna naftno-geol. probl.«, Znan. savjet za naftu JAZU, A, 8, 67—76. Zagreb.

Pavlovec, R. & Pleničar, M. 1981, The boundary between Cretaceous and Tertiary in the limestone beds in the West Dinarides. Rudar.-metal. zbornik, 28, 25—31. Ljubljana.

Schaub, H. 1951, Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysches mit besonderer Berücksichtigung der paleocaenen und untereocaenen Nummuliten und Assilinen. Schweiz. Pal. Abh., 68, 1—222, Taf. 1—9, 1 pril. Basel.

Schaub, H. 1966, Über die Grossforaminiferen im Untereocaen von Campo (Ober-Aragonien). Eclogae geol. Helv., 59, 355—377, Taf. 1—6. Basel.

UDK 551.763.563(497.12)=863

Kredne plasti v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub

Cretaceous beds in the eastern extensions of the Karavanke Alps and the Sava folds

Ljudmila Šribar

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Kratka vsebina

Po mikrofosilih sodeč je spodnjekredno zaporedje v erozijskih krpah vzhodnih podaljškov Karavank in Posavskih gub globokomorsko. Razdeljeno je na tri biocone. Prva je dokazana s kalpionelidami. Obsega plasti od zgornjetitonske do valanginijske stopnje in je torej prehodni interval med jurskim in krednim sistemom. Druga biocona ustreza hauterivijsko-aptijskim plastem in je definirana z radiolarijami. V določeni razdalji od nekdanje obale se zgornji del te biocone izklinja. Tam prevladujejo terigeni sedimenti s presedimentiranimi jurskimi in krednimi mikrofosili. Tretja biocona obsega albijsko-cenomanske usedline. Zanj je značilna *Hedbergella trocoidea* in *Rotalipora ticinensis*. Turonska stopnja se ne dá razpoznati, senonsko pa označujejo globotrunkane.

Abstract

Erosional remnants of Cretaceous beds in the eastern extensions of the Karavanke Alps and of the Sava folds in Slovenia are discussed from the biostratigraphic point of view. Their lower part appears to have been accumulated continuously in deep sea as indicated by microfossils. Three biozones can be distinguished. The first is evidenced by calpionelids and is transitional in character; its stratigraphic range is Upper Tithonian to Valanginian. The second comprises Hauterivian to Aptian layers and is characterized by radiolarians in general. At some distance from former land the upper part of this biozone passes out and in the same series prevail terrigenous sediments. Here occur abundant redeposited Jurassic and Cretaceous microfossils. The third biozone includes Albian-Cenomanian deposits and is identified by *Hedbergella trocoidea* and *Rotalipora ticinensis*. The Turonian stage can not be recognized, the Senonian stage is, however, well defined by globotruncanas.

Uvod

Tektonika in erozija sta kredne plasti na vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub tako razčlenili, da jih starejši raziskovalci niso našli in so jih na geoloških kartah in v priložnostnih poročilih šteli k triadnemu sistemu. Gre za

izolirane kredne golice v okolici Boča, Rudnice, Bohorja in Bizeljskega. Tudi danes njihova biostratigrafska uvrstitev ni brez težav, ker so siromašne s fosili in tektonsko razkosane.

Podatke o geološki zgradbi območja sem povzela po B. Aničiću, ki vodi kartiranje na listu Rogatec osnovne geološke karte Jugoslavije 1:100 000. Sodeloval je tudi pri profiliranju in vzorčevanju krednih plasti, za kar se mu najlepše zahvaljujem. Enako zahvalo sem dolžna docentu dr. J. Pavšiču za določitve apnenega nanoplanktona. V prikazu krednih plasti sem upoštevala tudi apnenec s kalpionelidami na Rudnici, ki ga je v času naših raziskav opisal L. Babić (1980).

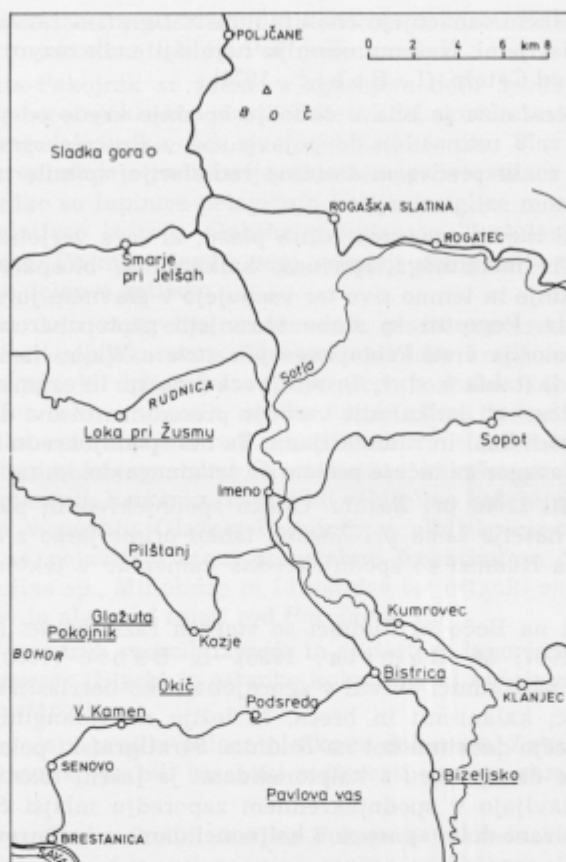
Biostratigrafija

Globokomorske kredne sedimentne kamenine v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub je biostratigrafsko težko razčlenjevati, ker so brez makrofavne, mikrofavna in mikroflora pa sta siromašni. Tudi celotna geološka zgradba ozemlja je zelo neugodna za biostratigrafsko horizontiranje; med sedimentacijo v kredni periodi je tod prihajalo do bočnih sprememb, pozneje pa so bile plasti tektonsko razkosane, premaknjene in močno erodirane. Zato ne dobimo nikjer daljših neprekinjenih zaporedij plasti. Povečini gre za manjše krpe in golice ob prelomih in narivih. Zato sem biostratigrafsko zaporedje krednih plasti lahko sestavila iz naslednjih delnih profilov (sl. 1):

- na Boču: ob gozdni poti po severovzhodnem pobočju Boča
- na Rudnici: Loka pri Žusmu
- na Bohorju: Glažuta-Pokojnik, Veliki Kamen in Okič
- na Bizeljskem: Pavlova vas in Bistrica ob Sotli-Bizeljsko

Boč. Kredne plasti segajo na površje na severovzhodnem pobočju Boča. Njihova debelina znaša približno 80 m. Kamenine pripadajo najnižjemu delu spodnje krede, in sicer intervalu od zgornjetitonske, prek berriasijske do valanginijske in hauterivijske stopnje. Profil gre od zahoda proti vzhodu ob gozdni poti, ki pelje po severovzhodnem pobočju Boča. Krpa močno zdrobljenih spodnjekrednih kamenin nima niti en km² površine in je tektonsko vkleščena med triadni apnenec in dolomit.

Najpomembnejši horizont spodnje krede na Boču je pelagični apnenec tipa »biancone« s kalpionelidami. Debel je največ 30 m. Apnenec je zdrobljen in je zato plastovitost, ki je sicer značilna za te plasti, slabo izražena. Deloma so plasti prekrte s preperino in gruščem. Razpoke v apnencu so zapolnjene z detritičnim materialom. Apnenec je svetlo siv, sivkasto rjav in svetlo rumenkasto rjav. Vsebuje pole in gomolje roženca. Kalpionelide so slabo ohranjene; določila sem naslednje oblike: *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella* ex gr. *alpina-elliptica*, *Calpionella* sp., *Remaniella cadischiana* (Colom), *Remaniella* sp., *Cadosina lapidosa* Vogler. Najpogostejša vrsta je *Calpionella alpina*; zato bi lahko ta del plasti biostratigrafsko uvrstili v cono *Calpionella*, ki obsega vrhnji del titonske stopnje ter spodnji in srednji del berriasijske stopnje. V nekaterih vzorcih sem lahko določila samo kalpionelide in radiolarije. Tudi sicer plasti niso ugodne za detajlno horizontiranje; zato sem jih uvrstila širše, v celotni stratigrafski interval, ki ga označujejo kalpionelide, to je od zgornjetitonske do valanginijske stopnje.



Sl. 1. Položajna skica krednih profilov v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub

Fig. 1. Location map showing the Cretaceous sections examined in the eastern extensions of the Karavank Alps and Sava folds

Nad apnencem s kalpionelidami sledi svetlo sivi apnenec z radiolarijami, debel največ 20 m in močno zdrobljen. Poleg številnih radiolarij sem našla samo še razne »sfere«, predvsem kalcisfere in spikule. Ta del zaporedja spodnjekrednih plasti sem uvrstila v biocono z radiolarijami, ki obsega v profilu Boč verjetno le hauterivijsko stopnjo.

U. Crescenti (1969) je podoben razvoj plasti z radiolarijami v centralnih Apeninih označil kot posebno cono in jo je imenoval cenocona z radiolarijami, ki obsega barremijsko-aptijsko stopnjo. Cenocona z radiolarijami je navzdol omejena s cenocono *Stomiosphaera moluccana*, ki ji sledijo štiri cenocone s kalpionelidami. Njeno zgornjo mejo pa označuje rod *Hedbergella-Ticinella*.

Tudi na Hrvaškem označujejo enak biolitostratigrafski razvoj spodnje krede kot cono z radiolarijami. Našemu ozemlju najbližji enak razvoj spodnjekrednih plasti je severno od Čateža (L. Babić, 1974).

Pelagična mikrofavna je bila v obdobju spodnje krede od valanginijske do albijske stopnje zelo neznatna do pojava rodov *Praeglobotruncana* in *Rotalipora*. Ohranile so se predvsem številne radiolarije, spikule in »sfere«, zlasti kalcisfere.

Sledi klastični razvoj spodnjekrednih plasti, ki sega verjetno v barremijsko stopnjo; sestoji iz mikritnega apnenca, kalkarenita, biosparrudita in breče. Kamenine so srednje in temno sive ter vsebujejo v glavnem jurske presedimentirane mikrofosile. Pogostni so slabo ohranjeni protopeneroplisi; med njimi sem zanesljivo določila vrsti *Protopeneroplis striata* Weynschenk in *Trocholina elongata* (Leupold) (tabla 1, sl. 1, 2), ter *Trocholina* sp. in ostanke alg iz skupine Codiaceae. Debeložrnati kalkarenit vsebuje presedimentirane delce mikritnega apnenca s kalpionelidami in radiolarijami. Ta del spodnjekrednih plasti je debel približno 40 m. Navzgor ga ločuje prelom od triadnega dolomita.

Rudnica: profil Loka pri Žusmu. Golico spodnjekrednih plasti na Rudnici, jugovzhodno od naselja Loka pri Žusmu, lahko primerjamo z enakimi plastmi na Boču. Tudi na Rudnici so spodnjekredne kamenine v tektonskem kontaktu s triadnimi.

Kredne plasti na Boču in Rudnici so starejši raziskovalci imeli za triadne (J. Dregger, 1907, M. Hamrla, 1955). L. Babić (1980) pa je apnenec s kalpionelidami na Rudnici uvrstil v zgornjetritonsko-berriasijsko-valanginijsko stopnjo. Apnenec, kalkarenit in breča, ki ležijo na valanginijskem apnencu, imajo na Boču večjo debelino kot na Rudnici. Stratigrafski položaj kalkarenita, apnenca in breče na apnencu s kalpionelidami je jasen; klastične sedimentne kamenine predstavljajo v spodnjekrednem zaporedju mlajši člen, kar kažejo tudi presedimentirani delci apnenca s kalpionelidami v kalkarenitu in breči.

Bohor. Ze leta 1959 sem na severnem pobočju Bohorja mikropaleontološko dokazala kredno starost plasti, in to južno od Planine in jugovzhodno od Jurkloštra. Takrat je skupina geologov kartirala po naročilu delovnih organizacij, ki se ukvarjajo s proizvodnjo nafte. S. Buser in J. Pavšič (1978) sta z nanoplanktonom dokazala aptijsko in albijsko starost krških skladov med Sevnico in Brestanico.

Na južnih in jugovzhodnih obronkih Bohorja se razteza širok pas krednih plasti od zahoda proti vzhodu od Podsrede prek Kostrivnice in Reštanja do Stranj. Na jugu je narinjen na terciarne plasti, na severu pa je v tektonskem kontaktu s triadnimi skladi različnih stopenj. Vzorčevali smo tri profile: Glažuta-Pokojnik, Veliki Kamen in Okič.

Profil Glažuta-Pokojnik se razteza kake tri kilometre zahodno od Kozjega. J. Dregger (1907) je na geološki karti 1 : 75 000 list Rogatec uvrstil apnenec s tega profila v srednjo triado. Vzorčevali smo začeli ob cesti, ki vodi vzdolž potoka Bistri graben, in nadaljevali ob novi cesti proti Stari in Novi Glažuti ter Pokojniku. Spodnjekredne plasti prehajajo konkordantno v zgornjekredne. Njihova skupna debelina doseže 400 m. Plasti vpadajo v glavnem proti jugu. Kredni apnenec je ponekod naguban in razlomljen. Na severu ob Bistrem grabnu

sta na kredne plasti narinjena triadni apnenec in dolomit. Triadne kamenine so narinjene na zgornjekredne tudi pri Pokojniku.

Profil Glažuta-Pokojnik se začne v zgornjem delu spodnjekrednih plasti, večidel pa obsega zgornjekredne plasti. Začetni del profila sestoji iz mikritnega apnenca, glinastega skrilavca, laporja in biokalkarenita. V tem delu spodnjekrednih plasti prevladujejo radiolarije, zato sem ga uvrstila v biocono z radiolarijami. Bolj redke so lupinice pelagičnih školjk in iglice morskih ježkov, zelo redke pa foraminifere iz rodu *Ophthalmitidae* in *Textulariidae* ter alge iz skupine *Codiaceae*. Po mikrofosilih sem najnižji del profila uvrstila v barremsko stopnjo in delno v aptijsko.

V naslednjem delu zaporedja vzorčevanih plasti prevladujejo globigerine; pomembna je zlasti albijska vrsta *Globigerinelloides breggiensis* (Gandolfi) in rod *Hedbergella* sp., ki dokazujeta albijsko-cenomansko stopnjo. Poleg pelagičnih foraminifer sem v vzorcih dobila foraminifere iz rodu *Nezzazata* sp., v kalkarenitu in apneni breči pa tudi presedimentirano mikrofavno. Med prenesenimi foraminiferami so pomembne *Orbitolinidae*, kakršne poznamo iz aptijskih in albijskih sedimentnih kamenin. Tako tudi orbitoline kažejo, da gredo klastični sedimenti krede v profilu Glažuta-Pokojnik v albijsko-cenomansko stopnjo. Poleg orbitolin se pojavljajo manj pomembne foraminifere *Sabaudia minuta* (Hofker), *Trocholina* sp., *Miliolidae* in *Lituolidae* ter ostanki ehinodermov, briozojev, mehkužcev in alg, med njimi rod *Baccinella* sp.

J. P a v š i č je v treh vzorcih laporja in glinastega laporja našel samo obliko *Watznaueria barnesae* (Black) in ostanke kokolitov, ki kažejo na globokomorski sediment kredne starosti.

Turonska stopnja v profilu paleontološko ni dokazana. Zato ni mogoče odgovoriti na vprašanje, ali so bili turonski sedimenti na tem območju odloženi ali ne.

Najvišji del profila v okolici zaselka Pokojnik je senonske starosti. Zaradi tektonike, zlasti narivanja, so kamenine močno zdrobljene. Ploščati laporasti apnenec vsebuje vložke roženca, breče in biokalkarenita. Zgornjesenonske vrste globotruncan so pogostne zlasti v rdečkasto rjavem ploščatem biomikritnem apnencu. Določila sem naslednje vrste: *Globotruncana arca* (Cushman), *Globotruncana calcarata* Cushman, *Globotruncana bulloides* Vogler, *Globotruncana conica* White, *Globotruncana fornicata fornicata* Plummer, *Globotruncana ex gr. stuartiformis*, *Globotruncana* sp. in *Heterohelix globulosa* Ehrenberg. (tabla 2, sl. 3, 4).

Vložki apnene breče, biointrasparruditnega apnenca in biokalkarenita v zgornjesenonskem rdečkasto rjavem laporastem apnencu vsebujejo presedimentirane fosilne ostanke; pogosti so fragmenti orbitolin, redkeje pa druge foraminifere, npr. *Amphistegina* sp., *Nezzazata* sp., *Glomospira* sp., *Ophthalmitidae* in *Textulariidae*. Poleg foraminifer sem našla radiolarije, alge, litotamnije in detritus modrozelenih alg, briozoje, ehinoderme ter odlomke rudistnih lupin.

Profil Veliki Kamen poteka ob Brestaniškem potoku do sotočja potoka Drenč in Topliškega potoka. Njegov najstarejši del so spodnjekredne plasti tipa »biancone«, ki so v tektonskem stiku z zgornjetriadnim dolomitom. Prevladuje svetlo sivi ploščati apnenec, redkeje je olivno siv in sivkasto rožnat. Plošče so debele

en cm do 30 cm. Vrste kalpionelid v ploščatem laporastem apnencu s polami in gomolji roženca ustrezajo coni *Calpionella*, ki obsega interval od zgornje-titonske do vključno srednjeberriasijske stopnje. Med določenimi vrstami kalpionelid prevladuje *Calpionella alpina* Lorenz (tabla 3, sl. 1). Druge so redke, npr. *Calpionella ex gr. alpina-elliptica*, *Calpionella* sp., *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu) in *Cadosina lapidosa* Vogler (tabla 3, sl. 2 do 5). Našla sem še razne »sfere« radiolarije in spikule spongij.

Zgornji del ploščatega apnenca z rožencem ne vsebuje kalpionelid, ampak številne radiolarije, kalcisfere in spikule. Apnenec sem uvrstila v biocono z radiolarijami, ki v glavnem verjetno ustreza hauterivijski stopnji.

Na ploščatem apnencu sledi kalkarenit z različno zrnavostjo od drobnozrnatega različka do apnene breče. Klastični sedimenti vsebujejo presedimentirane fosilne ostanke, in sicer Ophthalmitidae, Textulariidae, *Tubiphytes* sp., *Codiaceae*, radiolarije, lupinice pelagičnih školjk in ehinoderme. Značilne so vmesne pole temno sivega mikritnega apnenca ter glinastega in laporastega skrilačca, ki ga je v zgornjem delu profila vedno več. V tem delu zaporedja plasti je J. Pavšič določil v vzorcu glinastega laporja vrsto *Watznaueria barnesae* (Black), ki je razširjena v celotni kredni dobi; zato nima večjega stratigrafskega pomena.

V vzorcih temno sivega biomikritnega apnenca iz zgornjega dela profila sem določila poleg pelagične oblike *Hedbergella* sp., radiolarij in školjk tudi presedimentirane foraminifere vrste *Nezzazata simplex* Omara, *Orbitolinopsis* cf. *capuensis* (De Castro), *Pseudotextulariella? scarsellai* (De Castro), Lituolidae in Textulariidae ter alga *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). Presedimentirani mikrofosili dokazujejo, da pripada zgornji del zaporedja plasti pri Velikem Kamnu barremijski stopnji, del pa verjetno aptijski.

Kredni skladi na območju Okiča, zahodno od Podsrede, so na jugu narinjeni na terciarne plasti, na severu pa jih loči prelom od triadnega apnenca in dolo-mita. Plasti vpadajo v glavnem proti severu in so prekrite s preperino; zato je profil manj primeren za vzorčevanje. Obsega majhen del krednih plasti na prehodu iz spodnje krede v zgornjo.

Med klastičnimi sedimentnimi kameninami prevladuje biokalkarenit z različki od zelo fino-zrnatega do debelo-zrnatega, oziroma apnene breče. Vmesne pole temno sivega mikritnega apnenca in glinastega skrilačca so brez mikrofosilov. Pelagične foraminifere v vezivu kalkarenita, zlasti vrsta *Hedbergella trochoidea* (Gandolfi), dokazujejo albijsko-cenomansko starost biokalkarenita. Od drugih fosilov nastopajo *Hedbergella* sp. ali *Ticinella* sp., *Globigerinelloides* sp., *Planomalina* sp. in »Gavelinidae«. Kalkarenit vsebuje tudi presedimentirane spodnje-kredne mikrofosile, ki so jih prinesli turbiditni tokovi z juga. Našla sem naslednje oblike: *Sabaudia minuta* (Hofker), Orbitolinidae, *Cuneolina* ex gr. *camposaurii-laurentii*, *Glomospira* sp., Lituolidae, Ophthalmitidae, Textulariidae, odlomke lupin mehkužcev in ehinoderme.

Profil Bistrica ob Sotli-Bizeljsko. Ob novi asfaltni cesti Bistrica ob Sotli—Bizeljsko so 150 m severno od okrepčevalnice pri »Zelenem gozdu« razgaljene plasti ploščatega, nekoliko laporastega apnenca z gomolji in polami črnega roženca. Posamezne pole so debele tri do 30 cm. Vložki laporja in glinastega la-

porja so redki; samo en vzorec je bil primeren za raziskavo nanoplanktona. Barva se spreminja od svetlo sive, sivkasto rumene, sivkasto zelene do olivno sive in rdečkasto rjave. Litološko so plasti podobne zgornjekrednim plastem z globotrunkanami (scaglia) in bazalnim spodnjekrednim sedimentnim kameninam s kalpionelidami (biancone). Vendar so mikropaleontološke raziskave pokazale, da ta del zaporedja krednih plasti ne pripada nobenemu od teh dveh razvojev. Celotna debelina profila je približno 45 m, pregledala pa sem 40 vzorcev. Apnenec vsebuje številne radiolarije, redkeje spikule in razne »sfere« npr. kalcisfere, ki pripadajo verjetno rodu *Calcisphaerula* sp. (tabla 3, sl. 6 do 8) in detritusu drobnih pelagičnih foraminifer. Skelet radiolarij je rekristaliziran in poapnel. Plasti sem uvrstila v biocono z radiolarijami.

Po samih mikrofosilih ne morem sklepati na starost, ampak le na globokomorsko okolje. Pelagični razvoj spodnjekrednih plasti in njihova lega neposredno pod albijsko-cenomanskim kalkarenitom in apnencem kažeta, da leži ploščati apnenec z rožencem neposredno na plasteh s kalpionelidami in obsega stratigrafski interval od hauterivijske do albijske stopnje. Pomembnejša pelagična mikrofavna, zlasti rodovi *Praeglobotruncana*, *Rotalipora* in *Planomalina*, se pojavi šele v albijski stopnji. J. Pavšič je določil v vzorcu laporja iz srednjega dela biocone z radiolarijami naslednje vrste apnenega nanoplanktona: *Watznaueria barnesae* (Black), *Nannoconus steinmanni* Brönnimann in *Microntholithus obtusus* Stradner. Zadnji dve vrsti sta spodnjekredni, razširjeni od berriasijske do aptijske stopnje. V vzorcu ni bilo nobene zgornjekredne vrste; zato sklepam tudi po nanoplanktonu na spodnjekredno starost vzorca.

Nad biocono z radiolarijami sledijo konkordantno temno sivi mikritni apnenec, kalkarenit in intrasparrudit, oziroma apnena breča. Vmes dobimo lapor in glinasti lapor. Apnenec in kalkarenit vsebujeta presedimentirane foraminifere. Določila sem oblike *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., Orbitolinidae, *Nezzazata*, sp. *Cuneolina* sp., Ophthalmidiidae in Textulariidae (tabla 1, sl. 3 do 5).

Vezivo kalkarenita in breče vsebuje tudi pelagične foraminifere: *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi), *Hedbergella* sp., *Praeglobotruncana* sp., *Planomalina* sp. ter ehinoderme. Naštete pelagične foraminifere, zlasti vrsta *Hedbergella trocoidea* in fragmenti orbitolin, kažejo na albijsko-cenomansko starost plasti.

Kredne sedimentne kamenine pri Pavlovi vasi jugovzhodno od Okiča gredo v albijsko-cenomansko stopnjo, enako kot zgornji del profila Bistrica ob Sotli-Bizeljsko. Zanje je značilno, da vsebujeta biokalkarenit in mikritni apnenec precej roženca. Vzorci glinastega laporja niso vsebovali nanoplanktona. Presedimentiranih mikrofosilov je bilo največ v vzorcih kalkarenita in apnene breče. Določila sem naslednje foraminifere: *Sabaudia minuta* (Hofker), *Pseudotextulariella? scarsellai* (De Castro), *Cuneolina* sp., *Nezzazata* sp., Orbitolinidae, Miliolidae.

Pomembnejše so pelagične foraminifere iz vzorca biomikritnega apnenca pri Pavlovi vasi. *Rotalipora ticinensis* (Gandolfi), *Rotalipora* sp., *Hedbergella* sp., *Globigerinelloides* sp., *Praeglobotruncana* sp., Globigerinidae, Radiolaria (tabla 2, sl. 1, 2). Naštete pelagične foraminifere, zlasti vrsta *Rotalipora ticinensis*, dokazujejo albijsko-cenomansko starost plasti.

Tabla 1 — Plate 1

1 *Trocholina elongata* (Leupold), 65 ×

2 *Protopeneroplis striata* Weynschenk, 65 ×

Barremijski biointraosparitni apnenec z Boča

Barremian biointraosparitic limestone from Mountain Boč

3 Orbitolinidae, 65 ×

4 *Debarina hahounerensis* Fourcade et al., 65 ×

5 *Nezzazata* sp., 65 ×

Albijsko-cenomanski biokalkarenit

Bistrica ob Sotli — Bizeljsko

Albian-Cenomanian biocalcarenite

Bistrica ob Sotli — Bizeljsko

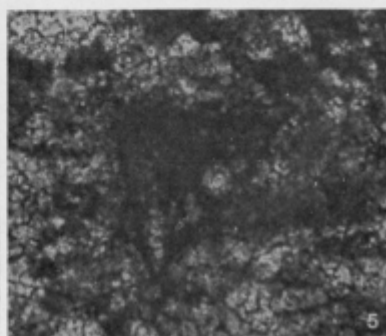
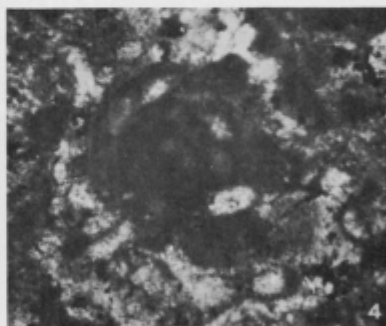
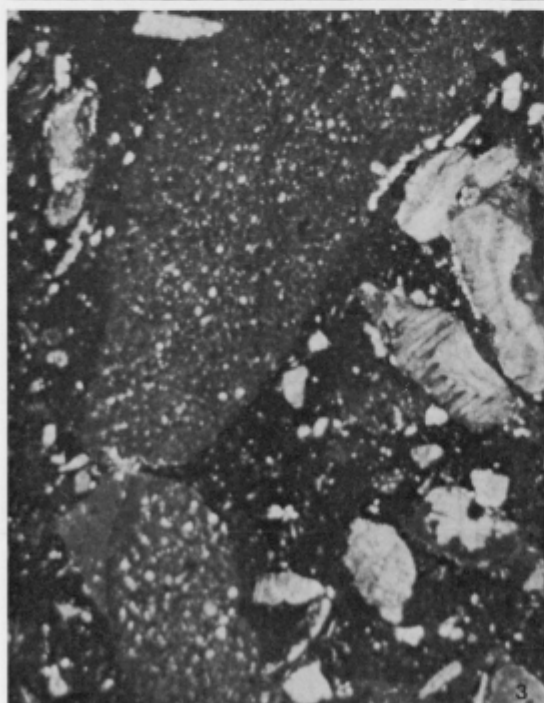




Tabla 2 — Plate 2

1 *Rotalipora ticinensis* (Gandolfi), 65 ×

2 *Hedbergella* sp., 65 ×

Albijsko-cenomanski biokalkarenit iz Pavlove vasi
Albian-Cenomanian biocalcarenite from the village Pavlova vas

3 *Globotruncana calcarata* Cushman, 65 ×

4 *Globotruncana arca* (Cushman), 65 ×

Senonski biomikritni apnenec iz naselja Pokojnik
Senonian biomicritic limestone from the Pokojnik settlement

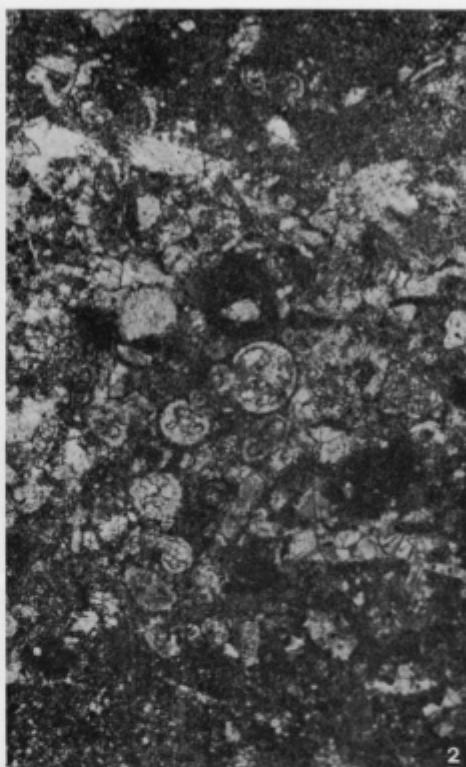
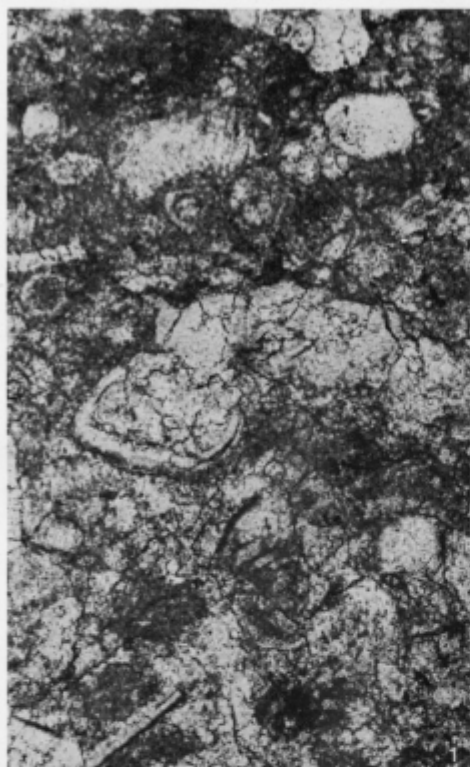


Tabla 3 — Plate 3

1 *Calpionella alpina* Lorenz, 180 ×

2 *Calpionella* ex gr. *alpina-elliptica*, 180 ×

3 *Cadosina lapidosa* Vogler, 180 ×

4 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu), 180 ×

5 *Calpionella* sp., 180 ×

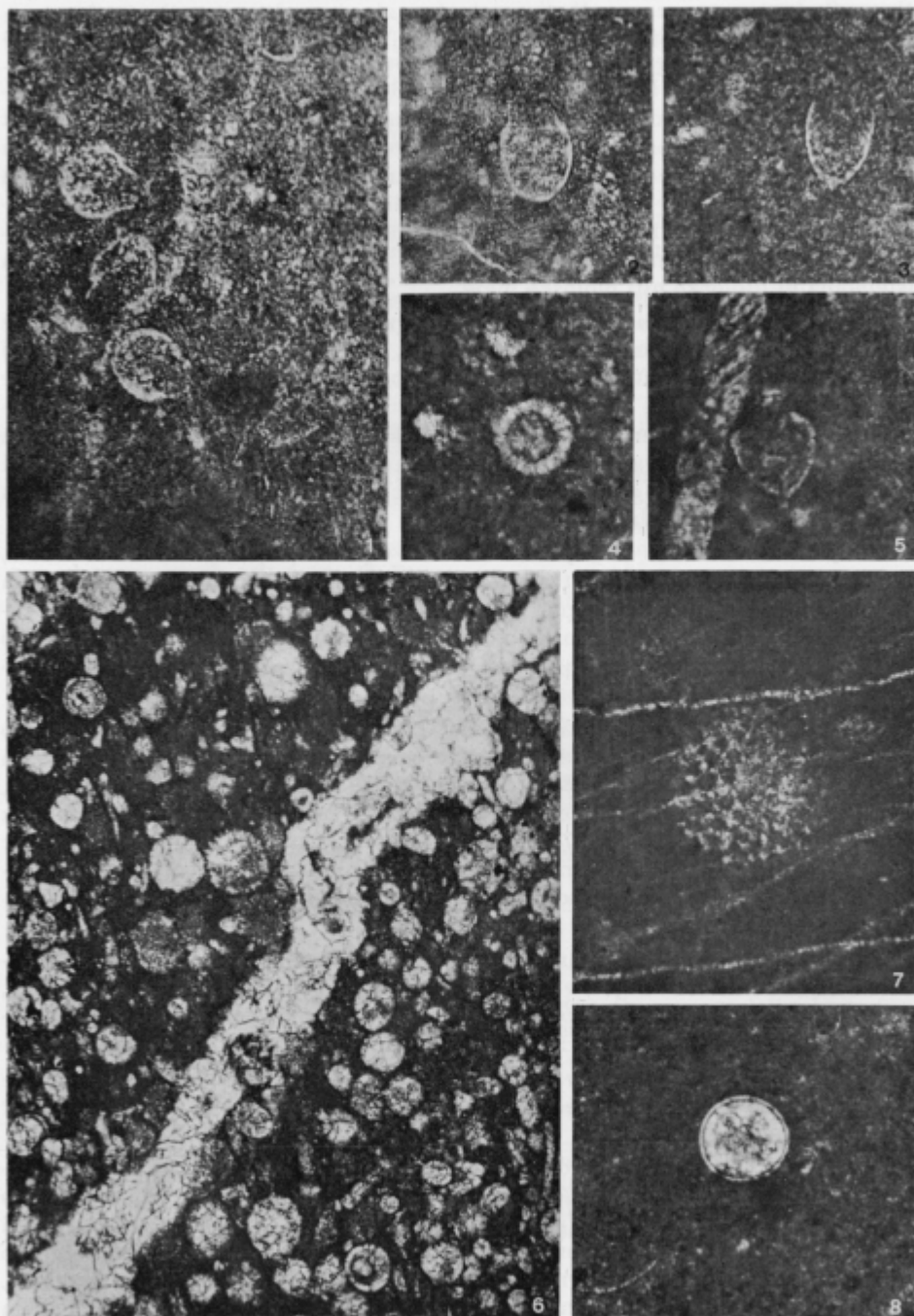
Zgornjetitonski-valanginijski biomikritni apnenec z Velikega Kamna
Upper Titionian-Valanginian biomicritic limestone from Veliki Kamen

6, 7 Radiolaria, 40 ×, 75 ×

8 *Calcisphaerula* sp., 65 ×

Hauterivijsko-aptijski biomikritni apnenec z radiolarijami
Bistrica ob Sotli — Bizeljsko

Biomicritic limestone with radiolarians
Hauterivian-Aptian, Bistrica ob Sotli — Bizeljsko



Povzetek

Pelagične kredne sedimentne kamenine v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub ležijo severno od dinarskega šelfnega razvoja krednih kamenin. Globokomorski razvoj krednih plasti v vzhodni Sloveniji obsega celotno zaporedje plasti od vključno berriasijske do senonske stopnje. Vendar so se ohranili le erozijsko-tektonski ostanki, zato ni nikjer celotnega, sklenjenega profila in je stratigrafsko zaporedje sestavljeno iz več delnih profilov. Biostratigrafsko sem s pomočjo mikrofosilov razdelila spodnjekredno zaporedje na tri biocone. Najstarejša je biocona s kalpionelidami, obsega plasti od zgornjetitonske do valangi-nijske stopnje in pomeni prehod med jurskim in krednim sistemom. Med obema sistemoma ni litološke niti biološke meje.

Apnencu s kalpionelidami sledi biocona z radiolarijami. Najpopolnejše je razvita v profilu Bistrica ob Sotli-Bizeljsko, kjer imamo kondenziran razvoj spodnjekrednih sedimentnih kamenin, saj obsega biocona z radiolarijami vse stopnje od hauterivijske do aptijske. V drugih profilih ima biocona z radiola-rijami manjši obseg, ker so se namesto ploščatega biomikritnega apnenca z radiolarijami sedimentirali iz turbiditnih tokov breča, kalkarenit, drobnozrnati apnenec in skrilavec. Ta del zaporedja vsebuje največ jurskih presedimentiranih mikrofosilov manj pa pelagičnih foraminifer.

Albijsko-cenomansko stopnjo sem določila s pomočjo pelagičnih foraminifer, zlasti z vrstama *Hedbergella trocoidea* in *Rotalipora ticinensis*, ki označujeta posebno biocono. Za ta del zaporedja krednih plasti so zelo značilne tudi pre-sedimentirane orbitoline. Turonska stopnja doslej na tem območju paleontološko ni dokazana. Senonske plasti pri Pokojniku pa sem označila kot biocono z glo-botrunkanami.

Spodnjekredne plasti vzhodnih podaljškov Karavank in Posavskih gub so del paleogeografske cone, ki se vleče iz severne Italije na Tolminsko, kjer sta Cousin (1970) in Caron & Cousin (1972) pisala o »slovenskem jarku«, in dalje proti vzhodu. Na vmesnem območju je spodnja kreda enako razvita v Selški dolini (L. Babič, 1978) ter v Bohinju in Posavskih gubah (S. Buser & J. Pavšič, 1978, 1979 in V. Lapajne & L. Šribar, 1973). Naj-severneje smo našli spodnjekredne sedimentne kamenine s kalpionelidami v Ka-ravankah (P. Mioč & L. Šribar, 1975).

Biostratigrafsko horizontiranje krednih plasti v vzhodni Sloveniji je proble-matično, podobno kot drugod v tej paleogeografski coni. Razdelitev na biocone, oziroma stopnje, otežujejo odsotnost makrofavne, siromašna mikrofavna in na-noplankton in zlasti v nekaterih stopnjah tudi kondenzirana sedimentacija.

Na sedimentacijsko okolje v času krede lahko sklepamo po litoloških in sedi-mentoloških značilnostih kamenin ter po mikrofosilih. Zelo značilen indikator okolja so pelagični mikrofosili.

Po nastanku lahko ločimo dva tipa krednih sedimentov na raziskanem ob-močju. K prvemu štejemo pelagične sedimente z mirno počasno kondenzirano sedimentacijo. Nastale so plasti ploščatega mikritnega apnenca z več ali manj glinene primesi. Apnenec vsebuje pole in gomolje roženca. Usedline vsebujejo avtohtono pelagično mikrofavno (kalpionelide, radiolarije in globotrunkane). Drugi vrsti pripadajo detritični sedimenti, ki so se sedimentirali v globokem

morju z močnimi turbiditnimi tokovi. Sedimenti kažejo postopno zrnavost in se vrste od glinastega laporja, laporja ter mikritnega apnenca in kalkarenita do debelozrnatega kalkarenita in breče. Poleg redke pelagične avtohtone mikrofavne vsebujejo presedimentirane fosile, ki kažejo na transport materiala z juga.

Literatura

- Allemand, F., Catalano, R., Farès, F., Liguori, F. & Remane, J. 1971, Standard calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the western Mediterranean province. Proc. 2. Plankt. Conf. Roma 1970, 1337—1340, Roma.
- Babić, L. 1973, Bazenski sedimenti gornjeg titona, beriasa i valendis zapadno od Bregane. Geol. vjesnik, 26, 11—27, Zagreb.
- Babić, L. 1974, Razdobje otriv-cenoman u Zumberku: stratigrafija, postanak sedimenata i razvoj prostora. Geol. vjesnik, 27, 11—33, Zagreb.
- Babić, L. & Zupanić, J. 1978, Kosmatovi »Železnikarski vapnenci i dolomiti« i Zaliloški krovni škriljevci u predgorju Julijskih Alpa: podaci o stratigrafiji, faciesu i paleogeografskom značenju. Geol. vjesnik, 30/1, 21—42, Zagreb.
- Babić, L. 1980, Pojave vapnenaca s kalpionelidama na Rudnici (Posavske bore, istočna Slovenija). Geološki vjesnik 31, 13—20, Zagreb.
- Buser, S. & Pavšić, J. 1978, Spodnjekredni nanoplankton med Sevnico in Brestanico. Rudarsko-Metalurški zbornik, štev. 2-3, 199—205, Ljubljana.
- Caron, M. & Cousin, M. 1972, Le sillon slovène: les formations terrigènes crétacées des unités externes au Nord-Est de Tolmin (Slovénie occidentale). — Bull. Soc. géol. France, (7), 14/1-5, 34—45, Paris.
- Cousin, M. 1970, Esquisse géologique des confins italo-yougoslaves: leur place dans les Dinarides et les Alpes méridionales. Bull. Soc. géol. France, (7), 12/6, 1034 do 1047, Paris.
- Crescenti, U. 1969, Biostratigrafia delle facies mesozoiche dell'Appennino centrale: correlazioni. Geol. Romana, vol. 8., 15—40, Roma.
- Dreger, J. 1907, Geološka karta 1 : 75 000, list Rogatec-Kozje, Geol. R.-A., Wien.
- Hamrla, M. 1955, Geologija Rudnice s posebnim oziroma na rudne pojave. Geologija 3, 81—109, Ljubljana.
- Hofker, J. 1963, Studies on the genus Orbitolina (Foraminiferida) Leidse Geol. Meded. 29, 181—253, Leiden.
- Lapajne, V. & Šribar, L. 1973, Zgornjekredni sedimenti na območju Posavskih gub. Geologija 16, 237—244, Ljubljana.
- Mioč, P. & Šribar, L. 1975, Jurski skladi v severnih Karavankah. Geologija 18, 87—97, Ljubljana.
- Postuma, J. A. 1971, Manual of planktonic foraminifera. Elsevier publishing company. Amsterdam.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. 1972, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. 1979, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Šribar, L. 1979, Biostratigrafija spodnjekrednih plasti na Logaški planoti. Geologija 22, 2. del, 277—308, Ljubljana.
- Velić, I. 1977, Jurassic and lower Cretaceous assemblage zones in Mt. Velika Kapela, central Croatia. Acta geol. 9/2, Prirod. istr. kn. 42., Zagreb.
- Velić, I. & Sokač, B. 1978, Biostratigrafska analiza jure i donje krede šire okolice Ogulina (središnja Hrvatska). Geol. vjesnik 30/1, 309—337, Zagreb.

UDK 561:551.736(497.12)=863

Crucisaccites variosulcatus Djupina v permskih plasteh uranovega rudišča Žirovski vrh

**Crucisaccites variosulcatus Djupina from Permian beds of the uranium
deposit of Žirovski vrh**

Mirko Jelen, Tomaž Budkovič in Karel Grad
Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova cesta 33

Kratka vsebina



Project 5

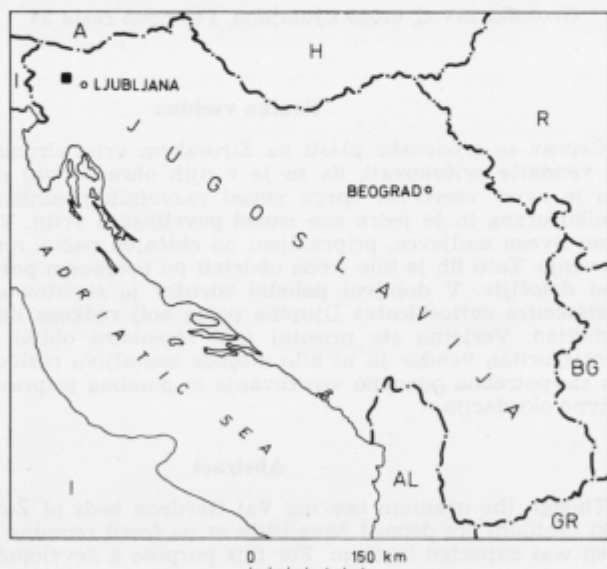
Ceprav so grōdenske plasti na Žirovskem vrhu siromašne s fosili, je bilo vendarle pričakovati, da se je v njih ohranil vsaj rastlinski pelod. Zato je avtor vzorčeval enega izmed razvojnih prečnikov v žirovskem rudniku urana in še jedra ene izmed površinskih vrtin. Vzorci črnega in temno sivega muljevca, pripravljeni na običajen način, niso izpolnili pričakovanja. Zato jih je bilo treba obdelati po posebnem postopku, da bi bil pelod določljiv. V dobljeni pelodni združbi je številna oblikovna vrsta *Crucisaccites variosulcatus* Djupina poleg bolj redkega oblikovnega roda *Cordaitina*. Verjetno sta prisotni tudi biteniatni obliki *Corisaccites* in *Lueckisporites*, vendar ju ni bilo mogoče zanesljivo razlikovati. V ta namen sta potrebna ponovno vzorčevanje in posebna priprava vzorcev s selektivno oksidacijo.

Abstract

Though the uranium bearing Val Gardena beds of Žirovski vrh (Žiri peak) uranium ore deposit have little or no fossil remains, leastwise some pollen was expected in them. For this purpose a development crosscut in the uranium mine and a cored bore hole, started from surface, were sampled. A black to dark gray mudstone appeared to be pollen bearing. But a maceration, commonly applied, did not release palynomorphs from the host sediment. Subsequently the samples had to undergo miscellaneous procedures in order to provide various pollen types for determination and tabulation of their relative abundances. The pollen assemblage contains rather abundant monosaccate pollen grains of *Crucisaccites variosulcatus* Djupina associated with a small number of *Cordaitina* grains. Biteniate forms of *Corisaccites* and *Lueckisporites* are presumed to occur, but could not be distinguished surely enough. A thorough sampling and corresponding preparation should be made to find a satisfactory explanation for the pollen assemblage occurring within the Val Gardena formation of Žirovski vrh.

Uvod

Palinološke raziskave v rudišču Žirovski vrh (sl. 1) dolgo časa niso dale pozitivnih rezultatov. Zato smo opustili formalni model prepariranja in prešli na poseben postopek. Novi način priprave vzorcev skuša odpraviti pomanjkljivosti formalnega modela s tem, da upošteva različne vplive v rudišču na palinomorfe: biokemične procese, aerobno oksidacijo, geokemično oksidacijo, stopnjo metamorfoze organske snovi in mineralizacijo stenke. Čeprav del prepariranja, ki zadeva stopnjo metamorfoze organske snovi, zaradi objektivnih vzrokov ni bil izveden s selektivno oksidacijo in vmesnim utrjevanjem palinomorf, je neformalni pristop vendarle prvič dal uporaben rezultat. Toda pomanjkljivost je onemogočila taksonomsko obdelavo palinološke vsebine. Najprej smo novo metodo preskusili na vzorcih iz prečnika P-10, zatem pa še na vzorcih iz površinske strukturne vrtine B-63. Vzorci iz prečnika in vrtine, ki so dali pozitiven rezultat, so označeni v litostratigrafskem zaporedju sive grōdenske formacije na Žirovskem vrhu (sl. 2).

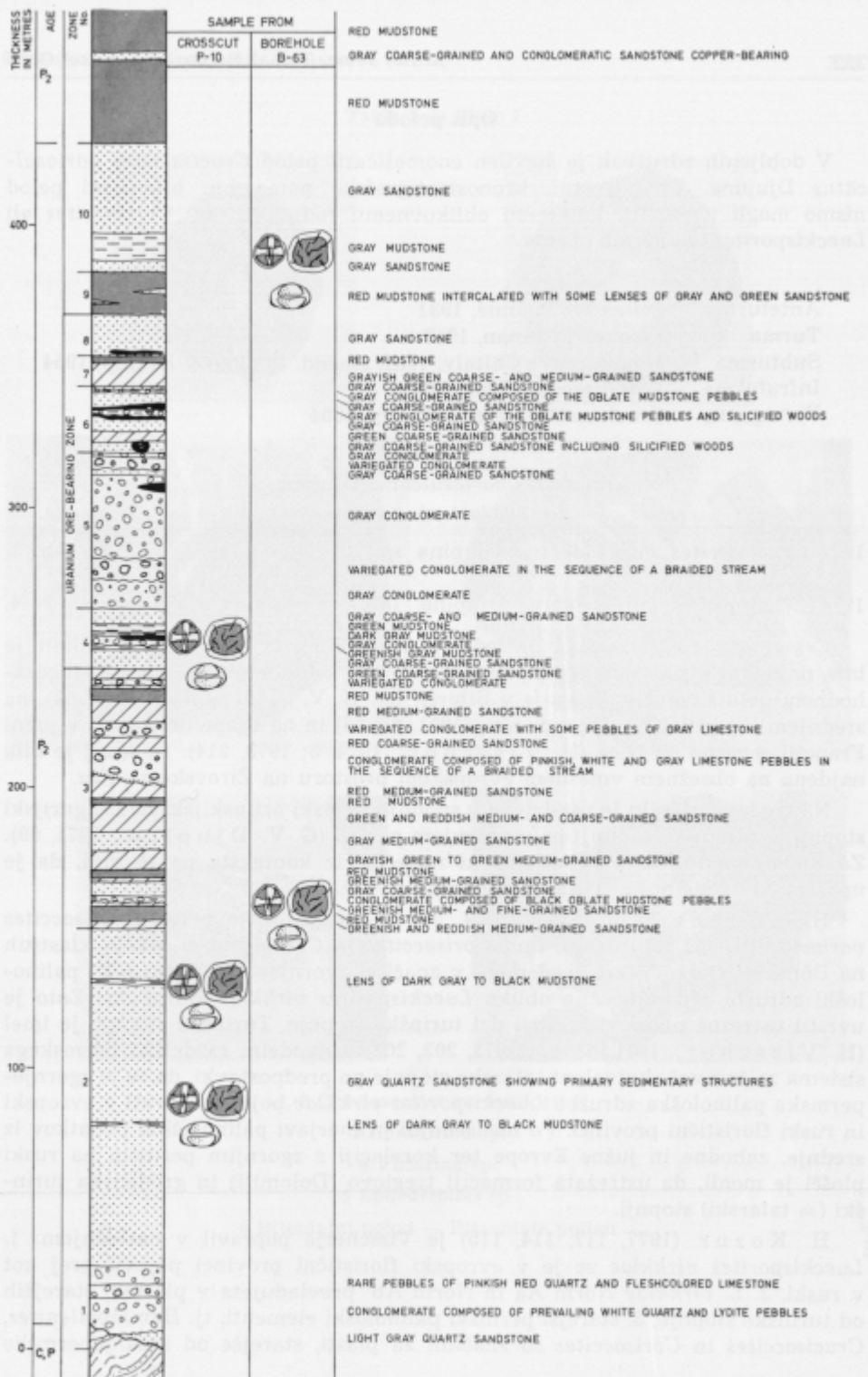


Sl. 1. Položajna skica najdišča Žirovski vrh

Fig. 1. Location sketch map of the locality Žirovski vrh

Sl. 2. Litostratigrafsko zaporedje sive grōdenske formacije na Žirovskem vrhu (po T. Budkovič, 1980, 224) z označenimi pelodonosnimi plastmi

Fig. 2. Lithostratigraphic sequence of the gray Val Gardena formation of Žirovski vrh (after T. Budkovič, 1980, 224) showing the pollen bearing layers



CRUCISACOTES VARIOLUCATUS



CORDAITINA SP



BITENIATIA PELCO - BITENIATIA POLLEN

Opis peloda

V dobljenih združbah je številen enomešičasti pelod *Crucisaccites variosulcatus* Djupina. Za pogostni, kronostratigrafsko pomembni biteniatni pelod nismo mogli ugotoviti, kateremu oblikovnemu rodu pripada: *Corisaccites* ali *Lueckisporites*, ali morda obema.

Anteturma	<i>Pollenites</i> Potonié, 1931
Turma	<i>Saccites</i> Erdtman, 1947
Subturma	<i>Monosaccites</i> Chitaly, 1951, emend. Potonié & Kremp, 1954
Infraturma	<i>Amphisaccites</i> Lele, 1965
Formgenus	<i>Crucisaccites</i> Lele & Maithy, 1964

Crucisaccites variosulcatus Djupina, 1971

Tabla 1, sl. 1 in 2

1971 *Crucisaccites variosulcatus* Djupina sp. n.; Djupina, 67—70, tab. 1, sl. 1—9.

1974 *Crucisaccites variosulcatus* Djupina, 1971; Visscher, tab. 6, sl. 2—4.

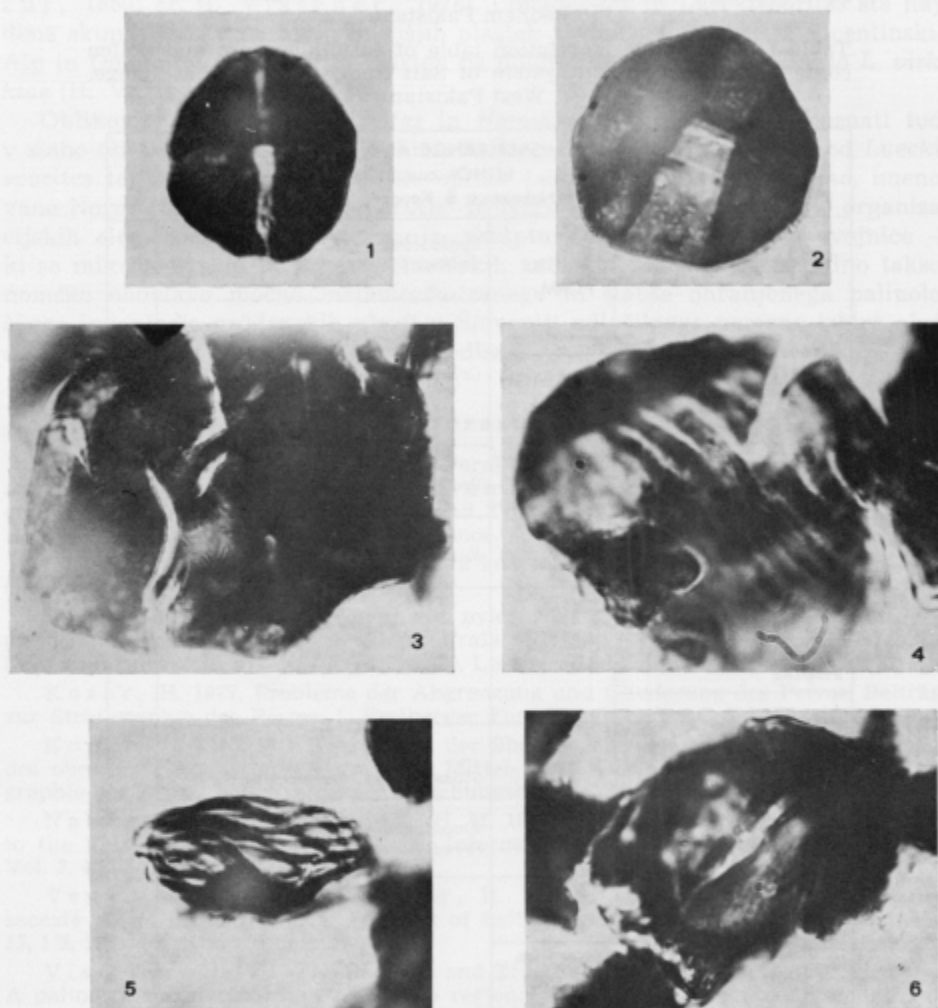
Crucisaccites variosulcatus je redka in zanimiva oblikovna vrsta. Predtem je bila najdena le na treh krajih, med seboj zelo oddaljenih, in sicer v jugozahodnem delu tunguške kadunje v Sibiriji (cf. G. V. Djupina, 1971, 68), na srednjem Uralu (G. V. Djupina, 1971, 68, 69) in na Dôme de Barrot v južni Franciji severno od Nice (H. Visscher, 1974, 5; 1973, 214). In sedaj je bila najdena na obsežnem vmesnem evropskem prostoru na Žirovskem vrhu.

Na srednjem Uralu je razširjena v spodnjepermski artinskijski in kungurijski stopnji, v tunguški kadunji pa v zgornjem permu (G. V. Djupina, 1971, 69). Za zgornji perm stopnje avtorica ni navedla, iz konteksta pa se vidi, da je upoštevala dvodelno razdelitev permskega sistema.

H. Visscher (1973, 212; 1974, 54) je menil, da je pelod *Crucisaccites variosulcatus*, pa tudi drugi, npr. *Corisaccites* in *Cordaitina*, v rdečih klastitih na Dôme de Barrot starejši element v značilni zgornjepermski turinški palinološki združbi z dominantno obliko *Lueckisporites virkkiae* Norm Aa. Zato je uvrstil ustrezne plasti v najnižji del turinške stopnje. Turinško stopnjo je imel (H. Visscher, 1971, 63, 65; 1973, 202, 203) v dvodelni razdelitvi permskega sistema za časovni ekvivalent tatarske stopnje po predpostavki, da se je zgornjepermska palinološka združba *Lueckisporites virkkiae* pojavila hkrati v evropski in ruski floristični provinci. Po medsebojni primerjavi palinoloških podatkov iz srednje, zahodne in južne Evrope ter korelaciji z zgornjim permom na ruski plošči je menil, da ustrezata formaciji tregiovo (Dolomiti) in grödenska turinški (= tatarski) stopnji.

H. Kozur (1977, 112, 114, 115) je Visscherja popravil v naslednjem: 1. *Lueckisporites virkkiae* se je v evropski floristični provinci pojavil prej kot v ruski, 2. *L. virkkiae* Norm Aa in Norm Ab' prevladujeta v plasteh, starejših od turinške stopnje, 3. starejši permski palinološki elementi, tj. *Hamiapollenites*, *Crucisaccites* in *Corisaccites* so značilni za plasti, starejše od srednjepermske

Tabla 1 — Plate 1



1, 2 *Crucisaccites variosulcatus*

3 *Cordaitina* sp.

4 *Vittatina* sp.

5 *Ephedripites* sp.

6 Biteniatni pelod — Biteniate pollen

Tabela 1. Poskusna korelacija fuzulinidnih con in pelodne vsebine permskega sistema na območjih Salt Range in Surghar Range v zahodnem Pakistanu

Table 1. A tentative correlation table of fusulinid zones and pollen contents in the Permian system of Salt Range and Surghar Range, West Pakistan

FUSULINID ZONE (Kozur, 1977)	SALT RANGE AND SURGHAR RANGE LITHO- and BIOSTRATIGRAPHY (Nakazawa & Kappor, 1977; Balme, 1970)		
<i>Paleofusulina</i>	CHHIDRU FORM.	<i>Cyclolobus</i> , <i>Colaniella</i> sp.	Lueckisporites
<i>Reichelina</i> / <i>Codonofusiella</i> / <i>Lepidolina kumaensis</i>	KALABAGH FORM.	<i>Colaniella minima</i>	
<i>Iabeina</i> <i>Lepidolina multiseptata</i>	WARGAL FORM.	<i>Codonofusiella</i> , <i>Reichelina</i>	
<i>Neoschwagerina margaritae</i>		<i>Neoschwagerina aff. margaritae</i>	
<i>Neoschwagerina craticulifera</i>		?	
<i>Neoschwagerina simplex</i>			
<i>Cancellina</i>		?	
<i>Misellina</i>	AMB FORM.	<i>Glossopteris</i> , <i>Gangamopteris</i>	Corisaccites
<i>Pseudofusulina prim.</i> <i>Parafusulina</i>		<i>Monodioxodina</i> <i>Pseudofusulina</i>	
	WARCHHA FORM.		

kapitanske stopnje. Kasneje (H. Kozur, 1980, 107) je omejil združbo *L. virkkiae* Norm Aa, kot dominantno obliko, *Corisaccites*, *Crucisaccites*, *Hamiapollenites* na kubergandinsko in wordsko srednjepersko stopnjo. V najdiščih pokrajine Salt Range (tabela 1) nastopa *Corisaccites* samo v formacijah Warchha in Amb, *Lueckisporites virkkiae* pa v formacijah Wargal in Chhidru. V palinološki združbi formacije Chhidru so poleg *L. virkkiae* še drugi značilni evropski turrinški elementi (B. S. Venkatachala & R. K. Kar, 1968; Balme, 1970). Ker je med formacijama Amb in Wargal vrzel, manjka tam združba

Corisaccites-Lueckisporites, najdena v wordskih plasteh Tunizije (cf. H. Kozur, 1980; cf. H. Visscher, 1978). *Corisaccites* in *Lueckisporites* sta najdena skupaj tudi v bazalnih in višjih plasteh grôdenske formacije Vicentinskih Alp in Dolomitov. V zgornjih plasteh pa dobimo samo oblikovno vrsto *L. virkikiae* (H. Visscher, 1978, 10).

Oblikovna rodova *Crucisaccites* in *Hamiapollenites* je lahko spoznati tudi v slabo ohranjeni palinološki vsebini. Težko pa je ločiti *Corisaccites* od *Lueckisporites* ter razlikovati evolucijske oblike *Lueckisporites palinodeme*, imenovane Norm Aa, Norm Ab', Norm Ab'' in Norm Ac. Razlikujejo se po organizacijskih elementih seksine — vrhnja, skulpturirana plast pelodne ovojnice — ki so mikrometrskih in submikrometrskih velikosti. Zato je za pravilno taksonomsko obdelavo močno metamorfoziranega in slabše ohranjenega palinološkega inventarja grôdenskih plasti v Sloveniji odločilnega pomena izbira oksidacijske metode in kvaliteta njene izvedbe.

Literatura

Balme, B. E. 1970, Palynology of Permian and Triassic strata in the Salt Range and Surghar Range, West Pakistan. V: Kummel B. & Teichert C. (ed.) *Stratigraphic Boundary Problems: Permian and Triassic of West Pakistan*, 305—453, Univ. Kansas, Dept. Geol., Spec. Publ., 4, Lawrence.

Budkovič, T. 1980, Sedimentološka kontrola uranove rude na Zirovskem vrhu. *Geologija*, 23/2, 221—226, Ljubljana.

Djupina, G. V. 1971, Novyj vid pylcy roda *Crucisaccites* Lele et Maithy iz permskih otloženij zapadnogo sklopa Urala. Uč. zap. NII geol. Arktiki. *Paleontol. i biostratigr.* vyp. 32, 67—70, 79 (rez. angl.), Leningrad.

Kozur, H. 1977, Probleme der Abgrenzung und Gliederung des Perms. *Beiträge zur Stratigraphie des Perms*, 1. Freiburger Forschungshefte, C 319, 79—121, Leipzig.

Kozur, H. 1980, Zur Korrelation der überwiegend kontinentalen Ablagerungen des obersten Karbons und Perms von Mittel- und Westeuropa. *Beiträge zur Stratigraphie des Perms*, 3(2). Freiburger Forschungshefte, C 348, 69—172, Leipzig.

Nakazawa, K. & Kapoor, H. M. 1977, Correlation of the marine Permian in the Tethys and Gondwana. *Fourth International Gondwana Symposium: Papers*, Vol. 2, 409—419, Calcutta.

Venkatachala, B. S. & Kar, R. K. 1966, *Corisaccites* gen. nov., a new saccate pollen genus from the Permian of Salt Range, West Pakistan. *Palaeobotanist*, 15, 1/2, 107—109, 1 tab., Lucknow.

Visscher, H. 1971, The Permian and Triassic of the Kingscourt outlier Ireland. A palynological investigation related to regional stratigraphical problems in the Permian and Triassic of Western Europe. *Geological Survey of Ireland, Spec. Pap.* 1, 114 str., 42 tab., Dublin.

Visscher, H. 1973, The Upper Permian of Western Europe. A palynological approach to chronostratigraphy. V: Logan, A. & Hills, L. V. (ed.): *The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary*. *Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.*, 2, 200—219, Ottawa.

Visscher, H. 1974, Palynological assemblages from "Saxonian" deposits of the Saar-Nahe basin (Germany) and the Dôme de Barrot (France). An approach to chronostratigraphy. *Rev. Palaeob. Palyn.*, 17, 1/2, 39—56, Amsterdam.

Visscher, H. 1978, Aspects of a palynological characterization of late Permian and early Triassic "standard" units of chronostratigraphical classification in Europe. *Information on Permian palynology*, 1, 3—16. Neobjavljeno.

UDK 593.12+582.26:552.24:551.736+555.761(497.13)=20

Permian-Triassic boundary at Brušane village in Velebit Mt.

Anton Ramovš

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

Vanda Kockansky-Devidé

Geološko-paleontološki zavod, Sveučilište u Zagrebu,
41000 Zagreb, Socijalističke revolucije 8/II

Abstract

Upper Permian boundary dolomite from Brušane in Velebit has previously been considered to be devoid of fossils. Bedded and platy dolomite is mostly dark gray in colour. Micritic and sandy varieties can be distinguished. Now fusulinids, microforaminifers and calcareous algae have been determined from the uppermost dolomitic layer. *Gymnocodium* and *Glomospira* are the most abundant fossils associated with *Staffella* cf. *transiens*.



Project 106

Kratka vsebina

O zgornjepermskem mejnem dolomitu pri kraju Brušane na Velebitu so včasih mislili, da je brez fosilov. Plastoviti in ploščasti dolomit je v glavnem temno siv, mikritne in peščene strukture. V vzorcih vrhnje dolomitne plasti so bile določene fuzulinide, mikroforaminifere in apne alge. Najbolj pogostna fosila sta alga *Gymnocodium bellerophontis* in foraminifera *Glomospira* sp. div. Tu in tam ju spremlja *Staffella* cf. *transiens*.

Well known Permian cross-section near village Brušane in Velebit Mt. finishes with gray, so called "boundary dolomite", which was previously considered to be without fossils (M. Salopek, 1942, 251). Nevertheless, microfossils can be found, at least in the area investigated, a little north of Velnačka Glavica hill (V. Kochansky-Devidé, 1965, 111). The authors have now sampled a part of the cross-section beginning eight metres below the Permian-Triassic boundary and finishing at the very contact. Fossils are not well preserved and not very abundant, but they can be found even in the top Permian stratum. The following forms have been determined:

Fusulinidae: *Staffella* cf. *transiens* Kochansky-Devidé, *Staffella* sp. (with nankinelloid juvenarium), and *Schubertella*? sp.

Permian-Triassic boundary at Brskovec village in Veliki Mt.

Anton Ramovš

Institute of Geology in Ljubljana, University of Ljubljana
1000 Ljubljana, Slovenia

Vanda Kochansky-Devidé

Geological Institute of the Czech Academy of Sciences
250 02 Brno, Czech Republic

Abstract

Upper Permian boundary between Permian and Triassic in Veliki Mt. is marked by a change in the composition of the fossil assemblage. The Permian is mostly dark grey to black micritic and sandy limestone, while the Triassic is mostly light grey to white micritic and sandy limestone. The Permian-Triassic boundary is marked by a change in the composition of the fossil assemblage. The Permian is mostly dark grey to black micritic and sandy limestone, while the Triassic is mostly light grey to white micritic and sandy limestone. The Permian-Triassic boundary is marked by a change in the composition of the fossil assemblage.

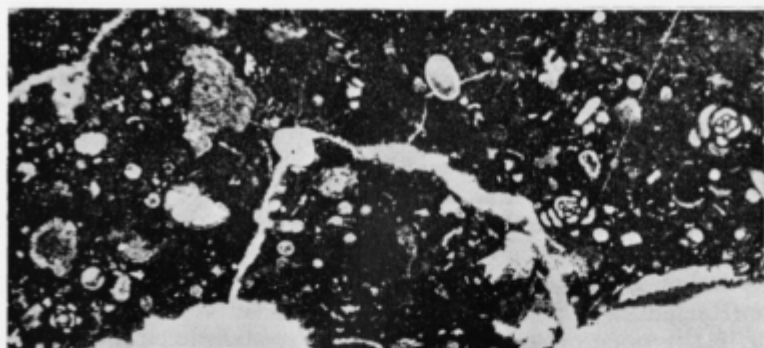
Key words

Permian-Triassic boundary, Veliki Mt., Slovenia. The Permian-Triassic boundary is marked by a change in the composition of the fossil assemblage. The Permian is mostly dark grey to black micritic and sandy limestone, while the Triassic is mostly light grey to white micritic and sandy limestone. The Permian-Triassic boundary is marked by a change in the composition of the fossil assemblage.

Tabla 1 — Plate 1

1 *Glomospira* sp. 3 samples; *Globivalvulina* sp., *Permocalculus* sp. No. 1/3. $\times 10$ 2 *Hemigordius* sp. 5/2. $\times 30$ 3—4 *Staffella* sp., 5/1, 3/1. $\times 30$ 5 *Ammodiscus* sp. in the intraclast 1/1. $\times 30$ 6 *Dasycladaceae* gen. indet. gen. n. ? No. 9. $\times 30$ 7 *Gyroporella* ? sp. 9. $\times 30$ 8—9 *Gymnocodium bellerophonis* (Rothpletz). 5/1, 3/1. $\times 30$

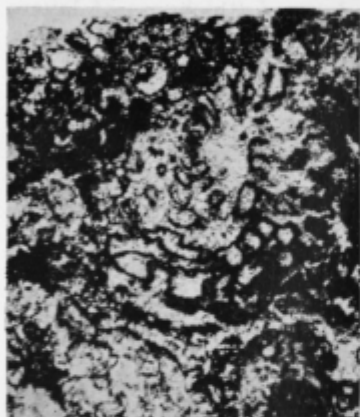
Photographs made by Pavlešić



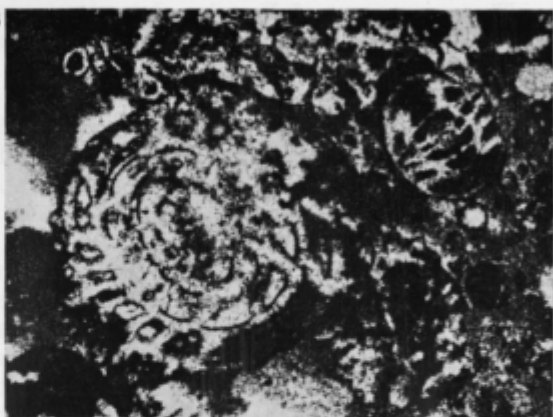
1



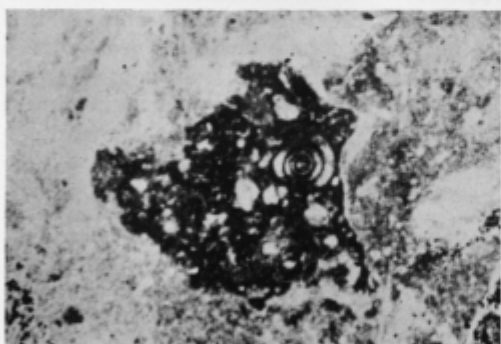
2



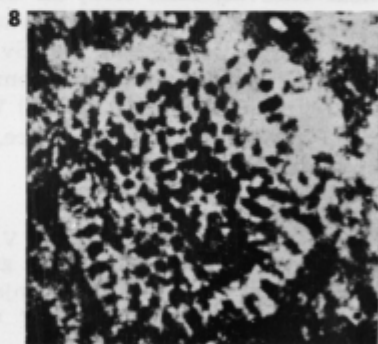
3



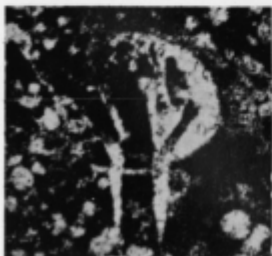
4



5



6



7



8



9

Microforaminifers: *Ammodiscus*, *Ammovertella*, *Calcidiscus*, *Glomospira* sp. div., *Hemigordius* sp. div., *Palaeotextulariidae* gen. ind. and *Neotuberitina*.

Calcareous algae: *Gyroporella* sp., bulbous dasyclad alga, n. gen. ?, *Gymnocodium bellerophonis* (Rothpletz), and *Permocalculus* cf. *fragilis* (Pia).

Problematica: *Bacinella* sp. and *Sphaerae*.

In 17 slides the most abundant fossils are *Gymnocodium* and *Glomospira*. Sporadically, *Staffella* cf. *transiens* is rather frequent. These three forms have also been found in the uppermost Permian stratum. *Mizzia velebitana* Schubert and *Mizzia yabei* (Karpinski) which are abundant north of Velnačka Glavica hill, do not occur in the uppermost eight metres of Permian dolomitic series.

The upper part of Permian dolomite is partly layered (thickness of layers about 30 cm) and partly platy (thickness of plates 5–15 cm). Dolomite is mostly dark gray and has in general densely micritic to finely sandy appearance.

Lower Triassic dolomite is more pale-coloured than Upper Permian carbonate rocks, usually a little yellowish in colour, fine-grained, banded and contain somewhat mica. Thin sections made of oolitic dolomite and finely- and rarely-porous dolomite do not contain fossil rests. About 30 metres above the lowermost Triassic dolomite platy dolomite rich in mica occurs, also with no visible fossil rests.

Gradual transition of the Uppermost Permian dolomite into Lower Triassic dolomite can be followed in the whole Upper Palaeozoic belt Brušane-Baške Oštarije. Besides the locality described, it is especially evident on the road Brušane-Baške Oštarije, just ahead of the Takalice pass.

Towards the south-east, in continuation of the Palaeozoic uplifted blocks near Risovac, Mali Kraj and Čitluk, Uppermost Permian dolomite is overlain by yellowish sandy Lower Triassic dolomite. Farther to the south-east, in the area of Počitelj, Medak and Sv. Rok the geologic relationships are quite different. Permian boundary-dolomite can be missing and the sedimentation of Triassic can start with typical Werfenian slate. At the south-eastern margin of the Palaeozoic belt, near Ričice, Permian-Triassic boundary has mostly tectonic character.

References

Kochansky-Devidé, V. 1965, Karbonske i permske fuzulinidne foraminifere Velebita i Like — srednji i gornji perm. Acta geologica 5, 101–150, Zagreb.

Salopek, M. 1942, O gornjem paleozoiku u okolini Brušana i Baških Oštarija. Rad Jugosl. akad. 274, Mat. prir. razr. 85, 218–272, 6 tab. in 2 geol. karti, Zagreb.

IZMENJAVA MNENJ

DISCUSSION

UDK 551.24:553.495(048)(497.12)=863

Nekaj misli o škofjeloški obročasti strukturi

**Comments on the publication by Uroš Premru & Trajan Dimkovski
Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia**

Ladislav Placer

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Kratka vsebina

Avtor kritično analizira članek, objavljen v GEOLOGIJI 24/1 1981 str. 61—71 o škofjeloški obročasti strukturi, ki sta ga napisala U. Premru in T. Dimkovski. Pri razlagi nastanka obročaste strukture je treba posvetiti posebno pozornost njenemu položaju v narivni zgradbi osrednje Slovenije in prednarivni geološki zgradbi. Rekonstrukcija geoloških razmer pred narivanjem pa je nemalo zahtevna naloga, ker še ni rešena vrsta vprašanj v zvezi z medsebojnim razmerjem narivnih enot. Zato tudi zveza med porazdelitvijo rudnih mineralov in škofjeloško obročasto strukturo ni ustrezno utemeljena. To kaže položaj uranovega rudišča na Žirovskem vrhu v prostoru in času med tektonskim razvojem.

Abstract

A critical review is given of the paper that appeared in the GEOLOGIJA 24/1 1981 pp 61—71 on the ring structure of Škofja Loka written by U. Premru & T. Dimkovski. In discussing the origin of the ring structure attention must be largely confined to its position in the overthrust structure of central Slovenia and to the pre-thrusting geological features. The latter can, however, hardly be restored as no mutual relationships between thrust units have so far been defined exactly. That is why the relations of the structure to the distribution of the sedimentary ore minerals are not explained correspondingly. An attempt is made by the reviewer to illustrate this remark by the position of the uranium ore deposit of Žiri vrh in the course of tectonic development.

V prvem delu štiriindvajsete knjige revije Geologija je izšel članek U. Premruja in T. Dimkovskega o škofjeloški obročasti strukturi. Pisca obravnavata zanimivo in za naše razmere novo snov. Njun prispevek smo prebrali z zanimanjem tudi zato, ker pripisujeta obročasti strukturi posebno vlogo v porazdelitvi uranovih, bakrovih in drugih rud na škofjeloškem ozemlju.

Avtorja sta obročasto strukturo odkrila pri preučevanju letalskih in satelitskih posnetkov v polkrogu od Kranja prek Gorenje vasi, Žirovskega vrha in Horjula do Medvod. Po njunem mnenju naj bi bila v mlajšepaleozojski eri na mestu današnje obročaste strukture dvignjena ali ugreznjena gruda v molasni



kadunji; na njenih strminah naj bi bilo prišlo do premeščanja in koncentracije uranovih, bakrovih in drugih mineralov. Po palinspastični rekonstrukciji, kjer sta upoštevala deformacije disjunktivne in plikativne tektonike, naj bi bila ostala obročasta struktura nepremaknjena diagonalno na mezozojske strukturno-facialne enote v smeri NE-SW. Odpirala naj bi se proti severovzhodu, kjer se je polagoma izgubila. Daljša os mladopaleozojske obročaste strukture je merila okoli 60 km, prečna pa okoli 25 km.

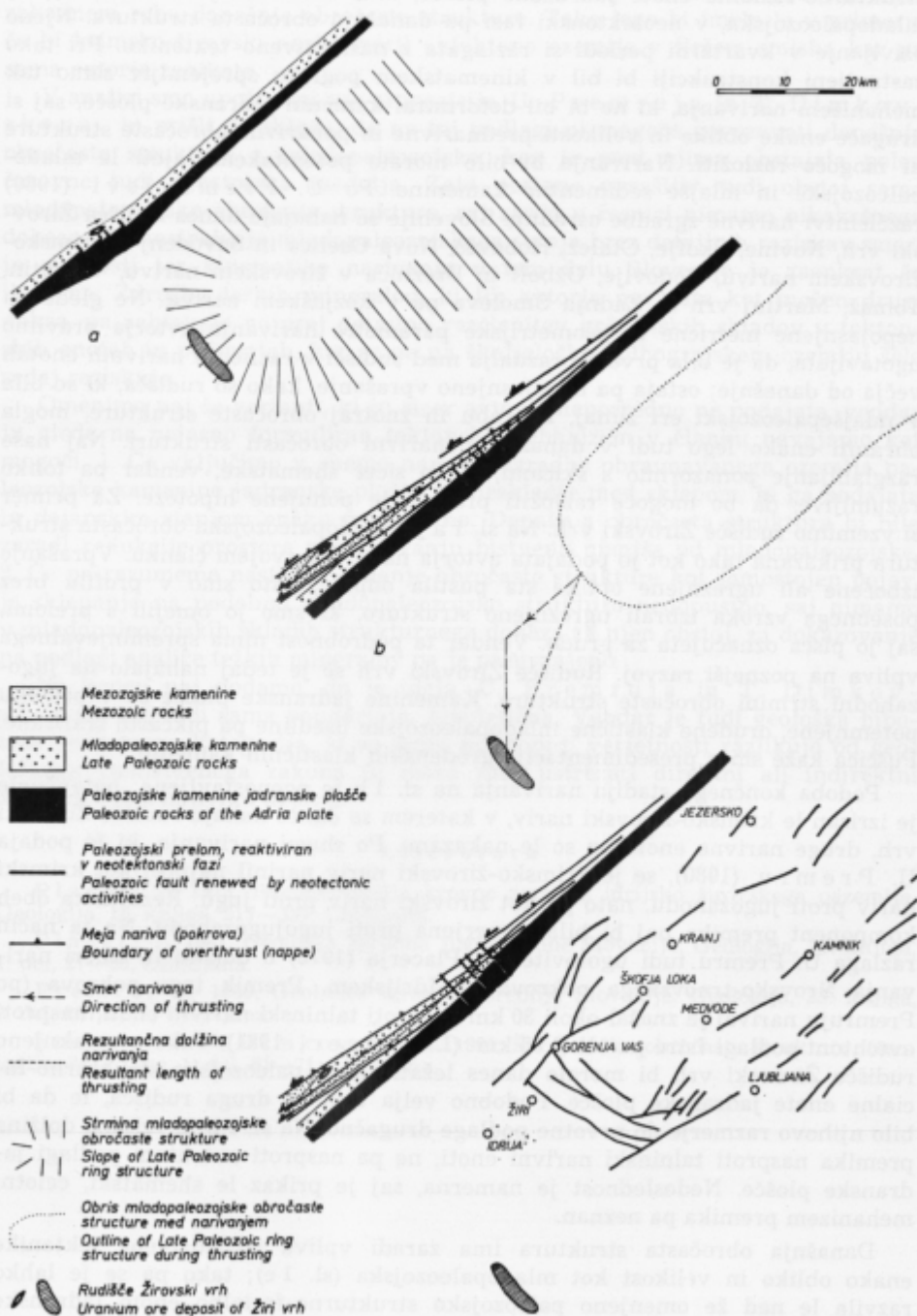
Današnja obročasta struktura na območju severovzhodno od Žirovskega vrha naj bi se nadaljevala pod naplavinami Ljubljanske kotline v Karavanke, kjer se počasi izgublja. Omejujejo jo prelomi, ki so nastali v različnih neotektonskih fazah v pleistocenski in holocenski epohi. Obročasta struktura ima elipsoidno obliko v smeri NE-SW, torej enako kot paleozojske strukturno-facialne enote jadranske plošče. Njeno oživljanje v kvartarni periodi si avtorja razlagata z nasledstveno tektoniko. Danes naj bi obročasta struktura tvorila rahlo dvignjeno grudo, ki je izražena na površju večidel v karbonskih in permskih molasnih sedimentih. V podlagi naj bi obstajale trde kamenine, na kar kažejo odkloni prelomov smeri W-E in NW-SE, ki so bili dejavni že v pliocenski epohi. Tedaj se obročasta struktura sicer še ni dvignila, vendar naj bi bila v globini že obstajala trša podlaga, zaradi katere so spremenili smer prelomi smeri W-E od obročaste strukture k njeni periferiji, nekoliko manj pa so očitni odkloni prelomov smeri NW-SE.

Hipoteza avtorjev o zvezi med orudenjem na škofjeloškem ozemlju in obročasto strukturo bi bila lahko verjetna, če se v njuno razlago ne bi prikradlo protislovje, ki zahteva kritičen pregled. Teorijo o narivni zgradbi osrednje Slovenije sicer upoštevat, toda pri tem napak razlagata kinematiko narivanja. Prevladujoč strukturni element v osrednji Sloveniji so narivne enote, ki so več ali manj znane, vendar razmerje med njimi še ni zadovoljivo pojasnjeno. Zato smemo upravičeno podvomiti v pravilnost palinspastično razvite mladopaleozojske zgradbe, posebno še zato, ker nam avtorja ne v tem ne v drugih delih ne dajeta metričnih in geometrijskih parametrov za tako rekonstrukcijo. Če zanemarimo vse te težave in predpostavimo, da bi bila rekonstrukcija pri današnji stopnji poznavanja že mogoča, ter sprejmemo podana prostorska razmerja, postane problematična in nedognana enaka oblika in velikost sedanje in mladopaleozojske obročaste strukture. Na njej pa avtorja gradita svojo hipotezo. Iz članka je mogoče razbrati, da enako obliko razlagata z obstojem paleozojske

Sl. 1. Odvisnost škofjeloške obročaste strukture in uranovega rudišča Žirovski vrh od narivanja v osrednji Sloveniji

Fig. 1. The ring structure of Škofja Loka and the uranium ore deposit of Žiri vrh in dependence of the overriding movements in central Slovenia

- a) pred narivanjem
before thrusting
- b) med narivanjem
in the course of thrusting
- c) obročasta struktura po letalskem in satelitskem posnetku
the ring structure delineated by means of aerial and satellite photographs



strukturno-facialne enote jadranske plošče, nad katero se je razvila najprej mladopaleozojska, v neotektonski fazi pa današnja obročasta struktura. Njeno oživljanje v kvartarni periodi si razlagata z nasledstveno tektoniko. Pri tako zastavljeni konstrukciji bi bil v kinematskem pogledu sprejemljiv samo tak mehanizem narivanja, ki ne bi bil deformiral kamenin jadranske plošče, saj si drugače enake oblike in velikosti prednarivne in ponarivne obročaste strukture ni mogoče razložiti. Narivanje bi bilo moralo potemtakem zajeti le mlado-paleozojske in mlajše sedimentne kamenine. Po U. Premrujevi (1980) razčlenitvi narivne zgradbe osrednje Slovenije se nahajajo danes rudišča Žirovski vrh, Novine, Škofje, Otalež, Hobovše, Nova Oselica in Sovodenj v krmsko-žirovskem narivu, Bodovlje, Ožbolt in Breznica v žirovskem narivu, Valentin, Tomaž, Martinj vrh in Zadnja Smoleva pa v kozjaškem narivu. Ne glede na nepojasnjene metrične in geometrijske parametre narivanja avtorja pravilno ugotavljata, da je bila prvotno razdalja med rudišči v različnih narivnih enotah večja od današnje; ostaja pa nepojasnjeno vprašanje, kako so rudišča, ki so bila v mlajšepaleozojski eri zunaj, na robu in znotraj obročaste strukture, mogla ohraniti enako lego tudi v današnji ponarivni obročasti strukturi. Naj naše razglabljanje ponazorimo s skicami, ki so sicer shematske, vendar pa toliko razumljive, da bo mogoče razložiti protislovje ponujene hipoteze. Za primer si vzemimo rudišče Žirovski vrh. Na sl. 1 a je mladopaleozojska obročasta struktura prikazana tako kot jo podajata avtorja na sl. 3 v svojem članku. Vprašanje izbočene ali ugreznjene oblike sta pustila odprto; zato smo v profilu brez posebnega vzroka izbrali ugreznjeno strukturo, ki smo jo omejili s prelomi, saj jo pisca označujeta za grudo. Vendar ta podrobnost nima spreminjevalnega vpliva na poznejši razvoj. Rudišče Žirovski vrh se je tedaj nahajalo na jugozahodni strmini obročaste strukture. Kamenine jadranske plošče so v preseku potemnjene, orudene klastične mladopaleozojske usedline pa pikčasto šrafirane. Puščica kaže smer presedimentacije grōdenskih klastičnih kamenin.

Podoba končnega stadija narivanja na sl. 1 b je poenostavljena; natančneje je izrisan le krmsko-žirovski nariv, v katerem se danes nahaja rudišče Žirovski vrh, druge narivne enote pa so le nakazane. Po shemi narivanja, ki jo podaja U. Premru (1980), se je krmsko-žirovski nariv narinil najprej kot krmski nariv proti jugozahodu, nato pa kot žirovski nariv proti jugu. Rezultanta obeh komponent premika naj bi bila usmerjena proti jugojugozahodu. Na ta način razlaga U. Premru tudi ugotovitev L. Placerja (1973) o dolžini in smeri narivanja žirovsko-trnovskega pokrova na Idrijskem. Premik tega pokrova (po Premruju nariva) je znašal okoli 30 km nasproti talninski narivni enoti, nasproti avtohtoni podlagi Istre pa okoli 65 km (L. Placer, 1981). Tako premaknjeno rudišče Žirovski vrh bi moralo danes ležati zunaj paleozojske strukturno-facialne enote jadranske plošče. Podobno velja tudi za druga rudišča, le da bi bilo njihovo razmerje do prvotne podlage drugačno. Na sl. 1 b je vrisana dolžina premika nasproti talninski narivni enoti, ne pa nasproti avtohtoni podlagi jadranske plošče. Nedoslednost je namerna, saj je prikaz le shematski, celotni mehanizem premika pa neznan.

Današnja obročasta struktura ima zaradi vpliva nasledstvene tektonike enako obliko in velikost kot mladopaleozojska (sl. 1 c); tako pa se je lahko razvila le nad že omenjeno paleozojsko strukturno-facialno enoto jadranske

plošče. Rudišče Žirovski vrh po takšni interpretaciji ne more ležati na jugozahodnem robu današnje obročaste strukture. Tako lego bi imelo le v primeru, če bi krimsko-žirovski nariv tvoril avtohtono ozemlje v širšem smislu, kar pa sama avtorja zanikata.

V analizi smo upoštevali vse propozicije U. Premruja in T. Dimkovskega, in prišli do sklepa, da na tej podlagi ni mogoče povezovati današnje obročaste strukture z mladopaleozojsko, ker je med njima obstajala poleg časovne tudi prostorska razdalja. Zato postane vprašljiv tudi obstoj same mladopaleozojske obročaste strukture, saj zanjo v resnici nimamo nikakršnega dokaza. Rekonstrukcija mladopaleozojskega stanja brez detajlnih raziskav smeri in velikosti ter kinematike narivanja v tem delu Slovenije je zaenkrat še iluzorna. Združbe težkih mineralov, ki jih avtorja navajata kot možen drugi dokaz, pa zahtevajo najprej detajlno razčlenitev gródenskih skladov v tektonskih enotah in podenotah, kar se pa na škofjeloško-polhograjskem ozemlju šele sedaj raziskuje.

Omenimo naj še varianti, ki ju sicer avtorja neposredno ne podajata, vendar ju glede na nejasno formuliran tektonski mehanizem v članku navajamo kot mogoči. 1. Če vključimo v shemo narivne zgradbe obravnavanega ozemlja paleozojske kamenine jadranske plošče, je neskladje med sklepom, ki ga podajata in dejanskim stanjem enako protislovno. Današnja obročasta struktura bi bila zaradi redukcije prostora pri narivanju bistveno manjša od mladopaleozojske. 2. Če pa razumemo nastanek sedanje obročaste strukture kot samostojen pojav, je sklepanje na podobno mladopaleozojsko strukturo nedopustno, saj nimamo v mladopaleozojskih skladih strukturnega dokaza za njen obstoj, za dokazovanje na podlagi analize težkih mineralov pa je preuranjeno.

Na koncu naj dodamo, da je ideja U. Premruja in T. Dimkovskega, kot tudi sama poudarjata, hipotetična. Vendar je tudi geološka hipoteza znanstvena kategorija, ki se samo po stopnji verjetnosti razlikuje od geološkega znanstvenega zakona in mora zato ustrezati direktni ali indirektni kontroli z dokazljivimi dejstvi.

Literatura

Placer, L. 1973, Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko žirovskega ozemlja. *Geologija*, 16. knjiga, 317—337, Ljubljana.

Placer, L. 1981, Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. *Geologija*, 24. knjiga, 1. del, 27—60, Ljubljana.

Premru, U. 1980, Geološka zgradba osrednje Slovenije. *Geologija*, 23. knjiga, 2. del, 227—278, Ljubljana.

Premru, U. & Dimkovski, T. 1981, Škofjeloška obročasta struktura. *Geologija*, 24. knjiga, 1. del, 61—71, Ljubljana.

UDK 048.1

Geowissenschaftliche Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle. Herausgegeben von der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Hannover. Enke Verlag Stuttgart, 1980. Obseg 224 strani, 65 slik, 14 tabel. Format 17 × 24 cm. Kartoni-rano DM 18.—

Knjiga predstavlja obenem 2. del 131. zvezka revije Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Obsega predavanja in razprave na simpoziju, ki ga je dne 19. 11. 1979 organiziralo Nemško geološko društvo v Braunschweigu. Naslov pove, da gre za gospodarsko in ekološko zelo pomembno temo, ki tare zlasti vse tiste države, ki že imajo radioaktivne odpadke in ne vedo kam z njimi. Zanimiva pa je tudi za druge države, ki šele uvajajo uporabo jedrske energije. Na simpoziju so prebrali 7 predavanj in o njih tudi razpravljali. Knjigi je dodan krajši povzetek poročila, ki kritično obravnava možnost vskladiščenja radioaktivnih odpadkov v solnem čoku Gorleben-Rambow na Labi, in diskusijo.

Trajno vskladiščenje radioaktivnih odpadkov predstavlja za vsako državo velik problem, tako tudi za Zvezno republiko Nemčijo. Ti odpadki morajo biti namreč za dobo 10^4 do 10^7 let izolirani od biosfere. Po predhodni dodatni uporabi jih je treba pripraviti za vskladiščenje in najti v ta namen ustrezen kraj. Tako je posvečeno prvo predavanje nadaljnjemu izkoriščanju odpadkov in njihovi pripravi za trajno skladiščenje. Drugo predavanje se ukvarja z možnostmi odlaganja radioaktivnih odpadkov v geoloških telesih. Iz raziskav v ZDA, Kanadi, ZSSR, Franciji, Veliki Britaniji in v Zvezni republici Nemčiji izhaja, da je radioaktivne odpadke možno odlagati tako na kontinentih, kakor tudi v oceanih. Na kontinentih pridejo v poštev zlasti nahajališča soli, anhidrita, glinastega skrilavca in laporja pa tudi granita, bazalta in tufa; prizadete države se odločajo predvsem za nahajališča soli in granita. Druga možnost za odlaganje radioaktivnih odpadkov je v globokomorskem mulju oceanov. V ta namen naj bi prišlo v poštev zlasti območje v severnem delu pacifiške plošče, severovzhodno od mesta San Francisco.

Strokovnjaki Zvezne republike Nemčije preučujejo možnost skladiščenja radioaktivnih odpadkov v diapirskih čokih soli. Zato so vsi ostali prispevki v knjigi posvečeni nastanku, geološki zgradbi ter petrološki in mineralni sestavi, pa tudi mehanskim in fizikalnim lastnostim solnih čokov. Večina referentov in razpravljalcev je mnenja, da predstavljajo ta geološka telesa primerno skladišče za trajno odlaganje odpadkov. Kamena sol je namreč gosta ter sposobna, da sorazmerno hitro zaceli morebitne razpoke. Zato je neprepustna tako za tekočine, kakor tudi za pline. Zanje je značilna večja toplotna prevodnost, kot jo imajo številne druge kamenine, mimo tega pa je mogoče v njej izdelati brez posebnih težav ustrezne skladiščne prostore.

Po dosedanjih študijah bi bil za trajno skladiščenje radioaktivnih odpadkov v Zvezni republici Nemčiji najbolj primeren čok Gorleben-Rambow, ki se

nahaja okrog 100 km jugovzhodno od Hamburga, ob meji z Nemško demokratično republiko. Sklepom teh študij nasprotuje prof. E. Grimmel z Geografskega inštituta univerze v Hamburgu, njegovim trditvam pa oporekajo W. Jaritz, K. - D. - Meyer, G. Leydecker in E. Hofrichter, geologi Zveznega zavoda za geološke vede in surovine v Hannovru. Nesoglasja izvirajo iz različne interpretacije geoloških razmer. Zato je razprava o primernosti solnega čoka Gorleben-Rambow za vskladiščenje radioaktivnih odpadkov zelo poučna za geologe.

Kolikor mi je znano, v Jugoslaviji še nimamo skladišča za trajno odlaganje radioaktivnih odpadkov. Odpadke iz jedrske elektrarne Krško bodo hranili začasno, menda za pet let, v prostoru ob sami elektrarni. V tem času pa bo treba na območju naše države najti ustrezno centralno skladišče. Za vse strokovnjake, ki rešujejo to nalogo bo pričujoča knjiga še posebej zanimiva.

Sicer bi pa opozoril na mnenje nobelovega nagradjenca G. Walda, navedeno v epilogu, da bo trajalo življenje na zemlji, zaradi vse večjega števila atomskega orožja, komaj še pet do 25 let. Na podlagi te, zelo pesimistične ocene opozarja C. G. Winder z univerze Western Ontario, da je v zvezi z jedrsko energijo in skladiščenjem odpadkov bolj pomembno vprašanje, koliko časa bo sploh še trajalo življenje na zemlji, kot pa problem, kam z odpadki.

Matija Drovenik

Galina I. Buryi: **Nižnetriasovie konodonti Južnogo Primorja**. Izdatelstvo Nauka, Moskva 1979. Obseg 142 strani, 15 risb (stratigrafski stolpci, geografska shema), 3 tabele, 21 slikovnih tábel. Format 14,5 × 22 cm, broširano, cena 1 r. 60 kop.

Knjižica obsega tri dele, paleontološkega, stratigrafskega in povzetek. Kot uvod je kronološko podan pregled dosedanjih raziskav triadnih konodontov, začenši z raziskavami Bransona in Mehla l. 1941. Avtorica je omenila tudi spodnjetriadne konodonte iz Dinaridov po S. Pantičevi iz l. 1969. Tekst dopolnjujejo tri risbe, ki so povzete po različnih avtorjih in predstavljajo korelacijo triadnih konodontnih in amonitnih con ter stratigrafsko razširjenost spodnjetriadnih konodontov.

Poglavje o prepariranju konodontov se nanaša na raziskave kamenin v Južnem Primorju. Pri laboratorijskem prepariranju so uporabljali ocatno kislino. Izmed vseh pisanih spodnjetriadnih sedimentnih kamenin je za tovrstno preiskovanje najbolj obetaven alevrolit s karbonatnim vezivom, ki med drugim vsebuje tudi amonite, školjke in brahiopode. Za topljenje so jemali standardne kilogramske vzorce. Vsebnost konodontov je bila zelo nizka; znašala je eden do pet primerkov na kilogram kamenine, le v redkih apnenih lečah se je pogostnost povzpela do 50 primerkov na kilogram.

Pred opisom konodontov je avtorica na splošno podala sistematiko triadnih rodov od sestavljenih, vejnatih do ploščastih. Zlasti za morfologijo, terminologijo in orientacijo so zelo nazorne številne risbe posameznih tipov konodontov. Ker sistematski položaj konodontonosnih živali še ni zanesljiv, so v knjižici zbrane tudi hipoteze različnih raziskovalcev o pripadnosti konodontov živalskim skupinam. Na koncu tega zapisa je risba 7, ki je v bistvu zelo slaba fotografija.

Iz teksta razberemo, da gre za ploščo kamenine iz spodnjetriadne cone *Anasibirites nevolini*, torej iz zaporedja z obliko *Neogondolella milleri*, na kateri je ohranjenih deset različno orientiranih konodontov. Avtorica meni, da je na fotografiji verjetno predstavljen ustni aparat konodontonositelja, ki vsebuje ozarkodiniformni element, vendar je še potreben nadaljnega preučevanja. Izmed 37 opisanih vrst konodontov, ki pripadajo 13 rodovom, je kar pet novih. To so: *Hindeodella budurovi*, *Oncodella obuti*, *Neospathodus zharnikov*, *N. longiusculus* in *N. zaksi*.

Stratigrafski del se prične s pregledom dosedanjih preučevanj stratigrafije spodnjetriadnih plasti v Južnem Primorju. Iz tabele 1 so razvidne korelacije na podlagi amonitnih con večine novejših raziskav od leta 1956 dalje. Sledijo podrobni opisi osmih spodnjetriadnih profilov Južnega Primorja. Na risbi 8 je shematsko nakazana lokacija teh profilov. V tekstualnem opisu profilov so zajeti tile podatki: vrsta kamenine, debelina cone in favna. Za vsak profil posebej so izdelane risbe, v katerih so grafično prikazane vrste kamenin, zaporedne številke konodontnih vzorcev, konodontna favna in pogostnost konodontov. Delo zaključuje primerjava spodnjetriadnih konodontnih združb Južnega Primorja z enako starimi favnami drugih področij. Ta primerjava je shematsko prikazana na tabeli 3.

Zadnji del tvori povzetek, strnjen na dveh straneh v 17 točkah.

Delo predstavlja pomemben prispevek k poznavanju spodnjetriadnih konodontnih združb posebno zato, ker so to prvi tovrstni podatki iz tega dela sveta. Na podlagi šestih konodontnih združb je avtorica določila indijsko in oleneksijsko starost kamenin, iz katerih je opisala tudi pet novih taksonov. Knjižica je opremljena s številnimi risbami in večnamensko uporabljivimi tabelami. Vsi opisani konodontni elementi so tudi upodobljeni na slikovnih tablah; žal je njihova kvaliteta dokaj slaba.

Tea Kolar-Jurkovšek

I. G. Speden and I. W. Keyes: **Illustrations of New Zealand Fossils.** Crown Copyright, Wellington 1981. Obseg: 109 strani, 6 slik, 32 slikovnih tabel. Format 20 × 28,5 cm. Vezano v platno.

Knjigo je izdal New Zealand Department of Scientific Research (DSIR Information Series No. 150) kot priročnik. Vsebino sta pripravila I. G. Speden in I. W. Keyes v sodelovanju s strokovnjaki mikropaleontološke sekcije novozelandskega geološkega zavoda.

Delo je posvečeno znanstveniku Siru Charlesu Flemingu, ki je bil v letih od 1953 do 1977 glavni paleontolog novozelandskega geološkega zavoda, namenjeno pa je tako profesionalnim kot tudi amaterskim geologom. Zato avtorji že v uvodu na kratko predstavijo nekaj osnov geologije in paleontologije, bogat fosilni material pa je predstavljen v obliki kataloga.

Večina ilustriranih primerkov obsega morske makrofosile: školjke, polže, amonite in brahiopode. Na tablah 15 in 16 je upodobljeno nekaj kopenskih rastlin, na tabli 26 vertebri (kosti pingvina, zobje kita) in na tabli 1 nekaj konodontov. Zanimiv je prikaz geološke lestvice na slikah od 4 do 6, ki nas

seznanj z novozelandsko razdelitvijo kamenin vse od kambrija naprej, na slikah 1 in 2 pa sta pregledni geološki karti Nove Zelandije.

Na eni strani in pol je izbor najpomembnejših znanstvenih publikacij, v katerih dobi bralec podrobnejše informacije o klasifikaciji in pojavljanju novozelandskih fosilov.

Na straneh od 83 do 109 so zbrani najpomembnejši podatki za vse prikazane fosile od njihovih imen, starosti in najdišč pa do tega, kje so shranjeni in pod katero inventarno številko. Ti podatki so zlasti pomembni za profesionalne paleontologe, kajti s pomočjo njih brez težav najdejo originalni komparativni material.

Table fosilov, predstavljene v katalogu, so povzete iz *Geology of New Zealand* (Syggate et al. 1977), ki je hkrati tudi najboljši splošni informator o novozelandskih fosilih in njihovih matičnih kameninah.

Vrednost kataloga je v številnih slikah fosilov in osnovnih podatkih o geologiji Nove Zelandije. Avtorji so smotrno izbrali najpomembnejše makrofosilne skupine in jih predstavili na način, ki bi ga veljalo posnemati tudi pri nas.

Bogdan Jurkovšek

Shingo Hayashi: **Phyletic chart on conodonts**. On the range chart and hypothetical affinities of platform conodonts since the late Carboniferous. Monograph 23, The Association for the geological Collaboration in Japan/May, 1981, 38 strani in 2 tabli, 18 × 26.

Shingo Hayashi je prikazal stratigrafsko razširjenost in medsebojno sorodnost ploščastih konodontov od zgrnjekarbonske do triadne periode. Vsebinsko je strnil v obliki dveh preglednih slikovnih tábel. Tabla 1 kaže hipotetično medsebojno sorodnost vrst ploščastih konodontov; avtor je na njej predstavil oralno, aboralno in lateralno stran večine holotipov. Tabla 2 prikazuje stratigrafsko razširjenost ploščastih elementov. Zgrnjekarbonski, permski in triadni konodonti še niso sistemizirani; zato se je avtor pri sestavljanju teh tábel zavedal določenih pomanjkljivosti in netočnosti, vendar pomeni tudi poskus, najti ključ za klasifikacijo konodontov, določen napredek v raziskovanju in identifikaciji konodontov. V razlagi tábel je avtor napisal, da so na Japonskem pričeli raziskovati konodonte šele po l. 1963, ko so jih s pomočjo fluorovodikove kisline ekstrahirali iz roženca geosinklinale Honshu (Chichibu). Drugod so namreč našli konodonte predvsem v karbonatnih kameninah šelfnega faciesa in zato so konodontno biostratigrafijo lahko uskladili z amonitno in drugih vodilnih fosilov.

Avtor je ploščaste konodonte, navedene v članku, razdelil na dve grupi, gondolellidi in gnathodidi.

1. Gondolellidi vključujejo rod *Gondolella* in sorodne rodove, kot so *Neogondolella*, *Gladigondolella*, *Paragondolella*, *Epigondolella*, *Celsigondolella*, *Tardogondolella*, *Ancyrogondolella*, *Parvigondolella* idr. Oblikovno bi vrste teh rodov imenovali tudi polygnathide, imenovane po rodu *Polygnathus*; pri klasifikaciji posameznih konodontnih aparatov sta v rabi obe imeni elementov: gondolelliformi in polygnathiformi, saj nomenklatura še ni poenotena.

2. Gnathodidi obsegajo predstavnike rodu *Gnathodus* in njemu sorodne rodove *Anchignathodus*, *Diplognathodus*, *Idiognathodus*, *Streptognathodus*, *Spathognathodus* idr. Predstavniki te grupe se od prejšnje ločijo po zelo odprti bazi in obsežni bazalni votlini.

Tabli 1 in 2 kažeta morfološke podobnosti vrst pripadajoči grupi gondolellid ali gnathodid v določenem horizontu. V tabli 1 so gondolellidi razporejeni od levega spodnjega do zgornjega desnega roba, medtem ko so gnathodidi omejeni na desni spodnji del. Rod *Gondolella* je pričel svoj razvoj v spodnjem morrowiju (najnižji zgornji karbon) in je prenehal konec noriške stopnje zgornje triade. Gnathodidi predstavljajo starejši sistem kot gondolellidi; pojavili so se že v ordovicijski periodi, in zato je v tablah zajeta le zadnja stopnja njihove evolucije.

Končno se je avtor dotaknil tudi dveh že dolgo časa znanih problemov; to sta vprašanji klasifikacije in filogenije.

1. Problem klasifikacije izvira iz poplave sinonimov generičnih in vrstnih imen. Vzrokov za to zmešnjavo je seveda več. Najhujši je nastal, ker so razni avtorji različno poimenovali iste vrste konodontov. Kot primer je Shingo Hayashi navedel sinonima rodov *Gondolella* Stauffer in Plummer 1932 in *Metapolygnathus* Hayashi 1968.

2. Problem filogenije. V morfološkem pogledu se rod *Gondolella* v osnovi ni spremenil od začetka v morrowijski seriji pa do izumrtja v noriški stopnji. Vendar njegov razvoj od mlajšega karbona do perma doslej še ni pojasnjen.

Ta manjkajoč filogenetski podatek bi po mišljenju avtorja morda lahko dobili z raziskovanjem nekarbonatnih geosinklinalnih faciesov; to možnost je nakazala roženčeva formacija na Japonskem.

Različni rodovi triadnih konodontov, kot so *Furnishius*, *Platyvillosus*, *Eurygnathus*, *Pseudofurnishius*, *Metapolygnathus*, *Epigondolella*, *Tardogondolella*, *Ancyrogondolella*, *Carinella*, *Polygnathus*, so po mnenju avtorja izšli iz rodu *Gondolella*, seveda pa obstaja možnost nekega drugega izvora.

Avtor je zbral vse važnejše podatke, zlasti prve opise zgornjekarbonskih do triadnih ploščastih konodontov; s tem je opravil pomembno delo, dobrodošlo vsem, ki se ukvarjajo s konodonti, pa tudi študentom mikropaleontologije.

Tea Kolar-Jurkovšek

Willard D. Hartman, Jobst W. Wendt & Felix Wiedenmayer: **Sedimenta VIII — Living and Fossil Sponges**. Notes for a Short Course. The University of Miami, Miami Beach Florida, 1980, VI + 274 strani, 127 strani slik. Format 21 × 28, broširano, USA \$ 11.00.

Delo je rezultat plodnega sodelovanja biologa in dveh paleontologov. Razdeljeno je na tri dele. Večji del prvega splošnega dela je posvečen recentnim spužvam in z biološkega vidika obravnava njihovo zgradbo, funkcijo različnih sistemov, načine reprodukcije in ontogenetski razvoj. Sledi sistematika spužev, ki jih Hartman na podlagi zgradbe skeleta deli na štiri razrede: Demospongiae, Sclerospongiae, Calcarea in Hexactinellida. Posamezni razredi so razdeljeni na različno število podrazredov, za katere so pomembni ontogenetski

razvoj, mineralna sestava in morfologija spikul ter biotop. Zadnje poglavje splošnega dela obravnava fosilizacijo; zajeti so vsi procesi od smrti organizma do končnega stanja diagenetskih sprememb njegovega ostanka.

Drugi in tretji del sta podobno zasnovana: drugi obravnava kremenaste, tretji pa apnene spužve. Oba dela se pričeneta z evolucijo in ekologijo in sta podprta s konkretnimi primeri. Za kremenaste spužve piše Wiedenmayer, da so dosegle največjo raznolikost od kambrija naprej v plitvi vodi s srednjim in visokim energijskim indeksom, največkrat v karbonatnem faciesu; le v kambriju je po izumrtju archaeociatov ta odnos obrnjen. Za stopnje in celo za nekatere podstopnje mezozojskih serij so prikazane paleogeografske skice nekaterih delov Tetide, dopolnjuje pa jih tekstualni del, kjer lahko razberemo, katere biotope so naseljevale spužve.

Poglavji o anatomiji mehkih delov spužev se opirata predvsem na izsledke bioloških raziskav recentnih spužev in sta podani po podrazredih. Posebna pozornost je dana vrstam celic, kot npr. kontraktilnim, živčnim, celicam z vključki in različnim tkivom. Pri apnenih spužvah so podrobno opisani vsi trije gradbeni tipi: ascon, sycon in leucon. Ontogenetskemu razvoju demospongiij je odmerjeno veliko prostora in je prikazan tudi ta razvoj na shemi 2.3.14. Za paleontologe je zelo zanimivo poglavje o spikulah, ki jih glede na njihovo velikost in lego v skeletu deli na makrosklere in mikrosklere. Spikule kremenastih spongiij sestojijo iz amorfnega kremenca, ki je podoben opalu in ima tudi podobno specifično težo. Vsaka spikula apnenih spužev je v bistvu posamezen kristal nečistega kalcita, ki je vložen v mikrofibrilarni organski ovoj. Dokaj zapletena morfologija spikul je nazorno nakazana tudi na shemi 2.4.3.1—3. Na koncu drugega in tretjega dela sta poglavji o ekologiji, ki kronološko opisujeta vse tri oddelke zemeljske zgodovine. Med mnogimi primeri je omenjena tudi najdba spikul kremenastih spužev v Jugoslaviji, in sicer v coni Kuči severno od Gackega v spodnjemurskem pelagičnem apnencu. Vsebinsko o apnenih spužvah dopolnjuje poglavje o njihovi podobnosti z izumrlimi skupami: Stromatoporoidea, Tabulata in Archaeocyatha. Wendt je mnenja, da skupina Stromatoporoidea in del skupine Tabulata prav gotovo pripada deblu Porifera. Ker pa so Tabulata imele polifiletski razvoj, bi jih vsaj delno lahko pripisali koralam. Archaeocyatha različni avtorji uvrščajo običajno kot posebno deblo nevretenčarjev s stopnjo diferenciacije višje od protozojev in nižje od debla Porifera; analogne naj bi bile deblu Coelenterata. Zato sklepa Wendt, da so bile Archaeocyatha bolj specializirane kot Sphinctozoa (Calcarea) in jih moremo šteti v poseben razred višje od apnenih spužev.

V delu je zbranih veliko podatkov, ki jih dopolnjujejo številne fotografije, skice, diagrami in tabele. Zelo pregledno napisana skripta torej predstavlja priručnik, ki podaja biološke značilnosti te malo raziskane živalske skupine in pojasni vlogo, ki so jo imele spužve v geološki zgodovini pri tvorbi grebenov. Tako je delo zanimivo ne le za biologe in paleontologe, marveč tudi za regionalne geologe, ki se srečujejo z grebenskimi tvorbami.

Tea Kolar-Jurkovšek

GEOLOGIJA — RAZPRAVE IN POROČILA
GEOLOGICAL TRANSACTIONS AND REPORTS

Avtorsko kazalo k 24. knjigi (1981)

Author Index to Volume 24 (1981)

	Del Part	Str. Page
1. Budkovič, T.		
Raziskave na Žirovskem vrhu po modelu geokemične celice . . .	1	7
Exploration at Žirovski vrh uranium deposit on principle of the geochemical cell	1	21
2. Budkovič, T.		
Glej 10. Jelen, M.		
See 10. Jelen, M.		
3. Cimerman, F.		
Glej 15. Ogorelec, B.		
See 15. Ogorelec, B.		
4. Dimkovski, T.		
Glej 22. Premru, U.		
See 22. Premru, U.		
5. Dolenec, T.		
Zgornjepermške in skitske plasti pri Trziču	2	217
Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area	2	236
6. Dozet, S.		
Biostratigrafija jurskih plasti južno od Prezida v Gorskem kotaru . . .	1	109
Biostratigraphy of Jurassic beds south of Prezid in Gorski Kotar . . .	1	109
7. Faganeli, J.		
Glej 15. Ogorelec, B.		
See 15. Ogorelec, B.		
8. Faninger, E.		
Glinenci ravenskih pegmatitov	1	75
Feldspars from pegmatites of Ravne in Carinthia	1	81
9. Građ, K.		
Glej 10. Jelen, M.		
See 10. Jelen, M.		
10. Jelen, M.		
Crucisaccites variosulcatus Djupina v permških plasteh urano- vega rudišča Žirovski vrh	2	319
Crucisaccites variosulcatus Djupina from Permian beds of the uranium deposit of Žirovski vrh	2	319

11. Kochansky-Devidé, V.		
Glej 23. Ramovš, A.		
See 23. Ramovš, A.		
12. Kockansky-Devidé, V.		
Glej 24. Ramovš, A.		
See 24. Ramovš, A.		
13. Mencej, Z.		
Aluvialni vršaj Želimeljščice	1	169
Alluvial fan of the river Želimeljščica	1	169
14. Mišič, M.		
Glej 15. Ogorelec, B.		
See 15. Ogorelec, B.		
15. Ogorelec, B.		
Sediment sečoveljske soline	2	179
Sediment of the salt marsh of Sečovlje	2	213
16. Ogorelec, B.		
Glej 5. Dolenec, T.		
See 5. Dolenec, T.		
17. Pavlovec, R.		
Fliš v Postojni	2	285
Flysch from Postojna	2	300
18. Pezdič, J.		
Glej 5. Dolenec, T.		
See 5. Dolenec, T.		
19. Placer, L.		
Geološka zgradba jugozahodne Slovenije	1	27
Geologic structure of southwestern Slovenia	1	56
20. Placer, L.		
Nekaj misli o škofjeloški obročasti strukturi	2	333
Comments on the publication by Uroš Premru & Trajan Dimkovski: Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia	2	333
21. Pohar, V.		
Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovimi pečmi	2	241
La faune pléistocène de la cavité de Jama pod Herkovimi pečmi	2	263
22. Premru, U.		
Škofjeloška obročasta struktura	1	61
Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia	1	61
23. Ramovš, A.		
Karbonske in permske plasti pri Logu v Julijskih Alpah	1	91
Carboniferous and Permian beds at Log in the Julian Alps	1	91
24. Ramovš, A.		
Permian-Triassic boundary at Brušane village in Velebit Mt.	2	327

25. *Stegnar, P.*

Glej 15. Ogorelec, B.

See 15. Ogorelec, B.

26. *Sercelj, A.*

Pelod v kvartarnih sedimentih Soške doline 1 129

Pollen in Quaternary sediments from the Soča Valley 1 145

27. *Sercelj, A.*

Glej 15. Ogorelec, B.

See 15. Ogorelec, B.

28. *Sribar, L.*

Glej 6. Dozet, S.

See 6. Dozet, S.

29. *Sribar, L.*

Kredne plasti v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub 2 303

Cretaceous beds in the eastern extensions of the Karavanke

Alps and the Sava folds 2 303

30. *Žlebnik, L.*

Hidrogeološki pogoji za gradnjo elektrarne Mavčiče 1 151

Hydrogeologic conditions of the Mavčiče dam site 1 151



UREDNIŠKA OBVESTILA

EDITORIAL NOTICES

Sodelavcem GEOLOGIJE

GEOLOGIJA objavlja originalne razprave s področja geoloških in sorodnih ved ter poročila o geoloških raziskovanjih, kongresih, posvetovanjih in publikacijah. Rokopis naj ne bo daljši od 35 tipkanih strani ali 60 000 znakov. V to število se štejejo tudi slike. Osnova za preračunavanje slik v znake je 3500 znakov za celostransko sliko.

Prosimo vse sodelavce GEOLOGIJE, da skrbno izbirajo vsebino svojih člankov, posvete ustrezno pozornost kratkemu in jasnemu načinu izražanja, uporabi posameznih besednih vrst in strokovnih geoloških izrazov ter izdelavi ilustracij. Na ta način bo reviji zagotovljena primerna znanstvena raven in oblika.

Prispevki morajo biti pisani s strojem z dvojnimi presledki in s 4 cm širokim levim robom. Pri pregledu svojih rokopisov naj avtorji zlasti pazijo na pravilno pisanje znanstvenih in lastnih imen, znakov, števil, formul in merskih enot, določenih v zakonu o merskih enotah in merilih (Ur. list SFRJ št. 13, leto 1976).

Osebnna imena pri navajanju literature naj bodo podčrtana črtkano, imena fosilov (rod in vrsta) pa valovito. Tekst naj ne vsebuje neobičajnih okrajšav, nejasnih popravkov in opomb.

Tabele naj bodo napisane na pisalni stroj IBM tako, da jih bo možno kliširati.

Članki morejo biti pisani ali v domačih ali v tujih svetovnih jezikih. Članek v domačem jeziku mora imeti povzetek v tujem svetovnem jeziku v obsegu ene petine članka, prispevek v tujem jeziku pa naj ima kratek slovenski povzetek. Na začetku vsakega članka mora biti kratka vsebina v obsegu 700 tiskovnih znakov v enem od svetovnih jezikov.

Ce želi avtor drugačne pogoje glede obsega in povzetka svojega članka, je to možno v sporazumu z uredništvom.

Literaturo navajajte po abecednem redu avtorjev in kronološko na naslednji način: priimek avtorja, začetna črka avtorjevega imena, letnica, naslov dela (pri periodičnih izdajah tudi naslov revije in zaporedna številka zvezka), založba in kraj, kjer je delo izšlo. V literaturo vključujte samo uporabljena dela, bibliografijo pa le v izjemnih primerih glede na vsebino in pomen razprave. V citatih med tekstem navedite začetno črko imena in priimek avtorja ter leto, ko je delo izšlo, po potrebi tudi stran.

Karte, profili, skice, diagrami in druge podobne slike morajo biti narisani na prosojnem matričnem papirju. Za fotografske, mikrografske in rentgenske slike je treba predložiti visokokontrastne originale na gladkem, svetlem papirju. Izjemoma imajo avtorji možnost objaviti tudi barvne slike. Na vsaki sliki mora biti ime avtorja in zaporedna številka slike. V glavnem naj bo slika pojasnilo teksta, zato mora biti med tekstem na ustreznem mestu navedena zaporedna številka slike. Napisi in legende k slikam naj bodo kratki, posebno še, ker morajo biti dvojezični.

Pri vseh slikah med tekstem upoštevajte, da je zrcalo revije $12,6 \times 18$ cm. V primeru, da je potrebna večja slika, naj njena širina po možnosti ne preseže 40 cm, višina pa naj ne bo večja kot 18 cm. Risba naj bo večja kot slika, ki bo po njej izdelana; razmerje naj bo 2 : 1. Pri tem je treba paziti na debelino črt ter na velikost števil, črk in drugih znakov na risbi, da bosta njihova debelina in velikost tudi po zmanjšanju ustrezala; črke in številke na tiskani sliki morajo biti visoke najmanj 1 mm.

Celoten rokopis, vključno risbe, fotografije, kratko vsebino in povzetek v tujem jeziku, mora pripraviti vsak avtor sam.

V 1. delu 25. knjige GEOLOGIJE, leto 1982, bodo objavljena dela, prispela v uredništvo do konca leta 1981, v 2. delu 25. knjige, leto 1982, pa dela, ki jih bo uredništvo prejelo do konca junija 1982.

Uredništvo bo pošiljalo krtačne odtise stavkov v korekturo avtorjem po njihovi želji. Pri korekturah popravljajte samo tiskovne napake. Dopolnila so možna le na stroške avtorjev. Sodelavcem, ki živijo zunaj Ljubljane, bomo krtačne odtise pošiljali po dogovoru; njihove popravke bomo upoštevali le v primeru, da korekture vrnejo v dogovorjenem roku.

Avtorji prejmejo brezplačno po 50 izvodov separatov vsakega članka. Nadaljnje izvide pa lahko dobe po ceni, ki ustreza dejanskim stroškom.



