

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1959

## Errata

stran Page	vrsta Line	namesto Instead of	pravilno Correctly
2	2	Survey	Survey
9	33	tektonika	tektonika.
9	40	numulitic	nummulitic
10	1	numu-	nummu-
Zamenjaj pojasnili k 2. in 3. sl. na III. tab. v članku M. Drovenika.			
On Plate III in M. Drovenik's paper the text to Fig. 2 belongs to Fig. 3 and vice versa.			
20	3	doritov	dioritov
29	16	Cu	CuO
30	9	as	is
32	1	S, S, S	S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub>
36	10	Harpe, C.	Harpe, Ph.
36	11	Borda a Dax.	Borda, IV, Dax.
40	7	odpornemu materialu	odpornega materiala
54	21	analysis	analyses
54	35	(1913, 235)	(1914, 235)
55	14	minerat	mineral
57	6	elementarni,	elementarni
61	17	erschert	erschwert
76	37	sings	signs
78	7	reinfall	rainfall
78	36	arebut	area but
78	47	vearing	bearing
87	19	zur Vergleichen	zum Vergleichen
91	49	Mimikriri	Mimikiri
110	12	dolomite	dolomitne
121	12	4.345.—	14.345.—
131	30	keratorif	keratofir
145	Suma % a) 7	99,73	99,82
145	Suma % b) 2	100,2	100,02
156	% SiO <sub>2</sub> a) 1	47,3	47,34
156	% CO <sub>2</sub> a) 1	0,15	0,15
156	% CO <sub>2</sub> brez H <sub>2</sub> O a) 3	0,10	0,15
156	Suma % a) 6	100,72	100,73
158	Suma b) 2	100,03	100,02
158	Suma b) 4	99,88	99,98
158	Pojasnilo k analizi 5	veliki vrh	Veliki vrh
158	Pojasnilo k analizi 5	OL-8	CL-8
161	10	Al <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
162	29	zoizite	zoisite
168	24	stiliolitski	stilolitski
169	10	na vsebuje	ne vsebuje
176	13	more or less	higher or lower
185	25	vsebuje	vsebujejo
217	8	njeni razkrojeni	njihovi razkrojeni
228	24	različke	različke
256	10	thichness	thickness
256	13	caused of	caused by
256	38	frequent	frequently
257	16	öoids	oöids
259	1	those	that

# GEOLOGIJA

## RAZPRAVE IN POROČILA

5. KNJIGA



LJUBLJANA 1959

---

**GEOLOGIJA — Razprave in poročila — Geological transactions and reports / Izhaja vsako leto — Issued annually / Izdaja Geološki zavod Ljubljana — Edited by Geological Survey Ljubljana / Uredniški odbor — Contributing editors: Jože Duhovnik, Ljubljana, Slavko Papler, Ljubljana, Danilo Jelenc, Addis Abeba, Stefan Kolenko, Ljubljana / Urednik — Editor: Stefan Kolenko, Geološki zavod Ljubljana, Parmova 33 / Založila — Published by Državna založba Slovenije — Ciril Vidmar / Natisnila — Printed by Tiskarna ČZP »Ljudska pravica« v Ljubljani**

## VSEBINA — CONTENTS

*Pleničar, M.*

Tektonski okni pri Knežaku . . . . .	5
Two tectonic windows at Knežak . . . . .	9

*Drovenik, M.*

Prispevek k poznavanju kamenin timočkega eruptivnega masiva	11
Contribution to the knowledge of the igneous rocks of the	
Timok-eruptive area . . . . .	28

*Papp, A.*

Nummuliten aus Poljšica (Slowenien) . . . . .	31
---	----

*Grimšičar, A. in Očepek, V.*

Jugoslovanski serpentinski azbesti s posebnim ozirom na azbest	
Stragari . . . . .	37
The yugoslav serpentine asbestos with special regards to the	
Stragari asbestos . . . . .	54

*Grafenauer, S.*

Redki prirodni svinčeni oksidi v Mežici . . . . .	56
Seltene natürliche Bleioxyde in Mežica (Jugoslawien) . . . . .	60

*Nosan, A.*

Hidrogeologija Čateških toplic . . . . .	63
Hydrogeology of the Čatež thermal springs . . . . .	75

*Buchmayer, F. und Nosan, A.*

Ein bemerkenswerter Crustaceenfund aus Gračišče bei Kubed	
(Nordistrien) . . . . .	30

*Flügel, E.*

Hydrozoen aus dem oberen Perm von Slovenija und Crna Gora .	86
---	----

*Gregorač, F.*

Prispevek k separiranju vulfenita . . . . .	92
---	----

<i>Tancik, R.</i>	
Pedološke značilnosti Ribniške in Kočevske doline . . . . .	98
<i>Ramovš, A.</i>	
Poročilo o delu Slovenskega geološkega društva v poslovni dobi 1956/57 . . . . .	117
<i>Osole, F.</i>	
Analiza pleistocenskih jamskih sedimentov . . . . .	123
<i>Hinterlechner, A.</i>	
Ladinske kamenine in hidrotermalne spremembe črnega glina- stega skrilavca v okolici Črne pri Kamniku . . . . .	129
Ladinian igneous rocks and the hydrothermal alterations of the black slate in the neighbourhood of Črna near Kamnik town .	147
<i>Hinterlechner, A.</i>	
Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji . . . . .	152
Spilitized diabases in eastern Slovenia . . . . .	161
<i>Mlakar, S.</i>	
Geološke razmere idrijskega rudišča in okolice . . . . .	164
Geologic features of the Idrija mercury ore deposit . . . . .	175
<i>Hamrla, M.</i>	
O pogojih nastanka premogišč na krasu . . . . .	180
On the conditions of origin of the coal beds in the karst region .	253

# GEOLOGIJA

GEOLOGICAL  
TRANSACTIONS  
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Leto 1959 • 5. knjiga • Volume 5.

## TEKTONSKI OKNI PRI KNEŽAKU

*Mario Pleničar*

S 3 slikami med tekstem in z geološko karto v prilogi

V razpravi o eocenskih območjih na Notranjskem in v Istri *Stache* obširno obravnava tudi geologijo reške flišne kadunje in trdi, da je vzhodni (severovzhodni) rob kadunje prevrtnjen in zapognjen proti jugozahodu (*Stache* 1859, str. 328). Na tem robu opazujemo deloma med krednimi in flišnimi eocenskimi plastmi še eocenske apnenice, deloma pa se kredne plasti stikajo s flišem brez vmesnih eocenskih apnenic. To kaže tudi, da so se kredne plasti delno narinile na fliš. Nekateri geologi so v zadnjih letih izrazili dvom, da gre pri Ilirski Bistrici res za nariv krednih apnenic na eocenski fliš. Strma apnena stopnja, ki naj bi pri Ilirski Bistrici še predstavljala čelo nariva, se podaljšuje proti jugovzhodu mimo Reke do Bakra. Tam je ugotovljeno, da predstavlja strma stopnja samo vertikalni premik ob prelomu. Na severovzhodnem podaljšku, in sicer med Pivko in Postojno, stopnja polagoma izginja in plasti preidejo v normalno lego. Kredne plasti vpadajo pod eocenske apnenice in ti pod fliš.

Na *Stache*jevi manuskriptni geološki karti Sežana—St. Peter v merilu 1:75.000 je zarisana jugozahodno od Knežaka, ki leži na stopnji, večja krpa fliša, ki jo pas eocenskega apnenca loči od reške flišne kadunje. *Stache* je menil, da je ta fliš pod stratigrafsko starejšim apnencom v zvezi s flišno kadunjo. Potemtakem je posredno zagovarjal mnenje, da gre za tektonsko okno.

V letu 1958 sem geološko kartiral okoli Knežaka in sem si razmere podrobno ogledal. Mnenja sem, da so *Stache*jeve trditve pravilne.

Da bi mogli razumeti tektonske razmere, moramo poznati normalni prehod krednih apnenic v eocenske apnenice in le-teh dalje v fliš na obrobju reške kadunje. Tako normalno lego plasti vidimo skoraj na celotnem jugozahodnem robu reške kadunje. Tam leže spodaj debelokristalast temen bituminozni kredni dolomit in dolomitna breča, na njej sivi in beli radiolitni apnenici turonske in senonske stopnje, še više paleocenski miliolidni in kozinski haracejski apnenici ter na njih alveolinski in numulitni apnenici. Slednji postajajo navzgor vedno bolj lapornati ter tako preidejo

zvezno in brez jasne meje v flišni eocenski lapor, v katerem se prično pojavljati še više pole apnenega in kremenovega peščenjaka. Plasti, v katerih opazujemo zvezen prehod numulitnih apnencev v flišne laporje, so debele 5—10 m.

Vrnimo se sedaj h geološkim razmeram pri Knežaku, ki so pokazane na priloženi geološki karti v merilu 1:50.000. Tudi tukaj opazujemo vse



1. sl. Vpad flišnih plasti pod eocenski apnenec blizu Podtabora

Fig. 1. Dip of the Flysch strata under the Eocene limestone near Podtabor

prej našteje plasti, le v obratni legi. Zgoraj je debelokristalast temen bituminozni kredni dolomit, pod njim razpokan apnenec, preprežen s kalcitnimi žilicami in redkimi, slabo ohranjenimi radioliti, še niže svetlosiv radiolitni apnenec, ki je z radioliti tako bogat, da ga lahko imenujemo radiolitno brečo. V tej breči je najpogosteje zastopana vrsta *Radiolites* cf. *depressus* (Cornalia et Chiozza) Parona, ki je značilna za turonsko stopnjo



zgornje krede. Na tej breči leži severno od vasi Parje leča svetlosivega zrnatega apnenca, ki je sicer izvrsten gradbeni kamen, le da je na tem mestu precej tankoplastovit in ni mogoče dobiti iz njega večjih blokov. Petrografsko je zelo podoben nabrežinskemu marmorju. Niže sledijo plasti temnosivega apnenca s školjkasto krojivjivo, ki je reven z rudisti, pa bogat s foraminiferami zlasti z miliolidami. Kredne plasti zaključuje svetlosiv apnenec, v katerem se že pojavljajo radiolitne vrste, značilne za senonsko stopnjo. Pogostna sta rodova *Biradiolites* in *Praeradiolites*.

Sledijo miliolidni apnenci in ozek pas kozinskih apnenecv, ki so na tem območju zelo revni s fosili. Samo obrobje apnenčeve stopnje nad



2. sl. Detajl s 1. slike  
Fig. 2. Detail of the fig. 1

flišno reško kadunjo je iz svetlih alveolinskih in numulitnih apnenecv, pod katere padajo tik pod skalnato stopnjo plasti flišnega laporja in peščenjaka.

Geološka preseka C—D in E—F nam kažeta te razmere in jih obenem pojasnjujeta z zavihanim robom eocenske kadunje, ki je nastal zaradi narivanja krednih plasti Snežnika proti jugozahodu. Zavihan rob tvori prevrnjeno gubo. Ta guba na skrajnem severozahodnem delu karte pri Vel. Pristavi še ne vključuje flišnih plasti (glej presek A—B). Od Šilen Taborja do Podtabora se fliš že vključuje v gubo, se zajeda vanjo v globino okoli 2000 m in na dveh mestih pogleda na dan skozi raztrgano krilo prevrnjene gube izpod numulitnega apnenca v obliki tektonskih oken.

Pri Podtaboru je pritisk krednih plasti pretrgal prevrnjeno gubo in kredni masiv je prodrl do flišne kadunje (1. in 2. sl.). Rob z eocenskimi in paleocenskimi apnenci je ostal pod narinjenimi krednimi plastmi (glej presek G—H).

Oglejmo si sedaj tektonski okni. Pri vaseh Knežak in Zagorje sta sredi močno zakraselega apnenca dve krpi rodovitnega fliša. Posebno lepo lahko proučujemo geološke razmere v krpi pri Knežaku. Fliš vpada na vsem obrobju krpe pod apnene plasti, ki tvorijo obenem strmo stopnjo (3. slika). Tektonsko okno je torej nastalo zaradi antiklinalnega vzbočenja fliša

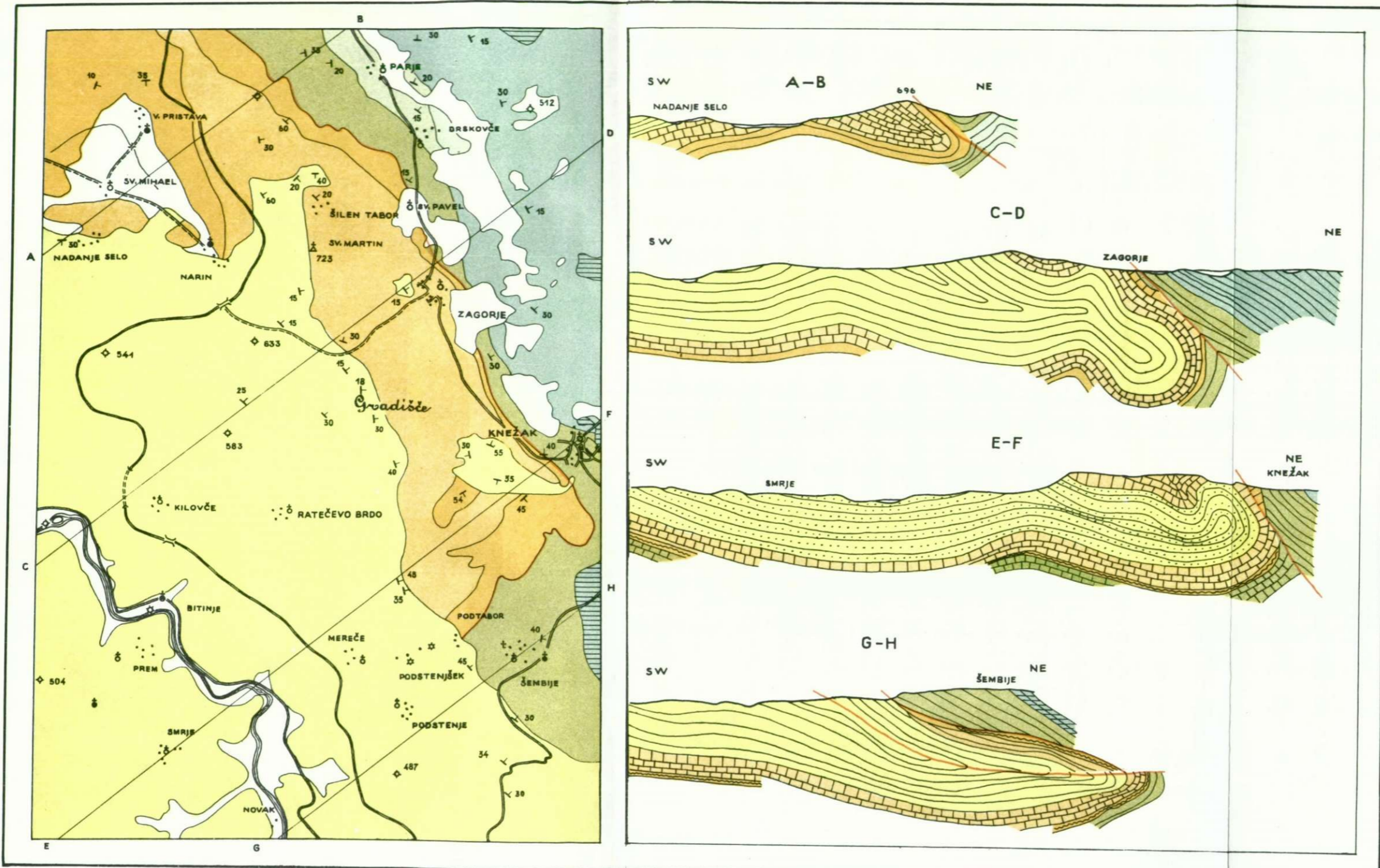


3 sl. Flišno tektonsko okno pri Knežaku (v sredini slike)  
Fig. 3. Tectonic window of Flysch at Knežak (in the middle of figure)

pri upogitvi roba flišne kadunje nazaj proti jugozahodu. Flišne plasti, ki se kažejo v tektonskem oknu, so torej prevrnjene, kakor tudi vse apnene plasti na stopnji od krednih do eocenskih.

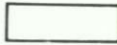




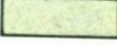

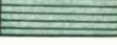
Podobne razmere so tudi pri Zagorju, le da je tam obrobje fliša bolj prekrito s preperino in geološke razmere niso tako očitne kot pri Knežaku.

Kot dokaz za nariv navajam obliko narivnega roba. Kjerkoli je namreč vrezana v ta rob hudourniška grapa ali potočna dolina, ki poteka pravokotno na narivni rob, sega v njej fliš daleč navzgor proti severovzhodu. Fliš leži torej pod apnencem. Če bi ležal apnenec pod flišem, bi imeli obratno sliko. Erozijske doline bi bile izdobljene v apnencu.



**Geološka karta  
in profili okolice Knežaka  
Geological Map and sections  
of the Knežak Vicinity**

Merilo 1: 50 000  
Scale 1: 50 000

-  Holocen  
Holocene
-  Eocenski fliš  
Eocene flysch
-  Eocenski apnenec  
Eocene limestone
-  Paleocenski kozinski apnenec  
Paleocene Kozina limestone
-  Zg. kredni rudistni apnenec  
Upper Cretaceous rudistid limestone
-  Zg. kredna rudistna breča  
Upper Cretaceous rudistid breccia
-  Zg. kredni foraminiferni apnenec  
Upper Cretaceous Foraminifera limestone
-  Zg. kredni dolomit  
Upper Cretaceous dolomite

Prevrnjena guba in nariv apnenca na fliš pa imata tudi zanimive hidrološke posledice. Mislim, da se imamo prav tem tektonskim razmeram zahvaliti, da izvira na tem območju Pivka in da teče proti severu in ne proti jugu. Nekaj vode je pritekalo v Pivko iz številnih studencev, ki izvirajo v flišu obeh tektonskih oken. Danes so studenci pri Knežaku zajeti za vodovod (skupno so dajali v aprilu 1958 v 24 urah okoli 50 m<sup>3</sup> vode),\* pri Zagorju pa v vodnjakih. Glavni dotok vode v Pivko, ki ima prvi izvir pri Zagorju, drugi pa pri Parjah, prihaja od severovzhoda, to je s snežniškega območja. Če ne bi bilo flišne zapore, ki je nastala pri gubanju in narivanju, bi voda v celoti odtekala v reško flišno kadunjo, podobno kot deloma uhaja v izviru Bistrice pri Ilirski Bistrici in morda ob prelomu v izviru v Podstenjsku.

Večji del s Snežnika prihajajoče vode se odbije od flišne zapreke in teče od Zagorja in Parjaj mimo Radohove vasi in Petelinja proti Postojni. Ta del vode se torej že razmeroma blizu Reškega zaliva iztrga jadranskemu povodju in se priključi črnorskemu.

V sušni dobi prihaja Pivka na površino šele blizu Rakitnika. V kraških izviri pri Zagorju in Parjah pa stoji voda v tem času več metrov pod površino nadzemne struge v umetno urejenih vodnjakih. Pri obeh vodnjakih so črpalke. V Zagorju, kjer pade nivo vode v suši tudi 14 m pod površino nadzemne struge, je električna črpalka, ki črpa vodo za vodovod v Zagorju. Pri Parjah stoji voda bliže površini in jo črpajo z ročno črpalko. Močvirja in jezera pri Petelinju in Pačju pričajo, da je tam podtalnica blizu površine. Petelinje jezero ima nadmorsko višino 530 m, izvir pri Parjah okoli 540 m, izvir pri Zagorju 554 m. V času večjih padavin bruha voda pri Parjah in Zagorju skozi odvodne kanale, ki so zato urejeni poleg črpalk in odteka po umetni strugi proti Radohovi vasi. V tem času se napolnijo z vodo tudi nekatera manjša polja severovzhodno od Knežaka. Tako polje je na primer pri gradu Kalce in ga domačini imenujejo Jezero. Njegova nadmorska višina je okoli 560 m. Če upoštevamo, da sega ves ta vodni horizont skoraj tik do roba 50—70 m visoke apnene stopnje in 130—150 m nad dolino Reke, moramo vsekakor upoštevati vrednost zaporne flišne bariere, ki jo je povzročila tektonika

## TWO TECTONIC WINDOWS AT KNEŽAK

In 1859 Stache has written on the flysch basin of Reka. He suggested, its northeastern border is turned up and Cretaceous beds are partly thrust on the Eocene flysch.

Last summer I examined the geological conditions at Knežak near Ilirska Bistrica and I found that there are two tectonic windows of the flysch covered by the numulitic limestone. The first one at Knežak has been already mentioned by Stache, the second one at Zagorje however, has not been known up to this time. The turned up border of the basin forms the recumbent fold in which the flysch is folded. This flysch

\* Ta podatek mi je dal tov. Lovrenc Tomšič iz Knežaka, ki je delal pri vodovodu.

is looking through the bursted limb of the recumbent fold of the numulitic Eocene-limestone in both tectonic windows. The recumbent fold is broken (up) at Podtabor and there the Cretaceous strata were thrust till to the flysch and they covered thus the Eocene and Paleocene limestones, which appear everywhere on the border of the Reka-flysch basin underneath the Eocene flysch. The torrent clefts, prove the overthrust, cutting the edge of the overthrust perpendicularly. In these clefts the flysch is extending for up to the North-East. The front of the overthrust as well as the recumbent fold are geomorphologically expressed in the form of the steep limestone wall above the flysch basin.

Because of the flysch barrier, caused by folding and thrusting the River Pivka is originating in the high Karst plateau at Zagorje and Parje. This river getting its water from the region of the Snežnik is flowing North to Postojna, through the cave of Postojna, the Karst-fields of Planina and Logatec, and reappears near Vrhnika as River Ljubljana.

#### LITERATURA

Stache, G., 1859, Die Eocengebiete in Unter-Krain und Istrien, Jahrb. d. Geol. R. A., X., str. 272—331: Wien 1859.

## PRISPEVEK K POZNAVANJU KAMENIN TIMOČKEGA ERUPTIVNEGA MASIVA

*Matija Drogenik*

Z 2 slikama med tekstem in 9 v prilogi

Do nedavnega so mislili, da nastopajo v timočkem eruptivnem masivu le andeziti, ki sta jih deloma popisala že Žujović in Tomić. Tudi v najnovejši geološki karti (Mikinčić, 1953) je označen ves masiv od Majdanpeka na severu do Bučja pri Knjaževcu na jugu z barvo, ki označuje andezite. Le tu in tam opazujemo v andezitih osamljene krpe jurskih in krednih sedimentov.

Vzporedno s številnimi rudarsko-geološkimi preiskavami v delu masiva, ki leži severozahodno od Bora, smo začeli podrobneje spoznavati tudi kamenine, ki tamkaj nastopajo. Že pred 10 leti sta našla F. Schumacher in F. Drogenik velik monzonitsko-granodioritski masiv Valja Strž. Skoraj istočasno je ugotovil Marić (1948) v eni izmed vrtin Čoka Čuruli (približno 8 km NW od Bora) v globini 230 m rogovačni-biotitni kremenov diorit. Pri preglednem kartiranju v letih 1952/53 so našle geologinje borske geološke službe nadaljnje izdanke zrnastih in deloma porfirskih kamenin, ki jih moremo razlikovati že na prvi pogled od obdajajočih andezitov.

Ponovna sistematska kartiranja so pokazala, da so ti izdanki številnejši, kakor smo to prvotno domnevali. To velja tako za območje Crni vrh — Oman, kakor tudi za ves severni del eruptivnega masiva. Geologi Geološkega zavoda NR Srbije (Antonijević in ostali, 1956) so jih našli namreč tudi severno in južno od območja Crni vrh—Oman.

Poleg kremenovih dioritov in dioritov moremo opazovati na teh izdankih tudi kremenove dioritove porfirje, pa tudi kremenove gabre. V nadaljnjem podrobneje popisujemo kamenine z izdankov, ki smo jih našli ob Crveni reki, na Crnem vrhu, v dolini Dumitri in v vzhodju Omana (Glej petrografsko skico območja Crni vrh—Oman).

### Crvena reka

Kamenine, ki prebijajo tod andezite, so sive, pogosto tudi sivozelene ter drobnozrnate. S prostim očesom moremo zapaziti le plagioklaze, rogovačo ter nekajkrat manjše kremenovo ali magnetitno zrno. Njihov izdanek meri v dolini Crvene reke skoraj 1 km, od tod pa se širi proti jugu do ceste Bor—Beograd. Andeziti so hidrotermalno izpremenjeni, predvsem silificirani in kaolinizirani, tu in tam tudi močneje limonitizirani. V manj preperelih vzorcih hidrotermalno izpremenjenih andezitov opazujemo slabo, vendar ekstenzivno piritizacijo. Ker je izvorni del Crvene

reke, kjer nahajamo ta izdanek, prekrit z močnim slojem humusa, nismo mogli opazovati kontakta zrnastih kamenin z andeziti.

Pod mikroskopom moremo razlikovati kamenine predvsem po mineraloškem sestavu in strukturi. Kamenine s hipidiomorfno zrnato strukturo, ki vsebujejo poleg plagioklazov in rogovače tudi več kot 10% kremen, prištevamo po Trogerju (1935) h kremenovim dioritom, one z manjšo količino kremen pa k dioritom. Od kamenin s hipidiomorfno zrnato strukturo moremo ločiti kamenine s holokristalno porfirsko strukturo — kremenove dioritove porfirje. V teh zasledimo poleg rogovače in biotita tudi avgit in hipersten. Prav redko opazujemo sorazmerno tanke aplitske žilice.

Table 1

1. tabela

**Modalni sestav nekaterih popisanih kamenin\***  
**Mode composition of some rocks of Crni Vrh—Oman area**

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kremen — Quartz	13,7	1,7	12,9	8,3	5,2	4,1	—	1,6
Andezin — Andesine					38,1			
Labradorit —	61,3	73,8	63,0	30,5	—	—	43,9	33,9
Labradorite								
Bitovnit — Bitovnite	—	—	—	—	—	69,5	—	—
Anortoklas —								
Anorthoclase	6,3	—	4,1	—	—	—	—	—
Apatit — Apatite	†	†	†	†	†	†	†	†
Biotit — Biotite	—	†	—	0,7	1,6	—	0,4	†
Rogovača —								
Hornblende	12,2	21,4	13,6	4,9	8,1	3,1	7,3	6,5
Avgit — Augite	—	—	—	—	—	10,6	—	—
Sfen — Sphene	†	†	—	—	—	—	—	—
Magnetit — Magnetite	2,9	3,1	2,4	2,7	2,0	2,1	1,1	0,5
Osnova — Groundmass				47,8	45,0		14,9	57,5
Klorit — Chlorite	1,9	†	2,1	5,1	†	2,4	2,4	†
Kalcit — Calcite	—	†	†	†	†	†	—	—
Epidot — Epidote	—	†	0,9	†	†	0,7	—	—
Sericit — Sericite	—	†	—	—	—	—	†	†
Kaolin — Kaolinite	†	†	—	—	—	†	—	—
Aktinolit — Actinolite	1,7	†	1,0	—	—	7,5	—	—
Zeolit — Zeolite	—	—	—	—	—	—	—	—
Pirit — Pyrite	—	—	—	†	†	—	†	†
	100,0	100,0	100,0	100,0	106,0	100,0	100,0	100,0

1. Kremenov diorit — Quartz diorite, Crvena reka
2. Diorit — Diorite, Crvena reka
3. Kremenov diorit — Quartz diorite, Crni vrh
4. Kremenov dioritov porfir — Quartz diorite porphyry, dolina Dumitri (450 m E od sledilnih del)
5. Kremenov dioritov porfir — Quartz diorite porphyry, izpod Sosrekite
6. Kremenov gabro — Quartz gabbro, potok Ljubucki
7. Kremenov dioritov porfir — Quartz diorite porphyry, Oman, večji izdanek
8. Kremenov dioritov porfir — Quartz diorite porphyry, Oman, manjši izdanek

\* Vrednosti so dobljene s pomočjo integr. mizice.

## Kremenov diorit

Kremenov diorit nastopa v vznožju pobočja, po katerem vodi cesta Bor—Beograd. Kamenina je siva in sorazmerno drobnozrnata. Kakor smo že omenili ima hipidiomorfno zrnato strukturo (I. tab. 1. sl.).

V vseh zbruskih močno prevladujejo plagioklazi (1. tabela), ki imajo zdaj idiomorfne, zdaj delno ali povsem ksenomorfne oblike. Navadno so večja zrna, ki dosežejo premere do  $1,9 \times 0,6$  mm, idiomorfna, manjša, ki nastopajo med večjimi, pa ksenomorfna. Skoraj vsa so dvojčična. Poleg dvojčkov po albitskem in karlovarskem zakonu opazujemo tudi trojčke in četvorčke. Številna zrna so conarna. Značilno je, da meje med conami niso jasne. Prehodi so namreč postopni, kar močno otežuje optične preiskave. Srednja vrednost anortita se izpreminja v posameznih zrnih od 48 do 59,5 % (Nikitin, 1936), povprečno vsebujejo zrna 54,5 % anortita.

V dokaj manjši količini nastopa anortoklaz, ki pogosto nadomešča plagioklaze (I. tab. 2. sl.). Ostanke plagioklazovih zrn v anortoklazovih dajejo videz pertitskega preraščanja. Ker se vriva tudi med kremenova zrna, sklepamo, da je kristaliziral zadnji. Njegova zrna so dokaj močno kaolinizirana, vendar še zasledimo razkolnost po (001). V nekoliko bolj svežih zrnih smo izmerili kot  $2V$ , ki se izpreminja od  $-38^\circ$  do  $-56^\circ$ , s povprečjem  $2V = -46^\circ$ .

Pogostoma opazujemo kremenova zrna. Prav tako kakor anortoklazova tudi ta nimajo svojih oblik. Povprečno so velika  $0,2 \times 0,15$  mm. Nekajkrat moremo najti tudi večja, nepravilna kremenova zrna, ki se prepletajo med ostalimi zrnji.

Rogovačna zrna so nekoliko manjša od plagioklazovih. Ker je večji del plagioklazovih zrn nastal šele po delni kristalizaciji plagioklazov, so idiomorfne oblike dokaj redke. Pogostoma opazujemo pojkillitsko strukturo: v rogovačnih ojkokristalih nastopajo hadokristali plagioklazov, magnetita in nekajkrat tudi sfena. Rogovačna zrna se često združujejo v nekoliko večje skupke, zaradi česar opazujemo strukturo, ki jo označujemo po Vogtu »synneussis texture«. Rogovača je pod mikroskopom medlozelena s slabo izraženim pleohroizmom. Kot potemnitve se izpreminja od  $15^\circ$  do  $21^\circ$ , s povprečjem  $17,5^\circ$ . Tu in tam je izpremenjena v aktinolit ter klorit.

Zelo verjetno je nastopal v kamenini prvotno tudi biotit; to sklepamo po majhnih zrnih s podolgovatimi preseki, ki so sedaj izpremenjena v klorit. Zrna imajo ohranjeno jasno razkolnost, vzdolž razkolnosti pa najdemo nekajkrat zrnca opacitskega magnetita.

Magnetit opazujemo predvsem v rogovačnih zrnih ali v njihovi bližini. Zrna imajo pogostoma idiomorfne preseke.

V podrejenih količinah smo našli zrna apatita in sfena.



Kemijska analiza je naslednja:

Analistik dr. ing. L. Guzelj

		Norm (CIPW)	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	61,12 %	Q	25,61 al 43,6
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,50 %	C	9,39 fm 31,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20,89 %	or	6,67 c 9,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,12 %	ab	31,39 alk 15,1
FeO . . . . .	2,86 %	an	11,95 k 0,16
MnO . . . . .	0,08 %	hy	9,10 mg 0,47
MgO . . . . .	2,85 %	mt	4,61 c/fm 0,30
CaO . . . . .	2,58 %	il	0,98 ti 1,0
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,68 %	ap	0,31 si 216
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,13 %		qz + 56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,09 %		
H <sub>2</sub> O + . . . . .	1,02 %	CIPW II 4. 2. 4.	
H <sub>2</sub> O - . . . . .	0,20 %		
CO <sub>2</sub> . . . . .	—		
CuO . . . . .	0,051%		
	99,97 %		

Rezultati analize nam govore, da je magma nevtralna, s c siromašna, relativno siromašna z alkalijami, semialična.

Nigglijevi parametri se približujejo tako kremenovo dioritnemu kakor tudi opdalitnemu tipu magme. Vendar govori nizek k v prid kremenovo dioritnega tipa natrijevokalcijeve magme pacifične province.

#### Diorit

V višjih delih izdanka je kamenina na pogled zelo slična kremenovemu dioritu. Struktura je povsem enaka (I. tab. 3. sl.), le da vsebuje kamenina mnogo manj kremen (1. tabela) ter jo prištevaemo zaradi tega k dioritom.

Tudi v tej kamenini močno prevladujejo plagioklazi, ki so povprečno veliki  $1,2 \times 0,5$  mm. Zrna so conarna in dvojlična. Potemnijo zelo nepravilno. Številna zrna smo optično podrobneje preiskali ter ugotovili, da se izpreminja srednja vrednost anortita od 52 % do 64 %, s povprečjem 58 % an. Kot starejše vključke moremo opazovati idiomorfna zrnca magnetita in apatita. V manjših, ksenomorfnih plagioklazih najdemo tu in tam tudi drobna biotitna zrnca. Nekatera plagioklazova zrna so delno metamorfozirana: poleg tankih albitskih žilic najdemo v njih sericit, epidot, klorit ter nekajkrat tudi kaolin. Anortoklaza v tej kamenini nismo našli.

Kakor smo že omenili, nastopa kremen v zelo majhnih količinah. Njegova ksenomorfnna zrna imajo povprečne premere  $0,1 \times 0,1$  mm.

Rogovačna zrna so pretežno ksenomorfnna; pogosto se združujejo v večje skupke. Pod mikroskopom so medlozelene barve s komaj zaznavnim pleohroizmom in dokaj slabim dvolomom. Nekatera zrna so že povsem izpremenjena v aktinolit in klorit.

Medtem ko sta apatit in sfen povsem nepravilno razporejena po opazovanih površinah, so zbrana magnetitova zrna predvsem v rogovačnih zrnih.

Oblice kremenovega diorita in diorita moremo često opazovati v območju gornjega in srednjega dela Kriveljske reke, kjer jih je našel tudi Majer (1953).

### Kremenov dioritov porfir

Tu in tam, predvsem v bližini meje omenjenega izdanka kremenovih dioritov in dioritov z andeziti, opazujemo sivozeleno kamenino, v kateri moremo s prostim očesom ugotoviti le vtrošnike plagioklazov, rogovače ter biotita.

Pod mikroskopom vidimo, da ima kamenina porfiroidno strukturo. Čeprav je mineraloški sestav dokaj sličen, se vzorci z različnih mest predvsem po količini posameznih mineralov-vtrošnikov, pa tudi po odnosu vtrošniki:osnova močno razlikujejo. Poleg plagioklazov, ki v vseh zbruskih močno prevladujejo, najdemo zdaj več rogovačnih (Duhovník, 1953), zdaj več avgitnih in hiperstenovih zrn. Biotit nastopa običajno v manjših količinah. Femične komponente so dokaj dobro ohranjene, le rogovača je nekajkrat izpremenjena v aktinolit in klorit.

Plagioklazova zrna dosežejo sicer premere  $2,5 \times 1,5$  mm, vendar se velikost njihovih zrn v splošnem močno izpreminja, tako da moremo opazovati postopne prehode od vtrošnikov do majhnih zrn v osnovi. Povečini so sveža in conarna. Srednja vrednost anortita se izpreminja od 47 % do 57,5 %. Zrna vsebujejo povprečno 52 % anortita.

Poleg plagioklazov opazujemo v zbruskih, ki so bolj bogati s kremenom, tudi anortoklaz. Le ta nastopa v manjših, nepravilnih zrnih, ki dosežejo premere  $0,1 \times 0,15$  mm. Na meji anortoklazovih in kremenovih zrn opazujemo pogosto mikromirmekit.

Kremenova zrna so povsem ksenomorfna ter v opazovanih zbruskih neenakomerno razporejena. V različkih, ki vsebujejo le rogovačo, so dokaj redka, zato pa jih najdemo pogostoma v različkih, v katerih nastopa tudi biotit.

### Apliti

V kremenovih dioritih, dioritih in kremenovih dioritovih porfirjih opazujemo tu in tam do 4 cm debele aplitske žilice. Njihov mineraloški sestav je dokaj enostaven. Sestoje v glavnem iz kremena, anortoklaza in plagioklazov (II. tab. 1. sl.), ki vsebujejo povprečno 43,5 % an (Duhovník, 1953). Kot edini femični mineral moremo opazovati nekajkrat biotit.

Idiomorfne oblike imajo le plagioklazi; kremenova in anortoklazova zrna so povsem ksenomorfna. Plagioklazi imajo često avreole iz anortoklaza. Medtem ko so plagioklazi skoraj sveži, je anortoklaz močno kaoliniziran. V nekoliko manj izpremenjenih anortoklazovih zrnih opazujemo jasno razkolnost po (001) in kot  $2V$ , ki meri povprečno  $44^\circ$ .

Anortoklaz in kremen se vrivata vzdolž meja aplitskih žilic v kremenov diorit, diorit in kremenov dioritov porfir, tako da se njuna količina v obmejnih delih močno poveča. V tem primeru anortoklaz intenzivno nadomešča plagioklazova zrna. Tu in tam opazujemo tudi mikromirmekitsko strukturo.

## Crni vrh

### Kremenov diorit

Na vzhodnih pobočjih Crnega vrha preseče bližnjica, ki vodi od železniškega postajališča do planinskega doma, približno 350 m dolg izdanek svetlosive drobnozrnate kamenine. S prostim očesom moremo ugotoviti v njej le plagioklaze in rogovačo, nekajkrat tudi magnetit. Tekstura kamenine je homogena.

Pod mikroskopom vidimo, da je struktura hipidiomorfna zrnata. Prevladujejo plagioklazi, v manjših, skoraj enakih količinah pa opazujemo rogovačo in kremen (1. tabela). Poleg tega smo našli v zbruskih tudi anortoklaz, epidot, magnetit, klorit, aktinolit in kalcit.

Plagioklazi so delno idiomorfni, delno ksenomorfni. Posamezna zrna dosežejo premere  $2,0 \times 0,5$  mm, povprečno pa so velika  $0,9 \times 0,3$  mm. Često so conarna, imajo jasno razkolnost in številne dvojčične lamele. Srednja vrednost anortita v posameznih zrnih se izpreminja od 49 % do 55,5 %, s povprečjem 53 % an. V plagioklazovih zrnih opazujemo zdaj več, zdaj manj epidota.

Med plagioklazovimi, rogovačnimi in kremenovimi zrnji nastopajo nekajkrat tudi anortoklazova. Vkljub temu, da so že dokaj močno preperela, opazujemo v nekaterih razkolnost po (001). Prav redko tvori anortoklaz venec okrog plagioklazovega zrna.

Kremenova zrna, navadno ksenomorfna, so povprečno velika le  $0,2 \times 0,1$  mm. Nekajkrat nadomešča kremen plagioklazovo zrno, tako da dobimo psevdomirmekitsko strukturo.

Rogovača nastopa v podolgovatih, povečini ksenomorfnih zrnih, ki nimajo značilnega pleohroizma. Vzrok temu je delna metamorfoza v aktinolit in klorit. V bolj svežih zrnih se izpreminja kot potemnitve od  $13^\circ$  do  $23^\circ$ , s povprečjem  $18^\circ$ . Poleg aktinolita in klorita opazujemo v rogovačnih zrnih še epidot in kalcit. Starejše vključke predstavljajo povsem kloritizirana, pa tudi epidotizirana zrnca biotita ter magnetit.

Epidot ne nastopa le kot produkt izpremembe plagioklazov, rogovače in biotita, temveč tvori tudi manjša zrna, ki so v kamenine povsem nepravilno razporejena. Le-ta imajo nepravilne oblike, vendar pa značilen pleohroizem in nekajkrat dokaj jasno razkolnost.

Magnetitova zrna so pogostna v rogovačnih zrnih in njihovi bližini. Često so idiomorfna. Apatit nastopa zelo redko. Zanj so značilni idiomorfni preseki po prizmi in pinakoidu.

Na podlagi popisane mineraloške sestave moremo prištevati to kamenino k skupini kremenovih dioritov; bistveno se ne razlikuje od različka, ki smo ga popisali iz območja Crvene reke.

Nekoliko manjši izdanek kremenovega diorita nahajamo na jugovzhodnih pobočjih Crnega vrha. Tudi tu je kamenina drobnozrnata ter svetlosive barve.

Mikroskopska preiskava nam pojasni, da je pretrpel ta kremenov diorit močno metamorfozo. Pri tem so bila delno ali povsem izpremenjena tako plagioklazova kakor tudi rogovačna zrna. Prva so bila predvsem epidotizirana, vendar ne enakomerno. Često moremo namreč opazo-

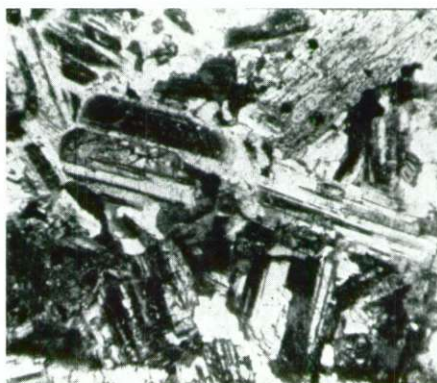
I. TABLA — PLATE I.

1. slika

Crvena reka — 25 ×. Hipidiomorfna zrnata struktura kremenovega diorita

Fig. 1.

Crvena Reka River — 25 diams. Hypidiomorphic granular texture of quartz diorite

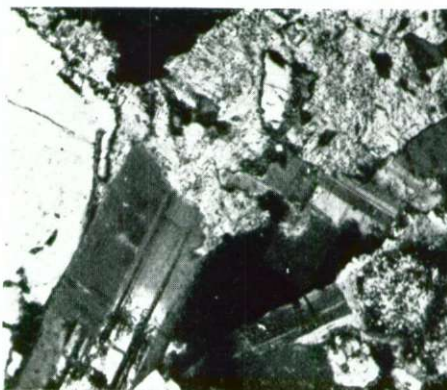


2. slika

Crvena reka — 55 ×. Anortoklaz (sivo, nepravilno polje v zgornji polovici slike) nadomešča plagioklazova zrna. Svetlo zrno levo kremen

Fig. 2.

Crvena Reka River — 55 diams. Anorthoclase (grey irregular field in the upper half of the figure) replacing plagioclase-grains. The light grey grain at the left—quartz



3. slika

Crvena reka — 25 ×. Hipidiomorfna zrnata struktura diorita

Fig. 3.

Crvena Reka River — 25 diams. Hypidiomorphic granular texture of diorite



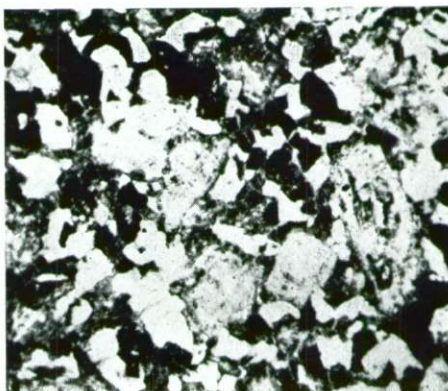
II. TABLA — PLATE II

1. slika

Crvena reka — 55×. Aplit; svetla zrnca kremen, svetlosiva delno kaolinizirani plagioklazi, temnosiva, mestoma črna močno kaolinizirana zrna anortoklaza

Fig. 1.

Crvena Reka River — 55 diams. Aplit; light grey grains of quartz, middle grey partly kaolinised plagioclases, dark grey, and partly black grains of strongly kaolinised anorthoclase

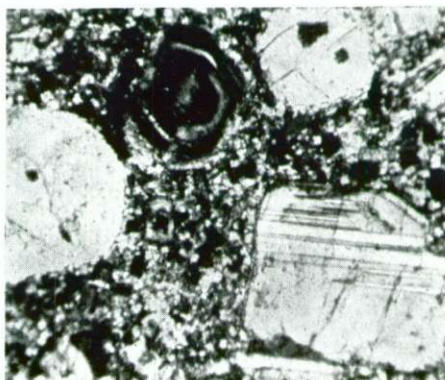


2. slika

Dumitri — 25×. Holokristalna porfiriska struktura kremenovega dioritovega porfirja. Idiomorfna zrna plagioklazi, resorbirana kremen

Fig. 2.

Dumitri — 25 diams. Holocrystalline porphyric texture of the quartz diorite porphyry. Idiomorphic plagioclase grains, resorbed grains of quartz

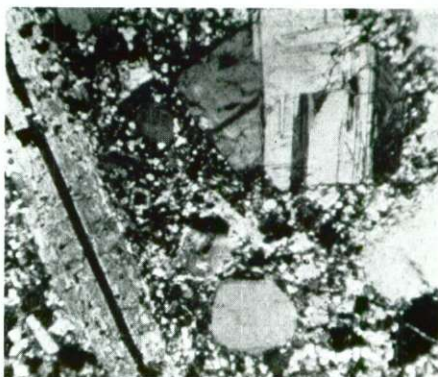


3. slika

Dumitri (pod Sosrekito) — 25×. Holokristalna porfiriska struktura kremenovega dioritovega porfirja

Fig. 3.

Dumitri (at the foot of Sosrekita) — 25 diams. Holocrystalline texture of the quartz diorite porphyry



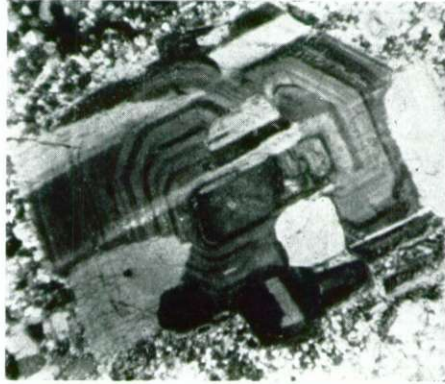
III. TABLA — PLATE III

1. slika

Dumitri (pod Sosrekito) — 25 ×. Conaren plagioklaz v kremenovem dioritovem porfirju

Fig. 1.

Dumitri (at the foot of Sosrekita) — 25 diams. Zoned plagioclase grain in the quartz diorite porphyry



2. slika

Oman — 25 ×. Holokristalna porfiriska struktura kremenovega dioritovega porfirja

Fig. 2.

Oman — 25 diams. Holocrystalline porphyric texture of the quartz diorite porphyry

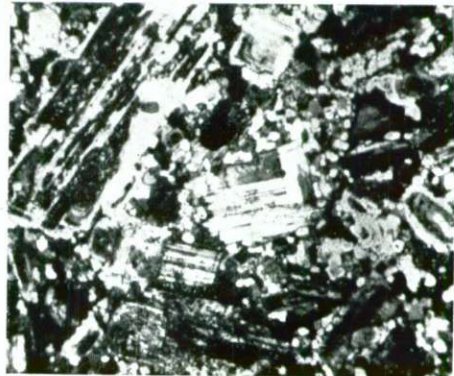


3. slika

Dumitri — 25 ×. Hipidiomorfna zrnata struktura kremenovega gabra

Fig. 3.

Dumitri — 25 diams. Hypidiomorphic granular texture of the quartz gabbro



vati, da je v plagioklazovem dvojčku eden poedinec močnejše epidotiziran kakor drugi. V tako izpremenjenih plagioklazih nahajamo nadalje pogosto mrežo anortoklazovih žilic, nekajkrat pa smo našli tudi psevdomorfozo anortoklaza po plagioklazu. Preostali deli plagioklazov so pogosto prepereli v kaolin, zaradi česar jih nismo mogli optično podrobneje preiskati.

Anortoklazova zrna, ki jih tu in tam opazujemo med plagioklazovimi, so povsem nepravilna ter močno kaolinizirana. Dvojčkov nismo našli. Ob meji s kremenovimi zrni opazujemo nekajkrat mikromirmekit. Prave količine anortoklaza v tej kamenini nismo mogli zanesljivo določiti, vendar je brez dvoma mnogo večja kakor v ostalih kremenovih dioritih s tega območja. Strukturni odnosi med plagioklazi in anortoklazom govorijo za to, da je nastal del anortoklaza iz alkalnih raztopin šele po skrepenjenju kremenovega diorita.

Prav tako kakor plagioklazova so tudi rogovačna zrna močno izpremenjena. Poleg klorita moremo opazovati v izpremenjenih zrnih pogostoma epidot in kalcit, predvsem ob razkolnosti pa tudi opacitski magnetit. Prav redko najdemo majhna podolgovata zrna, prav tako kloritizirana in epidotizirana, ki so nekoč zelo verjetno pripadala biotitu.

## Dolina Dumitri

### Kremenov dioritov porfir

V izvornem delu potoka Dumitri smo našli tri izdanke kremenovega dioritovega porfirja (1. sl.).

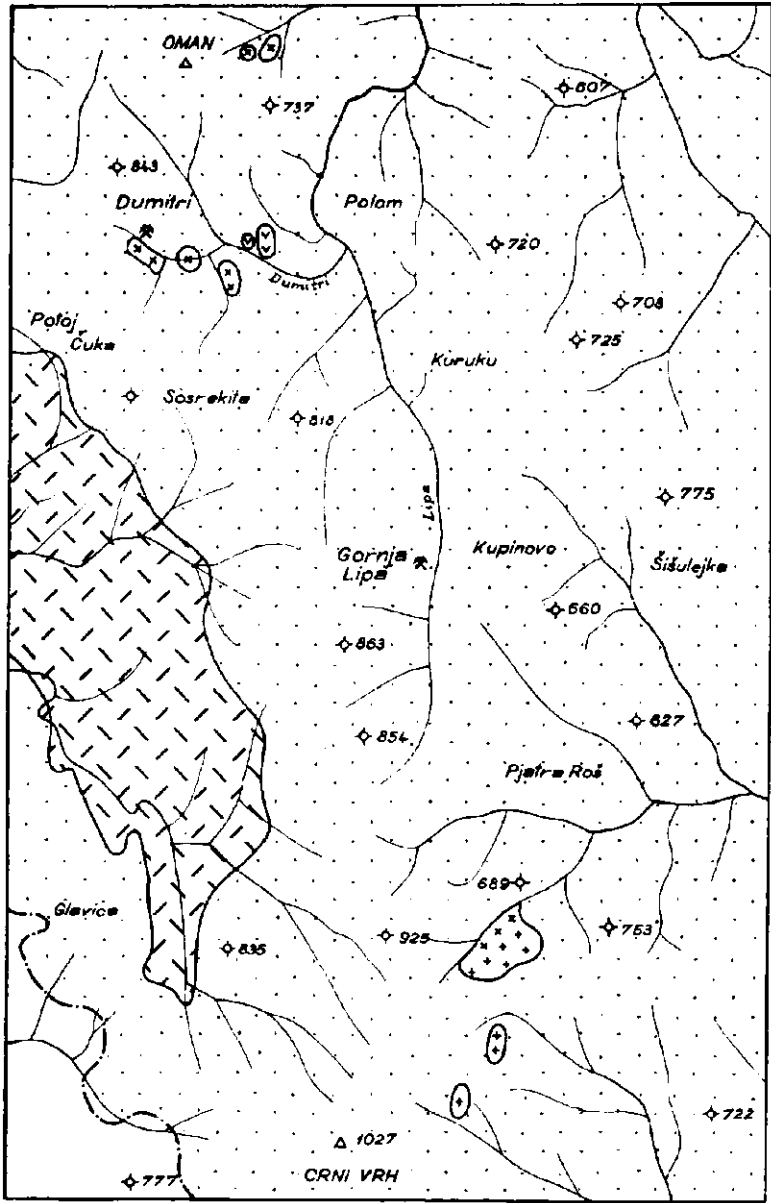
Največji je izdanek v neposredni bližini sledilnega rova št. 1, z desne strani potoka. Kamenina je sivkasto zelena s številnimi vtrošniki plagioklazov, rogovače, biotita in kremenena. Tekstura je homogena. Mikroskopska preiskava je pokazala, da je struktura kamenine holokristalna porfiriska.

Vtrošniki plagioklazov nastopajo v lepo razvitih zrnih z izrazito razkolnostjo po (001) in (010). Skoraj za vsa zrna je značilno, da niso enostavna, temveč predstavljajo dvojčke, trojčke ali četvorčke. Pogostoma so močno conarna. Največje merjeno zrno je imelo premer  $4,0 \times 2,3$  mm, v splošnem pa so velika le  $1,1 \times 0,6$  mm. Posamezna zrna vsebujejo od 45 % do 53 % anortita. Velikost plagioklazovih vtrošnikov se postopoma zmanjšuje, tako da ne opazujemo ostrega prehoda med vtrošniki in zrni v osnovi.

Anortoklazova zrna, ki dosežejo premere  $0,8 \times 0,3$  mm, so zelo redka. Njihovi preseki so manj pravilni. Nekajkrat najdemo dvojčke po karlovarskem zakonu. Kot optičnih osi se izpreminja od  $-45^\circ$  do  $-56^\circ$ .

Pogostoma opazujemo vtrošnike kremenena, ki so tu in tam razpokani. Nekatera zrna imajo še ohranjene prvotne oblike, večinoma pa so že močno resorbirana. Največji vtrošnik je meril  $3,2 \times 1,6$  mm, povprečno pa merijo  $0,8 \times 0,6$  mm.

Rogovača nastopa v idiomorfni, delno kloritiziranih zrnih s povprečnimi premeri  $2,0 \times 0,4$  mm. Često moremo najti dvojčke po (100)



1 [diagonal lines] 2 [diagonal lines] 3 [crosses] 4 [inverted triangles] 5 [crosses] 6 [dashed line]

Merilo — Scale 1:100.000

1. sl. Petrografska skica območja Crni vrh—Oman

Fig. 1. Petrographic sketch of Crni vrh—Oman area

1. Andeziti — Andesites, 2. Monzonit-granodiorit — Monzonite-Granodiorite, 3. Kremenov diorit — Quartz Diorite, 4. Kremenov gabro — Quartz Gabbro, 5. Kremenov dioritov porfir — Quartz-Diorite Porphyry, 6. Meja eruptivnega masiva — Boundary of eruptive massif



Sveža zrna imajo značilno razkolnost in jasen pleohroizem: Np = svetlozelen, Nm = rumenkasto-zelena, Ng = temnozelen, barva. Kot potemnitve se izpreminja od 12° do 23°; povprečno je velik 16,5°. Nekatera zrna so conarna. Tu in tam najdemo v rogovačnih zrnih hadokristale plagioklazov, apatita in magnetita.

V dokaj manjši količini nastopa biotit. Do 7 mm dolga zrna imajo premere povprečno  $3,0 \times 2,5$  mm. Večji vtrošniki so v kamenini zelo nepravilno razporejeni. Količina biotita, ki smo jo dobili pri merjenju z integracijsko mizico, je prav zaradi tega nekoliko premajhna. Njegova zrna so povečini kloritizirana in epidotizirana, le redko najdemo nekoliko bolj sveža zrna z značilnim pleohroizmom. Biotitovi fenokristali vsebujejo tu in tam zrnca plagioklazov, magnetita, pa tudi rogovače.

V vseh zbruskih sicer opazujemo majhna idiomorfna zrnca apatita in sfena, vendar sta količini obeh mineralov zelo majhni.

Zrnato osnovo s hipidiomorfno strukturo sestavljajo zrnca plagioklazov, kremen, rogovače, magnetit, anortoklaza in biotita. Značilno je, da se velikost zrn v osnovi zelo izpreminja. Povprečno so namreč velika le  $0,07 \times 0,07$  mm, vendar najdemo skupke (10—25 zrn) s povprečnimi premeri  $0,15 \times 0,12$  mm).

Epidot, klorit, kalcit, sericit, kaolin in zeoliti so produkti mlajših izprememb, predvsem v zvezi z orudenenjem. Rudni minerali nastopajo v tankih žilicah, pretežno kremenovih, ali pa v finih impregnacijah. Prevladujeta pirit in halkopirit, opazujemo pa tudi magnetit, molibdenit in hematit (spekularit).

Kemična analiza je naslednja:

Analistik: dr. ing. L. Guzelj

SiO <sub>2</sub> . . . . .	62,35 %	Q	28,00	al	40,6
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,43 %	C	6,10	fm	31,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,69 %	or	7,90	c	13,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,03 %	ab	26,75	alk	14,2
FeO . . . . .	3,05 %	an	16,70	k	0,21
MnO . . . . .	0,09 %	hy	9,04	mg	0,44
MgO . . . . .	2,51 %	mt	4,41	c/fm	0,44
CaO . . . . .	3,45 %	il	0,76	ti	1,1
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,08 %	ap	0,31	si	230
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,33 %			qz	+ 73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,13 %				
H <sub>2</sub> O + . . . . .	1,40 %				
H <sub>2</sub> O — . . . . .	0,40 %				
CO <sub>2</sub> . . . . .	—				
CuO . . . . .	0,012%				
	99,95 %				

CIPW II 4. 3. 4.

Magmatski tip: kremenovo dioritni.

Magma je kisl, s c — siromašna, relativno siromašna z alkalijami, semialična.

Zanimivo je, da pokazeta obe do sedaj navedeni kemični analizi precej normativnega korunda. Kamenini sta premalo prepereli (to dokazujejo med ostalim tudi sorazmerno manjše količine vode), da bi se

mogli v takšni meri obogatiti z glinico. Zelo verjetno je torej, da je asimilirala že magma nekaj glinastih komponent.

Kremenov doritov porfir nastopa v metasomatsko izpremenjenem (predvsem biotiliziranem) andezitu ter je tudi sam delno metasomatsko izpremenjen. Podrobneje bomo popisali te izpremembe ob drugi priliki. Omenimo naj le, da je bil tako metasomatsko izpremenjen andezit, kakor tudi kremenov dioritov porfir delno oruden s Cu. Ker smo našli v metasomatsko izpremenjenem andezitu tudi žile kremenovega dioritovega porfirja in v teh žilah celo fragmente izpremenjenega andezita, mislimo, da je s tem starostni odnos obeh kamenin jasno podan.

Približno 450 m vzhodno od sledilnih del smo našli ob potoku Dumitri še en, skoraj 70 m dolg izdanek kremenovega dioritovega porfirja. Tudi ta kamenina je sivkastozelene barve. V njej opazujemo dokaj velike, pravilno razvite vtrošnike plagioklazov, rogovače in biotita ter korodirana zrnca kremenca. Struktura kamenine je holokristalna porfirna (II. tab. 2. sl.). Osnova je hipidiomorfna zrnata.

Med vtrošniki močno prevladujejo zrnca plagioklazov (1. tabela). Največje merjeno zrno je imelo premer  $4,2 \times 2,1$  mm, povprečno pa so zrna velika le  $1,3 \times 0,8$  mm. Enostavna zrna opazujemo le redko. Prevladujejo dvojčki po albitem in karlovarskem zakonu, večji vtrošniki pa so navadno trojčki ali četvorčki. V conarnih zrnih najdemo poleg normalnih con tudi inverzne. Srednja vrednost anortita se izpreminja od 45 % do 54 %, povprečno pa vsebujejo zrna 48,5 % an.

Kremenovi vtrošniki, ki imajo pogostoma resorbirane robove, dosežejo premere  $7,6 \times 5,2$  mm. Često so nepravilno razpokani. Vsa opazovana zrna, tudi največja, pravilno potemne.

Rogovača je le malokdaj ohranjena. Izpremenjena je predvsem v klorit, nekajkrat v epidot, pa tudi v kalcit. Preseki, vzporedni z (001), dosežejo dolžino do 6 mm, vzporedno z (001) pa premere  $2,5 \times 1,2$  mm. Pogostni so dvojčki po (100). V nekoliko bolj svežih zrnih smo nekajkrat izmerili kot potemnitve, ki se izpreminja od  $14,5^\circ$  do  $21^\circ$ . Kot hadokristale opazujemo zrna magnetita in nekajkrat manjša zrna plagioklazov.

Še bolj kot rogovača je podlegel metamorfozi biotit, ki nastopa sicer v večjih zrnih kakor rogovača, vendar v dokaj manjši količini. Nadomestila sta ga penin (z značilnimi optičnimi lastnostmi, po katerih ga moremo ločiti od ostalih različkov kloritove skupine) ter epidot. Vzdolž razkolnosti najdemo drobna zrnca opacitskega magnetita.

Apatit nastopa v majhnih zrnih z idiomorfnimi oblikami.

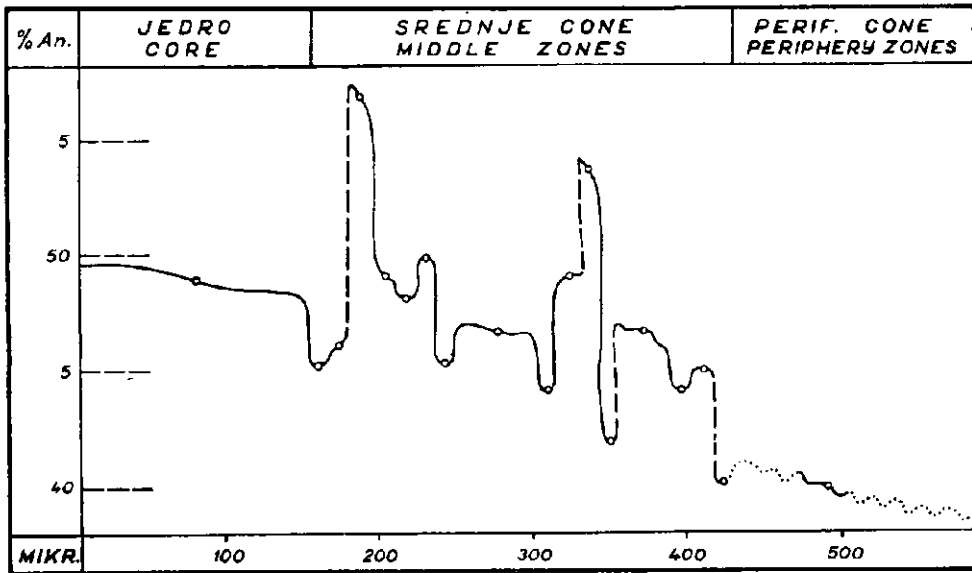
Drobnozrnata osnova sestoji iz plagioklazov, kremenca, klorita, rogovače in magnetita. Prav redko najdemo tudi zrnca anortoklaza (?).

V številnih razpokah, ki preprezajo kamenino, moremo najti tu in tam piritno zrno.

V bližnji dolinici (vznožje Sosrekite) smo našli nekoliko manjši izdanek slične kamenine. Od pravkar popisane se razlikuje le po tem, da vsebuje nekoliko več plagioklazovih, rogovačnih in biotitovih zrn ter nekoliko manj kremenovih (1. tabela). Struktura je prav tako holokristalna porfirna (II. tab. 3. sl.).

Idiomorfni vtrošniki plagioklazov dosežejo premere  $5,1 \times 2,8$  mm. Zrna so povsem sveža, često dvojčična in conarna (III. tab. 1. sl.). Srednje vrednosti anortita v merjenih zrnih se izpreminjajo od 43 % do 50 %, povprečno pa vsebujejo zrna 47,5 % an. Zanimivi so podatki, ki jih dobimo pri merjenju conarnih zrn. V enem izmed njih vsebuje jedro 49 % an (2. sl.), srednje cone od 43 % do 57 % an. periferne pa manj kot 42 % an.

Vtrošniki kremena dosežejo premere  $6,1 \times 4,5$  mm. Preseki njihovih zrn imajo v glavnem ksenomorfne, korodirane oblike. Nekajkrat moremo še naslutiti prvotno, idiomorfno obliko.



2. sl. Izpremembe sestava plagioklazovega zrna (o merjene vrednosti)  
Fig. 2. Variations in composition of plagioclase grain (o measured values)

Rogovačna zrna so povsem sveža, ter nekajkrat tudi conarna. Imajo jasen pleohroizem: Np = svetlozelena, Nm = zelena in Ng = temnozeleno barva. Kot potemnitve je povprečno velik  $15,5^\circ$ , kot 2 V pa  $-81^\circ$ .

Biotitova zrna imajo značilen pleohroizem V glavnem so sveža, le v nekaterih smo našli klorit in epidot.

Apatitova in magnetitova zrna imajo pogostoma idiomorfne preseke. V kamenini nastopajo (predvsem apatitova) v podrejenih količinah.

Mikrogranitsko osnovo sestavljajo zrnca plagioklazov, kremena, v manjših količinah tudi zrnca anortoklaza (?), nadalje zrnca rogovače, magnetita in biotita. Zrnca v osnovi so povprečno velika  $0,05 \times 0,03$  mm.

Kemična analiza je naslednja:

Analistik: ing. S. K a n d a r e

SiO <sub>2</sub> . . . . .	62,40 %	Q	20,28	al	36,1
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,24 %	C	1,02	fm	29,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,60 %	or	10,56	c	19,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,29 %	ab	28,77	alk	14,8
FeO . . . . .	2,45 %	an	25,85	k	0,28
CaO . . . . .	5,31 %	hy	10,28	mg	0,55
MgO . . . . .	3,13 %	mt	3,25	c/fm	0,67
MnO . . . . .	0,06 %	il	0,45	ti	0,6
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,28 %	ap	0,31	si	217
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,80 %			qz	+ 58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,13 %				
H <sub>2</sub> O + . . . . .	1,48 %				
H <sub>2</sub> O — . . . . .	0,19 %				
S . . . . .	0,01 %				
Cu . . . . .	0,008 %				
CO <sub>2</sub> . . . . .	pod 0,05 %				
	<u>100,37 %</u>				

CIPW II 4. 3. 4.

Magmatski tip: kremenovo dioritni.

Magma je nevtralna, s c- normalna, relativno siromašna z alkalijami, isofalna (semialična).

#### Kremenov gabro

Potok Ljubucki, levi pritok potoka Dumitri, je odkril v svojem spodnjem toku približno 80 m dolg izdanek zrnaste kamenine, za katero so značilna do 1 cm velika idiomorfna zrna avgita. Kot bistvene sestavine opazujemo nadalje plagioklaze in rogovačo, pod mikroskopom pa smo našli tudi kremen. V majhnih količinah nastopajo zrna magnetita, apatita, epidota, klorita, uralita, piritita, kalcita in kaolina. Ti minerali so nastali delno že med magminim skrepenevanjem, delno pa so produkti preperevanja. Struktura kamenine je hipidiomorfna zrnasta (III. tab. 2. sl.), prehaja pa že v porfiroidno.

Plagioklazi nastopajo v večjih, pravilno razvitih zrnih s povprečnimi premeri  $1,1 \times 0,4$  mm ali pa v manjših, ksenomorfnih zrnih med popisanimi velikimi. Prvi kakor tudi drugi so dvojlično zgrajeni ter conarni. Zrna pripadajo bitovnitu s povprečno 76 % an. V delno preperelih plagioklazih najdemo poleg kaolina tudi kalcit.

Kremen je kristaliziral zadnji. Nastopa v nepravilnih zrnih, ki nadoomeščajo nekajkrat plagioklaze, tako da sledijo njihovi razkolnosti.

V številnih avgitovih zrnih moremo opazovati že s prostim očesom conarno strukturo, prav tako pa tudi strukturo »peščene ure«. Zunanje cone so običajno svetlo, notranje pa temnozeleno. Pod mikroskopom opazujemo vzdolž con praškasto snov, ki je tudi pri največji povečavi nismo mogli podrobneje določiti. Optične lastnosti nekaterih izmerjenih zrn so naslednje:

Ng — Np	Ng — Nm	Nm — Np	2 V	Ng (001)
0,0253	0,0198	0,0055	+ 56°	44°
0,0221	0,0173	0,0048	+ 56°	44°
0,0244	0,0196	0,0048	+ 53°	42°
0,0239	0,0189	0,0050	+ 55°	43°

Večji del avgitovih zrn je močno uralitiziran. Poleg uralita opazujemo v nekdanjih avgitovih zrnih opacitski magnetit, kalcit, kaolin in kremen.

Skoraj v vseh zbruskih moremo opazovati dve generaciji rogovače: starejša rogovača ima nekajkrat idiomorfne konture ter pleohroizem Np = svetlorjava, Ng = temnorjava in Nm = rjava barva. Mlajša rogovača nima pravilnih oblik, temveč prerašča v obliki avreole avgitova zrna. Pleohroizem tega različka se izpreminja od svetlorumenozelene do zelene barve. Obe rogovači sta često izpremenjeni v klorit.

Magnetit nastopa predvsem v avgitovih zrnih. Večja zrna magnetita imajo korodirane oblike ter predstavljajo starejše vključke. Drobna, praškasta magnetitna substanca je nastala pri metamorfozi avgita.

Epidotova zrna s premeri  $0,2 \times 0,1$  mm nastopajo v manjših količinah ter so na opazovanih površinah razporejena povsem nepravilno.

Nedaleč od tod, vendar že v dolini Dumitri, smo našli še en izdanek kremenovega gabra. Kamenina ima sličen mineraloški sestav kakor ona, ki smo jo pravkar popisali, le da so zrna avgita dokaj manjša. Dosežejo le premere  $3,5 \times 4$  mm.

## Oman

### Kremenov dioritov porfir

Potoki vzhodnega pobočja Omana so odkrili v svojih izvornih delih dva izdanka svetlosive, na oko drobnozrnate kamenine. Oba nahajamo v vzhodnem kmetije Petra Stankovića, v bližini mesta, kjer se izliva v potok Oman prvi večji pritok z desne strani. Večji izdanek je dolg približno 350—400 m. Manjši je od večjega oddaljen le kakih 200 m ter meri največ 80 m. Kamenini z obeh izdankov se tako po barvi, kakor tudi po strukturi jasno razlikujeta od obdajajočega rogovačnega-avgitnega andezita in njegovega vulkanskega aglomerata.

Kamenina z večjega izdanka ima holokristalno porfirsko strukturo (III. tab. 3. sl.) in hipidiomorfno zrnato osnovo. Kot vtrošniki nastopajo le plagioklazi in rogovača, zrnato osnovo pa sestavljajo plagioklazi, kremen, rogovača, biotit, sfen, apatit, magnetit, pirit in klorit.

Vtrošniki plagioklazov so v kamenini dokaj enakomerno razporejeni. Značilno je, da nastopajo v idiomorfih zrnih s povprečnimi preseki  $0,7 \times 0,2$  mm. Največje zrno je merilo 3,3 mm. Pogostoma opazujemo dvojčke, trojčke in četvorčke, ki so conarno zgrajeni in imajo jasne razkolnosti po (010) in (001). V merjenih zrnih se izpreminja vrednost anortita od 46,5 % do 54 %. Jedra so v splošnem nekoliko bolj bazična (56—59 % an), zunanje cone pa bolj kisle (42—46 % an).

Idiomorfna in ksenomorfna rogovačna zrna so razpotežena v smeri (001) ter imajo jasno prizmatsko razkolnost. Dosežejo dolžine do 4 mm, ustrezni preseki, pravokotni na (001) pa merijo  $1,9 \times 1,3$  mm. Kot potemnitve se izpreminja od  $15^\circ$  do  $20^\circ$ , s povprečno vrednostjo  $17^\circ$ . Kot starejši vključki nastopajo v njej zrna magnetita ter nekajkrat biotit. Manjša rogovačna zrna so pogostoma kloritizirana.

Povprečni preseki biotitovih zrn so veliki le  $0,2 \times 0,04$  mm. Kakor smo že omenili, nastopa del biotitovih zrn v rogovači, mimo tega pa

nahajamo biotitova zrna tudi v osnovi. Medtem ko so zrna v rogovačah dovolj dobro ohranjena, so v osnovi povsem kloritizirana. Prepoznati jih moremo le po konturah.

Osnova ima granitsko strukturo. Plagioklazova in kremenova zrna, ki v njej prevladujejo, so povprečno velika  $0,17 \times 0,05$  mm.

Sericit in klorit, ki delno nadomeščata plagioklaze oziroma rogovačo, sta nastala pod vplivom hidrotermalnih raztopin, iz katerih so se izločili tudi rudni minerali.

Kemična analiza te kamenine je naslednja:

Analistik: ing. S. K a n d a r e

		Norm (CIPW)			
SiO <sub>2</sub> . . . . .	61,60 %	O	19,08	al	34,1
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,22 %	C	0,41	fm	32,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,07 %	or	11,69	c	19,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,81 %	ab	27,21	alk	14,7
FeO . . . . .	2,58 %	an	25,81	k	0,28
CaO . . . . .	5,40 %	hy	10,90	mg	0,54
MgO . . . . .	3,47 %	il	0,45	c/fm	0,59
MnO . . . . .	0,045 %	mt	4,17	ti	0,6
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,14 %	ep	0,31		
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,02 %			si	209
H <sub>2</sub> O + . . . . .	1,34 %			qz	+ 50
H <sub>2</sub> O - . . . . .	0,27 %				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,11 %				
S . . . . .	0,017 %				
Cu . . . . .	0,023 %				
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,15 %				
	100,26 %				

CIPW II. 4. 3. 4.

Magmatski tip: kremenovo dioritni.

Magma je nevtralna, s c — normalna, relativno siromašna z alkali-jami, isofalna.

Vsi navedeni podatki govore za to, da moremo imenovati popisano kamenino kremenov dioritov porfir.

Kamenina z manjšega izdanka se na pogled ne razlikuje od pravkar popisane. Pod mikroskopom opazimo, da je mineraloški sestav v glavnem enak, tudi vtrošniki so enako veliki. Razlika je le v tem, da nastopa med vtrošniki tudi kremen in da je osnova bolj drobnozrnata.

Prevladujejo zrna plagioklazov (1. tabela), ki so idiomorfna ter pogosto dvojčična. Številna zrna so conarna. Največji vtrošnik je meril  $3,4 \times 1,2$  mm. Srednja vrednost anortita v merjenih zrnih se izpreminja od 49 % do 55 %.

Rogovačna zrna so le slabo kloritizirana. Skoraj vsa imajo jasen pleo-hroizem: Np = svetlorumenozelena, Ng = temnorumenozelena, Nm = rumenzelena barva. Kot 2 V meri povprečno — 84,5°, Ng (001) pa 18°. V nje-nih zrnih najdemo vključke kloritiziranega biotita ter magnetit.

Vtrošniki kremenja so dokaj redki. Pogostoma imajo resorbirane robove, tako da najdemo le težko zrno z idiomorfnim presekom.

Mikrogranitska osnova sestoji iz drobnih zrn plagioklazov, kremenja, v manjših količinah tudi rogovače in magnetita. V njej zapazimo manjša idiomorfna zrna apatita.

Oruden je bil predvsem kremenov dioritov porfir z večjega izdanka ter andezit, ki ga obdaja. Rudni minerali: pirit, magnetit, halkopirit, dokaj redko molibdenit, nastopajo v tankih žilicah (često kremenovih), ali pa v obliki finih impregnacij. Zaradi preperevanja je pirit izpremenjen v limonit, halkopirit pa tudi v malahit.

### Starost popisanih kamenin

Popisane kamenine, ki smo jih našli v območju Crni vrh—Potoj Čuka—Oman omenja že V. Simić (1952). Domneva, da so to mlajši proboji v andezitih ter jim pripisuje laramijsko starost. S tem dokazuje senonsko starost andezitov eruptivnega masiva. Duhovnik (1953) misli, da so predvsem rogovačni in avgitni andeziti starejši od monzonitov, kremenovih dioritov itd., katerih efuzivni ekvivalent naj bi bil andezit, ki vsebuje med femičnimi komponentami tudi biotit. M. Divljanova in S. Nešić sta sklepala na podlagi terenskih in mikroskopskih preiskav (1953), da so andeziti v območju Crne reke ob kontaktu z monzonitom izpremenjeni. Tudi mikroskopska preiskava izpremenjenega propilita (plagioklazi vsebujejo povprečno 83% an!) z južnih pobočij Frasanana, ki meji na monzonit Valja Strž dokazuje (M. Drovnik, 1955), da je bil propilit ob meji z monzonitom izpremenjen (predvsem silificiran, piritiziran in epidotiziran).

M. Ilić (1953) sicer potrjuje, da so te kamenine (monzoniti, kremenovi dioriti itd.) mlajše od jursko-krednih apnencev, ki so na kontaktu z njimi izpremenjene v skarn, vendar so po njegovem mišljenju starejše od andezitov, ki naj bi se izlili preko njih ter jih prekrivali.

Po tej predpostavki bi bili plutoniti laramijski (po Stille-ju bi jih mogli označiti kot produkte sinorogenega plutonizma), andeziti eocenski, morda miocenski (subsekvantni vulkanizem) in andezitbazalti mladoterciarni ali delno celo kvartarni (finalni vulkanizem). Mladoterciarna ali celo kvartarna starost andezitbazaltov (Ilić, 1953) pa ni dovolj utemeljena in mislimo, da je njihov vulkanizem starejši. V vulkanski breči andezitbazaltov nahajamo namreč na južnem pobočju Tilve Bešine (približno 800 m zahodno od izdanka andezitbazalta pri 129 km ceste Bor—FEOGRAD, ki ga je popisal isti avtor) žilno rudišče Zlače, ki so ga izkoriščali med obema svetovnjima vojnama. Po Cissarzu (1956) je to rudišče mladoterciarno. Breča andezitbazaltov mora biti vsaj paleogenske starosti, zelo verjetno pa je starejša (senonska?).

Rezultati večletnih rudarsko-geoloških raziskav območja Crni vrh—Potoj Čuka—Oman dokazujejo, da so andeziti, ki tamkaj nastopajo, starejši od monzonitov, kremenovih dioritov, kremenovih dioritovih porfirjev itd. Omenimo naj poleg že popisanih kontaktnih izprememb s Crne reke in južnih pobočij Frasanana rezultate raziskav Pb-Zn-Cu rudišča Valja Saka, pa tudi Cu orudnenja v dolini Dumitri.

V Valja Saki nahajamo orudnenje v velikem bloku skarna (M. Drovnik, 1955), ki je bil prvotno lapornat apnencec. Apnencec je padel med andezitskimi proboji v prodirajoče andezite ter je bil verjetno že takrat nekoliko termično izpremenjen. Tako močne izpremembe, kakor

jih moremo opazovati sedaj, pa so nastale brez dvoma kasneje, v času monzonitsko-kremenovo dioritnih intruzij. Ker je bil tudi andezit, ki obdaja blok skarna, zelo močno izpremenjen in nekoliko oruden, sklepamo, da je andezit starejši od intruzij. Pri raziskavah v dolini Dumitri pa smc našli v metasomatsko izpremenjenem in orudenem andezitu žile prav tako orudenega in delno metasomatsko izpremenjenega kremenovega dioritovega porfirja — torej je le-ta mlajši od andezita.

Za nadaljnja razglabljanja o starosti andezitov in v tem sestavku popisanih kamenin je najbolje, da primerjamo zaključke, do katerih smo prišli z rezultati dosedanjih preiskav v bolgarskem Srednegorju. Kakor je znano, predstavlja timočki eruptivni kompleks le manjši, severozahodni del srednjegorske (subbalkanske) eruptivne cone, ki se razprostira od Majdanpeka do Burgasa. Številni geologi, ki raziskujejo bolgarski del eruptivne cone, med njimi Bončev (1946), Dimitrov (1946), Petraschek (1953) mislijo, da so andeziti, ki tamkaj nastopajo, senonske starosti. Nadalje soglašajo v tem, da prebijajo andezite mlajši monzoniti, sieniti, granodioriti in dioriti, ki so v Srednegorju edini »mlajši«  
plutoniti. Po Dimitrovu (1946) so najbolj znani izdanki teh kamenin v bližini Sofije (Vitoški pluton), Plovdiva, Burgasa, južno od Sozopola, v bližini vasic Oman in Fakija itd. Vitoški sienitsko-monzonitski masiv prebija poleg andezitov tudi senonske in turonske sedimente, ki so ob kontaktu izpremenjeni. Ker so tako andeziti, kakor tudi monzoniti prekriti na zahodnih pobočjih Vitoša s staroterciarnimi sedimenti, ki imajo v bazi konglomerat z monzonitnimi prodniki, pripisujejo omenjeni avtorji mlajšim plutonitom laramijsko starost. Tudi H. Stille (1940) potrjuje, da so v Srednegorju prodornine starejše od globočnin. Prav v tem vidi razliko med tektonsko-magmatskimi procesi v Srednegorju in onimi v Dinaridih in Karpatih. Domneva, da so andeziti sicer produkti geosinklinalnega vulkanizma, ki pa nima značaja pravega inicialnega vulkanizma. Kamenine, ki tamkaj nastopajo (tako prodornine kakor tudi globočnine), naj bi bile produkti alohtone, palingene magme.

Iz navedenega vidimo, da so tako v bolgarskem Srednegorju, kakor tudi v timočkem eruptivnem masivu (vsaj v območju Crni vrh—Potoj Čuka—Oman) povsem isti odnosi med prodorninami in globočninami. V. Simić je torej pravilno pripisal plutonitom Crnega vrha laramijsko starost.

### Zaključek

Pri kartiranju območja Crni vrh—Oman, približno 18 km (zračna razdalja) NW od rudnika Bor, smo našli v andezitih in propilitih, ki močno prevladujejo, tudi izdanke kremenovih dioritov (Crvena reka, Crni vrh), dioritov (Crvena reka), kremenovih dioritovih porfirjev (Crvena reka, Dumitri, Oman) in kremenovega gabra (Dumitri). Če izvzamemo kremenov gabra, imajo omenjene kamenine skoraj povsem enak mineraloški sestav.

V različnih s hipidiomorfnno zrnato strukturo, t. j. v kremenovih dioritih in dioritih, močno prevladujejo plagioklazi, ki pripadajo pretežno labradoritu (povprečje za kremenove diorite 53—54,5% an, za



diorite 58 % an). Količina anortita je nekoliko večja kakor je to običajno za plagioklaze kremenovih dioritov, vendar se dokaj dobro približuje povprečju za plagioklaze dioritov. Labradorit nastopa deloma v večjih, idiomorfni, deloma v manjših, ksenomorfni zrnih, ki nastopajo med večjimi. Razlikovati moremo torej dve fazi kristalizacije plagioklazov: starejšo — idiomorfna zrna in mlajšo — ksenomorfna. Poleg plagioklazov opazujemo v različnih, ki so bolj bogati s kremenom (kremenovi dioriti), tudi anortoklaz. Večja količina anortoklaza v kremenovem dioritu s Crnega vrha ter strukturni odnos plagioklazi : anortoklaz govori za to, da je anortoklaz delno nastal zelo verjetno tudi iz alkalnih raztopin po skrepenenju kamenine. Med femičnimi komponentami močno prevladuje rogovača. Zrna se često združujejo v večje skupke. Nekajkrat opazujemo drobna zrnca biotita, ki pa so povečini že močno kloritizirana. Struktura teh kamenin je sicer hipidiomorfna zrnata, vendar pa značilna za obodne dele plutonitov.

Aplitske žilice so dokaj redke. Opazujemo jih le na izdanku kremenovega diorita in diorita v dolini Crvene reke. Žilice sestojijo iz kremenca, anortoklaza in plagioklazov.

Od kremenovih dioritov in dioritov moremo razlikovati kremenov gabro z bitovnitom, avgitom, rogovačo in kremenom kot bistvenimi komponentami. Ta kamenina je brez dvoma nekoliko bolj bazičen različek iste magme, iz katere so se razvili kasneje, zaradi diferenciacije, dioriti in kremenovi dioriti.

Kljub temu, da v kremenovih dioritih in dioritih nismo našli rudnih mineralov, razen tu in tam pirit, je pokazala kemična analiza vzorca kremenovega diorita iz doline Crvene reke 0,051 % CuO. Bakrovi rudni minerali (zelo verjetno halkopirit) nastopajo brez dvoma v zelo finih impregnacijah.

V kremenovih dioritovih porfirjih, ki imajo značilno holokristalno porfirsko strukturo, prevladujejo vtrošniki plagioklazov, ki so skoraj vedno močno cenarni. Poleg normalnih con opazujemo tudi inverzne. Podrobna optična preiskava številnih zrn je pokazala, da pripadajo le-ta andezinu, deloma tudi labradoritu. Mimo plagioklazov opazujemo v kremenovih dioritovih porfirjih resorbirana zrnca kremena ter pogosto idiomorfne vtrošnike rogovače in biotita. V kremenovem dioritovem porfirju iz doline Crvene reke smo našli tudi avgit in hipersten. Kamenine so dokaj sveže; le tam, kjer so kasneje orudene (Dumitri, Oman), so delno tudi metasomatsko izpremenjene.

Prav tako kot mineraloški, je tudi kemični sestav popisanih kamenin dokaj sličen ter govori za to, da je bil sestav magme, iz katere so te kamenine nastale, skoraj enak. Nigglijevi parametri se še najbolj približujejo kremenovo dioritnemu tipu magme, ki je bila v splošnem nevtralna (do slabo kislja), siromašna s c, relativno siromašna z alkalijski ter semialkalna-isofalna.

Po njihovih strukturah in načinih nastopanja moremo sklepati, da predstavljajo gornje dele plutonitov (kremenovi dioriti, dioriti, kremenov gabro ter del kremenovih dioritovih porfirjev), oziroma dajke v andezitih in njihovih vulkanskih aglomeratih (večji del kremenovih dioritovih por-

firjev). Popisane kamenine so brez dvoma mlajše od obdajajočih andezitov, kar potrjujejo predvsem raziskave v dolini Dumitri, kjer smo našli v orudenem in metasomatsko izpremenjenem andezitu žile prav tako orudenega in delno metasomatsko izpremenjenega kremenovega dioritovega porfirja.

Probojem so ponekod sledile alkalne rudne raztopine, ki so povzročile mineralizacijo. Najbolj značilna primera sta orudenenji v dolini Dumitri in v vznožju Omana. V obeh primerih opazujemo v probojih in prav tako v obdajajočih andezitih tanke kremenove žilice s piritom (ki prevladuje), halkopiritom, magnetitom, redkeje tudi z molibdenitom in spekularitom. Rudni minerali nastopajo tudi v obliki finih impregnacij. Posebno zanimivo je nastopanje molibdenita, ki ga do sedaj v rudiščih tega dela eruptivnega masiva nismo našli.

Kakor je znano, je timočki eruptivni masiv le severozahodni podaljšek Srednegorja, kjer mlajši plutoniti prav tako prebijajo senonske andezite in njihove vulkanske aglomerate. Ugotovili so, da so ti plutoniti paleogenske-laramijske starosti. Ker so torej starostni odnosi med andeziti in plutoniti v Srednegorju in timočkem eruptivnem masivu (vsaj v območju NW od Bora) povsem enaki, je V. Simić pravilno pripisal plutonitom območja Crvi vrh—Oman laramijsko starost.

#### CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE IGNEOUS ROCKS OF THE TIMOK—ERUPTIVE AREA

During the mapping of the Crni Vrh—Oman area, approximately 18 kms air line NW from the Bor Copper Mine, we have found among andesites, and propilites prevailing in the area the outcrops of quartz-diorites (Crvena Reka, Crni Vrh), diorites (Crvena Reka), quartz-diorite-porphyrries (Crvena Reka, Dumitri, Oman) and quartz-gabro (Dumitri). All the rocks mentioned above have approximately the same mineralogical composition except the quartz-gabro.

The plagioclases belonging to labradorite mostly heavily prevail in all specimens with idiomorphic granular texture — quartz diorites, and diorites (the average for the quartz diorites being 53—54,5 % an, and 58 % an for diorites). The anortite percent is a little higher than normaly for the plagioclases of the quartz diorites but it approaches fairly well to the average of the plagioclases of the diorites. The labradorite appears partly in greater idiomorphic, partly in smaller xenomorphic phenocrysts among the greater ones. Thus we can speak about two phases of crystallisation of plagioclases, the older one of the crystallisation of idiomorphic grains, and the younger one of the xenomorphic ones. In some specimens rich with quartz (quartz diorites) we can observe the anorthoclase also. The higher percent of anorthoclase and the relation of the plagioclases to the anorthoclase in the quartz-diorite of the Crni Vrh speak for the supposition, the anorthoclase originate most probably out off the alkaline solutions after the crystallisation of the rock. The hornblende is the prevailing femic mineral. The grains of hornblende

form greater groups. Sometimes we observe thin scales of biotite, most of them heavily chloritized. The texture of the rock is hipidiomorphic granular, but it is characteristic for the peripheric parts of the plutonic rocks.

The aplitic veins are very rare. We can find them in the outcrops of the quartz diorite, and diorite in the Crvena Reka valley. The veins are composed by grains of quartz, anorthoclase, and plagioclases.

We can distinguish the quartz-gabro with bytownite, augite, hornblende and quartz as the essential components from the quartz diorites and diorites. This rock is the most basic differentiate of the same magma, out off which diorites, and quartz diorites have crystallized later on due to differentiation.

Notwithstanding with the fact, we have not found any ore minerals in the quartz diorites, and diorites except some scarce grains of the pyrite, the chemical analysis of a specimen of the quartz-diorite out off the Crvena Reka valley has shown 0,051 % Cu. The copper minerals should occur in very finegrained dissemination.

The plagioclase phenocrysts with very clear zonal structure mostly prevail in the quartz diorite-porphyrries with the characteristic holocrystalline porphyric texture. The inner zones are normally more basic than the outer ones, but there exist also some cases of the reverse order of the changes of the chemical composition of the zones. The detailed optical examination of the individual grains has shown, they belong to the andesine, partly to the labradorite. We observe resorbed grains of quartz and idiomorphic phenocrysts of hornblende, and biotite besides of the plagioclases in the quartz diorite-porphyrries. In the same type of the rock in the Crvena Reka valley we have found augite, and hypersthene. The rocks are fairly fresh except the localities, where they have been mineralized later on (Dumitri, Oman). There they are partly changed by the metasomatic processes.

The chemical composition of the rocks mentioned above is very similar to the mineralogical one. It speaks in favour of the supposition, the composition of the magma, out of which the rocks have been crystallized, was approximately the same. The Niggli's parameters approach at most to those of the quartz-dioritic type of magma, being generally neutral or feebly acid, very poor in c, relatively low in alcalies thus semialic-isofalic.

According to their textures and the mode of occurrence we can conclude, they represent the upper parts of the plutonic rocks (quartz-diorites, diorites, quartz-gabros, and partly quartz-diorite porphyries), and dykes in the andesites as well as their volcanic agglomerates (most of them quartz-diorite porphyries) respectively. The rocks described are doubtlessly younger than the andesites, in which they occur. This fact is most brilliantly confirmed by the explorations works in the Dumitri valley where the veins of the mineralized and partly hydrothermally altered quartz-diorite porphyry have been found in the mineralized and hydrothermally altered andesite.

Extrusions of the rocks have been followed by the alkaline ore solutions giving rise to the mineralisation. The most characteristic cases are the mineralisations in the Dumitri valley, and at the foot of the Oman Hill. In both cases we observe thin quartz veins with pyrite, chalcopyrite, magnetite, and scarcer molybdenite, and hematite in the extrusive rocks and in the andesite, in which they occur. The ore minerals form very finegrained dissemination. The occurrence of molybdenite not found yet till to the date in the ore deposits of this part of the eruptive area, as the most interesting.

As generally known, the eruptive area of the Timok is forming the northwestern extension of the Srednjejorje, where the younger plutonic rocks break through the andesites of Senonian age as well as their volcanic agglomerates. The Paleogene Laramic age of those plutonic rocks has been fixed. As the age relations between the andesites and the plutonic rocks in the Srednjejorje are completely the same as in the Timok eruptive area (at least in the part NW from Bor) the Laramic age is correctly given to all plutonic rocks in the Crni Vrh—Oman area by V. Simić.

#### LITERATURA

Antonijević, I. in drugi, 1957, Izveštaj o geološkom kartiranju timočkog eruptivnog masiva u 1956 godini, Beograd. (Poročilo v rokopisu.)

Bončev, E., 1946, Osnovi na tektonikata na Blgarija. Osnovi na geologijata na Blgarija. Sofija.

Cissarz, A., 1956, Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien. Beograd.

Dimitrov, S., 1946, Metamorfnite i magmatičnite skali v Blgarija. Osnovi na geologijata na Blgarija. Sofija.

Divljan, M. in Nežić, S., 1953, Kratka beleška o granitoidnim stenama u timočkom andezitskom masivu. Godišnjak zavoda za geol. i geofizička istraživanja NRS.

Drovenik, M., 1955, Kontaktno metamorfne pojave in orudnenje območja Ptoj Čuka—Valja Saka. Geologija — Razprave in poročila, Ljubljana.

Duhovnik, J., 1953, Petrografska karakteristika stena područja Crni vrh—Jasikovo kod Bora. Ljubljana (Poročilo v rokopisu).

Majer, V., 1953, Prilog poznavanju stijena monzonitskog tipa u Istočnoj Srbiji. Vesnik Zavoda za geol. i geofizička istraživanja NRS, Beograd.

Marić, L., 1949, Izveštaj saveznom geološkom institutu. Zagreb. (Poročilo v rokopisu.)

Mikinčić, V., 1953, Geološka karta FNR Jugoslavije, Beograd.

Nikitin, V., 1936, Die Fedorov-Methode, Berlin.

Ilić, M., 1953/54, O pojavama andezitbazalta kod Brestovačke Banje, Bora i Malog Krivelja. Zbornik radova geološkog i rudarskog fakulteta. Beograd.

Petrascheck, W., 1953, Magmatismus und Metallogene in Südost-europa. Geol. Rundschau.

Simić, V., 1953, Magmatizam i metalogenija naših granitoidnih stena u vezi sa volframovim orudnjenjem. Vesnik Zavoda za geol. i geofizička istraživanja NRS, Beograd.

Stille, H., 1940, Magmato-tektonische Verhältnisse Bulgariens im Lichte allgemeiner Erfahrungen. Spis. Blg. geol. d-vo, t. 9. Sofija.

Tröger, E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Verlag d. Deutsch. geol. Ges., Berlin.

## NUMMULITEN AUS POLJŠICA (SLOVENIEN)

von *Adolf Papp*

Paläontologisches Institut der Universität, Wien

Mit 2 Textabbildungen

### Einleitung

Im Zuge der Kartierungsarbeiten von Herrn F. Cimerman wurden Nummuliten-Vorkommen in der Umgebung von Poljšica (Pol-schitza), etwa 10 km NW von Kranj (Krainburg) gelegen, neuerdings in den Blickpunkt gerückt. Bei einer gemeinsamen Exkursion mit Herrn F. Cimerman konnte der Verfasser an 2 Stellen Material sammeln.

1. An dem südschauenden Hang des Poljšica-Baches südlich der Ortschaft Poljšica.

2. 3,3 km westlich Poljšica am nordschauenden Abhang wenige Meter über dem Poljšica-Bach an der Straße zur Ortschaft Rovte.

Herrn Prof. Dr. I. Rakovec ebenso wie Herrn F. Cimerman erlaubt sich der Verfasser für die zuvorkommende Hilfe auch an dieser Stelle zu danken.

Nummulitenführende Schichten aus der Umgebung von Poljšica wurden von Kinkel in 1890 erwähnt und ein Profil von dem unter 2 angeführten Fundort gegeben. Oppenheim 1896 erwähnt von dem gleichen Fundort *N. fichteli* de la Harpe und *N. boucherii* de la Harpe. Die Bearbeitung des Fossilmaterials führte Oppenheim zur Ansicht, daß es sich um Ablagerungen des unteren Oligozäns handeln soll.

Bei Bearbeitung vorliegenden Materials wurde besonders auf Schnitte megalosphärischer Formen Wert gelegt, welche im Medianschnitt für Vergleiche wertvolle Messungen erlauben. Es finden folgende Abkürzungen Verwendung (vgl. auch Papp 1958):

$\frac{W}{R}$  = Quotient Windungszahl: Radius. Der Radius wird vom Mittelpunkt des Protoconchs über den Deuteroconch zum Rand des 3. Umganges gemessen.

M = Größe der Megalosphäre.

P = Dicke des Dorsalstranges im Verhältnis zur Kammerhöhe am 2. Umgang über dem Deuteroconch.

Dm = Durchmesser des Gehäuses.

Di = Dicke des Gehäuses.

S, S, S — Septenzahl der jeweiligen Umgänge.

1 U = Höhe des 1. Umganges

2 U = Höhe des 2. Umganges minus Höhe des 1. Umganges

3 U = Höhe des 3. Umganges minus Höhe des 1. Umganges.

Aus den verschiedenen Möglichkeiten die zur nomenklatorischen Charakteristik von mikrosphärischen (A-Formen) und megalosphärischen Exemplaren (B-Formen) vorgeschlagen wurden wählen wir jene, beide Namen mit Bindestrich anzuführen. Der erstgenannte bezeichnet die A-Form, der folgende die B-Form. Beide Formen würden erst die biologische Art bezeichnen.

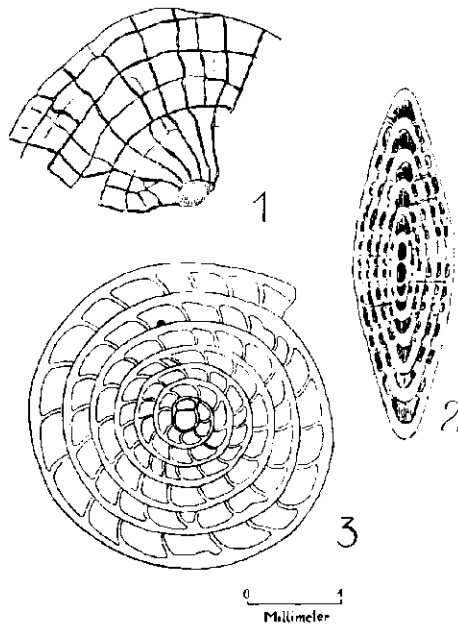


Abb. 1. *Nummulites fichteli* aus Poljšica

Fig. 1. Ansicht des Zwischengerüsts

Fig. 2. senkrechter Schnitt

Fig. 3. wagrechter Schnitt

### Charakteristik der Nummuliten

*Nummulites intermedius-fichteli* de la Harpe

An beiden Fundorten wurden A- und B-Formen eines Nummuliten mit netzförmig gestaltetem Verlauf der Suturen bzw. des Zwischengerüsts beobachtet. Bezeichnend ist ihre geringe Dicke.

A-Formen = *N. intermedius*

Relativ große, dünne, schmal-discusförmige Gehäuse  $D_m = 8,8-9,8$  mm,  $D_i = 1,8-2,0$  mm. An der Außenseite ist bei angewitterten oder angeschliffenen Exemplaren die netzförmige Verzweigung der Suturen zu sehen. Das Netz tritt im Zwischengerüst mit annähernd rechteckigen Formen deutlich hervor (Abb. 1, Fig. 1).

Der senkrechte Schnitt zeigt, entsprechend der Kammerlage senkrechte Pfeiler. Die Windungen sind sehr schmal besonders im zentralen Gehäuse, sie werden von dem pfeilerartigen Gefüge senkrecht gekreuzt. Im Zentrum befindet sich meist ein kleiner Zentralpfeiler. Wachstums-Unregelmäßigkeiten sind häufig, wodurch die meisten Gehäuse etwas verzogen oder gebogen sind.

B-Formen = *N. fichteli*

Das Gehäuse ist jenem der A-Formen ähnlich jedoch etwas kleiner:

Fundstelle 1,  $D_m = \pm 3,0$  mm,  $D_i = \pm 1$  mm.

Fundstelle 2,  $D_m = 2,0-5,0$  mm,  $D_i = 1-1,2$  mm.

Der wagrechte Schnitt wird durch die geringe Zunahme der Umgänge und die langen niedrigen Kammern charakterisiert. Die Zunahme des 6. Umganges (Höhe 0,3 mm) gegenüber dem ersten über dem Protoconch (Höhe 0,18 mm) ist dementsprechend gering.

Maße der zentralen Partien von *N. fichteli*

Nummer des Exemplares	$\frac{W}{R}$	M	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	1U	2U	3U	P
2193	6	0,24	7	10	16	0,18	0,00	0,01	0,12 : 0,06
	1,64								
2192	3	0,23	7	13	17	0,17	0,07	0,06	0,17 : 0,07
	0,98								
2191	3	0,19	6	12	16	0,18	0,01	0,02	0,14 : 0,05
	0,08								

*Nummulites rütimeyeri-chavannesi* de la Harpe

Vorliegende Art ist seltener als *N. intermedius fichteli*, vom Fundort Poljsica 2 liegt nur ein mikrosphärisches Exemplar vor, die megalosphärische Form dagegen ist von beiden Fundorten gut belegt.

A-Formen -- *N. rütimeyeri*

Gehäuse relativ groß, im Zentrum erhoben, Dm = 8,0 mm, Di = 3,1 mm. Die Suturlinien stehen eng und verlaufen geschwungen vom Zentrum zum Gehäuserand.

B-Form = *N. chavannesi*

Die Gehäuseform gleicht jener mikrosphärischer Formen weitgehend nur sind sie bedeutend kleiner. Dm = 2,5 mm, Di = 1,2 mm. Im Zentrum ist bei den meisten Exemplaren ein deutlicher Zentralpfeiler entwickelt, die Suturen verlaufen von ihm leicht geschwungen und im letzten Drittel meist fast gerade zum Gehäuserand (Abb. 2, Fig. 1). Der Zentralpfeiler tritt im senkrechten Schnitt besonders deutlich in Erscheinung (Abb. 2, Fig. 2).

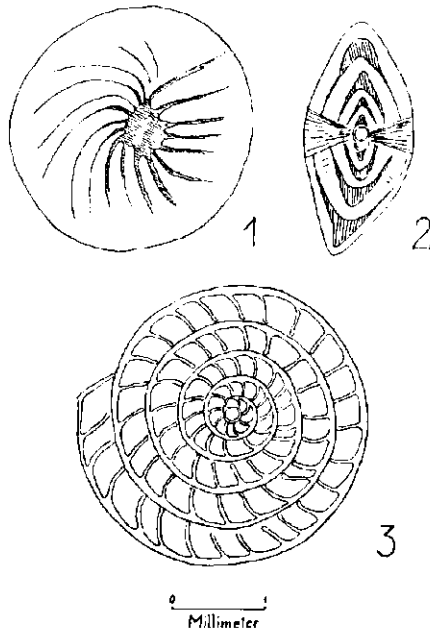


Abb. 2. *Nummulites chavannesi* aus Poljšica

Fig. 1. Ansicht eines mittelgroßen Exemplars von Außen

Fig. 2. senkrechter Schnitt

Fig. 3. wagrechter Schnitt

Der Medianschnitt zeigt eine gleichmäßige Zunahme der Umgänge. Die Kammern sind in der Regel höher als lang und etwas nach rückwärts gebogen. Die größten Exemplare haben fast 5 Umgänge (Dm = 2,8 mm). Der Spiralstrang ist bei einigen Exemplaren relativ dick, bei anderen dünner.



Maße von <i>N. chavannesi</i> aus Poljšica									
Nummer des Exemplares	$\frac{W}{R}$	M	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	1U	2U	3U	P
2291	3	0,18	8	14	17	0,21	0,05	0,06	0,21:0,05
	0,94								
2292	3	0,19	8	14	18	0,20	0,05	0,08	0,20:0,05
	1,02								
2293	3	0,20	8	15	18	0,19	0,01	0,11	0,16:0,04
	0,91								
2296	3	0,17	8	14	17	0,17	0,10	0,08	0,21:0,06
	1,03								
2294	3	0,21	7	16	18	0,20	0,08	0,04	0,19:0,09
	98								
<i>Nummulites boucherii</i> aus Biarritz									
2080	3	0,23	7	13	19	0,25	0,10	0,12	0,28:0,07
	1,31								
2089 a	3	0,23	9	16	19	0,22	0,09	0,09	0,22:0,09
	1,25								

Die hier beschriebenen Exemplare von *N. rütimeyeri-chavannesi* sind etwas plumper als der von de la Harpe 1883 beschriebene Typus. Andererseits bestehen auch Differenzen zur oligozänen Art *N. vasculus-boucherii*. Letztere Art wurde von Oppenheim 1896 aus Poljšica angeführt. Unsere Exemplare unterscheiden sich allerdings von *N. boucherii* aus Biarritz durch den starken Zentralpfeiler, die plumpere Gehäuseform (*N. chavannesi*, aus Poljšica Dm = 20:0,7) im wagrechten Schnitt ist der Radius (R) und die Größe des Deuteroconchs (M) bemerkenswert niedriger als der Exemplare aus Biarritz. Aus diesen Gründen wählen wir für die Exemplare aus Poljšica eine Zuordnung zu *N. rütimeyeri-chavannesi*.

### Stratigraphische Schlüsse

Das Vorkommen von *Nummulites intermedius-fichteli* in typischer Entwicklung kann als entscheidender Hinweis auf oligozänes Alter der Fund-Schichten gewertet werden. Das Vorkommen von *Nummulites rütimeyeri-chavannesi* ist aus dem Ober-Eozän und Oligozän bekannt. Obwohl es dem Autor nicht möglich erscheint eine praezise Definition der oligozänen Stufen mit Nummuliten zu geben, so können doch folgende Hinweise versucht werden:

1. Die Beziehungen der als *N. rütimeyeri-chavannesi* bestimmten Nummuliten zu solchen aus dem obersten Eozän sind relativ eng, was für älteres Oligozän (= Prae-Rupel) sprechen würde.

2. Das Vorkommen typischer Formen des *Nummulites intermedius-fichteli* stellt oligozänes Alter der Fundschichten sicher, doch auch ihr Vorkommen wird in Europa vorwiegend im älteren Oligozän beobachtet (zB. Biarritz), weshalb eine Altersstellung im unteren Oligozän bzw. Lattorf angenommen werden kann.

#### SCHRIFTTUM

Harpe, C. de la 1879, Description des Nummulites appartenant à la zone supérieure des Falaises de Biarritz. Bull. soc. de Borda a Dax.

Kinkel in, F., 1890, Eine geologische Studienreise durch Österreich-Ungarn. Ber. Senkenberg'sche Naturf. Ges. Frankfurt/M.

Oppenheim, P., 1896, Die oligozäne Fauna von Polschitz in Krain. Ber. Senkenberg'sche Naturf. Ges. Frankfurt/M.

Papp, A., 1958, Vorkommen und Verbreitung des Obereozäns in Österreich. Mitt. geol. Ges. Wien.

# JUGOSLOVANSKI SERPENTINSKI AZBESTI S POSEBNIM OZIROM NA AZBEST STRAGARI

*Anton Grimšičar in Valentin Očepek*

S 5 slikami med tekstem in 14 v prilogi

## Izvleček

Avtorja podajata v začetku pregled o pridelavi in porabi azbesta v Jugoslaviji. Na kratko omenjata nastanek serpentinskega azbesta, izkorišček iz rude in metode za določanje kvalitete vlaken. Navajata tudi vrsto uporabnosti vlaken in nekaj splošnih fizikalnih lastnosti serpentinskih azbestov.

Podrobneje je opisan rudnik Stragari, kjer je bogato nahajališče tako imenovanega krpastega azbesta. Podane so tehnične kemične analize nekaterih jugoslovanskih azbestov v primerjavi s tujimi analizami hri-zotila in antigorita.

Prikazani so rezultati diferenčno termične analize, mikroskopski opis vzorcev in röntgenskih analiz. Na osnovi podanih analiz sta avtorja po-skušala razločiti posamezne vrste serpentinskih mineralov po Z u s s - m a n u in drugih.

## Uvod

V mineralogiji označujemo za azbeste vsa nezgorljiva mineralna vlakna (gr. *azbestos* — nezgorljiv), h katerim prištevamo zlasti nekatere serpentinske in amfibolske minerale:

hrizotil, monoklinski in rombični serpentini	$H_4Mg_3Si_2O_{10}$
antofilit, rombični amfibol	$H_2(Mg,Fe)_7Si_8O_{24}$
amosit, rombični amfibol	$H_2(Mg,Fe)_7Si_8O_{24} + x Al_2O_3$
krokidolit, monoklinski, alkalni amfibol	$H_2Fe_2Si_2O_{24} + x FeNaSi_2O_6$
tremolit, monoklinski amfibol	$H_2Ca_2Mg_5Si_8O_{24}$
aktinolit, monoklinski amfibol	$H_2Ca_2(Mg,Fe)_7Si_8O_{24}$

Tukaj bomo obravnavali zaenkrat le različne modifikacije prve sku-pine, imenovali jo bomo tudi serpentinska skupina, saj tvori veliko

večino (okrog 95 %) vsega pridobljenega azbesta. Jugoslavija je po statističnih podatkih pri tem zastopana tako-le:

pridobljen azbest:	porabljen azbest:
1947 l. 310 t	—
1950 l. 958 t	2000 t
1954 l. 3200 t	6850 t
1957 l. (Stragari) 5100 t	

Poraba je bila torej leta 1954 več kot še enkrat večja od proizvodnje. V glavnem gre za serpentinski azbest. Če primerjamo te številke s pridobivanjem v Kanadi, ki je največji producent serpentinskega azbesta, leta 1954 je pridobila 900.000 t, vidimo, da je to razmeroma majhen delež.

V splošnem po svetu pridobivanje azbesta narašča. Tako je znašala leta 1937 svetovna proizvodnja le okrog 576.000 t (Tamarinov, 1946), od tega okrog dve tretjini v Kanadi; leta 1954 pa jo cenimo na približno 1.350.000 t. Razen Kanade so pri tem zastopane predvsem ZSSR, Južna Rodezija, Južna Afrika, Ciper, ZDA, Indija in druge države (okrog 1 %). Tudi zadnja leta pridobivanje in poraba azbesta še vedno narašča (Gummi and Azbest 1956/57).

Kot vsa svetovna nahajališča serpentinskega azbesta so tudi naša razširjena v serpentinskih masivih različne geološke starosti. Pretežno so verjetno paleozojska, nekatera pa so gotovo tudi mlajša. Znano je, da so ti masivi nastali povečini s pomočjo hidrotermalne metamorfoze pri relativno nizki temperaturi. Sklepamo, da se je to dogajalo zlasti v času intenzivnega vulkanskega delovanja, n. pr. v srednji triadi in v terciarju.

Delno pa so serpentinini lahko tudi prvotni (n. pr. v ruskih dunitih), ali pa so nastali pri preperevanju olivinskih kamenin

Ob določenih pogojih nastajajo v serpentinu vlaknati minerali. Pri izdelavi sintetičnega hrizotila so dobili najdaljša vlakna pri temperaturi 330°—375° C, pri pritisku 140—270 atmosfer in pH 6—11. Za nastanek vlaken je zlasti ugodna kritična temperatura vode (375° C) in pH 7—9,5. Dobili so do 50 mm dolga vlakna (Ipatiev, Balduzzi, Epprecht, Niggli, Wuhrer, Bowen, Tuttle id.).

Kemične analize surovih in predelanih vlaken ne dajo uporabnega merila za razločevanje med posameznimi oblikami in vrstami serpentinskega azbesta. Za pojasnilo navajamo nekaj tehničnih kemičnih analiz (1. tabela).

To nam bo razumljivo, če vemo, da imajo vsi serpentinovi različki isto kemično formulo in podoben kemičen sestav. Dajo pa se seveda razločevati serpentinski in amfibolski minerali, kar omogoča že enostavnejša optična metoda.

Preden preidemo na mineraloške metode določanja serpentinskih mineralov, naj še na kratko omenimo glavne metode razločevanja azbestov v splošnem.

Kakovost azbesta je odvisna od dolžine in elastičnosti vlaken. Najbolj so cenjena nad 19 mm dolga vlakna, ki se uporabljajo za azbestna

Table 1

1. tabela

KEMIČNE ANALIZE NEKATERIH JUGOSLOVANSKIH SERPENTINSKIH AZBESTOV V PRIMERJAVI  
S HRIZOTILOM IN ANTIGORITOM

CHEMICAL ANALYSES OF SOME YUGOSLAV SERPENTINE ASBESTOS COMPARED WITH THOSE  
OF CHRYSOTILE, AND ANTIGORITE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vlaga — Moisture	—	—	1,47 %	—	—	3,01 %	0,83 %	1,64 %	—	—
Žaroizguba	14,34 %	13,60 %	14,90 %	13,67 %	12,35 %	12,80 %	14,23 %	14,04 %	11,19 %	12,36 %
Loss on ignition										
SiO <sub>2</sub>	39,05 %	38,78 %	40,11 %	39,31 %	40,28 %	40,77 %	41,70 %	42,02 %	41,30 %	44,50 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,53 %	3,69 %	2,31 %	4,12 %	3,76 %	2,37 %	0,24 %	0,52 %	1,59 %	1,41 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,64 %	1,31 %	3,16 %	3,37 %	2,24 %	5,06 %	0,35 %	0,30 %	8,57 %	0,39 %
CaO	sl. %	sl. %	2,44 %	0,76 %	sl. %	0,07 %	0,05 %	—	0,43 %	0,02 %
MgO	41,26 %	42,15 %	37,10 %	39,19 %	38,05 %	39,48 %	42,85 %	41,44 %	36,30 %	41,56 %
SO <sub>3</sub>	1,07 %	0,47 %	0,34 %	1,3 %	1,29 %	0,49 %	0,02 %	—	0,06 %	—

1. Stragari

2. Stragari, vlakna — fibres

3. Rujište

4. Korlača

5. Ozren

6. Bogoslovec

7. Hrizotil, Quebec, Kanada (Kalousek, Muttart, 1957, str. 5)

8. Hrizotil, Arizona (Nagy, Faust, 1956, str. 826, analiza F-20)

9. Antigorit, Antigorra (Kalousek, Muttart, 1957, str. 5)

10. Antigorit, State Line pits, Maryland (Nagy, Faust, 1956, str. 826, analiza F-1)

1-6 analiziral — analyzed by: Ing. D. Makarovič, Zavod za  
raziskavo materiala in konstrukcij LRS

prediva. Takih vlaken cenijo, da je povprečno 1 % od vse količine azbesta na svetu (Tamarinov, 1946). Slabša tekstilna vlakna morajo biti dolga najmanj 9 mm. Vlakna od 9 mm do 2 mm se uporabljajo za razne salonitne izdelke, vlakna od 2 mm do 0,5 mm pa večinoma za papirje, obloge in podobno. Krajša vlakna dodajajo umetnim masam, da jim povečajo trdnost in odpornost proti toplotnim vplivom. Prah se uporablja v industriji proti ognju odpornemu materialu. Serpentina vlakna so obstojna tudi proti slabim kislinam. Vseh teh lastnosti nima nobeno umetno pripravljeno vlakno.

Elastičnost vlaken določamo tako, da vzamemo 1,5 mm debel snop vlaken in ga petkrat preganemo. Če se vlakna zlomijo, velja azbest za krhkega (JUS, BFI 001, 1956).

Kvaliteto ocenjujemo še po drugih fizikalnih lastnostih, n. pr. po specifični teži, ki niha od 2,23 do 2,60 g/cm<sup>3</sup>, specifični površini (okrog 15.000 do okrog 30.000 cm<sup>2</sup>/1 g) in po tališču (od 1400° do 1550° C). Med tem ko je specifična površina odvisna delno od oblike in od stopnje razvlaknjenosti, tališče od kemičnega sestava, je specifična teža razen od kemičnega sestava zelo odvisna zlasti od oblike vlaken. Ravno ta lastnost, ki jo je treba določati zelo natančno, nam skupaj z mineraloškiimi metodami lahko mnogo pomaga pri pojasnitvi oblik in lastnosti na osnovi strukture azbestovih mineralov.

Za razločevanje dveh glavnih serpentinskih različkov, ki jih včasih optično ne moremo razlikovati ali jih zelo težko ločimo, nam dobro rabi diferenčno termična analiza. Z njo je vedno enostavno in hitro mogoče ločiti hrizotil in antigorit, ker oddajata v strukturi vezano vodo pri različni temperaturi, prvi pri 700° C, drugi pri 800° (Nagy a. Faust, 1956).

Številni raziskovalci (Turkovich in Hillier, Noll in Kircher, Jagodzinski in Kunze) so ugotovili, da so tipična hrizotilova vlakna cevasta. Podobno se je to že dalo ugotoviti delno tudi za naše hrizotile. Nekaj napotkov za potrditev tega pa nam lahko morda povedo tudi izsledki diferenčno termične analize. Znano je n. pr. da cevasto oblikovan halloysit že pri nizki temperaturi izgubi cevasto obliko, ker odda rahlo vezano vodo med celicami. Tudi strukturno vezana voda je slabše vezana pri halloysitu kakor pri kaolinitu. Pretežno cevast kanadski hrizotilni azbest ima namreč znatno nižjo endotermno konico, po naših meritvah pri 685° C, kot naši serpentinski azbesti (705° do 760° C). Tipično nevlaknat in necevast antigorit iz Val Antigorio v Italiji pa ima po literaturnih podatkih endotermno konico šele pri 802° C. Iz tega bi mogli sklepati, da ravno nepravilno in zato navadno rahlo vezana voda v strukturi omogoča ukrivljenje strukture, kar so za halloysit dokazali Bates, Hildebrand in Swineford (Grim, 1953, p. 54), medtem ko za hrizotil zaenkrat to samo predvidevamo kot hipotezo, ki pa jo bo treba z nadaljnjimi preiskavami šele dokazati in razložiti.

Po preiskavah, ki so jih v zadnjih letih napravili Aruya, Brindley, Comer, Knoing, Whittaker, Zussman in drugi

(Zussman, Brindley, Comer, 1957, 134), imamo naslednje vrste serpentinskih mineralov:

monoklinski hrizotil (monoklinska singonija),  
rombični hrizotil (rombična singonija),  
lizardit (rombična singonija),  
antigorit (monoklinska singonija),  
šestplastovni serpentin (rombična singonija).

Monoklinski in rombični hrizotil imata enake parametre osnovne celice ( $a_0 = 14,6 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,32 \text{ \AA}$ ), ločita pa se med seboj le po kotu  $\beta$  ( $93^\circ 12'$  in  $90^\circ$ ). Os vlakna je os c. Whittaker omenja še parahrizotil. Ta je rombičen in ima parameter b kot os vlakna. Natančnejši strukturni podatki o njem še niso objavljeni. Nahajamo ga v majhni količini med zgoraj omenjenima različkoma (Whittaker, Zussman, 1956., 115/116).

Parametri lizardita so podobni parametrom hrizotila. Antigorit ima v primeri s hrizotilom in lizarditom sorazmerno velik parameter a ( $a_0 = 43,5 \text{ \AA}$ ).

Po novejših preiskovanjih lahko ta parameter zelo niha in sicer od  $33,4 \text{ \AA}$  do  $44,0 \text{ \AA}$ , oziroma celo  $90,6 \text{ \AA}$  in  $109 \text{ \AA}$  (Zussman, Brindley, Comer, 1957, 148). Ostala dva parametra sta podobna parametrom hrizotila in lizardita.

Šestplastovni serpentin ima za razliko od hrizotila in lizardita sorazmerno velik parameter c ( $c_0 = 43,6 \text{ \AA}$ ).

Struktura hrizotila in antigorita je podobna kaolinitovi strukturi, z razliko, da imata aluminijeve atome v glavnem nadomeščene z magnezijevimi (Zussman, Brindley, Comer, 1957, 133).

Struktura kaolinita je enoplastovna z ravninami iz OH, Al, O+OH, Si, O atomov (Grim, 1953, 49). Podobno strukturo navaja Whittaker tudi za monoklinski in rombični hrizotil. Pravi pa, da je le začasna. Struktura obeh različkov hrizotila je dvoplastovna z različno razporeditvijo magnezijevih atomov (Whittaker, 1953, 747). Struktura lizardita je po Zussmanu podobna strukturi hrizotila, le da je enoplastovna (Whittaker, Zussman, 1956, 118/119).

Značilne so tudi oblike serpentinskih mineralov (Zussman, Brindley, Comer, 1957, 152), in sicer:

Hrizotilova vlakna so cevasta, lahko pa so tudi letvasta. Antigoritovi kristali so ploščati, lahko pa so tudi letvasti. Enako je s šestplastovnim serpentinom. Lizarditovi kristali so ploščati.

Ker imamo za naše azbeste röntgenske podatke medmrežnih razdalj, bi se na kratko dotaknili tudi metode za interpretacijo medmrežnih razdalj, po kateri moremo ločiti antigorit, monoklinski in rombični hrizotil ter lizardit. Izdelala sta jo Whittaker in Zussman (1956) po podatkih, dobljenih v orientirani legi kristala. Sloni na ugotovitvah, da so pri nižjih kotih odboji za monoklinski in rombični hrizotil identični, razlike pa nastopajo pri višjih kotih onih odbojev, ki ustrezajo odbojem

od ploskev 201, in sicer so ti odboji nekoliko medsebojno premaknjeni. Po teh ugotovitvah sta avtorja izračunala in eksperimentalno na standardnih vzorcih opredelila medmrežne razdalje k eni in drugi strukturi. Upoštevala sta tudi jakosti odbojev. Kriteriji za ločitev na osnovi medmrežnih razdalj so naslednji: Monoklinski hrizotil se loči od rombičnega že po velikosti medmrežnih razdalj.

Obe rombični obliki — rombični hrizotil in lizardit — se ločita med seboj po jakosti odbojev, in sicer so pri rombičnem hrizotilu odboji od ploskev 201 močnejši, če je 1 liho število, kot pa če je 1 sodo število. Pri lizarditu so jakosti v nasprotnem redu.

Antigorit ima močno črto pri 2,53 Å. Pri lizarditu ustrezna črta nikoli ni večja od 2,50 Å. Antigorit ima dublet z močno črto 1,563 Å in srednjo črto 1,503 Å (Whittaker, Zussman, 1956).

Na elektronskih mikroposnetkih lahko direktno opazujemo obliko vlaken in sicer cevasto ali pa letvasto, pri ploščatih mineralih pa opazujemo ploščice. Zmerimo lahko tudi debelino posameznega vlakna, ki je po literaturnih podatkih od 200 Å do 300 Å (Shell, 1956, 351).

### Rezultati naših preiskav

Za pridobivanje azbesta je treba navadno nakopati izredno veliko rude. Za jugoslovanske azbeste cenimo na osnovi statističnih podatkov v povprečku čist izkoristek okrog 1 %, v Stragarih pa z ozirom na nove izdelke do 11 %. Izjema bo postal rudnik Stragari, ko se bo z novo metodo separacije po mokrem postopku ta procent lahko znatno zvišal in bo mogoče pridobivati iz rude, ki se da v rudniku bolj ali manj že med delom hitro ločiti, do 15 % uporabnega azbesta, od tega okrog 7 % dolgovlaknatega. Zato je rudnik Stragari svetovna redkost med rudniki azbesta, podobno kot n. pr. po bogastvu kristalov rudnik Trepča med rudniki cinka in svinca.

### Nahajališče Stragari

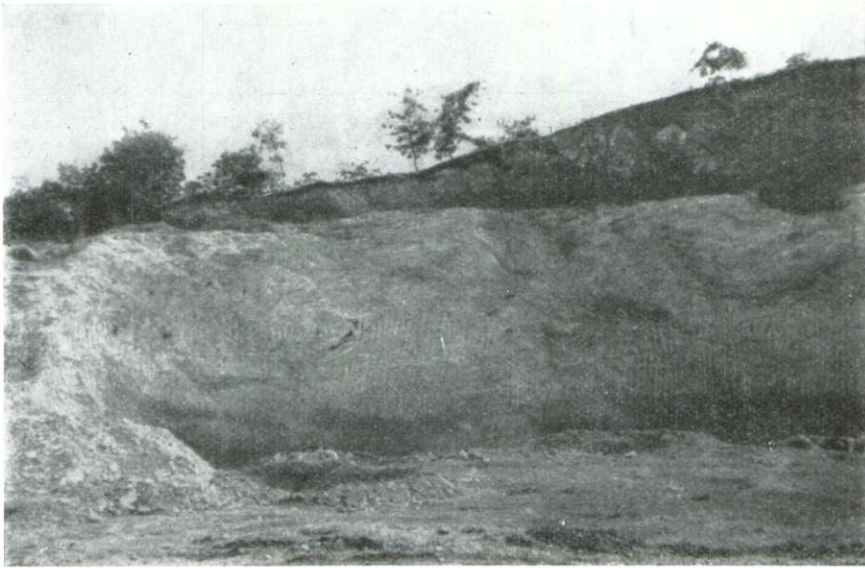
Rudno telo v Stragarih ima obliko velike podolgovate piramide, ki leži v dinarski smeri v močno spremenjenem in zdrobljenem serpentinu. Tega pokriva plast sivega tektonsko izredno močno zdrobljenega spodnjekrednega apnenca (1. slika). Na robovih prehaja zdrobljen in spremenjen serpentin v navaden masiven serpentin z manjšimi lečami hrizotilnega azbesta po razpokah. Na kontaktu s serpentinom se na jugovzhodni strani (2. slika) pojavlja že apnen filit, ki prehaja v kremenov peščenjak.

Rudno telo se razteza na daljavo več sto metrov in se v globino širi, kar so pokazala vrtnanja do globine okrog 30 m. Zaloge A + B cenijo na okrog 4 milijone ton. Med rudo se pojavljajo na posameznih mestih tudi večja ali manjša nakopičenja niklja v količini nekaj odstotkov. Povprečen odstotek pa je razmeroma majhen in znaša po podatkih rudnika nekaj desetink.



Azbest v rudi je med seboj na gosto prepleten v raznih smereh. Pojavlja se v plasteh, ki so večinoma vzporedne z lečo in med seboj prepletene v obliki večjih ali manjših krp (3. slika). Ker se azbest do zdaj mehansko na suh način ni dal primerno razvlakniti, je bilo treba najti nov, tako imenovani mokri postopek, s katerim je to zdaj mogoče. S tem je pomen rudnika izredno narastel.

Skupki vlaken se pod mikroskopom pojavljajo kot enoten mineral z nizkimi interferenčnimi barvami (dvolom znaša okrog 0,006 do 0,011) in s spremenljivim lomnim količnikom (okrog  $1,54 \pm 0,02$ ). Natančnejših meritev zaradi malo uporabnih podatkov in velikih odstopanj v istem nahajališču nismo nadaljevali.



1 sl. Pogled na dnevni kop rudnika Stragari proti vzhodu. Zgoraj nariv zdrobljenega spodnjekrednega apnenca (temno)

Fig. 1. The view on the Stragari-open cast towards east. In the upper part the overthrust of Lower Cretaceous limestone (dark)

Diagram (4. slika) kaže diferenčno termične krivulje za vzorce azbestov iz naših glavnih nahajališč. Vse vzorce smo z roko odbrali od serpentinske prikamenine in jih zmerili v pečki s pomočjo Cr/AlCr termičnih elementov v zračni atmosferi pri hitrosti naraščanja temperature  $12^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ . Količina vzorcev je znašala okrog 0,6 do 0,7 g. Vse vzorce smo prej posušili do  $110^{\circ}\text{C}$  in nato različno dolgo v sušilniku, kar je nekoliko vplivalo le na začetno temperaturo do okrog  $150^{\circ}\text{C}$ . Vse analize smo večkrat kontrolirali.

Iz krivulj je razvidno, da so vzorci Bogoslovec, Korlača, Stragari II (št. 172) in Rujište razmeroma čisti hrizotilovi azbesti (delno s prevleko lizardita). Njihovi jasni endotermni odkloni se gibljejo med  $700^{\circ}$  in

720° C, eksotermni pa od 810° do 820° C. Vzorec Stragari št. 172 je vlaknat hrizotil, z roko izbran iz razpoke serpentina.

Vzorec Ozren predstavlja verjetno prehod v antigorit. Pri 670° C kaže začetek odklona za hrizotil, pri 765° C pa oster endotermni odklon, ki se približuje antigoritovemu.

Vzorec Stragari I (št. 220) ima endotermni odklon pri 730° C in izredno močan eksotermni odklon pri 815° C (na sliki ni do vrha razviden). Vzorec je povprečje krpastega azbesta.



2. sl. Meja na površini med serpentinom (spodaj) in apnencem (temno zgoraj). SE od dnevnega kopa Stragari

Fig. 2. Distinct boundary between the serpentine (lower part), and the limestone (dark upper part) on the surface. SE from the Stragari-open cast

Za primerjavo smo izmerili in prikazali na isti sliki antigorit-serpentin, ki ga je ing. D. Jelenc prinesel iz Etiopije (4. slika št. 335) in tipičen serpentin Stragari III (št. 160).

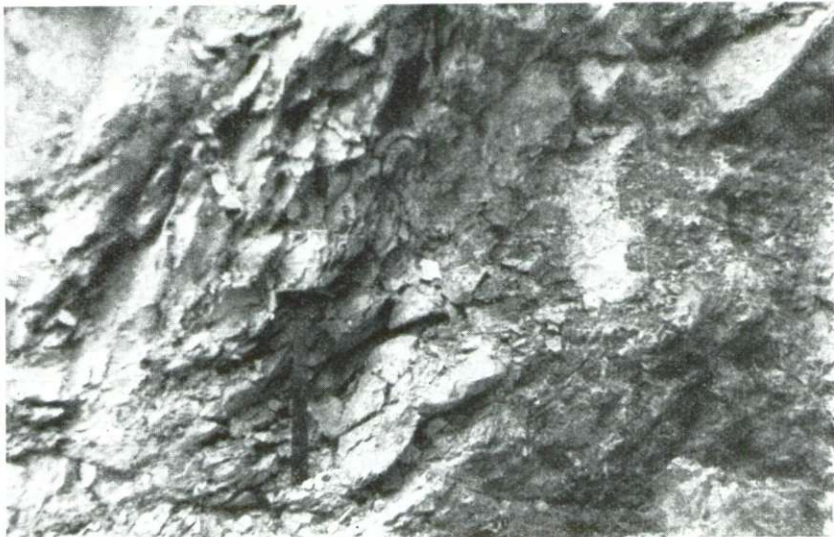
### Makroskopski in mikroskopski opis domačih azbestov

Kakor je bilo že omenjeno, nahajamo stragarski azbest v svetlih krpah z rahlim zelenkastim odenkom, to je v obliki, ki se razlikuje od znanih tujih in tudi tu omenjenih jugoslovanskih azbestov. Krpe so nekoliko upogljive in imajo masten otip. Vzporedno potekajoča vlakna so sorazmerno trdno med seboj zlepljena z drobnoluskastim materialom. Obe komponenti je precej težko razlikovati, kajti drobnoluskasti material predstavlja verjetno prehodno stopnjo med homogenimi enotnimi ploščicami serpentina in vlakni. Prevladujejo vlakna.

Skupki vlaken se vlečejo na dolžino več centimetrov. V polindustrijsko razvlaknjenih vzorcih nahajamo do 5 cm dolge vlaknate skupke brez sledov luskastega materiala.

Vlakna so sorazmerno močna, mehka, prožna, pod mikroskopom brezbarvna. Pri močno razrahljanih skupkih opazujemo med navzkrižnimi nikoli prečne proge, ki jih povzroča gubanje vlaken. Pod navadnim mikroskopom ne moremo razločiti ali gre za eno vlakno ali za skupek.

Pri krpi, ki naj bi predstavljala prehodno stopnjo med serpentinom in azbestom, opazujemo pod mikroskopom na nekaterih mestih podolgo-



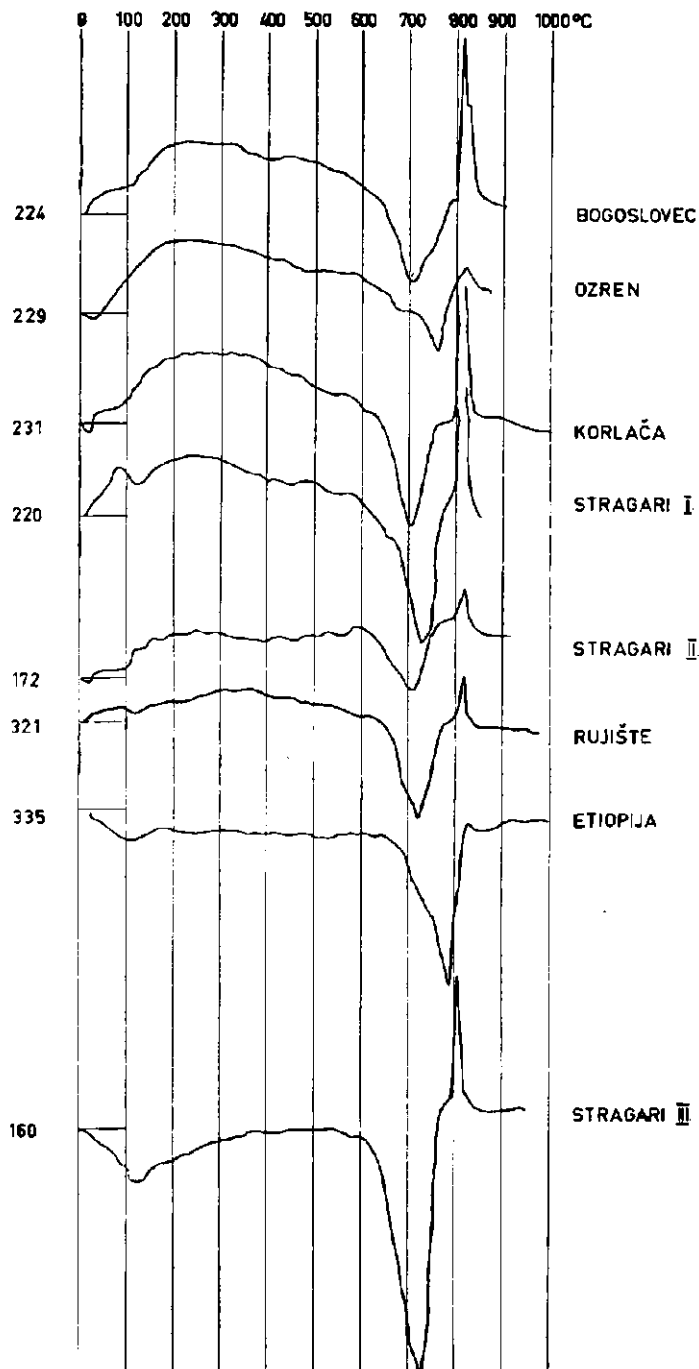
3. sl. Ruda »krpasta« azbesta na dnevnem kopu v Stragarih  
Fig. 3. The flaky asbestos mined in the Stragari-open cast

vate oblike, na katerih je vlaknata struktura pretežno zakrita, na drugih mestih pa neenotno maso, ki je na videz drobnozrnata. Izraz »drobno-luskasta krpa« uporabljamo predvsem za izražanje mikroskopske slike, kajti za makroskopsko opazovanje je to močna, kompaktna krpa.

Omenimo še, da dobimo v krpah v majhni količini neenakomerno porazdeljena drobna magnetitna zrna, medtem ko karbonatov, ki bi jih bilo z ozirom na  $\text{CO}_2$  pod 1 %, pod mikroskopom nismo opazili. Stragarski azbest nastopa v krpah, zato ga imenujemo krpasti azbest. V vlakna se da spraviti le s težavo.

**Rujištanski azbest** predstavljajo od nekaj stotink do 25 mm, povprečno 2 mm dolgi vlaknati skupki. Nahajajo se v enako debelih žilah drobnozrnatega serpentina, pri čemer je vlakno, kot je to navadno, postavljeno prečno na žilo.

Debelejši skupki so rumenkasti do zelenkasti in bolj togi, razrahljani pa so svetli, svilnati, nekoliko prožni in upogljivi. Pri prenehanju sile



4. sl. Diferenčno termične analize azbesta in serpentinov  
 Fig. 4. Differential thermal analyses of asbestos, and serpentine examined

se večinoma takoj povrnejo v ravno podolgovato obliko. Nalomljeni so na splošno bolj malo. Debelina posameznega vlakna je pod razločitveno mejo navadnega mikroskopa.

Redko dobimo med skupki vlaken nekaj stotink milimetra široke proge rjavkastega minerala, katerega moremo prišteti k bovlingitu. Ima slab pleohroizem, njegov lomni količnik je večji od kanadskega balzama in manjši od 1,657. V hladni solni kislini se sorazmerno hitro topi. Nahajamo ga le v sledovih (pod 0,5 %), Prav tako v majhni količini so med skupki azbesta leče kalcita.

**Korlačanski azbest** nahajamo kot žile v zelenkastosivi kamenini z vijoličnim odtenkom. Žile so široke od nekaj desetink milimetra do 7 mm, povprečno 1,8 mm. Enako dolgi so tudi azbestovi skupki. Žile azbesta so zelene, iz njih dobljen razvlaknjen azbest pa je svetel. V večini žil nahajamo neprožne azbestove skupke, ki dobe pri obdelavi številne nalome. Potemnitev nepoškodovanih skupkov je enotna.

Del žil (okrog  $\frac{1}{4}$ ) je sorazmerno trd. Te žile so zapolnjene s serpentinom, delno pa z letvami, ki imajo bolj ali manj naznačeno vlaknato strukturo. Poleg tega je v teh žilah tudi malo kalcita.

Prikamenina korlačanskega azbesta je bolj slabo serpentinizirana. Nahajamo namreč drobnozrnato maso serpentina, prepreženo z žilami prav tako serpentina, ki ustvarjajo nekako mrežasto strukturo in zelo spominjajo na serpentinizacijo ob olivinovih razpokah. V tej drobnozrnati masi so okrog 3 mm velika zrna (okrog 10 %) s številnimi razpokami, z vzporedno potemnitvijo in z nizkimi interferenčnimi barvami. Ta zrna so verjetno bolj ali manj serpentinizirani rombski pirokseni. Po vsej kamenini je še obilo drobnega magnetita (okrog 8 %).

Za nahajališče **Ozren** (Bosansko Petrovo selo) smo imeli na razpolago le industrijsko ločene vzorce azbesta z označbo »Ozren 3 W« in »Bosansko Petrovo selo 4 M«. Razvlaknjen azbest je svetel. Skupki so dolgi povprečno okrog 2 mm in so sorazmerno prožni. Kažejo pa tudi nekaj nalomov. Pod mikroskopom so brezbarvni.

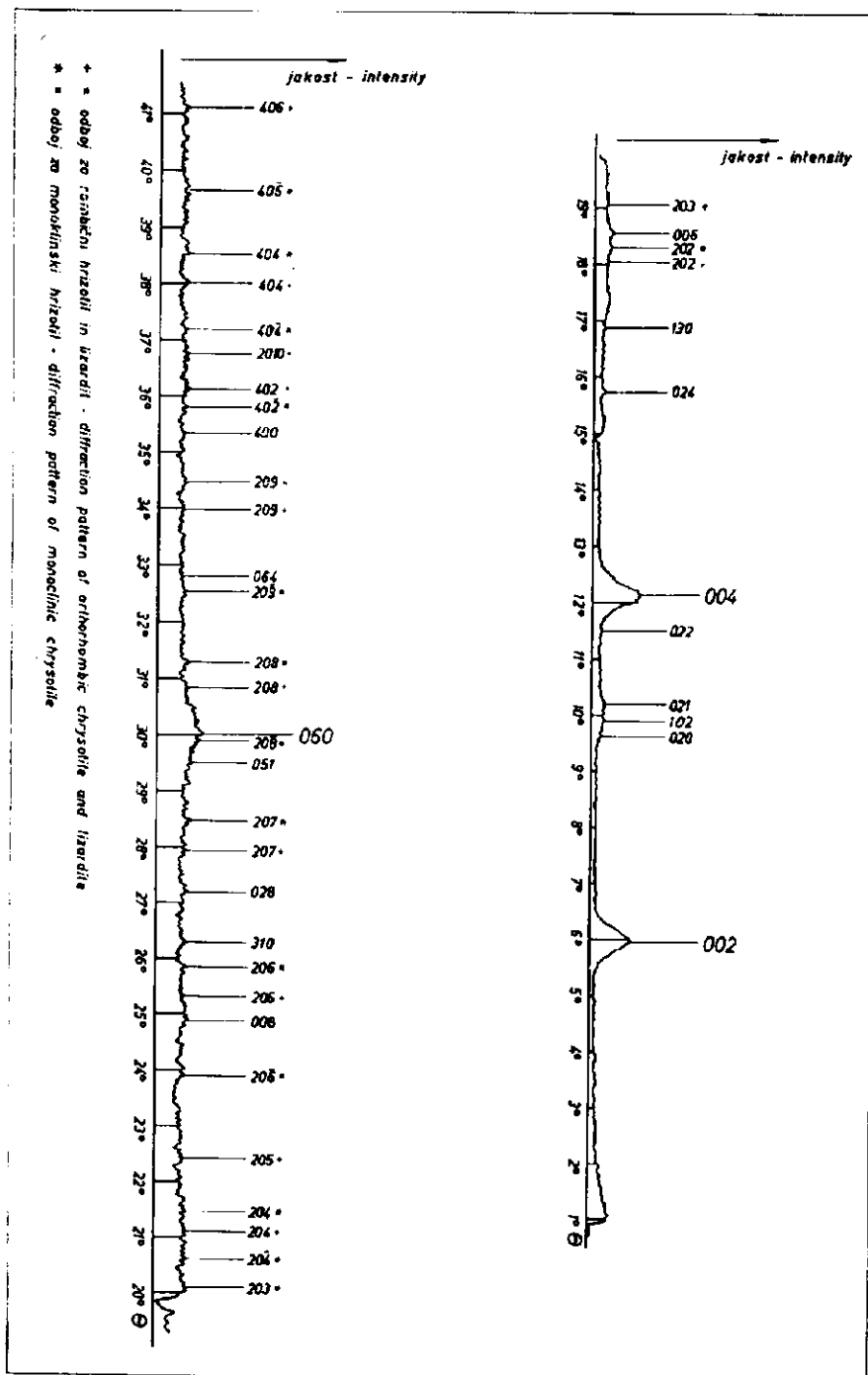
V obeh vzorcih opazujemo sorazmerno veliko (okrog 10—15 %) jalovine (serpentina, bovlingita, magnetita).

Tudi za nahajališče **Bogoslovec** smo imeli le industrijsko ločen vzorec azbesta z označbo »Bogoslovec 3 W«. V tem vzorcu nahajamo poleg skupkov vlaken tudi znatno količino zdrobljene jalovine (serpentin, bovlingit, magnetit). Skupki vlaken so dolgi povprečno okrog 1—2 mm. Pod mikroskopom so brezbarvni; so sorazmerno prožni in kažejo le slabe nalome.

### Strukturni razliki domačih serpentinskih azbestov

Iz diagrama stragarskega azbesta, ki ga je izmerila *Hinterlechnerjeva* (5. slika), smo izračunali medmrežne razdalje in jih opredelili po *Whittaker-Zussmanovi* metodi (2. tabela).

Za antigorit značilne črte 2,52 Å ne najdemo, pač pa sta naši sosednji črti (2,57 Å in 2,49 Å) značilni za monoklinski hrizotil in lizardit.



5. sl. Röntgenogram azbesta Stragari  
 Fig. 5. X-rays diffraction pattern of the Stragari asbestos

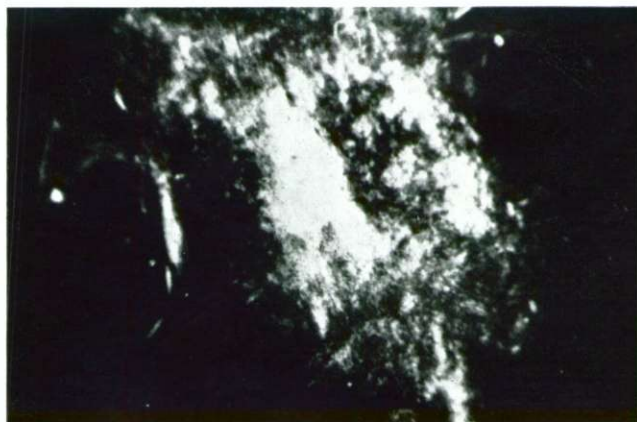
I. TABLA — PLATE I.

1. slika

Stragari, nikoli +, povečava 20 ×. Razrahljan skupek stragarskega azbesta: levo skupki vlaken, v sredi delno zakrita vlaknata struktura, desno »drobnoluskasta« krpasta masa

Fig. 1.

Stragari, + N, 20 diams. Loosened agglomerate of the Stragari-asbestos; groups of the fibres at the left, partly hidden fibrous texture in the middle, thin flaky mass at the right



2. slika

Stragari, nikoli +, povečava 20 ×. Razrahljani skupki vlaken stragarskega azbesta

Fig. 2.

Stragari, + N, 20 diams. Loosened groups of Stragari-asbestos



3. slika

Kutlovo pri Stragarih, nikoli +, povečava 20 ×. Zgubani skupki azbestnih vlaken

Fig. 3.

Kutlovo at Stragari, + N, 20 diams. Folded groups of fibres

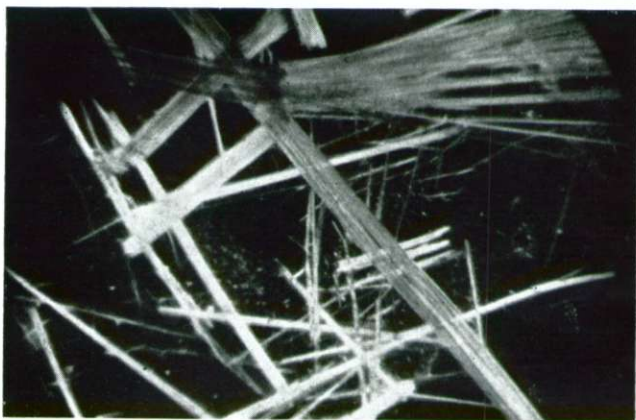


1. slika

Rujište, nikoli +, povečava 20 X.  
Skupki azbestovih vlaken s širšim nalomljenim skupkom ter nekoliko drobne jalovine (serpentina)

Fig. 1.

Rujište, + N, 20 diams. The groups of asbestos fibres with a thicker broken bundle and some fine grained waste (serpentine)

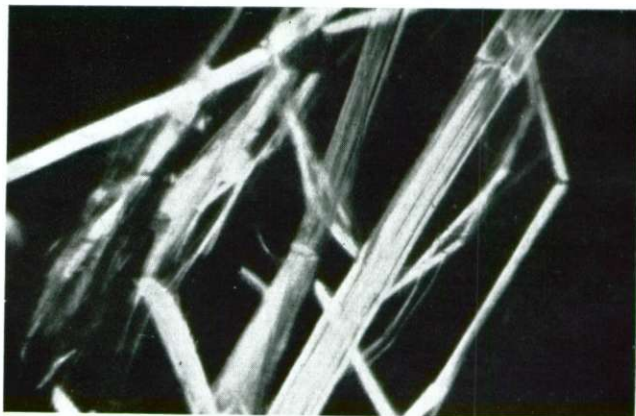


2 slika

Korlača, nikoli +, povečava 20 X.  
Skupki azbestnih vlaken z nalomi

Fig. 2.

Korlača, + N, 20 diams. Bundles of the asbestos fibres, partly broken



3. slika

Bogoslovec, nikoli +, povečava 20 X.  
Skupki azbestnih vlaken ter drobna jalovina (serpentin, bowlingit, magnetit)

Fig. 3.

Bogoslovec, + N, 20 diams. Bundles of asbestos-fibres with the fine-grained waste (serpentine, bowlingite, magnetite)

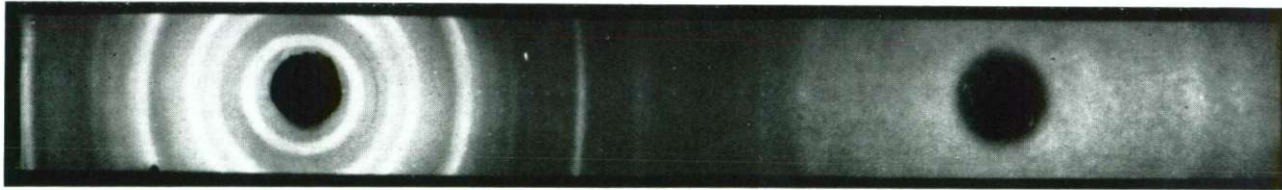




III. TABLA – PLATE III.

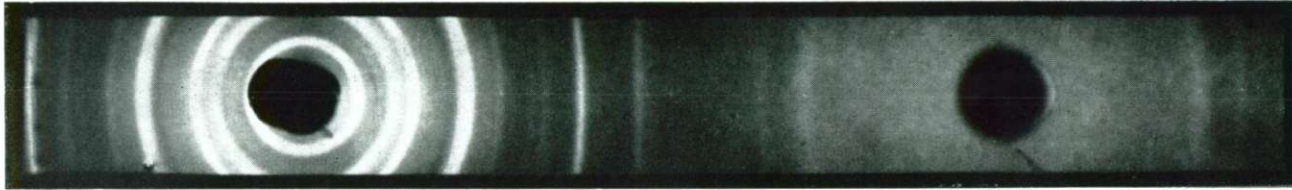


1. sl. Debeygram stragarskega azbesta z jalovino (Stragari 4 K, kobaltova anoda)  
Fig. 1. X-rays diffraction pattern of the Stragari-asbestos with the waste  
(Spec. Stragari 4 K, Co anticathode)



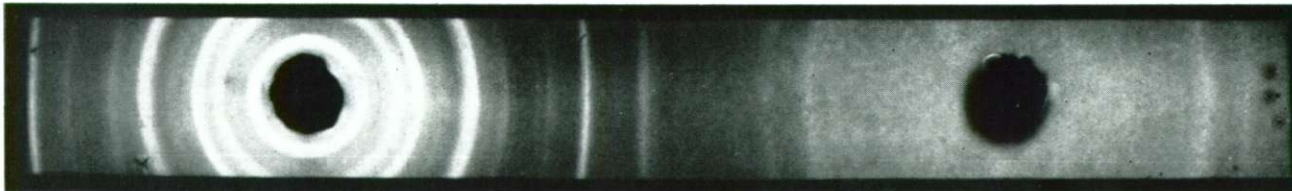
2. sl. Debeygram korlačanskega azbesta z jalovino (kobaltova anoda)  
Fig. 2. X-rays diffraction pattern of the Korlača-asbestos with the waste  
(Co anticathode)

IV. TABLA — PLATE IV.



1. sl. Debeygram ozrenškega azbesta z jalovino (Ozren 3 W, kobaltova anoda)

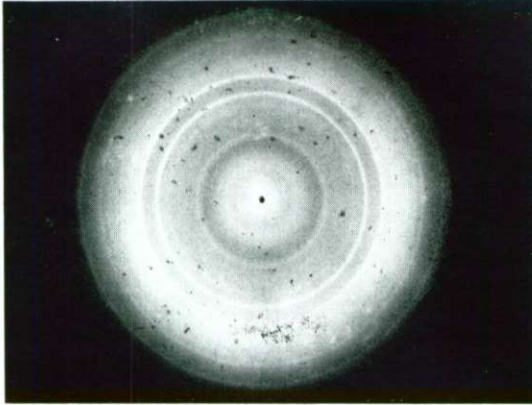
Fig.1. X-rays diffraction pattern of the Ozren-asbestos  
(Spec Ozren 3 W, Co anticathode)



2. sl. Debeygram bogoslovškega azbesta z jalovino (Bogoslovec 3 W, kobaltova anoda)

Fig. 2. X-rays diffraction pattern of the Bogoslovec-asbestos with the waste  
(Spec. Bogoslovec 3 W, Co anticathode)

V. TABLA — PLATE V.



1. sl. Elektronski diagram čistega rujštanskega azbesta  
Fig. 1. Electron diffraction pattern of the clean Rujštne-asbestos



2. sl. Elektronski mikrosposnetek rujštanskega azbesta pri 40.000-kratni povečavi  
Fig. 2. Electron microscope picture of the Rujštne-asbestos, 40.000 diams.



1. sl. Elektronski mikroposnetek korlačanskega azbesta pri 45.900-kratni povečavi  
Fig. 1. Electron microscope picture of the Korlača-asbestos, 45.900 diams.



2. sl. Elektronski mikroposnetek stragarskega azbesta pri 45.900-kratni povečavi  
Fig. 2. Electron microscope picture of the Stragari-asbestos, 45.900 diams.

Table 2

2. tabela

MEDMREŽNE RAZDALJE STRAGARSKEGA AZBESTA, IZRAČUNANE  
IZ DIAGRAMA (5. sL)

INTERLATTICE DISTANCES OF THE STRAGARI-ASBESTOS  
CALCULATED OUT OFF THE DIAGRAM (Fig. 5.)

Odboj Reflection	Jakost Inten- sity	d v Å d in Å	Izrač. d v Å Calcula- ted d in Å	Ploskev Face	Odboj Reflection	Jakost Inten- sity	d v Å d in Å	Izrač. d v Å Calcula- ted d in Å	Ploskev Face
1.	M-St	7,39	7,32	002	23.	Š-F	1,733	1,739	310
2.	Š-F	4,60	4,60	020	24.	Š-F	1,683	1,698	028
3.	Š-F	4,48	4,54	102	25.	Š-F	1,643	1,643	207 +
4.	Sr-M	4,35	4,37	021	26.	Sr-M	1,615	1,601	207 ×
5.	Š-F	3,87	3,89	022	27.	Sr-M	1,563	1,566	051
6.	M-St	3,65	3,66	004	28.	Sr-M	1,544	1,548	208 ×
7.	Š-F	2,84	2,86	024	29.	M-St	1,537	1,534	060
8.	Š-F	2,65	2,66	130	30.	Š-F	1,500	1,506	208 +
9.	Sr-M	2,57	2,592	202 ×	31.	Sr-M	1,482	1,468	208 ×
10.	Š-F	2,49	2,497	202 +	32.	Š-F	1,426	1,424	209 ×
11.	Sr-M	2,45	2,454	202 ×	33.	Š-F	1,418	1,414	064
12.	Sr-M	2,42	2,438	006	34.	Š-F	1,377	1,386	209 +
13.	Š-F	2,35	2,332	203 +	35.	Š-F	1,357	1,354	209 ×
14.	Sr-M	2,24	2,280	203 ×	36.	Š-F	1,330	1,323	400
15.	Š-F	2,19	2,214	204 ×	37.	Š-F	1,316	1,322	402 ×
16.	Š-F	2,14	2,148	204 +	38.	Š-F	1,304	1,307	402 +
17.	Š-F	2,10	2,094	204 ×	39.	Š-F	1,286	1,281	2010 +
18.	Š-F	2,02	1,966	205 +	40.	Š-F	1,273	1,275	404 ×
19.	Š-F	1,90	1,919	206 ×	41.	Š-F	1,248	1,248	404 +
20.	Š-F	1,83	1,829	008	42.	Š-F	1,235	1,230	404 ×
21.	Š-F	1,80	1,796	206 +	43.	Š-F	1,205	1,198	406 ×
22.	Š-F	1,765	1,748	206 ×	44.	Š-F	1,170	1,167	406 +

× = odboj za monoklinski hrizotil

+ = odboj za rombični hrizotil in lizardit

Jakost — Intensity: M(očna) — St(rong), Sr(ednja) — M(edium), Š(ibka) — F(eeble)

Jakost za antigorit značilnega dubleta je pri našem vzorcu v obratnem redu kot ga navajata Whittaker in Zussman, zato smo medmrežne razdalje opredelili za hrizotil in lizardit. Na primesi (brucit, magnezit, markazit, magnetit, lojevec) ne moremo sklepati, ker so njihove tri močne črte večinoma istovetne s serpentinskimi.

Tudi na debeygramih ostalih azbestov (3. tabela) nismo ugotovili antigorita.

Table 3

**Medmrežne razdalje jugoslovanskih**  
**Interlattice distances of yugoslav,**

	a	b	c	č	d
1.	7,35 M-St	6,82 M-St	6,29 M-St	7,03 M-St	6,92 M-St
2.	5,70 Sr-M	—	—	—	—
3.	4,53 M-St	—	—	4,55 Sr-M	—
4.	—	4,30 Sr-M	4,40 M-St	—	4,44 M-St
5.	3,64 M-St	3,49 M-St	3,56 M-St	3,57 M-St	3,68 M-St
6.	3,31 Š-F	—	—	—	—
7.	2,53 Š-F	—	2,55 M-St	—	—
8.	—	—	—	—	2,50 M-St
9.	2,46 Sr-M	—	2,46 M-St	—	—
10.	—	2,43 M-St	—	2,43 M-St	—
11.	—	—	—	—	2,34 Š-F
12.	—	—	—	—	2,14 Š-F
13.	2,08 Š-F	2,03 Sr-M	2,06 Š-F	2,09 Š-F	—
14.	—	—	—	—	1,963 Š-F
15.	—	—	—	—	1,834 Š-F
16.	—	1,79 Š-F	1,79 Š-F	—	—
17.	—	—	—	—	—
18.	1,72 Š-F	1,73 Š-F	—	1,73 Š-F	1,719 Š-F
19.	—	—	—	—	—
20.	—	—	—	—	1,642 Š-F
21.	—	—	1,61 Š-F	—	—
22.	1,52 M-St	1,53 M-St	—	1,53 M-St	1,538 M-St
23.	—	—	1,49 M-St	—	—
24.	—	—	—	1,46 Š-F	—
25.	—	—	—	—	—
26.	1,31 Š-F 1,30 Sr-M	1,30 M-St	1,293 Sr-M	1,309 Sr-M	1,306 Sr-M
27.	—	—	1,263 Š-F	—	—
28.	—	—	—	—	1,211 Š-F
29.	—	—	—	1,062 Š-F	1,076 Š-F
30.	1,04 Š-F	—	—	1,044 Š-F	1,044 Š-F
31.	—	—	—	0,99 Sr-M	0,991 Š-F

3. tabela

azbestov in kanadskega azbesta  
and canadian asbestos

e	f	g	h	i	j
6,72 M-St	6,97 M-St	6,87 M-St	7,31 M-St	002	7,32
—	—	—	—	012	5,72
—	—	—	4,52 M-St	020	4,60
4,46 M-St	4,36 Sr-M	4,43 M-St	—	021	3,37
3,60 M-St	3,50 M-St	3,53 M-St	3,65 M-St	004	3,66
—	—	2,95 Š-F	—	024	2,86
—	—	—	2,56 Sr-M	202 ×	2,548
—	—	—	—	202 +	2,497
—	—	—	2,45 Sr-M	202 ×	2,454
—	2,42 Sr-M	2,42 M-St	—	006	2,438
2,34 M-St	—	—	—	203 +	2,332
2,15 Sr-M	—	—	—	204 +	2,148
—	2,07 Š-F	2,03 Sr-M	2,09 Š-F	204 ×	2,094
—	—	2,00 Š-F	—	205 +	1,966
—	—	—	—	008	1,829
—	1,78 Š-F	1,81 Š-F	—	206 +	1,796
1,76 Š-F	—	1,77 Š-F	—	206 ×	1,748
—	—	—	1,734 Š-F	310	1,739
—	—	—	1,710 Š-F	028	1,698
—	—	—	—	207 +	1,643
—	—	—	—	207 ×	1,601
1,53 M-St	1,52 M-St	1,56 M-St	1,531 Sr-M	060	1,534
—	—	—	—	208 +	1,506
—	—	1,45 Š-F	—	0010	1,463
—	—	1,40 Š-F	—	064	1,414
1,31 Sr-M	1,298 Sr-M	1,30 M-St	1,311 Sr-M	402 +	1,307
1,279 Š-F	—	1,275 Š-F	—	404 ×	1,275
1,216 Š-F	1,208 Š-F	—	—	0012	1,218
—	—	—	—	408 +	1,074
1,045 Š-F	1,039 Š-F	1,044 Š-F	—	510	1,056
0,994 Sr-M	0,991 Š-F	0,990 Sr-M	0,992 Sr-M	531 +	0,998

Cirkel (po Dammer, Tietze, 1914, 233) navaja, da je azbest slabši, če je prikamenina slabo serpentinizirana. To kažejo tudi naši podatki in sicer predvsem vzorec Korlača. Nasprotno pa sklepamo o dobro serpentinizirani kamenini v Stragarih, ki prehaja v azbest.

Za točnejšo razjasnitev prisotnosti lizzardita in rombičnega hrizotila ter za določitev oblike vlaken so potrebne še nadaljnje preiskave. Po dosedanjih raziskavah je kvaliteta vlaken odvisna predvsem od kristalne strukture in oblike.

Hipotezo, postavljeno po analogiji s halloysitom na osnovi diferenčno termične analize, da je vzrok cevasti strukturi rahlo in nepravilno vezana plastovna voda, bo treba podpreti še s podrobnimi in z bolj zadovoljivimi difrakcijskimi podatki, ki bi jih lahko dobili z bolj opremljeno kamero.

### **THE YUGOSLAV SERPENTINE ASBESTOS WITH SPECIAL REGARDS TO THE STRAGARI ASBESTOS**

The authors are giving first of all the survey of the production and the uses of asbestos in Yugoslavia. They mention shortly the origin of the serpentine asbestos, and the standard methods for the determination of fibres. Further on they treat the uses of the fibres, and give some general physical properties of the serpentine asbestos. The technical chemical analysis of some yugoslav asbestos are compared with those of foreign chrysotile and antigorite.

In the second part of the article a detailed description is given of the Stragari asbestos-deposit with the results of the differential thermal analysis, macroscopic and microscopic description of the specimens as well as the results of the X-rays analysis. According to the data of the various analysis the authors attempt to explain individual minerals of the serpentine group according to Zussman, and other authors.

On the base of the data compiled they conclude, the elastic tender fibers have a monoclinic structure. That is very clear for the Stragari asbestos, meanwhile they have found the rhombic structure with the brittle Korlača-asbestos.

The data of the chemical analysis of our asbestos do not agree with the Dammer-Tietze's supposition, the fibres are brittle in case, they contain more  $Al_2O_3$  (1913, 235), at least of the Stragari one, as the alumina content is not lower than with the rest of our asbestos.

Our data are in fair accordance with the Cirkel's hypothesis, the serpentine is of lower quality in case, the gangue is not well serpentized. The Korlača asbestos is the best proof of his hypothesis. On the contrary we can expect good asbestos on the base of the well serpentized rock grading into asbestos at Stragari.

Additional investigations are necessary for more accurate clearing up of presence of lizzardite, and rhombic chrysotile for the determination of the fibre-form as it is supposed, the quality of the fibres depends primarily on the crystal structure, and the form of the fibres.



The hypothesis, the basis of the pipe-structure is feebly and irregularly bound interlayer water set up per analogiam with the halloysite on the base of the differential thermal analysis should be backed by more detailed and favourable data of the diffraction patterns.

#### LITERATURA

- Alphabetical Index of X-Ray Diffraction Patterns, 1945, Philadelphia.
- Dammer B., Tietze O., 1914, Die nutzbaren Mineralien, II. B., Stuttgart.
- Grim R. F., 1953, Clay Mineralogy, New York, Toronto, London.
- Kalousek, G. L., Muttart L. E., 1957, Studies on the chrysotile and antigorite components of serpentine, The Am. Min., 1—22.
- Klug H. P., Leroy E. A., X-Ray Diffraction Procedures, New York, London.
- Midgley H. G., 1951, A serpentine minerat from Kennak Cove, Lizard, Cornwall, The Min. Magg., 526—530.
- Nagy B., Bates T. F., 1952, Stability of chrysotile asbestos, Am. Min., 1055—1058.
- Nagy B., Faust G. T., 1956, Serpentine: Natural mixtures of chrysotile and antigorite, The Am. Min., 817—838.
- Nikitin V. V., 1946, Teoretska petrografija, Zagreb.
- Poročila Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij LRS.
- Ramdohr P., 1942, Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart.
- Shell H. R., 1956, Determination of magnetite in chrysotile, Am. Min., 351/352.
- Tamarinov M. M., 1946, Kurs mestorožd. polezn. izkop., Moskva, 286—290.
- Warren B. E., Bragg W. L., 1931, The Structure of Chrysotile  $H_4Mg_3Si_2O_{10}$ , Zeitschr. für Krist., B 76, 201—210.
- Whittaker E. I. W., 1951, An orthorhombic variety of chrysotile, Acta Cryst., 187/188.
- Whittaker E. I. W., 1952, The unit-cell of chrysotile, Acta Cryst., 143/144.
- Whittaker E. I. W., 1953, The structure of chrysotile, Acta Cryst., 747/748.
- Whittaker E. I. W., 1956, The characterization of serpentine minerals by X-Ray diffraction, The Min. Magg., 107—126.
- Winchell A. N., Winchell H., Elements of Optical Mineralogy, Part II, New York, London.
- Zussman I., Brindley G. W., Comer J. J., 1957, Electron diffraction studies of serpentine minerals, The Am. Min., 133—153.
- Zussman I., 1956, Antigorite: Superlattice and structural formula, The Am. Min., 148—152.
- Žerjav V., 1955, Aktinolit iz Košina v Makedoniji, Slov. akad. znan. in um., razr. za prirod. vede, razpr. III, Ljubljana, 483—499.

## REDKI PRIRODNI SVINČENI OKSIDI V MEŽICI\*

Stanko Grafenauer

S 5 slikami

Pri pregledu svinčenega koncentrata iz sedmega obzora sekcije Graben so našli v žerjavskem laboratoriju rdeča zrnca, ki so vsebovala 84,1 % Pb, in sicer 75,71 % Pb(O) in 8,43 % Pb(S). Kolega ing. Ivo Štručl mi je primerek izročil, da ga pregledam in ugotovim minerale v njem. Primerek z redkimi svinčenimi oksidi nastopa skupno z galenitom, cerusitom in vulfenitom v prelomnici s smerjo 285° do 300° in padom 80° proti severu v močno porušeni in dolomitizirani kamenini. Rudna izkopsnina iz tega dela sekcije Graben vsebuje povprečno 1,25 % Pb (od tega 0,76 % kot oksid in 0,49 % kot sulfid), 1,22 % Zn (verjetno vse v oksidni obliki), 0,66 % Fe in 0,47 % Mo.

Redkega primerka sem bil zelo vesel, ker bom s tem lahko dopolnil svojo študijo o nastopanju svinčenih, cinkovih in molibdenovih orudnenj v Mežici, ki sem jo dokončal v Heidelbergu (1958). Ker je v novejšem času Zorc (1955) opisal geološki in stratigrafski položaj rudišča, sem se jaz bolj posvetil genezi in mineralogiji.

Za mikroskopsko raziskavo sem uporabljal rudni mikroskop znamke Leitz model MOP, kot vir svetlobe pa Monla-žarnico iste znamke. Za fotografske posnetke sem uporabljal aparat Voigtländer s ploščami formata 9 × 12 cm z dvojnimi izvlačanjem meha. Mesto optike kamere sem uporabljal mikroskop-okular, ki je nameščen v posebnem vodilnem obročku, tako da se zlahka menja. Nameščanje z okularjem trdno spojene kamere je prav tako enostavno kakor menjanje okularja. Pri osvetlitvah so se popolnoma obnesle »Silbereosin« finozrnate ortokromatske plošče znamke »Perutz«.

Mrežne konstante elementarne celice za minij sem izračunal s pomočjo podatkov praškastega diagrama po Debye-Scherreru.

Istočasno se najtopleje zahvaljujem gospodu prof. P. Ramdohrju za vsestransko pomoč in nasvete pri delu, gospodu prof. W. Berdezinskemu za omogočenje dela v rentgenografskem laboratoriju in kolegi Tatjani Wolbeck za nasvete in pomoč pri iz vrednotenju rentgenografskih diagramov.

\* Avtorju je omogočil delo »SKLAD BORISA KIDRIČA«, ki mu je dodelil maja 1957 štipendijo za strokovno specializacijo v inozemstvu.

**REDKI SVINČEVI OKSIDI V MEŽICI  
SELTENE NATÜRLICHE BLEIOXYDE IN MEŽICA**

1. sl. Mežica, 7. obzor revirja Graben, zahodno od izvoznega jaška. Odsevna svetloba, oljna imerzija, 1 nikol, 50×. Drobnozrnat agregat minija (siv) s preostalimi zrnci galenita (bel) kaže deloma pseudomorfno razkolnost po galenitu

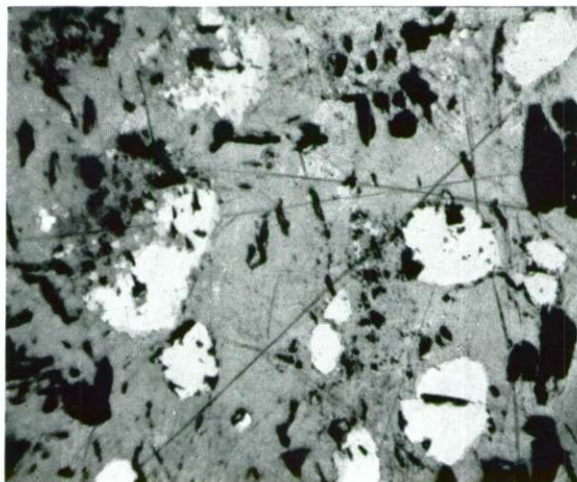


Abb. 1. Mežica, 7. Horizont von Grabenrevier, westlich von Förderschacht. Vergr. 50 mal, Ölimmersion, ein Nicol. Feinkörniges Mennigeaggregat (grau) mit den Restkörnchen von Bleiglanz (weiß) zeigt eine pseudomorphe Spaltbarkeit nach dem Bleiglanz

2. sl. Mežica, 7. obzor revirja Graben, zahodno od izvoznega jaška. Odsevna svetloba, oljna imerzija, 1 nikol, 400×. V drobnozrnatem agregatu minija nastopata dve zrni, v levem zrnu masikot, v desnem pa mešanica litargita in masikota (litargit nekoliko temneje siv z drobnimi še neizpremenjenimi zrnci galenita (bel) na robu

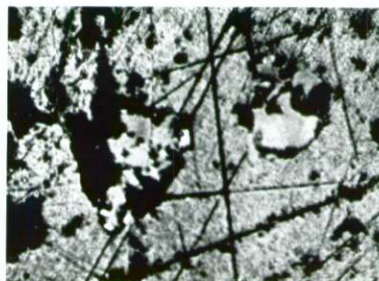
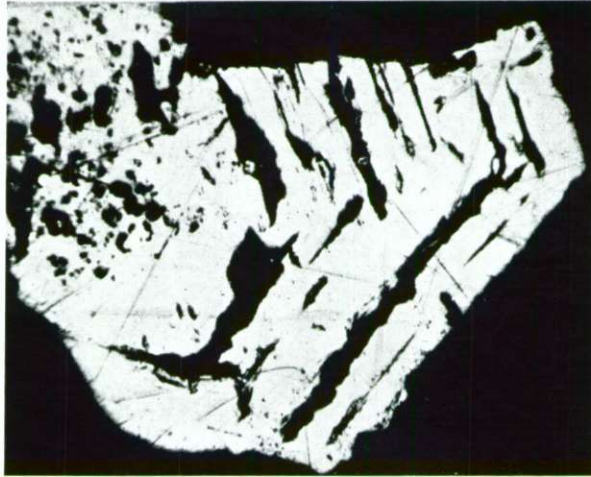


Abb. 2. Mežica, 7. Horizont von Grabenrevier, westlich von Förderschacht. Vergr. 400 mal, Ölimmersion, ein Nicol. Feinkörniges Mennigeaggregat enthält zwei Körnchen, das linke ist von Massicot, das rechte aber von Lithargit und Massicot zusammengesetzt (Lithargit etwas dunkler grau), Weiße Einschlüsse am Rande sind Restkörnchen von Bleiglanz

3. sl. Mežica, 7. obzor revirja Graben, zahodno od izvoznega jaška. Odsevna svetloba, oljna imerzija, 1 nikol, 50×. Drobnozrnat agregat minija (siv) v milonitski coni s svinčnim repom



Abb. 3. Mežica, 7. Horizont von Grabenrevier, westlich von Förderschacht. Vergr. 50 mal, Ölimmersion, ein Nicol. Feinkörniges Mennigeaggregat (grau) in einer Milonitzone zeigt typische Bleischweiftextur



4. sl. Mežica, 7. obzor revirja Graben, zahodno od izvoznega jaška. Odsevna svetloba, oljna imerzija, 1 nikol, 50 $\times$ . Drobnozrnat agregat minija kaže psevdomorfnu conarnost po galenitu. Nastopajo še drobna preostala bela zrnca galenita

Abb. 4. Mežica, 7. Horizont von Grabenrevier, westlich von Förderschacht. Vergr. 50 mal, Ölimmersion, ein Nicol. Feinkörniges Mennigeaggregat zeigt Zonarpseudomorphosen nach Bleiglanz



5. sl. Mežica, 7. obzor revirja Graben, zahodno od izvoznega jaška. Debye-Scherrerjev praškast diagram minija. Preparat je imel prečnik 0,5 mm, odprtina zaslonke je bila 1 mm, žarčenje s  $\text{CuK}\alpha$ , trajanje osvetlitve 4 ure s papirnim filtrom

Abb. 5. Mežica, 7 Horizont von Grabenrevier, westlich von Förderschacht. Pulverdiagram der Mennige nach Debye-Scherrer

### Mineraloški pregled mineralov

V primerku nastopa v glavnem minij —  $Pb_3O_4$  (90,65 % Pb) — v izredno drobnozrnatem agregatu skupaj z drugimi svinčeni minerali. Pripada ditetragonalni-bipiramidalni singoniji  $D_{4h}^{13} - P4_2/mbc$ . S pomočjo praškastega diagrama izračunane konstante  $a_0 = 8,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,53 \text{ \AA}$ ,  $c_0/a_0 = 0,742$ ,  $Z = 4$  (oznaka mrežnih konstant, števila enot v elementarni celici itd. po Strunzu, 1954). Trdota H — 2,5, specifična teža  $G = 8,9$  do 9,2. Makroskopsko je mineral škrlatno do opekasto rdeč z oranžno rumeno razo. V presevni svetlobi je rdeč z  $N = 2,42_{Li}$  in z močnim pleohroizmom (v smeri hitrejšega žarka X je rdečkastorjav, v smeri počasnejšega žarka Z pa je skoraj brezbarven). Optični znak je neznan. Karakteristične so zelene interferenčne barve.

Litargit in masikot nastopata deloma skupaj, deloma nastopa masikot sam v zrnih izpod  $25 \mu$  v agregatu minija. Litargit  $\alpha - PbO$  (92,83 % Pb) spada v ditetragonalno-bipiramidalno singonijo  $D_{4h}^7 - P4_2/nmm$ ,  $a_0 = 3,96$ ,  $c_0 = 5,00$ ,  $c_0/a_0 = 1,263$ ,  $Z = 2$ ,  $H = 2$ ,  $G = 9,14$ . Je lepo razkolen po (110). Je mastnega sijaja, rdeče barve. V presevni svetlobi je rumenkastordeč, optično enosen negativen.  $N_n = 2,665_{Li}$ ,  $N_E = 2,535$ ,  $N_0 - N_E = 0,130$ . Masikot  $\beta - PbO$  (92,83 % Pb) spada v rombično-piramidalno singonijo  $C_{2v}^2 - Pca 2$ ,  $a_0 = 5,48$ ,  $b_0 = 5,88$ ,  $c_0 = 4,74$ ,  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,932 : 1 : 0,806$ ,  $Z = 4$ ,  $H = 2$ ,  $G = 9,3$  do 9,56. Je lepo razkolen po (100). Je mastnega sijaja, rumen (podobno kot avripigment ali pa samorodno žveplo) in ima svetlo razo. Smer žarka Y (ali X?) je normalna na 100.  $2V =$  zelo velik, mineral je optično pozitiven, kaže močno disperzijo.  $N_X = 2,51_{Li}$ ,  $N_Y = 2,61$ ,  $N_Z = 2,71$ ,  $N_Z - N_X = 0,20$ , kaže močan pleohroizem z X (ali Y?) = svetlo žvepleno rumen, Z = temno rumen.

Ponašanje pri poliranju. Vsi svinčeni oksidi Mežice se polirajo relativno slabo zaradi majhne trdote. Celó z Rehwaldovim strojem ni bilo mogoče dobiti idealno gladkega izbruska. Polirna trdota minija je bistveno nižja od galenita, s katerim nastopa navadno skupaj (1. sl.). V miniju ni mogoče opaziti razkolnih ploskvic, ker je preveč drobnozrnat. Vidimo pa, da včasih agregat minijevih zrn zadržuje isto razkolnost kot reliktna zrna galenita, ki jih psevdomorfnó zamenjuje (1. sl.). Zanimivo je, da je polirna trdota litargita in masikota višja od minija, kar se ne strinja s podatki trdote, dobljene z razo (2. sl.). Nizka trdota razenja je verjetno posledica idealne razkolnosti obeh mineralov. Zaradi izredno drobnih zrn galenita, s katerim navadno nastopata skupaj, ni bilo mogoče ugotoviti medsebojnega odnosa v polirni trdoti med galenitom in litargitom oziroma masikotom.

Refleksijska sposobnost. Minij ima relativno nizko refleksijsko sposobnost. Izračunana sposobnost iz lomnega količnika v rdeči svetlobi znaša  $R_{Li} = 17,2$  v zraku in 5,2 v olju. Kljub temu pa je precej višja od cinkove svetlice, posebno v oljni imerziji. Refleksijska barva je sivkasto-bela z rožnatorumenim odtenkom v onih delih, kjer je mineral popolnoma čist, in z modrikastim odtenkom v delih, kjer nastopa v mineralu še prah neizpremenjenega galenita. Refleksijski pleohroizem je včasih slabo viden in sicer v smeri  $N_n$  rumenkastosive ali oranžnosive in v smeri  $N_E$  sivkasto-

modrikaste do sivkastobebe barve. Opazovanje motijo rdečkastorumenkasti in včasih škrlatnordečkasti notranji refleksi, ki so posebno številni pri navzkrižnih nikolih ali pa pri opazovanju v oljni imerziji. Posebno v olju je refleksijska sposobnost znatno večja od cinkove svetlice. Verjetno je temu vzrok (po mišljenju Ramdohrja), ker absorpcijski koeficient  $K$  minija v modrem delu spektra narašča,  $K$  cinkove svetlice pa ostane majhen. Iz tega razloga postane tudi v olju nekoliko bolj jasen modrikast barvni odtenek. Anizotropski efekti in pleohroizem v olju ali pa pri navzkrižnih nikolih se popolnoma izgube zaradi številnih notranjih refleksov.

Masikot ima nekoliko višjo refleksijsko sposobnost kot minij. Izračunana sposobnost v rdeči svetlobi znaša v zraku od  $R_{Li} = 18,2$  do  $21,2$  in  $6,2$  do  $8,1$  v oljni imerziji. Refleksijska barva je sivkastobela. Refleksijski pleohroizem in anizotropski efekti niso vidni zaradi številnih brezbarvnih svetlih notranjih refleksov.

Litargit ima refleksijsko sposobnost skoraj enako kot masikot. Računsko znaša  $R_{Li} = 18,9$  do  $20,6$  in  $6,3$  do  $7,5$  v olju. Refleksijska barva je sivkastobela in anizotropski efekti niso vidni zaradi številnih škrlatnordečih notranjih refleksov.

Jedkanje. Poizkusov z jedkanjem nisem delal, ker nastopajo minerali v preveč drobnozrnatem agregatu in ni pričakovati kakih posebnih struktur. Litargit in masikot sta topna v  $HNO_3$  in  $HCl$ ; s  $H_2SO_4$  tvorita  $PbSO_4$ . Slabo topna sta tudi v alkalijah. Minij je topen v višku  $HCl$  in se pri tem razvija  $Cl_2$ ; topen je v razredčeni  $HNO_3$  in nastaja pri tem svinčev nitrat in rjav preostanek  $PbO_2$ .

Fizikalno kemični podatki. Minij se izpreminja pri  $389^\circ C$  v črno modifikacijo. Umetno nastaja pri segrevanju  $PbO$  pri temnordečem žaru, bolj počasi pa se tvori pri nižjih temperaturah. V majhnih kristalih nastaja pri topljenju  $PbCO_3$  v zmesi s  $K$  in  $Na$  nitratom in pri segrevanju svinčevega oksida ali karbonata v topli  $KOH$  raztopini.

Litargit se izpremeni v masikot pri temperaturi nad  $489^\circ C$ . Nastaja v kristalih pri počasnem ohlajanju raztopine  $PbO$  v močni  $KOH$  ali pa s taljenjem v  $KOH$ ; pri hitrem ohlajanju nastaja masikot.

Masikot nastaja tudi kot prah pri direktni oksidaciji svinca in pri kalciniranju svinčevih soli s plinastimi kislinami pri zmernih temperaturah. Nastopa kot produkt visokih peči. Pri kalciniranju svinčevega hidroksida ali svinčevih soli plinastih kislin v zraku nastaja lahko tudi litargit.

Struktura. Minij nastopa v Mežici v milonitski coni skupaj z galenitom. Pri tem kaže galenit deloma tipično strukturo svinčevega repa (3. sl.). Na mestih, kjer je galenit popolnoma izpremenjen v minij, kaže ta lepe rdečkastorumene notranje reflekse. Deloma nastopa v miniju galenit, razdeljen v izredno drobnih preostalih zrnih. Ta mesta kažejo nekoliko temnejšo barvo v miniju (1. sl.). Temnejši deli kažejo pri navzkrižnih nikolih škrlatnordeče notranje reflekse. Minij zamenjuje pri oksidaciji galenit in deloma cerusit in tvori včasih lepe conarne psevdomorfoze po galenitu (4. sl.), včasih nastopa v njem tudi psevdomorfnarazkolnost. Zrna galenita, ki so preostala, vsebujejo včasih tudi drobna

zrnca cerusita. Masikot in litargit nastopata v miniju vččinoma v drobnih zrnkih, v katerih vidimo včasih še izredno drobne iskrice galenita, ki je preživel oksidacijo (2. sl.). Večinoma pa nastopa v zrnkih samo masikot, ki ga spoznamo takoj po karakterističnih brezbarvnih notranjih refleksih.

Diagnoza. Po značilni barvi in notranjih refleksih odbojnosti, mali trdoti in značilni paragenezi je diagnoza teh oksidov popolnoma trdna.

Parageneza. Minij je drugotni produkt galenita ali cerusita. Prirodna nahajališča so povečini dvomljiva. Nastopa v Schlangenbergu, v Altaju, deloma z baritom; v Badenweillerju (Baden), v Bleialfu in Kallu v Eifelu; v Angliji nastopa v Leadhillu (Škotska); v Mehiki nastopa v Bolanosu blizu rudnika Santa Fé skupaj z masikotom in cerusitom; v mnogih oksidnih rudah območja Leadville v Coloradu vsebuje reliktna zrna galenita ter včasih cerusit in železov oksid. Včasih nastopa tudi skupaj s samorodnim svincem in galenitom (Jay Gould mine, Alturas County, Idaho) in s platneritom (Gilmore, Lemhi County, Kalifornija).

Litargit nastopa ob robovih na luskicah in ploščicah masikota in je nastal torej kot paramorfoza po njem. Naravna nahajališča so zelo redka, sigurna samo v Kaliforniji pri Cucamonga Peak, San Bernardino County in pri Fort Tejon, Kern County. V Idahu nastopa v Mineral Hill district, pri Healeyu, Blaine County s samorodnim svincem in ledhilitom. Morda nastopa tudi v Zashuran River, Kurdistan skupaj z masikotom (?), avripigmentom, realgarom in cerusitom.

Masikot je produkt oksidacije galenita in drugih primarnih svinčevih mineralov. Nastopa skupaj s cerusitom, litargitom in drugimi sekundarnimi svinčevimi ali bakrovimi minerali, limonitom in antimonovimi oksidi. Zelo je podoben bindheimitu ali pa drugim rumenim oksidnim svinčevim ali antimonovim mineralom. Nastopa v Italiji v dolini Oreddo na Sardiniji skupaj z ledhilitom, cerusitom, kaledonitom in drugimi drugotnimi minerali; v Franciji nastopa skupaj s cerusitom (Malmes, Gard), z malahitom, azuritom in cerusitom (Montchonay, Rhone). V Transvaalu nastopa skupaj z minijem, vanadinitom, vadom in piromorfitom (Marico district). V Mehiki nastopa v vulkanih Popocatepetl in Jztaccituall; znan je tudi v »spodnji«  
Kaliforniji iz Carachilas in v Boliviji pri Caracoles. Znana so tudi nekatera nahajališča v Združenih državah Amerike: Austin mine, Wythe County, Virginia; Rico, Dolores County, Colorado; Leadville, Lake County; Redemption mine, near Hornsilver, Esperalda County Nevada; Cucamonga Peak, San Bernardino County in Fort Tejon, Kern County, Kalifornija. Kot pravi Ramdohr (1954), pa so od vseh teh nahajališč sigurna le v Mehiki in Kaliforniji.

V Mežici nastopa parageneza galenit, cerusit, vulfenit, minij, masikot in litargit kot eno od izjemnih in izredno redkih sigurnih nastopanj.

Dosedanji literaturni podatki. Splošne podatke o svinčenih oksidih sem našel v Dani (1944), Ramdohrju (1954), Strunzu (1957) in Winchellu (1951). Rudno mikroskopsko do sedaj še ni bilo nobenih podatkov o tukaj obravnavanih oksidih. Kljub večjemu številu

nahajališč, ki jih navaja n. pr. D a n a , nisem v zbirki v Heidelbergu našel niti enega prirodnega svinčevega oksida, prav tako ne rudnega obruska.

Praškasti diagram minija: (5. sl.)

črta št.	intenzi-teta	vrednost d (Å)	črta št.	intenzi-teta	vrednost d (Å)
1	10	3,36	8	6	1,90
3	7	2,88	10	8	1,751
4	6	2,77	15	6	1,410
5	6	2,62			

Praškasti diagram za izvrednotenje je bil izdelan na osnovi 4-urne osvetlitve s  $\text{CuK}\alpha$ -žarčenjem in z Ni-filtrom. Preparat je imel  $\phi$  0.5 mm, zaslonka  $\phi$  1.0 mm, jakost anodnega toka  $\sim 20$  mA, anodna napetost  $\sim 25$  kV,  $2r = 57,3$  mm ( $2\pi r = 180$  mm).

Film je izvrednoten po asimetrični metodi,  $a_0$  in  $c_0$  sta bila določena na podlagi izmere 12 najmočnejših črt.

Praškastega diagrama litargita in masikota nisem uspel napraviti zaradi premajhnih količin v vtrošenih zrnih.

## SELTENE NATÜRLICHE BLEIOXYDE IN MEŽICA (JUGOSLAWIEN)

In dieser Arbeit habe ich die seltene Gruppe der Bleioxyde von Mežica beschrieben. Das Muster hat mir Kollege Ing. Ivo Štručl freundlich überlassen. Die mineralogischen und röntgenographischen Untersuchungen habe ich während meines Aufenthaltes in Heidelberg durchgeführt.\*

Insbesondere möchte ich hier an dieser Stelle dem Herrn Prof. P. R a m d o h r für sein grosses Interesse und Zuvorkommenheit danken. Darüber hinaus spreche ich hierdurch auch meinen besonderen Dank dem Herrn Prof. W. B e r d e z i n s k y aus, der mir freundlicherweise die Arbeit in der Röntgenabteilung ermöglicht hat. Schliesslich möchte ich es nicht versäumen der Kollegin T a t j a n a W o l b e c k betreffs ihrer Ratschläge und Hilfe, die sie mir bei der Auswertung der Pulverdiagramme zuteil werden liess, herzlichst zu bedanken.

In dieser Studie sind die allgemeinen Eigenschaften von Bleioxyden — Mennige, Lithargit und Massicot — kurz beschrieben. Die vorbenannten Mineralien kommen zusammen mit Bleiglanz, Cerussit, Wulfenit und einigen Zn Oxydmineralien vor. Die Mineralien sind in einem stark durchbewegtem dolomitisiertem Gestein in der Kluft mit dem  $285^\circ$  bis  $300^\circ$  Streichen und  $80^\circ$  nördlichem Fall gefunden worden.

\* Dem Verfasser wurde der Aufenthalt am mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Heidelberg von der jugoslawischen »Boris Kidrič« Stiftung ermöglicht.



Unter dem Erzmikroskop sehen wir, dass die Polierhärte von Mennige wesentlich niedriger als von Bleiglanz ist (Abb. 1). Dagegen ist die Polierhärte von Massicot und Lithargit etwas grösser als von Mennige, was im Gegensatz zu den Daten von Ritzhärte liegt (Abb. 2). Die Ursache basiert auf idealer Spaltbarkeit dieser beiden Mineralien.

Das Reflexionsvermögen von Mennige ist rechnerisch  $R_{Li} = 17,2$  in Luft und 5,2 in Öl ermittelt worden. Trotzdem ist das Reflexionsvermögen entschieden grösser, besonders in Ölimmersion, als das der Zinkblende. Der Absorptionskoeffizient  $K$  der Mennige wächst nämlich im blauen Teil des Spektrums schnell,  $K$  der Zinkblende bleibt dagegen noch immer klein. Wir beobachten unter dem Mikroskop die Mineralien in dem Lichtteil, welcher sehr nahe den blauen Spektralfarben liegt. Die Reflexionsfarbe ist grauweiss mit rosagelblichem oder bläulichem Ton. Der Reflexionspleochroismus ist sehr schwach ( $N_0 =$  gelblichgrau,  $N_E =$  graubläulich bis grauweiss). Die Beobachtung ist durch rötlichgelbe, manchmal auch purpurrötliche Reflexe, welche besonders unter gekreuzten Nikolen und in Ölimmersion massenhaft vorkommen, erheblich erschert. Das Reflexionsvermögen von Massicot liegt rechnerisch bei  $R_{Li} = 18,2$  bis 21,2 in Luft und 6,2 bis 8,1 in Öl. Die Reflexionsfarbe ist grauweiss, Reflexionspleochroismus und Anisotropieeffekte kann man wegen massenhafter farbloser Innenreflexe nicht nachweisen. Das Reflexionsvermögen von Lithargit ist dem von Massicot fast gleich und zwar:  $R_{Li} = 18,9$  bis 20,6 in Luft und 6,3 bis 7,5 in Öl. Beide Mineralien sind ein wenig heller als Mennige (Abb. 2). Lithargit hat eine grauweisse Farbe und massenhaft purpurrote Innenreflexe.

Mennige in Mežica tritt in einer Mylonitzone mit Bleiglanz gemeinsam vor; Bleiglanz zeigt dabei manchmal typische Bleischweiftextur (Abb. 3). Mennige verdrängt bei der Oxydation den Bleiglanz und teilweise auch den Cerussit; hierdurch bilden sich manchmal schöne Zonarpseudomorphosen nach Bleiglanz (Abb. 4), manchmal aber ist eine Spaltbarkeit als Pseudomorphose nach Bleiglanz vertreten (Abb. 1). Die Bleiglanzkörner enthalten manchmal kleine Cerussitkörnchen. Massicot und Lithargit treten in Mennige fast immer in kleinen Körnchen auf, in welchen wir manchmal noch ausserordentlich kleine Restfünkchen von Bleiglanz erkennen. In der Hauptsache aber kommt in diesen Körnchen nur Massicot vor, welchen wir durch seine charakteristischen farblosen Innenreflexe erkennen können.

Mennige ist ein Sekundärprodukt von Bleiglanz und Cerussit. Die Naturvorkommen sind meistens sehr zweifelhaft. Lithargit kommt als eine Paramorphose an den Rändern von Massicot-schuppen- und Plättchen vor. Die Naturvorkommen sind sehr selten. Massicot ist ein Produkt der Oxydation von Bleiglanz, sowie anderer primärer Bleiglanzmineralien. Er tritt sicher nur in Mexico und Californien auf.

Das Naturvorkommen von diesen Bleioxyden in Mežica ist ausserordentlich selten. Die erzmikroskopischen Daten dieser Mineralien sind hierdurch erstmalig gegeben. Auch das Pulverdiagramm des natürlichen  $Pb_3O_4$  wurde hiermit erstmalig dargestellt (Abb. 5) und ausgewertet. Die

Lithargit- und Massicotmenge war leider für eine sichere Pulveraufnahme zu klein. Diese Daten über die Gitterkonstanten der künstlich auskristallisierten Bleioxyde — Lithargit- und Massicotzusammensetzung — sind aus anderen Literaturquellen entnommen worden.

#### LITERATURA

Dana, J. D. and Dana, E. S., 1944, *The System of Mineralogy*, Vol. I, 7th Ed. New York, London.

Grafenauer, S., 1958, O nastopanju svinčevih, cinkovih in molibdenovih rudnenenj v Mežici, *Rud. met. zbornik*, št. 3.

Ramdohr, P., 1954, *Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie*, 14. Aufl. Stuttgart.

Strunz, H., 1957, *Mineralogische Tabellen*, 3. Aufl.

Winchell, A. N. and Winchell, H., 1951, *Elements of optical Mineralogy*, Part II, 4th Ed. New York, London.

Zorc, A., 1955, Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica, *Geologija* 3, Ljubljana.

## HIDROGEOLOGIJA ČATEŠKIH TOPLIC

Anton Nosan

Z 10 slikami med tekstem in z 1 v prilogi

### Uvod

Po hidroloških opazovanjih širšega območja Čateških toplic, ki jih je v letu 1955 izvedel ing. Koloman Žibrik, smo v mesecu septembru 1957 pričeli z geološkimi in hidrološkimi raziskavami vrečnega področja.

Po programu raziskovalnih del so bile predvidene tri vrtine s skupno globino 210 m. Prvo vrtino smo locirali v neposredni bližini opazovalnega vodnjaka 11, kjer je bila ugotovljena pri hidroloških raziskavah širše okolice Čateških toplic najvišja temperatura in najvišji vodostaj. Druga vrtina je bila predvidena okoli 50 m severovzhodno od V-1 in tretja vrtina okoli 35 m jugovzhodno od V-1. Smer severozahod—jugovzhod, v kateri so bile locirane vrtine, je bila nakazana po kopnenju snega. Na termalnem področju skopni sneg, če ga zapade do 10 cm, že v nekaj dneh. V smeri severozahod—jugovzhod skopni sneg v dolžini okoli 450 m, največja širina kopnine pa znaša okoli 100 m. Sneg skopni najprej nad centrom termalnega področja in se nato kopnenje nadaljuje v smeri toka podtalnice, ki ima v tem delu smer severozahod—jugovzhod.

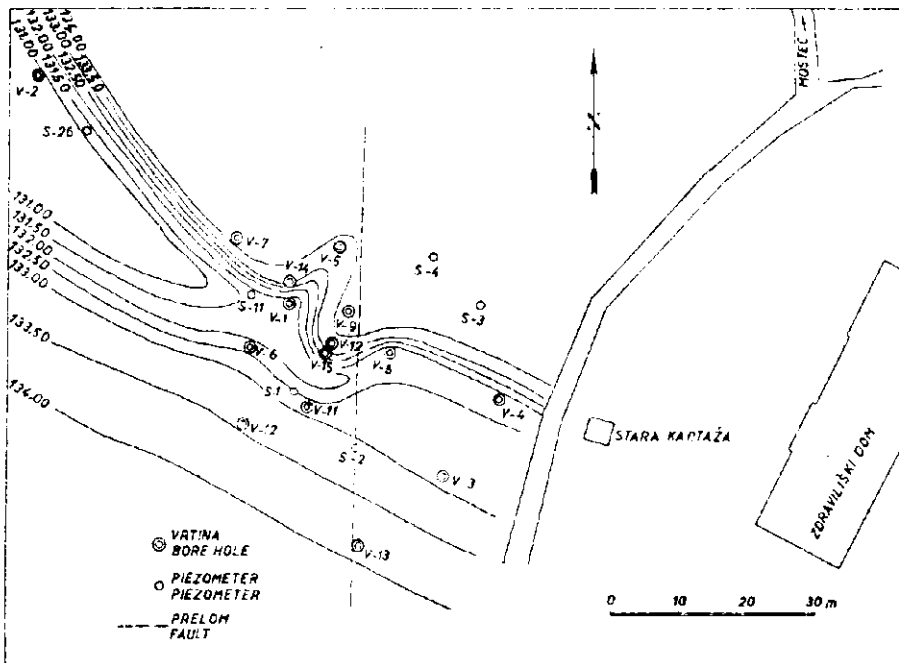
### Geološki pregled

Čateške toplice ležijo na prodnati ravnini kakih 300 m južno od Save, ob robu Brežiško-Krške kotline, ki je v geološki literaturi znana kot Krška udorina.

Kvartarni prod doseže 7 do 10 m debeline, kar smo ugotovili z raziskovalnimi vrtinami. Produ sledijo miocenski gornjetortonski sedimenti. Sestojajo iz laporjev, peščenih laporjev, apnenih peščenjakov z litotamnijami, litotamnjskih apnencev in konglomeratov. Vsi ti sedimenti si ne sledijo v nekem določenem zaporedju, ampak se med seboj menjavajo. Take razmere smo ugotovili z vrtinami na termalnem področju, kakor tudi s terenskimi obhodi na obrobju Gorjancev. Značaj sedimentov in prisotnost makrofavne kaže na plitvomorsko sedimentacijo. Podlago terciara tvorijo mezozojske kamenine.

Tektonsko pripada ozemlje južnemu obrobju Krške udorine. Znana savska prelomnica tvori njeno južno mejo in jo loči od Gorjancev. Kje poteka savska prelomnica, ne moremo z gotovostjo trditi, ker je ravnina ob Savi prekrita s prodom. Ker se v savski strugi pojavlja prag, ki

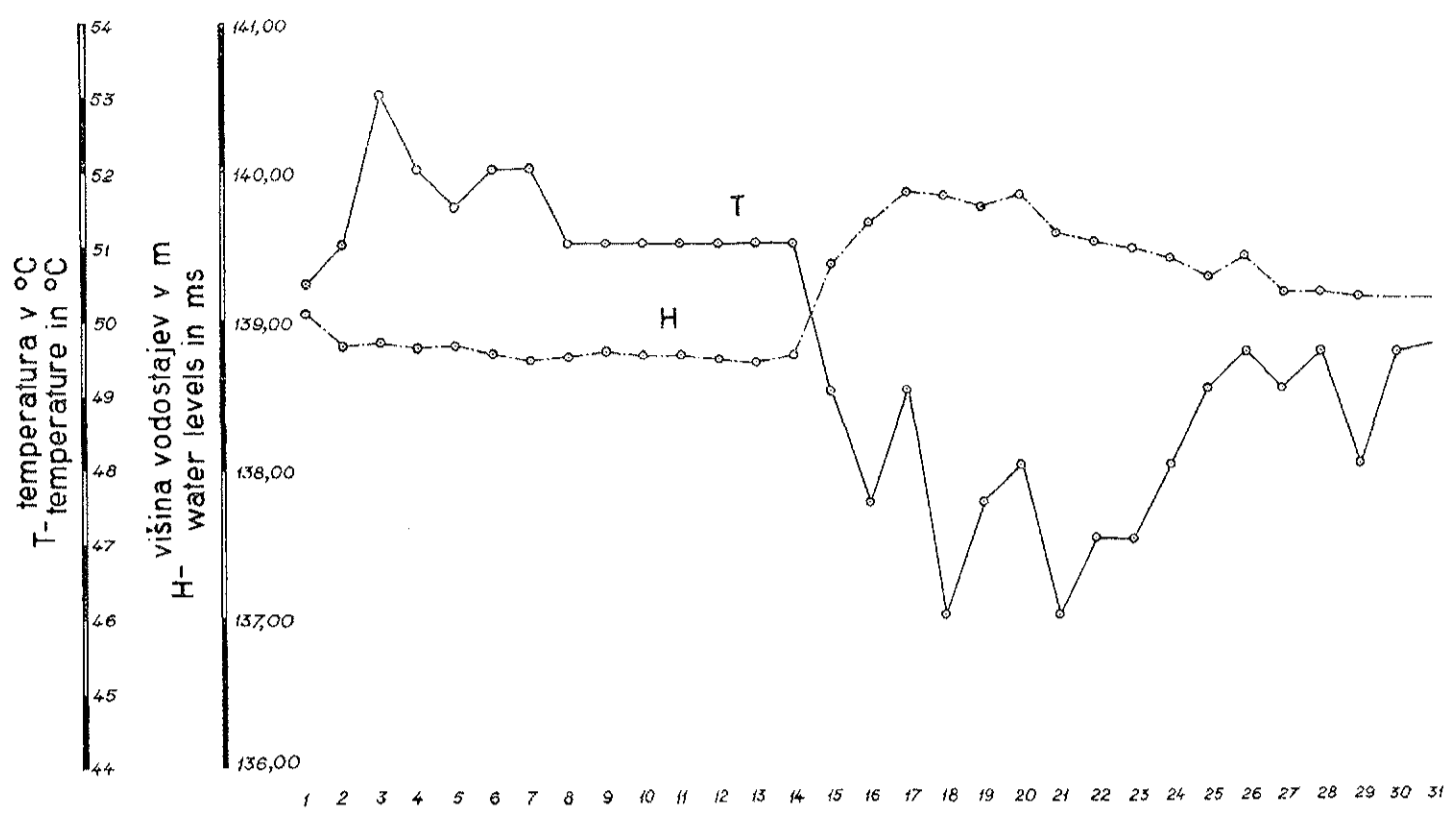
sestoji iz litotarnnijskih apnencev in konglomeratov, moremo sklepati, da poteka prelomnica severno od današnjega savskega korita. Izdanke srednjepanonskih glinastih laporjev imamo po Ramovšu severno od vasi Trnje pri Brežicah. Razdalja med srednjemiocenskimi in panonskimi sedimenti znaša približno 1 km. Ta razdalja je glede na položen pad miocenskih sedimentov premajhna, da bi se mogla na tako ozkem prostoru zvrstiti celotna serija sedimentov od zgornjega tortona do srednjega panona. Ob savski prelomnici se je torej severno krilo pogreznilo in so prišle zgornjetortonske plasti v kontakt s srednjepanonskimi.



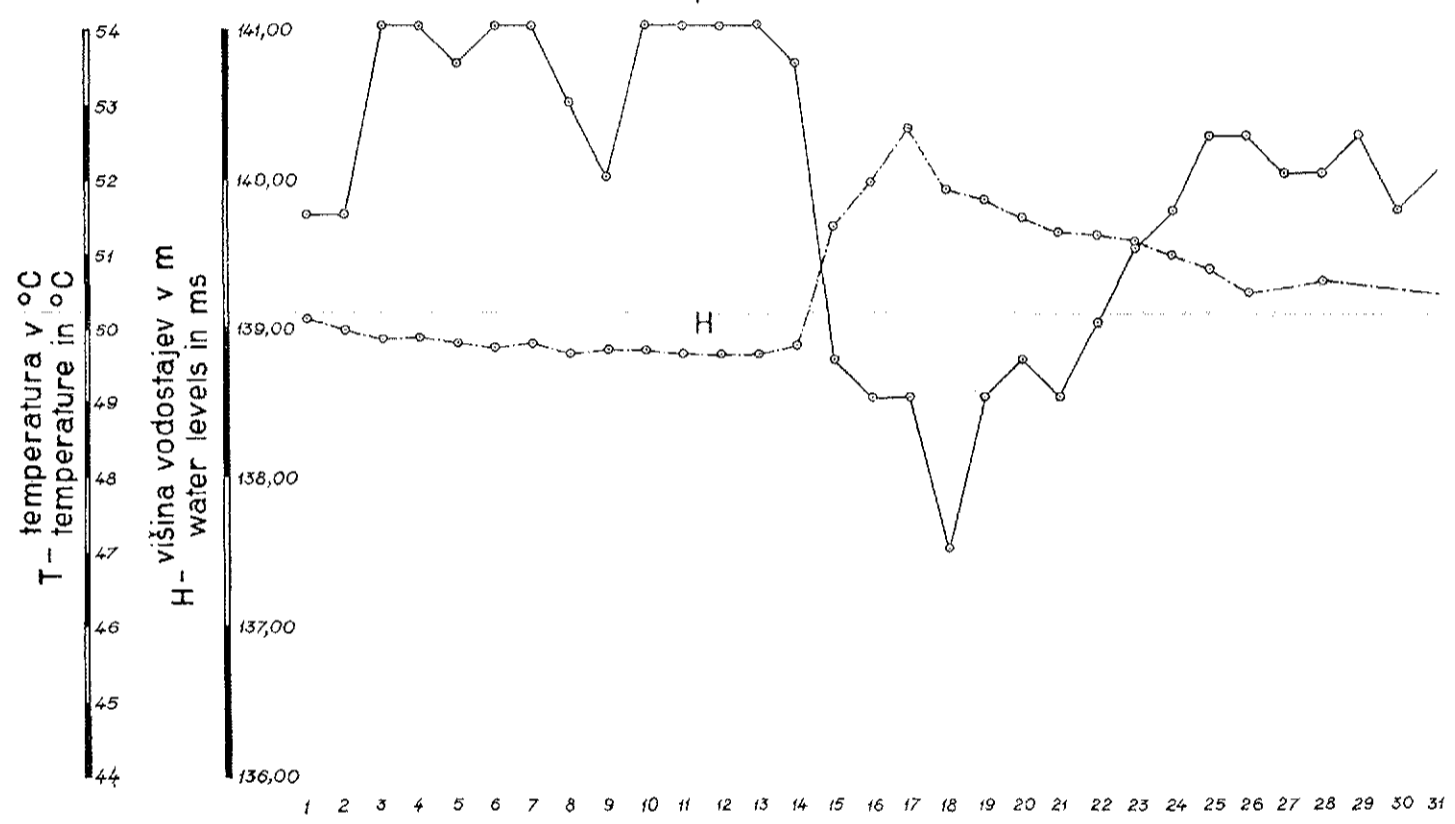
1. sl. Izohipse podlage proda  
Fig. 1. Isohypses of the bedrock under the gravel

Za nastanek termalnih izvirov v Čateških toplicah ta prelomnica ni odločilnega pomena. Termalna voda prihaja iz miocenskih skladov v kvartarni prod ob prelomu s smerjo sever—jug. Ta prelom smo z raziskovalnimi vrtnami tudi ugotovili. Na njegovo navzočnost kaže tektonsko zdobljena cona v vzhodnem delu z vrtnami raziskanega področja in doseže po podatkih vrtin vsaj 30 m širine. Močno porušeni in zdobljeni so miocenski sedimenti le vzhodno od prelomne ploskve. Zahodno od tod so bolj kompaktni in jih preprežajo le redke razpoke in tektonske drse s precej strmim padom. Plastovitost je v splošnem bolj slabo izražena ali pa samo nakazana. Smer pada plasti se ni dala točno ugotoviti.

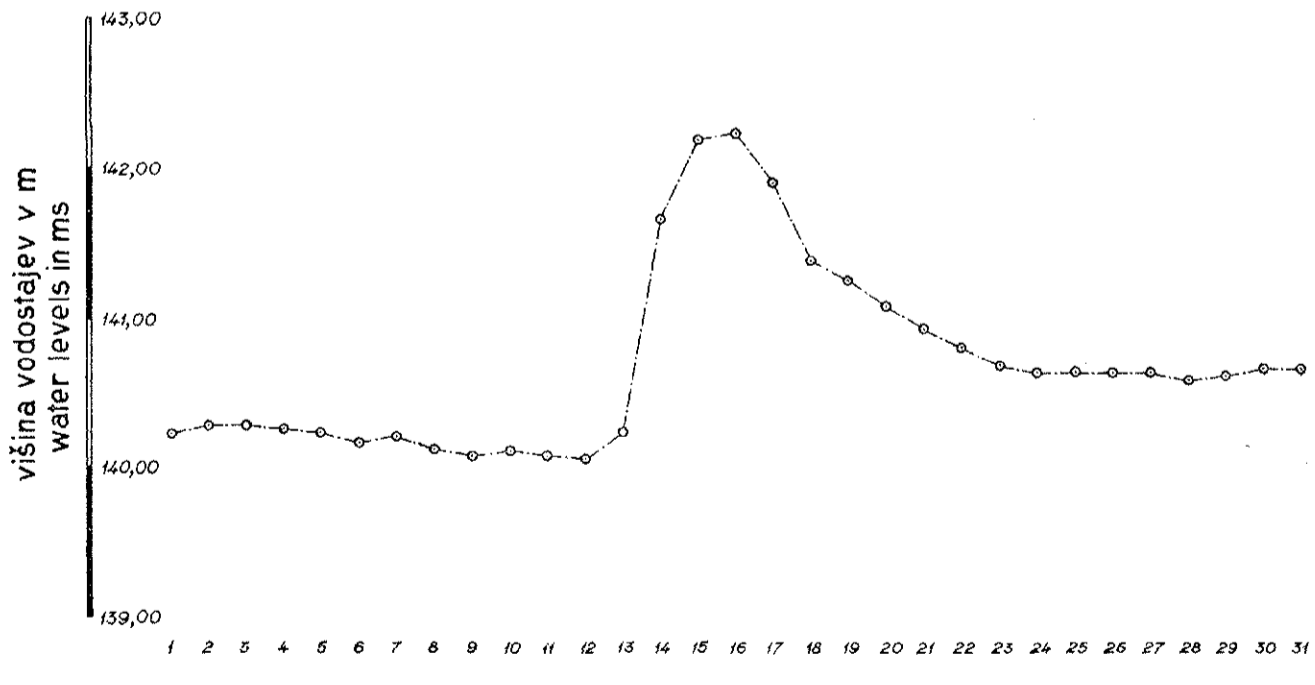
**VRTINA V 4  
BORE HOLE V 4**



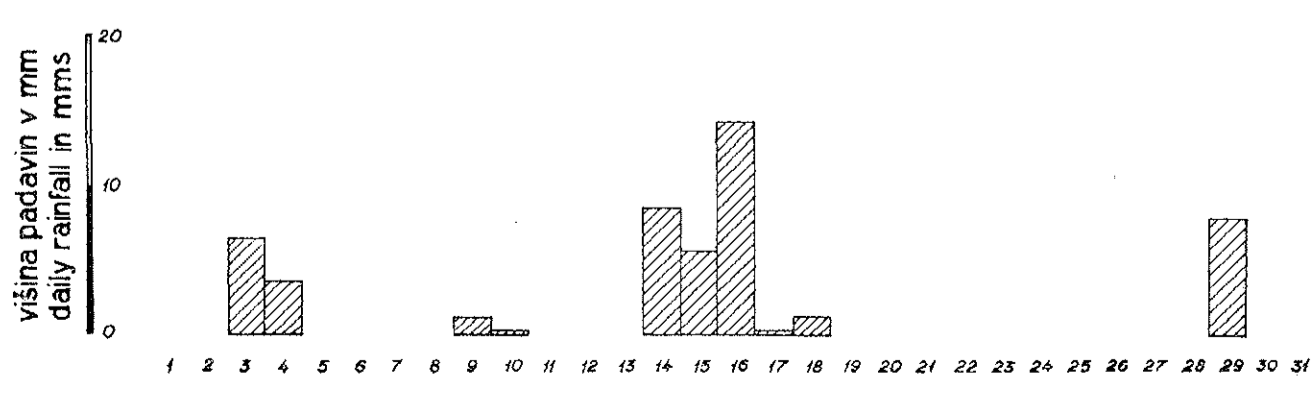
**VRTINA V 6  
BORE HOLE V 6**



**VODOMERILNA POSTAJA ČATEŽ  
ČATEŽ WATER STATION**



**METEOROLOŠKA POSTAJA ZG. LENART - BREŽICE  
METHEOROLOGIC STATION ZG. LENART - BREŽICE**

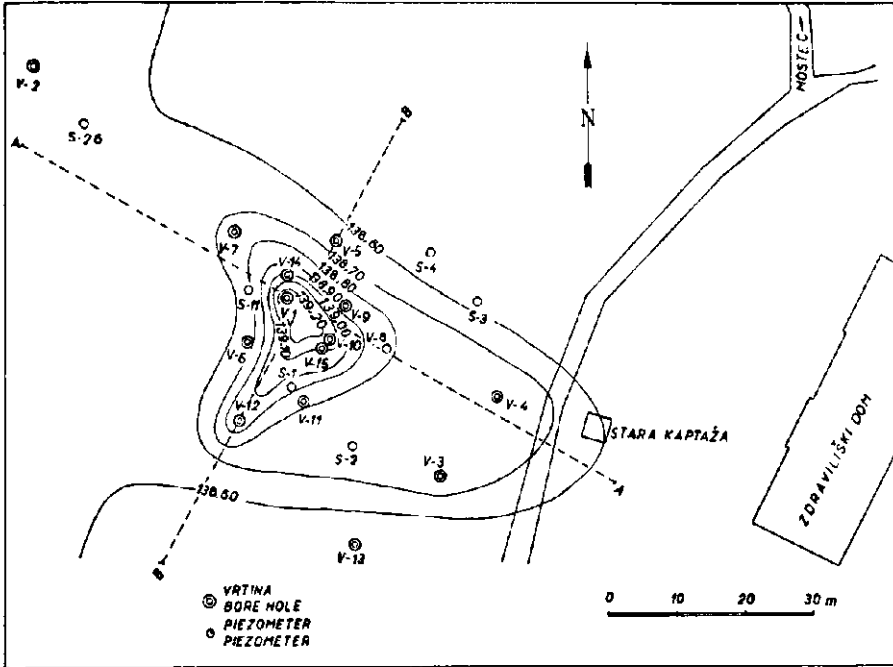


2. sl. — Fig. 2

Če sklepamo na smer pada plasti po opazovanjih na obrobju Gorjancev med Čatežem in Prilipami, potem bi padal miocen v smeri ENE.

Prelomna ploskev poteka tako, da so vzhodno od nje vrtine V-3, V-4, V-8 in V-13, vse ostale vrtine pa so zahodno od nje (1. sl.). Poleg tega, da imamo vzhodno od prelomne ploskve tektonsko zdrobljeno cono, so miocenski sedimenti v tem delu nekoliko drugačni kakor zahodno od zdrobljene prelomne cone. So svetlejši in podobni sedimentom zahodno od prelomnice v globini pod 30 m.

Kakor je tektonika ozemlja važna za pritek termalne vode iz globine, si termalna voda ni utrla izhoda v kvartarni prod na mestu, kjer

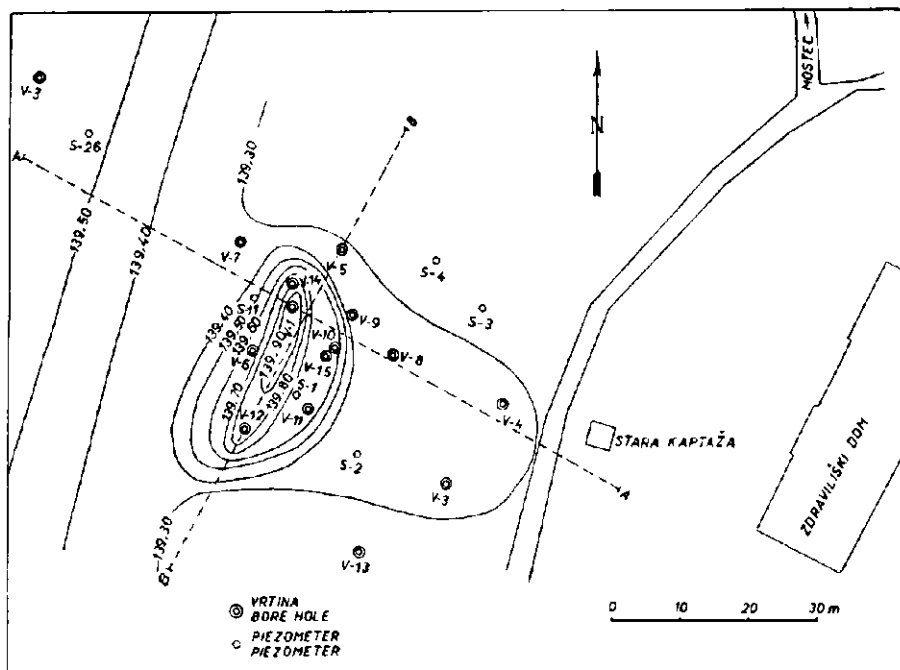


3. sl. Hidroizohipse dne 13. XII. 1957  
Fig. 3. Hydroisohypses on 13<sup>th</sup> of December 1957

je tektonska porušitev najbolj intenzivna, t. j. v zdrobljeni in pretrti coni vzhodno od prelomne ploskve. Vodonosne so razpoke, ki potekajo pravokotno na smer preloma. To nam dokazuje vrtina V-14, kjer smo naleteli v globini 51,73 m na tako razširjeno razpoko, ki je bila vodonosna, in smo na tem mestu termalno vodo tudi zajeli. V vseh vrtinah zahodno od prelomne cone smo ugotovili razpoke razen v vrtini V-1, v kateri je bil miocenski peščen lapor do globine 32,70 m popolnoma kompakten. Ta dejstva nam dokazujejo poleg hidroloških razmer v prod, da imamo glavni dotok termalne vode iz miocenskih sedimentov v prod zahodno od prelomne ploskve.

Razpoke in tektonske drse, ki prepletajo terciarne sedimente, padajo vedno zelo strmo pod kotom 70—80°. Na drsah opazujemo večkrat tudi horizontalne premike. Razpoke so bile vedno zapolnjene s kalcitom. Aragonita nismo ugotovili. Širina razpok je različna, od 1 mm do več dm. Na sledove termalne vode kažejo v razpokah odprtine in luknjice, ki so včasih tako močno razširjene, da pritekajo po njih večje količine termalne vode. Razširjene razpoke so po vsej verjetnosti nastale zaradi kemične erozije termalne vode, ki je prvotne tektonske razpoke razširila in ustvarila nekak kraški sistem.

Med drugim smo ugotovili, da je odvisna od petrografskega sestava kamenin njihova vodonosnost. Tako smo zadeli na vodonosno razpoko



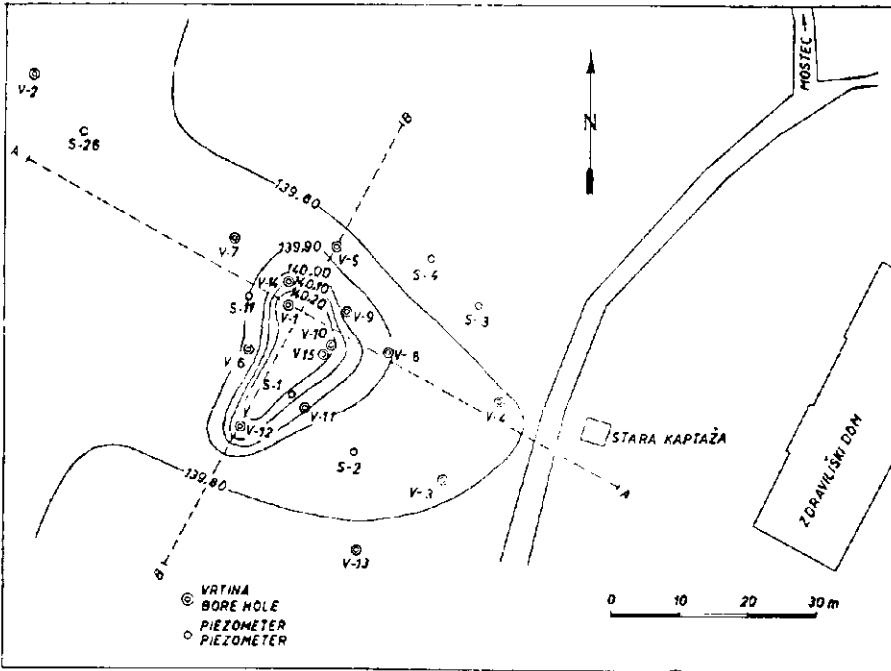
4. sl. Hidroizohipse dne 15. XII. 1957  
Fig. 4. Hydroisohypses on 15<sup>th</sup> of December 1957

v vrtini V-14 šele ob spremembi materiala, to je ob prehodu drobnozrnatega peščenjaka v litotamnijski peščenjak s prehodom v konglomerat. Iz tega moremo sklepati, da so vodonosne tiste kamenine, ki vsebujejo višji odstotek CaCO<sub>3</sub>. To nam dokazuje poleg pogostnih zapolnitev s kalcitom tudi njihova delna sprememba. Litotamnijski peščenjaki in ostali peščeni sedimenti so v globini pod vodonosno razpoko na pol razpadli. So zelo krhki in drobljivi, čeprav so le neznatno tektonsko porušeni. Te spremembe v kameninah je povzročila termalna voda, ki je bolj vplivala na peščene sedimente kot na lapornate.

## Raziskovalna dela in zajetje

Z raziskovalnimi deli v Čateških toplicah smo pričeli 23. IX. 1957. Že prva vrtina je pokazala, da bo prvotni načrt treba spremeniti, ker je debelina prodnate naplavine precej manjša, kakor smo predvidevali. Prva vrtina je že v globini 9,05 m zadela na peščen lapor in je segla do globine 32,75 m. V produ smo naleteli na termalno vodo s temperaturo 58° C. Ker miocenski sedimenti niso kazali znakov o navzočnosti termalne vode, je bila vrtina v omenjeni globini ustavljena.

V vrtini V-2 smo s črpanjem ugotovili temperaturo 18° C. Vrtina je posegla v globino 24,10 m. Miocenski sedimenti so bili enako razviti kot v vrtini V-1.



5. sl. Hidroizohipse dne 18. XII. 1957

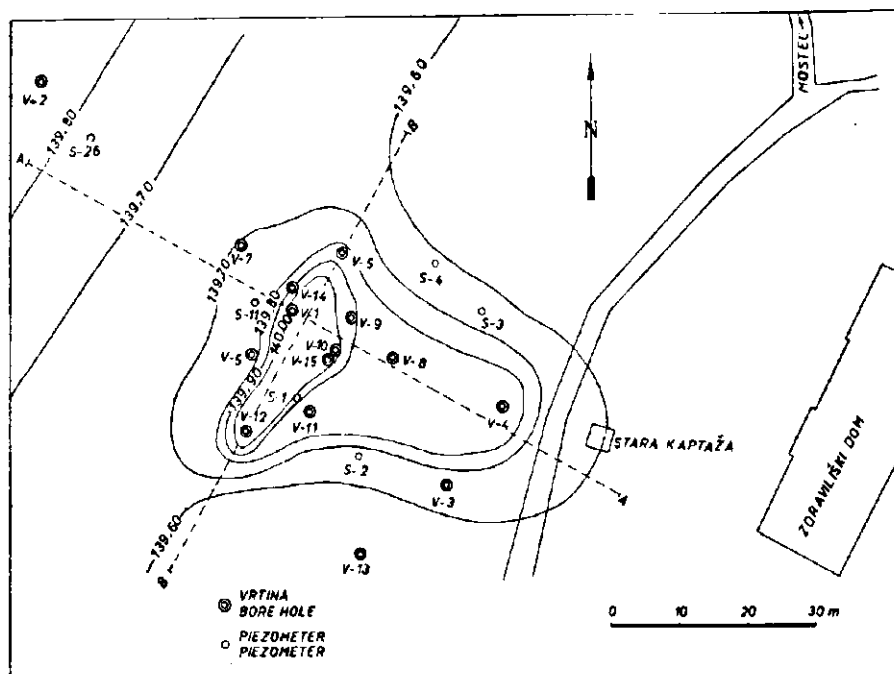
Fig. 5. Hydroisohypses on 18<sup>th</sup> of December 1957

Vrtina V-3 je bila oddaljena od V-1 34,00 m proti jugovzhodu. V globini 8,55 m je zadela na tektonsko zdrobljene in porušene miocenske sedimente. Tektonske drse in razpoke so bile nagnjene pod kotom okoli 70°. Termalna voda v produ je imela pri črpanju maksimalno temperaturo 57° C.

Z vrtino V-3 je bil prvotni program raziskovalnih del izčrpan. Do-seženi rezultati so pokazali, da so na termalnem področju v Čateških toplicah količine termalne vode zelo velike in da je njena maksimalna temperatura 57–58° C. Končnega cilja, ki je bil postavljen v programu



raziskovalnih del, s tremi vrtinami nismo dosegli. Zato je bil program dela spremenjen v soglasju s članoma strokovne komisije inž. Stojanom Guzeljem in inž. Jankom Drnovškom. Naslednje plitve vrtine naj bi bile razporejene tako, da se ugotovi kolikor mogoče točno izvir termalne vode iz miocenskih skladov v kvartarni prod. Tako so bile izvrtane še vrtine V-4, V-5, V-6 in V-7. S temi vrtinami smo ugotovili:



6. sl. Hidroizohipse dne 20. XII. 1957  
Fig. 6. Hydroisohypses on 20<sup>th</sup> of December 1957

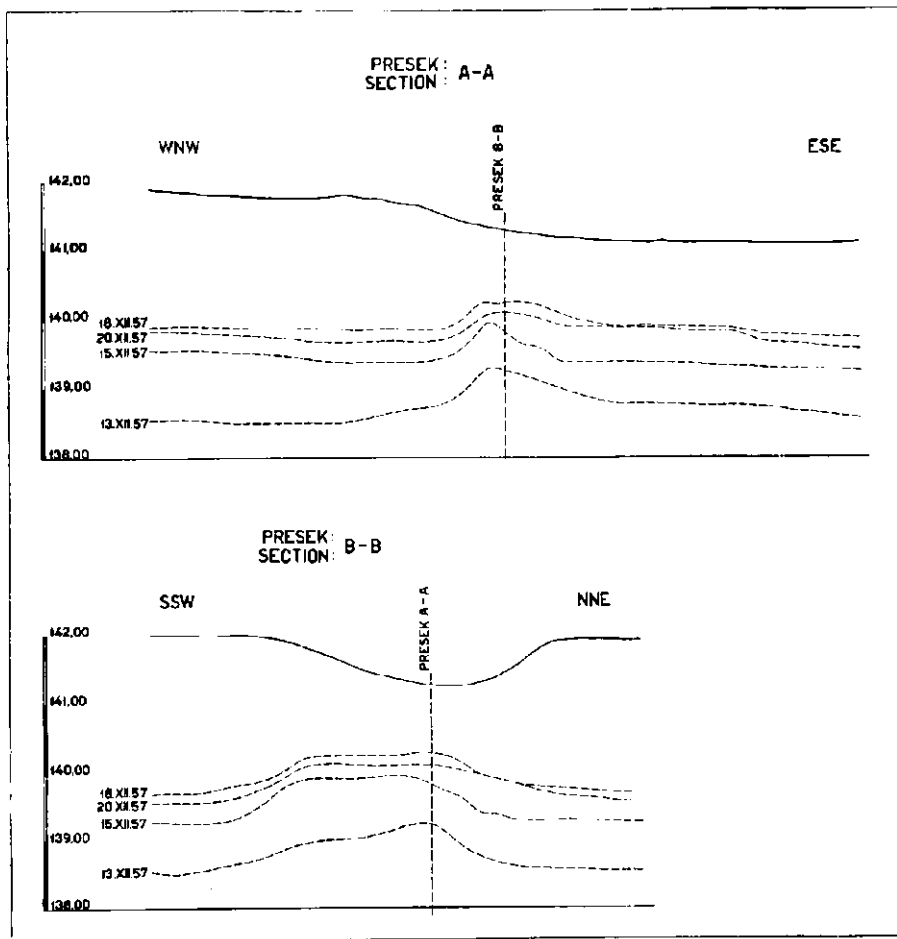
1. debelino kvartarnega proda,
2. maksimalne temperature 56 do 57,5° C,
3. približen potek prelomne ploskve in tektonsko zdrobljene cone.

Po podatkih vseh sedmih vrtin se je dalo približno ugotoviti relief miocenske podlage, ki kaže, da poteka pod prodnatim pokrovom v smeri WNW jarek z najglobljim mestom v neposredni bližini vrtine V-1. Od tod se globina jarka večja proti vrtini V-2. Po različnem materialu smo sklepali, da poteka prelomna ploskev, ali zahodna meja prelomne cone, med vrtinama V-5, V-6 in vrtinama V-3, V-4. Ker je ta meja važna za dotok termalne vode iz globine v kvartarni prod, smo z naslednjimi vrtinami nameravali točno ugotoviti njen potek in s tem dotok termalne vode v prod. S temi plitvimi vrtinami smo dosegli dvoje:

1. ugotovili smo natančneje potek preloma,

2. omejili smo ožje termalno območje in s tem dobili več podatkov za lokacijo globoke vrtine, s katero bi zajeli termalno vodo v miocenskih sedimentih. Skupno je bilo izvrtanih 12 vrtin.

S črpalnimi poizkusi večjega obsega smo skušali ugotoviti maksimalno količino termalne vode v produ, ki bi jo mogli izkoriščati za

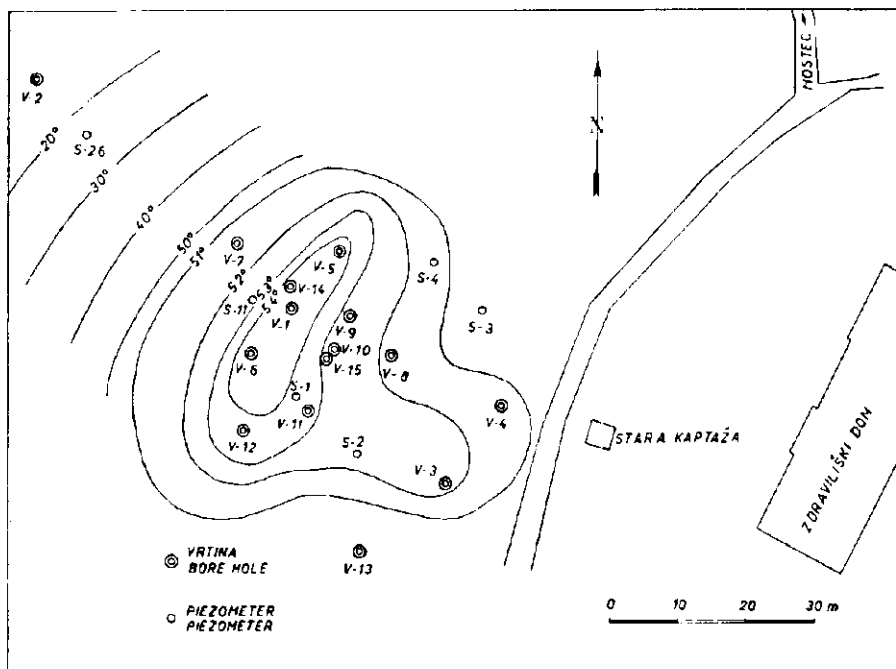


7. sl. Vzdolžni in prečni prerez k sl. 3-6  
Fig. 7. Longitudinal and transverse sections to figs. 3-6

različne potrebe zdravilišča. Izvedli smo tri večje črpalne poizkuse, od katerih sta dva trajala po 10 ur, zadnji pa 28 ur. Črpali smo približno 20 l/sek termalne vode iz treh vrtin. S tem smo ugotovili, da so vodne količine v produ zadosti velike, popolnoma zadovoljivo pa ni bil rešen problem stabilne temperature termalne vode. Začetna temperatura se je

gibala pri nizkem vodostaju od 52 do 54° C in je narasla do maksimuma 57—58° C po enournem črpanju. Pri visokem vodostaju je bila začetna temperatura 48 do 50° C in je dosegla maksimum 57 do 58° C šele po dveurnem črpanju, nakar je v obeh primerih ostala konstantna na doseženih višinah do konca črpalnih poizkusov.

Raziskovalna dela prve faze so pokazala, da v prelomni coni ne moremo pričakovati izdatnejšega dotoka termalne vode. V drugi fazi smo izvrtali V-13, V-14 in V-15, ki so vse dosegle miocensko podlago. Po odločitvi, da zajetja ne bomo uredili v produ, temveč v miocenskih



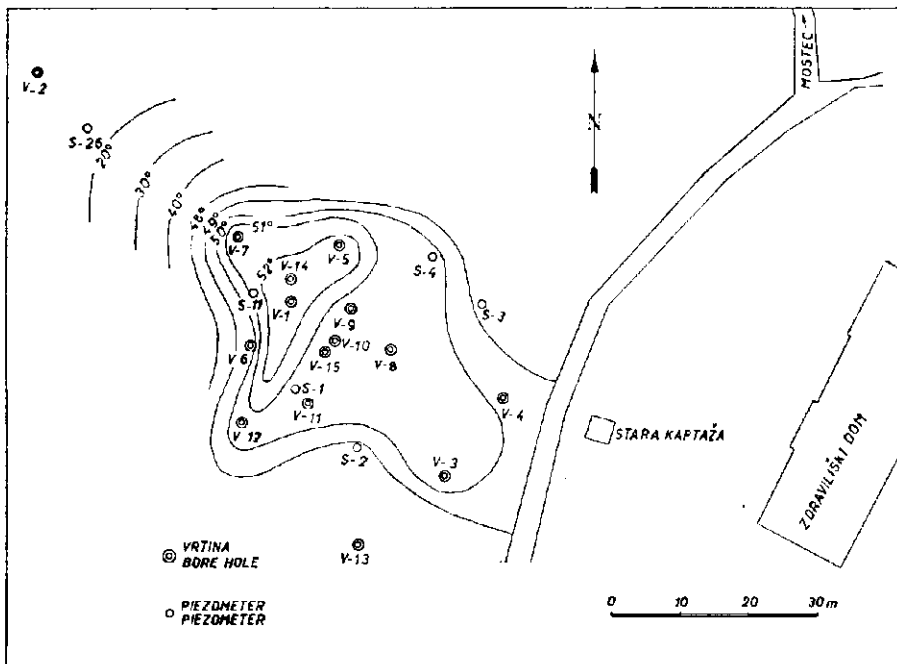
8. sl. Hidroizoterme dne 13. XII. 1957  
Fig. 8. Hydroisotherms on 13<sup>th</sup> of December 1957

sedimentih, smo v ta namen poglobili V-14, ki je že v globini 15 m pokazala jasne sledove termalne vode. Zadelala je na 3 cm široko razpoko, delno zapolnjeno s kalcitom.

Pri nadaljnjem vrtnanju smo naleteli še na podobne širše razpoke v globini okoli 17,00 m in 24,00 m. Končno se je pojavila v globini 51,73—52,75 m razpoka, razširjena v kaverno. Ta razpoka leži na meji med drobnozrnatim apnenim peščenjakom in litotamnijskim peščenjakom s prehodi v konglomerat. Razpoka je vodonosna, termalna voda se je dvignila do nadmorske višine 140,27 m. Pri črpanju 20 l/sek se je gladina znižala za 0,85 m. Vrtino smo nato poglobili do globine 82,00 m.

Nato je bilo na željo zdravilišča vrtanje ustavljeno, ker je bil njegov glavni namen, dobiti vodo, dosežen. Nismo pa dobili popolnega vpogleda v termalni mehanizem. Zaradi pomanjkanja sredstev za raziskovanje smo nato pričeli z izvedbo zajetja v vrtini V-14.

Čateška termalna voda je, po kemičnih analizah sodeč, kemično malo aktivna; doslej so navadne vodovodne cevi trajale 10 let. Po teh ceveh je bila termalna voda speljana od zajetja k črpalnici. Poleg tega so bile vodovodne cevi izpostavljene večkratnim dnevnim temperaturnim spremembam.

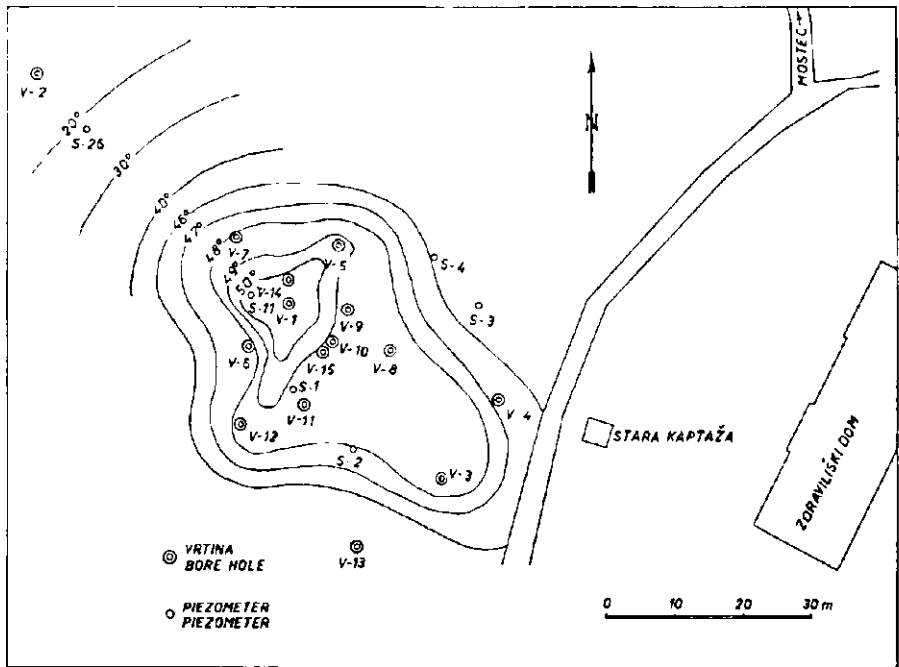


9. sl. Hidroizoterme dne 15. XII. 1957  
 Fig. 9. Hydroisotherms on 15<sup>th</sup> of December 1957

V vrtino V-14 smo vgradili brezšivne jeklene cevi zunanega premera 168,3 mm in notranjega 154 mm do globine 52,75 m. Spodnji del cevi je perforiran; perforirana površina znaša petkratni presek cevi. Da bi povsem zatesnili vmesni prostor med cevmi in steno vrtine, smo namestili v globini 14 in 11 m svinčene obroče, ki smo jih s pomočjo nastavkov ob navojih razširili navzven in tako na dveh mestih zapolnili vmesni prostor med cevmi in steno vrtine. Da se nam je to posrečilo in da smo preprečili komuniciranje termalne vode s prodrom ob cevch, je bil zadosten dokaz ta, da se je takoj nato dvignil nivo termalne vode v opazni vrtini za 20 cm. Svinčeno zatesnitev smo izvedli tudi zato, da nam pri

kasnejšem injektiranju cementno mleko ne bi zašlo ob kaptažnih ceveh v vodonosno razpoko.

Za injektiranje smo uporabili hitrovezni cement, ki smo mu dodali 5 0/0 sode. Zatesnitev vgrajenih cevi in njihova izolacija od proda je v celoti uspela. Pri kasnejšem črpanju termalne vode nismo opazili nikakih znakov cementa. Iz vrtine je tekla povsem čista voda. Poleg tega smo dosegli še to, da je imela termalna voda v nekaj minutah svojo maksimalno temperaturo 57 do 58° C. Zajetje smo končali 25. aprila 1958.



10. sl. Hidroizoterme dne 18. XII. 1957  
Fig. 10. Hydroisotherms on 18<sup>th</sup> of December 1957

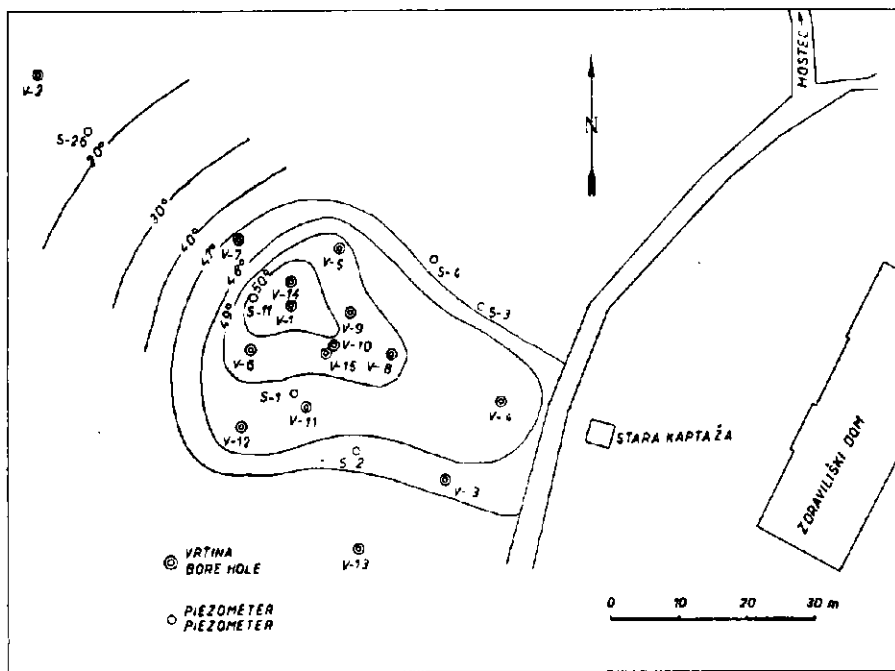
### Hidrološke razmere

Na osnovi opazovanj, meritev in črpalnih poizkusov smo že v začetku raziskovalnih del mogli ugotoviti, da znaša temperatura termalne vode 58° C in da so njene količine zelo velike. Za ugotovitev hidroloških razmer na vrelnem področju v Čateških toplicah, predvsem v zvezi z vplivom hladne podtalnice na termalno vodo v produ, smo izvedli:

1. dnevne meritve temperatur in višin vodostajev,
2. črpalne poizkuse.

Razmerje med okolišno hladno podtalnico in termalno vodo v produ smo ugotovili po podatkih vsakodnevnih meritev temperature in nad-

morske višine vodostajev. Dnevne meritve so trajale neprekinjeno od 24. septembra 1957 do 25. januarja 1958. Za čas od 1. do 31. XII. 1957 so meritve vrtin V-4 in V-6 prikazane na hidrogramu, ki vsebuje podatke vodomerilne postaje Čatež in podatke o dnevni padavinah meteorološke postaje Zg. Lenart-Brežice (2. sl.). Iz hidrograma je razvidno, kakšen je vpliv padavin na višino vodostaja na Savi pri Čatežu, in posredni vpliv padavin preko podtalnice na termalno vodo. Padavine se odražajo na termalnem področju šele po nekaj dnevih, če pada dež. Če



11. sl. Hidroizoterme dne 20. XII. 1957  
Fig. 11. Hydroisotherms on 20<sup>th</sup> of December 1957

zapade sneg, spremembe v višini vodostajev niso tako hitre, nastopajo polagoma s kopnenjem snega in trajajo dalj časa. Po dežju je vodostaj na Savi pri Čatežu dosegel maksimum po dveh dnevih od začetka dežja. Vodostaji na termalnem področju pa so dosegli svoj maksimum dva dni kasneje. Vzporedno z naraščanjem vodostajev smo redno ugotovili padanje temperature.

Razmerje med dviganjem vodostajev in padanjem temperature ter odvisnost teh pojavov od padavin nam poleg hidrograma prikazujejo priložene skice hidroizohips in hidroizoterm ter podolžni in prečni preseki (slike 3—11). Za te skice in preseke smo vzeli dnevne podatke meritev za 13., 15., 18. in 20. december 1957. Najnižji vodostaji so bili

13. decembra, najvišji 18. decembra; 15. december prikazuje razmere na termalnem področju v času naraščanja vodostajev in padanja temperature, medtem ko kaže 20. december že stadij upadanja vodostajev in naraščanje temperature.

Pri tem je zanimiva ugotovitev, če primerjamo odnos vrtin V-3 in V-4 napram poteku hidroizoterm. Pri nizkih vodostajih, pri njihovem naraščanju in pri visokih vodostajih je bila temperatura v V-3 višja kot v V-4. V stadiju upadanja vodostajev pa je bila temperatura v vrtini V-4 višja kot v V-3. Do podobne ugotovitve nas privede tudi primerjava hidroizohips.

Iz navedenega moremo sklepati, da nastopi pri naraščanju vodostajev bočni pritisk s severa, t. j. od Save, in da pri tem potisne hladna podtalnica termalno vodo v produ proti jugu. Pri upadanju vodostajev pa je pritisk hladne podtalnice usmerjen proti severu. Dokaz za to so tudi stara zajetja termalne vode, ki so bila prvotno locirana v precejšnji oddaljenosti od stržena termalne vode in je v njih prav zaradi zgoraj opisanega pojava temperatura nihala v širokih mejah. Zadnje staro zajetje v produ pa je bilo locirano že v strženu termalne vode, zato so temperaturna nihanja neznatna.

Iz poteka hidroizohips, hidroizoterm in presekov moremo sklepati:

1. da teče podtalnica, oziroma termalna voda proti jugovzhodu,
2. da so vodostaji v centru termalnega področja najvišji in proti periferiji padajo. Iz tega vidimo, da je center termalnega področja na prostoru, ki ga omejuje najvišja hidroizohipsa, oziroma najvišja hidroizoterma.

Drugi del hidroloških opazovanj se nanaša na črpalne poizkuse. Dnevne meritve so nam dale vpogled v hidrološke razmere na termalnem področju v neizpremenjenem stanju, t. j. brez umetnih posegov. Črpalni poizkusi predstavljajo že poseg v termalno področje in se naravno ravnotežje s tem poruši. Po važnosti so črpalni poizkusi pred navadnimi meritvami, ker smo z njimi ugotavljali, koliko termalne vode z maksimalno možno temperaturo moremo izkoriščati brez škodljivih posledic za termalni mehanizem. Črpalne poizkuse za ugotovitev maksimalne temperature smo izvedli na vseh vrtinah.

Po prvotnem načrtu naj bi zajeli termalno vodo v produ. V ta namen smo opravili najprej dva večja črpalna poizkusa, prvega 13. decembra pri nizkih in drugega 18. decembra 1957 pri visokih vodostajih. Oba poizkusa smo izvedli ob različnih vodostajih zato, da bi ugotovili, kako se obnaša termalna voda v obeh ekstremnih primerih. Oba črpalna poizkusa sta pokazala, da so tudi v produ količine termalne vode zadosti velike za vse predvidene potrebe. Nekoliko kočljivo je bilo vprašanje stabilnosti temperature. Trajalo je namreč najmanj eno uro, da se je temperatura povzpela do 57° C pri nizkih vodostajih, pri visokih vodostajih pa je bilo potrebno črpati dve uri, da se je temperatura povzpela do enake višine. Pri nadaljnem črpanju je termalna voda obdržala svojo maksimalno temperaturo do konca črpalnih poizkusov. Med črpanjem smo opazovali vse ostale vrtine z namenom, da bi ugotovili morebitna

nihanja vodostajev in temperature. Vodostaj se je znižal le v vrtinah, ki so bile najbližje onim, iz katerih smo črpali termalno vodo, in še tukaj v zelo majhni meri, medtem ko se je temperatura celo dvignila.

Da bi morda le ugotovili, v katerem delu termalnega področja bo začela temperatura termalne vode padati, smo izvedli še tretji črpalni poizkus 31. januarja in 1. februarja 1958, ki je trajal nepretrgano 28 ur. Tudi pri tem poizkusu smo ugotovili v glavnem isto kakor pri prvem in drugem. Razlika je bila v tem, da se je temperatura v ostalih vrtinah dvignila še nekoliko više.

S temi črpalnimi poizkusi smo končali prvo fazo raziskovalnih del, ki so se nanašala na hidrološke razmere v prod, kjer je termalna voda pod vplivom okoliške podtalnice. Z globokim vrtnjem smo nato zadeli na direktni dotok termalne vode v globini 51,73 m. S tem smo dosegli precej ugodnejšo rešitev zajetja termalne vode. Z meritvami in črpalnimi poizkusi smo ugotovili, da je razpoka, razširjena v kaverno, ugodna za zajetje termalne vode, ki se je dvignila v vrtini do nadmorske višine 140,22 m. Nadmorska višina ustja vrtine je znašala 141,14 m. Pri črpanju okoli 20 l/sek se je gladina znižala na nadmorsko višino 139,00 do 139,29 m. Pri obeh črpalnih poizkusih 27. in 28. marca 1958 se je pri črpanju temperatura že po nekaj minutah dvignila do maksimuma in ostala na tej višini do konca črpanja.

Z dnevnimi meritvami smo ugotovili, da hladna podtalnica še vedno vpliva na termalno vodo v vrtini V-14. Kljub temu, da smo jo zajeli v globini 51,73 m, gladina termalne vode ni stalna. Take razmere kažejo, da tvorita termalna voda in hladna podtalnica enoten hidrološki mehanizem. Pritisk hladne podtalnice se prenaša v globino preko razpok, po katerih priteka termalna voda v prod. Spreminja se le višina gladine v vrtini V-14, medtem ko je temperatura konstantna. Ohladi se le zgornji del vodnega stebra, vendar naraste temperatura termalne vode pri črpanju dokaj hitro in ostane nato stabilna.

### Zaključki

Z geološkimi in hidrološkimi raziskavami nam je uspelo rešiti problem Čateških termalnih vrelov. Iz novega zajetja je možno črpati do 30 l/sek termalne vode s temperaturo 57—58° C. Take količine termalne vode so zadostne za izvedbo celotnega programa povečanja zdravilišča, za zgraditev športnega bazena in zimskih toplih gred.

### HYDROGEOLOGY OF THE ČATEŽ THERMAL SPRINGS

The geologic exploration of the closer area of the thermal spring has been started after the completion of hydrologic investigations in the wider Čatež thermal springs area. The hydrologic investigations have shown the general trend of the ground water flow and thus they have limited roughly the area of the thermal springs. Three bore holes have been located with the aim, greater quantities of the thermal water with a constant temperature to be obtained. Each of them should reach the



depth of 70 ms. The program of the exploration works has been put down, because no data were available on the geologic feature of the thermal spring area except the general knowledge of the hydrology.

The Catež thermal springs are located on the gravel plain some 300 ms S of the Sava river on the edge of the Krka—Brežice basin. The plain is bordered by the Sava, and Krka rivers in the north, and by Gorjanci mountains in the south.

### **Geologic features**

By means of bore holes a thickness of 7 to 10 ms was established in the Quarternary gravel. It lies on the Miocene sediments belonging to the Upper Tortonian. Sandy marls grading into sandy limestone with lithotamnia, conglomerate, and the true lithotamnia limestone have been distinguished according to their petrographic composition. No Tertiary bedrock has been found due to the fact, the greatest depth of the bore hole was 82 ms only. Tectonically the area belongs to the southern edge of the Krka-depression. The Sava fault forming the southern border of the depression is not important for the origin of the Catež thermal springs. The thermal water ascends into the Quarternary gravel out off the Miocene beds along a fault trending N—S. The fault is shown by a crushed zone in the eastern part of the area explored by means of the bore holes. According to the data of the bore holes the greatest width of the zone amounts 30 ms. The western boundary of the crushed zone lies between the boreholes Nos. V-8, and V-13 on one side and the bore holes Nos. V-5, V-9, V-10, and V-11 on other side (Fig. 1.).

A displacement was found on the western border of the fault-zone. The dip of the fault-plane amounts  $70^{\circ}$  according to plenty of fissures. Notwithstanding with the fact the tectonic is very important for the ascension of the water out off the depth, the thermal water did not open its way into the Quarternary gravel along the fault zone, but in the fissures, trending perpendicularly to it. That is proved by the occurrence of the thermal water in the bore hole No. V-14, in which the thermal water has been tapped in a fissure widened into a cavern at the depth of 51,73 ms. The hydrologic observations have shown further, the main flow of the thermal water is coming into the gravel out off the Miocene sediments west of the fault plane.

The Tertiary sediments are interwoven by fissures and fault-planes dipping generally at an angle of  $70^{\circ}$  to  $80^{\circ}$ . The signs of the horizontal movements are traced in the fault planes also, especially in the fault zone. The fissures are filled up by calcite. No aragonite was found.

### **The exploration and capture workings**

As early as by the first bore hole we have found, the thickness of the gravel is less than we have foreseen. Therefore the bore hole has not been drilled to the depth of 70 ms, but it was stopped in the depth of 32,70 ms. as there was no sign of the thermal water presence in the

Miocene sediments to the depth mentioned. The shallow bore hole No. V-1 was followed by shallow bore holes Nos. V-2 and V-3.

By means of these bore holes we found the quantity of the water is sufficient as well as that the maximum temperature amounts 58° C. According to the data of the first three holes the original drilling program has been changed. The following boreholes should be located with the aim, to find the place, where the thermal water ascends into the Quarternary gravel out off the Miocene basis. Thus 12 bore holes have been drilled in total. They have shown, the fault divides the thermal spring area into two parts.

As we have expected, the thermal water will flow up along the fault plane out off the depth, we have determined its position by the drill holes. On the other side we have found the approximate surface of the gravel basis, and the hydrologic observations have confirmed the supposition, the thermal water flows out off the basis into the gravel west of the fault plane.

With the pumping test we have found the water is sufficient for the health resort demands forseen. The problem of the stable temperature of the thermal water was not solved satisfactorily. The initial temperature amounted 52° to 54° C at the low water level. It increased to a maximum temperature after one hour pumping. At the high water level the initial temperature was 48° to 50° C. The maximum was reached after two hours of pumping only. After this time it remained constant amounting 57° to 58° C till to the end of pumping test.

After the test the additional bore holes Nos. V-13, V-14, and V-15 have been drilled with the purpose to capture the thermal water in the Quarternary gravel. Meanwhile the decision was made to capture the thermal water in the basis of the gravel.

The hydrologic examinations have shown the centre of the thermal area lies some 10 ms west of the fault zone, therefore the bore hole No. V-14 was selected as the first deeper bore hole. Very soon below the gravel we have tapped the fissures with traces of the thermal water in this bore hole. The fissures were 3—5 cms wide and not closed. We have found a fissure extending to a cavern about 1,00 m wide with the water in the depth of 51,73 ms. By pumping 20 ls/sec. the water level has been lowered for 0,85 m only. The temperature of the thermal water raised up to the maximum of 57° to 58° after some minutes of pumping. Thereby the question of the stable temperature of the water was solved satisfactorily. Therefore we started the capture of the thermal water in the bore hole No. 14.

The seamless steel pipes with the outer diameter of 168,3 mms and the inner diameter of 154 mms have been sunk into the bore hole till to the depth of 52,75 ms. The lower part of the pipe has been perforated in such a way that the perforated surface was five times greater than the section of the pipe. The space between the pipe itself and the wall of the bore hole has been tightened first with the lead rings and later on by the injections.

## Hydrologic features

The influence of the cold ground water on the thermal water in the Quarternary gravel we have stated on the base of the measurements of the day temperature as well as by the pumping test. The measurements in the bore holes Nos. V-4, and V-6 are shown in the hydrogram for the period from the 1<sup>st</sup> to 31<sup>st</sup> of December 1957 compared with the data of the Catež water station as well as with the daily reinfall of the meteorologic station Zg. Lenart-Brežice. (Fig. 2.)

The relation of the raising water levels to the lowering of the temperatures is shown by hydrogram, the sketches of hydroisohypses, and hydroisotherms with longitudinal, and transverse sections (Fig. 3—11). The daily measurements data for the sketches and sections have been elected those for 13<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, 18<sup>th</sup>, and 20<sup>th</sup> of December 1957. The lowest water level was on the 13<sup>th</sup> of December, the highest on 18<sup>th</sup> of December, the data for the 15<sup>th</sup> December are showing the relations in the thermal area in the time of the raising water levels and decreasing of the temperature, meanwhile the data for the 20<sup>th</sup> December are showing the state of lowering of the water levels and increasing of the temperature.

The comparing of the course of the hydroisotherms as regard the position of the bore holes Nos. V-3, and V-4. At the low water levels as well as their increasing, and water levels the temperature in the bore hole No. V-3 was higher than in the bore hole No. V-4. Just the opposite we can observe with the lowering of the water level. The comparing of the hydroisohypses has given similar results.

These facts show, the heart of the thermal water flow in the gravel oscillate at the increasing as well as the decreasing of the water levels. During the increasing of the water levels it swings towards south because of the ground water pressure from the Sava river, meanwhile at the decreasing of the water level it swings towards north. According to the course of the hydroisotherms, hydroisohypses as well as the sections of the hydroisohypses we can find the center of the thermal springs area as well as the trend of the ground water flow.

The second part of the hydrologic observations refers to the pumping tests. By pumping we have destroyed the natural equilibrium on the thermal arebut notwithstanding the pumping tests are of great practical use, as we have found by them the maximum temperature and the maximum quantities of the thermal water for the later exploitation. During the pumping we have observed the piezometers in the rest of bore holes, and measured the water quantities at the same time. We have found, the temperature even raised and the water levels lowered slightly in the nearest observation points only. In these tests we have pumped more than 20 ls/sec. of the thermal water. We have made three pumping tests on different water levels. Thereby we have finished the hydrologic observations in the gravel and passed to the drilling.

As early as in the first bore hole No. V-14 we have hit the water bearing fissure in the depth of 51,73 ms. By means of pumping we have

found the thermal water quantity, as well as the raising of the temperature up from 57° to 58° after some minutes of pumping.

The piezometric level in the bore hole was in the elevation of 140,22 ms above the sea level. In the time of pumping 20 ls/sec. it has been lowered on 139,00 to 139,29 ms. By the everyday measurements we have found the thermal water in the bore hole No. V-14 is still under indirect influence of the ground water in the gravel. The piezometric level in the borehole No. V-14 has been raised and lowered paralelly with the piezometric levels in other boreholes in the gravel. This indirect connection with the ground water in the gravel did not have any influence on the highth of the temperature. The thermal water was captured in the bore hole No. V-14 later on.

**Conclusion.** We have succede to solve the problem of the Čatež Thermal Springs with the geologic, and hydrologic investigations. Out off the well we can pump up to 30 ls/sec. of thermal water with constant temperature.

#### LITERATURA

Heritsch—Seidl, 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. Mitt. der Erdbeben Komm. d. Akad. d. Wiss. Neue Folge No. 55. Wien.

Moret, L., 1946, Les sources thermominérales. Hydrogéologie-géochimie — Biologie. Boul. St. Germain. Paris.

Pleničar—Ramovš, 1954, Geološko kartiranje severovzhodno od Brežic. Geologija, 2. knjiga. Ljubljana.

Tornquist, A., 1918, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. Mitt. d. Erdbeben — Kommission d. Akad. d. Wiss., Neue Folge No. 52. Wien.

# EIN BEMERKENSWERTER CRUSTACEENFUND AUS GRAČIŠČE BEI KUBED (NORDISTRIEN)

von

Friedrich Bachmayer und Anton Nosan

Mit 1 Textabbildung und 1 Tafel

## Geologische Beschreibung

Das Vorkommen von Krabben befindet sich nördlich des Dorfes Gračišče bei Kubed östlich von Koper. Das beschriebene Exemplar ist bei der geologischen Kartierung des Blattes Trst (1:50.000) im Jahre 1955 gefunden worden.

Der fossilführende Horizont kommt zwischen Nummulitenkalk und Flysch zum Vorschein. Er besteht aus grobkörnigem und feinkörnigem Sandstein, Sandmergel und kalkigem Mergel. Die Kalksandsteine sind hellgrau gefärbt, während Sandmergel und Kalkmergel gelblich oder gelblichrot gefärbt sind. Die Kalksandsteine sind manchmal weniger stark verfestigt, weshalb sie auch weniger widerstandsfähig gegen Erosion sind als die Mergeln; es kommt deshalb zur Auswitterung der Fossilien. Die Sandsteine sind nicht deutlich geschichtet, während die Mergeln dagegen gut geschichtet und manchmal sogar dünnblättrig sind. Letztere sind auch gegen Erosion mehr widerstandsfähig als der liegende Nummulitenkalk.

Die beschriebenen Gesteinsarten bilden einen Übergang zwischen Nummulitenkalk und Flysch. Wir begegnen dieser Gesteinsserie in zahlreichen Aufschlüssen in einem verhältnismäßig großen Gebiet, dessen östliche Begrenzung der Slavnik-Kamm mit seiner nördlichen Verlängerung bildet, während die westliche Begrenzung aber die Linie Osp—Kubed—Gračišče ist. Von hier an gegen Westen dehnt sich das große Flyschgebiet aus, das bis zur Adria reicht.

Der Übergangshorizont zwischen dem Nummulitenkalk und dem Flysch kommt nur an einzelnen kleinen Flecken zum Vorschein. Eine grössere Ausdehnung hat dieser Übergangshorizont südlich vom Ursprung der Rižana, wo Sandsteine und Mergeln auf einer Entfernung

---

Tafelerklärung: *Harpactocarcinus punctulatus istriensis* nov. var. (♂) aus dem Eozän von Kubed (Nord-Istrien), ca. 1,5 × vergr.

Fig. 1. Cephalothorax-Oberseite

Fig. 2. Unterseite des Krebses mit den Scherenhänden und dem Sternum



Fig. 1

Geologija, 5. knjiga

Bachmayer und Nosan: Crustaceenfund aus Gračišće

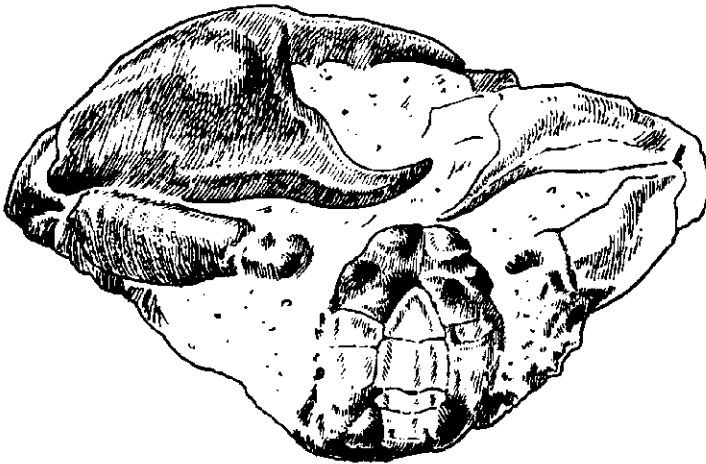


Fig. 2

von ca 300 m zutage treten. Weiters kommt ein grösserer Komplex auf einem steilen Abhang östlich von Kubed vor. An allen anderen Orten treten zwischen Nummulitenkalk und Flysch nur kleine Stellen auf, deren Ausdehnung kaum 100 m<sup>2</sup> betragen. Sehr zahlreich sind diese Stellen auf dem tektonisch gefalteten Gebiete zwischen Črni Kal und Zazid.

Die Mächtigkeit dieses Grenzhorizontes ist kaum 10 m. Der Grenzhorizont tritt nicht überall auf und es liegt oft der Flyschmergel direkt über dem Nummulitenkalk. Deswegen können wir diesen Grenzhorizont als eine lokale Erscheinung betrachten.

Fossilführend sind vor allem die Sandsteine. Das Vorkommen bei Gračišće umfaßt ungefähr 300 m<sup>2</sup>. Das Gestein besteht aus grobkörnigem Sandstein, in welchem selten Gerölle aus Nummulitenkalk eingeschlossen sind.



Textabbildung: *Harpactocarcinus punctulatus istriensis* nov. var. (♂). Die Unterseite des Krebses, die rechte Scherenhand und das Sternum sind in der Zeichnung etwas stärker betont. Natürliche GröÙe

Die stratigraphische Stellung des Übergangshorizontes ist noch nicht endgültig geklärt. Stache (1889, S. 63—64) wie auch Schubert (1905, S. 163) stellen diesen in die obere Hälfte des mittleren Eozäns. Hinsichtlich des älteren Tertiärs haben die beiden verschiedene Ansichten. Die neuen Untersuchungen, insbesondere die geologischen Kartierungen, Tiefenbohrungen und Schürfungen zeigten eine gewisse Problematik der Gliederung des älteren Tertiärs auf. Es besteht daher eine Notwendigkeit einer genaueren Datierung dieser Schichten.

Die Süß- und Brackwasserkalke (Kosinaschichten) liegen auf den Schichten der Kreideformation. Besonders bei den Kosinaschichten, wo sie Kohle führend sind, taucht die Frage nach deren genaueren stratigraphischen Lage auf. Sie können ohne weiters in die obere Kreide aber



auch in das Tertiär gestellt werden. Nach den heutigen Kenntnissen fehlt der oberste Teil der Kreide auf der Halbinsel Istra (Istrien). Die Kosinaschichten stellen einen Zwischenhorizont dar, der nach der Regression des Kreidemeeres entstand. Diesen Schichten folgen obere Foraminiferenkalke, Alveolinen- und Nummulitenkalke, dann der Übergangshorizont und schließlich kommt Flysch. Bei manchen Profilen fehlen die Kosinaschichten und auch die oberen Foraminiferenkalke. Es liegen also die Alveolinenkalke direkt der Kreide auf. Ein solches Profil können wir nordöstlich von Sečovlje, im oberen Lauf des Vanderniga-Baches beobachten. Hier liegen Alveolinenkalke direkt auf dem hellen, fast weißen Kreidekalk. Diese Kalke führen auch vereinzelt Nummuliten, darauf folgen echte Nummulitenkalke, die noch im unteren Teil vereinzelt Alveolinen führen. Dann kommen Flyschmergeln und Sandsteine. Zwischen Kreide und Tertiär ist in diesem Profil keinerlei Diskordanz zu beobachten, obwohl dieser Ort nur ungefähr 6 Kilometer von dem Kohlenbergbau Sečovlje entfernt ist, wo eine deutliche Diskordanz zwischen Kreide und Kosinaschichten auftritt. Die Konkordanz im beschriebenen Profil ist nur eine scheinbare.

Bei der Kartierung konnten wir auch beobachten, daß die Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder des älteren Tertiärs verschieden ist. Die Tatsache, daß vereinzelt der untere Teil überhaupt fehlt, zeigt uns, daß hier auch im älteren Tertiär die Verhältnisse ähnlich wie im Jungtertiär waren. Es hat sich bei den neuen Untersuchungen gezeigt, daß einzelne fazielle Verschiedenheiten in der Sedimentation nicht gleichzeitig auch stratigraphische Horizonte sein müssen.

Aus dieser Bemerkung ist zu erkennen, daß der Übergangshorizont zwischen Nummulitenkalk und Flysch stratigraphisch nicht genau festgestellt ist. Es ist nicht sicher, zu welchem Teil des mittleren Eozäns er gehört und es wird erst späteren detailstratigraphischen und mikropaläontologischen Untersuchungen überlassen bleiben, diese Frage zu klären.

#### **Beschreibung des Krebsrestes:**

*Harpactocarcinus punctulatus istriensis* nov. var.

Material: Ein Cephalothorax (♂) mit rechter und linker Scherenhand und mit Sternum. Das Exemplar befindet sich in der Geologischen Anstalt in Ljubljana, Inv. Nr. 2211.

Diagnose: Eine Varietät von *Harpactocarcinus punctulatus*, charakterisiert durch ein breites Rostrum, Vorderseitenrand mit wenigen Stacheln besetzt. Hinterer (letzter) Seitenstachel recht kräftig. Carapax an der Stelle des ziemlich kräftigen Seitenstachels am breitesten. Rechte Scherenhand groß, stark aufgetrieben; unbeweglicher Scherenfinger kräftig und nach aufwärts gebogen. Sternum im Vorderabschnitt (Sterne 1 und 2) mit tiefer medianer Furche. Carapax-Oberfläche fast glatt, Vorder- und Hinterseitenrand gleich lang.

Beschreibung: Cephalothorax breit (am vorliegenden Exemplar eingedrückt), Rostrum breit, mit zwei Loben in der Mitte und je einem

Lobus an der inneren Begrenzung der Augenhöhlen. Letztere sind am Vorderrand stark eingeschnitten. Vorderseitenrand stark konvex, mit nur wenigen (5 ?) Stacheln verziert, die aber an unserem Exemplar nicht gut zu erkennen sind. Wo der Carapax am breitesten ist befindet sich der letzte Seitenstachel. Hinterseitenrand fast gerade. Hinterrand ebenfalls gerade, ziemlich lang und mit einer schwachen Leiste eingefasst. Die Oberfläche des Cephalothorax ist glatt und nur mit der Lupe sind ganz feine Wärzchen festzustellen. Von der Oberflächengliederung sind nur die zwei halbmondförmigen Furchen im hinteren Abschnitt des Carapax angedeutet, alle anderen Details der Oberfläche sind infolge der Beschädigung undeutlich. Die rechte Scherenhand ist größer als die linke, Die rechte Hand hat einen dreieckigen Umriß. An Vorderteil, knapp hinter der Insertion des beweglichen Scherenfingers ist die Hand stark aufgetrieben. Der unbewegliche Finger ist breit und hat eine nach aufwärts gebogene Spitze. Der bewegliche Scherenfinger dagegen ist lang und breit. Am unteren Teil der Hand ist eine Porenreihe bis in die Spitze des unbeweglichen Fingers zu verfolgen. Die linke Scherenhand ist zierlich. Der unbewegliche Finger ist abwärts gebogen. Auf dieser Scherenhand ist ebenfalls eine Porenreihe vorhanden, die ungefähr von Handmitte bis zur Spitze des unbeweglichen Fingers reicht. Auch sind einzelne kräftige Stacheln an der Scherenhand ausgebildet. Meropodit (Femur) zeigt die für *H. punctulatus* charakteristische Schalenskulptur. Das Sternum ist besonders gut erhalten. Das Abdomen ist schmal, ein Umstand der für ein männliches Geschlecht bezeichnend ist (vgl. Abb. ). Im Bezug auf Umriß, Größe und Gestalt der einzelnen Sternite besitzt diese Form eine weitgehende Ähnlichkeit mit einem von A. Bittner (1875) auf Tafel 2, Fig. 5 abgebildeten Exemplar von *Harpactocarcinus quadrilobatus* (Desm.), nur haben bei dieser neuen Unterart die Sternite 1 und 2 eine tiefe mediane Furche, die bei dem Exemplar von Bittner zumindest auf der Abbildung fehlt.

So zeigt das Exemplar von Istrien, sowohl einige Merkmale von *H. punctulatus* als auch solche von *H. quadrilobatus*.

Abmessungen in mm:

Cephalothorax:

Länge . . . . .	53 mm	Breite . . . . .	70 mm	$\frac{\text{Breite}}{\text{Länge}} = 1,32$
Rostrumbreite . . . . .			19,5	
Augenausschnitt . . . . .			8,0	
Vorderseitenrand (vom Augenausschnitt bis zum letzten Stachel) . . . . .			31,0	
Hinterseitenrand . . . . .			31,0	
Hinterrand . . . . .			25,0	

Scherenhand:	Länge:	Breite:
linke Hand . . . . .	21,4	14,7
rechte Hand . . . . .	32,3	25,5
Beweglicher Scherenfinger der rechten Hand:		
Länge = 23 mm, größte Breite (an der Basis) = 7,5 mm		
Locus typicus: Kubed, N. Istrien.		
Stratum typicum: Eozän		
Derivatio nominis: nach dem Fundgebiet Istrien.		

Bemerkungen: Die Formenkreise von *Harpactocarcinus* und von *Xanthopsis* sind einander sehr ähnlich. H. Milne Edwards hat *Harpactocarcinus* zu den *Carpilidae* und *Xanthopsis* zu den *Xanthidae* gestellt. Schon A. Bittner (1875) hat darauf hingewiesen, daß *Harpactocarcinus* den Arten von *Xanthopsis* viel näher steht als jenen von *Palaeocarpilius*; es geht also auf keinen Fall an, daß *Xanthopsis* und *Harpactocarcinus* in zwei verschiedene Gruppen eingeordnet werden. In der Folgezeit wurden weitere neue Arten aufgestellt, die dann wieder mit schon beschriebenen Arten vereinigt wurden. Viele dieser Namen sind nunmehr als Synonyma zu betrachten. Die meisten Formen wurden aber zur Gattung *Xanthopsis* gestellt und nur *Harpactocarcinus punctulatus* wurde bei der Gattung *Harpactocarcinus* als deren einziger Vertreter belassen. M. F. Glaessner (1929) hat *Cancer seguieri*, *C. pachychelus*, *C. macrodactylus*, *C. brachychelus*, *Harpactocarcinus rotundatus* und einige andere mit *H. punctulatus* zusammengelegt. Auch ließ er *Harpactocarcinus quadrilobatus* bestehen und vereinigte mit dieser Spezies *Xanthopsis kressenbergensis*, *Cancer tridentatus* und einige andere Formen. Durch diese teils berechtigten, teils aber auch mangelhaft begründeten Korrekturen ist in der Systematik der beiden Gattungen *Xanthopsis* und *Harpactocarcinus* die Übersicht völlig verloren gegangen. Sicherlich war auch die große Variabilität der einzelnen Formen ein Hindernis für die klare Abgrenzung der Arten. Das vorhandene Material ist sehr groß, aber es ist in verschiedenen Sammlungen verstreut, so daß eine monographische Untersuchung bislang nicht möglich war. Wenn man sich nur einmal die Mühe nimmt, die Abbildungen aller Stücke, die unter dem Namen *Harpactocarcinus punctulatus* zusammengelegt wurden, zu vergleichen, so findet man, daß in der Tat es sich nicht um eine einheitliche Art handelt, sondern diese aus mehreren deutlich unterscheidbaren Formen besteht. Eine Entwirrung wird nicht leicht durchzuführen sein und kann nur auf der Basis eines großen Untersuchungsmaterials gelingen. Die einzelnen Arten neigen zur Ausbildung lokaler Rassen; wobei auch der Geschlechtsdimorphismus nicht übersehen werden darf. Bis zur Klärung der systematischen Einreihung soll nun das vorliegende Exemplar, das von *Harpactocarcinus punctulatus* auffällig abweicht, als lokale Varietät von *H. punctulatus* aufgefaßt werden.

Zum Vergleich dienten mir 19 Cephalothorax-Exemplare von *Harpactocarcinus punctulatus* (darunter sind 5 Originale von Reuss) aus der geol.-palaeontol. Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien.

## SCHRIFTTUM

Bittner, A., 1875, Die Brachyuren des Vicentinischen Tertiärgebirges. Denkschr. k. Akad. d. Wissensch. Wien, v. 34, p. 63—106.

Desmarest, A. G., 1822, Histoire naturelle des Crustacés fossiles. Les Crustacés proprement dits. Paris.

Glaessner, M. F., 1929, Fossilium Catalogus, P. 41, Crustacea decapoda — Junk Berlin, p. 204—206.

Lörenthey, E. und Beurlen, K., 1929, Die fossilen Decapoden der Länder der Ungarischen Krone. Geol. Hungarica, ser. palaeontol. fasc. 3, p. 1—420, Budapest.

Milne-Edwards, A., 1862, Monographie des Crustacés de la famille des Cancériens. Ann. Sci. Nat. Zool., ser. 4, p. 163—218, Paris.

Reuss, A., 1859, Zur Kenntnis fossiler Krabben. Denksch. Akad. d. Wissensch., Wien, v. 17, p. 1—90, Wien.

Stache, G., 1889, Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abhandl. d. k. k. geol. R. A., Wien.

Schubert, R. J., 1905, Zur Stratigraphie des istrisch-norddalmatinischen Mitteleocäns, Jahrbuch der k. k. geol. R. A. Wien.

## HYDROZOEN AUS DEM OBEREN PERM VON SLOVENIJA UND CRNA GORA

Von Erik Flügel

Geol.-Paläontol. Abteilung, Naturhistor. Museum Wien

Mit 1 Abbildung

### Zusammenfassung

Nach einem kurzen kritischen Überblick über die bisher aus permischen Ablagerungen bekannten Hydrozoen wird über das Vorkommen oberpermischer Hydrozoen in NW-Slowenien und in S-Montenegro berichtet. Die zusammen mit Algen und Fusulinen auftretenden Hydrozoen wurden der Gattung *Carta* Stechow zugeordnet. Da ein Vergleich mit der einzigen Art *Carta pyramidata* (Waagen & Wentzel) infolge abweichender Abmessungen nicht möglich ist, dürfte es sich bei den jugoslawischen Formen um neuen Arten handeln. Es wurde jedoch die offene Namensgebung verwendet, da das Material für eine gesunde Art-diagnose zu unvollkommen ist.

Die Seltenheit echter jungpaläozoischer Hydrozoen läßt es von Interesse erscheinen, über das Vorkommen von oberpermischen Hydrozoen in Jugoslawien zu berichten. Material und wertvolle Auskünfte verdanke ich Frau Dr. V. Kochansky-Devidé (Univ. Zagreb), Frau Dozent Dr. V. Kostić-Podgorska (Univ. Beograd) und Herrn Dr. A. Ramovš (Univ. Ljubljana).

### Fundorte und Fundschichten

Das Vorkommen von Hydrozoen im jugoslawischen Perm wurde erstmals von A. Ramovš (1955) und V. Kochansky-Devidé (1955) beobachtet. Die beiden Autoren konnten aus den Neoschwagerinenschichten (= oberes Word) der Julischen Alpen (Bled und Bohinjska Bela) eine reiche Brachiopoden-Fauna und eine zumeist aus südostasiatischen Elementen bestehende Fusulinen-Fauna beschreiben. In den für die Untersuchung der Fusulinen benötigten Dünnschliffen konnten sehr vereinzelt Strukturen festgestellt werden, die als Hydrozoen gedeutet und mit »*Carterina* Waagen & Wentzel« (= *Carta* Stechow!) verglichen wurden.

Das mir vorliegende Material stammt aus den Geologischen Instituten der Universitäten in Beograd (G. I. U. B.), Ljubljana (G. I. U. L.) und Zagreb (G. I. U. Z.). Es sind folgende Fundpunkte vertreten:

(1) Slowenien: Bohinjska Bela, Spodnja vas, Plateau NW Kirche (B 2); Bled, Straža; Bled, Ojstrica. Alle drei Fundpunkte liegen in den Julischen Alpen in NW-Slowenien und werden auf Grund der Fusulinen-Fauna in das obere Word (= oberer Teil der Parafusulina-Zone) eingestuft (Kochansky-Devidé & Ramovš 1955).

(2) Montenegro: Lokalität Crni potok beim Dorf Sustaši; Lokalität SE Matković; Lokalität S Matković. Die Fundpunkte liegen in S-Montenegro und werden nach Kochansky-Devidé (1953) in das obere Word, Fundpunkt 3 etwas tiefer, oberes Leonard/unteres Word, eingestuft.

### Übersicht der bisher beschriebenen permischen Hydrozoen

Die einzige genauere Untersuchung permischer Hydrozoen stammt von Waagen & Wentzel (1887), die aus dem oberen Perm der indischen Salt Range acht (!) Hydrozoenstöcke studieren konnten und sie vier neuen Gattungen mit insgesamt fünf neuen Arten zuwiesen.

Die folgende Zusammenstellung versucht alle als »Hydrozoen« oder »Stromatoporen« beschriebenen permischen Formen zu erfassen, um einen Überblick über die Zahl jener echten permischen Hydrozoen zu erlangen, die zur Vergleichen für das jugoslawische Material herangezogen werden können. Die Liste beinhaltet in alphabetischer Reihenfolge jene Formen, die schon ursprünglich als »Hydrozoen« oder »Stromatoporen« beschrieben oder von späteren Autoren (Branson 1948) zu den Stromatoporoidea gerechnet worden sind:

*Amphipora asiatica* Reed 1927: Ta-lu-Wei-sha, Yunnan, Indochina. Nach Branson (1948) unteres Perm. — Nach der Abbildung (und auch nach Gogolczyk, 1955) echte *Amphipora*. Die von Yabe & Sugiyama (1933/34) als »*Amphipora* cf. *asiatica* Reed« beschriebene Form aus Zusahara, Provinz Iwaka, NW-Hondo, Japan, dürfte nach Galloy (1957) ein Schwamm sein.

*Araeopora ramosa* Waagen & Wentzel 1887 und

*Araeopora tuberosa* Waagen & Wentzel 1887: Salt-Range-Gebirge, Indien. Upper Productus limestone, oberes Perm. — Diese von Waagen & Wentzel zu den Tabulata gestellten Formen wurden von Branson (1948) unter den Stromatoporoidea eingereiht; der Besitz von durch Böden gegliederten Zellröhren charakterisiert sie jedoch als tabulate Korallen. Auch die von Reed (1927) aus dem »Permo-karbon« von Yunnan beschriebene Form »*Araeopora ramosa*« ist eine Bödenkoralle.

*Carterina pyramidata* Waagen & Wentzel 1887: Chidru, Salt-Range-Gebirge, Indien. »Middle Productus limestone«, höheres Perm. — Sichere Hydrozoe. Da *Carterina* Waagen & Wentzel ein Homonym zu *Carterina* Brady (Protozoa) ist, erfolgte durch Stechow (1921) eine Neubenennung als *Carta*.

*Circopora faveolata* Waagen & Wentzel 1887: Morah, Salt-Range-Gebirge, Indien. »Middle Productus limestone«, höheres Perm. — Sichere Hydrozoe. Mit dieser Art identisch ist *Circopora multitubulosa* Wentzel 1889.

*Circopora tubulosa* Waagen & Wentzel 1887: Morah, Salt-Range-Gebirge, Indien. »Middle Productus limestone«, höheres Perm. — Sichere Hydrozoe. Mit dieser Art identisch ist »*Circopora faveolata* Entzel 1889« (non Waagen & Wentzel 1887).

*Circopora turkestanensis* Yaworsky 1957: Altai, Turkestan, USSR. Wahrscheinlich Perm. — Sichere Hydrozoe.

*Clathrodictyon somaense* Yabe & Sugiyama 1933: Zusahara, Provinz Iwaki, NW-Hondo, Japan. Wahrscheinlich Upper Oashi Beds, Perm. — Auf Grund der Abbildung nicht beurteilbar. Ähnlichkeit mit *Anostylostroma* Parks; vielleicht keine permische Hydrozoe.

*Disjectopora japonica* Yabe & Sugiyama 1934: Yake-zima, Provinz Rikuzen, Japan. Perm. — Sichere Hydrozoe.

*Disjectopora milleporaeformis* Waagen & Wentzel 1887: Morah, Salt-Range-Gebirge, Indien. »Middle Productus limestone«, höheres Perm. — Sichere Hydrozoe.

*Irregulopora undulata* Waagen & Wentzel 1887: Bilot, Trans-Indus, Salt-Range-Gebirge, Indien. Middle Productus limestone, höheres Perm. — Sichere Hydrozoe; desgleichen die von Wentzel (1889) unter diesem Namen beschriebene Form.

*Lophiostroma ozaway* Yabe & Sugiyama 1931: Omine-mura, Provinz Nagato, Japan. Perm. — Auf Grund der ungenügenden Abbildungen nicht beurteilbar; die Struktur zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit Formen der bisher nur aus dem Silur bekannten Stromatoporengattung *Lophiostroma* Nicholson. Möglicherweise handelt es sich bei den Fundschichten um Silur und nicht um Perm.

*Mamilopora mammilaris* (King 1850): Durham, England. Magnesian limestone, Perm. — King hat *M. mammilaris* als Schwamm beschrieben, Branson (1948) betrachtet diese Form als zu den Stromatoporoidea gehörig. Nach der Wachstform handelt es sich um einen Schwamm und nicht um eine Hydrozoe.

*Megastroma lecomptei* Montanaro Gallitelli 1954: Pietra di Salomone, Valle del Sosio, Sizilien. Stufe von Sosio, oberes Mittel-Perm. — Es handelt sich um lagenförmig aufgebaute, knollige Stöcke, die im Transversalschnitt astrorhizenähnliche Strukturen erkennen lassen. Es dürfte sich demnach um echte Hydrozoen handeln.

*Nigriporella magna* Rigby 1958 und

*Nigriporella minima* Rigby 1958: Utah — Unter-Karbon; Utah, Nevada, Texas, New Mexico — Ober-Karbon; Texas, Utah, Nevada, Washington — Perm (unteres bis oberes Perm). — Die von Rigby beschriebenen Hydrozoen weichen nach Gestalt und Aufbau des Stockes stark von den übrigen permischen Hydrozoen ab; sie sind sehr wesentlich am Aufbau der karbonischen und permischen Riffe der USA beteiligt.

*Parallelopora minoensis* Yabe & Sugiyama 1930a: Kinshozooan, Provinz Mino, Japan. Unterer Perm. — Sichere Hydrozoe, aber gewiß keine *Parallelopora*!

*Rhabdactinia columnaria* Yabe & Sugiyama 1934b: Mimikiri bei Sakawa, Provinz Tosa, Japan. Unterer (?) Perm. — Keine Hydrozoe, sondern ein Schwamm!

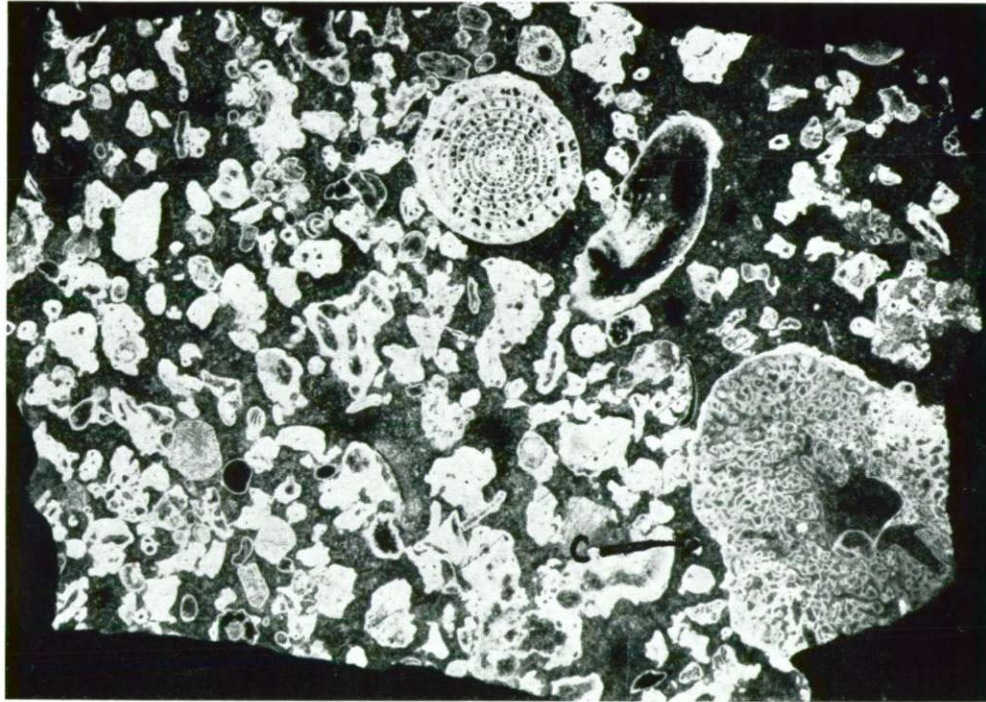


Abb. 1. *Carta* sp. (n. sp. A). Word; S Matković, Süd-Montenegro. x 4. — Der Dünnschliff zeigt neben Foraminiferen (*Neoschwagerina craticulifera* Schwager) und Dasycladaceen einen Querschnitt durch das nodular entwickelte Coenosteum der Hydrozoe (C). Auffallend sind die scharfen Konturen und die teilweise radiale Anordnung der meist wurmförmig verschlungenen Coenostalelemente. (Aufbewahrung: Geol.-Paläontol. Institut, Univ. Zagreb; Nr. 1024).



*Sphaerostromella shikokuensis* Y a b e & S u g i y a m a 1930 b: Daigo, Provinz Awa, Shikoku, Japan. »Permokarbon«. — Systematische Stellung unklar; nach K ü h n (1939) fragliche Bryozoe.

Wie wir sehen, können nur sehr wenige Formen mit Sicherheit als permische Hydrozoen angesprochen werden. Die Hydrozoenfunde konzentrieren sich, wie aus Tab. 1 hervorgeht, in auffallender Weise auf den asiatischen Anteil der Tethys.

	Unter-Karbon	Ober-Karbon	Unter-Perm	Mitte-Perm	Ober-Perm	Trias	Fundort
Stromatoporoidea	—	×	×	—	—	—	
Idiostromatidae	—	×	×	—	—	—	
<i>Amphipora asiatica</i> R e e d	—	—	×	—	—	—	Yunnan
Sphaeractinoidea	—	—	×	×	×	×	
Sphaeractinidae	—	—	—	—	×	×	
<i>Circopora</i> W. & W.	—	—	—	—	×	×	
<i>Circopora faveolata</i> W. & W.	—	—	—	—	×	—	Indien
<i>Circopora tubulosa</i> W. & W.	—	—	—	—	×	—	Indien
<i>Circopora turkestanensis</i> Y a w.	—	—	—	—	?	—	Turkestan
Disjectoporidae	—	—	—	—	×	×	
<i>Disjectopora</i> W. & W.	—	—	—	—	×	×	
<i>Disjectopora milleporaeformis</i> W. & W.	—	—	—	—	×	—	Indien
<i>Carta</i> S t e c h o w	—	—	—	—	×	—	
<i>Carta pyramidata</i> (W. & W.)	—	—	—	—	×	—	Indien
<i>Irregulopora</i> W. & W.	—	—	—	—	×	×	
<i>Irregulopora undulata</i> W. & W.	—	—	—	—	×	—	Indien
Incertae sedis							
<i>Megastroma lecomptei</i>							
M. Gallitelli	—	—	—	×	—	—	Sizilien
<i>Nigriporella magna</i> R i g b y	×	×	×	×	×	—	N-Amerika
<i>Nigriporella minima</i> R i g b y	×	×	×	×	×	—	N-Amerika
» <i>Paralleloporella</i> « <i>minoensis</i> Y & S.	—	×	—	—	—	—	Japan

Tab. 1: Stratigraphische und geographische Verbreitung der permischen Hydrozoen, aufgegliedert nach systematischen Einheiten.

### Beschreibung der Neufunde

Klasse Hydrozoa Owen 1843

Ordnung Sphaeractinoidea Kühn 1927

Familie Disjectoporidae Tornquist 1901

*Carta* Stechow 1921

*Carta* sp. n. sp. Form A

Material: Schliff 619, 621, G. I. U. Z. — Bohinjska Bela; Schliff 602, G. I. U. Z., Bled Straža; Schliff 514, G. I. U. Z. — Bled Ojstrica. Sämtliche

Punkte werden in das obere Word eingestuft. SE Matković, Montenegro — oberes Word; S Matković — oberes Leonard/unteres Word. Schliffe 1241 und 1024, G. I. U. Z. Material G. I. U. B.

Beschreibung: In verschieden guter Ausbildung finden sich in den Schliffen Querschnitte durch kleine, meist zylindrisch gewachsene Hydrozoenstöckchen. Der Umriß dieser Kolonien, die im Schnitt kreisförmig oder oval erscheinen, ist durch dunkle Pigmentierung hervorgeben. Der Durchmesser der Kolonien schwankt zwischen 3,5 und 5 mm. Das Skelettgewebe wird aus unregelmäßig geformten, verschieden dicken, im allgemeinen weder vertikal noch horizontal in betonter Weise angeordneten Elementen aufgebaut. Im Tangentialschliff (619, 621) erkennt man ein unregelmäßiges, wurmartig ausgebildetes Skelettgewebe, das sich an der Peripherie derart ordnet, daß die Skelettelemente senkrecht auf die kreisförmige Begrenzung des Kolonienquerschnittes stehen. Allerdings ist eine derartige Anordnung meist nur unvollkommen ausgebildet. Die Dicke der Skelettelemente liegt etwa bei 0,08 mm. Vereinzelt sind runde Querschnitte vorhanden, die isoliert stehen oder durch Brücken miteinander verbunden sind. Es dürfte sich um die Querschnitte der Pfeiler handeln; sie besitzen einen Durchmesser von etwa 0,05 mm. Die Skelettelemente werden häufig von scharfen, schwarzen Konturen begrenzt; stellenweise aber sind die Skelettelemente unterschiedlich pigmentiert und es ist bei starker Vergrößerung (60×) ein dunkler, unterbrochener und zum Teil randständiger Medianstreifen erkennbar. Es kann nicht gesagt werden, ob es sich hier um die »Mikrostruktur«, also um die Faserbausteine der Skelettelemente handelt. Auffallend ist das Fehlen von Querschnitten, die sich einwandfrei als Röhren deuten lassen. Auch astrorhizenähnliche Strukturen fehlen. Im Zentrum der Kolonie zeigt sich in zwei Schliffen (619 und 1024) unregelmäßig begrenzte Fremdkörper, Durchmesser etwa 0,8 mm. Im Schliff 619 handelt es sich um Kalzitpartikelchen, welche der Hydrozoe als Ansatzpunkt gedient haben könnten.

Über die äußere Form der Kolonien ist wenig bekannt. Wie Stücke vom montenegrinischen Fundpunkt Sustaši (G. I. U. B.) zeigen, können die Kolonien bei langzylindrischem Wachstum Höhen von über 10 mm erreichen. Sowohl die slowenischen als auch die montenegrinischen Formen finden sich in Kalken gemeinsam mit Fusulinen und Algen.

Diskussion: Von den in Tab. 1 angeführten Arten kann nur *Carta pyramidata* (W. & W.) zum Vergleich herangezogen werden. Diese in pyramidenförmigen Stöcken wachsende Hydrozoe aus dem oberen Perm der Salt Range ist charakterisiert durch unregelmäßig entwickelte, wurmförmig gekrümmte Coenostalelemente, die von teilweise sternförmig angeordneten Elementen durchbrochen werden. Allerdings sind die Abmessungen der indischen Form bedeutend höher als bei den hier beschriebenen Formen. Aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, daß die slowenischen und montenegrinischen Vorkommen einer neuen Art angehören, die durch sehr kleine, zylindrische Stöcke gekennzeichnet sind. Das Material ist für eine genaue Speciesdiagnose jedoch zu unvollkom-

men; aus diesem Grunde bezeichne ich die hier beschriebenen Formen als *Carta* sp. n. sp. Form A und unterscheide von ihr eine vom Fundpunkt Crni potok bei Sustaši in Montenegro stammende Form (G. I. U. Z. 1194, 1191), die bedeutend feinere Skelettelemente (Dicke unter 0,04 mm) besitzt. Diese Form wird als *Carta* sp. n. sp. Form B bezeichnet. Sie ist bisher nur vom Fundpunkt Sustaši bekannt.

#### SCHRIFTTUM

- Branson, C. C., 1948, Bibliographic Index of Permian Invertebrates. — Mem. Geol. Soc. Amer., 26, 1049 S., Baltimore.
- Gallitelli, E. Montanaro, 1954, Il Permiano del Sosio e i suoi Coralli. *Palaeontographica Italica*, 49, 1—98, Taf. 1—10, 10 Textfig., Pisa.
- Gogolczyk, W., 1956, Rodzay *Amphipora* w Dewonie Polski. — *Acta Palaeontol. Polonica*, 1 (3), 211—240, Taf. 1—2, 7 Textfig., Warschau.
- King, W., 1850, Monograph of the Permian Fossils of England. — *Palaeontograph. Soc. London*, Jg 1847, 257 S., 28 Taf., London.
- Kochansky-Devidé, V., 1953, Permske foraminifere i vapnenačke alge okolice Bara u Crnoj Gori. — *Geol. Vjesnik, God. V—VII (1951—1953)*, S. 295—298, Taf. 1—2, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V. in Ramovš, A., 1955, Neoschwagerinski skladi in njihova fuzulinidna favna pri Bohinjski Beli in Bledu — Razprave pripr. razr. Slov. akad. znan. in umetn., III, 359—424, 8 Taf., Ljubljana.
- Ramovš, A., 1955, Neoschwagerinenschichten in den Julischen Alpen. — *Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, 1955 (10), 455—457, Stuttgart.
- Reed, F. C. R., 1927, Palaeozoic and Mesozoic Fossils from Yun-Nan. — *Palaeontologia Indica*, N. S., 10, 331 S., 20 Taf., Calcutta.
- Rigby, J. K., 1958, Two new Upper Palaeozoic Hydrozoans. — *J. Paleontol.*, 32 (3), 583—586, Taf. 86, 3 Textfig., Menasha.
- Waagen, W. & Wentzel, J., 1887, Hydrozoa. — Salt Range Fossils VI. *Productus limestone Fossils*, Mem. Geol. Surv. India, Ser. 13, 913—962, Taf. 117—121, Calcutta.
- Wentzel, J., 1889, Ueber fossile Hydrocorallinen (*Stromatopora* und ihre Verwandten) nebst einem Anhang. — *Lotos*, N. F., 9, 1—24, Prag.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1930 a, Note on a Lower Permian Stromatoporoïd from Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 8, 19—21, Taf. 7, Tokio.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1930 b, Note on a new Hydrozoa, *Sphaerostromella shikokuensis*, gen. et sp. nov., from the Upper Palaeozoic Limestone of Shikoku, Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 8, 123—124, Taf. 14, Tokio.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1931, Note on a new form of *Lophiostroma* from the Permian of Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 9, 17—19, Taf. 3, Tokio.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1933, Discovery of *Amphipora* and *Clathrodictyon* in the Permian of Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 11, 19—23, 3 Textfig., Tokio.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1934 a, A new species of *Disjectopora* from Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 11, 171—174, Taf. 19, Textfig. 1, Tokio.
- Yabe, H. & Sugiyama, T., 1934 b, *Amblysiphonella* and *Rhabdactinia* gen. et sp. nov., found from the Upper Palaeozoic limestone of Mimikriri, near Sakawa-mati, Tosa Province, Shikoku, Japan. — *Japan. J. Geol. Geograph.*, 11, 175—180, Taf. 20—22, Tokio.
- Yaworsky, V. I., 1957, Stromatoporoidea Sovjetskogo Sojuza, Teil 2. — *Trudy, Akad. Schr.*, 18, 168 S., 43 Taf., Moskau.

## PRISPEVEK K SEPARIRANJU VULFENITA

*Franc Gregorač*

S 3 slikami

V svinčeno cinkovih rudiščih metasomatskega tipa često najdemo poleg ostalih sekundarnih svinčenih mineralov tudi mineral vulfenit ( $\text{PbMoO}_4$ ). Na svetu je poznanih nekaj nahajališč, kjer nastopa vulfenit v takih količinah, da ga lahko več ali manj ekonomsko izkoriščajo kot molibdenovo rudo. Vendar so vsa ta nahajališča vulfenita majhna in v svetovni produkciji molibdenove rude prav nič ne pomenijo. Običajno ga pridobivajo kot stranski produkt pri pridobivanju svičeno cinkove rude. Pomembnejšo vlogo so imela ta rudišča v času druge svetovne vojne. Po koncu vojne pa se je njihova pomembnost zmanjšala in so večinoma prenehala z delom. Večino molibdena namreč pridobivajo iz rude molibdenita, z največjim rudnikom Climax (USA) na čelu. Skoraj vso ostalo količino pa kot stranski produkt pri pridobivanju bakrene rude.

V Jugoslaviji poznamo dve nahajališči molibdenove rude, ki prihajata v poštev za izkoriščanje. Prvo nahajališče je v Mačkatici pri Surdulici, v jugovzhodni Srbiji, kjer je molibden v obliki molibdenita ( $\text{MoS}_2$ ); drugo nahajališče je v Mežici, kjer je v obliki vulfenita. Molibdenove rude v Mačkatici zaenkrat ne izkoriščajo zaradi prenizkega odstotka molibdena. Trenutno izkoriščamo molibdenovo rudo samo v Mežici in še tu samo od časa do časa, kot stranski produkt pri odkopavanju Pb-Zn rude.

Nastanek vulfenita v alpskih rudiščih, kot sta Mežica in Bleiberg, ni razjasnjen. Mnenja vodilnih geologov so si diametralno nasprotna. V mežiškem rudniku najdemo vulfenit skoraj v vseh delih rudišča, vendar je v ekonomskih količinah samo v višjih obzorjih (Helena, Igerčevo). V splošnem količina vulfenita z globino rudišča pada. Najdemo ga na mestih, kjer se je lahko izvršila oksidacija, torej v razpokah in na mestih, kjer je hribina močno porušena. Tam ga najdemo v obliki večjih ali manjših kristalov, ali v obliki tankih prilepkov, oziroma kot oprh na apnencu. Njegova barva je značilna. Nekoliko se spreminja z globino rudišča. V višjih obzorjih je lepe rumene barve, ki prehaja preko rdeč-kastorjave barve v zelenkasto v nižjih obzorjih.

S pridobivanjem vulfenitne rude v Mežici so pričeli že v letu 1878, vendar imamo statistične podatke šele od leta 1902. Toda tudi po tem času imamo samo podatke o proizvodnji koncentrata; popolne podatke o proizvodnji rude in koncentrata imamo šele od l. 1941.

## Načini separiranja

Najenostavnejši način separiranja je ročno odbiranje vulfenita, kar se lahko vrši že v jami pri odkopavanju in ročno separiranje po načinu delovanja ločilnih strojev. Takšen način pa je možen samo v bogatih nahajališčih. Tako so pridobivali vulfenitni koncentrat tudi v Mežici. Pridobljeni koncentrati so bili izredno kvalitetni, saj so vsebovali v letih 1933—1940 povprečno 22,18 % Mo. Nekaj let pred vojno so postopek predelave mehanizirali. Zgradili so majhno gravitacijsko separacijo.

Zaradi velikih potreb po molibdenu so Nemci po zasedbi Mežice začeli z večjo proizvodnjo vulfenitne rude. Predelovali so tudi stare halde, ki so vsebovale vulfenit. V l. 1941 in 1942 je ruda vsebovala še preko 1 % Mo, z vedno večjo predelavo pa je odstotek Mo v rudi padel pod 1 % (0,67 % Mo). Vzporedno s tem se je znižal tudi odstotek Mo v koncentratu. Povprečno je koncentrat vseboval v l. 1941—1945 15,95 % Mo.

Kjer ročno odbiranje vulfenita ne pride v poštev, je najenostavnejši način gravitacijsko separiranje z ločilnimi stroji in tresalnimi mizami. Ta način je možen samo do nekega najnižjega odstotka Mo v rudi (meja je približno 0,40 % Mo). Odvisen je tudi od načina nastopanja oziroma velikosti vulfenitnih zrn v rudi. Pod tem odstotkom je gravitacijsko separiranje skoraj izključeno, zlasti če vulfenit nastopa v obliki prilepkov na apnencu. Ker je vulfenit izredno krhek, moramo rudo drobiti zelo previdno, da se izognemo tvorjenju mulja in s tem zmanjšamo izgube pri separiranju.

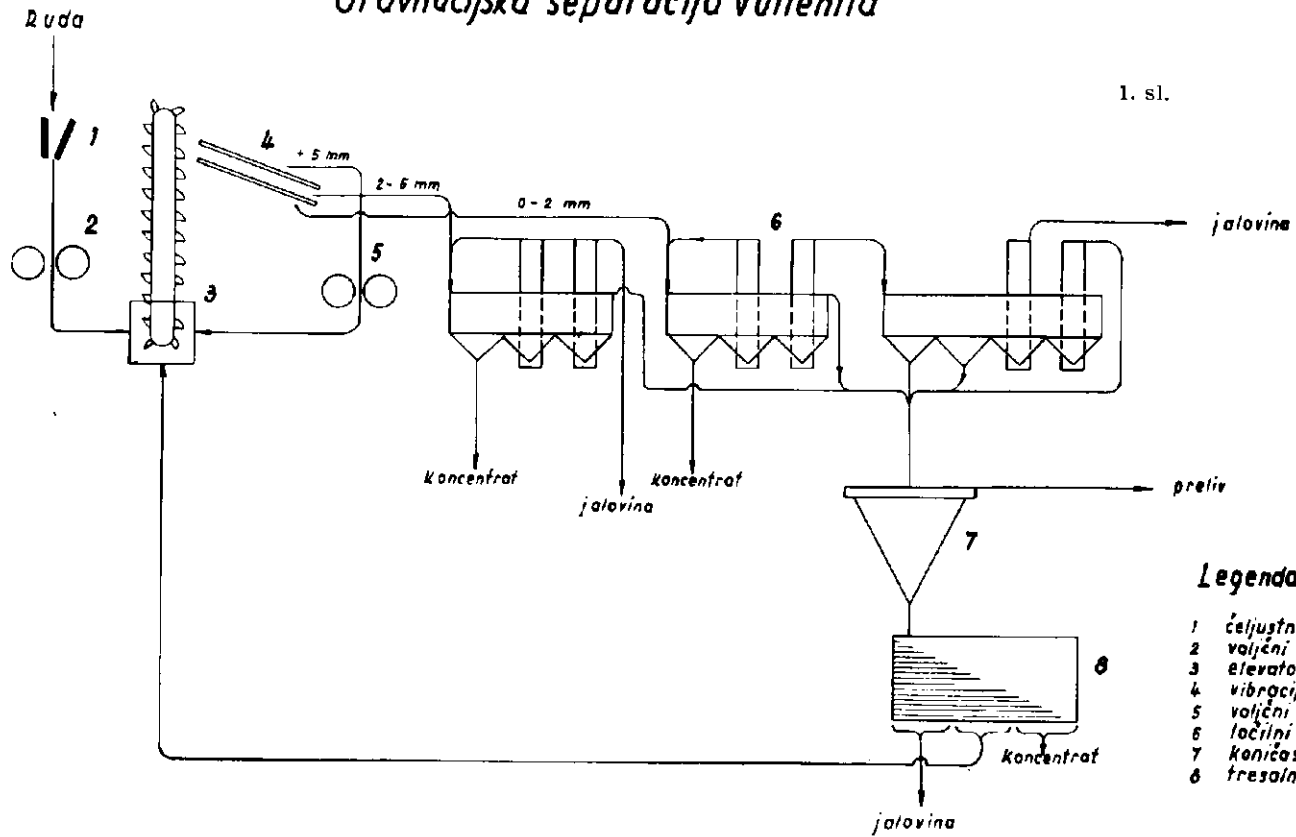
Prvotna gravitacijska separacija v Mežici je prestala nekaj sprememb. Po shemi, ki je tu podana in ki je prav primerna za separiranje vulfenita, se je vršilo separiranje v letih do 1953. leta. Ruda, katero so tedaj predelovali, je vsebovala še preko 0,40 % Mo, pridobljeni koncentrati pa so vsebovali 12—15 % Mo. Separacija je delala z 62—82 % izkoristkom.

S povečanjem predelave rude in siromašenjem nahajališč vulfenita je odstotek Mo v rudi stalno padal. V l. 1953 je padel na 0,25 % Mo, v naslednjih 2 letih na 0,185 % Mo in v l. 1956 celo na 0,148 % Mo. Istovčasno s padanjem količine Mo v rudi pa se je relativno večala količina Pb. Poleg vulfenita nastopa v rudi tudi večja ali manjša količina galenita in cerusita. Zato sem v letih 1952 in 1953 preštudiral možnost flotiranja vulfenita.

O flotaciji vulfenita ni bilo tedaj v literaturi še nobenih podatkov. Taggart omenja, da se da vulfenit flotirati enako kot vanadinit s sulfidiranjem. Za vanadinit pa je kasneje Fleming ugotovil, da ga vsak dodatek sulfida potlači. V splošnem navaja literatura, da se vulfenit težko sulfidira. Naši laboratorijski poizkusi in nadaljnja praksa so pokazali, da se vulfenit enkrat bolj, drugič pa manj lahko sulfidira. Vendar je mogoče dobiti s flotiranjem prav lepe rezultate. Z ozirom na nastopanje rude je včasih edino možen način separiranja — flotiranje. Ravno tako kot pri gravitacijskem separiranju je tudi tu potrebno zelo previdno mletje. Mrtvo mletje samo povečuje izgube v jalovini.

# Gravitacijska separacija vulfenita

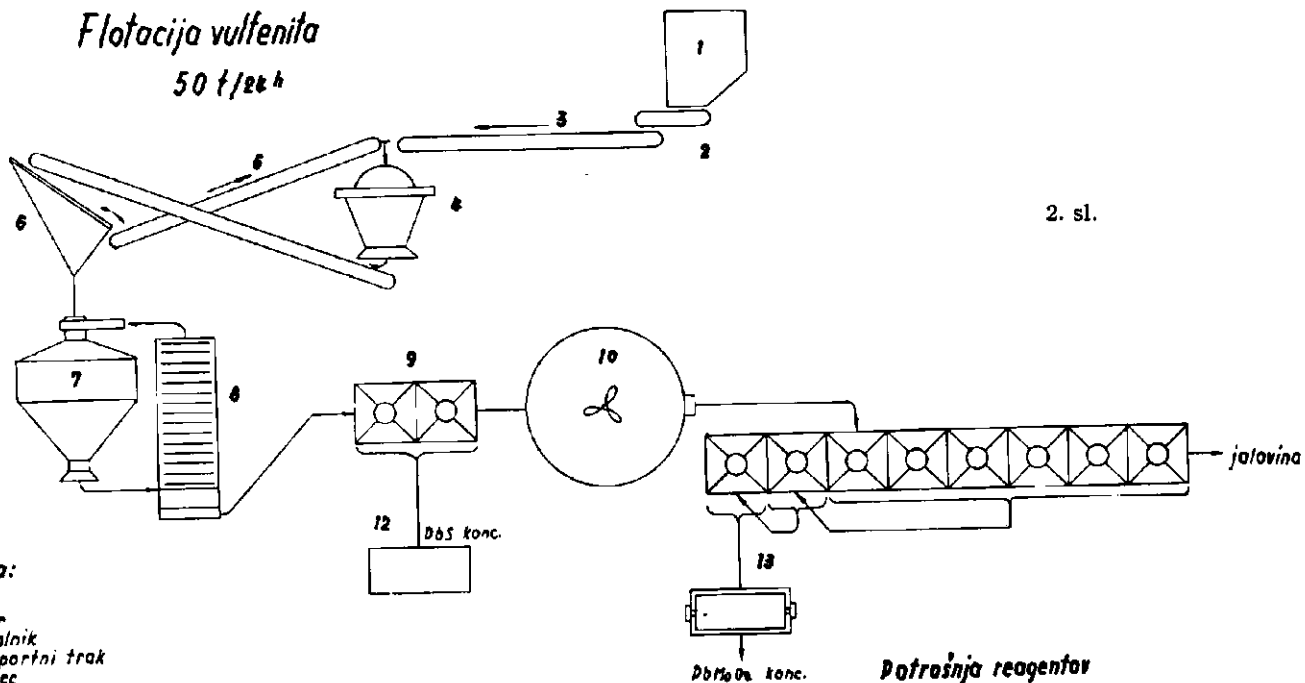
1. sl.



## Legenda:

- 1 čeljustni drobitec
- 2 valjčni drobitec
- 3 elevator
- 4 vibracijsko sito
- 5 valjčni drobitec
- 6 ločilni stroji
- 7 koničasti zoboj
- 8 tresalna miza

# Flotacija vulfenita 50 t/24 h



2. sl.

## Legenda:

- 1 bunker
- 2 podajalnik
- 3 transportni trak
- 4 drobilec
- 5 transportni trakovi
- 6 vibracijsko sifo
- 7 kroglični mlin
- 8 klasifikator
- 9 flot. celice 0-6 m<sup>3</sup>
- 10 agitator, 6 m<sup>3</sup>
- 11 flot. celice
- 12 used. bazen
- 13 sušilni stroj

## Potrošnja reagentov

### D&S flot.

1000 gr/t vodno steklo  
54 gr/t aeraflot V 25  
50 gr/t ksantaf

### D&M<sub>2</sub>O<sub>4</sub> flot.

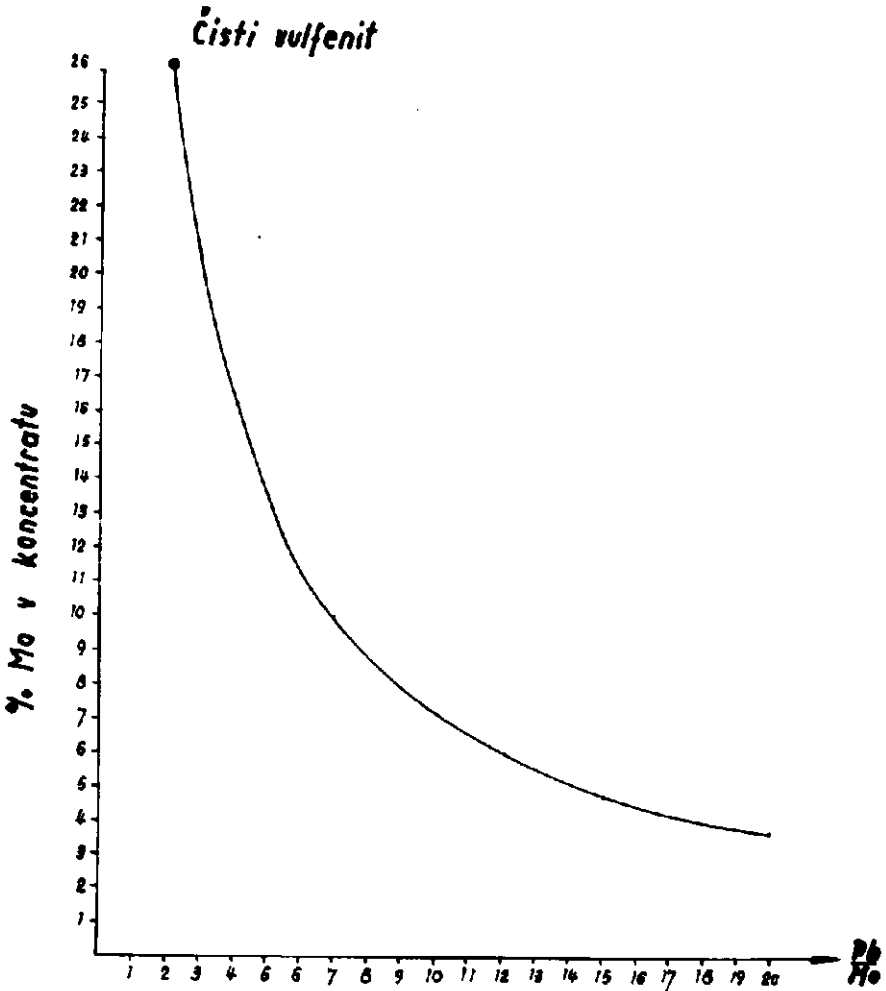
260 gr/t vodno steklo  
320 gr/t Na-sulfid  
80 gr/t ksantaf  
110 gr/t aeraflot U 25

### Kvaliteta koncentrata

Kot sem omenil, nastopa v rudi poleg vulfenita tudi večja ali manjša količina galenita in cerusita. Količina teh dveh mineralov v rudi pa vpliva na kvaliteto vulfenitnega koncentrata. Pri tem vlada popolnoma določena zakonitost.

Krivulja na 3. sliki predstavlja odstotek Mo v koncentratu pri različnih količinah galenita in cerusita v rudi, ki jo separiramo.

Na ordinati imamo označene odstotke Mo v koncentratu, na abscisi pa kvocient odstotkov  $\frac{\text{Pb}}{\text{Mo}}$  v rudi. Ta kvocient nam pove kolikokrat več je v rudi Pb kot Mo.



3. sl.



Čist vulfenit vsebuje 26,10 % Mo in 56,40 % Pb, torej je razmerje Mo : Pb = 1 : 2,16. Z naraščanjem količine Pb v rudi pa koncentracija Mo v koncentratu pada. Padanje je v začetku zelo hitro, nato pa vedno počasnejše. Tako bi vulfenitni koncentrat pri razmerju Mo : Pb = 1 : 5 vseboval že samo 13,40 % Mo in pri razmerju Mo : Pb = 1 : 10 samo še 7,20 % Mo. Pri še večjem razmerju pa doseže koncentrat že tako nizke vrednosti, da ne pride več v poštev za nadaljnjo predelavo v kalcijev molibdat.

Krivulja predstavlja idealni primer, t. j. da je koncentrat popolnoma čist, da vsebuje samo cerusit in vulfenit, brez kakršnihkoli primesi morebitnih drugih mineralov in jalovine. V primeru prisotnosti galenita ni nobene bistvene spremembe krivulje, tako da velja tudi v tem primeru. Velja tudi za oba načina separiranja — gravitacijskega in flotacijskega.

Dejansko pa nastopajo v praksi odstopanja od krivulje in to iz naslednjih vzrokov:

1. Noben način separiranja ni popoln in je v koncentratu vedno nekaj jalovine ali drugih kovinskih mineralov, kar znižuje odstotek Mo v koncentratih, kot bi ga sicer dobili po krivulji pri določenem razmerju Mo : Pb.

2. Za ugotovitev krivulje sem predvidel, da je ves Pb vezan v cerusit in vulfenit in da oba minerala pridobimo v koncentrat z istim izkoristkom. Pri flotiranju vulfenitne rude pa ugotavljamo, da prisotna minerala galenit in cerusit hitreje flotirata kot vulfenit, torej z večjim izkoristkom. Posledica je nižja koncentracija Mo v koncentratu. Isto so ugotovili tudi v rudniku Bleiberg.

3. V primeru, da ruda vsebuje galenit, lahko tega pri separiranju na tresalnih mizah vsaj delno odstranimo ali pa v primeru flotiranja odflotiramo pred flotacijo vulfenita. Tako izpremenimo razmerje Mo : Pb in dobimo vulfenitni koncentrat z višjim odstotkom Mo, kot bi ga dobili s separiranjem na ločilnih strojih, oziroma s kolektivnim flotiranjem galenita, cerusita in vulfenita.

### Zaključek

Pridobljeni vulfenitni koncentrat predelajo nadalje v kalcijev molibdat, ki služi za izdelovanje legiranih jekel z nizkim odstotkom Mo. Kalcijev molibdat mora normalno vsebovati 40-45 % Mo. Tako kvaliteto pa dosežemo lahko samo s kvalitetnim koncentratom, in sicer s koncentratom, ki ima preko 10 % Mo. Ta zahteva nam že tudi določa, kakšno sme biti razmerje Mo : Pb v rudi. Rentabilnost predelave pa postavlja še drugo zahtevo in določa najnižji odstotek Mo v rudi. Pri študiju strukture stroškov in sedanjih pogojev dela v rudniku Mežica smo ugotovili, da bi za rentabilnost predelave ruda morala vsebovati najmanj 0,50 %. Razen tega bi pa bilo potrebno modernizirati tudi predelavo koncentrata v kalcijev molibdat.

### LITERATURA

- Taggart, 1950, Handbook of mineral dressing, New York.  
Fleming, 1953, Effects of soluble sulphide in the flotation of secondary lead minerals. Recent developments in mineral dressing, Symposium, London.  
Enzfelder, 1955, Die Aufbereitung Bleiberger Erze, Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen. (Internationaler Kongres für Erzverarbeitung.)

## PEDOLOŠKE ZNAČILNOSTI RIBNIŠKE IN KOČEVSKÉ DOLINE

Odlomek iz Vodnogospodarske osnove porečja Krke in Kolpe

*Rudi Tancik*

Ribniška in Kočevska dolina sta manjši del Dolenjskega krása, ki se v pedološkem in kmetijskem pogledu bistveno ne razlikujeta od ostalega kraškega sveta. Na proizvodno moč in sposobnost kmetijskega gospodarstva tega območja odločno vplivata podnebje in pedološka sestava zemlje, ki je pod močnim vplivom izpodnebne, oziroma površinske in podzemne vode. Prva povzročá zamočvirjenost zemlje, ki je na nekaterih mestih že blizu površine slabo ali celo nepropustna, slednja pa povzročá občasne poplave kraških voda, prihajajočih iz kraškega podzemlja, ki nimajo zadostnega odtoka. Zato je velik del poljedelske ravnice pod zamočvirjenimi travniki, poplave pa zajamejo tudi del orne zemlje, katere obdelava je tvegana in so pridelki negotovi.

Od celotne poljedelske ravnice, ki obsega skupno s Sodraško dolino 5400 ha, je občasnim poplavam izpostavljeno blizu 1500 ha zemljišč, od tega blizu 350 ha zamočvirjenih; ostala zemljišča v skupni površini 3500 ha pa od zamočvirjenja in poplav niso prizadeta. Skupna melioracijska površina znaša 1700 ha.

To stanje precej občutno zmanjšuje proizvodnost zemljišč in s tem celotnega kmetijskega gospodarstva. Blaginja ljudstva, ki živi v tem podolju, kjer so življenjski pogoji že po svojem kraškem značaju precej skopi, ne dosega povprečne blaginje v Sloveniji. Zaradi goste naseljenosti in obstoječega stanja kmetijstvo ne more dovoljno preživljati vsega prebivalstva, zato se je njegov prirastek že nekđaj izseljeval v tujino ali pa je vsaj od časa do časa odhajal z rodne grude v domače ali tuje kraje, iščoč zaslužka v priložnostnem delu ali v krošnjarjenju. Velik del prebivalstva se je do nedavna preživljal od gozdov, toda z zmanjšanjem gozdnega bogastva so se dohodki od sečnje, obdelave, prodaje in vožnje lesa občutno zmanjšali. Kmetovalci skušajo zmanjšanje dohodkov iz gozdnega gospodarstva nadoknaditi z zboljšanjem travništva oziroma z živinorejo, kar pa je odvisno le od povečanja in zboljšanja krmne osnove. Ta je v današnjem stanju slaba zaradi zamočvirjenih in poplavljenih travnikov, na katerih uspeva le manjvredno travinje. Dokler ne bomo zboljšali travništva, so zaman vsi napori za zboljšanje živinoreje.

## Podnebje

Po meteoroloških podatkih sta imeli Ribniška in Kočevska dolina (meteorološke postaje: Sodražica, Ribnica, Kočevje) v obdobju 1931—1940 v skupnem povprečju 1636 mm padavin, povprečno letno toplino  $8,1^{\circ}\text{C}$  in Langov letni dežni količnik po obrazcu  $D = \frac{Q}{t}$ , (Q je skupno povprečje

padavin v mm, t je povprečje letne topline v  $^{\circ}\text{C}$ )  $D = \frac{1636}{8,1} = 202$ . To

pomeni, da je podnebje pretežno vlažno, zmerno hladno in da prevladujejo procesi izpiranja (descenzije) nad procesi izparevanja (ascenzije), zaradi katerih se razvijajo podzolitana tla.

Točnejši vpogled v podnebne razmere, ki vplivajo na celotno rastlinsko proizvodnjo tega podolja, nudijo podatki o povprečnih mesečnih toplinah in padavinah ter mesečni dežni količniki, ki jih kažejo 1., 2., 3., 4. in 5. razpredelnica v razlagi po Gračaninu (1950).

### Mesečni dežni količniki za Sodražico

Iz podatkov v 3. razpredelnici je razvidno, da ima Sodraška dolina v letu 3 mesece snežno (nivalno), 5 mesecev zelo vlažno, 3 mesece vlažno in le 1 mesec zmerno vlažno podnebje.

Skupno povprečje letnih in mesečnih padavin za Ribniško in Kočevsko dolino (1931—1940)

#### 1. razpredelnica

kraj	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	mm
Sodražica	102	91	144	125	199	169	99	142	150	251	160	143	1775
Ribnica	85	83	106	117	185	161	91	136	149	214	153	134	1614
Kočevje	86	82	103	106	160	142	77	148	146	209	142	120	1521
Povprečje	91	85	118	116	181	157	89	142	148	225	152	132	1636

Skupna povprečja sušnih let v obdobju 1931—1940

#### 2. razpredelnica

kraj	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	mm
Sodražica	108	90	94	119	185	146	89	117	116	266	137	98	1565
Ribnica	86	94	91	130	138	103	78	130	115	212	127	105	1414
Kočevje	86	81	74	96	155	111	62	124	124	212	109	90	1324
Skupno povprečje	93	88	86	115	159	122	76	124	118	230	124	98	1433
Vrednosti za izračunavanje primanjkljaja padavin v sušnih letih													

Mesečni dežni količniki za Sodražico

3. razpredelnica

mesec	povprečna toplota °C	povprečne padavine v mm	dežni količnik	značaj podnebja	toplotna oznaka
I.	— 2,1	102	—	sneg	mrzlo
II.	— 1,6	91	—	sneg	mrzlo
III.	3,1	144	46	zelo vlažno	hladno
IV.	7,6	125	16	zelo vlažno	hladno
V.	12,5	199	16	zelo vlažno	hladno
VI.	16,2	169	10	vlažno	zmerno hladno
VII.	18,3	99	5	zmerno vlažno	zmerno toplo
VIII.	16,7	142	9	vlažno	zmerno toplo
IX.	13,3	150	11	vlažno	zmerno hladno
X.	8,8	251	29	zelo vlažno	hladno
XI.	4,1	160	39	zelo vlažno	hladno
XII.	— 1,6	143	—	sneg	mrzlo
letno povprečje	7,9	1775	225	zelo vlažno	hladno

Po stopnji topline so v letu 3 meseci mrzli, 5 je hladnih, 2 sta zmerno hladna in le 2 zmerno topla. Obstajata dva maksimuma padavin, in to v maju in oktobru. Največja povprečna mesečna toplina je v juliju in znaša 18,3° C.

4. razpredelnica

mesec	povprečna toplota °C	povprečne padavine v mm	dežni količnik	značaj podnebja	toplotna oznaka
I.	— 1,8	86	—	sneg	mrzlo
II.	— 0,8	82	—	sneg	mrzlo
III.	3,6	103	29	zelo vlažno	hladno
IV.	8,0	106	13	vlažno	zmerno hladno
V.	13,1	160	12	vlažno	zmerno hladno
VI.	16,8	142	9	vlažno	zmerno toplo
VII.	18,5	77	4	zmerno vlažno	zmerno toplo
VIII.	17,2	148	9	vlažno	zmerno toplo
IX.	13,4	146	11	vlažno	zmerno hladno
X.	8,7	209	24	zelo vlažno	hladno
XI.	4,1	142	35	zelo vlažno	hladno
XII.	— 1,5	120	—	sneg	mrzlo
letno povprečje	8,3	1521	183	zelo vlažno	hladno

### Mesečni dežni količniki za Kočevje

Za Kočevje je v 4. razpredelnici razvidno, da ima podobno podnebje kakor dolina Sodražice. Razlika je le v stopnji topline, kjer so v letu 3 meseci mrzli, 3 hladni, 3 zmerno hladni in 3 zmerno topli. Obstajata dva maksimuma padavin, in to v maju in oktobru. Največja srednja toplina je v juliju in znaša 18,5° C.

(Glej tabelo 4. na strani 100).

Toplin v Ribnici niso opazovali, vendar moremo po podatkih iz Sodražice in Kočevja po skupnem povprečju podati značaj podnebja za celotno Ribniško-kočevsko dolino, prikazano v 5. razpredelnici.

### Mesečni dežni količniki za Ribniško in Kočevsko dolino

#### 5. razpredelnica

mesec	povprečna toplota °C	povprečne padavine v mm	dežni količnik	značaj podnebja	toplotna oznaka
I.	— 2,0	91	—	sneg	mrzlo
II.	— 1,2	85	—	sneg	mrzlo
III.	3,4	118	35	zelo vlažno	hladno
IV.	7,8	116	15	vlažno	zmerno hladno
V.	12,8	181	14	vlažno	zmerno hladno
VI.	16,5	157	9	vlažno	zmerno toplo
VII.	18,4	89	5	zmerno sušno	zmerno toplo
VIII.	17,0	142	8	vlažno	zmerno toplo
IX.	13,4	148	11	vlažno	zmerno hladno
X.	8,8	225	26	zelo vlažno	hladno
XI.	4,1	152	37	zelo vlažno	hladno
XII.	— 1,5	132	—	sneg	mrzlo
letno povprečje	8,1	1636	202	zelo vlažno	hladno

Iz 5. razpredelnice vidimo, da sta Ribniška in Kočevska dolina 3 mesece v letu pod snegom, 3 mesece imata zelo vlažno, 5 mesecev vlažno in še 1 mesec zmerno suho podnebje. Po stopnji topline so v letu 3 meseci mrzli, 3 hladni, 3 zmerno hladni in 3 zmerno topli. Obstajata dva maksimuma padavin, in to v maju in oktobru; največja toplina pa je v juliju in znaša 18,4° C. Obstajata dva minimuma padavin, in sicer v februarju in juliju. Slednji je za kmetijstvo še posebno značilen. Padavine v letnem času so kratkotrajne, zato pa obilne, dež lije v močnih curkih. Močnim ploham enega dne večkrat sledijo tedni brez moče, ki morejo trajati tudi mesec dni. Zaradi neenakomerno razdeljenih padavin zemlja na eni strani trpi za sušo, na drugi strani pa tone zaradi poplav. Sušo posebno težko prenašajo plitva kraška tla zaradi svojega posebnega ostrorobnega zloga,

ker so slabo humozna in plitka. Ker so tla na zakraselem področju izredno močno propustna, kar se še posebno izraža na apneni podlagi (manj na dolomitni), se deževnica in tudi snežnica naglo izgubljata skozi izsušeno in razpokano zemljo v podzemlje, obilo pa je izhlapeva. Računamo, da je na plitvih rjavih kraških tleh za rastje izgubljenih blizu 75 % padavin. Izgube so največje v poletnih mesecih, ko je zaradi razgretega kraškega skalovja izhlapevanje najmočnejše.

Tla se v tej dolini le počasi ogrevajo. Dogaja se, da so še v aprilu pod snegom. V času cvetenja, ko so tla še hladna, se drži težji hladni zrak trdovratno ob tleh, zlasti v Sodraški dolini. Topli spomladanski vetrovi ga ne morejo popolnoma odpihati, marveč se drže le višje lege. Spričo toplotnih razlik in izhlapevanja se pojavlja slana, ki ob cvetenju sadnega drevja pali brstje, cvetje ali pa tudi manjše zametke plodov. Pozimi zopet, ko so tla močno ohlajena in ko pogosto nastopa južno vreme, nastaja odmeka in dež. Pojavlja se poledica ali žled, ki napravlja na sadnem drevju mnogo škode.

### **Pedološke značilnosti Ribniške in Kočevske doline**

Pod vplivom podnebja, zlasti vetrov, zakrasovanja, erozije, poplavljanja, podtalnice ter pod vplivom rastlinstva in tudi človeškega delovanja so se v Ribniški in Kočevski dolini razvila tla, ki se v pedološkem pogledu medsebojno precej razlikujejo, predvsem v odvisnosti od orohidrografskega položaja posameznih območij.

Celotna dolina pripada krasu, na katerem prevladuje rjava kraška zemlja (bolj ali manj izprana ali podzolirana rjavica ali degradirana terra rossa). Del doline, ki jo občasno preplavljajo kraški vodotoki, je pokrit s holocensko naplavino oziroma z deluvialnimi nanosi z višjih položajev. Geološko-petrografska osnova je v glavnem jurski in kredni apnenec, v manjšem obsegu pa dolomit, ki je v ribniškem delu triadni, v kočevskem pa kredni.

Pod vplivom toplega podnebja se je prvotno na apnencu razvila rdečkasta, na dolomitu pa okrasta rjavica, ki se je s prehodom v hladnejše podnebje vse bolj in bolj degradirala. Voda in vetrovi so zaradi erozijskega delovanja delce zemlje odnašali na dolomitni osnovi k podnožju hribov in po vodotokih dalje na ravnico, na apneni osnovi pa tudi v podzemlje. V dobi močnih udorov in usadov, t. j. v pleistocenu, v kateri so nastali današnji vršaji, je bil tudi južnozahodni del Ribniškega in Kočevskega polja zasut z nanosi z višjih položajev. Prvotno zamočvirjena, šotna tla so ponekod zasuta z nanosi vetra. Tako najdemo okoli Ribnice (ob opekarni) v nižjih plasteh tanek sloj šote in drevesne šture (R u s , 1921, M e l i k , 1955). Najdebelejše nanosene plasti so takoj ob podnožju Velike gore in Kočevske gore, najtanjše pa so na severovzhodnem obrobju polja. Že oblika Velike gore in Kočevske gore priča o preteklem močnem goličcnju površine. Skozi novo nastale naplavine in nanose v dolini so si Ribnica, Sajevec, Bistrica in tudi Rinža vrezali svoje struge, gmoto, ki jim je bila napoti, pa so odplavljali in jo odkladali v obliki kolmacije na nižjih mestih današnjega Ribniškega in Kočevskega polja. Tako naj-

demo v globljih plasteh zaobljen grušč, ki sestoji iz dolomita, rjavega železovca, kremenca in peščenjaka, ponekod tudi iz breče. Površina je prekrita z drobnejšim ilovnatim peskom, delno s peščeno ilovico. Vse navedene kamenine, zlasti železovec in kremen moremo najti že dokaj blizu površine celotne Ribniško-Kočevske doline pa tudi na območju Rašice in Dobrega polja, kar so mi pokazale pedološke raziskave v letu 1954. Posebno debeli, nad ostalim poljem dvignjeni nanosi, so na jugozahodnem delu Ribniške in Kočevske doline. Ležijo na skalnati dolomitni osnovi; ponekod so na površju že močno razmehčani od huminskih kislin, kar opazujemo zlasti na zamočvirjenem in poplavnem delu potokov Sajevec in Ribnica. Ti nanosi, ki se kot hrbet razprostirajo med potokoma Spodnja Bistrica in Sajevec od združitve potoka Sajevec z Ribnico in navzgor do naselja Breže, se medsebojno po svojih pedoloških lastnostih dokaj razlikujejo, dasi so istega porekla. Tako imajo nanosi med Ribnico in Sajevcem povsem drugačne fizikalne in kemične lastnosti kot med potokoma Sajevec in Bistrica. Že po barvi je vidna razlika, ki more glede postanka marsikoga zavajati do drugačnega mnenja. Barva zemlje je odvisna od mnogih činiteljev, od katerih so najvažnejši: humoznost in vlažnost, ki pa je zopet odvisna od lege in izpiranja zemljišča, pa tudi od rastlinskega pokrova in njegovega kulturnega stanja. Dasi so nanosi Brezja na desni kakor na levi strani potoka Sajevec istega porekla, so različno obarvani, čemur je glavni vzrok relativna višina in stopnja vlažnosti zemlje. Pri terenskih pedoloških raziskavah sem opazoval, da so posamezne plasti na najvišjih in prisojnih položajih okrašte do rdečkastookrašte; z globino, s postopnim padanjem terena, s slabšim osončenjem ter s povečevanjem vlage pa postopoma postajajo sivkaste, belkaste in celo modrikaste ali zelenkastosive. Z vlažnostjo zemljišča se torej spreminja tudi barva posameznih plasti, kajti z naraščanjem vlage pada sposobnost zemlje za sprejemanje zraka, oziroma kisika. Glavni posredniki pri obarvanju zemlje pa so seskvioksidi (oksidi železa, alumina in mangana —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , ki so v trovalentni obliki rdečkasti, rjavkasti, rumenkasti in vijoličasti, medtem ko so v pomanjkanju kisika belkasti, sivkasti, zelenkasti ali modrikasti.

Po Gracianu (1947) povzroča belo barvo zemlje največkrat prisotnost kalcijevega karbonata; belkasta do pepelnatosa barva, ki jo povzročajo silikati in kremen je značilna za rudninski del zemlje, iz katerega so izprani seskvioksidi. Temno barvo dajejo zemlji običajno humusne sestavine; stopnja temne barve nas zato navaja največkrat na stopnjo humoznosti zemlje. Rdečkasta barva, oziroma odtенок, poteka v glavnem od brezvodnih ali zelo slabo hidratiziranih oksidov železa ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ali  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), a rumenkasta in rjavkasta barva od zelo hidratiziranih oksidov, kot so n. pr. getit  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ali limonit  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Modrikasta barva je značilna za tako imenovane oglejene horizonte prekomerno vlažnih glinastih tal. Največkrat jo povzroča vivianit  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . žveplove sestavine pa dajejo železu zelenkast odlének, običajno zaradi žvepljenih bakterij.

Kako izrazit vpliv na spremembo barve ima prezračevanje prekomerno vlažnih in zamočvirjenih zemeljskih plasti, nam pokažejo preseki

teh osušenih (dreniranih) zemljišč ali pa tudi preseki zemljišč z globoko segajočo koreninasto mrežo rastlinstva. Po osužitvi so vlažna in zamočvirjena zemljišča, ki so bila prvotno značilno belkasta, modrikasta ali zelenkastosiva, spremenila svojo barvo v rjavo ali celo rdečkasto že po 5 oziroma 10 letih. Povsod tam, kjer globoko prodirajoče koreninice odmira in sprhni, ostanejo zračni kanali, po katerih se bleda ali modrikasta barva zemlje umika rumenkasti ali rjavkasti kot rjave žile, lise, madeži ali proge. Z barvo se močno menja tudi zlog zemlje in ostale fizikalno-kemijske lastnosti, zboljšuje se njena rodovitnost. Na vlažnih in zamočvirjenih delih Ribniške in Kočevske doline in tudi na ostalem krasu najdemo večkrat prvotna, rjava kraška tla, ki so zamočvirjena popolnoma spremenila svojo barvo in ostale lastnosti. Rdečkastorjava zemlja na nekoliko višjem in suhem položaju ne spremeni svoje barve. Toda nekoliko niže v neposredni bližini postaja zaradi prekomerne in trajne vlage, ki prihaja v ravnico po sifonih iz Velike in Kočevske gore, postopoma ali pa tudi naglo svetlo modrikastosiva. Že po 5 letih osuševanja pa more spremeniti svojo barvo in ostale lastnosti v prvotno stanje. Ribniško Brezje med potokoma Sajevec in Bistrica je prav tako prekomerno vlažno, ker ga močno zamakata prav ta dva potoka. Tod so zemljišča gozdno-steljniškega značaja, prekrita s preko 15 cm debelo črno in vlažno humozno plastjo, ki vsebuje do 15 % zelo močno kislega humusa ( $\text{pH}_{\text{vN}}\text{KCl} = 4$ ).<sup>\*</sup> Pod humusno plastjo je že močno izprana in vlažna svetlo modrikastosiva glinasta ilovica (po K o p e c k y j u), oziroma močno glinast prah (po C a s a g r a n d e u). V tem kraškem polju kakor tudi na ostalih kraških poljih porečja Ljubljance, Krke in Kolpe pogosto opažamo, da prihaja voda iz kraškega hribovja v močnih vrelih v podnožju na dan po sifonih. Kjer je voda pod velikim pritiskom in kjer prihaja v velikih količinah na dan, so ti izviri ali obrhi vidni. Kjer so pa izviri šibkejši, zatrpni z nanesenim materialom, le-ta vodo vpija, zato so tla na teh krajih prekomerno vlažna, kar je posebno značilno za steljniška tla, pa tudi za jezerske usedline in polžarico na Ljubljanskem barju, kjer z globino narašča tudi vlažnost posameznih plasti. Tako najdemo na nekaterih krajih Ribniške in Kočevske doline posamezne večje in manjše zamočvirjene površine sredi polja, ki jih označuje kislo, močvirsko travinje (*Carex*, *Juncus* i. dr.). Ta pojav nas spominja na tako imenovana »okna« Ljubljanskega barja.

Tudi mehanična sestava ali zrnavost zemlje ne more biti vedno merodajna za določevanje starosti oziroma nastanka zemlje. Hladno podnebje, zlasti obilne padavine, podtalna in površinska voda močno vplivajo na koloidnost zemlje. Pri obilnih padavinah, pri dviganju in padanju podtalne vode in pri močnem zamakanju se drobni glinasti, zlasti pa koloidni delci zemlje izpirajo v nižje plasti, ki postajajo zato vse bolj in bolj glinaste, slabo propustne za zrak in vodo, medtem ko postajajo plasti ob površini vse bolj in bolj peščene. Pri tem se postopoma zmanjšuje tudi rodovitnost zemlje, ki jo moremo popravljati le z globokim oranjem ali celo z rigolanjem.

<sup>\*</sup> Po analizah Kmetijskega inštituta LRS.



Terenske in laboratorijske raziskave torej kažejo, da starosti tal, njihovega nastanka in razvoja ne moremo določati po barvi in po glinovitosti, temveč le po njihovem pedološkem razvoju. Pri tem moramo upoštevati morfološke, fizikalne, kemijske in mikrobiološke lastnosti zemlje, s katerimi se bomo podrobneje seznanili v opisu posameznih pedoloških talnih tipov v Ribniški in Kočevski dolini.

### Pedološka sestava zemlje

Vsi pedološki tipi zemlje v Ribniški in Kočevski dolini so nastali na enak način kot na ostalem krasu. Pojavljajo se verižno ali katensko v odvisnosti od že navedenih činiteljev. Za suhe višje položaje, ki so navadno pokriti z gozdom, je značilna plitva humoznoapnenčasta zemlja (rendzina), ki z nižino prehaja v bolj ali manj plitvo rjavo kraško zemljo s skalnatimi izrastki. Kjer je zemlja dovolj globoka in ne preveč strma, so jo ljudje preorali, sicer pa je ostala kot pašnik, košenica ali gozd.

Prave rjavice zaradi novo nastalih podnebnih razmer na površini v večjem obsegu ni več, ker se je spremenila v degradirano ali podzolirano rjavico. V manjšem obsegu jo moremo najti še pod debelejšimi rečnimi (holocenskimi) naplavinami in nanosi kot najnižjo plast tik matične geološke osnove, iz katere je nastala (H r o v a t , 1953). Na površju jo najdemo v manjših zaplatah v hribovitem ozemlju Krempe.

Na podnožju hribovja ter v manjših dolinah in kotlinah je običajno debelejša in zato vlažnejša rjava kraška zemlja ponekod prekrita z nanosi z bližnjega hribovja. Ob kraških vodotokih, kateri poplavljaajo, pa so nanosi zopet prekriti z debelejšo ali tanjšo rečno naplavino (holocen). To so torej bolj ali manj izprane (podzolirane) rečne naplavine na nanosih, ki leže neposredno na dolomitni osnovi. Drugod je pod nanosi še ohranjena rjavica, ki pokriva nagrizeno in razmehčano matično osnovo dolomitnega peska.

V globelih v območju Bistrice, Sajeveca, Ribnice in Rinže so zemljišča pod močnim vplivom poplavne in podtalne vode zamočvirjena. Površino prekriva tanjša plast šote. To so najmanj rodovitna deficitna zemljišča s tipičnimi močvirskimi travami (*Phragmites*, *Carex*, *Juncus*, *Eriophorum*).

#### 1. Poplavna in zamočvirjena zemljišča

zavzemajo blizu 350 ha površine; leže z majhnimi izjemami vzdolž cele Ribniško-Kočevske doline na poplavnem območju Bistrice, Sajeveca, Ribnice ter Rakitnice in Rinže. Često poplavljena in zamočvirjena zemljišča leže na najnižjih krajih, kjer zastajata tekoča in tudi podtalna voda, zato so že ob nekoliko izdatnejšem deževju pod vodo naraslih vodotokov. Porasla so z ločkom (*Carex*), bičkom (*Juncus*) in ponekod s trstičjem (*Phragmites*) in dajejo seno najslabše kakovosti.

Podtalnica je blizu površine (0 — 20 cm ob Ribnici). Odvisna je od bližine vodotoka, od položaja in dviga zemljišča. S postopnim dviganjem zemljišča raste tudi globina podtalnice in na skrajnem robu — ob vznožju hrbita — dosega največjo globino do 75 cm (na Sajevcu). Ob poglobljenem

in reguliranem delu Sajeveca, kjer je bilo pred regulacijo pravo močvirje, podtalnice ni več. Njeni sledovi so vidni še 25 cm pod površino. Zemljišča pa so še vedno vlažna zaradi vode, ki prihaja nasičena s huminskimi kislinami s hribovja. V globini 90 cm je dolomitna podlaga močno razmehčana od huminskih kislin. Zboljšanje zemljišča je že vidno, svetlo modrikastosiva barva že prehaja v rumenkasto in rjavkastosive odtenke. Zboljšuje se zlog zemlje iz slabega prašnjatega in listnatega v grudičast zlog. Izginevajo močvirske trave, na njihovem mestu se že pojavljajo sladke trave (francoska pahovka, pasja trava, lisičji rep i. dr.). Iz navedenega torej vidimo, da je globina podtalnice odvisna od vodne gladine vodotokov in od vpada obrežnih zemljišč. V tej odvisnosti so tudi ugotovljene nekatere fizikalne lastnosti zemlje, ki v globini 30 cm (6. razpredelnica) kažejo naslednje stanje:

#### 6. razpredelnica

Pedol. presek	Specifična teža		Trenutna vlaga %	Poroznost %	Sposobnost sprejemanja		Vrsta zemlje
	prava	prostor-ninska			vode %	zraka %	
8	2,66	1,69	33,97	36,47	36,22	0,25	glinasti prah
2	2,61	1,54	38,52	40,99	41,74	0,00	glinasti prah
10	2,59	1,28	50,33	50,58	50,43	0,15	prašnata glina

Iz fizikalne analize zamočvirjenih zemljišč vidimo, da so ta, močno zamočvirjena zemljišča, rudninskega porekla (minerogena močvirska tla). V njih je zelo majhna razlika med trenutno vlago in največjo količino vlage (kapaciteto), ki jo zemlja more sprejeti in zadržati. Ob največji količini vsrkane vlage je razmerje trdne snovi proti tekočini skoraj 1 : 1. Zato so zamočvirjena zemljišča skoraj brez zraka in deficitna. Za idealna zemljišča pa morajo biti trdne, tekoče in plinaste snovi v razmerju 1 : 1 : 1. Vendar opazamo v medsebojni primerjavi neke razlike, na katere vpliva glinovitost, ki ob spodnjem delu potoka Sajeveca predstavlja glinasti prah (po Casa grandeu) ali glinasto ilovico (po Kopeckuju), ob Ribniščici pa prašnato glino (ilovnato glino). Ostale fizikalne in kemijske lastnosti posameznih plasti zemlje kažejo, da bi bila ta zemljišča po svoji naradni osnovi rodovitna, toda zaradi slabega odvodnjavanja so močno zamočvirjena in često poplavljeni.

Po zrnivosti prevladujejo v teh tleh prašnati delci  $\phi$  0,002—0,02 mm (49—61 %), ki skupno z delci glin in peska tvorijo glinasti prah oziroma glinasto ilovico. Zemljišča se pri prekomernem navlaženju močno zablajajo in nabreknejo, v suši pa močno razpokajo, kar pomeni, da vodo hitro sprejemajo in tudi hitro oddajajo. To dalje pomeni, da so ta tla naplavinškega (holocenskega) in nanosnega porekla z odličnim vodnim režimom.

Jezerske (pleistocenske) usedline imajo slab in zelo slab vodni režim, kajti vodo zelo počasi sprejemajo in tudi zelo počasi oddajajo zaradi prevladujočih koloidno glinastih delcev. Takšnih usedlin v vseh odvzetih vzorcih ni, so pa na Ljubljanskem barju in na Cerkniškem jezeru.

Kemijske lastnosti zemljišč na Ribniškem in na Kočevskem polju so zmerno dobre. Zdravica je na splošno dobro humozna s 4,10 do 4,54 % kislega do slabo kislega humusa. Tla so v manjši meri kislá (pH v n KCl = 5,40), kar velja za najbolj zamočvirjena zemljišča v Kočevski in Ribniški dolini. Vsa ostala zemljišča, ki so nekoliko manj zamočvirjena, so nevtrálna (pH v n KCl = 6,80—7,15). Vsa zamočvirjena zemljišča Ribniške in Kočevske doline so zelo revna s fosforjem ( $P_2O_5$  = 0,014 do 0,042 %) in tudi s kalijem ( $K_2O$  = 0,049—0,078 %). Hidrolitična kislost ( $Y_1$ ) izkazuje zmerno visoko potrebo po apanju (26—40 q CaO/ha ali 46—71 q  $CaCO_3$ /ha). Iz vrednosti adsorpcijskega kompleksa, ki označuje stopnjo izpranosti posameznih plasti, je razvidno, da so tla šibko do zmerno izprana. Glavni činitelji tega stanja izvirajo predvsem iz hladnega in vlažnega podnebja ter iz neurejenih vodnogospodarskih razmer. Zaradi vlažnosti in slabe zračnosti so plasti pod površjem modrikastosive ali svetlo zelenkastosive ( $Fe^{++}$ ), na osušenem območju pa se že vrača prvotna, okrastosiva in rjavkasta barva ( $Fe^{+++}$ ). Rodnost zemljišč v prirodnem stanju je 32—45 %.

Nekoliko drugačna so zamočvirjena zemljišča na Kočevskem polju, kjer se tla izpreminjajo zaradi kraške porozne in propustne dolomitno-apnene podlage, tako da imamo mnogo različkov zamočvirjenih zemljišč. Zamočvirjenost je odvisna predvsem od količine padavin v posameznih mesecih, povzroča pa jo podtalna voda, ki prihaja iz kraškega podzemlja v glavnem iz Kočevske gore, delno tudi iz Male gore. Pedološki preseki zamočvirjenih zemljišč pokažejo zelo veliko raznolikost glede njihovega postanka in pedološkega razvoja. Nekateri različki so izraženi že takoj na površju ali pa izpod vrhnje (A) plasti, ki je komaj 20 cm pod površjem. Tu se pojavlja že oglejen sloj, ki sega do dolomitno-apnene osnove. Zemljišče se zamaka iz vodoravne in navpične smeri. Zamakanje iz vodoravne smeri se pojavlja kadar Rinža prestopa bregove, od koder voda prodira v soseščino. Iz navpične smeri pa prihaja na mnogih krajih Kočevskega polja iz podzemlja preko sifonov, katerih izvirki so bolj ali manj zatrpani z nanosi s Kočevske gore in z Male gore. Kjer so izvirki, ki so lahko stalni ali pa samo občasni, slabo zatrpani, se pojavlja pravo močvirje n. pr. jugozahodno od vasi Željne (blizu 30 ha). Drugod so zemljišča samo prekomerno vlažna ali so se celo že osušila potem ko so izkopali odvodne jarke proti Rinži (Mlaka, Mahovnik).

Po glinovitosti so ta tla glinasta ali glinasto ilovnata, pomešana z drobič kremená, železovca in peščenjaka, pri izviru Rinže pa so v spodnjih plasteh večji delci grušča, sestavljenega iz istih kamenin.

Vsa zamočvirjena zemljišča so dobro humozna, imajo kisli do šibko kisli humus, njihova reakcija je slabo kislá do nevtrálna. Vrednosti nasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami kažejo, da imajo tla dobro osnovo rodnosti, treba je samo odpraviti poplave in zamočvirjenost, pa bodo sposobna za smotrnejšo obdelavo.

Zaradi vodnega režima izpiranje v teh tleh komaj opazimo, kajti soli, topljive v vodi, in tudi koloidne prenaša talna voda, katere gladina ob suši pada, ob deževju pa narašča. Ob suši se torej koloidni delci pomikajo navzdol, ob dviganju podtalnice pa navzgor. To premikanje je najbolj izrazito v stopnji zaglejevanja, ki pa je na različnih mestih zaradi pogostnih sprememb vodnega režima različno. Dejstvo je, da so tla tam, kjer je delovanje podtalne vode v ravnotežju z delovanjem površinske vode, v vseh plasteh bolj ali manj enotna.

## 2. Občasno poplavna zemljišča

Glavnino melioracijskega ozemlja v skupni površini 1250 ha ali 73,5 % od skupne melioracijske površine zavzemajo zemljišča, ki so občasno poplavljeni. Na splošno jih pokrivajo travniki s sladkim in polsladkim travinjem, manjši del, to je blizu 5 % od skupne občasno poplavljenе površine pa je pod ornico, kjer je obdelava tvegana in so pridelki negotovi. Ta zemljišča leže prav tako kot zamočvirjena vzdolž že navedenih vodotokov, ki le ob dolgotrajnem deževju in ob naglem kopnenju snega občasno poplavlja rodovitna zemljišča zaradi slabega odtoka velikih voda. Dasi so poplavljana, vendar po poreklu niso enotna niti na površju niti v posameznih plasteh.

Na občasno poplavnem območju so bile v posameznih obdobjih značilne spremembe. Na pretrti in od huminskih kislin nagrizeni apnenodolomitni podlagi, ki prehaja v apneno, se je prvotno razvila prava, izrazito rdečkasta glinasto ilovnata rjavica v globini 135—185 cm. Nad rdečkasto rjavico leži v globini 135—110 cm močno vlažna, za zrak in vodo nepropustna zelenkastosiva ilovica, ki je pomešana z redkejšimi drobci dolomitnega gruščca. V globini od 110—75 cm sledi rjavkasta glinasta ilovica istega porekla kot rjavica, močneje pomešana z dolomitnim gruščem do  $\phi$  3 cm. Prvotna tla segajo torej od 75—185 cm globine z različnimi razvojnimi stopnjami rjavice, ki se je v najgloblji plasti ohranila do današnjega dne zaradi drenaže matične osnove, medtem ko je plast nad njo, t. j. v globini 110—135 cm, pod vplivom površinske vode močneje, plast v globini 75—110 cm pa manj degradirana. Prvotna tla so dalje v globini 75—48 cm prekrita z nanesenim ilovnatim peskom rjavkaste barve, pomešanim z železovcem in peščenjakom do  $\phi$  15 cm, ta pa je zopet prekrita z dobro humozno, peščeno-ilovnato, rečno naplavino (holocen).

Popolnoma drugačno sliko nam nudijo občasno poplavna zemljišča na severovzhodnem, kraškem, apnenem območju polja. To so zmerne izprana, globoka ali pa zelo plitka, po vetrovih nanesena, rjava kraška tla na dolomitno-apneni osnovi, katere skalnati izrastki segajo ponekod celo na površje z izrazitimi kraškimi pojavi. Plasti v celem preseku so vlažne, toda brez podtalnice.

Na ponikajočem delu Bistrice je v globini 0—15 cm dobro humozna, sivkastorjava ilovnata plast dobro grudičavega zloga z redkejšimi drobci kremenca do  $\phi$  1 cm. Ta plast slabo opazno prehaja v nekoliko svetlejšo sivorjavo ilovnato plast grudičastega zloga, ki je zmerno izprana in sega

do globine 25 cm. Sivkastorjava ilovica sega do globine 40 cm, kjer prehaja v okrasto ilovnato plast z drobnimi skupki izpranih seskvioksidov; vsebuje redke drobce kremenca, peščenjaka in železovca do  $\phi$  10 cm na dolomitno-apneni skalnati podlagi, kar pomeni, da je celotna plast zmerno izprana in nanosena na gladko, nekorodirano skalno podlago. Vse plasti so malo vlažne in brez podtalnice. Zemljišča na tem območju so občasno poplavljeni. Povečini so to valoviti kraški travniki s posameznimi skalnatimi izrastki, s ponorastimi kotanjami, ponikvami in požiralniki spodnje Bistrice, spodnjega Sajeveca, Rakitnice in spodnje Rinže. Ob poplavih ponori in požiralniki ne morejo pravočasno odvajati voda, ki se zato razlivajo po bližnjih zemljiščih. Zemlja je revna s fosforjem, toda s kalijem je dobro oskrbljena. Je dobro humozna in zato tudi dobro oskrbljena z dušikom. Potrebna pa so apnanja v kolobarju. Vse plasti so malo vlažne in brez podtalnice.

Po svojem poreklu in razvoju so zemljišča na območju srednjega dela Bistrice zelo podobna občasno poplavljenim zemljiščem v Logu pod Dolenjo vasjo pri Ribnici. Tudi tu so spodnje, nanosene plasti prekrte z rečno naplavino.

V splošnem so občasno poplavljeni zemljišča na Ribniškem polju globoka, peščenolovnata, dobro humozna in grudičasta. Trenutne vlage je 38—39 %, največja sposobnost za sprejemanje in zadrževanje vode (maksimalna kapaciteta za vodo) je 54—55 %, poroznost 47—54 %. Trenutna zračnost zemlje je 9,5—12,7 %; vodni režim z ozirom na kapilarno vzpenjanje vode je ugoden. Ugodne so tudi kemijske lastnosti, iz katerih je razvidno, da so vsa zemljišča dobro humozna (3,6 do 4,5 %), šibko kislila do nevtralnata, toda zelo revna s fosforjem ( $P_2O_5 = 0,03—0,05$  %), delno tudi s kalijem ( $K_2O = 0,07$  do 0,13 %). Stopnja zasičenosti zemlje z bazami kaže dalje, da so poplavna zemljišča le slabo izprana; stopnja nasičenosti (V) je 90—95 %. Rodnost analiziranih zemljišč v prirodnem stanju je dobra ( $R = 55—68$  %). Hidrolitična kislost ( $y_1$ ) je precej šibka in izkazuje le potrebo po apnanju v kolobarju (9—16 q/ha CaO ali 17—29 q/ha  $CaCO_3$ ).

### 3. Nepoplavljeni zemljišča

To so vsa zemljišča v ravnici, ki jih poplave zelo redko dosežejo, in zemljišča na vzpetinah ali hrbtih.

Po sestavi so to predvsem kraške zemlje, nanosene z višje lege zaradi močne erozije.

#### a) Nepoplavljeni zemljišča v ravnici

Po svojem poreklu in razvoju se ta zemljišča bistveno ne razlikujejo od občasno poplavljenih. V Ribniški dolini so nad Goričo vasjo, nad Dolenjo vasjo in pod njo, zelo podobna onim ob ponorih. Razlika je le v tem, da niso poplavljeni in zato po zrnivosti nekoliko bolj groba, nekoliko slabše glinovita. Ker so te zemlje po zrnivosti bolj grobe, vsebujejo večjo količino peska in grušča. Ker so slabše glinovita od občasno poplavljenih zemljišč, so za sušo nekoliko bolj občutljiva. V globini 30 cm so tla v času preiskave vsebovala 30,5 do 33,5 prostorninskih odstotkov

vlage, maksimalna kapaciteta za vodo je bila 36 do 43 prostorninskih odstotkov, poroznost 31 do 46 %. Trenutna zračnost je bila 15,5 %. Vsa zemljišča so na dolomitni podlagi brez podtalnice.

Tam, kjer je bilo preperevanje dolomitne ali apnene podlage najslabše, so se razvila plitva rjava kraška tla, ki niso bila izpostavljena premočnemu odplakovanju niti odlaganju iz drugih področij. Značilno za ta tla je, da so propustna za zrak in vodo zaradi zrnate strukture, zlasti pa zaradi pretrte dolomite in kraške apnene osnove. Zato so takšna tla za sušo manj občutljiva. Zaradi hladnega podnebja in primanjkanja vlage drobnoživke niso sposobne tako intenzivno spreminjati organsko snov v rudninsko. Tudi odpornost dolomitnoapnene podlage se je precej zmanjšala, tako da v zemlji opazamo sledove izpiranja v količinah izpranega kalcija in magnezija ter v stopnji nasičenosti zemlje z bazami:  $V = 40\text{--}55\%$ . Reakcija zemlje je slabo kislá do nevtralna, apno je že precej izprano in ga vsebuje le še 0,30—0,50 %. Zemljišča plitkega rjavega kraškega tipa za njive niso primerna, zato so povečini pod travinjem in gozdom.

#### b) Zemljišča na vzpetinah ali hrbtih

Ta zemljišča so v okviru poljedelske ravnice, toda izven melioracijskega področja. Za splošno povečanje kmetijskega pridelka so tem zemljiščem potrebne kmetijsko tehnične izboljšave. Zemljišča so na Kočevskem polju povečini preorana, na Ribniškem polju, na tako zvanem Brezju, so delno pod travinjem in ornico. Na desni strani Sajeveca na površini blizu 100 ha so predvsem steljniki porasli z brezovjem, s pritlikavim močvirskim borom, smrekovjem, z grmičjem ter vresjem, s praprotjo, kislím gozdním travinjem, z mahovi ter za vlažna tla značilnim močvirskim encianom. Le manjše površine zavzemajo zamočvirjeni travniki s konjsko krmo, manjše zaplate na severovzhodnem pobočju hrbta pa so že preorane v njive kot prvi poskus obdelave ali pa tudi zaradi pomanjkanja ornih površin.

Terenske in laboratorijske pedološke preiskave so pokazale, da so ta tla proizvod močnega in neposrednega nanašanja z Velike gore. Na strmém pobočju Velike gore opazujemo posledice tektonike in odnašanja v obliki značilnih skal (Ribniški svatje). Manj izrazite vzpetine vzdolž Kočevskega polja, ki so neposredno naslonjene na njegovo severovzhodno apneno obrobje, so proizvod nanašanja s strmega jugozahodnega pobočja Kočevskega pogorja, kjer si je Rinža skrčila pot in poglobila korito ponekod čisto do dolomitne podlage. Nanosi s Kočevskega pogorja so prav taki kakor nanosi z Velike gore, in sicer predvsem dolomit, železovec, kremen in peščenjak.

Po svojem nastanku so nanosi Ribniškega in Kočevskega polja enotni, toda po pedološkem razvoju se medsebojno bistveno razlikujejo, kar je odvisno od matične osnove in njenega zakrasovanja, od relativne višine, osončenja, rastlinskega pokrova, predvsem pa od vlage in tudi od človeškega delovanja.

Tla pod Goričo vasjo na slemenu vzpetine z nadmorsko višino 497 m pri triangulacijski točki na tako imenovanih Starih njivah nam prikazujejo naslednje fizikalne in kemijske lastnosti posameznih plasti:

Vrhnja, 25 cm debela plast je zmerno humozna okrasta glinasta ilovica, drobno grudičastega zloga, ki je na redko preprežena s korenčjem plevelov, segajočim do globine 110 cm. Vsebuje okroglaste, gladke in bolj debele delce železovca in peščenjaka. Glinasta ilovica se nadaljuje do globine 65 cm, toda je blede okrasta zaradi močnega izpiranja; vsebuje debelejšje vložke železovca in peščenjaka  $\phi$  15 cm. V globini 65 cm glinasta ilovica polagoma prehaja v okrasto ilovico z večjimi svetlosivimi lisami, ki so posledica izpiranja silicijeve kisline (oglejevanje). V tej plasti je  $F^{++}$  reducirano v  $F^{+}$ , s katerim je plast marmorirana. Z globino se s povečevanjem vlažnosti stopnjuje tudi marmoriranje zemlje; v globini 200 cm postane spodnja plast že v celoti enakomerno belkasta oziroma svetlosiva. Iz laboratorijskih izsledkov je razvidno, da prevladujejo v vseh plasteh delci prahu in peska, ponekod pomešani z drobnim in debelejšim gruščem, kar je tipično za nanese na tla. Vzorci zemlje iz spodnjih plasti so zeti iz ornice. Zemlja iz orne plasti je slabo humozna (2,83 %) s slabo kislim humusom, toda je nevtralna (pH v n KCl = 7,30) zaradi gnojenja s kalcijevim amon-nitratom, medtem ko so spodnje plasti šibko kisle (pH = 6,01—6,10). Vse plasti so zelo revne s fosforjem, vendar s kalijem dobro preskrbljene. Potrebno je apnanje (v kolobarju) in boljše gnojenje s hlevskim gnojem.

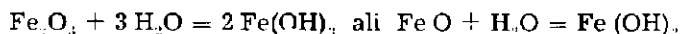
Opisanemu preseku so zelo podobna tla na isti vzpetini med Nemško vasjo in Prigorico pri vaškem znamenju (nadmorska višina 489 m). Tudi tu je glinasta ilovica pomešana z železovcem in kremenom, v zgornjih plasteh v velikosti 0,5—3 cm, v nižjih plasteh kot debelejši kosi železovca (3 × 6 cm) in drobci kremenca. Z globino narašča vlažnost plasti, vzporedno pa je vse bolj poudarjena tudi njihova marmoracija in slaba propustnost za zrak in vodo. Kakor na območju pod Goričo vasjo, tako je tudi tu podtalnica v večji globini; do globine izkopa, t. j. pri 200 cm, se še ni pojavila, dasi je bila spodnja plast v preseku že z vlago maksimalno nasičena. Za vsaka nanese na tla je tipično, da so na vrhovih vzpetin sestavljena iz drobnih delcev, proti vzhodu pa vse bolj prevladujejo debelozrnate in končno grobe sestavine, kar opazamo tudi v našem primeru.

Najbolj deficitna zemljišča v Ribniški in Kočevski dolini so brez dvoma na prav tako nanese na vzpetini med potokoma Sajevec in Ribnica. To so zamakana steljniška tla. Na površju do 15 cm globine so pokrita z močno humozno glinasto ilovico, v kateri prav tako, kakor v spodnji plasti, prevladujejo delci praha v velikosti 0,002 do 0,02 mm (57—61 %) in delci peska v velikosti 0,02 do 2 mm (20—25 %), v manjši meri delci čiste gline s premerom 0,002 mm (18—19 %). Vrhnja plast je zaradi velike količine humusa črna, niže pa naglo prehaja v modrikastosivo ( $Fe^{++}$ ), zelo vlažno glinasto ilovico, nekoliko marmorirano, z manjšimi rjastimi madeži ( $Fe^{+++}$ ), ki so nastali s prezračevanjem po odmrli in sprhneli koreninski mreži rastlinstva. Zemlja je prvotna rjavica, ki je zaradi

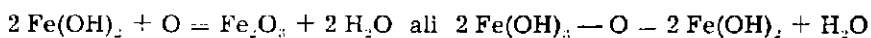
stalne vlage svojo rdečkasto barvo spremenila v modrikastosivo po formuli:



ali v hidroksidni obliki:

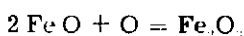


rdeče                      rdeče                      modro                      modro



modro                      rdeče                      rdeče                      modro

Po prezračitvi zemlje zaradi drenaže gre razvoj v obratni smeri:



Umevno je, da je v zemlji prisotnih še nešteto drugih snovi, ki vplivajo na razne odtenke barv.

Podrobno smo analizirali humozno steljniška tla (Ranker-Kubišna 1953) na važnejše fizikalne lastnosti zemlje v plasti 0—30 cm.

## 7. razpredelnica

Pedol presek	Specifična teža		Trenutna vlaga %	Poroznost %	Sposobnost sprejemanja		Vrsta zemlje
	prava	prostorska			vode %	zraka %	
9	2,64	1,52	40,17	42,42	42,42	0,00	glinast prah (glinasta ilovica)

Iz analize vidimo, da so tla z vodo maksimalno nasičena in zato tudi nezračna, kar potrjuje tudi modrikasta barva. Zato uspeva samo kislo rastlinstvo, katerega korenčje je edino sposobno jemati potreben kisik iz vode, dočim ga morejo kulturne rastline dobivati le iz zraka. Tla so močno kislja (pH v n KCl = 4,00), zelo revna s fosforjem, kalijem in kalcijem, toda v vrhnji plasti do globine 15 cm zelo bogata s humusom, ki je pa, kakor spodnje plasti, zelo močno kisel, torej zelo nasičen s huminskimi kislinami. Zato nas ne čudi odsotnost železovca, peščenjaka in dolomita zaradi popolnega razpada rudnin. Iz tega vzroka so tla močno izprana steljniška (V = 28—37 %), vendar jih je z ustreznimi kmetijskimi ukrepi možno spremeniti v kulturnejše in donosnejše stanje. Njihova sedanja rodnost je le 28—37 odstotna.

Na Kočevskem polju zavzemajo največje površine zmerno in tudi že močno izprana globoko rjava kraška tla, večinoma nanescena s Kočevske gore. Na takih tleh so obsežne poljedelske površine državnih posestev



Mahovnik, Mlaka in Stara cerkev. Na prvi pogled je zemlja dokaj rodovitna, toda podrobna analiza je pokazala, da je ponekod umerjeno, ponekod močnejše izprana. Vrednosti hidrolitične kislosti ( $y_1$ ) so zelo velike, vrednosti nasičenja z bazami (S) pa zelo majhne, kar je značilno za tla zelo vlažnega in hladnega podnebja. Zemljišča so revna s kalcijem ( $\text{CaO} = 0,17\text{--}0,20\%$ ), fosforjem ( $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,03\text{--}0,07\%$ ), zmerno oskrbljena s kalijem ( $0,12\text{--}0,22\%$ ), revna s humusom ( $\text{hm} = 1,48\text{--}2,94\%$ ) in tudi s skupnim dušikom ( $\text{N} = 0,08\text{--}0,27\%$ ). Tudi železo ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} = 1,82\text{--}4,10\%$ ) in aluminij ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,57\text{--}3,94\%$ ) sta iz obdelovalne plasti že precej izprana. Posevki dokaj slabo uspevajo delno zaradi premočnega vezanja že itak pičlih količin fosforja z železom in aluminijem v netopne fosfate, delno zaradi slabega zračenja.

### III. Rodovitnost zemljišč

Po sedanjih pedoloških raziskavah moremo podati približno oceno rodovitnosti za posamezne pedološke tipe zemljišč Ribniške in Kočevske doline. Pri oceni rodovitnosti odločajo mnogi činitelji, od katerih so najbolj značilni: geološka osnova, glinovitost, podtalnica in površinska voda, podnebje, stopnja pedološkega razvoja in sposobnost zemljiške proizvodnje.

Rodovitnost zemljišč je v našem primeru precej različna, izražamo pa jo v odstotkih. Največjo rodovitnost dosega zemljišče, v katero je za isto količino doseženih pridelkov vložena najmanj truda in gmotnih sredstev. Taka zemlja so slabo degradirana vojvodinska črnica eolskega porekla (černozem) in globoke naplavine, če je obdelovalna plast ilovnata s 25 do 40 % glinastih delcev in s preko 30 % prašnatih delcev. Obdelovalna plast je torej globoka in ilovnata, dobro humozna ( $> 3,5\%$  humusa), nevtralne reakcije ( $\text{pH v n KCl} = 6,5\text{--}7,5$ ), z dovoljno kalcija, ki daje zemlji dobre fizikalnokemijske in mikrobiološke lastnosti z normalno globino podtalnice ( $> 120\text{ cm}$ ). Njena proizvodna sposobnost je 90 do 100 %. Glede na prirodno stanje zemljišč na Ribniško-Kočevskem polju (poplave, prekomerna vlažnost, prekomerna osušitev, neugodne fizikalne in kemijske lastnosti itd.) , njihova rodovitnost v primeri s slabo degradiranim černozemom in globoko apnenčasto rečno naplavino koleba v mejah od 28 do 68 %.

### Gospodarska vrednost zemljišč

Gospodarska vrednost posameznih zemljišč je v Ribniški in Kočevski dolini dokaj različna. Odvisna je predvsem od prirodnih vplivov, ki jih je z melioracijami možno do neke mere popraviti. To zadeva predvsem občasno poplavljana in zamočvirjena zemljišča, v manjši meri nepoplavljalna in kraška tla.

1. Poplavna in zamočvirjena zemljišča so predvsem travniki s slabšo travo, ki je zaradi poplav večkrat zablata in zato okužena z metljavostjo. Iz teh razlogov je njihova gospodarska vrednost in uporabnost slaba. Po izvršenih melioracijah naj travniki zaradi prevladujoče in najdonosnejše živinoreje ostanejo še naprej kot stalni travniki.

2. Občasno poplavljena zemljišča so delno njive, delno travniki s polsladkim travinjem. Njivski pridelki so tvegani, travniki so pa prav tako poplavljeni in okuženi z metljavostjo. Po odpravi poplav bodo zemljišča sposobna za preoranje kot menjalni travniki s travnimi mešanicami v kolobarju. Zemljišča na plitvih in valovitih kraških tleh pa naj se spremene v čredinske pašnike ali pa naj se posadijo s posebno vrsto topole, primerne za kraška tla.

3. Nepoplavljena zemljišča so na ravnici in na vzpetinah.

V ravnici so predvsem dobre njive, na vzpetinah slabše njive, menjalni travniki, najslabša pa so zemljišča pod steljniki in gozdom. Slednja bodo po izboljšavi sposobna predvsem za menjalne travnike, delno pa za čredinske pašnike.

Vsa zemljišča so zelo revna s fosforjem, ponekod tudi s kalijem in kalcijem, na Kočevskem polju pa so poleg tega ponekod še slabo humozna in s tem v zvezi tudi revna z dušikom, kar se izraža zlasti na ornica. Preoravanje zemljišč v stalne njive, predvsem onih, ki so bila nedavno pod gozdom ali travinjem, je nesmotrno, ker so tudi podnebni pogoji za poljedelstvo neugodni, primerni so predvsem za travništvo in pašništvo.

## Kmetijske značilnosti

### 1. Stanje zemljišč

Po statističnih podatkih je razvidno, da na celotnem Ribniško-Kočevskem polju prevladujejo gozdovi (62,6 %), sledijo travnišča (travniki, pašniki in senožeti — 25 %), tretje mesto zavzema poljedelstvo (4,4 %), zadnje mesto pa sadjarstvo (0,5 %). Vinogradništva ni zaradi neugodnega podnebja. Statistika tudi kaže, da je površina njiv, travnikov in pašnikov občutno zmanjšana v korist senožeti, gozdov in nerodovitnega sveta. Po teh podatkih ter po izsledkih terenskih in laboratorijskih raziskav moremo sklepati, da je v Ribniško-Kočevskem polju že precej močna degradacija zemlje in z njo v zvezi celotno tamkajšnje kmetijsko gospodarstvo, ki ga je možno popraviti le z zboljšanjem živinoreje, oziroma travništva in pašništva.

Iz analize podatkov po interni publikaciji Zavoda za statistiko in evidenco LR Slovenije (1953, št. 81): »Površine zemljiških kategorij, rastlinskih skupin in posevkov v letu 1953« moremo posneti, da je bil zemljiški kataster na ozemlju LR Slovenije uveden v letih 1817 do 1826. Po tem katastru je bilo v LR Sloveniji veliko več obdelovalne zemlje kakor danes. Padeč rodovitne oziroma obdelovalne zemlje si je možno razlagati tudi s tem, da v zadnjih 50—60 letih opuščajo njive v hribovitih krajih zaradi poslabšanja pedoloških lastnosti zemlje.

Blizu 1700 ha zemljišč, ki bi po melioraciji kmetovanju najbolj ustrezala, trpi od poplav in od prekomerne vlažnosti. To stanje, ki ga še poslabšuje upadanje rodovitnosti vseh ostalih zemljišč, precej občutno zmanjšuje njihovo proizvodnost in s tem tudi celotnega kmetijskega gospodarstva Ribniško-Kočevske doline.

## 2. Struktura gospodarstev in kmečkega prebivalstva

Prebivalstvo je v severozahodnem delu doline, to je na območju Ribniške in Sodraške doline precej gosto naseljeno, dočim je Kočevski del, razen mesta Kočevja in njegove okolice zaradi slabe rodovitnosti zemlje in pomanjkljive oskrbe z vodo slabo naseljen. Strukturo gospodarstev in prebivalstva v l. 1954 kaže 8. razpredelnica.

### 8. razpredelnica

Občina	Gospodarstev (gospodinjstev)			
	Število	Število članov v kmetijstvu		
		zaposlenih	izven kmetijstva	Skupno
Sodražica	567	2487	5	2492
Ribnica	813	3299	184	3483
Dolenja vas	378	1507	85	1592
Kočevje	1410	5499	52	5551
Kočevska reka	190	613	153	766
Mozelj	137	540	11	551
<b>Skupaj . . .</b>	<b>3495</b>	<b>13945</b>	<b>490</b>	<b>14435</b>

Širom doline je najbolj razvita lesna industrija in domača obrt s suho robo. V zasebnem sektorju obstajajo vse kategorije kmetijskega gospodarstva od 0,05 ha do 20 ha. Prevladujejo srednji in mali kmetje, ki si poleg svojih rednih opravkov iščejo zaslužka tudi v prevozništvu, in kočarji, ki se preživljajo v lesni industriji, v kočevskem premogovniku, v opekarnah, v tekstilni tovarni, ali pa izdelujejo suho robo, s katero zalagajo tržišča v drugih krajih ali pa jo samostojno prodajajo širom Slovenije in Jugoslavije. Del kmečkega prebivalstva se preko leta preživlja tudi z nabiranjem gozdnih sadežev in zdravilnih rastlin, preko zime pa s pletarskimi izdelki iz slame, vrbovega šibja in leskovih viter.

## 3. Vodna preskrba

Vodna preskrba je v Ribniško-Kočevski dolini zelo pereča zlasti v sušnih letih, ko izvirkri vode skoraj popolnoma presahnejo. V današnjem stanju je prebivalstvo navezano le na pomanjkljivo vodovodno omrežje v Ribnici in Kočevju, povsod drugod pa je prebivalstvo navezano na presihajoče studence in vodnjake, kapnice, lokve in vodotoke, ki pa iz zdravstvenih ozirov nikakor ne ustrezajo potrebam po dobri pitni vodi niti prebivalstvu niti živini. Ze Valvazor omenja pomanjkanje dobre pitne vode še v času, ko je bila naseljenost mnogo manjša od današnje. Pri

tem omenja, da ima potok Rakitnica, tudi kadar je kristalno čista, najbolj strupeno vodo, v kateri ne morejo živeti niti ribe. To dejstvo potrjuje tudi današnje stanje. S poskusnim poribljavanjem so ugotovili, da so ribe živele le 24 ur, nato pa poginile, pravi vzrok temu pa do danes še ni pojasnjen.

Terenske pedološke raziskave zemljišč so nam dale šele napotek na prave vzroke o slabi kakovosti vode, zlasti tiste, ki prihaja iz Velike in Kočevske gore bodisi po površini bodisi pod zemljo, kar zadeva predvsem potok Rakitnico. Pri obarvanju z azolithminom so normalne vode dale zelenkasto barvo, ki označuje nevtralno do slabo lužnato reakcijo, dočim je poskus z vodo iz Rakitnice prikazal rdečo barvo, ki označuje kislno reakcijo vode, kar se popolnoma ujema s popolnoma razmeščano dolomitnoapnenčasto gmoto v pedoloških presekih zemljišč ob spodnji Bistrici, ob Sajevcu, Ribnici ter ob Rakitnici in Rinži. Že iz teh izsledkov moremo zaključiti, da je glavni vzrok slabe kakovosti vode njena premočna nasičenost s huminskimi kisljinami, ki prihajajo pomešane s padavinsko vodo z više ležečega gozdnega področja Velike in Kočevske gore. Za ugotavljanje stopnje nasičenosti navedenih voda s huminskimi kisljinami, zlasti onih, ki prihajajo v Rakitnico iz više ležečega Jezera, je potrebna podrobnejša kemična analiza glede na huminske kisline pa tudi na žveplove okside, s katerimi so tla Ribniške in Kočevske doline zelo bogata.

#### LITERATURA

- Gračanin M., 1947, Pedologija II. — Fiziografija tala, Zagreb.  
Gračanin M., 1950, Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkom istraživanju, Zagreb.  
Hrovat A., 1953, Kraška ilovica, njene značilnosti in vpliv na zgradbe, Ljubljana.  
Kubišna W. L., 1953, Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Stuttgart.  
Lang R., 1920, Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde, Stuttgart.  
Melik A., 1955, Kraška polja Slovenije v pleistocenu, Ljubljana.  
Rus J., 1921, Ribnica i Kočevje — Glasnik Geografskog društva u Beogradu.

## POROČILO O DELU SLOVENSKEGA GEOLOŠKEGA DRUŠTVA V POSLOVNI DOBI 1956/57

*Anton Ramovš*

Dne 4. in 5. novembra 1957 je bilo drugo zborovanje članov Slovenskega geološkega društva, ki je obsegalo vrsto strokovnih predavanj, občni zbor in geološko ekskurzijo na Lubnik. Razen velikega števila geologov so prisostvovali zborovanju tudi zastopnik Hrvatskega geološkega društva in zastopniki sorodnih društev in ustanov v Sloveniji. Zborovanje je pričel predsednik dr. A. Ramovš in posebej pozdravil zastopnika Hrvatskega geološkega društva in predstojnico Geološkega inštituta zagrebske univerze doc. dr. V. Kochanský-Devidé, zastopnika Geografskega društva Slovenije prof. dr. S. Ilešiča in zastopnika Prirodoslovnega društva Slovenije, znanstvenega sodelavca SAZU dr. M. Wraberja.

V nadaljevanju pozdravnega govora je predsednik poudaril, da postajajo posamezne panoge geologije v gospodarstvu čedalje važnejše in bomo posvečali na takih zborovanjih največjo pozornost problemom naših rudnikov, premogovnikov, naftnih področij, hidroenergetskih in drugih gradbenih objektov. Pri izdelavi pokrajinskih gospodarskih načrtov je postalo važno tudi petrografsko kartiranje.

Po pozdravnem govoru in pozdravih zastopnikov društev so sledila predavanja, katerih vsebino objavljamo v tej knjigi. Naslednji dan je bila geološka ekskurzija na Lubnik pod vodstvom dr. A. Ramovša. Udeleženci so si ogledali geološke zanimivosti in posebnosti med Škofjo Loko in Lubnikom.

Pregled društvenega dela od zadnjega občnega zbora v oktobru 1956 je razviden iz poročil odbornikov na 6. rednem občnem zboru, ki je bil 4. novembra 1957 zvečer.

Poročilo predsednika in referenta za predavanja dr. A. Ramovša

Lanskoletni program Slovenskega geološkega društva je obsegal v glavnem trojno delo: 1) prirejanje strokovnih predavanj, popularizacija geologije in priprava 2. zborovanja slovenskih geologov, 2) priprava za 2. jugoslovanski geološki kongres v Sarajevu in s tem v zvezi izdelava standarda za regionalno geološko karto FLRJ in 3) posebna skrb za napredek geologije v srednjih šolah.

Pri prirejanju predavanj je imelo društvo glede na prejšnja leta lep napredek. Predavanja so bila naslednja:

Doc. D. Kuščer v novembru 1956: En mesec prospektiranja po Švedskem.

Doc. D. Kuščer v decembru 1956: En mesec geološkega kartiranja po Kalcidonidih.

Prof. dr. B. Škerlj v decembru 1956: O problemu neandertalca.

Asist. D. Nedela-Devidé v januarju 1957: Prispevek k poznavanju volčanskih skladov v dolini Soče.

Prof. dr. I. Rakovec v februarju 1957: O razvoju mlajšega pleistocena v Sloveniji.

Geol. A. Grmšičar v februarju 1957: Ogled Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij LRS.

Prof. dr. ing. B. Vovk v marcu 1957: Mejno področje med geologijo in pedologijo.

Ing. I. Celmič v marcu 1957: Masovna eksploatacija kamna pri izgradnji luke v Latakiji.

M. Kambič in dr. A. Ramovš v marcu 1957: Ameriški kanjoni v luči geologije in barvne fotografije.

Geol. L. Žlebnik v aprilu 1957: Geološke razmere med Kolašinom in Zgornjo Moračo glede na projektirano HE Tara-Morača.

Prof. dr. V. Bohinec v aprilu 1957: Ljubljana, čudovita reka.

Ing. D. Jelenc v maju 1957: Geološke razmere in možnosti razvoja rudarstva v Etiopiji.

Geol. A. Grimšičar v maju 1957: Kakšne minerale lahko preiskujemo s pomočjo diferencialno-termične analize.

Razen navedenih predavanj so imeli člani društva še pet referatov na 2. zborovanju slovenskih geologov:

Ing. I. Štruel: Geološki problemi rudonosnega področja med Peco in Uršljo goro ter njihov pomen za rudarsko-geološke raziskave in za razvoj mežiškega rudnika.

Dr. A. Ramovš: Pomen petrografskega kartiranja za pedološka in fitosociološka raziskovanja v okviru pokrajinskih gospodarskih načrtov.

Geologa A. Grimšičar in T. Očepek: Rezultati mineraloških preiskav nekaterih jugoslovanskih serpentinskih azbestov.

Prof. dr. I. Rakovec: Pomen faciesov za stratigrafijo in tektoniko.

Prof. dr. S. Brodar: Pregled dosedanjih paleolitских najdišč v Jugoslaviji.

Povečini so bila predavanja zelo dobro obiskana in zanimanje zanje je precej naraslo. Naša želja je bila tudi, z nekaterimi zanimivimi in bolj poljudnimi predavanji čimbolj popularizirati geologijo in vzbuditi večje zanimanje zanjo. Skupaj s Prirodoslovnim društvom smo priredili predavanje doc. D. Kuščerja o geoloških sprehodih po Švedskem. Nadalje so pripravili člani društva ciklus predavanj za Ljubljanski radio. Izšla je tudi prva geološka številka Proteusa. Razen tega so pisali člani društva tudi v druge revije in dnevno časopisje. Vsekakor pa je treba

omeniti tudi tretjo knjigo lepo opremljene revije »Geologija«, ki jo izdaja Geološki zavod v Ljubljani. Njena bogata vsebina jasno govori o delavnosti članov društva tudi na tem področju.

Društvo je sodelovalo nadalje pri organizaciji 2. jugoslovanskega geološkega kongresa, ki je bil od 8. do 14. oktobra 1957 v Sarajevu. Udeležilo se ga je tudi precej slovenskih geologov, ki so imeli tam pet referatov.

Težišče društvenega dela je bilo v skrbi za napredek geologije v naših srednjih šolah. Slovensko geološko društvo ji je že leto poprej priborilo znova mesto v srednjih šolah v okviru prirodropisa.

Profesorji prirodoslovnih predmetov na srednjih šolah in tudi vsi drugi, ki se zanimajo za naravo, pogrešajo priročnik, ki bi na poljuden način razkrival obiskovalcem narave sestav, zgradbo in nastanek pokrajin, kjer iščejo razvedrila v prostem času. Priročnik geoloških sprehodov po Sloveniji je imel v načrtu že pokojni G e r m o v š e k , vendar moremo šele danes poročati, da je gradivo zanj zbrano. Po obljubi Mladinske knjige bo knjiga izšla v marcu prihodnjega leta. V priročniku je zbranih 24 geoloških izletov po raznih krajih Slovenije, opremljenih z geološkimi kartami, profili in fotografijami. Razen tega bo v priročniku tudi pregled geološke zgodovine Slovenije.

#### Poročilo tajnika L. Š e r c l j a

V minulem poslovnem letu je Slovensko geološko društvo odposlalo 158 in prejelo 59 dopisov, skupno 217 dopisov, in sicer od zaključne številke prejšnjega odbora 72/56 do 124/56 ter od številke 1/57 do 178/57.

Tako visoka številka v administraciji gre na račun ankete in vabil na zborovanje, delno pa tudi na račun II. kongresa v Sarajevu.

1. A n k e t a. Namen ankete je bil, dobiti podatke o možnosti zaposlitve geologov in mineralogov, o zaželeni specializaciji, o počitniški praksi in o možnosti štipendiranja. Za podatke smo vprašali okoli 30 podjetij in ustanov. Od večine smo odgovore dobili in jih na kratko povzemamo.

Geološki zavod bo predvidoma potreboval še 6 geologov in mineralogov različnih smeri in bo nudil dve štipendiji. (Od teh je zdaj ena že oddana.) Rudnik Zagorje bo rabil enega geologa-paleontologa, Rudnik Mežica enega, Marmorindus Sežana enega in Nafta Lendava enega. Razen tega je bilo mogoče dobiti še več večmesečnih praks.

Po času zaposlitve so bili rezultati taki: takoj dobijo službo trije diplomirani geologi, leta 1958 dva, leta 1960 dva diplomirana geologa in dva diplomirana mineraloga, leta 1962 en diplomiran geolog.

2. Z b o r o v a n j e. Zanj smo izvedli potrebne organizacijske priprave in razposlali vabila.

N o v i č l a n i. V minuli poslovni dobi je bilo sprejetih precej novih članov, tako da je naraslo naše število na 96. Sprejeti so bili: dr. Bohinc Valter, prof. Cigoj Lidija, kustos Cimerman Franc, dr. ing. Grafenauer Stanko, prof. Kapus Franc, dipl. geol. Krošlj Nuša, dipl. geol. Novak

Dušan, ing. Pavšer Marjan, ing. Ravnik Danilo, dr. Savnik Roman, ing. Sušin Jože, dipl. min. Speletič Valentina, ing. Štrucl Ivo, dipl. geol. Tovornik Sonja, dipl. min. Vozelj Dušan; kot izreden član pa je bil sprejet štud. Čampa Janez.

Društvo je imelo šest rednih sej, na katerih je obravnavalo tekoča vprašanja. Na zadnji seji je odbor sklenil tudi predlagati izvolitev prvih dveh častnih članov našega društva.

#### Poročilo blagajnika F. Drobnet a

##### *I. Hranilniška služba: Dohodki:*

62.228.— ostanek od prejšnjega leta  
38.000.— dotacija Sveta za znanost in kulturo  
107.882.— prenos od I. jugoslov. geol. kongresa na Bledu  
16.160.— prodaja kongresnega zbornika  
1.000.— članarina  

---

225.270.— dohodkov v letu 1957.

##### *Izdatki:*

100.000.— dvig za kritje izdatkov  
2.000.— položnice  
1.170.— manipulativni stroški  

---

103.170.— izdatkov v letu 1957  
  
225.270.— dohodkov  
--103.170.— izdatkov  

---

122.100.— še ima Slov. geol. društvo naloženo v hranilnici, kar se ujema z izpisom št. 30 — Hranilnice Ljubljanske z dne 21. oktobra 1957.

##### *II. Ročna blagajna:*

*Prejel:* 100.000.— iz hranilnice  
8.300.— od članarine  
7.400.— prodaja kongresnega zbornika  
3.810.— prodaja vstopnic za predavanje dr. Bohinca  
4.640.— ostanek v ročni blagajni od lanskega leta  

---

134.150.— dohodek v ročno blagajno med letom



- Izdal:* 60.115.— predavanja, potni stroški za seje Zveze geol. društev  
 20.000.— prispevek II. jugoslov. geol. kongresu  
 10.000.— članarina geol. društev za l. 1956 in 1957  
 8.598.— pisarniški material  
 5.574.— znamke, poština  
 4.874.— oglasi in objave v časopisih  
 4.524.— ekskurzijski priročnik  
 6.120.— izdatki za projiciranje, izdelava diapozitivov, snažilka.
- 
- 119.805.— izdatki v letu 1956/57  
 134.150.— dohodkov v ročni blagajni v letu 1957  
 —119.805.— izdatkov v ročni blagajni v letu 1957
- 
- 4.345.— se nahaja v ročni blagajni.

Slovensko geološko društvo poseduje 126.445.— *gotovine*. Izdatki so znatno presegle dohodke v letu 1957, če odštejemo prenos od I. jugoslov. geol. kongresa na Bledu in ostanek od prejšnjega leta, ter so za 45.135.— dinarjev večji od dohodkov.

#### Poročilo zastopnika šolskega odbora H. U s o v e

V letošnji poslovni dobi je šolski odbor dosegel, da se je pouk geologije in mineralogije na gimnazijah poživil in izpopolnil.

V ta namen je organiziral v strokovnem aktivu profesorjev prirodo-pisa dve predavanji in celodnevno ekskurzijo na Lesno brdo. Obe predavanji je imel prof. Duhovnik, ekskurzijo pa je vodil asist. dr. Ramovš.

Največji uspeh odbora je, da je organiziral izpopolnitveni tečaj za predavatelje geologije. Tečaj je trajal 10 dni, od 1. do 10. julija 1957. Na tečaju so bila predavanja iz mineralogije, petrografije, geologije in paleontologije, združena z vajami. Bile so 4 ekskurzije, med njimi ena dvodnevna na Pohorje. Na tečaju so predavali univerzitetni predavatelji, vsi člani društva, ekskurzije pa sta vodila dr. Ramovš (3) in prof. Duhovnik (1). Tečaj je vodil dr. Ramovš. Vsi udeleženci so bili s tečajem zelo zadovoljni, tako s snovjo, ki je bila obravnavana, kot tudi z organizacijo.

V starem učbeniku za geologijo in mineralogijo je način obravnave snovi zastarel. Rokopis za nov učbenik je pripravljen. Verjetno bo v začetku novega šolskega leta že v prodaji.

#### Poročilo zastopnika komisije za geološko karto LR Slovenije pri Geološkem društvu M. Pleničarja

V letošnjem poslovnem letu je naša komisija sodelovala z zvezno komisijo za geološko karto FLR Jugoslavije pri izdelavi standarda. Na več sejah v Sarajevu, kjer je bil letos sedež Zveze geoloških društev, je bil izdelan načrt standarda, ki ga je nato sprejel II. jugoslovanski geološki kongres v Sarajevu.

Po nekaterih popravkih in dopolnitvah bo standard predložen Komisiji za standardizacijo pri Zveznem izvršnem svetu v Beogradu. Čim bo ta komisija standard sprejela, bo imela geološka karta, izdelana po predpisih, ki jih standard določa, uraden značaj.

Osnovne poteze bodoče geološke karte FLRJ bodo naslednje: Karta se bo izdelovala v merilu 1:50.000, in sicer se mora vsak list tiskati v dveh delih. Del A bo prava geološka karta, del B pa bo inženirsko-geološka, hidrogeološka in geomorfološka karta. Poleg karte je predviden tolmač v velikosti petih avtorskih pol s kratko vsebino v enem od svetovnih jezikov.

Po končanih poročilih je društvo izvolilo svojega soustanovitelja in prvega predsednika akademika prof. dr. I. R a k o v c a za svojega prvega častnega člana. Za častnega člana je bil izvoljen tudi sloviti paleontolog, akademik dunajske akademije, prof. dr. O. K ü h n.

Po diskusiji in razrešnici staremu odboru so sledile volitve novega odbora. Za predsednika je bil ponovno izvoljen dr. A. R a m o v š, za odbornike pa naslednji člani: doc. D. K u š č e r, M. P l e n i č a r, A. G r i m š i č a r, L. Š e r c e l j, R. P a v l o v e c, H. U s, F. D r o b n e, L. R i j a v e c, D. D e l e j a. Študentje so znova izvolili V. F e r j a n - č i č a.

## ANALIZA PLEISTOCENSKIH JAMSKIH SEDIMENTOV

Predavanje Franca Osoleta dne 28. II. 1958

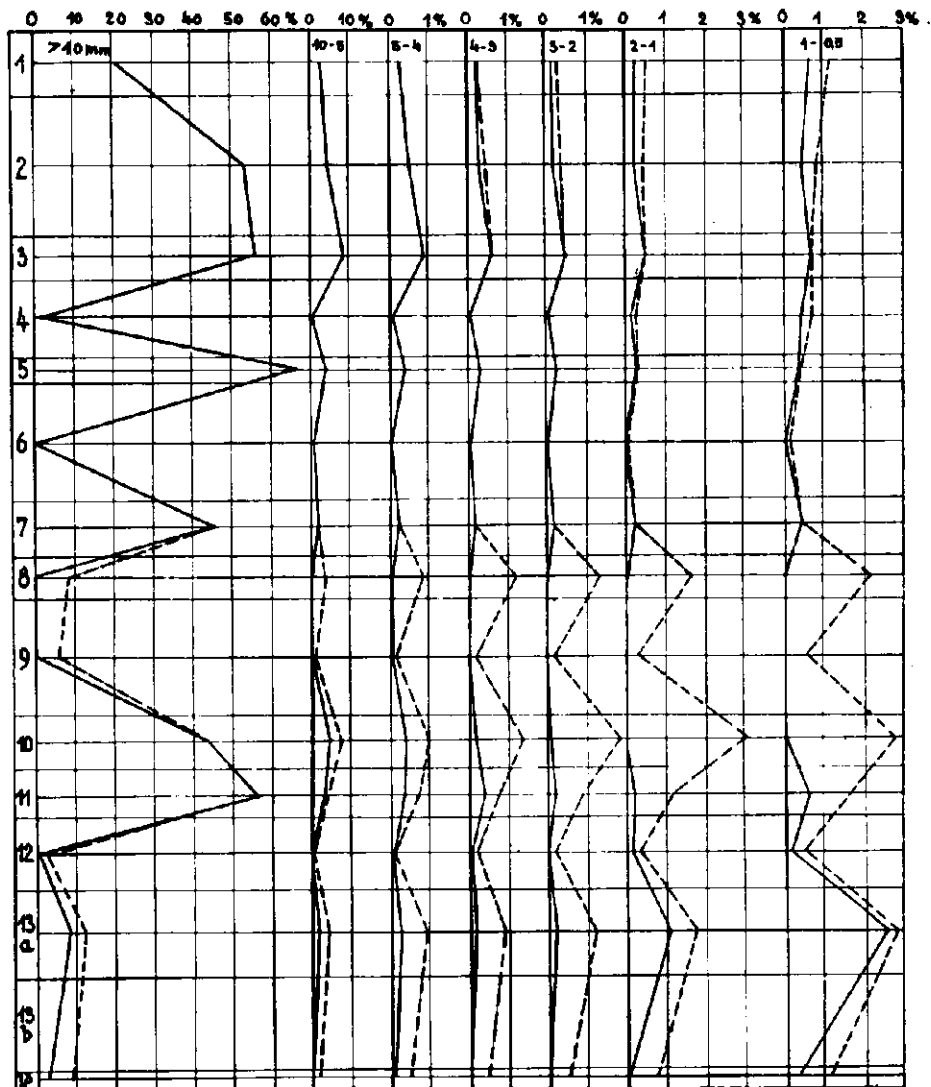
Prisojanje paleolitskih kulturnih ostankov iz jamskih sedimentov stadialom, interstadialom oziroma interglacialom, se je do nedavnega naslanjalo izključno na spremljajočo pleistocensko favno in floro. Sčasoma pa se je zanesljivost paleontološke metode močno omajala. Pokazalo se je namreč, da so fosilni živalski ostanki, razen izjemnih vrst, premalo občutljivi klimatski indikatorji. Ni jih mogoče enako vrednotiti v različnih geografskih širinah in nadmorskih višinah. Kočljivi so primeri, kjer je favnističnih ostankov malo, ali so slabo ohranjeni in za točnejšo determinacijo neuporabni. Nič boljše ni z rastlinskimi ostanki, ki se kot pelodna zrna ne najdejo v jamah, lesno oglje je pa v večini naših paleolitskih postaj redko. Ta metoda popolnoma odpove pri paleontološko sterilnih plasteh. Treba je bilo poiskati nova, zanesljivejša pota. Izhod je našel Robert Lais. V svojem načelnem članku o jamskih sedimentih (Lais, 1941) je prikazal, da so sami sedimenti dovolj zanesljivi klimatski indikatorji. Njegov sklep je bil zelo preprost. Če vsebujejo podzemeljske jame po sestavu različne sedimente, so morali obstajati različni pogoji za njihov nastanek. Ker pa prihajajo v poštev le klimatski pogoji, se morajo v različnih jamskih sedimentih zrealiti različne klime. S skrbnim proučevanjem je bilo treba ugotoviti produkte mehaničnega in kemičnega preperevanja matične kamenine, iz česar posredno lahko sklepamo na vsakokratne klimatske prilike. Ker pa obstajajo prehodi med obema tipoma preperevanja, je bilo potrebno iz primerjalnih razlogov te ugotovitve prikazati čim natančneje. Kot najprimernejša se je pokazala kvantitativna granulometrična analiza jamskih sedimentov, ki v številkah ali grafično prikazuje obseg posameznih vrst preperevanja.

V naslednjem imam namen prikazati bistvo Laisove raziskovalne granulometrične analize. Prikazal jo bom nekoliko obširneje zato, ker smo v njen postopek uvedli marsikaj novega. Kljub prilagoditvam in dopolnitvam pa je naša analiza ohranila vse možnosti, da se njeni izsledki lahko primerjajo s tujimi raziskavami.

V sveže odkopanem jamskem profilu si izberemo navpičnico, ki po možnosti seče vse v profilu nastopajoče plasti. Le redko se nam ponudi taka prilika, večinoma je treba kombinirati več navpičnic. S tem si umetno ustvarimo profil z vsemi nastopajočimi plastmi, tako imenovani normalni profil. Najprimernejši so se pokazali profili nekaj metrov v notranjosti jame, kjer so že ugasnili predjamski vplivi, ni pa še prišlo do uveljavljanja globokojamskega okolja. Ob določeni navpičnici vza-

memo vzorce plasti. Mestom odvzema točno določimo koordinate. Množina vzorca je odvisna od sestava plasti. Vzorec mora zajeti vse značilne sestavne dele plasti v povsem naravnem razmerju. Navadno v dveh do treh kilogramih zajamemo bistvo plasti. Če se posamezna plast spreminja v vertikalni smeri, je treba vzeti več vzorcev. Ko so vzorci popolnoma suhi, pristopimo k analizi. Stehtanemu vzorcu odsejemo nekaj dekagramov frakcije, manjše od 1 mm, kar prihranimo za analizo finih frakcij in določanje množine kalcijevega karbonata. Ves ostanek vzorca z zrni premera nad 1 mm kuhamo v večji množini vode tako dolgo, da se razpusti vsa ilovica. Skozi sito z luknjicami premera 1 mm odplavimo s pomočjo močnega vodnega curka vso ilovico in zrna, manjša od 1 mm. Na situ ostali material posušimo in na to presejemo v frakcije, večje od 10 mm, 10—5, 5—4, 4—3, 3—2 in 2—1 mm ter jih stehtamo. Dobljena utežna razmerja preračunamo v odstotke z ozirom na ves odtehtani vzorec. Množino frakcije, manjše od 1 mm, računsko ugotovimo z odštevanjem. V vsaki frakciji vseh vzorcev z roko odberemo material, ki je nastal po zmrzali zaradi drobljenja jamskega stropa in sten. Tudi te količine, izražene v utežnih enotah, preračunamo v procente. Tako smo dobili za vsako frakcijo vseh vzorcev po dva podatka. Eden nam izraža v odstotkih v določeni frakciji ves zrnat material ne glede na njegov izvor, drugi pa le produkt mehničnega preperevanja, to je zaradi zmrzali. Zaradi večje preglednosti dobljene podatke, zbrane v tabelah, prikazemo še v diagramih. Na ordinato koordinatnega sistema nanesemo v primernem razmerju povprečne debeline plasti v ugotovljenem stratigrafskem zaporedju (1. sl.). Nato označimo v vsaki plasti mesto, kjer je bil vzeti vzorec. Abscisno os razdelimo v enote, ki predstavljajo odstotke. V tako prirejeni koordinatni sistem nanesemo na mestih, kjer so bili vzeti vzorci, odstotne vrednosti za največjo frakcijo (v našem primeru večjo od 10 mm) ne glede na izvor posameznih delcev. Če zvežemo vse tako dobljene točke na abscisah, dobimo lomljeno črto. Imenovali jo bomo bruto črto. Na isti koordinatni sistem nanesemo nato vrednosti za isto frakcijo, ki predstavljajo le mehnično preperevanje. Črto, dobljeno na ta način, bomo imenovali neto črta. Ta se bo morebiti delno pokrivala z bruto črto, ali pa vezala manjše abscisne vrednosti. Enako bomo postopali z ostalimi frakcijami; narisali bomo toliko diagramov, kolikor imamo frakcij. V vseh diagramih bo predstavljala neto črta množino zrn, izraženo v odstotkih, ki so nastali po zmrzali, bruto pa odstotke vseh zrn dotične frakcije. S primerjavo medsebojnega odnosa bruto in neto črt v posameznih diagramih odčitamo velikost in mesto razlik. Ob vzporednem pregledu materiala, nam postanejo razumljivi vzroki odstopanj. V ilovnatih plasteh so večinoma vzroki železnomanganske konkrecije, v gruščastih pa pogosto pozneje izločeno sigasto lepilo.

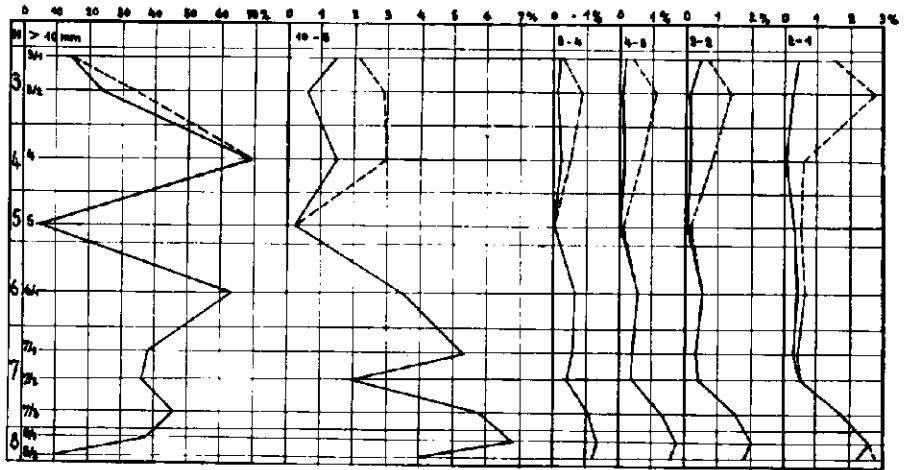
Največ pozornosti velja posvetiti neto črtam, saj je iz njih mogoče razbrati, v katerih plasteh določenega profila je prevladovala zmrzal, kje je ta popolnoma izostala, in podobno. Močni izpadi na desno kažejo obdobja intenzivnega kršenja jamskega stropa in sten, torej poslabšanje klime v primerjavi z mesti brez mehničnega preperevanja. Primerjava neto črt različnih frakcij je pokazala zakonito skladnost v njihovem



1. sl. Diagram granulometrične analize pleistocenskih plasti iz Črnega Kala. Izvlečena črta (neto črta) prikazuje odstotni delež po zmrzali nastalega gruščja v posamezni plasti (1–13 c), prekinjena črta (bruto črta ves zrnat material ne glede na njegov izvor

poteku (glej 1. sliko!). Razlike med vrhovi in dolinami se z manjšanjem frakcij sicer krčijo, toda isti relief se ohranja najpogosteje do 1 oziroma 0,5 mm. Pod to mejo navadno črte spremenijo svoj potek, kar si razlagamo z diagenetskimi spremembami v sedimentu. Te se najmočneje odražajo v najmanjših zrnih. Vse frakcije z enakim potekom svojih neto črt, torej

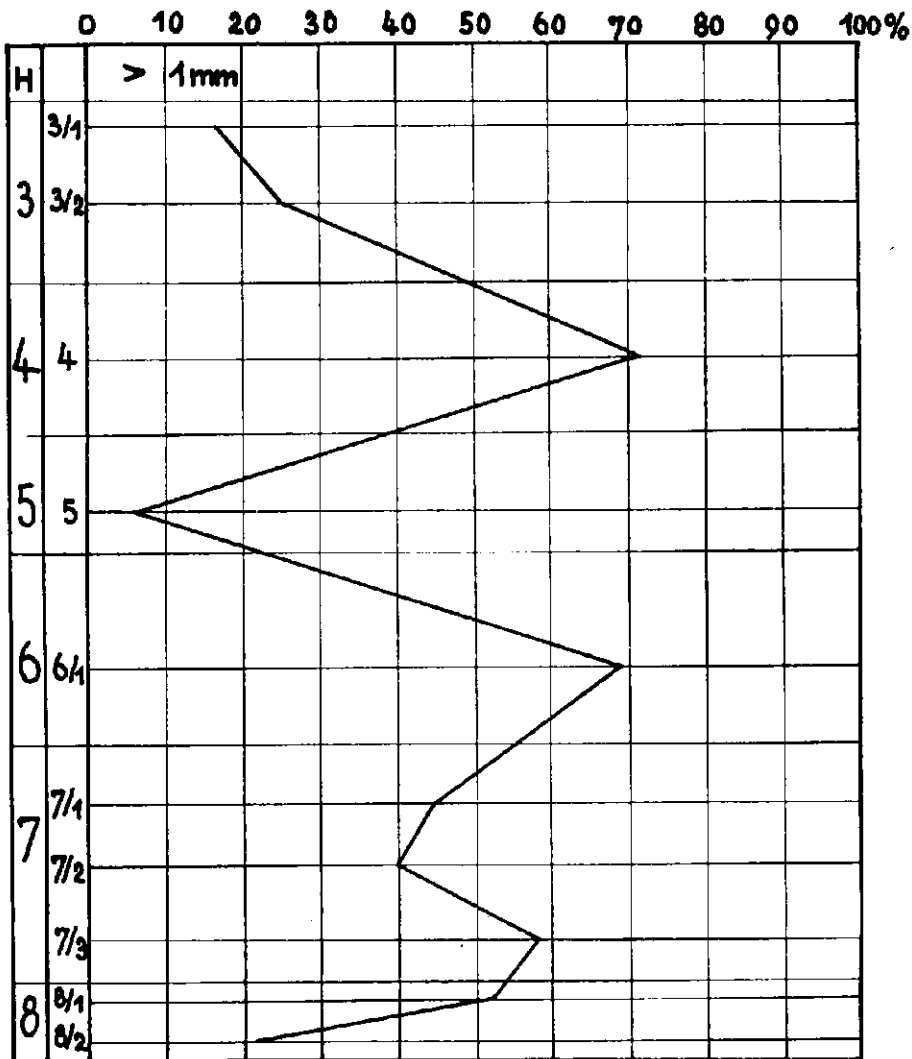
dokler se ohranja podobnost njihovega poteka, lahko brez pridržka prištevamo še k produktom mehaničnega drobljenja matične kamenine. Kakor hitro pa se potek črte bistveno spremeni, to je navadno pri frakcijah, manjših od 1 mm, moramo računati na druge, močnejše vplive, ki spreminjajo prejšnja razmerja. Ta, sicer približna meja, nam daje dovolj poročstva, da smo zajeli glavnino drobirja, nastalega po zmrzali. Na primeru iz Parske golobine spoznamo, da se ta meja ne pojavlja v vseh plasteh pri istih frakcijah (glej 2. sliko!). V četrti plasti, z močnim izpadom na desno v frakcijah do 5 mm, postane relief, ki ga omejuje neto črta pod 3 mm, že zelo plitev. Mnenja smo, da je temu vzrok izdatno korozivno delovanje grušču primešane rdeče ilovice. Iz diagrama je dalje razvidno, da se je nasprotno relief črt ohranil v globljih plasteh še pod



2. sl. Diagram granulometrične analize pleistocenskih sedimentov iz Parske golobine. Izvlečena neto, prekinjena bruto črta. H = humozna holocenska plast, od 3-8 pleistocenske plasti, 3/1 do 8/2 označba vzorcev

3 mm frakcijo, kar je bržkone odvisno od manjše korozivnosti zelenkaste ilovice, primešane tem gruščem. V bazalni, rdeče ilovnati plasti, v primerjavi z višjimi plastmi z manjšanjem zrn relief celo narašča. Ves kameninski drobir tvori na tem mestu od stropa odpadla kristalasta slga, za katero je znana večja odpornost proti korozivskemu delovanju rdeče ilovice. Nemajhen delež k reliefu neto črte v tem odseku profila je doprinesla večja drobljivost sige, posebno v manjših frakcijah. Da nastopajo še druge anomalije v poteku omenjenih črt, je razumljivo, saj na jamske sedimente deluje več faktorjev, ki so slabo proučeni ali popolnoma neznani.

Ko smo kritično precenili vse frakcije in določili mejo, kjer se izgubi ponavljanje regularnosti v poteku črt, lahko pristopimo k izdelavi končnega diagrama. Na enak koordinatni sistem nanesemo za vsako plast posebej ves odstotni delež materiala, nastalega po zmrzali. Velikosti



3. sl. Diagram granulometrične analize pleistocenskih sedimentov iz Parske golobine. Črta predstavlja v odstotkih ves zaradi zmrzali nastal gruščast material, večji od 1 mm v posameznih plasteh. Ostalo kakor 2. slika

abscisnih odsekov nam bodo predstavljale intenzivnost delovanja zmrzali v posamezni plasti. Kjer bo ta prevladovala nad drugimi načini preperevanja, n. pr. nad kemičnim, bomo dotično plast prisočili poledenitvenemu sunku, v nasprotnem primeru pa interglacialu ali interstadialu (glej 3. sliko!). S tem smo dosegli to, kar smo pričakovali od granulacijske analize. Posebno poglavje, ki ga ne bomo tu načenjali, je časovna

opredelitev posameznih klimatskih nihanj, ugotovljenih v naših diagramih.

Razen opisane granulometrične raziskave delcev, katerih premer je nad 1 mm, smo izvedli tudi granulacijsko analizo manjših frakcij. Krivulje, ki smo jih dobili pri tej analizi, odstopajo od njihovega splošnega poteka pri grobih frakcijah. Iz že navedenih razlogov je to razumljivo. Nekateri tuji avtorji pripisujejo manjšim frakcijam večji pomen, kar bi moglo biti v zvezi s specifičnimi pogoji v njihovih jamah (G. Freund, 1955). Po dosedanjih izkušnjah smo prišli do spoznanja, da izsledkov granulometričnih analiz najmanjših frakcij iz naših jamskih sedimentov nikakor ne moremo tako vrednotiti kot večjih frakcij, ampak jih bo verjetno mogoče uporabiti za določanje avtohtonosti oziroma alohtonosti ilovnatih komponent.

Kot dopolnilo granulometrični analizi so še druge raziskave, na primer določitev množine kalcijevega karbonata, humoznih primesi, poroznost matične kamenine in podobno. Razen določevanja množine kalcijevega karbonata pri nas drugih ne izvajamo, ker so glede na skromne in večkrat negotove rezultate predolgotrajne in prezamotane.

Še nekaj pripomb h grafičnemu upodabljanju izsledkov granulometrične analize. Z zgoraj uporabljenim načinom vezanja abscisnih odsekov smo ustvarili prehode, ki verjetno med določenimi plastmi sploh ne obstajajo. V primeru pa, da uporabimo poligonalni način upodabljanja, to je v stolpcih, izključimo vse možnosti prikazovanja dejansko obstoječih prehodov. Ker se je prvi način udomačil v tuji literaturi, smo se zaradi enotnosti zanj odločili tudi mi. V rabi so še drugi načini grafičnega prikazovanja granulometričnih analiz kot na primer tako imenovani tipus krivulje in kumulativne krivulje. Njihova uporabna vrednost kljub nekaterim dobrim lastnostim ni nič večja od opisanih diagramov.

Nikakor ne gre precenjevati vrednosti granulometrične analize in jo smatrati kot edini merodajni ključ za reševanje vseh stratigrafskih problemov jamskih sedimentov. V zvezi z drugimi raziskovalnimi metodami nam je in nam bo dobro služila, posebno, če jo bomo dopolnjevali in izpopolnjevali z novimi prijemi. Dobra stran metode se zlasti odraža v njeni objektivnosti, v numeričnem prikazovanju podatkov in s tem v najširših možnostih primerjanja. S tem načinom so do najvišje mere izključeni morebitni subjektivni vplivi, kar je splošna tendenca na vseh raziskovalnih poljih današnjega znanstvenega udejstvovanja.

#### LITERATURA

Brodar, M., 1955, Poskusno izkopavanje v Mokriški jami, Arheološki vestnik VI./2, str. 204–226, SAZU, Ljubljana.

Brodar, S., 1952, Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine, Geografski vestnik, XXIV., str. 43–76, Ljubljana.

Brodar, S., 1958, Črni Kal, nova paleolitska postaja v Slovenskem Primorju, Razprave IV. razr., SAZU, Ljubljana, v tisku.

Freund, G., 1955, Die Sedimentanalytischen Untersuchungen, Quartär Bibliothek, Bd. 2, str. 152–219, Bonn.

Gračanin, M., 1947, Pedologija II., Zagreb.

Lais, R., 1941, Über Höhlensedimente, Quartär III., str. 56–108, Berlin.

Osole, F., 1958, Pomen jamskih sedimentov za speleologijo, Proteus XX/7, str. 181–185, Ljubljana.



**LADINSKE KAMENINE IN HIDROTERMALNE SPREMEMBE  
ČRNEGA GLINASTEGA SKRILAVCA V OKOLICI ČRNE  
PRI KAMNIKU**

*Ana Hinterlechner*

Z 1 sliko v prilogi

V letih 1957-1958 smo za Rudnik kaolina Črna pri Kamniku kartirali dolino potoka Črne od Stahovice do prelaza Črnilec. Raziskave smo razširili proti severo-vzhodu na okolico Plešivca do Kranjskega Raka, proti jugu pa do Sel in Rožičnega. Zahodno od rečice Kamniške Bistrice smo pregledali okolico Županjih njiv in ozek pas severno ob potoku Bistričici do Kuharja (Slatina).

Kartirano ozemlje je zanimivo zaradi spornega vprašanja »kristalastih skrilavcev« in zaradi nahajališč uporabnih glinastih snovi.

Vprašanje »kristalastih skrilavcev« smo v glavnem rešili. To so ladinske magmatske in metamorfne kamenine, ki smo jih uspeli natančneje določiti. Preiskava glinaste snovi, ki so jo do sedaj imenovali kaolin, pa je pokazala, da gre za ilit.

**Kamenine ladinske stopnje**

Na Tellerjevi karti (1898) so kamenine ladinske stopnje v okolici Črne označene kot kristalasti skrilavci. Raztezajo se od rudniške separacije proti vzhodu v nekaj sto metrov širokem pasu. Pri Logarju se močno razširijo proti severu na Kranjsko Reber in proti jugu do Sel. Zahodno od Stahovice so ladinske kamenine označene tudi na Tellerjevi karti, vendar v manjši razsežnosti kot dejansko nastopajo.

Ladinska stopnja je zastopana z naslednjimi kameninami:

1. psevdofiljski skladi,
2. kremenov keratofir in njegovi tufi,
3. kremenov porfir,
4. avgitni porfirit in njegovi tufi,
5. filit, filitu sličen skrilavec in kloritni skrilavec.

**Psevdofiljski skladi**

Psevdofiljski skladi se vlečejo skozi vso dolino potoka Črne v ozkem pasu, ki je ob stranskih grapah razširjen. Zahodno od rudniške separacije izginajo pod srednje in zgornjetriadni apnenec in melišča. Prekrit pas je

dolg približno 800 m. Nato se spet pojavijo ob ozkem pasu keratofira in segajo preko rečice Kamniške Bistrice do Županjih njiv, kjer jih ponovno prekrije srednjetriadni apnenec in dolomit.

V dolini potoka Bistričice se psevdoziljski skladi pojavijo še trikrat kot manjše krpe in pasovi, ki so med seboj zvezani pod triadnim apnencem in dolomitom. Nadaljujejo se proti Šenturški gori in proti Sv. Ambrožu.

Psevdoziljski skladi so južno od prelaza Črnilca ločeni po ozkem keratofirskem pasu od psevdoziljskih skladov, ki nastopajo južneje, in segajo preko Sovinje peči do Sel, kjer se močno razširijo. Na zahodnem robu karte v okolici Sel se izklinjajo, proti vzhodu pa se raztezajo še dalje.

Psevdoziljski skladi so sestavljeni iz črnega glinastega skrilavca in tufskega peščenjaka ter prehodov med obema. Črn skrilavec je razvit predvsem v dolini potoka Črne. Po njem je dobila dolina ime. V območju Sel in Bistričice pa prevladujejo bolj peščeni skladi.

V okolici Sel in severozahodno od tod nastopajo med psevdoziljskimi skladi tudi tanke plasti črnega apnenca. Sečejo ga bele kalcitne in kremenove žilice.

Psevdoziljski tufski peščenjak je sestavljen iz kremenovih zrn, kisljih dvojčičnih glinencev ter kloritnega, sericitnega in glinastega lepila. Količina posameznih komponent se zelo spreminja. Včasih ima precejšnjo primes karbonatov. Svež je črn, preperel pa navadno rjavkast zaradi primesi železovih hidroksidov. Kadar ga voda popolnoma zmehča, je zelo podoben izdanku glince.

Zrna kremenata in glinencev so navadno oglata. Glinenci so pogosto zelo spremenjeni: sericitizirani in kaolinizirani. Imajo negativno Beckejevo črto. Sestav glinencev, določen pod Fedorovim mikroskopom, ustreza albitu, ki ima nekaj odstotkov anortita.

Črn skrilavec ima masten sijaj. Je zelo drobnozrnat in povečini sestavljen iz glinaste snovi, kremenata ter delno iz kalcita. Barvo mu dajejo grafit in neprosojni železovi minerali (pirit), ki oksidirajo in obarvajo kamenino rjavkasto.

Na terenu opazujemo nepravilne in stalne prehode med skrilavcem, skrilavim tufskim peščenjakom, tufskim peščenjakom in drobnikom.

Na severovzhodnem delu kartiranega območja in še naprej proti Kranjski Rebri smo med keratofirom in porfiritom ponekod našli vzorce, ki so zelo slični psevdoziljskemu skrilavcu in peščenjaku (Leonardova grapa).

Ob Bistričici se psevdoziljski horizont, ki je večinoma peščeno razvit, konča s tankoploščastim, delno skrilavim mesnatordečim apnencem, ki ga sečejo številne bele kalcitne žilice.

Rdeč apnenec se nahaja ponekod na kontaktu s keratofirom, vendar ni nikjer sledu kontaktne metamorfoze. Med Okroglim in Županji njivami je pas rdečega skrilavega apnenca pretrgan s keratofirom. Tudi na severnem robu istega keratofirskega pasu, ki se vleče v smeri E—W, smo zasledili na enem mestu rdeč apnenec, nad njim pa dolomit. S prisotnostjo keratofira v rdečem apnencu je dokazana njegova ladinska

starost. Teller ima na svoji karti okrog keratofira nad Okroglim rob werfenskih skladov.

Psevdoziljski skladi nad Bistričico imajo drugačen videz kot drugod na preiskanem terenu. Skrilavec je zelo trd. Ima iverast lom, ki smo ga opazovali navadno pri oligocenskih laporjih. Ponekod vsebuje temnorjave in temnosive peščene vložke.

Teller je označil psevdoziljske sklade samo pri Županjih njivah in zahodno od vasi Bistričica, od koder se raztezajo na Šenturško goro; imenoval jih je šenturške skrilavce.

V dolini Črne so psevdoziljski skladi zgubani v antiklinalo, ki poteka v smeri E—W. V jami vidimo, da padajo sloji v severnem delu proti N, v južnem krilu proti S.

Od vzhoda proti zahodu poteka skozi dolino tudi močan prelom, ki se nadaljuje na vzhodu severno od Menine planine, proti zahodu pa ob potoku Bistričici do Davovška. Prelom vpada v dolini Črne proti severu.

Zaradi tektonskih in hidrotermalnih vplivov so se psevdoziljski skladi ponekod delno ponekod pa močno spremenili. Močne spremembe je opaziti predvsem v področjih, kjer nastopa skrilavec, ki je spremenjen v ilit. K manjšim spremembam štejemo močno sericitizacijo tufskega peščenjaka, ki ima zaradi tega masten sijaj.

Tudi magmatske kamenine so sekundarno zelo spremenjene. Petrografske smo jih preiskali predvsem zato, da bi določili njihovo zvezo s filitom in njemu podobnimi skrilavci. Spremembe magmatskih kamnin so hidrotermalne. Opazujemo sericitizacijo, kloritizacijo, karbonatizacijo, izluževanje in limonitizacijo.

### **Keratofir (kremenov)**

Od magmatskih kamenin je najbolj razširjen keratofir, ki ga najdemo v naslednjih območjih:

1. Na grebenu Plešivca se vleče v smeri NNW—SSE. Jugoahodna meja ni izrazita, ker ima keratofir tu skrilavo teksturo in filitast videz.

2. Drugi pas nastopa južno od Pirčeve ride v smeri E—W. Na zahodu je omejen, proti vzhodu pa se vleče naprej proti Menini. V tem pasu je keratofir zdrobljen zaradi močnega preloma, ki poteka skozi dolino.

3. Vzhodno od Studencev se razteza tretji pas, ki je tudi na zahodu omejen, na vzhodu pa se nadaljuje proti Menini planini. Keratofir je tu v glavnem izlužen, bel in limonitiziran. V okolici Rožičnega prodajajo kmetje limonitiziran keratofir kot okro tovarnam barvil.

V glavni dolini, ki poteka od Sel proti Pirčevim ridam, je na višini 830 m na desni strani kamnolom izluženega keratofira, ki ima plastovito krojitev. Sečejo ga številne nepravilne žilice ilita. V tem kamnolomu je kopal ilit že Zois, zato ga imenujejo Zoisov kamnolom.

4. V dolini potoka Črne je na desnem bregu od sedanje glavne rudniške jame ozek pas keratofira, ki je pri Praprotnem, podobno kot psevdoziljski skrilavci, prekinjen s srednje in zgornjetriadnimi skladi. Nato se nadaljuje do rečice Kamniške Bistrice. Erupcija se je izvršila ob tektonski liniji s smerjo E—W. Keratofir se v območju rudarskih del

ne da točno omejiti, ker nepravilno prehaja v filite ali se menja s črnim skrilavcem.

5. Severozahodno od Županjih njiv in zahodno od Groharja je še ena večja, na naši karti le delno omejena, površina keratofira. Povečini je izlužen, našli pa smo tudi rdeče in zelene različke z megaskopsko vidnimi vtrošniki glinencev in brez njih.

6. Dve manjši krpi keratofira sta tudi na levem bregu Kamniške Bistrice v Iverju in nekoliko južneje.

7. Videz keratofira imajo pogosto kamenine, ki so razširjene od Kališč do Zavrha na pobočju Loma.

8. Majhen izdanek keratofira, ki je delno spremenjen v ilit, smo našli jugovzhodno od Sv. Florijana v dolomitu.

9. Keratofir se razprostira tudi vzhodno od Kuharja. Na njegovem kontaktu s psevdoziljskimi skladi je vidnih na površini več izdankov ilita.

Kremenov keratofir izdanja pogosto tudi drugod, toda v tako majhnem obsegu, da ga ne moremo vrisati v geološko karto.

Različki kremenovega keratofira so rumenkastozeleni, zeleni, sivkasti in rdeči v različnih odtenkih. Nekateri imajo že megaskopsko vidne vtrošnike, ki so beli, zelenkasti ali rumenkasti. Precejšnje površine keratofira so izlužene. Ostal je predvsem kremen in limonit. Nekateri vzorci so kompaktni, drugi so tektonsko zdrobljeni, nekateri pa skrilavi. Pospešene sekundarne spremembe tektonsko porušenih keratofirov so, podobno kot pri porfirutih, dale skrilave, filitom podobne kamenine. ●

V vzhodnem delu doline Črnc nastopa predvsem zelenkast keratofir z vtrošniki. To je najbolj splošna vrsta kremenovega keratofira, ki je zrnat, precej preperel in krhek. Mestoma je limonitiziran. Ponekod reagira s HCl 1 : 10. Dobimo pa tudi sveže kose. Svež vzorec smo kemično analizirali (1. tabela, analiza št. 1).

Makroskopsko in mikroskopsko opazujemo zrna glinencev in kremenova s premerom do 2 mm. Poleg tega vsebuje tudi biotit v različnih koncentracijah. Ponekod še opazimo njegove heksagonalne konture. Navadno je biotit preperel in nima leska. V zbruskih teh vzorcev vidimo porfirsko strukturo. Kot vtrošniki nastopajo glinenci in kremen, izjemoma le glinenci. Kremen ima pogosto konture romboedra in je nataljen.

Vtrošniki glinencev tvorijo dvojčična zraščanja. Redko so sveži, povečini so močno spremenjeni. Od sekundarnih pojavov opazujemo v njih sericitizacijo, kaolinizacijo, karbonatizacijo in kloritizacijo. Zrna so včasih idiomorfna, včasih nataljena. Pod Fedorovim mikroskopom smo izmerili 12 zrn v 4 zbruskih in dobili povprečno vrednost 0,9 % an. Glinenci pripadajo torej albitu. Podatki na diagramu padajo v območje dvojnih vrednosti anortita, vendar je Beckejeva črta negativna.

Osnova je drobnozrnata, mikrokristalna in ima včasih negativno, včasih pozitivno Beckejevo črto. Torej je sestavljena iz kislih glinencev in kremenova. V osnovi opazujemo drugo, mlajšo generacijo drobnih vtrošnikov kremenova in glinencev. Skoraj vsa kremenova zrna v osnovi so zaobljena. Njihov premer je manjši od 0,1 mm. Redko vsebujejo glinenci stebričke apatita. V osnovi je tudi klorit, ki je različno koncentriran in

tvori ponekod koncentrične vlaknate agregate. V nekaterih zbruskih nastopa kalcit, ki je psevdodihroičen.

Pregledali smo tudi dva vzorca iz tektonsko porušenega območja keratofira, ki se nahaja jugozahodno od Sovinje peči in nad Rožičnim. Vtrošniki so redki; če pa nastopajo, so nepravilni in ostrorobi. Osnova je sorazmerno debelo kristalizirana. Po teksturi se ta keratofir ne loči od kristalastih tufov kremenovega keratofira, ki jih najdemo nad Slevim.

Precejšnje površine keratofira nad Rožičnim so izlužene in limonitizirane. V tem primeru je kamenina rahlo skrilava. Izrazit skrilav keratofir nastopa nad izdanki ilita v grapi nad Rožičnim.

Pod mikroskopom vidimo, da imajo izluženi vzorci keratofira drobno-kristalizirano osnovo. Po Beckejevi črti sodeč nastopa predvsem kremen.

Ponekod so vtrošniki v kremenovem keratofiru popolnoma spremenjeni, motni in neprosojni. Pod mikroskopom vidimo, da motnost ni enakomerna. Nekateri glinenci so le ob robovih nespremenjeni. Tudi biotit je popolnoma izlužen in ne kaže več interferenčnih barv. Osnova je močno kloritizirana. (Tak je n. pr. vzorec 259/3930, vzet nad Slevim — zahodni del karte.)

Med keratofirskimi kameninami zasledimo tudi litoidne in kristalaste tufe, ki se v mineraloškem sestavu ne ločijo od opisanih vzorcev keratofira.

Hidrotermalno močno spremenjena magmatska kamenina ali njen tuf je pod vplivom pritiska lahko prešla v metamorfoziran skrilavec, v čigar mikrokristalni osnovi kremenca in klorita lahko vidimo razporejene neprosojne površine zdobljenih in spremenjenih glincev. Tak primer predstavljajo naslednji vzorci:

167/3838 — s kote 573, jugozahodno od Trobeljnega,

47a/3796 — s Kališkega plazu,

127/3816 — s spodnje poti pod Plešivcem,

72/3819 — iz grape zahodno od Plešivca.

Vsi ti vzorci so rahlo zelenkasti in so si megaskopsko zelo podobni. Edina razlika je ta, da vsebujeta vzorca 167 in 127 še vidne bele pege glincev, ki jih na ostalih dveh ni več. Vzorca 47a in 72 sta skrilava, vzorca 167 in 127 pa kompaktna.

**Vzorec 127** je značilen keratofir s številnimi vtrošniki kislih glincev, ki imajo negativno Beckejevo črto. Kremenovih vtrošnikov ni. Osnova je mikrokristalna. V njej je precej sericita. Zato ni mogoče ugotoviti, ali je Beckejeva črta osnove ponekod tudi negativna. Meritve glincev pod Fedorovim mikroskopom so dale povprečno vrednost anortita 4% in kot  $2\bar{V} = -84^\circ$ , torej pripadajo albitu.

**Vzorec 167** ima še megaskopsko vidne vtrošnike, ki so pod mikroskopom popolnoma motni in kaolinizirani. Njihove konture so le redko ohranjene. Manjši kaolinizirani delci, nekdanja zrna plagioklazov osnove,

se nahajajo v kremenovi sericitni osnovi. Vzorec je že popolnoma spremenjen keratofir.

**Vzorec 47a** je rahlo skrilav in v prečnem preseku nima belih zrn. Pod mikroskopom vidimo drobnozrnat agregat, nekoliko debelejši kot v vzorcu 72. Povprečna velikost zrn je nekaj stotink milimetra. Povsod v zbrusku opazujemo nepravilne motne oblike, nekdanje plagioklaze. Kamenina je sericitizirana in je nastala iz keratofira (tufa).

**Vzorec 72** je od vseh najbolj skrilav in po ploskvah skrilavosti limonitiziran. Osnova je gosta in homogena. Pod mikroskopom vidimo le mikrokristalen agregat kremenca, sericita in neprosojnih delcev. Tekstura je homogena. Kamenina je že popolnoma spremenjen keratofir. Lahko je imenujemo kremenov sericitni skrilavec.

Isto velja tudi za vzorec 225/368, ki je vzet severno od kališke cerkve. Megaskopsko je kamenina rahlo skrilava. Ima brečasto strukturo. Oglati salični drobci, veliki do 1 cm, se nahajajo v zelenkasti osnovi, ki jo deloma obarvajo železovi hidroksidi rdečkasto in rjavkasto. Na ploskvah skrilavosti ima rahel svilen sijaj.

Pod mikroskopom vidimo, da prevladuje mikrokristalna osnova različnih mineralov s sericitom. Posebnost so več milimetrov veliki, močno resorbirani glinenci, ki so zelo razpokani. Površine celih stotink kvadratnega milimetra teh glinencev so sericitizirane, kaolinizirane in nadomeščene s kremenom. S popolno resorbcijo in nadomestitvijo glinencev s sekundarnimi minerali dobimo filitu podobne kamenine.

Opisana kamenina je nekoliko filitu slična. Vidimo izrazito, da je nastala iz tufa kremenovega keratofira.

**Vzorec 190/3856** je vzeta v keratofiru na Požarnem hribu severno od Rožičnega. Po mineraloškim sestavi je enak že opisanemu vzorcem. Sestoji iz kremenca, kislj glinencev, sericita in limonitiziranega neprosojnega kovinskega minerala.

V zbrusku vidimo v osnovi klorita in sericita, ki je rahlo rjavkasto obarvana, nezaobljene drobce glinencev in kremenca, velike nekaj stotink milimetra. Vtrošniki glinencev so redki in so povečini idiomorfni. Merijo povprečno 0,2 mm. Množina sericita in klorita, ki ni povsod enakomerno porazdeljena ter neenakomerna velikost klastičnih drobcev med sericitom in kloritom osnove, povzročata tufsko teksturo. Kamenina je skrilav keratofirski tuf.

Južno od Plešivca nastopa med drugim kompaktna zelenkastobela tankoplastovita kamenina, ki je lepo razgaljena v Kališkem plazu. Po ploskvah skrilavosti je pogosto sericitizirana, limonitizirana in kloritizirana. Zrna te kamenine so izredno drobna. Večinoma merijo manj kot 0,01 mm. Razen kremenca lahko ločimo v osnovi še sericit in klorit, ki sta paralelno orientirana. Beckejeva črta osnove je včasih pozitivna, včasih negativna. V vzorcu je 86 % kemično določene kremenice. Po mikroskopskih podatkih je kremenica vezana deloma tudi na kislj glinenec. Kamenina je močno silificiran tuf. Podobne najdemo tudi drugod v Sloveniji v wengenskih plasteh.

## Kremenov porfir

V naslednjem bomo opisali vrsto kamenin, ki prehajajo iz kremenovega porfira v metamorfni skrilavec.

Kemično analiziran vzorec kremenovega porfira, v ožjem smislu felzitorfira, je vzet v Kališkem plazu. Podobni izdanki so pogostni v območju Loma. Barva variira od rjavkaste do sivkaste, kar je odvisno od preperevanja femičnega minerala v osnovi. Ta je svež, včasih pa limonitiziran ali kloritiziran. V prvem primeru je kamenina rjavkasta, v drugem sivkasta. Femični mineral je ozek in razpotegnjen. V dolžino meri približno 0,1 mm. Včasih je rumenkastorjavo pleohroičen. Kot potemnitve je skoraj pravi. Po nekaterih zrnih bi sklepali, da je to biotit, ki je ponekod spremenjen v rogovačo. Oba minerala sta deloma prešla v klorit. Rjav femični mineral tvori pogosto lepe zvezdaste strukture. Megaskopsko je kamenina zelo gosta, steklasta. Posamezni vzorci imajo različne količine akcesornega pirita in magnetita. Pod mikroskopom smo pregledali štiri enake vzorce te kamenine (26, 46, 44, IIG). Navajamo natančnejši popis kemično analiziranega vzorca IIG (1. tabela, analiza št. 2), ki je temnorjavkast, na nekaterih robovih nekoliko rumenkast, izredno drobnozrnat, in se zato lomi popolnoma gladko.

V zbrusku vidimo felzitsko osnovo, ki predstavlja prekristalizirano steklo. Delci so manjši od 0,02 mm. Beckejeva črta je ponekod negativna, drugod pozitivna. V osnovi nastopa prej omenjeni rjavkast femični mineral, ki meri povprečno 0,1 mm, a doseže ponekod tudi 1 mm. Kalij, ki ga je v tem vzorcu veliko, je vezan na biotit in tudi osnova mora biti bogata s to sestavino.

**Vzorec 131** je vzet jugozahodno od Plešivca. Podoben je kemično analiziranemu kremenovemu porfirju, ker nastopa v njem enak femični mineral. Glavna razlika je, da kemično analiziran vzorec IIG nima vtrošnikov.

Kamenina je svetla in sveža. V osnovi ima podolgovate zelenkaste lise. Pod mikroskopom vidimo, da prevladuje mikrokristalna osnova, ki ima mestoma negativno Beckejevo črto. V osnovi so fino dispergirani klorit, pirit in iglice femičnega minerala, ki je raztresen po vsej površini zbruska, mestoma pa je gnezdasto nakopičen in včasih rahlo zgneten. Pogosto vrašča v vtrošnike plagioklazov. Barva se spreminja od rumenkastorjavkaste od temnorjave. Plagioklaz je dvojčičen, nekoliko lamelaren in pogosto zelo zaobljen. Glinenci so rahlo kaolinizirani in sericitizirani. Po podatkih meritev dveh zrn pod Fedorovim mikroskopom pripadajo albitu s povprečno vrednostjo 6% an. V kamenini ni K-glinencev. Rjavkasta zrnca rogovače in biotita merijo največ 0,2 mm, plagioklazi pa od desetinke milimetra do 2 mm.

**Vzorec 216/3836** se megaskopsko precej razlikuje od prejšnjega. Vzeta je severozahodno od Smrečja. Kamenina je trdna, nekoliko razpokana, sivkasta in precej limonitizirana. Ločimo tudi sveža zrna pirita. S HCl slabo reagira.

Pod mikroskopom vidimo, da so rjavkasta igličasta zrna precej enakomerno raztresena po vsej mikrokristalni osnovi, ki je v tem zbru-

sku nekoliko debeleje kristalizirana; kristalčki dosežejo 0,1 mm. Zlasti ob razpokah, ki sečejo kamenino, je osnova limonitizirana in kloritizirana. Beckejeva črta osnove je ponekod pozitivna, ponekod negativna.

Večji vtrošniki glincev so redki, precej resorbirani, zaobljeni, dvojčični, sericitizirani, kloritizirani, močno razpokani in kisli. Tudi v tem vzorcu se vanje vrašča značilen femični mineral. Podatki merjenja glinenca pod Fedorovim mikroskopom dajo povprečno vrednost 7,7 % an. Torej pripada albitu. Akcesorno nastopa apatit. Kamenina je nekoliko tektonsko razpokan kremenov porfir.

**Vzorec 220** je vzet severovzhodno od Smrečja. Megaskopsko je trden in rahlo skrilav. Na ploskvah skrilavosti ima masten sijaj. Barve je temnosive, v prečnem preseku na skrilavost je svetlejši.

V zbrusku vidimo, da je kamenina sekundarno spremenjena. Rjavkast femičen mineral je zdrobljen in ohranjen le na redkih mestih. Kamenina je sericitizirana. Osnovi zaradi gostega prepletanja s sericitom ne moremo določiti Beckejeve črte. Na dveh mestih sta ohranjeni veliki gnezdi dvojčičnih glincev. Po kotu potemnitve so kisli. V osnovi je veliko enakomerno raztresenih drobnih zrn pirita. Kamenina je kremenov sericitni skrilavec; nastala pa je iz kremenovega porfira.

V končni fazi spremembe, to je z izluženjem femičnega minerala in z istočasno sericitizacijo se skrilava, filitu podobna kamenina, ki je nastala iz kremenovega porfira, petrografsko ne da več ločiti od skrilave, filitu podobne kamenine, nastale iz keratofira oziroma iz njegovega tufa. Dokaz za to nam je vzorec 144, ki smo ga kemično analizirali.

**Vzorec 144**, ki je vzet v dolini Volovjeka, severno od Zavrha, je megaskopsko sivkast, filitast in v prečnem preseku sličen kremenovemu keratofiru. Na terenu nastopa na meji s kremenovim keratofinom.

Pod mikroskopom ni opaziti vtrošnikov glincev kot v nekaterih podobnih vzorcih, ki so potrdili našo domnevo o prehodu kremenovega keratofira v skrilavo filitsko kamenino. Zato smo vzorec kemično analizirali (1. tabela, analiza št. 6).

Analiza je pokazala, da pripada vzorec magmi alkalnih granitov, kamor spada tudi kremenov keratofir. Vendar so med nespremenjenim keratofinom in našim vzorcem določene razlike. Povečani sta količini al in fem z ozirom na c in alk. Kamenina je močno karbonatizirana. Del CaO smo zato vezali na karbonat. Med tektonskim delovanjem so vplivale na kamenino torej tudi terme.

Pod mikroskopom vidimo drobnozrnat agregat kremena, sericita, klorita in karbonatov. Glinenci, ki jih je po normativnem sestavu veliko, so prešli v sericit, ali pa so tako drobni in pomešani s sericitom, da ne moremo ugotoviti negativne Beckejeve črte. Osnova vsebuje številne drobne kvadratne konture pirita, ki je ponekod limonitiziran; limonit zapolnjuje tudi razpoke. Največjo velikost dosežejo v zbrusku zrna kremena in kalcita (desetinko milimetra). Večina osnove je drobnozrnat (nekaj stotink milimetra).



### Avgitni porfirit

Bazična magmatska kamenina na našem terenu pripada avgitnemu porfiritu oziroma porfiritu, ki obroblja predvsem keratofir Plešivca (1327 m). Najnižja stopnja v grebenu Lom—Plešivec—Kranjska Reber je Lom (1130 m), ki ga sestavlja porfirit. Od sedla nad Plešivcem proti Kranjski Rebri je zgrajen greben iz avgitnega porfirita (1435 m). Ponckod opazimo številne mandlje.

Avgitni porfirit sega preko roba naše karte proti vzhodu. Ko prečkamo ride, zasledimo na posameznih mestih med črnim skrilavcem zaobljene leče porfirita, ki močneje kljubuje eroziji kot skrilavec. Večjih površin avgitnega porfirita pa južno od glavne ceste ni več.

Avgitni porfirit smo našli kot droben tufski vložek tudi med črnim glinastim skrilavcem pod Sovinjo pečjo ter še na nekaterih mestih. Izdanki so premajhni, da bi jih lahko vrisali v geološko karto.

Popisali bomo nekaj značilnih in zanimivih vzorcev.

**Vzorec 178/3833** je vzet pod Sovinjo pečjo med izdanki ilita. Kamenina je trdna, svetlozelenkastosiva, skrilava in ima mestoma po ploskvah skrilavosti masten sijaj.

Pod mikroskopom vidimo, da je kamenina magmatska, česar pa njen zunanji videz ne kaže izrazito. Osnova je pilotaktska in prehaja ponekod v intersertalno. Vtrošnikov ni. Med paličastimi glinenci nastopa klorit, ki predstavlja spremenjen prvotni femični mineral. Kremen je zelo redek. Zrna glinencev in klorita se tako pomešajo in so tako drobna, da ni mogoče meriti Beckejeve črte glinencev. Po njihovem kotu potemnitve, ki je majhen, sklepamo, da so bolj kisli. V osnovi nastopajo drobne kvadratne konture akcesornega piritita, ki ga je precej.

Vsa kamenina je zelo drobnozrnata. Zrna klorita kot zrna glinencev so ozka in podolgovata ter merijo povprečno 0,05 mm. Zrnca piritita pa merijo le 0,02 mm. Na enem samem mestu je opaziti 0,1 mm veliko, nekoliko zaokroženo zrno, ki bi lahko pripadalo avgitu. V kamenini nastopajo drobne žilice in gnezda sekundarnega kalcita, ki merijo do 0,1 mm.

Ker se popisan vzorec nahaja med ilitom, smo ga analizirali (1. tabela, analiza št. 4). Kamenina je porfirit. Po Trögerju smo dobili podatke, ki ustrezajo gabro-dioritni skupini, po Niggliju pa se analiza sklada z normalno dioritno magmo. CaO je relativno malo, ker ga vežemo na sekundarni kalcit. Povečana pa je količina zemeljskih alkalij.

**Vzorec 1/3567** (kemično analiziran, 1. tabela, analiza št. 3), ki smo ga vzeli na Lomu, pripada bolj bazičnemu različku. Megaskopsko je kamenina svetlozelena in drobnozrnata. Posamezna zrnca merijo do 1 mm in so temnejša kot osnova. V okolici, kjer smo vzeli ta vzorec, se nahajajo tudi drobci belega silificiranega tufa.

Pod mikroskopom vidimo, da je vzorec sekundarno spremenjen, vendar manj kot ostali. Ohranjeni so avgitni vtrošniki, ki nimajo idiomorfni oblik ter so zelo razpokani in razkosani. Kar pa je bilo femičnih mineralov v osnovi, so prešli v klorit. Ta tvori ponekod dolga luskasta zrna, navadno pa je skoraj izotropen. Glinenci so zelo sericitizirani in epidotizirani. Na redkih mestih so še vidne lamelarne ploskve spre-

njenih dvojčičnih glinencev. Zrna merijo nekaj desetink milimetra. Avgitni vtrošniki dosežejo 1 mm.

V kamenini nastopajo geode, zapolnjene s kloritom. Merijo nekaj desetink milimetra. Akcesorno nastopajo železovi neprosojni minerali, ki so limonitizirani. Od sekundarnih pojavov opazujemo epidotizacijo, kloritizacijo in limonitizacijo.

Razen obeh kemično analiziranih vzorcev bomo natančno popisali še vzorec porfirit, kateremu smo določili sestav glinencev pod Fedorovim mikroskopom.

**Vzorec 36<sub>g</sub>** je vzet v keratofiru na poti Pirčeva rida—Breznik. Je drobnozrnat in temnozelen, večina odlomljene ploške je preperela in zato vijoličastorjava.

V zbrusku vidimo v osnovi klorita na gosto posejane letvice dvojčičnih plagioklazov, ki so zelo drobni in sveži. Njihova povprečna velikost je 0,18 mm. Femični mineral osnove je popolnoma kloritiziran. V kamenini je precej drobnih zrn akcesornega pirita, ki je že precej limonitiziran. Kremenova zrna so zelo redka. Na nekaj mestih opazujemo različne vključke klorita. Struktura kamenine je intersertalna.

Preiskava glinencev pod Fedorovim mikroskopom je dala podatek za albit.

Na 1. obzoruju v zahodnem delu jame smo v 4. sloju vzeli vzorec na kontaktu z ilitom. Kamenina je zelena. V njej ločimo do 3 mm velika femična zrna. Površina posameznih drobcev je na mestih, kjer jo prekriva glinast oprh, svetlozelenkasta.

Pod mikroskopom smo ugotovili, da je kamenina avgitni porfirit. Sveži so le vtrošniki avgita, medtem ko je vse ostalo spremenjeno v agregat, v katerem komaj razlikujemo klorit, sericit in neprosojno substanco.

Optični podatki avgitnih zrn:

1. zrno:  $Ng - Np = 0,0239$  (preseki leži v ravnini zbruska).

2. zrno:  $Ng - Nm = 0,0236$ ,  $Nm - Np = 0,00605$ ,  $Ng - Np = 0,0296$   
 $2V = +44^\circ$ ,  $n = 1,7$ .

3. zrno:  $Ng - Np = 0,0236$  (preseki leži v ravnini zbruska).

Robovi avgitnih vtrošnikov so resorbirani. V spremenjeni osnovi so še vidne konture deskastih plagioklazov, ki so merili več desetink milimetra. Tudi klorit je lepo kristaliziran. Njegove luske presežejo 0,1 mm.

Pregledali smo še več zbruskov avgitnega porfirit, ki se pa ne razlikujejo od že popisanih vzorcev. Edina posebnost je, da vsebujejo nekateri redke drobce olivina, ki merijo največ 0,1 mm, povečini pa precej manj. Podatki za olivin enega izmed vzorcev, ki je vzet na Lomu, so:

1. zrno  $Ng - Np = 0,0387$  (preseki leži skoraj v ravnini zbruska),

2. zrno  $Ng - Np = 0,0348$  (naklon je popravljen pri predpostavki  $n = 1,75$ ),

3. zrno  $Ng - Np = 0,034$  (preseki leži skoraj v ravnini preparata).

Po optičnih podatkih pripada olivin forsteritu, t. j. skoraj čisti Mg komponenti. Glinenci v istem zbrusku pripadajo albitu.

Tudi na Kranjski Rebri so porfiriti povečini karbonatizirani, kloritizirani in sericitizirani. Sveži so ohranjeni le avgitni vtrošniki, ki so včasih idiomorfni, pogosto pa resorbirani in zdrobljeni. Tvorijo tudi dvojčična zraščanja podobno kot v porfiritu vsega preiskanega ozemlja. Glavna razlika med kameninami na Lomu in na Kranjski Rebri je močna epidotizacija, ki je vidna že megaskopsko. Prav tako nastopa v vzorcih Kranjske Rebri vlaknat aktinolit, ki je tudi sekundaren in je včasih viden že megaskopsko. Zanimivo je, da smo našli v porfiritu s Kranjske Rebri 0,15 mm veliki zrna olivina. Nastopajo tudi zrna sekundarnega kremenca.

Optični podatki olivina v vzorcu Kranjske Rebri št. 68/3771 so:

1. zrno  $N_g - N_p = 0,045$  (Koti so popravljeni pri predpostavki, da je  $n = 1,75$ ),
2. zrno  $N_g - N_p = 0,037$ .

Nastopajo tudi dvojčična olivinova zrna. Oblika zrn in razkolnost sta nepravilni.

Optični podatki avgita v vzorcu s Kranjske Rebri št. 2/3810 so:

1. zrno  $N_g - N_p = 0,022$   $N_g \perp (001) = 24^\circ$
2. zrno  $N_g \perp (001) = 20^\circ$   $2V = -60^\circ$
3. zrno  $N_g - N_p = 0,025$   $N_g \perp (001) = 22^\circ$

Koti so korigirani pri predpostavki, da je  $n = 1,7$ .

**Vzorec 177** smo vzeli iz raziskovalnega rova nad Rožičnim. Je rahlo zelenkast, skoraj bel, skrilav in lahko drobljiv. Na ploskvah skrilavosti ima masten sijaj. Nastopa navadno v neposredni bližini ilita in smo ga zato kemično analizirali (1. tabela, analiza št. 5), da bi ugotovili njegov sestav. Kemična analiza je pokazala, da se po Nigglijju približuje gabro-dioritni magmi. Bistvena razlika je majhna vrednost parametrov  $a$ ,  $b$  in  $c$  zaradi velike vrednosti parametra  $c$ . Ker pripada kamenina bazični magmi, sklepamo, da je nastala iz nje po hidrotermalnih spremembah, ki so prvotno strukturo zbrisale in povzročile tudi močno karbonatizacijo.

Pod mikroskopom vidimo v glavnem finozrnat agregat, ki ga ne moremo ločiti. Določimo lahko le luske sericita, klorit in kremen, ki tvori tudi nepravilne vključke in zapoljuje žilice. Kremenova zrna dosežejo velikost nekaj desetink milimetra.

V osnovi so še večji vtrošniki, veliki nekaj desetink milimetra, ki imajo konture biotita in nedoločljivega femičnega minerala. Na biotit moremo sklepati le iz strukture, interferenčnih barv ni več opaziti, ker je mineral popolnoma izlužen, neprosojen, a ima jasne sledove razkolnosti po pinakoidu. Drugi femični mineral je povsem moten in ga natančneje nismo mogli določiti. V mikrokristalni osnovi nastopajo tudi zrna epidota.

Kamenina je sericitno-kloritni skrilavec, ki je nastal po spremembah iz bazične magmatske kamenine. Nastopa skupaj z ilitom.

Preiskani vzorci porfirita so pokazali, da nastopata na našem ozemlju dva različka:

1. Prvi z intersertalno strukturo srednje kislih plagioklazov, prepreden s kloritom, ki je produkt prvotnih femičnih mineralov. Glinenci so sveži, a predrobni, da bi jim lahko določili sestav. Ta vrsta je redka.

2. Drugi različek ima ohranjene vtrošnike avgita, ki so navadno močno zdrobljeni in ob robovih resorbirani. Glinenci v tem različku so povečini spremenjeni. Opazujemo le nekaj izjem, kjer so sorazmerno sveži. Merjeni glinenci ustrezajo albitu.

Avgitni porfirit je v glavnem zelo spremenjen. Sekundarne spremembe v bazičnih kameninah so: sericitizacija, kloritizacija, epidotizacija, karbonatizacija, tvorba aktinolita in izluževanje železovih neprosojnih mineralov. Sveža so ohranjena le nepravilna, zdrobljena avgitna zrna, kar kaže na to, da je del kamenin tufskega značaja.

Kemična analiza je pokazala, da je eden od analiziranih vzorcev bolj bazičen (1. tabela, analiza št. 4 in 3). Popolnoma svež ni noben od analiziranih vzorcev.

Megaskopski videz nekaterih vzorcev porfirita, ki prehaja v zelen skrilavec, da slutiti, da je velik del kloritnih skrilavcev nastal iz porfirita. To potrjuje tudi analiza svetlega sericitno-kloritnega skrilavca (vzorec 177, 1. tabela, analiza št. 5), ki je bazičen.

Nekaj vzorcev, megaskopsko sličnih porfiritu, za katere domnevamo, da so nastali iz njega, smo pregledali pod mikroskopom. Sekundarno so popolnoma spremenjeni: sericitizirani in kloritizirani. Večina zrn meri nekaj stotink milimetra.

Redka večja zrna dosežejo 0,1 mm. Pripadajo karbonatu, kremenu in kislemu glinencu ter glinencem, ki imajo zabrisane konture.

Avgitni porfirit je imel verjetno važno vlogo tudi v območju psevdosiljskega skrilavca, kjer nastopa ilit. Sericitno-kloritni skrilavec (vzorec 177), vzet pod Sovinjo pečjo v neposredni bližini izdankov ilita, je prav zaradi tega, ker nastopa v bližini porfirita, a je sam že popolnoma spremenjen, zelo zanimiv. Tudi v sedanji glavni jami smo ugotovili, da leži ilit na kontaktu z avgitnim porfiritom, ki nosi bogate oprhe bele glinaste snovi.

Opisane kamenine ladinske stopnje so na novejših geoloških kartah označevali kot kristalaste kamenine Crne in Kranjske Rebri. Na starejših geoloških kartah pa so te kamenine označene kot karbonski ziljski skrilavec (Lipold, Rolle). Teller jih je zaradi močne sericitizacije imenoval »Sericitführende Schiefer u. Gneisse der Černa u. Lipa Aufbruchs«. Seidl jih je na svoji geološki karti Kamniških ali Savinjskih Alp označil kot silurske. Kühnel je v svojem delu privzel po Lipoldu in Rolleju karbonsko starost skrilavcev v okolici Sel.

Kralj (1940) omenja na tem področju peridotite, kremenov keratofir, alkalno keratofirsko žilo, alkalni kremenov keratofir, alkalni kremenov porfir in metamorfne kamenine: kloritno-sericitni skrilavec, črni tufski skrilavec in leptit.

### **Filit, filitom slični skrilavci in kloritni skrilavci**

Črni skrilavci prehajajo v svetle sericitne in kloritne skrilavce povsod, kjer imamo obsežnejše izdanke ilita. Ob teh skrilavcih so navadno tudi magmatske kamenine.

Posamezne kose kloritnih in sericitnih skrilavcev zasledimo vedno, če prečkamo Lom, Plešivec ali Kranjsko Reber, vendar v zelo podrejeni meri. Nekateri teh skrilavcev so svetli, drugi vijoličasti, zeleni ali sivi. Zadnji so zelo podobni psevdoziljskim skrilavcem. Zelo redki so peščeni drobci psevdoziljskega videza.

Filit, filitu slični in kloritni skrilavci prevladujejo na pobočju levega brega Volovjeka proti Kališčam. Pas se proti severu izklinja. Od kremenovega keratofira se ne da omejiti. Na mejnem področju filitom sličnih skrilavcev in keratofira ima namreč kamenina videz filitastega keratofira. Med filiti in filitom sličnimi skrilavci so pogostni keratofirski tufi. Sečejo jih tudi številne bele kremenove žile. Tu smo našli tudi golice, ki so megaskopsko slične avgitnemu porfiritu, v zbrusku pa vidimo, da je njihova prvotna struktura popolnoma zabrisana.

Pas podobnih kamenin, zlasti kloritnih skrilavcev, imamo tudi vzhodno od Kranjskega Raka in na sedlu med Plešivcem in Kranjsko Rebrijo. Filiti in filitom slične kamenine pokrivajo na naši karti približno 3 km<sup>2</sup>.

Podali bomo petrografski popis nekaj vzorcev kloritnega skrilavca in filita.

**Vzorec iz glavnega odkopa:** Kamenina je drobno skrilava, zelenkasta. Po ploskvah skrilavosti ima bel oprh. S HCl reagira.

Pod mikroskopom vidimo usmerjen agregat klorita, kalcita, sericita in kremenca. Kalcitne žilice nastopajo tudi samostojno. V osnovi se nahaja tudi črn drobnozrnat neprosojen mineral, verjetno magnetit. Povprečna velikost zrn je nekaj stotink milimetra. Zrna kalcita so močno razpoptegnjena in dosežejo 0,3 mm. Kamenina je karbonatiziran kloritni skrilavec.

**Vzorec 88/3800** je vzet v stranski grapi pod Kranjskim Rakom. Vzorec ima masten sijaj, je zelen, drobnoskrilav, v prečnem preseku nekoliko peščen ter vsebuje zrnca pirit.

Pod mikroskopom vidimo usmerjen agregat klorita, sericita, kalcita in kremenca. Zelo redki so glinenci. Usmerjeni so prečno na skrilavost kamenine. Akcesorno nastopa pirit. Zrna so nekoliko večja kot v prejšnjem vzorcu. Povprečna velikost kremenovih zrn je 0,05 mm. Kalcitna zrna pa dosežejo 0,5 mm. Kamenina je karbonatiziran kloritni skrilavec.

**Vzorec 85/3181** je vzet v isti grapi kot prejšnji vzorec. Kamenina je skrilava in zelenkasta. Na ploskvah skrilavosti ima masten sijaj. Mestoma pokriva klorit do 2 mm velika zaokrožena zrnca. V prečnem preseku je kamenina drobnozrnata in vsebuje neizrazita zaokrožena svetlejša zrnca, velika do 2 mm.

Pod mikroskopom vidimo, da je kamenina močno sericitizirana in kloritizirana. Oba minerala, sericit in klorit, tvorita s kremenom osnovo. Količina kremenca na eni strani in luskastih mineralov na drugi, je

v različnih delih zbruska različna. Kamenina je v manjši meri karbonatizirana. Akcesorno nastopa pirit.

V osnovi se nahajajo porfiroblasti kisljih dvojičnih glinencev, ki so močno sericitizirani in običajno zaokroženi. Rezultati meritev glinencev pod Fedorovim mikroskopom dajo podatke za albit z 1,5 % an in kotom  $2V = -88^\circ$ . Sericit in kremen osnove merita nekaj stotink milimetra. Porfiroblasti glinencev pa dosežejo 3 mm.

Kamenina je sorazmerno z ostalimi kloritnimi skrilavci močno metamorfozirana. Zaradi izredne velikosti glinencev domnevamo, da so ti sekundarni. Tekstura kamenine je usmerjena. Kamenina je kloritno-sericitni skrilavec s porfiroblasti glinencev.

**Vzorec 41/3787** je vzet v Kališkem plazu. Kamenina je tanko skrilava, zelenkasta, svilenega sijaja in mastnega otipa. Na njej opazujemo tudi sledove močnega prečnega pritiska. Vlknata zrnca, ki jo sestavljajo, so na takih mestih upognjena in imajo pod mikroskopom višje interferenčne barve.

V zbrusku vidimo fino zrnat usmerjen agregat luskastih zrn (sericit, klorit) in kremen. Posameznih zrn ni mogoče ločiti. Mogoče je v kamenini tudi nekaj lojevca. Vcs zbrusek potemnjuje istočasno, torej so vsi drobci paralelno orientirani. Vzorec je popolnoma homogen. Kamenina je kloritni skrilavec s kremenom. Po strukturi in po videzu se loči od ostalih kloritnih skrilavcev.

Na preiskanem terenu nastopajo tudi kamenine, ki so skrilave in zelo slične gnajsom. Te kamenine se pojavljajo jugozahodno od Loma, predvsem pa na severnem robu karte, na Volovjeku. Preiskali smo več vzorcev in ugotovili, da to niso gnajsi. Bela salična primes, ki daje kameninam videz gnajsa, je predvsem drobnozrnat kremen. Taki so: vzorec 115, vzet južno od Zavrha, vzorec 42, vzet na Kališkem plazu in vzorec 233, vzet južno od Kališč.

**Vzorec 115** ima paralelno skrilavo teksturo. Opazujemo menjavanje drobnih belih pol, vmes pa so sivkasto zelene prevleke tankolističastega minerala z masnim sijajem.

Pod mikroskopom vidimo drobnozrnat agregat kremen in tudi nekaj sericita ter kisljih glinencev. Sericit se pojavlja predvsem v podolžnih pasovih, ki ustrezajo megaskopskim ploskvam skrilavosti in so mestoma rahlo limonitizirani. Limonit izhaja od oksidirancga pirita, ki nastopa v idiomorfni oblikah. Povprečna velikost zrn je nekaj stotink milimetra. Edino pirit nastopa tudi v večjih zrnih. Kamenina je sericitno-kremenov skrilavec.

**Vzorec 42/3772** je skrilava, kompaktna kamenina z močno mikrotektomiko. Med belimi silikatnimi polami nastopa zelenkastorjava sericitna plast.

Pod mikroskopom vidimo paralelno skrilavo teksturo. Med sericitnimi polami nastopa včasih drobnozrnat kremen z muskovitom, včasih pa kremenov porfir s femičnim mineralom, ki ima v tem vzorcu usmerjeno lego.

V delih zbruska z drobnimi kremenovimi žilicami vidimo, da se kremenova zrna globoko zajedajo druga v drugo. Velikost zrn se spreminja od stotinke do desetinke milimetra. V kamenino je bil v tanke lezike injiciran kremenov porfir. Vzorec je lep dokaz za prehod kremenovega porfira v filit. Predstavlja vmesno stopnjo k debeleje kristaliziranim sericitno-kremenovim skrilavcem, ki so nastali pod vplivom močnega pritiska.

**Vzorec 233/3847** je deloma podoben kloritno-sericitnemu skrilavcu z veliko primesjo saličnih mineralov. Kamenina je rahlo skrila in na ploskvah skrila zelenkasta. Vsebuje veliko zaobljenih vključkov saličnih mineralov.

Pod mikroskopom vidimo drobnozrnat agregat kremena, sericita in klorita. Ali nastopajo tudi kislilini, se ne da ugotoviti, ker je kamenina preveč drobnozrnat in preveč pomešana s sericitom.

O zaobljenih oblikah saličnih mineralov pod mikroskopom ni sledi. Verjetno je podobno, kot v nekaterih drugih zbruskah, megaskopsko bel vključek sestavljen iz fino zrnatega kremena in sericita, prav tako kot lepilo. Edino klorit je mestoma močnejše koncentriran in fino dispergirani, drugod pa ga ni.

Osnova vsebuje še številne motne vključke nepravilnih oblik in različnih velikosti (do nekaj desetink milimetra). Nekateri vključki so luska in kažejo v določenih legah značilno disperzijsko barvo klorita. Ti vključki so nastali iz prvotnih mineralov, ki pa se ne dajo več določiti. Kamenina je zelo verjetno metamorfoziran tuf in jo lahko imenujemo sericitno-kremenov skrilavec.

Tektonsko in hidrotermalno so magmatske kamenine in psevdofilski skrilavci prešli v filite, kloritne in filitom slične skrilavce. Hidrotermalno delovanje se kaže v močni sericitizaciji, karbonatizaciji in kloritizaciji. V zbruskah smo lahko opazovali dve razvojni seriji vzorcev s prehodom od kisle magmatske kamenine v kamenine nižje metamorfne stopnje — filitom slične skrilavce.

Sivkasto obarvani filiti in filitom slični skrilavci so verjetno nastajali iz kisle magme, zelenkaste skrila kamenine in kloritni skrilavci pa iz bazičnih kamenin in njihovih tufov.

\*

Razen ladinskih kamenin nastopajo na preiskancem ozemlju tudi werfenski skladi, srednje in zgornjetriadni apnenec in dolomit, laporast apnenec s skrilavcem, oligocenski erozijski ostanki, na južnem obrobju kartiranega področja pa miocenske in pliocenske plasti. Ob potokih, plazovih in vršajih imamo najmlajše klastične sedimente, ki pripadajo diluviju in holocenu. Te sklade smo vnesli na karto po literaturnih podatkih in po lastnih opazovanjih. Podrobneje jih nismo raziskovali, ker je bil glavni namen našega kartiranja rešiti vprašanje kristalastih skrilavcev in ilita.

## Ilit

Glinasta snov, ki jo kopljejo v rudniku Črna pri Kamniku, je bela ali rahlo zelenkasta. Nahaja se na neposrednem kontaktu s črnim skrilavcem, kloritnim skrilavcem ali avgitnim porfiritom. Pri površinskem kartiranju smo jo našli tudi v keratofiru. Nastopa v obliki žil, plasti in leč.

Rentgenski posnetek kaže, da je snov lepo kristaliziran ilit-sericit. Za medmrežno razdaljo  $d = 10 \text{ \AA}$  dobimo odboj velike jakosti, ki ne izgine niti po žarenju snovi na  $600^\circ \text{C}$ , kar je značilno za ilit. Drugi žarek velike intenzitete, odbit od ploskve z medmrežno razdaljo  $d = 4,48 \text{ \AA}$ , nam pove, da pripada ilit dioktaedričnemu tipu.

Ilitu je primešan tudi kremen, ki nam dá žarek za ploskev z medmrežno razdaljo  $d = 3,33 \text{ \AA}$  in nekaj glincev z uklonskim žarkom za  $d = 3,23 \text{ \AA}$ .

Diferencialno termična analiza ne dá značilnih podatkov, ker je ilit dobro kristaliziran.

Kemična analiza plavljenega ilita (1. tabela, analiza št. 8) dá skladen podatek z rentgensko analizo.

Če primerjamo analizi plavljenega glinastega črnega skrilavca in plavljenega ilita, vidimo, da sta si precej podobni. Glavna razlika je v količini  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ki je prisoten le v črnem skrilavcu. V ilitu, ki skoraj ne vsebuje  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , se relativno najbolj poveča procent kremenice  $\text{SiO}_2$  (1. tabela, analiza št. 7 in 8). Ekonomska nahajališča ilita v Črni so nastala iz glinastega črnega skrilavca z izluženjem železa. Rastopine, ki so izluževale skrilavec, so prodirale po ploskvah skrilavosti in plastovitosti ter ustvarile bolj ali manj pravilna lečasta glinasta telesa. Prodiranje rastopin je bilo v zvezi s prej popisanimi ladinskimi magmatskimi erupcijami.

## Zaključek

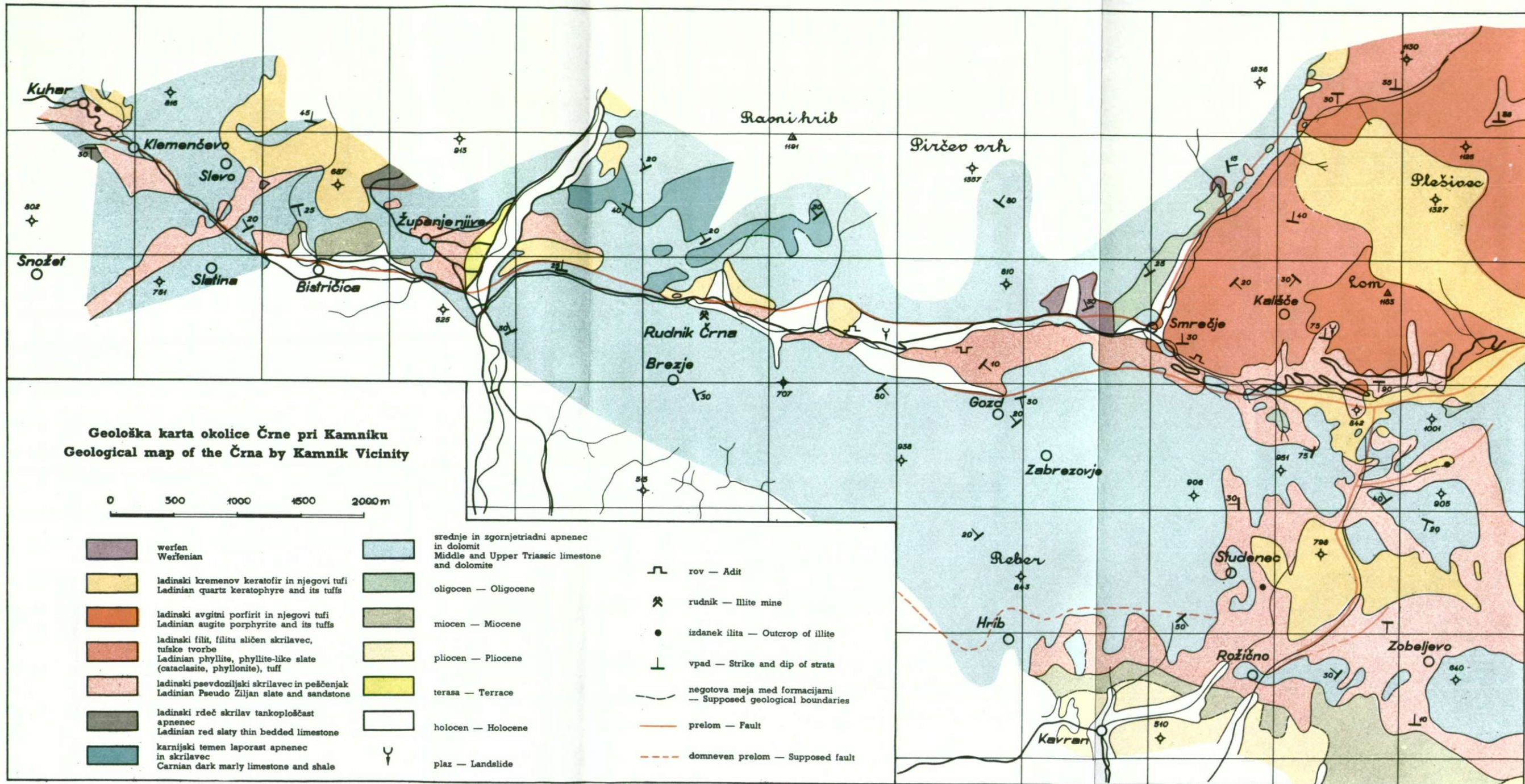
Petrografske preiskave kartiranega ozemlja bližnje in daljne okolice doline Črne pri Kamniku so pokazale, da nastopajo tukaj keratofir (kremenov), kremenov porfir, porfirit (avgitni) in njihovi tufi. Te ladinske magmatske kamenine so vezane na psevdofiljske sklade. Hidrotermalne rastopine in tektonski premiki so povzročili njihove spremembe in deloma tudi prehod v filite, filitom slične skrilavce in kloritne skrilavce. Nekaj razvojnih stopenj prehodov smo lahko dokazali. Filiti, filitom slični skrilavci in kloritni skrilavci prevladujejo na približno  $3 \text{ km}^2$ , medtem ko obsegajo na starejših kartah skoraj vso sedaj dokazano ladinsko formacijo. Označevali so jih kot »kristalaste skrilavce«.

Tudi psevdofiljski peščenjak in skrilavec sta močno sericitizirana in karbonatizirana. Iz hidrotermalno najbolj spremenjenih skrilavcev je nastal ilit (sericit) okolice Črne, ki so ga do sedaj imenovali kaolin.

---

Zahvaljujem se profesorju dr. G. Sabatieru in M. Maurelu, Laboratoire de Minéralogie, Sorbonne, ki sta rentgensko in diferencialno termično analizirala ilit in s svojimi rezultati potrdila mojo domnevo.





Geološka karta okolice Črne pri Kamniku  
Geological map of the Črna by Kamnik Vicinity

0 500 1000 1500 2000m






















- |   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|  | werfen<br>Werfenian   |  | srednje in zgornjetriadni apnec<br>in dolomit<br>Middle and Upper Triassic limestone<br>and dolomite |  | rov — Adit  |
|  | ladinski kremenov keratofir in njegovi tufi<br>Ladinian quartz keratophyre and its tuffs  |  | oligocen — Oligocene   |  | rudnik — Illite mine  |
|  | ladinski avgitni porfirit in njegovi tufi<br>Ladinian augite porphyrite and its tuffs   |  | miocen — Miocene   |  | izdanek ilita — Outcrop of illite                                 |
|  | ladinski filit, filitu sličen skrilavec,<br>tufske tvorbe<br>Ladinian phyllite, phyllite-like slate<br>(cataclastite, phyllonite), tuff |  | pliocen — Pliocene   |  | vpad — Strike and dip of strata                                   |
|  | ladinski psevdosiljaki skrilavec in peščenjak<br>Ladinian Pseudo Ziljan slate and sandstone   |  | terasa — Terrace   |  | negotova meja med formacijami<br>— Supposed geological boundaries |
|  | ladinski rdeč skrilav tankoploščast<br>apnec<br>Ladinian red slaty thin bedded limestone  |  | holocen — Holocene   |  | prelom — Fault  |
|  | karnijski temen laporast apnec<br>in skrilavec<br>Carnian dark marly limestone and shale  |  | plaz — Landslide   |  | domneven prelom — Supposed fault                                  |

Table 1.

I. tabela

## a) Kemične analize — Chemical analyses

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	70,11	71,20	46,0	48,8	38,8	63,5	57,82	70,10
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,01	1,28	1,30	0,01	0,49	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,93	11,73	17,0	16,6	9,6	15,5	19,78	18,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,96	1,58	2,30	3,25	0,09	0,80	7,54	0,24
FeO	1,18	1,20	6,20	8,32	1,1	2,60	—	—
MnO	0,03	0,02	0,09	0,09	0,22	0,09	0,02	—
MgO	0,91	1,03	9,38	4,98	2,40	2,60	0,49	0,15
CaO	2,62	1,58	10,20	4,37	25,30	3,72	2,95	2,04
Na <sub>2</sub> O	6,90	1,02	2,12	4,59	1,19	2,06	0,51	} 3,94
K <sub>2</sub> O	0,78	10,03	0,56	1,26	0,55	3,24	2,95	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,05	0,30	0,24	0,01	0,11	—	—
H <sub>2</sub> O+	} 1,94	} 1,06	4,36	3,17	10,92	2,01	7,76	4,30
H <sub>2</sub> O—			0,23	0,29	0,27	0,12		
CO <sub>2</sub>			0,15	2,46	9,46	2,86		
S			0,010	0,01	0,01	0,01		
Suma %	100,39	100,51	100,18	99,73	99,93	99,71	99,73	99,61

## b) Normativni mineralni sestav — CIPW norms

Q	21,06	23,46	—	3,48	9,78	37,03
or	5,0	60,01	3,33	8,40	5,03	21,30
ab	59,21	4,20	18,87	42,95	15,19	18,86
an	7,51	—	37,00	4,73	28,40	0,28
ak	—	4,16	—	—	—	—
C	—	—	—	6,63	—	9,38
dy <sub>Fe</sub>	1,49	2,73	2,23	—	6,70	—
dy <sub>Mg</sub>	2,59	3,67	9,29	—	19,45	—
hy <sub>Fe</sub>	0,66	0,66	3,03	11,60	—	3,62
hy <sub>Mg</sub>	0,9	0,90	9,50	13,70	—	7,10
ol <sub>Fe</sub>	—	—	2,75	—	—	—
ol <sub>Mg</sub>	—	—	7,49	—	—	—
wo	—	—	—	—	15,43	—
mt	1,39	0,23	3,47	5,12	—	1,39
il	—	—	2,59	2,75	—	1,06
ap	0,31	—	0,62	0,62	—	—
Suma %	100,12	100,2	100,17	99,98	99,98	100,02
Sal	12,63	7,1	1,44	1,959	1,43	6,6
Fem						
Q	0,293	0,366	0	0,103	0,201	0,917
F						
$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'}$	4,52	∞	0,316	5,7	0,37	74
$\frac{K_2O'}{Na_2O'}$	0,0796	13,5	0,167	0,183	0,31	1,05
Formula	I,	I (II),	III (II),	II,	III,	II (I),
CIPW	4,2,5	4,1,1	5,4,4	5,2,4	4,4,4	3,1,3

c) Nigglijevi parametri — The Niggli-parameters

	1	2	3	4	5	6
al	40,4	34,9	22,60	31,73	21,6	45,76
fm	13,5	18,96	47,30	47,00	18,1	33,70
c	13,0	8,44	24,67	4,08	54,4	0,28
alk	33,1	37,7	5,43	17,19	5,9	20,26
si	322	359	104	159	148,5	318
k	0,074	0,865	0,14	0,139	0,24	0,51
mg	0,42	0,41	0,67	0,51	0,77	0,69

## Pojasnilo k 1. tabeli

## Explanation of the table 1.

1. Kremenov keratofir, vzorec vzet 500 m zahodno od Črnilca, po Trögerju (1935) spada k alkalni granitni skupini.

1. Quartz-keratophyre, 500 m W. of the pass Črnilec, by Tröger it belongs to the alkali-granitic group.

2. Kremenov porfir, vzorec II G, vzet na Kališkem plazu, višina 900 m, po Trögerju (1935) spada v skupino aplitgranitov.

2. Quartz-porphyre, S II G, from the Kališče landslide, by Tröger it belongs to the aplite-granitic group.

3. Avgitni porfirit, vzorec 1, vzet jugovzhodno od Loma; kamenina spada v gabroidno skupino (Tröger 1935). Po Niggliju se sklada z normalno gabroidno magmo. V tej kamenini nastopa v modalnem sistemu olivin (10%). Vzorec je najbolj bazičen od analiziranih vzorcev.

3. Augite-porphyrityte, S1, SE of the Lom-Hill, by Tröger it belongs to the gabbro group, by Niggli it belongs to the normal-gabbro magma. It is the most basic of all the samples analysed.

4. Porfirit, vzorec 178, vzet pod Sovinjo pečjo. Po Niggliju se sklada z normalno dioritno magmo. CaO je relativno malo, ker ga večemo na sekundarni kalcit. Povečana pa je količina zemeljskih alkalij (fm). Megaskopsko je kamenina skrilava. Nastopa med rudno substanco. Je porfirit s pilotakitsko strukturo in s kloritiziranimi femičnimi minerali.

4. Porphyrite, S178, S. from the Sovinja peč Hill, by Niggli it is included into the normal-dioritic magma. The CaO content is rather small, but the parameter fm is increased. The rock is green, lustrous, schistose, occurring as inclusion in illite deposit. It has pilotaxitic texture and chloritised femic minerals.

5. Sericitno-kloritni skrilavec, vzorec 177, vzet iz raziskovalnega rova severno od Rožičnega. Po Niggliju se približuje gabro-dioritni magmi. Glavna razlika pa je majhna vrednost parametrov al, fm in alk zaradi velike količine parametra c. Megaskopsko je vzorec že popolnoma sekundarno spremenjen in zelo podoben glinasti rudni substanci.

5. Sericite-chlorite schist, S177, from the drift N. of Rožično. By Niggli it approaches rather to gabbro-dioritic magma. The main difference is the small quantity of the parameters al, fm and alk in the relation to the parameter c. The rock is secondarily altered and very similar to illite deposits.

6. Sivkast, filitu sličen skrilavec, vzorec 144, vzet severno od Zavrha.

6. Phyllite-like (phyllonite), gray schist, S144, N. of Zavrha.

7. Plavljeni črni glinasti skrilavec — analizo smo dobili od uprave Rudnika kaolina — Črna.

7. Floated black slate. The analysis was placed to our disposal from the direction of the kaoline mine Črna.

8. Ilit, plavljeni vzorec.

8. Floated illite.

Analysts: eng. Babšek (No. 1 and No. 2), eng. Kandare (No. 3, 4, 5, 6) and eng. Pavlovčič (št. 8).

## LADINIAN IGNEOUS ROCKS AND THE HYDROTHERMAL ALTERATIONS OF THE BLACK SLATE IN THE NEIGHBOURHOOD OF ČRNA NEAR KAMNIK TOWN

In the years 1957—1958 the broader area of the Črna Stream has been mapped for the Črna Mine at Kamnik. The investigated area is very interesting owing to the "schists" disputed as well as by reason to the deposits of the economically important clays. The question of the schists has been solved. They are Ladinian magmatic, and metamorphic rocks, which we succeeded to determine in details. The examination of the clay has shown, the mineral called kaolinite to the date is illite.

### The Ladinian rocks

On the Teller's geologic map the Ladinian rocks in the area of the Črna Stream are shown as schists. They extend from the Črna Mine towards the Kranjska Reber Mount. The Ladinian stage is represented by following rocks:

1. Pseudo Ziljan beds,
2. Quartz keratophyre, and its tuffs,
3. Quartz porphyry,
4. Augite porphyrite, and its tuffs,
5. Phyllite, phyllite-like schist (cataclasite, phyllonite), and chlorite schist.

Pseudo Ziljan beds form a narrow belt extending along the Črna Stream Valley. They disappear beneath the Triassic limestone at the mine beneficiation plant. They reappear at the Kamniška Bistrica Stream along Bistričica, where they are covered by Middle Triassic limestone, and dolomite on many places. They extend widely towards Sela Village south of the Črnilec Pass. The Pseudo Ziljan beds are composed of black slate and tuffaceous sandstone as well as of intermediate rocks. In the Sela Village area the thin intercalations of the black limestone are found in the Pseudo Ziljan beds, both of them intersected by white calcite, and quartz veins. Along the Bistričica Stream the Pseudo Ziljan horizon represented mainly by sandstone ends with the thinbedded shaly red limestone on some places.

The Pseudo Ziljan sandstone is formed by angular quartz grains, acid twinned plagioclases belonging mainly to albite, chlorite grains, all of them being cemented by sericite, and clay. The carbonates percent is very high sometimes. The percentage of the individual components varies widely. The fresh sandstone is black, after weathering it grades into brownish one. The black slate is very fine grained. It is composed of the clay minerals, quartz, and calcite partly. Its black colour probably derives from graphite, possibly also from ferric ion.

In the Črna Stream Valley the Pseudo Ziljan beds form an anti-clinal extending E—W. A great fault has almost the same direction. The Pseudo Ziljan beds are strongly sericitized by tectonic- and hydrothermal

influences. The black slate is hydrothermally altered into illite. The igneous rocks are strongly altered owing to the same hydrothermal solutions.

Quartz keratophyre. Among the igneous rocks keratophyre (Table 1, analysis No. 1) is the most important. It has been found in separate outcrops, shown on the map. In the Črna Stream Valley there is mainly greenish quartz keratophyre, composed of albite (0,9 % An), quartz, and biotite. The feldspar grains are twinned mainly, strongly sericitized, kaolinized, carbonatized and chloritized. The quartz grains are resorbed. The fine-grained, and microcrystalline ground-mass is composed of acid plagioclases, quartz and chlorite. Some keratophyre specimens are strongly calcitized.

The rest of the keratophyre specimens are yellowish green, green, grey, and red. The phenocrysts in the keratophyre are rare except in the Črna Stream Valley. They are angular, and of irregular form. The ground-mass is coarsely crystallized. The keratophyre fabric resembles the crystalline tuffs. Greater areas of the keratophyre outcrop above the Rožično Village are leached out, and limonitized. In such a case the rock is strongly crushed and partly stratified. The leached keratophyre specimens have fine grained groundmass.

As regards the mineralogical composition there is no difference between the keratophyre, and its lithoid, and crystalline tuffs.

The strongly altered igneous rock as well as its tuff was passed into low grade metamorphosed schist (cataclasite, phyllonite) containing opaque crushed grains of plagioclases in the sericitized groundmass of quartz, and chlorite. All the intermediate stages of this type of metamorphism were found without any difficulty.

Quartz porphyry of the western part of the Lom Hill grades from the characteristic igneous rock into the schist of low grade metamorphism (phyllonite). The specimen analyzed (Table 1, analysis No. 2, two parallel analysis) has a felsitic ground-mass. Its Becke line is partially positive, and negative respectively. A femic mineral in the ground mass forms spherulitic texture. We have determined it as biotite altered partly into hornblende. Both of them are in some degree chloritized.

We count the rock with rare phenocrysts of albite to the same group of the rocks with regard to the content of the same femic mineral with the spherulitic texture. Partly preserved femic mineral we find also in the quartz sericite schist. That is the base, on which we conclude, the rock derives from the quartz porphyry.

In the end phase of the alteration by leaching out the stick-like femic mineral and simultaneous sericitization, the stratified phyllite-like rock formed from the quartz porphyry is petrographically not discernible any more from the shaly phyllonite rock formed from keratophyre and its tuff respectively. This is proved by the specimen No. 144 from the Volovjek Valley which we have analyzed (Table 1, analysis No. 6).

The analysis shows, the specimen belongs to the alkali-granitic magma group, to which the quartz keratophyre belongs also. However, there are some differences between the quartz keratophyre and our specimen. The parameters  $a_l$  and  $f_m$  in relation to the parameters  $c$  and  $alk$  are increased. In thin sections we can microscopically observe fine-grained aggregate of quartz, sericite, chlorite, and carbonates.

Augite porphyrite. Basic igneous rock belonging to the augite porphyrite forms the Lom Hill (1130 ms) also. Its centre takes place outside the map towards NW.

There are two types of the texture on our area as the specimens of the porphyrite have shown. The first one shows the intersertal texture of the sodic plagioclases interwoven by chlorite flakes, formed from the primary feric minerals. The feldspars are fresh, but too fine grained for the determination of their chemical composition. This type of the texture is pretty rare. The second type of texture shows well preserved strongly crushed augite phenocrysts, sometimes resorbed on their periphery. The feldspars of this type of specimens are mainly altered. Fresh grains are exceptional only. The plagioclase grains examined show an average composition of albite.

The augite porphyrite is strongly altered. The alterations in the basic rocks are sericitization, chloritization, epidotization, carbonatization, actinolitization, and leaching out the opaque iron minerals. The irregular crushed augite grains are the only fresh ones. That proves the tuffaceous character of the rock at least partly.

One of the specimens analyzed is more basic, as the other (Table 1, analysis Nos 4 and 3). No one of the specimens was completely fresh.

According to the macroscopical appearance of some porphyrite specimens we can guess, the greater part of the chlorite schists has originated in the porphyrites. That is proved by the analysis of the light coloured sericite-chlorite schist (specimen No. 177, Table I, analysis No. 5), which is basic.

We have examined microscopically some of the rock specimens, very alike porphyrite, for which we have supposed, they have originated in porphyrite. They are completely altered, sericitized, and chloritized. They are very fine-grained, as the maximum diameter of the grains amounts some hundredths of mm. Very rare greater grains have a diameter of 0,1 mm. They belong to carbonates, quartz, acid plagioclases and obliterated contours of primary feldspar grains.

The influence of the augite porphyrite was most probably very important in the Pseudo Ziljan slate area, in which illite is found. The basic sericite-chlorite schist (No. 177), taken below the Sovinja peč, is completely altered. But it is very interesting, because it occurs in the immediate vicinity of the illite outcrops and the porphyrite.

In the Mine we have found, the illite occurs immediatly on the contact with the augite porphyrite.

On the older geologic maps the Ladinian rocks have been designated as Carboniferous Ziljan slate (Lipold, Rolle), on the newer geologic maps as the Črna—Kranjska Reber schists. Teller called them "Sericitführende Schiefer u. Gneisse des Črna u. Lipa Aufbruchs". Seidl designated them on his geologic map of Kamniške in Savinjske Alpe as Silurian slates. Kühnel accepted from Lipold and Rolle the Carboniferous age for the slates in vicinity of the Sela Village.

Phyllites, phyllite-like schists (cataclasites, phyllonites), chlorite schists. Black slates grade into light coloured sericite and chlorite schists everywhere, where there are greater outcrops of illite. The igneous rocks are connected with them. Individual fragments of chlorite, and sericite schists we find crossing the Lom, Plešivec, and Kranjska Reber Hills, but in subordinate quantities. Some of them are light coloured, some of them are violet, green or grey. The last ones are very alike Pseudo Ziljan slates. The sandstone fragments resembling the Pseudo Ziljan sandstone are very rare.

Phyllite, phyllite-like schists, and chlorite schists prevail on the slope of the left hand side bank of the Volovjek Valley towards Kališče. The belt becomes thinner towards N. The contact with the quartz keratophyre can not be determined. Instead of the contact the keratophyre appears phyllite-like. In the phyllite and phyllite-like keratophyres, there are numerous intercalations of keratophyre tuff. They are intersected by frequent white quartz veins. We have found there some outcrops, megascopically very alike augite porphyrite, but in the thin section we have found the primary texture is completely obliterated.

The belt of similar rocks, the chlorite schists mainly, exists E from the Kranjski Rak Stream as well as on the pass between Plešivec, and Kranjska Reber. The phyllites and phyllite-like rocks cover an area of approximately 3 sq. kms on our map.

In the area examined there are some schistous rocks resembling gneisses. They occur mainly on the northern border of the map in Volovjek Valley. After examining them we have found, they are not gneisses at all. The white salic component giving to the rocks the appearance of gneisses is fine grained quartz mainly.

Illite. The clayey material mined in the Črna Mine at Kamnik is white or feebly greenish. We have found it on the immediate contact with black slate, chlorite schist, or augite porphyrite, occurring in veins, beds and lenses. In the surface mapping we have discovered it in the keratophyre also.

By X-ray diffraction date clayey material is identified as well-crystallized illite (sericite), as the main component and some other minerals. The powder photograph of the pattern shows marked enhancement of the basal spacing  $10 \text{ \AA}$ . On heating the powder to  $600^\circ$  this reflection does not extinct. The strong reflection present at  $4,48 \text{ \AA}$  is characteristic for dioctahedral illite.

The d-spacing at 3,33 Å proves some quartz is present also as well as some feldspars giving the X-ray diffraction line at 3,23 Å.

The differential thermal analyses does not give any characteristic results.

The chemical analysis of floated illite (Table 1, analysis No. 8) agrees with the X-ray analysis. Neither iron nor magnesia are present, because the mineral is dioctahedral.

The considerable similarity is noticed between the chemical analyses of the floated black slate, and that of the floated illite. The main difference exists in the high percentage of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , present in the black slate only (Table 1, analysis No. 7, and 8). The economically important illite deposits in the Črna Stream Valley originate in the black clayey slate by leaching out the iron. The solutions, which leached the slate, ascended along the schistosity and bedding planes and formed thus more or less regular lenses of clay. The penetration of the solutions was connected with the Ladinian eruptions.

**Conclusion.** In the broader area of the Črna Stream near Kamnik Town there occur quartz keratophyre, quartz porphyry, augite porphyrite and their tuffs. These magmatic rocks are found in Pseudo Ziljan beds. Tectonic and hydrothermal influences strongly altered the rocks and often caused their transition to phyllites, phyllite-like schists (phylionites), and chlorite schists. We could prove some transitional development stages. Phyllite, phyllite-like schists and chlorite schists cover an area of approximately 3 sq. kms, whereas on the older geologic maps all Ladinian stage tested now was represented as "schists".

Pseudo Ziljan sandstone and slate also are strongly sericitised and carbonatised. The mostly hydrothermally altered slate gave illite of the Črna neighbourhood, considered till now as kaoline.

#### Acknowledgments

The author is indebted to Professor Dr. G. Sabatier and to M. Maurel, Laboratoire de Minéralogie, Sorbonne, who made the X-ray analysis and the DTA of the illite and established the author's supposition.

#### LITERATURA

- Breznik, M., Zlebnik, L., 1957, Skupinski vodovod Cerklje—Vo-dice—Mengeš. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.
- Cissarz, A., 1957, Lagerstätten des Geosynklinalvulkanismus in den Dinariden und ihre Bedeutung für die geosynklinale Lagerstättenbildung. Neues Jb. Min., Abh., 91, Festband Schneiderhöhn, 485—540, Stuttgart.
- Duhovnik, J., 1953, Prispevek h karakteristiki magmatskih kamenin Črne gore, njihova starost in razmerje do triadnih magmatskih kamenin v Sloveniji. Geologija — Razprave in poročila, 1. knj., Ljubljana.
- Duhovnik, J., 1956, Pregled magmatskih in metamorfnih kamenin Slovenije. Prvi jugosl. geol. kongres, Predavanja in poročila. Ljubljana.
- Germovšek, C., 1954, Obvestilo o preiskavi prodornin v Sloveniji. Geologija — Razprave in poročila, 2. knj., Ljubljana.
- Grad, K., 1953, Manuskriptno poročilo o kartiranju Črne pri Kamniku.
- Grim, R., 1953, Clay Mineralogy. New York.



- Hamrla, M., 1954, Geološke razmere na severnem robu laške sinklinalne. Geologija — Razprave in poročila, 2. knj., Ljubljana.
- Jankovič, S., 1955, Geologija i metalogeneza olovno-cinkovog rudišta Suplje Stijene (Crna Gora). Uz Zbornik radova geološkog i rudarskog fakulteta. Beograd.
- Kralj, J., 1940, Diplomsko delo o kaolinskem nahajališču Črna.
- Kühnel, W., 1953, Zur Stratigraphie und Tektonik der Tertiärmulden bei Kamnik in Krain. Prirodoslovne razprave, 2, Ljubljana.
- Niggli, P., 1923, Gesteins- und Mineralprovinzen, Berlin.
- Rakovec, I., 1934, Prispevki k tektoniki in morfogenezi Savinjskih Alp. Geogr. vestnik, X, 1—4. Ljubljana.
- Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart.
- Seidl, F., 1907, Kamniške ali Savinjske Alpe. Ljubljana.
- Teller, F., 1885, Fossilführende Horizonte in der oberen Trias der Santhaler Alpen. Verh. d. geol. R. A. Wien.
- Teller, F., 1898, Erläuterungen zur geol. Karte Eisenkappel und Kancker. Wien.
- Teller, F., 1892, Der geologische Bau der Rogač-Gruppe und des Nordabhangs der Menina bei Oberburg in Südsteiermark. Verh. d. geol. R. A. Wien.
- Tröger, W. E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.
- Winchell, A. N., Winchell, H., 1951, Elements of Optical Mineralogy, Part II. New York.

## SPILITIZIRANI DIABAZI V VZHODNI SLOVENIJI

*Ana Hinterlechner*

Pri kartiranju doline Črne v letih 1957—1958 sem bazično magmatsko kamenino s Kranjske Rebri določila kot avgitni porfirit, čeprav sem v redkih svežih vzorcih ugotovila plagioklaze z negativno Beckejevo črto.

V letu 1959 sem dobila v petrografsko preiskavo magmatske kamenine, ki jih je pri kartiranju Bohorja nabrala V. Osterc. Na Dreggerjevi karti Kozje—Rogatec iz leta 1920 so te kamenine označene kot diabaz. Po novejših raziskavah (Duhovnik, 1953, Germovšek, 1954, Germovšek, disertacija, Hamrla, 1954, Ocepek, 1955) so te vrste triadnih prodornin prištevali k avgitnim porfiritom, vendar že omenjajo delno albitizacijo (Germovšek, Ocepek). Bohorski vzorci imajo porfirsko strukturo, vtrošniki pripadajo avgitu in plagioklazu. V preiskavi sem opazila, da imajo sicer zelo redki sveže ohranjeni plagioklazi, z izjemo v redkih zbruskih, negativno ali pa neizrazito Beckejevo črto in pripadajo zato albitu. Pobudo za nadaljnje raziskovanje teh kamenin mi je dalo delo prof. dr. Barića: »Eruptivi iz okolice Sinja u Dalmaciji uz kraći osvrt na eruptivne pojave kot Knina, Vrlike i Drniša«, na katero me je avtor sam opozoril in mi na mojo prošnjo poslal separat še pred natisom knjige. Podobne lastnosti, kot jih navaja Barić za sinjske eruptive, imajo poleg bohorskih tudi vzorci s Kranjske Rebri. Zaradi primerjave sem preiskala tudi diabaz iz okolice Črne pri Mežici. Poleg tega sem pregledala še zbruske in analizo diabaza z Velikega vrha pri Laškem, ki ga je opisal Germovšek v svoji disertaciji (v tisku).

Navedla bom glavne značilnosti pregledanih vzorcev iz posameznih nahajališč.

## Diabaz iz okolice Črne pri Mežici

Ta kamenina se nahaja med zelenimi skrilavci nižje metamorfne stopnje. Po Tellerju (1896) spadajo skrilavci v kulm, devon ali silur in po Vetterju (1947) v karbon-devon. Iste sklade, ki se nadaljujejo v Avstrijo, prištevajo avstrijski geologi še danes k paleozoiku (Heritsch-Kühn, 1951). V njih se nahajajo različno veliki lečasti vključki diabaza, ki je delno zrnat, delno pa gost in skrilav, prehaja v tufe in vsebuje kalcitne mandlje. Po Graberju (1933) so diabazi postkulmski. Stratigrafsko uvrstitev skrilavcev in starost diabazov bi bilo potrebno ponovno proučiti.

Na enednevni ekskurziji sem nabrala 6 vzorcev diabaza vzhodno od Črne ob potoku Javorje. Megaskopsko so temnozeleni vzorci drobnozrnati, rumenkastozeleni pa bolj debelo-zrnati. Pod mikroskopom sem ugotovila, da so vzorci precej sveži. Kemično analiziran vzorec št. 2 je skoraj povsem svež. To je zelo zanimivo, saj se mi ni posrečilo dobiti takega niti med številnimi vzorci z Bohorja niti s Kranjske Rebri. Na Kranjski Rebri so vse kamenine posebno močno spremenjene. Struktura debelo-zrnatih diabazov iz Črne je intergranularna, struktura drobnozrnatih pa intersertalna. Pri vzorcih z intergranularno strukturo je avgit včasih tako močno razvit (2 mm) v primeri s plagioklazi osnove (nekaj desetink mm), da prehaja intergranularna struktura v porfirsko. Posamezna večja zrna avgita vsebujejo pogosto idiomorfne plagioklaze in tvorijo tako ofitsko strukturo. Kamenino sestavljajo kisel plagioklaz, avgit, magnetit, nekaj ilmenita in pirita. Plagioklazi so v nekaterih vzorcih povsem sekundarno spremenjeni, motni in optično več ne reagirajo. Ozki, še sveži robovi imajo zelo majhen kot potemnitve. Femični mineral osnove je kloritiziran. Večja sveža avgitova zrna so močno razpokana. Od sekundarnih mineralov opazujemo še epidot in coizit. Kalcit je pri nekaterih vzorcih drobnorazpršen v osnovi in v glinencih, drugod ga pa ni. V enem od vzorcev je magnetit močno koncentriran. Tvori zelo lepa, več milimetrov velika zrna, ki so močno resorbirana. Včasih je magnetit izlužen.

Vzorec, ki je kemično analiziran, ima delno intersertalno, delno intergranularno strukturo. Velikost in širina paličastih glinencev se v istem zbrusku zelo spreminjata. V nekaterih delih zbruska so plagioklazi igličasti in dosežejo včasih izredno dolžino (več desetink milimetra), drugod pa so deskasti. Med igličastimi glinenci je osnova kloritizirana. V osnovi nastopajo številne ploščice in druge kristalne oblike magnetita. Med debelo-zrnato osnovo je avgit pogosto svež in je močno razpokan. Glinenci so rahlo kaolinizirani in vsebujejo redke luske sericita. Pod Fedorovim mikroskopom sem merila številna zrna in dobila povprečno vrednost 4% an, to pa je albit. Beckejeva črta je izrazito negativna. Kot optičnih osi (merjeni obe potemnitvi) je znašal pri enem zrnu +82°, pri drugem +83°. Plagioklazi so dvojlični. Pogosto nimajo idiomorfne ploskev, temveč je njihov zunanji rob nepravilen in so rahlo upognjeni. Akcesorno nastopajo v nekaterih pregledanih zbruskih zelo redka drobna zrna kremenca (do 0,1 mm) nepravilnih oblik.

### Bohorske bazične magmatske kamenine

Na Bohorju in še vzhodneje nastopajo bazične magmatske kamenine med srednjetriadnim ploščastim apnencem in dolomitom, ki vsebujeta rožence ali pa sta brez njih, ter med pietro verde. Na Bohorju nastopajo v velikem obsegu predvsem raznovrstni tufi. Večina vzorcev, ki sem jih dobila v preiskavo, je imela več ali manj enotno strukturo, tako da jih lahko še prištevamo k prodorninam. Preiskani vzorci so intenzivno zeleni in trdni. Večina vsebuje vtrošnike plagioklaza ali femičnega minerala, oziroma oboje. Zrna femičnega minerala imajo včasih premer nekaj milimetrov in so zaobljena. Pod mikroskopom vidimo, da so sestavljena iz več posameznih zrn avgita, ki nimajo idiomorfni oblik. Vtrošniki plagioklazov so včasih zelenkasti. Povečini so vzorci reagirali rahlo na HCl 1:10, mestoma, t. j. v geodah, pa močno.

Za bohorske magmatske kamenine je značilna porfiriska struktura. Vtrošniki pripadajo avgitu in plagioklazu. Običajno je eden od obeh popolnoma spremenjen. Pogosteje so spremenjeni vtrošniki plagioklaza kot avgita. Osnova je mikro- do drobnokristalno prekristalizirano steklo. Je kloritizirana in vsebuje mikrolite izlučnega kovinskega minerala. V osnovi so številne letvice in igličasti mikroliti plagioklazov, ki imajo pravo potemnitev in nekoliko večja (0,1 mm) zrna večinoma kloritiziranega femičnega minerala. Akcesorno nastopa magnetit.

V bohorskih kameninah so mandlji zelo številni. Včasih so vidni že megaskopsko, včasih šele pod mikroskopom. Zapolnjujeta jih kalcit in klorit, ki je delno mikrokristalen, delno žarkovito vlaknat. Obe vrsti klorita se včasih koncentrično menjavata.

V osnovi so pogostni mikroliti minerala z močnim reliefom, ki pa so predrobni, da bi jih lahko določila.

Osnova sestavlja približno 60 % kamenine.

Vtrošniki plagioklazov so pogostni (povprečno 30 % kamenine). Merijo do več desetink milimetra. Večinoma so močno spremenjeni: sericitizirani, kloritizirani in kaolinizirani. Plagioklazi so včasih sericitizirani na tak način, da sekundarno že povsem spremenjena zrna kažejo videz conarnosti. Včasih vsebujejo tudi mikrolite minerala z visokim reliefom, ki je predroben, da bi ga mogla določiti. Sericit tvori pogosto nepravilne in precej velike krpe. Ima majhen in negativen kot optičnih osi. Merjeni podatki so bili precej različni, ker zaradi orientirane lege lusk nisem mogla izmeriti obeh optičnih osi, območja potemnitve pa so bila velika.

Sveža zrna glincev so steklasta. V vseh zrnih plagioklazov, v katerih ne opazujemo zgoraj omenjenih sprememb, je Beckejeva črta izrazito negativna. Zrna so dvojlična. Pod Fedorovim mikroskopom sem izmerila glincev v štirih zbruskah in dobila naslednje povprečne vrednosti:

10,5 % an, 2 V = +85°	(vz. 103)
6 % an, 2 V = 90°	(vz. 102)
6 % an, 2 V = +87°, 2 V = +83 %	(vz. 9b)
4 % an, 2 V = +86°, 2 V = -88,5°	(vz. 104)

Procent anortita ustreza albitu. Pri kotu 2 V sta vedno merjeni obe osi. Spilitni albit ima kot 2 V od +79° do 88° (Barić, separadni odtis 1957, str. 260).

Avgit je navadno ohranjen svež le v vzorcih, kjer je plagioklaz spremenjen. Opazujemo manjša zrnca v osnovi (desetinka milimetra) in večje vtrošnike. Zanimiv je vzorec št. 106, v katerem tvorijo avgitna zrna okrogle skupke, ki imajo premer 6 mm. Zrna v njem niso idiomorfna, včasih imajo dvojčične lamele. Izmerila sem eno zrno avgita in dobila podatek Ng — Np = 0,021, kar je za avgit nekoliko nizko in bolj ustreza titanavgitu (Tröger, 1956, str. 53). Povprečni kot potemnitve, merjen na dveh zrnih, je: Ng 001 = 38°, kot 2 V = +39°.

Avgit je pogosto kloritiziran, včasih so prvotne oblike minerala še ohranjene, včasih pa je klorit krpast. Zrna avgita so tudi le delno kloritizirana. Poleg klorita so se kot sekundarni produkti razvili tudi kristali kalcita in redkeje epidota. Zelenkast žarkovito vlaknat klorit prehaja mestoma v rjavkast žarkovito vlaknat mineral.

Med spilitiziranim diabazom je v zelo redkih primerih še ohranjena prvotna bazična kamenina, t. j. diabaz. Dokaz za to je vzorec, v katerem je ohranjen bazični labradorit. Glinenci so bolj ploščasti. Tudi v osnovi je manj stekla in več drobnih letvic glinencev, ki predstavljajo polisintetske dvojčke. Zrna so pogosto ukrivljena. Večji vtrošniki glinencev so sericitizirani, le zelo ozki zunanji robovi so sveži. Njihov sestav sem ugotavljala pod Fedorovim mikroskopom in dobila:

	ng	nm	np	
1. R:	36°	64°	68°	— 70 % an — točno — ⊥ (010)
2. R:	39°	57°	72°	— 69 % an — 5° E — ⊥ (010) 2 V = +76°
3. R:	34°	53°	72°	— 63 % an — 1° SW — ⊥ (010)
4. R:	26°	72°	71°	— 70 % an — 8° E — ⊥ (010)
5. R:	35°	65°	67°	— 70 % an — 2° EN — ⊥ (010)
6. R:	30°	69°	67°	— 66 % an — 6° E — ⊥ (010)
				2 V = —87° — merjeni obe osi
B <sub>1/2</sub> :	60°	50°	55°	— 65 % an — 4° NW — $\frac{\perp [100]}{(010)}$
7. R:	45°	57°	59°	— 72 % an — 3° E — ⊥ (001)
8. R:	40°	62°	65°	— 79 % an — 1° SW — ⊥ (010)
povprečje:				68 % an — bazični labradorit

V osnovi prvotnega diabaza ni mikrokristalnega stekla, temveč zrnca magnetita, pirita in feničnega minerala, ki so za natančno določitev predrobna (nekaj stotink milimetra). Zrna avgita, ki so večja kot vtrošniki plagioklazov, so deloma sveža, resorbirana in močno razpokana.

Zelo redko opazujemo v bohorskih vzorcih nepravilna zrnca kremenca (nekaj stotink milimetra). Včasih nastopajo kot sekundarni produkt v nepravilnih skupkih s kalcitom.

a) Kemična analiza

	1		2		3	
	%	% brez H <sub>2</sub> O	%	% brez H <sub>2</sub> O	%	% brez H <sub>2</sub> O
SiO <sub>2</sub>	47,3	48,70	52,61	54,80	46,0	48,12
TiO <sub>2</sub>	3,48	3,58	1,07	1,12	1,28	1,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,52	15,96	17,09	17,80	17,0	17,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,57	3,67	2,58	2,69	2,3	2,41
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
FeO	9,48	9,76	7,07	7,36	6,2	6,49
MnO					0,09	0,10
MgO	5,84	6,03	4,66	4,86	9,38	9,82
CaO	6,07	6,25	4,16	4,33	10,20	10,67
Na <sub>2</sub> O	4,42	4,55	5,25	5,47	2,12	2,22
K <sub>2</sub> O	0,41	0,42	0,28	0,29	0,56	0,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,67	0,69	0,36	0,38	0,30	0,31
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,12	—	0,59	—	0,23	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,06	—	3,19	—	4,36	—
S	0,23	0,24	0,01	0,01	0,01	—
CO <sub>2</sub>	0,15	0,15	0,84	0,88	0,15	0,10
Suma	100,36	100,00	99,76	99,99	100,18	100,01
CaO/Na <sub>2</sub> O	1,37		0,78		4,8	

b) Normativni mineralni

Q	2,78	4,67	—
or	—	1,67	3,34
ab	38,25	46,10	18,86
an	23,90	13,35	36,97
ne	—	—	—
C	—	3,67	—
dy <sub>Fe</sub>	0,49	—	1,26
dy <sub>Mg</sub>	1,29	—	9,29
hy <sub>Fe</sub>	4,22	9,37	3,30
hy <sub>Mg</sub>	7,30	12,20	9,50
ol <sub>Fe</sub>	3,06	—	2,96

### Chemical analyses

4		5		6		7	
%	% brez H <sub>2</sub> O	%	% brez H <sub>2</sub> O	%	% brez H <sub>2</sub> O	%	% brez H <sub>2</sub> O
48,8	50,7	49,38	50,83	51,22	51,80	54,94	56,20
1,30	1,35	2,43	2,48	3,32	3,36	1,11	1,14
16,6	17,25	15,13	15,57	13,66	13,82	18,38	18,82
3,25	3,38	0,18	0,18	2,84	2,87	3,15	3,22
—	—	—	—	—	—	0,69	0,71
8,32	8,64	11,94	12,30	9,20	9,31	3,02	3,09
0,09	0,10	0,23	0,24	0,25	0,25	—	—
4,98	5,17	4,36	4,50	4,55	4,60	3,59	3,67
4,37	4,54	8,13	8,37	6,89	6,97	6,29	6,44
4,59	4,77	4,68	4,82	4,93	4,98	3,97	4,06
1,26	1,31	0,44	0,45	0,75	0,76	2,31	2,36
0,24	0,25	—	—	0,29	0,29	0,27	0,26
0,29	—	0,20	—	1,88	—	2,39	—
3,17	—	2,18	—	—	—	—	—
0,01	—	—	—	—	—	0,12	—
2,46	2,55	0,25	0,26	0,95	0,95	—	—
99,73	100,01	99,53	100,00	100,72	99,96	100,23	99,97
0,95	—	1,74	—	1,4	—	1,58	—

### sestav — CIPW norms

3,18	—	0,24	5,46
7,78	2,78	4,45	13,90
40,35	37,20	41,92	34,57
4,73	19,46	13,66	25,83
—	1,99	—	—
6,22	—	—	—
—	10,17	4,46	0,25
—	6,94	6,48	3,67
10,95	—	6,73	0,40
12,90	—	8,5	7,50
—	10,30	—	—

	1	2	3
ol <sub>Mg</sub>	5,04	—	7,47
mt	5,33	3,94	3,48
il	6,84	2,12	2,58
pr	0,48	—	—
ap	1,55	0,93	0,62
cc	0,30	2,00	0,40
	100,83	100,03	100,03
Sal	64,93	69,46	59,17
Fem	35,90	30,56	40,86
Sal			
Fem	1,8	2,3	1,45
$\frac{Q}{F}$	0	1,53	0
$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'}$	0,9	1,9	0,315
$\frac{K_2O'}{Na_2O'}$	0,07	0,034	0,167
Formula	II (III), 5, 3, 5		III, 5, 4, 4
CIPW		II, 3' 2' 5	

c) Nigglijevi parametri

al	24,00	29,10	22,60
fm	48,20	42,90	47,30
c	16,40	12,81	24,67
alk	11,40	15,14	5,43
si	119	147,7	103,6
k	0,06	0,03	0,14
mg	0,46	0,46	0,67

<sup>1</sup> Spilitiziran diabaz — Črna pri Mežici — vzorec št. 2.

<sup>2</sup> Spilitiziran diabaz — Bohor — vzorec št. 9 b.

<sup>3</sup> Spilitiziran diabaz — Črna pri Kamniku — vzorec št. 1/3567.

<sup>4</sup> Spilitiziran diabaz — Črna pri Kamniku — vzorec št. 178.

<sup>5</sup> Spilitiziran diabaz — veliki vrh NE od Laškega — iz Germovškove disertacije, vzorec št. OL-8.

<sup>6</sup> Povprečni spilit — knjiga: Turner-Verhoogen: Igneous and metamorphic petrology, 1951, str. 204.

<sup>7</sup> Povprečni avgitni porfirit — Tröger: Spezielle Petrographie, 1935, št. 325, str. 144.

4	5	6	7
—	5,67	—	—
4,87	0,23	4,18	5,80
2,58	4,71	6,38	2,13
—	—	—	—
0,62	—	0,62	0,62
5,80	0,60	2,2	—
99,88	100,05	99,82	100,13
62,16	61,53	60,27	79,76
37,72	38,52	39,55	20,37
1,65	1,54	1,66	3,9
0,084	0	0,006	0,268
5,35	1,08	1,76	0,98
0,182	0,07	0,1	0,38
	II (III), 5, 3, 5	II (III), 5, 2', 5	II, 4, 3, 4
III (II), 5, 2, 2'			

**The Niggli-parameters**

27,80	22,7	21,76	31,2
48,03	43,0	44,77	22,89
9,21	22,1	19,55	19,50
14,96	12,2	13,87	26,41
139	125,9	136,2	158
0,15	0,06	0,09	0,28
0,26	0,39	0,18	0,68



Pod mikroskopom opazujemo pogosto drobne žilice kalcita. Na terenu nastopajo megaskopsko vidne žile kremenca, kalcita in epidota.

V enem zbrusku sem ugotovila eno samo zrno rožnatoga granata.

Magmatske kamenine bohorskega masiva, ki so močno spremenjene, pripadajo spilitiziranemu diabazu s porfirsko strukturo.

### **Spilitiziran diabaz z Velikega vrha pri Laškem**

Od vseh pregledanih bazičnih prodornin iz različnih krajev Slovenije so vzorci Velikega vrha pri Laškem najbolj sveži — razen seveda vzorca iz Črne pri Mežici. Te kamenine so bile v zadnjem času že večkrat opisane (Hamrla, 1954, str. 123, Germovšek, 1954, str. 263, Germovšek, disertacija). Zaradi tega ne bom navajala natančnejšega opisa. Strukturo imajo ofitsko ali intersertalno. Pogostni so mandlji. Mineraloški sestav je naslednji: glinenci, avgit, zelo redka majhna zrna olivina in neprosojen kovinski mineral. Vsi minerali so močno spremenjeni. Produkti sprememb so enaki že zgoraj opisanim. Germovšek prišteva kamenino glede na kemično analizo že k diabaznim porfiritom, to je k diabazu s porfirsko strukturo, in ne k avgitnemu porfiritu (vzorec CL-3, str. 67, rokopis disertacije); pri tem navaja za sestav glinencev srednje-kisli andezin. V vseh vsaj deloma svežih glinencih v tem zbrusku, ki niso vsebovali preveč lusk sericita in klorita, pa sem lahko ugotovila le negativno Beckejevo črto. Torej pripadajo glinenci albitu. Zelo drobne letvice, kjer je težko ugotoviti Beckejevo črto, ker jih navadno obdaja klorit, imajo vedno majhno potemnitev. Beckejeva črta pa je negativna ali pa neizrazita. Zato lahko bazično kamenino pri Laškem imenujemo spilitiziran diabaz. Številni so tufi teh kamenin. Bazične kamenine tega področja se menjavajo s keratofirji.

Ker kamenine tega področja ponekod niso močno spremenjene in se analiza zelo dobro ujema s povprečjem za spilitizirane diabaze, sem uporabila za primerjavo kemično analizo vzorca CL-8 iz Germovškove disertacije. V zbrusku sem ugotovila, da je ta vzorec svež. Zelo redko je ohranjen še prvotni bazični plagioklaz z nekaj več kot 50 % an.

### **Bazične kamenine s Kranjske Rebrji**

Tudi tukaj nastopajo v zvezi s keratofirji bazične magmatske kamenine in njihovi tufi, kakršne smo do sedaj prištevali k avgitnim porfiritom (Germovšek, 1954). Natančen mikroskopski popis teh kamenin sem navedla že v članku »Ladinske kamenine in hidrotermalne spremembe črnega glinastega skrilavca v okolici Črne pri Kamniku«, ki jih ne bom ponavljala. Omenim naj le to, da so kamenine najbolj sekundarno spremenjene od vseh izdankov bazičnih kamenin na Štajerskem, kar sem jih pregledala. V njih nastopajo sekundarne spremembe kot karbonatizacija, kloritizacija, sericitizacija, epidotizacija, tvorba aktinolita in albitizacija, ki so značilne za spilitno reakcijo. Zato tudi te kamenine lahko prištevamo k že močno spremenjenim spilitiziranim diabazom in ne k avgitnemu porfiritu.

## Pripombe h kemičnim analizam vzorcev

Značilne in najbolj sveže vzorce s posameznih nahajališč smo kemično analizirali.

V pregledni tabeli navajam podatke kemične analize za vzorec iz Črne pri Mežici, z Bohorja, iz Črne pri Kamniku (dve) in z Velikega vrha (Germovšek, disertacija) in jih primerjam s podatki za povprečni spilit (Turner, Verhoogen; *Igneous and Metamorphic petrology*, str. 204) in avgitni porfirit (Tröger, *Spezielle Petrographie*, analiza št. 325, str. 144). Razlika v kemični analizi med povprečnim spilitom in avgitnim porfiritom ni velika. Največja je razlika v količini  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$  in  $\text{K}_2\text{O}$ . Važna pa je razlika v mineraloškem sestavu. Od analiziranih vzorcev ustrezajo dobro povprečnemu spilitu vzorci analize št. 1, št. 4 in št. 5. Analizi št. 2 in 3 se nekoliko slabše ujemata, kar si lahko razlagamo s tem, da so te kamenine ne samo albitizirane, ampak tudi sicer spremenjene. Analizirani vzorec z Bohorja vsebuje tudi drobne mandlje in nepravilne zapolnitve s kloritom, vendar boljšega nisem dobila v preiskavo.

Kemična analiza in Nigglijevi parametri proterobaz-spilita iz Saalfeldena, ki jih navaja Angel (1956, str. 3), se tudi dobro ujemajo z našimi analiziranimi vzorci.

Na podlagi preiskav sorazmerno redko ohranjenih bolj svežih vzorcev prištevam triadne bazične kamenine s Kranjske Rebrki kakor tudi iz drugih lokacij na vzhodnem Štajerskem k spilitiziranemu diabazu in ne k avgitnemu porfiritu.

## SPLITIZED DIABASES IN EASTERN SLOVENIA

In mapping the valley of the Črna River in the years 1957 and 1958 the author formulated the conclusion that the basic igneous rock of Kranjska Reber is augite porphyrite although of the plagioclases only albite could be determined in the few fresh rock samples. In 1959 she was asked to undertake a petrographical examination of the igneous rocks of Bohor. On Dregger's map of Kozje-Rogatec drawn in 1920 these rocks are designated as diabase. More recent investigators (Duhovnik, 1953, Germovšek, 1954, Germovšek, Dissertation, Hamrla, 1954, Ocepek, 1955) classified these Triassic igneous rocks as augite porphyrites pointing out, however, that they show signs of partial albitization (Germovšek, Ocepek). An examination of samples collected on Bohor has shown that, as a rule, the scarce fresh plagioclases display either negative or inexpressive Becke's line which indicates that albite is involved. The author's investigation of these rocks has been greatly stimulated by Prof. Barić's article: *Igneous rocks in the surroundings of Sinj, Dalmatia together with a brief outline of igneous rocks outcrops at Knin, Vrlika and Drniš*, to which the author's attention was drawn by the author of the paper.

Similar properties as have according to Barić the igneous rocks of Sinj, have besides the samples of Bohor also those collected at Kranjska

Reber, in the surroundings of Črna near Mežica and on Veliki vrh near Laško. The rocks were compared with each other. Up to now only the basic igneous rocks from the surroundings of Črna near Mežica have been considered to belong to diabase (Grabner, 1933). The author has found that there is no essential difference between the diabases from the surroundings of Črna near Mežica and the rest of basic igneous rocks occurring in Eastern Slovenia.

All outcrops of Eastern Slovenia basic rocks are Ladinian in age while the diabases at Črna in Carinthia occur in slates considered to belong to various epochs of the Paleozoic (Teller, 1896, Vettors, 1945, Heritsch-Kühn, 1951, Grabner, 1933). It would seem necessary to re-examine the stratigraphic classification and age of the slates.

The Triassic basic igneous rocks of eastern Slovenia are dark green, compact or granulated, contain numerous amygdules and are intercalated by tuffs. They display under the microscope an ophytic, intergranular, intersertal or porphyritic texture. Their main constituents are augite and plagioclase which, however, are usually altered. Fresh samples are scarce. Augite has been altered to chlorite or less frequently to calcite and epidote. The plagioclases are usually completely sericitized, kaolinized or replaced by microlites or a femic mineral with a high relief. Becke's line whenever defineable was found to be either negative or inexpressive which is characteristic for albite or oligoclase. The matrix is partly microcrystalline.

Corresponding data have been also obtained by Fedorov's microscopic method, by the determination of the feldspar composition and by the measurement of the angle  $2V$ . Olivine and quartz, which do not occur in idiomorphic grains, are scarce. Magnetite, pyrite, calcite, epidote and zoizite appear in the matrix in a smaller extent.

Two of the rock samples from Bohor and Veliki vrh contained basic plagioclases with more than 50 percent of an. The matrix of the rock sample from Bohor containing the original basic plagioclase displays tiny twinned plagioclases grains. Only the outer edges of the otherwise sericitized larger grains, are unaltered. Their composition determined by Fedorov's microscopic method corresponds to that of the basic labradorite. Such samples represent the original plagioclase that had not been albitized. In the field the rocks are cut by quartz, calcite and epidote veins. The presence of albite and secondary minerals, such as calcite and epidote as well as the chemical composition of the Triassic basic rocks bear evidence that the examined rocks belong to spilitized diabase. The typical and freshest samples from the various deposits have been chemically analyzed and compared with the average spilitite and augite porphyrite. Of the analyzed samples those numbered 1, 4 and 5 fairly correspond to the average spilitite. Samples 2 and 3 correspond in a somewhat lower extent which seems to be due to the fact that these rocks are not only albitized but also otherwise altered.

On the basis of the examination of the relatively rare fresh samples, the author concludes that the Triassic rocks of Kranjska Reber as well as those from other parts of Eastern Slovenia are not augite porphyrites but spilitized diabases.

#### LITERATURA

Angel, F., 1956, Über die spilitisch-diabasische Gesteinssippe in der Grauwackenzone Nordtirols und des Pinzgaues. — R. v. Klebelsberg-Festschrift der Geol. Gesellschaft in Wien.

Barić, Lj., 1957, Eruptivi iz okolice Sinja u Dalmaciji uz kraći osvrt na eruptivne pojave kod Knina, Vrlike i Drniša. Sarajevo. Separatni odtisak iz Zbornika II. kongresa geologa FNRJ.

Barth T. F. W., 1951, Theoretical Petrology, New York.

Duhovnik, J., 1953, Prispevek h karakteristiki magmatskih kamenin Črne gore, njihova starost in razmerje do triadnih magmatskih kamenin v Sloveniji.

Germovšek, C., 1954, Obvestilo o preiskavah prodornin v Sloveniji. Geologija — Razprave in poročila, 2. knj., Ljubljana.

Germovšek, C., 1955, Triadne prodornine severovzhodne Slovenije. Ljubljana, rokopis disertacije.

Graber, H. V., 1896, Die Aufbruchzone von Eruptivgesteinen in Südkärnten. Verh. geol. R. A., Wien.

Graber, H. V., 1933, Neubegrehungen im Gebiete der kristallinen Schiefer und Massengesteine von Eisenkappel. Anz. Akad. Wiss., Wien.

Hamrla, M., 1954, Geološke razmere na severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje. Geologija — Razprave in poročila, 2. knj., Ljubljana.

Hamrla, M., 1955, Geologija Rudnice s posebnim ozirom na rudne pojave. Geologija — Razprave in poročila, 3. knj., Ljubljana.

Heritsch, F. in Kühn, O., 1951, Die Südalpen. F. X. Schaffer, Geologie von Österreich. Wien.

Ocepek, V., 1955, Prispevek k preiskavi prodornin in tufov na Bohorju. Diplomsko delo, Ljubljana.

Osann, A., 1923, Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart.

Schaffer, F. X., 1951, Geologie von Österreich. Wien.

Teller, F., 1896, Erläuterungen zur geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanken und Steiner Alpen), Zone 19, 20, Col. XI. der Spezialkarte d. österr.-ungar. Monarchie, M. 1:75.000. Wien.

Teller, F., 1898, Erläuterungen zur geologischen Karte Prassberg a. d. Sann, Wien.

Teller, F., 1898, Erläuterungen zur geologischen Karte Eisenkappel und Kanker, Wien.

Tröger, W. E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Berlin.

Tröger, W. E., 1956, Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 1, Bestimmungstabellen, 2. Aufl., Stuttgart.

Vetters, H., 1947, Erläuterungen zur geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten, Wien.

## GEOLOŠKE RAZMERE IDRISKEGA RUDIŠČA IN OKOLICE\*

Ivan Mlakar

S 4 slikami

Najnovejše geološke raziskave v Idriji kažejo marsikaj novega tako na področju stratigrafije, kakor tudi glede tektonske zgradbe rudišča in okolice. Medtem ko so odkritja s področja stratigrafije že dokazana, je tektonska zgradba manj proučena.

Raziskovanja v poslednjih letih so pokazala naslednji razvoj sedimentacije v območju Idrije.

Najstarejše kamenine so karbonski glinasti skrilavci s polami sljudnatih peščenjakov. Kremenovih konglomeratov ne najdemo. Starost teh plasti je določil že Lipold na podlagi najdb rastlinskih ostankov iz rodov *Sagenaria* in *Calamites* v peščenih skrilavcih. Uvrščamo jih med hochwipfelske sklade. Debeline karbonskih plasti ni mogoče določiti, ker so vtisnjene med posameznimi naravnimi paketi kamenin.

Karbonske sklade prekrivajo grödenske plasti, oba člena pa loči močna tektonsko-erozijska diskordanca. Med grödenske sklade uvrščamo rdečkaste, rumenkaste ali sive kremenove konglomerate, peščenjake in skrilavce. Grödenske plasti dosežejo največ 40 m debeline.

Pri stratigrafskem razčlenjevanju kamenin se mi je posrečilo dokazati, da na območju Idrije nastopajo tudi zgornjepermske plasti. V spodnjem delu zgornjega perma najdemo sive jedrnate, lepo plastovite dolomite s skrilavimi vložki. Debeli so približno 10 m. Slede temnosivi dolomiti, v katerih najdemo korale *Waagenophyllum indicum*, polže rodu *Bellerophon* ter alge *Gymnocodium bellerophontis*. Dolomiti so plastoviti, imajo skrilave vložke in dosežejo debelino 35 m. Prekrivajo jih do 8 m debeli skladi črnih masivnih apnencev z algami in prerezi polžev. Tega apnenega horizonta ne najdemo povsod, ker se pojavlja v obliki leč. Slede okrog 3 m debeli temnosivi dolomiti z redkimi algami. Navzgor preidejo v svetlosive zrnate dolomite, za katere so značilne razkolne ploskve, ki spominjajo na suturne linije amonitov. Te dolomite, debele približno 10 m, imam za prehodne plasti med zgornjim permom in spodnjim werfenom.

Slede spodnjewerfenske kamenine, o katerih razvoju so imeli dosedanji raziskovalci prav različne nazore. Menim, da je razvoj werfenskih plasti na območju Idrije naslednji. Najstarejši člen spodnjewerfenskih

\* Predavanje pri Slovenskem geološkem društvu v Ljubljani.

skladov so sivi zrnati dolomiti s polami sljudnatih peščenjakov. V srednjem delu dolomitnega razvoja spodnjewerfenskih plasti prevladujejo peščenosljudnati dolomiti, medtem ko grade zgornji del svetlosivi masivni zrnati dolomiti. Spodnjewerfenski dolomiti dosežejo približno 80 m debeline.

Zgornji del spodnjewerfenskih plasti sestavljajo rdečkasti, rumenkasti ali sivi peščenosljudnati skrilavci in peščenjaki, ki s solno kislino navadno reagirajo. Medtem ko je v spodnjem delu peščeno-skrilavega razvoja spodnjewerfenskih plasti več apnenosljudnatih peščenjakov, prevladujejo v zgornjem delu apnenosljudnati skrilavci. Med temi plastmi pogosto najdemo leče apnencev. Oolitna struktura je pri večini od njih že megaskopsko jasno vidna. V zgornjih nivojih peščeno-skrilavega razvoja spodnjewerfenskih plasti so oolitni apnenci pogostnejši in dosežejo tudi 6 m debeline. Najmlajši oolitni horizont je najdebelejši in se pojavlja kontinuirno. Spodnjewerfenski skrilavci in peščenjaki so bogati s fosilnimi ostanki. V njih najdemo okamenine kot n. pr. *Pseudomonotis clarai* Emrich, *Anodontophora fassaensis* Wissman, *Pecten discites* Schlotheim, *Hoernesia socialis* Schlotheim in druge. Debelina spodnjewerfenskih skrilavcev, peščenjakov in oolitnih apnencev znaša 60 m.

Nad glavnim oolitnim horizontom opazujemo sive zrnate plastovite dolomite. Doslej so jim pripisovali anizično starost. V zgornjem delu teh plasti se pojavljajo pole, polne nedoločljivih krinoidnih ostankov. Debelina zgornjewerfenskih dolomitov se zelo izpreminja in doseže v Zgornji Kanomlji tudi 60 m.

Opisane plasti prekrivajo temnosivi laporni skrilavci, ki postajajo više čedalje bolj apneni. Med zgornjewerfenske apnenice se v zgornjem delu ponekod vključujejo lepo plastoviti sivorumeni dolomiti z nekaj laporne primesi. Ti dolomiti so mlajši od onih nad glavnim oolitnim horizontom. Na take kamenine smo naleteli z raziskovalnim rovom v Srednji Kanomlji pri Petriču. Značilni fosili apneno-lapornega razvoja zgornjewerfenskih plasti so *Naticella costata* in amonit *Tirolites idrianus*. Debelina zgornjewerfenskih apnencev in skrilavcev se spreminja in doseže v Kobalovih planinah celo 80 m.

Na werfenskih skladih leži mendolski dolomit. Je siv, slabo zrnat, zelo drobljiv ter navadno neplastovit. Doseže debelino do 200 m. Trditve, da v zgornjem delu teh plasti najdemo dolomitne breče, so še problematične. Doslej so našli v teh kameninah le siromašno favno.

V bližnji okolici Idrije leže na mendolskem dolomitu skalniške ali skonca plasti, kot so jih imenovali starejši raziskovalci. Skalniški skrilavci so lepo plastovite peščeno-glinaste kamenine, z več ali manj laporne primesi. Med skrilavci najdemo pole trdih tufskih peščenjakov, ki v zgornjem delu prevladujejo. V opisanih plasteh, debelih 10 m, so dosedanji raziskovalci našli že veliko rastlinskih ostankov kot n. pr. *Voltzia haueri* Stur, *Calamites arenaceus* Bgt., *Neuropteris remota* Presl, *Equisetites arenaceus* Jäger in druge.

V zgornjem delu vsebujejo skalniške plasti posamezne pole konglomeratov, ki so vse pogostnejše, dokler končno ne prevladajo sami kon-

glomerati. V spodnjem delu mogočnega konglomeratnega masiva na južnem pobočju Gor najdemo le dolomitne prodnike, medtem ko v zgornjem delu konglomeratov prevladujejo kosi werfenskih peščenjakov, skrilavcev in oolitnih apnencev. Med pisanimi konglomerati so pogostni vložki rumenkastih in rdečkastih lapornih skrilavcev in peščenjakov. Medtem ko so v spodnjem delu pisanih konglomeratov debeli le nekaj decimetrov, v višjih nivojih tu in tam popolnoma izpodrinejo pisane konglomerate in dosežejo debelino do 10 m. V opisanih plasteh doslej okamenin nismo našli. Wengensko starost konglomeratov dokazujejo le pole tufov, tu in tam vložene mednje. Konglomerati, skrilavci in peščenjaki so debeli do 100 m.

Na opisanih plasteh leže približno 25 m debeli skladi tufov z roženci, tufskih laporjev ter temnih silificiranih apnencev. V tufskih laporjih najdemo okamenine kot n. pr. *Posidonomya wengensis* in amonite rodu *Trachyceras*.

Med kasijanske plasti uvrščamo mlečnobeke zrnate dolomite ter sive in črne lepo skladovite apnenice z roženci. Ločimo dva razvoja kasijanskih plasti, apneni ter dolomitno-apneni razvoj. Medtem ko prevladuje prvi na vzhodni strani Idrije, najdemo drugega predvsem na severu in severozahodu. V primeru, da so dolomiti in apnenici skupaj, imajo dolomiti vedno nižji stratigrafski položaj. V dolomitih so doslej našli le ostanke polžev *Chemitzia* in *Natica*, medtem ko so okamenine v apnencih pogostnejše, a jih je težko izluščiti. Starejši raziskovalci so v njih našli fosile kot n. pr. *Encrinus cassianus*, *Voltzia foetterlei* Stur, *Pleurotomaria* sp., *Gervillia* sp. itd. Kasijanski skladi so debeli tudi do 150 m.

Rabeljske plasti se v bližnji okolici Idrije pojavljajo le kot neznamenit izdanek na južnem pobočju Jeličnega vrha. Pač pa jih je mnogo na ozemlju zgornjega toka reke Idrije. Prevladujejo peščenjaki, ki imajo videz preloženih tufov, manj je glinastih skrilavcev, laporjev in apnencev. V njih najdemo okamenine kot n. pr. *Myophoria kefersteini*, *Hoernesia bipartita*, *Pachycardia rugosa* itd. Rabeljske plasti so na ozemlju Zgornje Idrije debele morda 80 m.

Glavne dolomite doslej iz bližnje okolice Idrije niso poznali. Pač pa zavzema velike površine na K o s s m a t o v i geološki karti zgornjega toka Idrije. Menim, da so dolomiti na krednih apnencih v Mehkih dolinah, v Srednji in Zgornji Kanomlji zgornjetriadne starosti in ne anizične, kot so trdili doslej. Ti dolomiti imajo namreč nepretrgano zvezo z glavnim dolomitom s področja zgornjega toka reke Idrije, tam pa je njihova zveza z rabeljskimi skladi jasno vidna. V dolomitih, ki jih imam za zgornjetriadne, najdemo tudi do 30 cm debele vložke dolomitnih laporjev, kar je na ozemlju Zgornje Idrije značilno za prehod rabeljskih plasti v glavni dolomit. Poleg tega najdemo v teh kameninah megalodonte, ki govore za zgornjo triado. Medtem ko je ocenil K o s s m a t debelino glavnega dolomita na ozemlju Zgornje Idrije na 800 m, ne doseže v Srednji Kanomlji niti 150 m, kajti njegovi kontakti navzgor in navzdol so tektonski.

Jurskih kamenin v okolici Idrije ne poznamo, pač pa so dokaj razprostranjene kredne plasti, predvsem južno in jugovzhodno od rudišča. S podrobno razčlenitvijo krednih kamenin, dokazanih z najdbami kaprotin in hipuritov, se v okolici Idrije ni doslej še nihče ukvarjal. K o s s m a t meni, da se ujema razvoj krednih plasti na obravnavanem ozemlju z razvojem enako starih kamenin na Trnovskem gozdu in Hrušici. Temni apnenci naj bi ustrezali rekvienijskim apnencem kraškega faciesa, svetli apnenci iz okolice Idrije pa po njegovem mnenju ustrezajo radiolitnim apnencem Trnovskega gozda. Debelina krednih skladov se na ozemlju Idrije ne da določiti, je pa večja od 200 m.

Najmlajša formacija je eocenski fliš. Med te plasti uvrščamo laporne skrilavce, peščenjake in brečaste apnence z ostanki numulitov. Medsebojni odnos skrilavcev in peščenjakov kaže na sedimentacijo flišnega značaja. Ti skladi se pokažejo izpod krednih plasti v globokih dolinah in prelomnih grapah. Debeli so približno 40 m.

Oglejmo si sedaj še kamenine, ki sodelujejo pri zgradbi samega rudišča. Dosedanji raziskovalci so poznali v jami naslednje plasti: karbonske glinaste skrilavce, wercenske peščene skrilavce in apnence, mendolske dolomite, skalniške skrilavce in peščenjake, wengenske tufe ter kasijanske in kredne apnence. Pred leti pa se je pokazalo, da nastopajo v rudišču tudi gródenske plasti ter zgornjepermski, spodnjewerfenski in zgornjewerfenski dolomiti. Poleg tega se je posrečila ločitev zgornje in spodnjewerfenskega skrilavega razvoja kamenin, ki doslej ni bila izvedena. Zadržal se bom nekoliko dalj pri novoodkritih stratigrafskih členih. Pri ostalih kameninah bom navedel le značilnosti, po katerih se kamenine v jami ločijo od enako starih na površini.

Karbonske plasti se v jami in na površju petrografske ne razlikujejo. Vsebujejo često piritne gomolje, ki imajo v svojem jedru največkrat samorodno živo srebro.

V literaturi omenja gródenske peščenjake edino K r o p a č. Pojavljali naj bi se ob severnem kontaktu v debelini do 20 m. Ob predpostavki, da gródenski skrilavci preidejo neposredno v spodnjewerfenske, pa jih je na svojih kartah vnesel pod oznako werfena. Ker v gródenskih kameninah ni pričakovati fosilov, smo pri določitvi starosti teh plasti navzani na njihov petrografske karakter in stratigrafske položaj.

Petrografske so to tipični kremenovi peščenjaki z zrnji liditov. Domneva, da te kamenine pripadajo wengenskimi plastem, ne drži, kajti v petrografske preparatih glincev ni opaziti. Tudi sicer nimajo te plasti z wengenskimi nič skupnega. Povsem jasno pa potrjuje gródenske starost teh kamenin njihov stratigrafske položaj. Leže namreč v pravilnem kontaktu z dolomiti, ki so dokazani kot zgornjepermski. Opisane kamenine najdemo ob severnem kontaktu predvsem v nižjih obzorjih, dosežejo pa debelino do 25 m.

Zgornjepermske kamenin doslej v jami niso poznali. Medtem ko najdemo na površju med temi plastmi tudi apnence, je v jami zgornji perm razvit dolomitno. V spodnjih delih teh plasti nastopajo sivi jedrnatii lepo plastoviti dolomiti, ki vsebujejo tudi do 5 cm debele skrilave vložke.



Pojavljajo se vedno v zvezi z grödenskimi peščenjaki. Debelina teh plasti znaša približno 12 m. Prekrivajo jih temnosivi, skoraj črni, nekoliko zrnati, navadno lepo plastoviti dolomiti, ki prav tako vsebujejo skrilave vložke. Kontakt med obema vrstama dolomita ni oster; na prehodu se menjavajo sive in črne kamenine. V teh dolomitih, debelih okrog 35 m, sem doslej našel alge *Gymnocodium bellerophontis*, pred kratkim pa tudi prereze polžev rodu *Bellerophon*. Kot grödenske peščenjake najdemo tudi zgornjepermske dolomite predvsem v spodnjem delu severozahodnega dela rudišča. Vsi dosedanji raziskovalci so pripisovali tem dolomitom anizično starost.

Razumljivo je, da spodnjewerfenskih dolomitov iz jame nihče ne omenja, saj jih niso poznali niti na površju. Te plasti pa se od vseh ostalih v jami močno razlikujejo in jih v vsakdanji rudarski praksi imenujemo tudi dolomitne plošče. Glavna značilnost večjega dela spodnjewerfenskih dolomitov je lepa plastovitost, velika množina kremena in obilica sljude na razkolnih ploskvah. Domnevo, da so opisane kamenine spodnjewerfenske starosti in ne anizične, kot so trdili dosedanji raziskovalci, sem pred leti zasnoval le na omenjenih petrografskih značilnostih. Danes pa je starost teh plasti dokazana tudi s fosili. Preteklo leto so namreč praktikanti v teh skladih na XI. obzorju našli okamenine, določene kot *Pseudomonotis clarai*.

Razvoj spodnjewerfenskih dolomitov v jami je naslednji. V kontaktu s črnimi zgornjepermskimi dolomiti najdemo sive zrnate dolomite, za katere je značilen stiliolitski šiv. Omenjene dolomite, debele 8 m, imam za prehodni člen med zgornjepermskimi in spodnjewerfenskimi plastmi. Slede sivi zrnati dolomiti s polami sljudnatih peščenjakov. V srednjem delu dolomitnega razvoja spodnjewerfenskih plasti prevladujejo sljudnati dolomiti, medtem ko v zgornjem delu najdemo zelo svetle, sive zrnate dolomite. Debelina spodnjewerfenskih dolomitov v jami znaša približno 100 m. Opisane kamenine najdemo v severozahodni jami od IX. horizonta navzdol, v okolici jaška Delo pa že na II. obzorju.











V zgornji del spodnjega werfena uvrščamo sive apnenosljudnate peščenjake in sivozelene skrilavce z lečami apnencev. Najdemo vsaj 6 apnenih horizontov v obliki leč. Pri večini od njih je oolitna struktura že megaskopsko jasno vidna. Zgoraj so oolitni horizonti pogostnejši in dosežejo tudi do 6 m debeline. Najmlajši oolitni horizont je najdebelejši in se pojavlja kontinuirno. V opisanih plasteh so dosedanji raziskovalci našli tipične spodnjewerfenske fosile kot n. pr. *Pseudomonotis clarai* in *Anodontophora fassaensis* W i s s m a n. Debelina spodnjewerfenskih skrilavcev z lečami oolitnih apnencev znaša 60 m.

Na glavnem oolitnem horizontu najdemo v rudišču sive zrnate dolomite s tankimi skrilavimi vložki. Na kontaktu se menjavajo sivozelene skrilavci in dolomiti. V zgornjih delih dolomitov najdemo plasti, polne nedoločljivih krinoidnih ostankov. Enake krinoidne horizonte poznamo tudi na površju v zgornjewerfenskih dolomitih. Čeprav doslej v njih nismo našli nobenih drugih fosilov, je uvrščanje teh plasti med mendolske dolo-

JAŠEK BORBA

# GEOLOŠKA KARTA VI. OBZORJA GEOLOGIC MAP OF 6.th HORIZON

MERILO - SCALE  
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 m

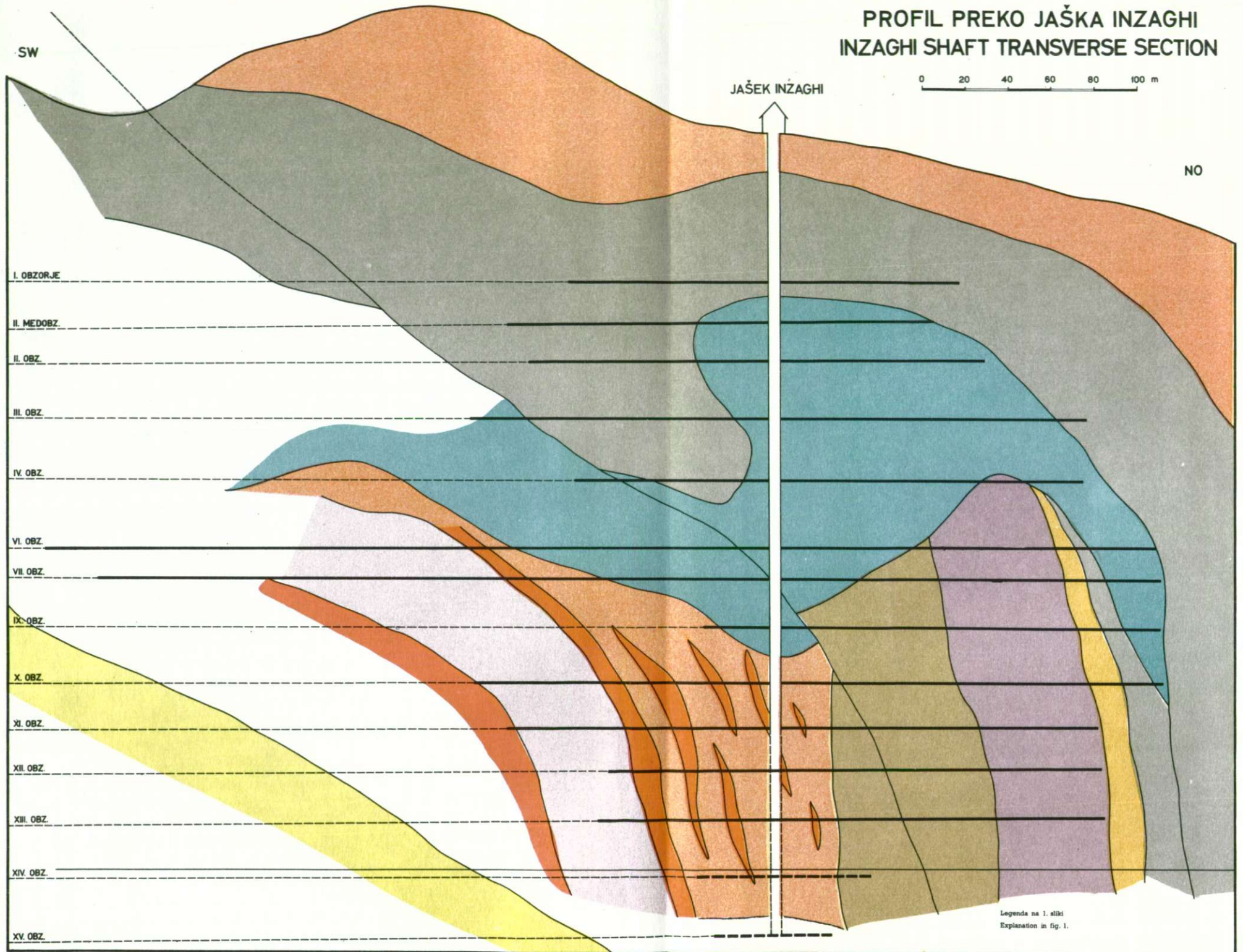
- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Kredni apnec<br>Cretaceous limestone   |  | Zgornjeverfenski dolomit<br>Upper Werfenian dolomite  |
|  | Wengenski tufi<br>Wengian tuffs  |  | Spodnjeverfenski skrilavci<br>z vložki oolitnega apnenca<br>Lower Werfenian shales with oolitic<br>limestone intercalations |
|  | Mendolski dolomit<br>Mendola dolomite  |  | Spodnjeverfenski dolomit<br>Lower Werfenian dolomite  |
|  | Zgornjeverfenski laporni skrilavci<br>in apnenca<br>Upper Werfenian marly shales<br>and limestones |  | Zgornjeverfenski dolomit<br>Upper Permian dolomite  |
|   |  |  | Grödenski peščenjak<br>Gröden sandstone   |
|   |  |  | Karbonski skrilavci<br>Carboniferous shales   |

JAŠEK INZAGHI

JAŠEK DELO

SL. J. PEKEL

PROFIL PREKO JAŠKA INZAGHI  
 INZAGHI SHAFT TRANSVERSE SECTION



mite, kot so delali dosedanji raziskovalci, nemogoče zaradi njihovega stratigrafskega položaja.

Slede zgornjewerfenski laporni skrilavci in apnenci. Kontakt zgornjewerfenskih dolomitov s temi plastmi ni oster. Opazujemo menjavanje dolomitov in apnencev. Zgornjewerfenski apnenci in laporni skrilavci so temnosivi ter ne vsebujejo sljude in kremenca, po čemer se ločijo od spodnjewerfenskih skrilavcev. Debelina teh skladov v jami znaša okrog 35 m, medtem ko so zgornjewerfenski dolomiti nekoliko debelejši.

Sledi mendolski dolomit. Je slabo zrnat, neplastovit, drobljiv in ima nekoliko rumenkast odtonek. Skrilavih vložkov na vsebuje. Od drugih dolomitov se da zlahka ločiti, podoben je nekoliko le zgornjewerfenskemu. Debeline mendolskega dolomita v jami ne moremo ugotoviti.

O skalniških plasteh nad mendolskim dolomitom ne moremo povedati nič novega. Zaradi podobnosti s karbonskimi skrilavci jih od njih težko ločimo, posebno v močno zdrobljenih conah.

Pri novem geološkem kartiranju jame smo v rudišču našli tudi wengenske konglomerate, ki so v stari jami v zvezi s skalniškimi plastmi.

Izmed wengenskih kamenin v jami moramo omeniti tudi tufe s polami rožencev. So lepo plastoviti in debeli okrog 35 m. Sodelujejo predvsem pri zgradbi zgornjih delov rudišča.

Najmlajši triadni člen v jami, ki ga omenjajo le starejši raziskovalci, so kasijanski apnenci. Pojavljali naj bi se v zračni progi na III. obzorju, vzhodno od jaška Delo.

V podlagi rudišča so kredni apnenci. Ker niso nikoli orudeni, a so vodonosni, se jih z rudarskimi deli izogibamo.

Interpretacija tektonske zgradbe idrijske okolice, še bolj pa samega rudišča, se bo zaradi novih stratigrafskih odkritij dokaj izpremenila. Jasno sliko o tektonski zgradbi idrijskega področja pa bomo dobili šele, ko bo okolica Idrije ponovno kartirana, natančno preiskano samo rudišče in kritično pregledana jedra doslej izvrtanih vrtin.

Danes se seznanimo le z osnovnimi potezami idrijske tektonike in pogledimo nekaj problemov, ki jih nakazujejo novi stratigrafski podatki.

Že starejši raziskovalci so ugotovili, da so triadne plasti iz idrijske okolice narinjene na kredne apnence, ki se pokažejo jugovzhodno od rudišča v globokih dolinah in prelomnih grapah. Tudi globinska vrtenja so pred nekaj leti to ugotovitev potrdila, kajti vse vrtine, izvrtane dovolj globoko, so zadele na kredne plasti. Kako daleč proti jugozahodu sega nariv triadnih kamenin na kredne sklade, še ne vemo.

Na nekaj mestih najdemo pod krednimi plastmi eocenski fliš, ta pa ima za podlago zopet kredne kamenine. Ali so omenjeni izdanki fliša tektonska okna, ali pa vgubanja fliša v krednih apnencih, bi pokazale raziskave v širši okolici Idrije.

Nariv triadnih skladov na kredne apnence ni enostaven, temveč opazujemo več lusk iz različno starih plasti. Berce (1953) ugotavlja na področju Idrije tri narivne pakete kamenin. Tudi sam sem v Kanomlji ugotovil tri luske, le da pripisujem kameninam, ki jih grade, večkrat drugačno starost.

Profil na področju Zgornje in Srednje Kanomlje prav do Idrije je naslednji. Na krednih apnencih v Mehkih dolinah in v strugi Kanomljice leže približno 100 m debeli skladi glavnega dolomita, ki predstavlja prvo lusko. Doslej so ga označevali kot mendolski dolomit.

Na teh skladih leže paleozojske in spodnjetriadne plasti, katerih zaporedje je inverzno. Najnižje so spodnjewerfenski dolomiti, ki jih prekrivajo zgornjepermski dolomiti in apnenci, na njih pa leže grödenske in končno karbonske plasti. Debelina te luske se zelo izpreminja in ponekod doseže tudi 100 metrov. Dosedanji raziskovalci so dolomitom druge luske pripisovali anizično, zgornjepermским apnencem pa werfensko starost.

Tretjo lusko sestavljajo zgornjewerfenski dolomiti in apnenci, mendolski dolomit ter wengenske in zgornjetriadne plasti. Južno od idrijske dislokacije je ta luska ohranjena v obliki erozijskih ostankov, severno od tod pa je vse ozemlje iz kamenin tretje luske. V Zgornji Kanomlji najmlajša luska povsem pokrije starejše, tako da te ne pridejo več na površje.

Opisani profil opazujemo od Zgornje Kanomlje do Idrije, le da se v tej smeri spodnji členi druge luske izklinjajo.

V bližini rudišča postanejo razmere bolj zapletene. Prva luska iz glavnega dolomita se v bližini rudišča izklini. Neznatne ostanke teh kamenin najdemo le še v Grapi pod Tičnico. Na območju samega mesta in jugovzhodno od tod imamo na površju predvsem kamenine najmlajše luske. Grade Poljančev hrib in Tičnico, Zagodov vrh ter področje Gor. Starejša, druga luska se pokaže le še v dolini Idrije in Ljubevškega potoka. Večji del rudišča iz permskih in werfenskih kamenin moramo po mojem mnenju prištevati k drugi luski.

Preden preidemo na obdelavo tektonske zgradbe rudišča, bi se rad dotaknil še pojma idrijske dislokacije, ki se razteza od severozahoda proti jugovzhodu. Nekateri raziskovalci istovetijo idrijsko dislokacijo z narivi, ki jih tod opazujemo. Menim, da je idrijska dislokacija prelom v pravem pomenu besede, ob katerem so se vršila predvsem vertikalna premikanja. Prelom je nastal verjetno v pliocenu in seka staroterciarno naravno zgradbo, zato nima z narivi nič skupnega.

Pogosto beremo, da označujejo idrijsko dislokacijo izdanki karbona. To vodilo ni vedno zanesljivo, kajti na več mestih najdemo karbonske plasti kot erozijske ostanke druge luske. Da bomo ugotovili, katera tektonska črta nam pravzaprav predstavlja idrijsko dislokacijo, bo treba paziti na zaporedje plasti oziroma lusk na jugozahodu in jih primerjati z zaporedjem skladov na severovzhodu. Tektonski kontakti, ki niso stiki med posameznimi luskami, bodo predstavljali idrijsko dislokacijo. Dopuščam pa možnost, da idrijska dislokacija ni en sam, temveč več vzporednih prelomov.

Struktura rudišča je izredno zapletena, kar nam dokazuje že dejstvo, da se jamske geološke karte dosedanjih raziskovalcev med seboj precej razlikujejo. Nove geološke karte pa se od dosedanjih tako bistveno ločijo, da imajo z njimi na posamznih delih skupen skorajda samo severni kontakt in kredno podlago.

Dosedanji raziskovalci so pripisovali vsem dolomitom v jami anizično starost. Pokazalo pa se je, da sodelujejo pri zgradbi rudišča dolomiti štirih različnih starosti. Tako so v jami poleg mendolskega še zgornjepermski, spodnjewerfenski ter zgornjewerfenski dolomiti.

Da prikažem, v čem so razlike med staro in novo interpretacijo tektonske zgradbe rudišča, sem izbral šesto obzorje, ki ga bom natančneje opisal. Za boljše razumevanje naj navedem še nekaj splošnih podatkov o rudišču.

Idrijsko rudišče se razteza v dinarski smeri. Rudarska dela so razvita v okrog 1200 m dolgem in 350 m širokem pasu, ki leži približno pod Poljančevim hribom, nekoliko južneje od mesta. Odprtih je 15 obzorij. Najvišja rudarska dela so na nivoju Idrijce v nadmorski višini 330 m. Z deli na najnižjem 15. horizontu v absolutni višini -32 m, smo pričeli šele pred nekaj leti. Zgornji del rudišča v okolici jaškov Borba in Inzaghi do IX. obzorja imenujemo stara jama. Rudarska dela v severozahodnem delu rudišča pod IX. obzorjem ter vsi rovi v bližini jaškov Delo in Pekel pa spadajo v sklop nove jame. Rudišče se torej pogloblja od severozahoda proti jugovzhodu.

Dve najvažnejši tektonski liniji v rudišču sta severni kontakt in narivna ploskev triadnih kamenin na kredne apnenice. Pod pojmom severni kontakt razumemo karbonske glinaste skrilavce, ki zapirajo rudišče s severovzhoda. Te plasti prekrivajo rudišče kot nekak plašč in padajo na nižjih obzorjih precej strmo v globino. Na nivoju drugega obzorja se povijejo v horizontalno smer. Debelina karbonskega pokrova se spreminja in doseže po Kropačevih podatkih tudi 60 metrov. Kredne plasti se pokažejo za Tičnico in padajo približno pod kotom 25° proti severovzhodu. Predstavljajo južno mejo rudišča.

Oglejmo si sedaj geološko zgradbo VI. obzorja. Na severozahodnem delu najdemo predvsem mendolski dolomit, skalniške skrilavce in peščenjake, wengenske konglomerate in tufe, v manjši meri pa še zgornjewerfenske dolomite in spodnjewerfenske peščene skrilavce. Medsebojni odnosi teh kamenin še niso povsem jasni. Zato so vse te kamenine na obzorni karti označene kot mendolski dolomit.

Na srednjem delu obzorja najdemo grödenske peščenjake, zgornjepermske in spodnjewerfenske dolomite, spodnjewerfenske skrilavce in peščenjake z lečami oolitnih apnenec ter zgornjewerfenske dolomite. Omenjene plasti vpadajo strmo proti severovzhodu; njihovo stratigrafsko zaporedje od severnega kontakta proti jugu je pravilno.

Na geološki karti vidimo, da meji »mendolski dolomit« proti jugu na spodnjewerfenske skrilavce ali pa na zgornjewerfenske dolomite. Potemtakem leži povsod v kontaktu z različno starimi kameninami. To izredno važno linijo imenujem stik zgornje in spodnje zgradbe rudišča.

Zgradba osrednjega dela VI. obzorja se nadaljuje proti jugovzhodu vse do zelo močne dislokacije. Vleče se v smeri severovzhod-jugozahod in vpada pod kotom 45° proti jugovzhodu. Starejši raziskovalci so jo označili s črko »O«. Njen pomen na dosedanjih jamskih geoloških kartah ni prišel do izraza. To je najmočnejša prečna dislokacija v rudišču; ob

njej so posamezni stratigrafski kontakti premaknjeni kar za 100 m. Medtem ko v osrednjem delu poteka kontinuirno, jo močni vzdolžni prelomi ob severnem kontaktu razsekajo v posamezne fragmente. Nadaljevanja tega važnega preloma proti jugozahodu še ne poznamo. Ker ta prelomnica ne seka severnega kontakta, je brez dvoma starejša od nariva tretje luske.

Zgradbi na jugovzhodni in severozahodni strani preloma »O« se med seboj dokaj razlikujeta. Medtem ko je najmlajši stratigrafski člen na severozahodni strani prelomnice zgornjeverfenski dolomit, najdemo na drugi strani celo mendolski dolomit. Nasprotno pa v jugovzhodnem delu nimamo grödenskih peščenjakov in zgornjevermskih kamenin. Najstarejši so spodnjeverfenski sljudnati dolomiti. Leže v tektonskem stiku s karbonskimi plastmi. Slede spodnjeverfenski skrilavci z lečami oolitnih apnencev. Južneje najdemo še zgornjeverfenske dolomite in apnenice in končno mendolski dolomit. Nerešen problem v tem delu so še wengenski tufi, ki leže na zgornjeverfenskih kameninah. Vsi stratigrafski členi so torej na jugovzhodni strani preloma »O« dokaj premaknjeni proti severu.

Najnovejša ugotovitev, napravljena na podlagi novih stratigrafskih podatkov, je, da imata zgornji in spodnji del rudišča različno zgradbo. Pri zgradbi zgornjega dela rudišča sodelujejo, kot sem že omenil, predvsem mendolski dolomit in wengenske kamenine. Nasprotno pa grade spodnje dele rudišča dokaj starejše plasti. Vpadajo strmo proti severovzhodu, a njihovo stratigrafsko zaporedje od severnega kontakta proti jugu je pravilno. Zgornja zgradba se zajeda v spodnjo najgloblje v bližini jaška Inzaghi in sega celo nekaj metrov pod nivo IX. obzorja. Stik obeh zgradb se nato dviga tako v severovzhodni kakor tudi v jugozahodni smeri. Zgornja zgradba se nekako v višini IV. obzorja na našem profilu previje in v obliki klina seže do X. obzorja, kjer se izklini med karbonskimi skrilavci.

Pojav mendolskega dolomita oziroma rudnih teles za karbonskimi plastmi imenujemo »položaj Karoli« po starih bogatih odkopnih poljih Karoli. Zgornja zgradba rudišča se torej nadaljuje v »položaju Karoli« in se nekje pod X. obzorjem izklini. Stik zgornje in spodnje zgradbe rudišča se na geoloških kartah VII., VI., IV. in III. obzorja približuje jašku Delo v obliki koncentričnih polkrogov. Na tretjem obzorju je stik obeh zgradb oddaljen od jaška Delo le še 80 metrov.

Kdaj in na kakšen način je prišla zgornja zgradba rudišča na spodnjo, je še povsem odprto vprašanje. Morda je položaj, ki ga opazujemo danes, posledica nekega več ali manj vertikalnega preloma. Privedel je mendolski dolomit in wengenske kamenine v stik z werfenskimi in permskimi skladi. Tektonski procesi v starejšem terciarju so to zgradbo le preoblikovali. Morda je ta tektonski stik nastal v eni izmed starejših faz alpske orogeneze, lahko pa je tudi starejši. Rešitev tega problema je izredno važna, kot bomo videli nekoliko pozneje.

Iz profila vidimo, da se pojavljajo karbonske plasti pred »položajem Karoli« in za njim. Medtem ko so prve v pravilnem kontaktu s spodnjo zgradbo rudišča, predstavljajo druge šele pravi severni kontakt.

Plasti spodnje zgradbe rudišča se v bližini kredne podlage povijejo iz vertikalne skoraj v horizontalno smer. V tem predelu najdemo močno mlajšo dinarsko dislokacijo. Ustreza prelomu med Poljančevim hribom in Tičnico.

V literaturi večkrat beremo, da se rudna telesa pojavljajo med severnim in južnim kontaktom. Za južni kontakt imajo werfenske skrilačce, na jugu glavne mase dolomitov. Danes vemo, da južni kontakt ne predstavlja južne meje orudenja, kajti v samih werfenskih skrilačcih najdemo dobro orudene leče oolitnih apnencev. Stik spodnjewerfenskih skrilačcev in dolomitov, tako imenovani »južni kontakt« leži na jugovzhodni strani preloma »O«, skoraj ob karbonu, a rudna telesa najdemo še daleč proti jugu. Zato je kot »južni kontakt« bolje imenovati stik triadnih kamenin s kredno podlago.

Ker podatki novega geološkega kartiranja rudišča še niso obdelani, je preuranjeno delati nadaljnje zaključke o tektonski zgradbi rudišča, predvsem pa povezovati jama s površjem. Poudariti moram, da je zgradba rudišča še mnogo bolj zapletena kot je prikazano na geološki karti in profilu, kajti tam so vneseni le osnovni tektonski elementi in še ti so poenostavljeni.

Na koncu se dotaknimo še geneze idrijskega rudišča.

Mnenja starejših raziskovalcev o starosti rudišča so naslednja. K o s s m a t je opazil, da je rudišče vezano na bližino triadnih eruptivov, toda pot rudnim raztopinam je po njegovem mnenju odprla terciarna tektonika. K r o p a č je menil, da je rudišče terciarno, čeprav omenja, da so posamezna rudna telesa ob kredi močno zdrobljena. Do podobnih zaključkov sta prišla tudi P i l z in N i k i t i n. S c h n e i d e r h ö h n ima rudišče Idrijo za intruzivno hipoabisalno, nastalo naj bi v starejšem miocenu. B e r c e (1958) dokazuje triadno starost rudišča. Najnovejša odkritja s področja stratigrafije in tektonike pa nam nakazujejo povsem nove probleme v zvezi z genetskimi odnosi med zgornjim in spodnjim delom rudišča. Nanizal bom nekaj takih problemov, ki se nam vsiljujejo sami od sebe.

Ker je rudišče triadno, ni nastalo na področju današnje Idrije, temveč verjetno nekje v bližini cerkniških eruptivov. V sedanji položaj so ga spravili šele močni narivi s severovzhoda v starejšem terciarju. Glavni nosilci prvotnega orudenja so mendolski dolomit in wengenske plasti. Iz novih geoloških kart vidimo, da se mendolski dolomit in wengenske plasti pojavljajo skoraj izključno v starem delu jame, oziroma v zgornji zgradbi rudišča. Potemtakem je zgornja zgradba glavni nosilec prvotnega orudenja. Ali so bili v wengenski dobi orudeni tudi posamezni permski in werfenski horizonti, zaenkrat še ne vemo.

Danes opazujemo močne koncentracije cinabarita tudi v permskih in werfenskih kameninah, torej v spodnji zgradbi rudišča. Toda velik del teh rudnih teles je vezan na zdrobljene cone in močne mlajše prelomnice. Zato lahko domnevamo, da ta rudna telesa niso iz wengenske dobe, temveč so nastala pri hipergenih procesih, z migracijo cinabarita. Že B e r c e je trdil, da je precej rudnih teles v jami nastalo na ta način.



V primeru, da je primarno rudonosna le zgornja zgradba v rudišču, so vsa rudna telesa v spodnji zgradbi nastala z migracijo cinabarita iz starega dela jame. V tem primeru bi morale biti nekdam tam skoncentrirane ogromne količine koristne substance. Odgovor na vprašanje, kdaj je prišla zgornja zgradba rudišča, kot edini nosilec prvotnega orudenja, na spodnjo zgradbo, bi bil v tem primeru izrednega pomena. Ob predpostavki, da je do tega stika prišlo v starejšem terciarju, se namreč pojavi vprašanje, ali je razdobje od tedaj do danes zadosti dolgo, da bi se prenesle tako velike količine cinabarita.

Ob predpostavki, da sta primarno rudonosni tako zgornja kakor tudi spodnja zgradba v rudišču, se pojavijo povsem novi problemi. Vsekakor bi morale ležati v tem primeru kamenine zgornje in spodnje zgradbe blizu skupaj v dobi nastajanja rudišča. V kakšni obliki se je migracija cinabarita vršila, pa naj bo primarno rudonosna samo zgornja ali obe zgradbi v rudišču, je še povsem odprto vprašanje.

Razvojno dobo rudišča Idrija lahko razdelimo v štiri velika obdobja.

1. dobo nastajanja rudišča;
2. obdobje med juro in kredno, ko so plasti zavzemale med seboj še več ali manj pravilen stratigrafski položaj;
3. v obdobje močnih tektonskih procesov v eocenu in oligocenu, in
4. v periodo po staroterciarni tektoniki do danes.

Orudjenje, ki mu je odprla pot triadna tektonika, o kateri skoraj nič ne vemo, je trajalo verjetno tja v zgornjo triado. Kaj se je dogajalo z rudiščem v jurski in kredni dobi lahko samo domnevamo. Na misel, da se je vršila migracija cinabarita pred alpsko tektoniko, nas privede opazovanje rudnega telesa Filipič, ki leži ob kredni podlagi v zgornjeweferfenskih dolomitih na kontaktu s spodnjeweferfenskim skrilavci. Za predterciarno starost tega rudnega telesa govori dejstvo, da najdemo v skrilavcih v njegovi podlagi uvaljane kose orudnih dolomitov. Ob predpostavki, da so plasti v jurski in kredni dobi ležale še v pravilnem stratigrafskem zaporedju, je rudno telo na nepropustnih kameninah, kar govori za njegov descendentni nastanek.

Uspešneje lahko raziskujemo migracijo cinabarita v posteocenski dobi. Med rudna telesa, nastala na ta način v tej periodi, lahko uvrščamo n. pr. orudene leče oolitnih apnencev. Orudene so namreč le one leče, ki leže ob močnih mlajših prelomih dinarske smeri (n. pr. ob prelomu Poljanec—Tičnica). Da pa so nastala omenjena rudna telesa z migracijo cinabarita, govori dejstvo, da najdemo najlepše orudene spodnje nivoje leč in delc leč na nepropustnih skrilavcih. Tudi veliko samorodnega živega srebra v teh rudnih telesih, ki je po mnenju Berceta nastalo pri hipergenih procesih, govori za to domnevo.

Glede na odnose, ki jih imajo rudna telesa s tektonskimi linijami in stratigrafskimi kontakti ter glede na še dokaj nejasen kriterij prvotnih in prenesenih rudnih teles jih lahko ločimo v dve skupini.

1. Rudna telesa v bližini skalniških plasti, kot glavne predstavnike prvotnega orudenja in

2. rudna telesa, ki naj bi nastala z migracijo cinabarita. Ta so lahko vezana na stratigrafske kontakte skrilavcev in dolomitov, na posamezne skrilave vložke v dolomitih ter na prelomnice in milonitne cone.

Rudna telesa smo razdelili v prvotna in prenesena zaenkrat predvsem po položaju, ki ga zavzemajo v prostoru in po odnosih z mlajšimi tektonskimi črtami. Poleg tega je razlika med enimi in drugimi mnogokrat jasna že v sami intenziteti orudenja. Druge razlike med prvotnimi in prenesenimi rudnimi telesi bo treba še ugotoviti.

Razumljivo je, da bo nova interpretacija tektonske zgradbe idrijskega rudišča in osvetlitev geneze poenostavila sistem sledenja. Največjo pozornost bomo posvetili mendolskemu dolomitu in wengenskim plastem, kot glavnim nosilcem prvotnega orudenja. Raziskovali bomo nadalje kontakte dolomitnih in skrilavih werfenskih horizontov. Preiskovali bomo tudi močnejše prelome in milonitne cone. Obstoja možnost, da se je ob njih vršila migracija koristne substance. Posebno pozornost bomo posvetili tudi lečam oolitnih apnencev ter »položaju Karoli«.

Čeprav je idrijsko rudišče že precej preiskano, imamo kljub temu še velike popolnoma neznane predele. Tako ne vemo skoraj nič o zgradbi delov jame na višjih obzorjih ob kredni podlagi. Tudi predel v smeri Ljubevške doline je še povsem neraziskan.

Upajmo, da nam bo uspelo z obsežnimi raziskavami, ki smo jih začeli tako na površju kakor tudi v jami, podaljšati življenje idrijskemu rudniku še za dolgo vrsto let.

## **GEOLOGIC FEATURES OF THE IDRIJA MERCURY ORE DEPOSIT**

The Idrija Mercury ore deposit, though exploited for centuries, is still one of the most important producers of mercury in the world. The geologic features of the ore deposit and its region are extremely complicated.

Recent geologic investigations gave new data on stratigraphy and on the tectonic structure of the ore deposit area. The new stratigraphic data are already proved. In connection with the changes in the interpretation of the stratigraphic sequence of the strata the tectonic feature will be modified too, especially regarding the ages of various layers in the schuppen structure. The investigations recently made show the following stratigraphic column:

The oldest layers are Carboniferous clayey shales intercalated by rare sandstone sheets. They belong to the Hochwipfel strata. Their thickness cannot be determined as they are impressed between individual schuppen.

The Carboniferous strata are overlain by Gröden sediments, separated by a strong tectonic erosional unconformity. The Gröden strata, thick up to 40 meters, are composed of reddish and yellowish quartz conglomerate, sandstone, and shale.

Down to date the Upper Permian beds were not known in the region of Idrija. Their lower parts are represented by grey fine-grained dolomite,

intercalated by shale. They reach a thickness of 10 meters only and are followed by dark-grey dolomite with corals *Waagenophyllum indicum*, algae *Gymnocodium bellerophonis*, and sections of *Bellerophon* snails. These 35 meters thick beds are covered by black limestone with algae and sections of snails with a thickness of 10 meters only. This latter is followed by dark-grey dolomite with rare algae which grades into light-grey dolomite with stylolitic structure. The dolomites represent a transition from the Upper Permian to the Lower Werfenian dolomites.

The Lower Werfenian beds are formed of grey grained dolomite, intercalated by micaceous sandstone and sandy micaceous dolomite. They reach a thickness of about 80 meters.

These beds are overlain by 50 meters thick sandy micaceous shales with more or less lime content. Lenses of oölitic limestone are frequent in them. The fossil remains of *Pseudomonotis clarai*, *Anodontophora fassaensis* Wissman, *Pecten discites* Schlotheim etc. are found in the shales.

Grey grained dolomites with variable thickness reaching a maximum of 60 meters are the following layers. Their upper part is full of undeterminable remains of crinoids.

The Upper Werfenian dolomite is followed by a 80 meters thick dark-grey marly shale and limestone bearing the remains of *Naticella costata* and *Tirolites idrianus*. In the upper part of the limestone intercalations of greyish-yellow stratified dolomite, up to 10 meters thick, are found.

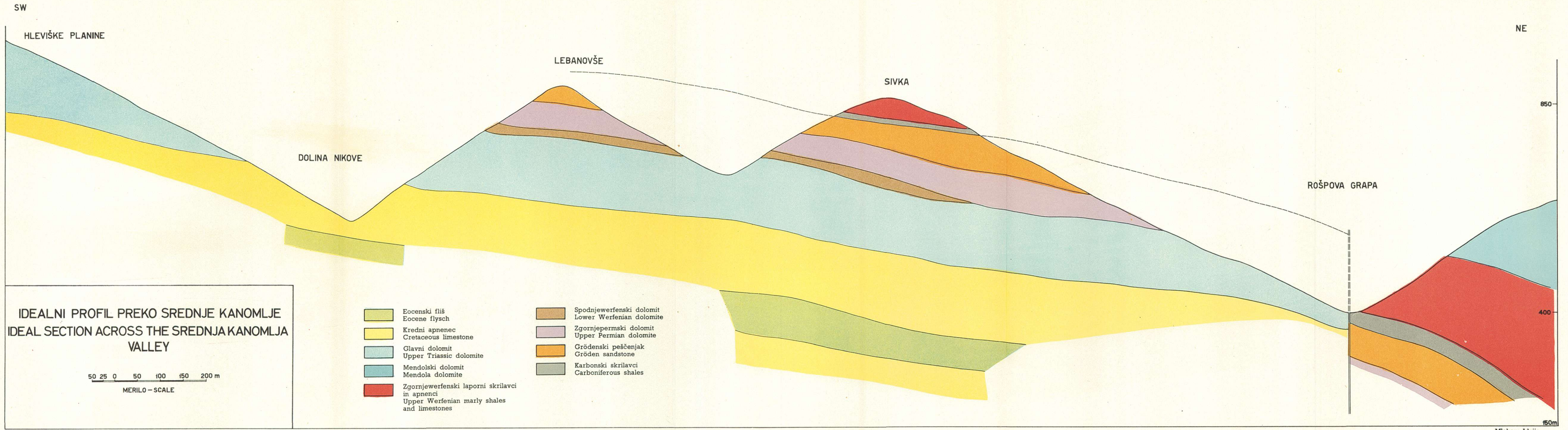
The Werfenian beds are overlain by Mendola dolomite, reaching a thickness of 200 meters. It is grey, coarse-grained, unstratified, and very crushable.

In the region of Idrija the Mendola dolomite is covered by 10 meters thick Skalnica beds. They are constituted of black clayey shale with frequent intercalations of compact tuffs sandstone. The Skalnica shales have plenty of flora remains, as for instance *Voltzia haueri* Stur, *Calamites arenaceus* Bgt., *Neuropteris remota* Presl etc.

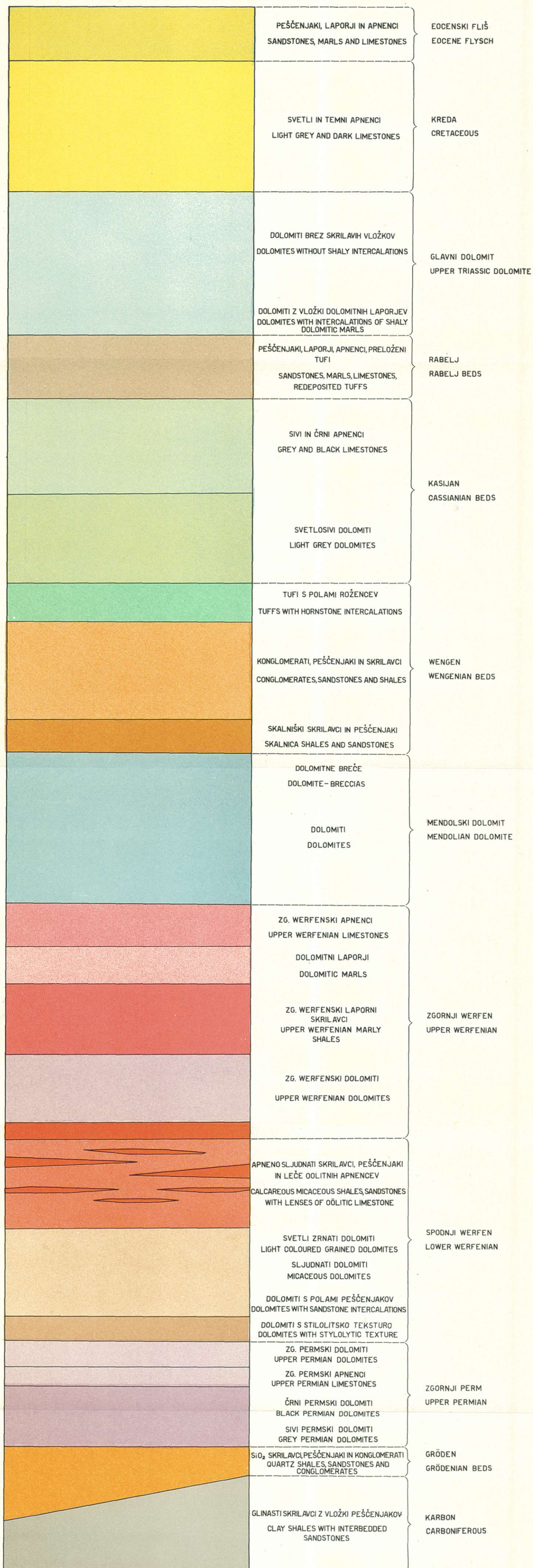
The Skalnica beds are followed by conglomerate with thin tuff intercalations, reaching a total thickness of 100 meters. The conglomerate is covered by 15 meters thick beds of tuffs and dark silicified limestone. The milkwhite grained dolomite and the dark and grey limestone with hornstone intercalations belong to the Cassian. Where both rocks are found in succession, the dolomite is stratigraphically lower situated. The Cassianian beds reach a thickness of 100 meters.

The Rabelj beds are rare in the region of Idrija. Sandstone, resembling to redeposited tuff, is the prevailing rock. The clayey shale, marl and limestone are less frequent. In these layers which in the Upper Idrija-river area reach a thickness of 80 meters the remains of *Myophoria kefersteini*, *Hoernesia bipartita*, *Pachycardia rugosa* etc. are found.

By recent investigations the Upper Triassic dolomite has been found in the area of Idrija with intercalations of dolomitic marl, up to 30 meters



STRATIGRAFSKA LESTVICA NA OBMOČJU IDRRIJE  
COLUMNAR SECTION OF IDRRIJA-AREA



thick. The *Megalodus* remains in them indicate the Upper Triassic age. The total thickness of the Upper Triassic dolomite could not be determined.

Jurassic strata are not known in the region of Idrija, while the Cretaceous sediments cover a considerable area. In the light-grey and dark-grey limestone the remains of Caprotinae and Hippurites are found. The detailed stratigraphic section of the more than 200 meters thick Cretaceous is not yet known.

The Eocene flysch are the youngest formation in the Idrija region. They are formed by marly shales, sandstone, and brecciated limestone, with remains of Nummulites. They reach a thickness of 40 meters.

In the mine itself the following beds were known before recent investigations began: Carboniferous clayey shales, Werfenian sandy shales and marls, Mendola dolomite, Skalnica shales and sandstone, Wengenian tuffs, Cassianian, and Cretaceous limestone. By these investigations the Gröden sandstone and shale, Upper Permian, Lower Werfenian, and Upper Werfenian dolomite and Wengenian conglomerate were determined. In addition we succeeded in distinguishing the Lower and Upper Werfenian dolomite. We proved the Upper Permian and Lower Werfenian dolomite by means of fossil remains. The Gröden sandstone, the Upper Werfenian dolomite and the Wengenian conglomerate were determined by their position as compared with the horizons already proved.

The tectonic structure of the Idrija region is complex. The Triassic beds are thrust over the Cretaceous ones. They are to be found mainly S and SE from the mine. Beneath the Cretaceous limestone in some places Eocene layers are situated which again lie on Cretaceous beds. The overthrust of Triassic beds on the Cretaceous base is not simple. Individual schuppen are composed of beds of various old stone. The following cross section is given for the area NW of Idrija:

On the base of Cretaceous limestone the 100 meters thick beds of Upper Triassic dolomite are lying, forming the first schuppe. They are overlain by a second one which consists of a series of Paleozoic and Lower Triassic beds in inverse position. The Lower Werfenian dolomite is the lowest bed. It is followed by the Upper Permian dolomite and limestone, Gröden, and the Carboniferous beds. The variable thickness of this schuppe reaches a maximum of 100 meters.

This second schuppe is covered by a third one, consisting of Upper Werfenian beds, Mendola dolomite, Wengenian beds, and Upper Triassic strata. S of the Idrija dislocation line this third schuppe is preserved as erosion remnant. The area N of this line is constituted of beds of the third schuppe.

In the near vicinity of the ore deposit the features grow more complicated. The first schuppe thins out. The Idrija town area is built up mainly of beds of the third schuppe. The greater part of the ore deposit formed by the Permian and Werfenian beds belongs to the second schuppe.

The Low Tertiary overthrust structure is cut by some faults, most of them with a Dinaric trend. The Idrija dislocation line is the best known

of them. Formed probably in Pliocene it caused vertical movements mainly.

The geologic structure of the Idrija ore-deposit is not yet fully explained. In the map of the VI<sup>th</sup> horizon (Fig. 1) and in the transverse section (Fig. 2) the fundamental tectonic elements only are given, and even these in a simplified form.

The two most important tectonic lines in the ore deposit are the "northern contact" and the plane of the Triassic overthrust on the Cretaceous beds. The northern contact is formed by Carboniferous clayey shales which dip rather steeply towards NE, especially in the lower horizons, and close the ore deposit. In the first horizon they flatten out almost horizontally. The thickness of the Carboniferous varies considerably and reaches a maximum of 60 meters. The Cretaceous beds, dipping 25° towards NE, form the base of the ore deposit.

According to recent investigations a part of the beds in the ore deposit are much older than it has been supposed and the ore deposit itself has two different structures, one in its upper, and a second in its lower part. In the upper part the Mendola dolomite with the Wengenian beds is prevailing, while in the lower part the Permian and Werfenian beds are dominant. The beds of the lower part are dipping very steeply. Their stratigraphic column from the northern contact towards S is chiefly preserved. The tectonic relations between the upper and the lower part of the ore deposit have not yet been found out.

The mutual geologic relations between the Mendola dolomite and the Wengenian beds being extraordinarily complicated and not clear yet the rocks of the upper part of the ore deposit in the geologic map as well as in the transverse section are generally presented as Mendola dolomite (Fig. 1 and 2).

The richest ore bodies lie in the Mendola dolomite, in the Skalnica beds, and in the Wengenian conglomerates. According to new data part of the ore bodies in the lower part of the ore deposit has been formed by hypogene processes through migration of cinnabar out of the upper part of the ore deposit.

#### LITERATURA

Berce, B., 1958, Geologija živorebrnega rudišča Idrija. — Geologija, Razprave in poročila, 4. knjiga — Ljubljana.

Gantar, I., Schneider, P., 1948, Poročilo o geološki karti vzhodnega in jugovzhodnega področja Idrije, — Ljubljana, (tipkano poročilo).

Hamrla, M., Jager, A., 1947, Poročilo h geološki karti področja Idrije in Srednje Kanomlje. — Ljubljana, (tipkano poročilo).

Jager, A., Hrastnik, J., 1949, Poročilo o geološkem kartiranju na področju Gorenje Kanomlje. — Ljubljana, (tipkano poročilo).

Kossmat, F., 1898, Die Triasbildung der Umgebung von Idria und Gereuth. — Verh. Geol. R. A., 86—105, Wien.

Kossmat, F., 1899, Über die geologischen Verhältnisse des Bergbaugebietes von Idria. — Jb. Geol. R. A., 259—286, Wien.

Kossmat, F., 1910, Erläuterungen zur Geologischen Karte Bischoflack und Idria. — Wien.

Kossmat, F., 1911, Geologie des Idrianer Quecksilberbergbaues. — Jb. Geol. R. A., 339—384, Wien.

Kossmat, F., 1913 a, Die Arbeit von Kropač: Über die Lagerstättenverhältnisse des Bergbaugebietes von Idria. — Verh. Geol. R. A., 363—378, Wien.

Kossmat, F., 1913 b, Die adriatische Umrandung der alpinen Faltenregion. — Mitt. Geol. Ges., 61—188, Wien.

Kropač, J., 1912, Über die Lagerstättenverhältnisse des Bergbaugebietes Idria. — Sonderabdruck aus dem Berg und Hütt. Jb. Wien.

Lipold, M. V., 1874, Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Idria in Krain. — Jb. Geol. R. A., Wien (glej tam starejšo literaturo).

Mlakar, J., 1957, O idrijski stratigrafiji in tektoniki. — Diplomsko delo v rokopisu — arhiv rudnika Idrija.

Nosan, A., 1953, Poročilo geološkega kartiranja med Idrijo in Rovtami. — Ljubljana, (tipkano poročilo).

Ocepek, T., 1953, Poročilo h geološki karti Spodnje Idrije. — Ljubljana, (tipkano poročilo).



## O POGOJIH NASTANKA PREMOCIŠČ NA KRASU\*

*Milan Hamrla*

Z 31 slikami in 12 tabelami med besedilom in v prilogi

### I. UVOD

Ozemlje Primorskega krasa in Istre je za študij stratigrafije na prehodu mezozoika v terciar med najzanimivejšimi v Evropi. Poleg stratigrafskih značilnosti kaže še morfološke ter hidrološke posebnosti v zvezi s kraškimi pojavi. Sedimenti vsebujejo tudi premoge zelo dobre kakovosti, ki kažejo v primerjavi z ostalimi premogi določene posebnosti v kemičnem in tehnološkem pogledu.

Pričujoče delo se v glavnem nanaša na premogišči Sečovlje in Vremski Britof v Slovenskem primorju, delno tudi na Rašo v Istri. Skušal sem pojasniti geološko okolje, v katerem so premogi nastajali. V ta namen sem podrobno obdelal geološke razmere in petrografske sestave premogov ter prikameninc, kakor tudi odvisnost njihovega sestava od faciesa. Da bi to pokazal, sem vpeljal krivuljo slojnih profilov. Petrografske značilnosti premogov sem dopolnil z osnovnimi podatki o njihovem kemičnem sestavu. Obravnaval sem še problem njihove klasifikacije po kemizmu in moči odboja vitrinita.

Geološke preiskave na površini in v jamah ter vzorčevanja sem izvedel leta 1954 in 1955, nekaj tudi v prvih mesecih naslednjega leta. Tedaj je Geološki zavod iz Ljubljane tudi vrtal v Vremškem Britofu in v Izoli.

Zbrano floro iz Sečovelj mi je določil asistent beograjske Univerze, paleobotanik *N i k o l a P a n t i ć*. Večino kemičnih preiskav sta napravila v kemičnem laboratoriju Geološkega zavoda v Ljubljani ing. *M. B a b š c k* in ing. *S. K a n d a r e*, nekaj vzorcev so analizirali tudi v kemičnem laboratoriju Rudnika Trbovlje. Koksne lastnosti precej številnih vzorcev premoga je določil dr. ing. *B. L a v r e n č i č* v kemičnem inštitutu SAZU v Ljubljani.

### II. SPLOŠNA GEOLOŠKA SLIKA PRIMORSKEGA KRASA IN ISTRE

Srednji in severni del Istre ter Primorski kras grade tri obširne sinklinale, ki so izpolnjene s staroterciarnimi usedlinami, in vmesne kredne antiklinale. Vodična geološka smer je dinarska, saj obravnavano ozemlje

\* Skrajšana doktorska disertacija, ki jo je avtor predložil Univerzi v Ljubljani dne 15. julija 1956.

v celoti pripada Dinarskemu sistemu. Od Raše in Labina preko Pazina in Grožnjana do Umaga sega pazinska terciarna sinklinala. Ozka in dolga bujska antiklinala med skrajnim zahodnim rtičem Žalbore (Punta Salvore) ter dolino rečice Mirne jo loči od obsežne tržaško-koprške ali severnoistrske flišne sinklinala, ki je med Buzetom in Učko spojena s pazinsko sinklinalo. Obširna kredna antiklinala med Opatijo in Kozino jo loči od ozke in dolge reške terciarne sinklinala, s katero se združuje severno od Kozine. Najbolj severno leži goriško-vipavska sinklinalna flišna cona, ki je vzhodni podaljšek furlanskega terciarnega ozemlja. Sega do Postojne ter se pri Pivki združuje z reško flišno cono.

Geološko zgradbo ozemlja Istre in Primorskega krasa podaja geološka karta (1. sl.).

Kredna formacija v Istri dosega debelino okrog 1000 metrov. Zastopana je celotna kreda od neokoma do senona. Ob zahodni obali Istre nastopajo še titonske usedline.

Po Stacheju (1889) je v Tržaškem krasu zgornja kreda zgrajena takole: najviše so svetli subkristalinski apnenci, ki vsebujejo često odlomke rudistov ter so ponekod prekriti še s foraminifernimi apnenci. Pripadajo kampanu in santonu ter verjetno tudi daniju. Pod njimi sledo nabrežinske breče in ploščasti apnenci s številnimi rudisti ter ostreami. Plasti ustrezajo koniasiju.

V južni polovici Istre je v skladu s poševno antiklinalno zgradbo njen zahodni del zgrajen iz spodnjekrednih apnencev. Na listu Labin je Lippardini prikazal samo zgornjo kreda. Po Salopeku (1954) so apnenci v podlagi terciarnih plasti okolice Labina in Pičnja v glavnem turonski, kreda v severozahodni Čičariji pa sega od zgornjega cenomana do spodnjega senona.

Enako razdelitev krede imata D'Ambrosi (1942) na listu Trst ter Martinis (1951) na listu Gorica. Najvišji del krednih plasti zastopajo svetli, često subkristalinski apnenci z rudisti, ki naj bi pripadali turonu in senonu.

Krednim usedlinam sledo terciarne. Stache (1859) je skupino plasti med kreda in terciarom poimenoval najprej kot kozinske plasti, pozneje pa kot liburnijsko stopnjo ali protocen. Pod protocenom je Stache (1859) zajel vse plasti med hipuritnimi svetlimi apnenci zgornje krede in eocenskimi numulitnimi apnenci. Razdelil jih je na tri podstopnje: spodnji foraminiferni apnenci, kozinske plasti in zgornji foraminiferni apnenci. Pozneje je omejil liburnijsko stopnjo oziroma protocen na plasti med hipuritno kreda in glavnimi alveolinskimi apnenci ter takšno ločitev izvedel tudi kartografsko.

Spodnje foraminiferne apnence sestavljajo morski in brakični sedimenti ter vmesne plasti s kopno in sladkovodno favno. Ta paralična skupina je najmočnejše razvita med Bazovico in Spodnjimi Ležečami ter Rodikom. V spodnjem delu so zastopani povečini svetlosivi in temni apnenci z miliolidami, redki ostanki rudistov ter morskih školjk, dalje več horizontov bituminoznih apnencev in skrilavcev, često s premogovnimi sloji. Plasti vsebujejo haraceje ter sladkovodno favno polžev rodov

*Stomatopsis* in *Cosinia*. Med foraminiferami izstopa rod *Peneroplis*. Morski moluski so pogostni, zlasti v zgornjem delu spodnjih, paraličnih plasti. Haraceje in miliolide nastopajo pogosto skupaj. *Stache* ni podrobneje razčlenil navedenih plasti, domneval pa je, da bi mogle pripadati še daniju.

Do enakih zaključkov je prišel tudi *Meunier-Chalmas* (*Sa-lopek*, 1954) po primerjalnih študijah liburnijske stopnje v Istri in Dalmaciji. Favna *Sphaerulites* in *Apricardia* opredeljuje sedimente po analogiji z razmerami v Franciji kot danij.

Kozinski apnenci tvorijo srednji del liburnijske stopnje. Sestavljajo jih pretežno kremenasti bituminozni apnenci in apnene breče. V teh plasteh so obilno zastopane hare, zlasti *Lagynophora*. Kopensko favno zastopa rod *Kallomastoma*, vezan v glavnem na brečaste različke, ki naj bi nastali iz pobočnega grušča sladkovodnih bazenov. Sladkovodna favna z nekaterimi brakičnimi različki ne kaže posebne zveze s spodnjimi foraminifernimi apnenci. Zastopani so rodovi *Melanopsis*, *Goniobasis*, *Hydrobia*, *Cyrena* in *Cerithium*, poslednja dva često spremljajo hare.

Kot sta torej za prvo podstopnjo severnega istrskega območja značilna polža rodov *Stomatopsis* in *Cosinia*, tako sta za drugo vodilni obliki *Kallomastoma* in *Lagynophora*.

*Meunier-Chalmas* je po fosilu *Cerithium inopinatum* prištel te plasti montiju.

Zgornji foraminiferni apnenci obsegajo paralične plasti v smeri od kopenskega razvoja ponovno proti morskemu. Debelina zgornjih foraminifernih apnencev je neenakomerna. V plasteh s sladkovodnimi in brakičnimi fosili je našel *Stache* le redko nanesene ostanke kopenske favne. Ponekod se više vedno pogosteje vključujejo že plasti s prvimi alveolinami. Med foraminiferami je rod *Coskinolina* vodilen za zgornji del liburnijske stopnje. Po *Stacheju* se ta oblika pojavlja tako v Primorskem krasu kot v Istri in Dalmaciji približno v istem horizontu pod glavnimi alveolinskimi apnenci.

Po *Rakovcu* (1949) je treba spodnje foraminiferno apnenice, ki vsebujejo rudiste, uvrstiti v paleocen, ker so rudisti najbrž naplavljeni iz krednih plasti. Naslednjo serijo sladkovodnih apnencev s premogom ter haracejskih apnencev, ki naj bi bila na južnem Notranjskem in v severni Istri debela okrog 100 m, imenuje *Rakovce* kozinske plasti. Njihov spodnji del prišteva še paleocenu, zgornji pa že eocenu. Apnene sklade nad njimi, ki vsebujejo predvsem miliolide, imenuje miliolidne apnenice. Lokalno vsebujejo tudi že alveoline. Zaradi pomanjkanja značilnih fosilov domneva, da pripadajo te plasti najvišjemu delu spodnjega eocena ali najnižjemu delu srednjega eocena. Alveolinski apnenci, ki slede, so zanesljivo srednjeeocenski, enako višji numulitni apnenci in fliš.

V srednji Istri leži po *Stacheju* (1889) zgornji del liburnika neposredno na erodiranem krednem apnencu ali apnenih brečah, ki naj bi bile odložene namesto glavnih haracejskih apnencev.

V jugovzhodni Istri pri Labinu so razviti še nižji haracejski apnenci, ki vsebujejo premogove sloje. Premog leži neposredno na kredu. Spodnji

foraminiferni apnenci tu manjkajo, enako tudi v Dalmaciji in na otokih. Favna produktivnih plasti ne vsebuje skoraj nobene oblike iz kozinskega območja, pač pa je karakterizirana z oblikami *Planorbis* in drugimi kopnimi polži. Med haracejsko floro tudi ni rodu *Lagynophora*. Usedline so torej lokalni kopni facies spodnje paralichne podstopnje, pri čemer se *Stache* glede časovne vrzeli med crozijo kredne podlage in sedimentacijo premoga ni točneje izrazil.

Više slede debele plasti s haracejami in melanidami, ki vključujejo v spodnjem delu še več premogovnih horizontov. Razvoj teh plasti ustreza kozinski podstopnji. Apnenci s foraminiferami, malimi alveolinami in brakično-morskimi konhiliijami ločijo to skupino od višjega horizonta alveolinskih apnencev.

Italijanski geologi se s *Stachejevo* razdelitvijo niso strinjali. Po *D'Ambrosiju* (1931) je liburnijska vmesna stopnja nepotrebna. Vse sedimente med svetlimi krednimi apnenci ter morskimi apnenci eocena obseže kot plasti spileko (*Spilecciano*). To so sivi in temni, često bituminozni apnenci s haracejami, miliolidami in stomatopsidi ter premogovnimi sloji. Prišteva jih najnižjemu eocenu v smislu *Sacca* (1924). Spileko obsega po italijanski razdelitvi plasti med danijem in spodnjim lutecijem (*Gignoux*, 1950) ter je identičen z londonijem oziroma ipresom (*Haug*, 1920). Neposredno nad plastmi spileko sledi spodnji lutecij z miliolidnimi apnenci. Više so svetlosivi apnenci srednjega lutecija z bituminoznimi vložki ter prevladujočimi alveolinami, manj pogostnimi asilinami in numuliti, še više slede glavni alveolinski in numulitni apnenci.

Podobno razdelitev spodnjega dela terciarja je postavil *D'Ambrosi* (1931) tudi v tolmaču h geološki karti lista Pazin, to je za srednjo Istro. Zaradi pomanjkanja značilnih fosilov pa je meja med spilekom in lutecijem negotova. Oba oddelka eocena merita po debelini plasti le nekaj metrov. Popolnoma isto razdelitev uporablja tudi *Lipparini* (1935) v geološki karti lista Labin.

*Salopek* (1953) navaja za labinsko in pičansko območje pisane breče pod liburnijskimi sloji. Prišteva jih delno kredi, delno terciarju. Liburnijske plasti v sladkovodnem in brakičnem razvoju s premogom prišteva v paleocen. V njihovi bazi pa je lokalno našel tudi miliolidne apnence neposredno na kredi. Po tem sklepa na prisotnost spodnjih foraminifernih apnencev tudi v tem delu Istre. Isto je opazil tudi že *Wagen* (1906). Tanke plasti miliolidnih apnencev vsebujejo tudi rudiste, verjetno na sekundarnem mestu.

*Šikič* (1951/53) se drži stratigrafske delitve starejših avtorjev.

Nekateri geologi, kot *D'Ambrosi*, domnevajo, da je mogel biti del fliša odložen še v oligocenu, ko je verjetno bila Istra pokrita še z morjem. Erozijska pa je popolnoma odnesla morebitne usedline.

Boksit na krednih apnencih je posledica krašenja apnenih površin. Po *D'Ambrosiju* (1940) so vezani istrski boksiti na dva različna horizonta: prvi je posledica emerzije ob koncu neokoma, drugi ustreza

senonski regresiji, ko je Istro ponovno zajela kontinentalna faza. Vsa bogatejša nahajališča boksita v Istri ustrezajo senonski fazi.

Terra rossa je neogenska in pleistocenska ter produkt izravnave istrske površine, ki se je pričela po D'Ambrosiju (1931) že v miocenu ter dosegla višek v ledenih dobah.

V neogensko-kvartarni periodi sorazmerno že stabilnega kopna so nastala tudi številna večja ali manjša jezera s sladkovodno favno ter usedlinami glinastega mulja.

Pleistocen zastopajo še breče. Dolinske naplavine in pobočni grušč pripadajo holocenu.

V nasprotju s sosednjimi Alpami kažeta Primorski kras in Istra — kot Dinaridi sploh — sledove zmernejšega delovanja tangencialnih sil. Enostavna antiklinalna in sinklinalna območja v pretežnem delu Istre prehajajo v nekoliko bolj komplicirano zgradbo Učke s Čičarijo in Tržaškega krasa. Območje Čičarije je po Waagenu (1913) in Salopeku (1953) karakterizirano celo z luskasto strukturo in poleglimi gubami. Šikič (1953) in Salopek navajata tudi prave narive pod vplivom pritiska s severa. Tržaški kras pa je tektonska gruda.

Po Winklerju (1924) je pričetek dinarskega gubanja v primeri z južnoalpskim, ki ga postavlja v predoligocen, kasnejši. Večina primorskih Dinaridov je bila gubanih šele v posteocenski, delno celo postoligocenski dobi, kar sledi iz popolnoma konkordantno gubanih eocenskih in spodnjeoligocenskih plasti s podlago (Promina). Gubanja pa so morala biti tudi že pred transgresijo morskega eocena. Winkler predpostavlja močno gubanje v mejnih delih Dinaridov tudi v zgornji kredi. Sledilo je še mlado terciarno gubanje.

Po Šikiču (1951/53) je v Čičariji udeležen v luskasti zgradbi ves fliš; premiki so v glavnem oligocenski, pričeli pa so se že v eocenu.

Tangencialne sile, ki so se uveljavljale v Julijskih Alpah, so vplivale tudi na dinarsko regijo. Paroksizem v tem delu Dinaridov najbrž sovpada z glavnimi tangencialnimi premiki v Julijskih Alpah. Tektonska premikanja, ki so bila najbolj intenzivna v Alpah, so v smeri proti jugu postajala vedno slabša.

Po neogenski emerziji, vezani na orogenetsko delovanje sredi terciarja, ozemlje današnjega severnega Jadrana ni bilo več pokrito z morjem. Z epirogenetskimi premikanji v sorazmerno mladi geološki preteklosti je nastopila poslednja faza v fizičnem preoblikovanju kopnega. Regionalno premikanje obal v dobi po pleistocenu je evidentno še v historičnem času. Stache (1888) skuša spraviti v sklad premikanja jadranske obale v kvartarno-historični periodi z vulkansko aktivnostjo v Sredozemlju.

Današnja obala Istre je na vzhodni in zahodni strani tektonska ter poteka več ali manj prečno na dinarsko smer. Kaže očitne znake poplajene oziroma toneče obale ter se polotok kot celota ugreza še danes. Da se je območje Istre od diluvija dalje grezalo najmanj za 200 m, dokazuje debela plast fluvio-glacialnih usedlin Soče pri Gradežu, po čemer sklepa Melik (1935) na najmočnejše grezanje Jadrana v severnem delu.

Na obravnavanem ozemlju ločimo dva tipa zemljišč. Medtem ko je prepokano apneno ozemlje vodopropustno, je peščeno-laporasti fliš vodonepropusten. Od te lastnosti je odvisen značaj ozemlja, njegov morfološki razvoj in ostale posebnosti.

Značilna za apneno kraško ozemlje je blago zaobljena površinska konfiguracija ter obširni platoji. Apnenec je pokrit lokalno s kraško preperino (terro rosso), ki je koncentrirana v depresijah. Številna nakopičenja boksita so v obliki žepov in gnezd nepravilno porazdeljena po stari izravnani kredni površini.

Po paleogenski morski sedimentaciji je nastopila v miocenu zopet emerzija. Pričel se je proces krašenja z nastajanjem terre rosse, ki traja še danes.

Kakšna je stopnja skrašenja v območjih, kjer so premogišča? V Primorskem krasu je bil ta proces dalekosežen. Globina skrašenja je velika ter sega najmanj do današnjega morskega nivoja. V severozahodni Istri v območju bujske antiklinale ne seže globoko. V sečoveljskem premogovniku na nivoju jamskih del ne opazujemo kraških pojavov v krednih apnencih v podlagi terciarja. V vzhodnem delu Istre v rudniku Raši pa segajo skrašeni kredni apnenci še globoko pod morski nivo.

### III. GEOLOGIJA PREMOGIŠČ

Primorsko-istrsko premogovno ozemlje razdelimo na dve skupini: severna obsega Primorski kras med Trstom, Kozino in Pivko. Produktivno je severno krilo tržaško-kopske terciarne kadunje ob prehodu v reško eocensko kadunjo. Južni skupini prištevamo pojave premoga v Istri od njenega severozahodnega do jugovzhodnega dela. Premog vsebuje v severni skupini prehodne plasti med kredo in paleogenom, v južni pa bazalne plasti transgresivnega paleogena. Premogonosnost je nestalna ter se izpreminja od debelih slojev, ki dopuščajo razvoj velikih rudarskih obratov, do nepomembnih vložkov.

#### Severna skupina

Med Bazovico in Pivko je pas produktivnih plasti sorazmerno širok. Na več mestih izdanjajo tanki sloji premoga, ki so jih bili v preteklosti nekajkrat raziskovali. Debelina premogovih slojev je zaenkrat le v neposredni okolici Vremskega Britofa tolikšna, da dopušča rudarsko eksploatacijo.

Rudarska dejavnost v Vremskem Britofu ima svoje začetke v 18. stoletju. Sistematsko so rudarili le Italijani med leti 1920 in 1931 ter tik pred drugo svetovno vojno. Po letu 1945 je bila rudarska dejavnost omejena na jamo Zavrhek, ki je bila jeseni leta 1955 izčrpana in potopljena. Zato so pričeli z obnavljanjem jame Jadran IV. pa tudi starih francoskih prog na levem bregu reke. Rudarske obrate in vrtine v vremski dolini kaže 2. slika.

1. Splošne geološke razmere okolice Vremskega Britofa. Kreda med Divačo in Famljami izstopa morfološko in vegetacijsko; bel skalnat teren

ni kultiviran. Kredni pas obdajajo na obeh straneh povečini temni apnenci *Stachejevega* liburnika oziroma italijanskega spileka. Plasti se nadaljujejo navzgor v sorazmerno širok pas miliolidnih apnencev. Slede alveolinski apnenci in nad njimi tanjši pas numulitnih apnencev, ki prehajajo navzgor v lapornato-apnene, ponekod tudi peščene flišne sedimente. Med Skocijanom in Zavrhom potekajo plasti približno od zahoda proti vzhodu, nato se obrnejo precej ostro proti severovzhodu. Sorazmerno široka cona produktivnih plasti se pri Spodnjih Vremah konča ob prelomnici. Produktivni apnenci na planoti Gaberk padajo proti jugu ter so ločeni od krede s prelomnico. Na severu nalegajo konkordantno na kredno antiklinalo Vremščiće.

Edina večja dislokacija v neposrednem območju Vremskega Britofa poteka v dinarski smeri preko Spodnjih Vrem vse do Divače. Geološka zgradba kaže na večjo premaknitev v vertikalni smeri, pri čemer se je ugreznilo severno krilo. Dislokacijo direktno nakazujejo še močno porušene kamenine.

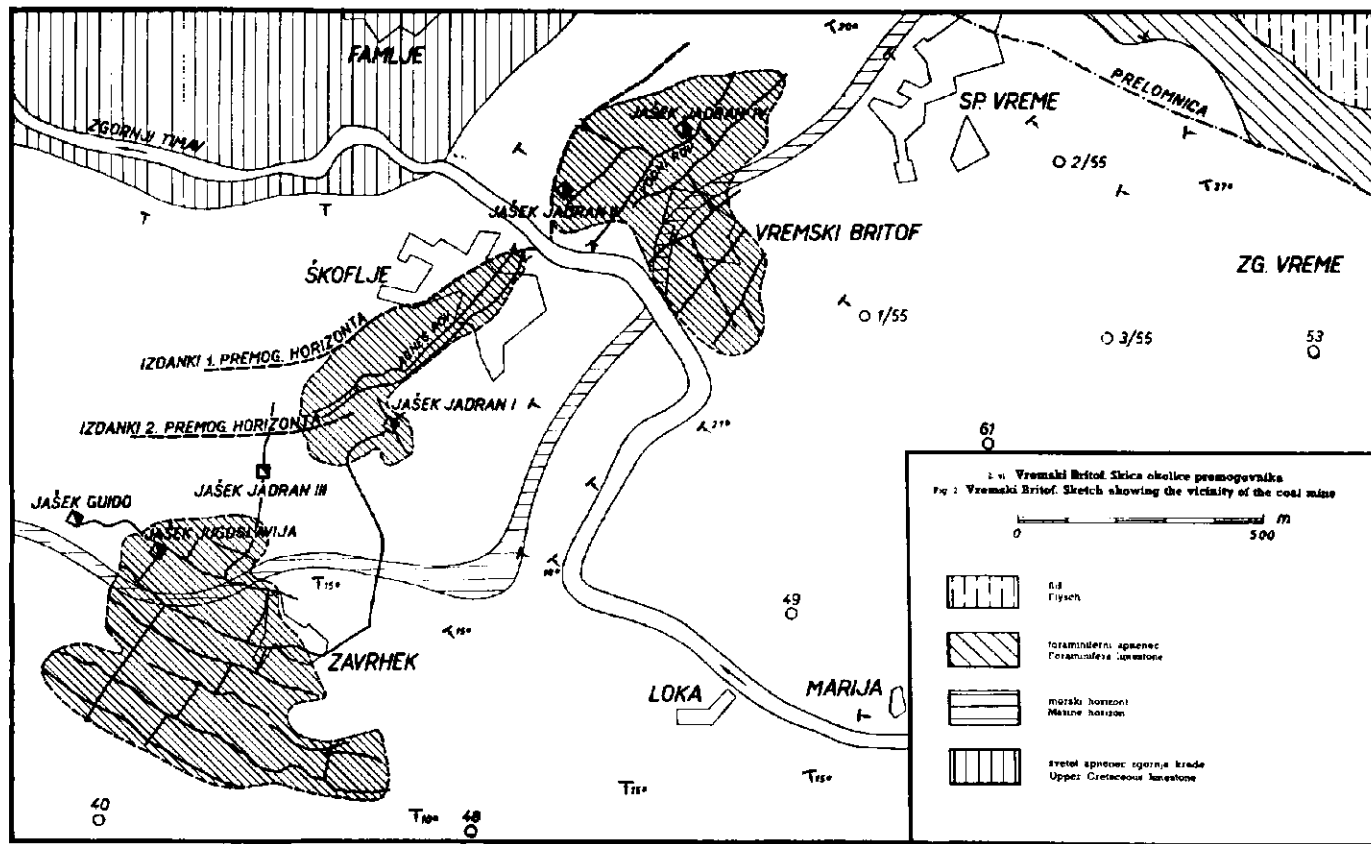
Prehod med svetlimi apnenci krede in produktivnimi apnenimi plastmi je zvezen. V spodnjem delu produktivnih apnenih plasti najdemo le malo makrofavne ter nekaj miliolid. Pogostnejše so hare v temnem bituminoznem apnencu. Pomembna je tanjša vmesna plast sivega in temnosivega bituminoznega apnenca z obilico miliolid, peneroplid ter mersko favno moluskov. Zgornji del produktivnih plasti zastopajo več ali manj bituminozni apnenci, lokalno z miliolidno favno. Ti prehajajo navzgor v miliolidne apnenice ter alveolinske in numulitne apnenice.

Izdankov premogovih slojev danes na površini skoraj nikjer več ne najdemo.

**2. Vrtine.** V letih 1937 do 1939 so izvrtali v širši okolici Vremskega Britofa 14 raziskovalnih vrtin. Za tri vrtine (52, 57, 59) ni znan položaj, za eno, katere oznako in položaj poznamo, ni ohranjen profil (40), pač pa le ustni podatki, o eni vrtini pa nimamo nobenih podatkov.

Vrtina 42 ni zadela na premog. V vrtini 47 je v globini 511 m 5 cm debela premogovna žila. Vrtina 48 kaže dva premogovna horizonta: med 164 in 165,75 so štirje tanki sloji oziroma žile z debelinami 7, 10, 30 in 5 cm, na globini 176 m pa žili 3 in 2 cm. Zgornji horizont naj bi ustrezal sloju, ki so ga odkopavali v jami Zavrhek, le da je ob površinsko neopazni prelomnici precej visoko dvignjen.

V vremski dolini je pokazala vrtina 49 dva premogova sloja: na globini 130 m sloj 16 cm in na globini 150 m žilo 3 cm. Vrtina 61 je pokazala spodnji premogovni horizont med 245 in 246,5 m s 5, 8, 9 in 12 cm debelimi žilami, više na približno 120 m pa še dva sloja, 13 in 7 cm debela. Spodnji in višji horizont se v primerjavi z vrtino 3/55 ujemata z najnižjim ter naslednjim višjim premogovnim horizontom. Vrtina 53 je pokazala med 370 in 375 m pet slojev premoga: 14, 4, 17, 110 in 4 cm ter na globini 399 m še sloj 27 cm. Obe skupini pripadata predvidoma obema glavnima premogovnim horizontoma. Vrtina 50 severno od Barke je zadela le na najnižji premogovni horizont, kjer so med 365 in 367,5 m





sloji in žile z debelinami: 6, 5, 57, 11, 6, 14 in 10 cm. Sosednja vrtina 62 pa je bila brez premoga.

Vrtina 58 vzhodno od Zgornjih Vrem je zadela med 585 in 586 m na sloje 11,4 in 16 cm, na 593 m sloj 10 cm in na 595 m žilo 9 cm.

Obe najbolj vzhodni vrtini 51 in 56 nista dosegli produktivnega dela terciarnih plasti.

Podatki vrtin nam dajejo sliko o položaju posameznih premogovnih horizontov med kredo in alveolinskimi apnenci. V 1. tabeli so podane poševne debeline plasti pri povprečnem naklonu 15–20°.

Table 1

1. tabela

Vrtina št.:	50	58	53	61	49	48
Razdalje med kredo in najnižjim premogovim horizontom (m)	59	120	37	100	102	26
Razdalje med glavnim premogovnim horizontom in spodnjo mejo alveolinskih apnencev (m)	205	364	254			

Premogovi sloji pripadajo torej različnim horizontom v liburnijskih plasteh.

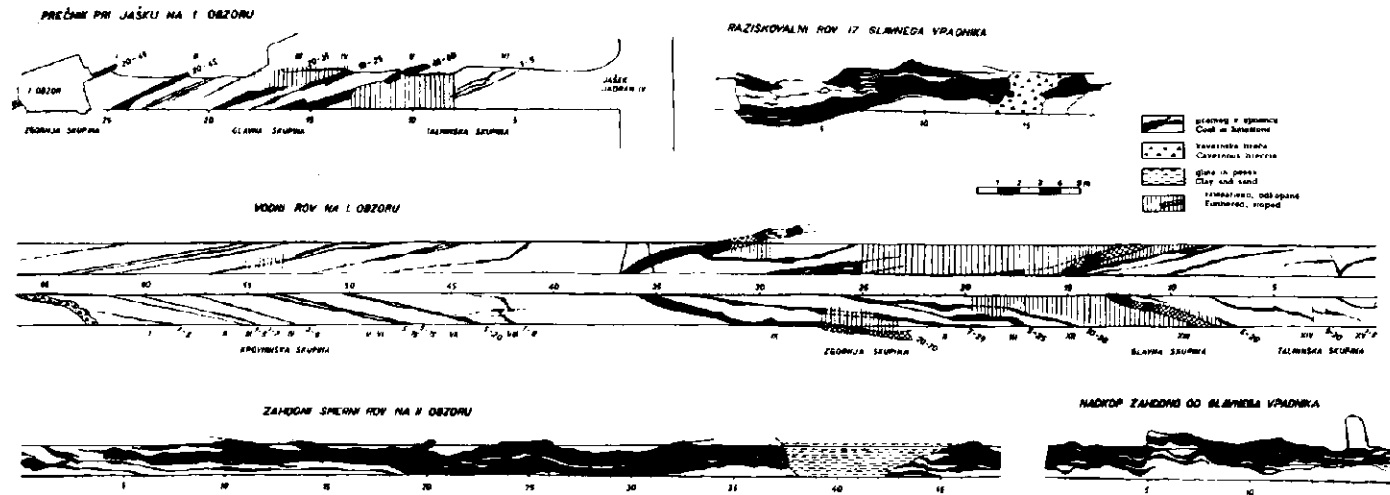
V letu 1955 so bile izvrtane še tri vrtine vzhodno od Vremskega Britofa, ki so zanesljivo podale zvezen profil produktivnih plasti s kredno podlago. Vrtina 1/55 je pokazala v najnižjem premogovnem horizontu blizu skupaj 3 sloje premoga, s skupno debelino 1,35 m. Višji horizonti so vsebovali le tanke vložke in žilice premoga v temnem bituminoznem apnencu. Enako so bili zastopani premogovni horizonti tudi v vrtini 2/55, ki pa debelejšega sloja premoga ni pokazala. V vrtini 3/55 smo zadeli le tanek sloj premoga v najnižjem horizontu. Zlasti poslednja vrtina je potekala v močno zdrobljenem in porušenem, kavernastem apnencu.

**3. Geološke razmere in tektonika v jami.** V jami Zavrhek so odkopavali en sam sloj premoga, debel povprečno okrog 50 cm. Nekako 2 in 3,5 m nad tem glavnim slojem sta še dve tanjši premogovi žili.

Jama Jadran IV je bila v letu 1955 obnovljena do tretjega obzora. Stare smerne proge in vpadniki so izdelani v premogu, ki pa je v območju dostopne jame povečini odkopan. Razmere v jami kažejo neenakomeren razvoj premogovnih slojev, ki so nestalni po številu, medsebojnem položaju in debelini. V vodnem rovu, ki poteka prečno na plastovitost, smo našli največ 15 tankih žil in slojev premoga. V območju starih odkopov opazujemo dve glavni skupini premogovih slojev, ki so jih vsako zase odkopavali. V »zgornji« skupini je odkopen v glavnem le en tanek sloj. V »spodnji« skupini pa je več slojev, ki se po debelini močno izpreminjajo. Mestoma dosežejo tudi skupno debelino 2 m ali pa so na račun apnenih vložkov skoraj v celoti reducirani. V nekaterih delih premogišča se premog menjava s polami in z vložki apnenca. Kot primarna prikamenina premoga nastopa izključno apnenec.

3. slika  
 Značilni stenski posnetki iz premogovnika Vremski Britof

Fig. 3  
 Characteristic views of walls in Vremski Britof coal mine



Poleg sedimentarnih vzrokov so na nepravilnosti v debelinah in poteku slojev vplivali tudi drugotni faktorji, predvsem tektonika in erozija. Tektonska premikanja so premogove sloje lokalno stanjšala ali iztisnila, na drugi strani pa lečasto obogatila. Največ premoga je vzdolž tako imenovanih »cevi«, ki so odebeljeni deli slojev ob fleksurah in lokalnih prelomih. Korozivnemu delovanju podzemnih voda v apnencu je sledila podzemna erozija. Premogovi sloji so pogosto odneseni v celoti ali delno, prazne prostore pa so tesno zapolnili rumena in zelena glina, kosi apnenca, povečini pa prineseni prodniki ter drobni pesek. V teh zapolnitvah kraških podzemnih votlin z materialom, ki izhaja delno s površine, najdemo tudi fragmente drevesnih debel, ki so dosegla v stopnji karbonifikacije ksilitni stadij. Po tem moremo sklepati na precej staro skrašenje tega ozemlja.

Podzemne vode so vplivale tudi na premogovo substanco ter ob njej in v njej odlagale mehansko transportiran glinast material ali pesek. Tako opazujemo ponekod postopen prehod premogove substance v temno glino.

Nekaj značilnih stenskih posnetkov iz jame, ki ponazarjajo obliko in nestalnost premogovih slojev, kaže 3. slika.

Premogove sloje razdelimo na več skupin. Zgornjo skupino predstavljata v prečniku I sloja 1 in 2 ter žilice pod njima, v vodni progi pa so to sloji 9, 10, 11 in 12 z vmesnimi tankimi žilicami. Najvišji sloj te skupine je navadno najdebelejši. V rudniku ga imenujejo »zgornji« sloj in ga odkopavajo posebej.

Glavno skupino sestavljajo navadno trije sloji. V prečniku I ji prištevamo sloje 3, 4, 5, v vodni progi pa sestavljen sloj 13. Debelina slojev je nestalna; najdebelejši je včasih najvišji, včasih najnižji sloj. To skupino slojev tudi v glavnem odkopavajo.

Nad zgornjim slojem je še več tankih premogovih slojev in žil, ki jih imenujemo krovna skupina. Pod glavno skupino pa je nekaj tankih premogovih slojev talne skupine.

V jami Jadran IV je zgornji premogov sloj precej enakomerno razvit v debelini do največ 60 cm. Nekako 70 do 100 cm pod njim ga spremlja lokalno še en tanek sloj, ki ustreza sloju 2 v prečniku I. Razvoj slojev glavne skupine je bolj neenakomeren. Najmočnejše je razvit zgornji sloj te skupine, ki doseže tudi 80 cm. Pod njim je več tanjših slojev, ki se ponekod združijo ter ponovno cepijo na tanjše pole. Včasih zastopa celo skupino tudi samo en sloj, ki je sorazmerno debel.

Plasti apnenca vpadajo enakomerno pod kotom okrog 20°. Ob številnih dislokacijah so le malo premaknjene. Prečne porušitve pod vplivom tangencialnih sil se kažejo kot številni prelomi raznih smeri, fleksure, medplastovni premiki in večje dislokacije z medsebojno premaknitvijo obeh kril za največ nekaj desetih metrov.

Prva večja dislokacija loči jami Jadran IV in Jadran II. Apnenec je zdrobljen in milonitiziran. Porušeno cono apnenca opazujemo v srednjem delu vodne proge na prvem obzoru, kjer je bil del zdrobljenega apnenca odnesen, nastale kaverne pa je zapolnila zelenkastosiva glina

4. slika

## Zaporedje produktivnih liburnijskih plasti pri Vremskem Britofu

Fig 4

## Sequence of the coal bearing Liburnian strata in Vremški Britof

PRIBLIŽNA DEBELJINA HORIZONTA m	PETROGRAFSKI OPIS	F O S I L I		FACIES	PREMOGOVNI HORIZONTI	STRATI- GRAFIJA
		MAKRO	MIKRO			
	SIVI IN TEMNOSIVI APNENCI		FORAMINIFERA			K R E D A ( D A N I J ) P A L E O C E N S T O P N J A
25-30	SIVI KRISTALASTI APNENCI, MESTOMA TEMNEJŠI PASASTI		MILIOLIDAE PENEROPLIDAE ALVEOLINA			
25-30	TEMNOSIVI APNENCI Z REDKIMI TANKIMI, TEMNIMI BITUMINOZNI MI PLASTMI	TANKOLUPI- NASTI POLŽI CERITHIUM	MILIOLIDAE (LOKALNO) CHARACEAE			
20-30	SIVI IN TEMNOSIVI GOSTI APNENCI	POLŽI KORALE	MILIOLIDAE PENEROPLIDAE COSKINOLINA			
20-25	TEMNOSIVI APNENCI, LOKALNO BITUM- INOZNI Z DROBNIMI VKLJUČKI PREMOGA	CERITHIUM STOMATOPSIS	MILIOLIDAE (LOKALNO)		5	
15-20	TEMNOSIVI IN ČRNI BITUMINOZNI APNENCI Z VKLJUČKI PREMOGA	STOMATOPSIS CERITHIUM	LAGYNOPHORA		4	
5-10	SIVI IN TEMNOSIVI APNENCI	RUDISTAE OSTREA, ANOMIA	MILIOLIDAE PENEROPLIDAE			
40-45	TEMNOSIVI APNENCI, ZLASTI V SPODNJEM DELU ODSEKA BITUMINOZNI S TANKIMI SLOJI IN ŽILICAMI PREMOGA		MILIOLIDAE PENEROPLIDAE LAGYNOPHORA		3	
~ 20	SIVI IN SIVORJAVI APNENCI	RUDISTAE OSTREA				
20	TEMNOSIVI IN BITUMINOZNI APNENCI S TANKIMI SLOJI IN ŽILICAMI PREMOGA	STOMATOPSIS COSMIA	CHARACEAE		2. ZGORNJI (ZAVRHEK)	
20	SIVKASTORJAVI GOSTI APNENCI		MILIOLIDAE			
20	TEMNI BITUMINOZNI APNENCI S SLOJI PREMOGA	STOMATOPSIS CYRENA	LAGYNOPHORA		1. SPODNJI (BRITOF-SKOFLJE)	
50	SVETLI SIVORJAVI GOSTI APNENCI; IZJEMNO TANKE, TEMNOSIVE PLASTI					
	SVETLI SIVORJAVI KRISTALASTI APNENCI	RUDISTAE				

morako  
Marinebrakčno  
Brackishsladkovodno  
Freshwater

z apnenčevimi prodniki ter s kosi lesa. Dislokacija poteka približno v smeri N-S ter je zahodno krilo premaknjeno za približno 50 m proti severu.

Drugo večjo dislokacijo je zadela nova raziskovalna proga na drugem obzoru na razdalji okrog 180 m od Eydamovega vpadnika proti vzhodu. Tudi tu je apnenec močno porušen, vezan z rumeno mastno glino ter ima značaj kavernske breče. Premogov sloj, ki je bil lokalno debel tudi do 120 cm, se naglo stanjša ter tektonsko izklinja oziroma prehaja v zdrobljen apnenec, ki je premešan s temno premogovo maso.

V ostalih delih dostopne jame ni večjih dislokacij. Na lokalne porušene cone kažejo mestoma precej velike votline, zapolnjene z nanesenimi usedlinami.

Številni manjši prelomi potekajo v glavnem približno prečno dinarsko, vpad pa je povečini strm v jugovzhodno smer ali tudi navpičen. Izrazito dinarsko usmerjenih lokalnih prelomov skoraj ne najdemo.

Zanimiv je pojav lokalnih fleksur s premikom okrog 1 m. Ob njih so tangencialne sile povzročile nakopičenje premoga. Odebelitve potekajo povečini linearno ter so približno dinarsko ali prečno dinarsko usmerjene. V neposredni bližini pa se premogov sloj zopet stanjša ali celo izklini. Imamo torej opravka s tektonsko migracijo premoga na kratke razdalje. Pri tem se je premog močno porušil; je skrila, poln tektonskih zrcal tako v sami substanci kakor ob stikih s prikamenino.

**4. Profil produktivnih plasti v Vremskem Britofu.** Po podatkih jame, vrtin in površinske geologije je bilo mogoče sestaviti geološki profil produktivnih plasti pri Vremskem Britofu, ki ga kaže 4. slika.

Kredno podlago gradi svetel kristalast apnenec, ki vsebuje rudiste, ponajveč majhne radiolite pa tudi kaprinide. Izjemno nastopajo tanki vložki apnenih breč z zelenkastim glinastoapnenim vezivom.

Navzgor prehaja kredni apnenec v svetel sivorjav, gost in drobno-kristalast apnenec brez makro- in mikrofavne. Te plasti so debele okrog 50 m ter pripadajo prav gotovo še morskemu razvoju, v zgornjem delu mogoče tudi že brakičnemu. Sledi s precej ostro mejo temen bituminozni apnenec, ki vsebuje premogove sloje najnižjega premogovnega horizonta. Sloji so po številu in debelini zelo nestalni. Debelina celotnega horizonta, ki ga karakterizira predvsem favna *Stomatopsis* sp. in flora *Lagynophora* sp., znaša okrog 20 m. To je prvi horizont, na katerega je vezan največji del premoga. Nad njim so najprej svetlejše, rjavkastosive plasti gostega apnenca v debelini okrog 20 m, ki vsebuje poleg nedoločljivih polžev tudi miliolide. Nato se ponovi bituminozni apnenec s tankimi sloji ali tudi le z drobnimi žilicami in vložki premoga. Sledi siv in sivorjav kompakten apnenec, v katerem so poleg foraminifer lokalno tudi morske školjke. Debelina teh plasti je okrog 20 m. Više se pričenjajo okrog 50 m debeli skladi apnencev, ki vsebujejo v spodnjem delu ponovno tanjši horizont bituminoznega apnenca s tankimi sloji premoga, povečini pa le z drobnimi žilicami. Plasti mestoma karakterizira obilna favna miliolid in peneroplid. Tudi više se ponovno lokalno pojavi bituminozni apnenec s premogastimi vključki. Morski razvoj tega foraminifernega horizonta je posebno po-

udarjen z morsko favno školjk. Ta plast sivega apnenca z avtohtono morsko favno je v okolišu Vremskega Britofa debela okrog 10 m ter je edini jasen vodilni horizont v produktivnih plasteh, ki jih deli na dva dela.

Vertikalno razprostiranje morskih fosilov je navzgor ostro omejeno. Morski razvoj preide naglo, brez izrazitih vmesnih tvorb, v sladkovodnega z značilnimi fosili. Zastopa ga temen bituminozni apnenec s pogostnimi drobnimi vključki in žilicami premoga. Ta horizont ni izrazit; prištevati mu moremo kakšnih 15 do 20 m v povprečku. Navzgor se pri skoraj neizpremenjenem petrografskem sestavu kamenine uveljavlja brakična makro- in mikrofavna. V vrtini 3/55 je v tem delu tudi temen bituminozni apnenec s tankimi vključki premoga. Nekako 40 do 45 m nad morskim horizontom nastopa okrog 20 do 30 m debela plast gostega sivega apnenca s peneroplidami in drugo mikrofavno, zlasti s koskinolinami ter sicer redko, najbrž brakično-morsko makrofavno. Sledi zopet povečini temnosiv apnenec, ki le v določenih plasteh vsebuje mikrofavno, med katero prevladujejo miliolide. Temen bituminozni apnenec z drobnimi vključki premoga se le še redko uveljavi. Hare najdemo le izjemno. Tudi makrofavna skoraj popolnoma pojenja ter jo zastopajo le še redki nedoločljivi tankolupinasti gastropodi. Nato postaja apnenec svetlejši. Kakšnih 100 m nad glavnim morskim horizontom nastopi okrog 30 m debela plast gostega sivega kristalastega apnenca z obilno mikrofavno. Miliolide še vedno prevladujejo, uveljavljajo pa se tudi peneroplide in oblike, ki sličijo lagenidam. V posamičnih primerkih najdemo tudi že prve alveoline. Slede debele plasti več ali manj temnosivega apnenca, ki vsebuje foraminifere s prevladujočimi miliolidami. Te se pojavljajo v večji množini le v posameznih tanjših plasteh. Plastovitost apnenca je postopno vedno slabša. Vedno bolj se uveljavljajo alveoline ter takoj tudi redki numuliti. Alveolinski horizont je slabo izražen. Sledi apnenec z numuliti in više fliš.

Ločimo torej pet premogovnih horizontov. Spodnji trije so pod vmesnim morskim horizontom, nad njim pa sta dva. Najnižji premogovni horizont je najbolj pomemben. V njem so se razvila glavna rudarska dela. Naslednjemu, drugemu premogovnemu horizontu pripada sloj, ki so ga odkopavali v Zavrhku.

Iz dosedanjih podatkov sledi, da obsega najnižji premogovni horizont območje jugovzhodno od spojnice Britof-Škoflje, to je sektor vrtin 1/55, 47 in 61. Vrtini 2/55 in 3/55 bi kazali, da premoga v spodnjem premogovnem horizontu ni več, vendar zaradi naglih sprememb v debelini slojev ti podatki ne morejo biti posebno zanesljivi. 110 cm debel sloj v vrtini 53 predvidoma pripada drugemu premogovnemu horizontu, ki se tudi v vrtini 3/55 javlja s tanjšim slojem. Sicer pa drugi premogovni horizont v območju Britofa ni pomemben.

5. Fosili. Fosilnih ostankov v vremskem premogišču nisem podrobno obdeloval. Več kot je ugotovil že S t a c h e (1899), bi mogla dati le najbolj podrobna paleontološka obdelava širokega ozemlja. To pa ni naloga tega dela, pri katerem so fosili le splošni indikator okolja, v katerem je premog nastajal.

**Flora.** V apneni prikamenini najdemo izredno bogato haracejsko floro, zlasti delce razvejanega stebela v tipičnih oblikah, kot jih je upodobil *Stache* (1899). Med oogoniji so gladke okroglaste oblike, še več pa jih ima spiralno skulpturo na površini. Te različke sem po *Stache*ju označeval kot *Lagynophora* sp., ostale le kot *Characeae*. Po masovnem nastopanju sodeč so mogle biti te primitivne vodne rastline v znatni meri udeležene tudi v prvotnem premogovnem materialu.

**Favna.** Od številnih fosilov, ki jih navaja *Stache* (1899) za območje Tržaškega krasa, najdemo v jami le velike polže rodu *Stomatopsis* sp. Največ jih je med sloji premoga v svetlem sivorjavem zrnatem apnencu z množico laginofor ali v premogastem apnencu tik nad sloji premoga. Velike primerke najdemo celo v premogu. Opazovani različki pripadajo v glavnem vrsti *Stomatopsis cosinensis* St.

Poredkoma sem našel tudi fragmente gastropodov, ki kažejo na *Goniobasis* sp., poleg tega še drobne okroglaste polžke, močno vraščene v apnenec ter drobne tankolupinaste stolpičaste polže v nedoločljivih presekih. Vsa ta favna nastopa v neposredni zvezi s haracejami. Iz analognih plasti pri Kozini in Gaberku navaja *Stache* (1889) obilno sladkovodno in kopno favno.

V jedrih iz vrtin sem našel poleg tega še slabo ohranjene fragmente školjke, ki spominja na *Cirena* sp., in polža *Cosinia* sp.

Našteti fosili so s haracejami značilni zlasti za spodnje tri premogovne horizonte pod morskim vložkom, ki deli liburnijsko stopnjo na dva dela. Morski horizont vsebuje sicer redke, vendar manjše *Radiolites* sp. ter številne preseke zavutih školjk družine *Caprinidae* z značilno strukturo lupine. Precej pogostna je manjša školjka *Anomia liburnica* St. z značilno skulpturirano lupino (*Stache*, 1889, tab. Va). Nejasni odtisi nepravilnih lupin školjk utegnejo pripadati školjkam *Ostrea* sp., ki jih navaja tudi *Stache*. Ostanke polžev *Cerithium* sp. dobimo v posameznih primerkih v zgornjem delu morskega horizonta pa tudi više.

Številno mikrofavna zastopajo prvenstveno miliolide, zlasti *Biloculina* sp., *Triloculina* sp. in *Quinqueloculina* sp. V območju premogovnih horizontov je miliolidna favna redka; v bližini premoga je sploh ni. Številnejša je v morskem horizontu pa tudi v brakičnih vključkih. Za te odseke je značilna predvsem *Rhapydionina liburnica* St. (*Peneroplis protocaenica* St.), (*Stache*, 1899, tab. Va); poleg tega še številne spiralne peneroplide, med njimi zlasti *Peneroplis cylindraceus* Lam. ter *Spirolina arietina* Batsch. V višjih plasteh se pojavljajo poleg miliolid že prve alvcoline, poleg tega še različki, ki utegnejo pripasti lagenidam (*Textularia* sp.?). Najdemo tudi posamične *Coskinolina* sp.

V vrtini 3/55 sem opazoval ostanke koral, katere navaja za protocen tudi *Stache* (1889).

V svetlem krednem apnencu so številni rudisti *Radiolites* sp., od mikrofavne pa predvsem miliolide ter redke peneroplide. Najdemo tudi nekaj zavutih rožastih ohišij *Globotruncana* sp.

**6. Facies premogonosnih plasti.** Po favni sklepamo na pretežno sladkovodni razvoj premogonosnih usedlin. Limničnega razvoja je tudi še del

plasti pod najnižjim premogovnim horizontom ter enako neposredno krovinske plasti. Pod drugim premogovnim horizontom je brakični vključek z miliolidami, ki ga opazujemo tako v jami kot v vrtnah. Plasti drugega premogovnega horizonta pa so zopet sladkovodne. Menjavanje limničnega faciesa s pretežno slabimi morskimi vplivi je značilno tudi za ostali del liburnijskih plasti. Iznad mejnega morskega horizonta so bituminozni sladkovodni horizonti s premogom vedno šibkejši, istočasno pa je vedno več foraminiferne favne, ki kaže postopno vedno močnejše uveljavljanje morskega okolja.

Haracejska flora je značilna za plitve sladkovodne bazene. Po Cayeuxu (1935) žive hare v globini 10 do 15 m, prilagoditi pa se morejo tudi brakični vodi (Stache, 1899).

Miliolide kot tudi peneroplide žive po Glaessnerju (1948) v 1–5 seznejev globoki vodi s temperaturo 21–31° C. Miliolide se morejo prilagoditi tudi brakičnemu okolju.

**7. Petrografija kamenin v premogišču.** Primarna prikamenina premogovih slojev je izključno apnenec. Je v splošnem drobnozrnat in kompakten z ravnim ali školjkastim prelomom. Tekstura je povečini homogena, redko tudi skrilava. Barva je različna, od svetle sivorjave do črne. Temni bituminozni različki vsebujejo tudi vključke premoga ter prehajajo v premogast apnenec. V premogu so pogostni tanki vložki apnenca. Prehodi med apnencem in premogom navadno niso ostri.

Tudi neizrazita apnena breča je ponekod zastopana najčešče neposredno pod premogom. Kamenina je izključno apnena. Do nekaj centimetrov velika zrna z nejasnimi konturami so tesno vezana z apnenim vezivom, ki se le po barvi razlikuje od drobcev.

Sapropelskih apnencev ni v vremskem okolišu.

Drugotne hribine, kot različki gline, peska in proda, so mehansko transportiran material s površine v votline v plasteh apnenca. Izvor kremenovega peska moremo iskati v glavnem v flišnih peščenjakih, zelenih glin pa v flišnih laporjih.

Pod mikroskopom vidimo, da je struktura apnenca homogena pelitska, le redko tudi nejasna zrnata psamitska ali celo brečasta. Detritičnih primesi kamenina ne vsebuje pač pa lokalno številne organogene vključke, zlasti ostanke haracej, ki so ponekod nakopičeni v veliki množini. Mikro- in kriptokristalasta kamenina se ne menja tudi neposredno ob premogu. V premogastem apnencu pa je premogova substanca porazdeljena v izredno drobnih pasovih in vključkih. Organska substanca, ki je dala premog, je morala biti sedimentirana istočasno. Apnenec je potemtakem najbrž biokemični produkt, v prvi vrsti posredna posledica asimilacije vodnih fitogenih organizmov. Pri tem izpada karbonat čisto v obliki apnenega blata, ki prekriva in vključuje rastlinske fragmente. Haraceje direktno vežejo kalcijev karbonat oziroma se z njim inkrustirajo ter se morfološko ohranijo. Cayeux (1935) navaja, da je bilo ugotovljeno 0,61 g kalcijevega karbonata na eno rastlino, to je nekako 75 %c. Apnenec je kvečjemu nekoliko prekrystaliziran, pri čemer se njegova homogena tekstura ni izpremenila.



Neizrazite breče brez ostrih meja med zrni in vezivom smatramo po Niggliju (1952) za intrafacične, genetsko vezane na plitvo lakustralno okolje. Nastale so zaradi mehanskih vplivov nemirnih voda v sedimentacijskem bazenu na usedlo apneno maso. Brečaste kamenine vsebujejo zlasti fitogene organske ostanke.

Foraminiferni apnenci so tipični organopelitsamiti s psevdoolitno, cziroma brečasto strukturo (Niggli, 1952).

**8. Zaključki o nastanku premogišča.** Iz favnističnih in petrografskih značilnosti usedlin sledi, da se je zgornjekredna regresija razvila do obširnega poplivenja morskega sedimentacijskega območja. Postopno se je tu in tam uveljavil občasen limnični razvoj. Sklepamo na sorazmerno obširno obalno območje z močnimi dotoki sladkih voda. Sedimentacija je bila pretežno zvezna. V relativno plitvejših fazah je prišlo do nastanka psevdobreč ter najbrž tudi intenzivnejšega odlaganja rastlinskega materiala kot izhodne premogove substance. Terestričnega razvoja ni bilo. Občasne morske ingresije se kažejo v udeležbi brakične in morske favne; v teh vmesnih stadijih stopa nastajanje premoga v ozadje ter se v naslednji lakustralni fazi zopet obnovi. Prehod razvojev je bil dokaj hiter. Značaj sedimentacijskega bazena je zato lagunarno-lakustralen. V skladu s tem je premogišče prehodnega paralično-limničnega tipa.

Nastanek premoga je vezan le na lakustralno okolje. Premogovi sloji leže v različnih nivojih v obliki več ali manj izrazitih leč. Nakopičenje organske substance je bila posledica lokalno ugodnih pogojev, ki so dopustili občasno, prostorsko omejeno prevladovanje organske fitogene sedimentacije nad anorgansko. Med temi lokalnimi vzroki pridejo v poštev primerna globina in kakovost vodá poleg še drugih. Rastlinski material se je nakopičil v okolju, kjer se je istočasno sedimentiral izključno drobnozrnat apnenc, to je v sorazmerno globljih vodnih bazenih. Udeležba avtohtone kopne flore je zato izključena. Glavni del materiala premogove substance je moral potemtakem pri avtohtonih slojih pripadati vodnemu rastlinstvu, najbrž v prvi vrsti haracejam. Po Cayeuxu (1935) so na dnu nekaterih recentnih jezer haraccje močno nakopičene. Gotovo so bile razen haracej udeležene še druge vodne rastline, n. pr. modre alge in podobno.

Odsotnost sapropelskih apnencev kaže, da v premogišču pogoji za nastanek bitumenskih komponent iz nakopičenega rastlinskega materiala niso bili ugodni.

Lakustralno sedimentacijo je z začetkom terciarja postopoma nadomestila brakična in nato morska; vzporedno s tem so tudi prenehali pogoji za usedanje organskega materiala.

#### OSTALI POJAVI PREMOGA NA PRIMORSKEM KRASU

Klasično ozemlje za študij razvoja vmesnih plasti med kredo in morskim eocenom leži med Bazovico, Kozino, Rodikom in Britofom. Geološke razmere v tem ozemlju so enake kot v Vremskem Britofu. O podrobni geološki zgradbi liburnijske stopnje na tem ozemlju je v litera-

turi le malo podatkov. Spoljarič (1904) podaja profil 250 m globokega raziskovalnega jaška med Bazovico in Lipico. Skupna debelina plasti, ki jih je zajel jašek ter preko 600 m dolga raziskovalna proga z dna jaška, znaša okrog 435 m.

V letu 1956 sem podrobno geološko obdelal celotno navedeno ozemlje med tržaško in reško sinklinalo. Ugotovljene razmere se v celoti skladajo z ugotovitvami za okoliš Vremskega Britofa. Pri Kozini znaša debelina liburnika okrog 120 m, pri Lipici pa celo okrog 400 m. Vmesni morski horizont je povsod zvezen in izrazit; morske vložke opazujemo še pod njim. Premog je vezan na več bituminoznih sladkovodnih horizontov. V okolici Lipice je več tanjših slojev premoga. Z vrtino smo ugotovili najdebelejši sloj 0,8 m, poleg nekaj tanjših. Z drugo vrtino smo zadeli celo 1,8 m debel sloj premoga, katerega avtohtonost pa ni zanesljiva. Tektonsko dokaj porušene plasti vpadajo zmerno proti jugu. Neugoden pa je močno skrašen votlinast teren.

Debelina plasti liburnijske stopnje postaja navzven od tega ozemlja vedno manjša, tako ob severnem robu tržaške sinklinale kot na obeh straneh reške sinklinale, na račun višjih morskih sedimentov z miliolidami ter alveolinami oziroma fliša. Nekje južno od Kozine mora biti mejna cona območij zvezne ter prekinjene sedimentacije, o čemer pa danes še ni zadostnih geoloških podatkov.

Po različnih virih, zlasti po Spoljariču (1904), navedem za Primorski Kras še nekaj podatkov o premogu:

Bazovica: V 25 m globokem jašku sta bila dva sloja premoga, debela 15 in 20 cm.

Lipica: Raziskovalni jašek iz leta 1900, globok 24,5 m, je pokazal med 5 in 15 m sloje ter žile premoga naslednjih debelin: 2, 5, 15, 20, 5, 5, 66–90, 30–40 cm. Najdebelejši sloj je dosegel tudi preko 100 cm. Odkopavali so ga najbrž že za časa Francozov v začetku prejšnjega stoletja.

Okolica Kozine: Z vpadnikom in jaškom nekako 2,2 in 1,7 km vzhodno od Kozine so našli 45 cm debel premogov sloj.

Rodik: Med Kačičami in Rodikom so v letih 1936 in 1937 izvrtali 14 vrtin. Ohranjeni profili večine vrtin so pomanjkljivi. Le vrtine v okolici Kačič so pokazale nekaj premoga. Tanki premogovi sloji in žile pripadajo različnim premogovnim horizontom.

Tudi z nekaj sto metrov dolgo raziskovalno progo jugozahodno od Rodika so našli le 15–20 cm debel premogov sloj ter dve tanki žilici premoga. 2 km zahodno od železniške postaje Rodik je v 65 m dolgem vpadniku 20–55 cm debel sloj premoga. Herzog (1931) omenja tu dva vpadnika s 40–100 cm debelim slojem.

Okolica Matavuna: V bližini križišča cest Divača–Kozina in Trst–Vreme so z vpadniki ugotovili 2 premogova sloja, debela 60 in 15 cm.

Gaberk: Gaberk je kraška ravan vzhodno od Divače. V 20 m globokem jašku so našli 4 sloje, debele 15, 30, 5 in 5 cm. Iz jaška so smerno sledili 40–80 cm debel sloj.

Košana: Na nekaj mestih izdanjajo največ 35 cm debeli sloji premoga.

Kal in Neverke: S kratkimi rovi so sledili dva sloja premoga z debelinama 20 in 50 cm.

Zbrani podatki potrjujejo, da nastopa premog v več različnih horizontih. Majhna je verjetnost, da v nekem določenem horizontu zavzema debelejši premogov sloj večjo površino, kjer bi bil ekonomsko pomemben. Največ upanja daje ozemlje med Lipico in Lokvo.

## STRATIGRAFIJA PRODUKTIVNIH PLASTI V OBMOČJU PRIMORSKEGA KRASA

V območju Primorskega krasa je bila sedimentacija iz mezozoika v kenozoik zvezna. V tej vmesni fazi prehaja kredna neritsko-litoralna sedimentacija v brakično lagunarno in sladkovodno estuarsko z vmesnimi kratkotrajnimi morskimi vplivi, nakar se preko brakične faze postopno vrača v terciarno morško.

Morski horizont sredi liburnijskih plasti vsebuje avtohtono morško favno. *Stache* (1880, 1889) je imel rudiste za avtohtone, v novejšem času pa so nekateri geologi trdili, da so nanesen iz krednih plasti (*Salopek*, 1953, *Rakovec*, 1949).

Proti alohtonosti rudistov govori naslednje:

1. Morski horizont z rudisti moremo zasledovati zvezno povsod v liburnijskih plasteh Primorskega krasa.

2. Kamenina morskega horizonta je drobnozrnat apnenec. Relativno velika »zrna« rudistov sama, brez drugega nanescnega detritičnega materiala, niso mogla biti transportirana ter alohtono sedimentirana v tem okolju.

3. Pri zvezni sedimentaciji med kredno in terciarom ni mogoča v ožjem okolišju istočasna sedimentacija ter odnašanje fragmentov ali celo celih rudistov.

4. Pod morskim horizontom opazujemo ponekod še tanke vložke z isto morško favno (*Lipica*, *Lokev*).

5. Sicer redki opazovani rudisti so bili v pokončni legi z ozirom na smer plasti.

Stratigrafski položaj plasti v bazi paleogena je bil sporen. Povzemimo kratko še enkrat mnenja o tem:

*Stache* je prehodne plasti med kredno in terciarom izločil kot enoto zase. Spodnji paralični del je deloma že prišteval daniju, zgoraj pa suessoniju. Terciar bi se torej pričeval šele z glavnim haracejskim apnenecem nad morskim horizontom, točneje pravzaprav šele z izrazitim morskim alveolinskim in numulitnim apnenecem. Sicer pa je *Stache* menil, da meje med kenozoikom in mezozoikom ni primerno predstaviti z enostavno mejno črto, ampak s celo vmesno formacijo (1888).

*D'Ambrosi* (1931) je ločil *Stache*jev liburnik na kredno, spileko in eocen. Spileko bi ustrezal spodnjemu eocenu, višje plasti pa že luteciju. Istega mnenja je *Meunier-Chalmas* (*Salopek*, 1953),

ki pa je na podlagi fosilov prištel kozinske plasti montiju. Salopek (1953) in Rakovec (1949) nasprotujeta kredni starosti usedlin.

Po Haugu (1920) je le malo sistemov, katerih omejitev bi povzročila tako velike razlike v mnenjih kot ravno paleogen. Glede spodnje meje paleogena meni isti avtor, da sta danij in montij dve ločeni stopnji. Opazovati jih moremo na številnih mestih po svetu. Danijska favna vsebuje še mnogo senonskih oblik, med njimi so pogostni rudisti. Montij vsebuje še kakšen ostanek kredne favne, pač pa popolnoma izginejo rudisti. Včasih je prehod krede v paleogen povsem neobčuten ter zastopan z morskimi konkordantnimi plastmi. Tako navaja za Lombardijo Cita (1953) zvezno sedimentacijo med kredo in eocenom brez posebnih izprememb faciesa. Ločitev je možna le mikropaleontološko.

Razmere v Istri in Dalmaciji so po Haugu analogne kot v Pirenejih, kjer morski razvoj tudi postopno prehaja v lagunarnega.

Po Gignouxu (1950) danes velja, da danij pripada kredni, terciar pa se pričinja z montijem, katerega tipični zastopniki so v pariškem bazenu in v Belgiji. Montij z landenijem (tanecij in sparnasij) in ipresom predstavlja spodnji eocen. Tudi Sacco (1924) in D'Ambrosi (1931) uporabljata samo eocen v širšem smislu; sem vključujeta tudi paleocen. Ves spodnji del eocena obsežeta s spilekom. V severni Italiji se pričinja terciar s spilekom, ki vsebuje že numulite in zahodnoevropskemu ipresu sorodno favno moluskov. Po Haugu (1920) pa je paleocen splošno uporabljena oznaka za najnižji del paleogena.

Kljub splošno uporabljeni delitvi paleogena na eocen in oligocen ni nobenega razloga, da ne bi za spodnji del eocena, ki ga predstavljajo montij, tanecij in sparnasij, obdržali pojem paleocena.

Direktna primerjava paleocenskih kakor tudi danijskih plasti z različnih krajev severne hemisfere ni mogoča zaradi raznolikosti tedanje sedimentacije ter nešteti možnosti facialnih kombinacij. Splošna poteza je menjavanje paralično-lagunarnih in litoralnih tvorb, sladkovodnih in kontinentalnih ter brakičnih z vmesnimi morskimi interkalacijami med obema imerzijama. Vzrok temu so bila orogenetska gibanja, ki so se v območju Thetisa pričela konec krede ter se zaradi lokalnih faktorjev od kraja do kraja različno odražala v razvoju. Zato je razvoj te prehodne dobe mezozoika v terciar v podrobnostih močno različen. Sedimenti so bili lokalno različno imenovani, n. pr. garumnij, aachenij, valdonij, nimfij, vitrolij, volvicij, itd. (Sacco, 1924). Stratigrafsko horizontiranje je otežkočeno, ker prevladujoča lokalna sladkovodna favna za to v splošnem ni primerna.

Pri zvezni sedimentaciji med kredo in terciarom je na ozemlju Primorskega krasa zastopan celotni paleocen. Regresija se je potemtakem pričela že v zgornji kredni. Avtohtoni rudisti v morskem horizontu postavljajo vse nižje plasti v izmeničnem sladkovodnem in brakičnem razvoju v najvišji oddelek krede. Debelina teh skladov znaša pri Vremskem Britofu okrog 170 m. Sladkovodno-brakične plasti z vključki premoga tik nad morskim horizontom pričenjajo terciar. Pripadajo montiju, kot jih je horizontiral že Meunier-Chalmas. Landeniju in ipresu pri-

padajo višje, pretežno brakično-morske plasti, ki prehajajo navzgor postopno v morske sedimente lutecija. Podrobna razčlemba paleocena oziroma spodnjega eocena pa je še odprto vprašanje.

Za skupino plasti, ki torej stratigrafsko pripadajo različnim horizontom, pač pa so po značilnostih razvoja enota zase s skupnimi potezami, je vsekakor primerno posebno lokalno ime. Zato moremo obdržati stari naziv liburnijska stopnja v istem smislu kot ga je uporabljal *Stache*. Deliti pa jo moramo na spodnji, danijski in zgornji, paleocenski del. Menim pa, da ni primerno obdržati naziv »kozinske plasti« le za spodnji paleocenski del liburnika, kot je predlagal *Stache*. To bi pomenilo stratigrafski pojem le za en del liburnijske stopnje, v kateri sicer nastopajo petrografske in paleontološko enake plasti v nekaj horizontih. Primerneje bi torej bilo z izrazom kozinske plasti ali še bolje kozinski facies označevati vse bituminozne apnene plasti s premogom ter favno stomatopsisov, kozinij in haracej ter še drugo sladkovodno in kopensko favno, ki so udeležene v liburniku.

Premogovni korizonti v Primorskem krasu pripadajo tako daniju kot paleocenu. Oba horizonta, ki jih eksploatirajo v Vremskem Britofu, sta torej kredne starosti.

### **Južna skupina**

Južna skupina obsega pojave premoga v Istri. V nasprotju s severno skupino je premog vezan na terciarne plasti, ki leže diskordantno na kredni podlagi.

Premog eksploatirajo le v premogišču Sečovelje v Slovenskem primorju ter v raških premogovnikih v jugovzhodnem delu Istre.

Sečoveljsko premogišče obsega manjšo kadunjo v jugozahodnem krilu tržaško-kopske paleogenske sinklinale, vzdolž bujske kredne antiklinale. Produktivne plasti so na površini skoraj v celoti erodirane oziroma prekrite z aluvialnimi naplavinami rečice Dragonje. Zato jih moremo opazovati le v jami.

Prvo vrtino so v premogišču izvrtali leta 1935 ter našli nekaj tankih slojev premoga. Intenzivna raziskovalna dela so nato omogočila prvo produkcijo že v letu 1938. Po vojni potopljeni rudnik je bil leta 1953 osušen ter je še v fazi obnove in raziskav. Spomladi 1957. leta je v rudnik ponovno nenadno vdrla voda.

Rudnik leži neposredno ob morski obali ter je glavni izvozni jašek le 5 m nad povprečno morsk gladino.

#### **1. Splošne geološke razmere okolice Sečovelj**

Apnenci severnega krila bujske kredne antiklinale pripadajo po *D'Ambrosiju* (1941) senonu in zgornjemu turonu. Na njih so pogostni žepi boksita.

Aluvialno dolino rečice Dragonje gradi predvsem droben glinast in peščen material, nanesen s flišnega ozemlja.

Debelina aluvija doseže na ustju doline Dragonje po podatkih vrtin tudi do 100 m. Zasipanje doline je v zvezi z grezanjem zahodnoistrske obale v zadnjih geoloških obdobjih; po Meliku (1935) in Saccu (1924) šele nekako od diluvija dalje. Točen petrografski sestav globljih delov aluvija ni znan. V profilih italijanskih vrtin je označen kot prst, ilovica in tudi prod.

Na spodnjem delu krednega pobočja iznad sečoveljske doline najdemo denudacijske ostanke terciarnih usedlin, ki vpadajo pod dolinski aluvij.

Profil spodnjega dela diskordantnih terciarnih usedlin jugozahodno od Sečovelj je naslednji: Svetlosiv peščen apnenec na kredi vsebuje miliolide pa tudi alveoline in različne moluske. Više se menjavajo tanke plasti peščenega apnenca s plastmi svetlorjavega trdega apnenca z miliolidami. Lokalno nastopa tudi izredno trd drobnozrnat apnenec s školjkastim lomom brez favne. V svetlorjavem ploščastem peščenem apnencu pogosto najdemo kardije ter zelo številne ceritije, ponekod prav nad kredo tudi melanide. Slede ponovno peščeni različki s številno favno moluskov, med njimi *Natica* sp. in *Perna* sp., z množico miliolid in alveolin ter z redkimi orbitoliti. Više se ponovi svetlorjav trd apnenec z miliolidami in alveolinami ter vmesnimi plastmi svetlorjavega kompaktnega apnenca skoraj brez favne. Foraminifere in moluski so neenakomerno porazdeljeni, više je vedno več alveolin, orbitolitov ter tudi numulitov. Debelina ohranjenih plasti na površini doseže do 25 metrov.

V peščenem apnencu s kardiji in drugimi moluski sem našel tudi korale. Omenja jih tudi Stache (1899).

Terciarni sedimenti na pobočju bujske antiklinale so torej pretežno razviti že v najnižjih horizontih kot miliolidni in alveolinski apneneci. Brakični in morski razvoj se torej uveljavlja več ali manj že neposredno na stiku s kredo. Le lokalno, zlasti bolj proti zahodu, opazujemo prav v najnižjih plasteh še sladkovodne oblike (*Goniobasis* sp., *Melania* sp.) in šele nekoliko više foraminifere. Proti jugovzhodu pa se ti horizonti postopoma tanjšajo ter sega numulitni horizont vedno bliže h kredni podlagi. V območju Kaštela se zato na prvi pogled vsiljuje domneva, da imamo tu vzdolžni tektonski kontakt numulitnega apnenca ob kredni podlagi. Isto je domneval tudi že Stache (1864). Vendar na neposrednem kontaktu ni znakov tektonike.

Jugozahodno od Sečovelj so plasti z numuliti in alveolinami v splošnem relativno više nad kredno podlago, proti jugovzhodu pa se tej približujejo. Zato sklepam, da v tej smeri transgredirajo morske plasti preko spodnjih.

Transgresivno prekrivanje starejših paleogenskih plasti je znano tudi iz drugih delov Istre. Stache je našel južno od Pazina morske foraminiferne apnenca na kredi (1864); isti pojav omenjajo še Petrascheck (1926/27), Salopek (1953) in Šikič (1952).

Stache (1871) je ob dolini Dragonje našel poleg ceritijev še trebušaste gastropode, katere je imel za *Ampullaria* sp. Domneval je, da je tu razvit nekoliko bolj brakični člen kozinskih plasti. Dopusčal pa je tudi, da so fosili morska *Natica* sp., vendar se je po analogiji z razmerami pri

Pazinu bolj nagibal k prvemu (1889). Pri tem pa je očitvidno prezrl možnost, da sega morski razvoj preko starejših plasti.

Nad numulitnim apnencem sledi fliš, ki ga zastopajo predvsem laporaste plasti z vložki peščenjaka. Izrazitejši peščen horizont je v območju Sečovelj v spodnjem delu fliša. Med laporje se vključujejo tanke plasti peščenega apnenca. Numulitni in alveolinski apnenec izdanjata izpod fliša tudi v neposredni okolici Izole.

## 2. Vrtine

Med leti 1933 in 1943 so Italijani sistematsko preiskali okolico Sečovelj. Skupno so izvrtali 143 vrtin. Zajeli so ozemlje med Dragonjo na jugu ter črto Krkavče—Korte—Morgan—Ravne na severu.

Podatki vrtnja se niso v celoti ohranili. Profili 21 vrtin so neznani, za 18 vrtin, o katerih je ohranjen profil, ni znan položaj. Profili vrtin so premalo natančni, točneje so podane le debeline premoga ter vmesnih vložkov. O najbolj vzhodnih vrtinah v dolini Dragonje iz leta 1943 imamo le ustne podatke.

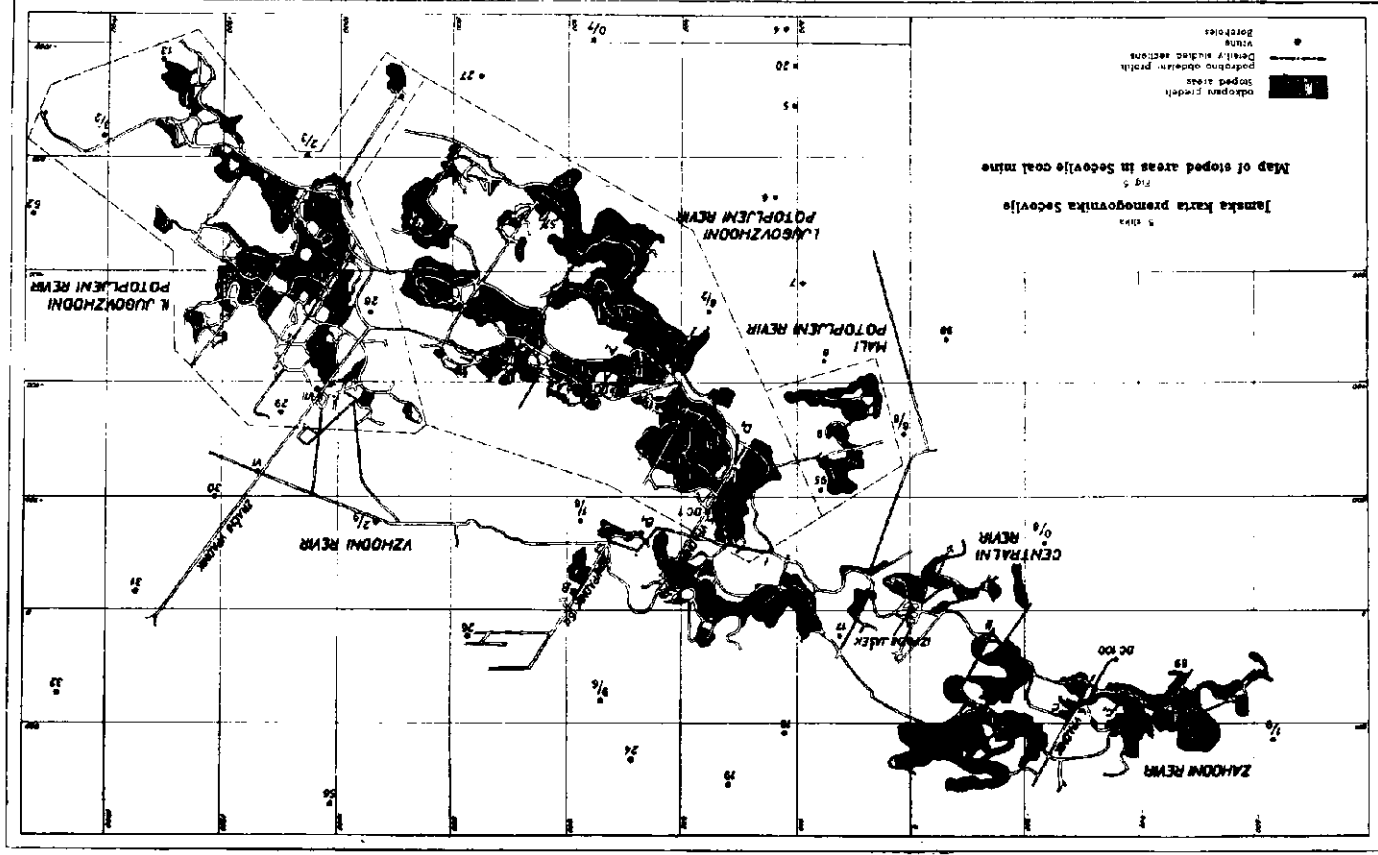
Vrtine so skoraj povsod pokazale več tankih slojev premoga neposredno nad kredo. Največ slojev je v vrtini 32, in sicer 20. Sledi vrtina 12 s 16 sloji ter vrtina 14 z 12 sloji. Dokaj vrtin je bilo tudi negativnih ali le z nepomembnimi sledovi premoga. V splošnem pojema debelina premoga ter število slojev v smeri proti dnu kadunje. Vrtine so bile v povprečju globoke nekaj sto metrov. Najgloblja je bila vrtina 55 s 586 m.

V letu 1955 smo izvrtali še dve vrtini južno in jugozahodno od Izole, da bi preiskali severno krilo sečoveljske sinklinale, ki ga nakazujejo izdanki foraminifernih apnencev pod flišem pri Izoli. Vrtini sta podali zanesljiv in podroben profil terciarnih plasti.

Pod flišem sta pokazali nekaj metrov debel glavkonitni horizont, ki tvori prehod fliša k foraminifernim apnencem. Pod glavkonitnim je numulitni horizont v debelini nekaj deset metrov. Svetlorjav kompakten apnenec vsebuje v glavnem numulite in litotamnije, nekaj alveolin in orbitolitov. Pod njim je alveolinski horizont, kjer prevladujejo alveoline poleg orbitolitov in niže zlasti miliolide. Med makrofavno so pogostni morski moluski, zlasti ceritiji, kardiji, perne in natike. Navzdol udeležba alveolin postopoma pojenja ter prevladujejo miliolide, ki karakterizirajo do 10 m debel miliolidni horizont. Poleg miliolid vsebuje še brakično-morske moluske ter redko že tudi sladkovodne zastopnike. Najnižji del plasti je sladkovoden z značilno favno. Kredni apnenec, v katerega je segla zlasti vrtina II/55 dokaj globoko, je enakomeren in vsebuje posamezne rudiste.

## 3. Geološka struktura in tektonika sečoveljske kadunje po podatkih jame in vrtin

Geološke razmere v jami so v kratkem naslednje. Neposredno na razčlenjeni podlagi belega krednega apnenca leže apnene plasti s sloji premoga, ki so povečini tanki in nestalni. Najdebelejši je običajno najnižji sloj, ki v dostopnem delu jame ne preseže 90 cm, v opuščenih revirjih pa





je dosegel tudi do 2 m. Višji sloji so tanjši. Najvišje žile premoga sežejo še nekako do višine preko 10 metrov nad kredno podlago. So tanke ter jalovinaste. Odkopavajo le najnižje sloje, po številu 2–5. Deli premo-gišča, ki imajo zadostno debelino sloja za odkop, so porazdeljeni dokaj nepravilno. To velja predvsem za zahodni, centralni in vzhodni revir, medtem ko so v I. jugovzhodnem revirju bogatejše cone dinarsko usmer-jene. Jamska karta podaja sliko odkopanih površin, čeprav v podrobnostih ni popolna (5. sl.).

Asimetrična sečoveljska kadunja ima približno dinarsko smer. Se-verno krilo je nekoliko bolj strmo, južno pa je položnejše s povprečnim naklonom okrog  $15^{\circ}$ . Os sinklinale ima smer Strunjan–Padena. Podatki vrtin nakazujejo izrazitejšo sinklinalo v obalnem delu, proti notranjosti pa se podlaga izravnava.

Strukturna karta, ki je bila izdelana po podatkih vrtin, kaže ne-enakomeren potek kredne podlage z obširnimi kadunjastimi vdolbinami, zlasti v globljem in položnejšem delu sinklinale. Poleg tega širokega reliefa je razčlenjenost kredne površine še drobnejša. Vzpetine, hrbti in čeri se menjavajo z vdolbinami in jarki. Dimenzije teh oblik so od nekaj deset metrov navzdol. Relief kredne podlage lepo ponazarja nekaj sten-skih posnetkov iz jame Sečovlje v 6. sliki.

Relief je bil povzročen v glavnem z denudacijskim oblikovanjem nekdanje površine. Pri ponovni inundaciji senonske kopnine se je organ-ska in anorganska sedimentacija pričela najprej v kadunjastih vdolbinah. Profil v 7. sliki nazorno kaže odvisnost števila slojev in celotne debeline premoga od reliefa kredne podlage. Najnižji sloji, ki so običajno tudi najdebelejši, so več ali manj omejeni le na manjše kadunje na kredni podlagi, višji, tanjši pa zavzemajo večje površine.

Jamske razmere v smerni progi vzhodno od potopljenega revirja kaže 8. slika.

Tektonska aktivnost v jami se kaže z radialnimi prelomi in s tan-gencialnimi premiki.

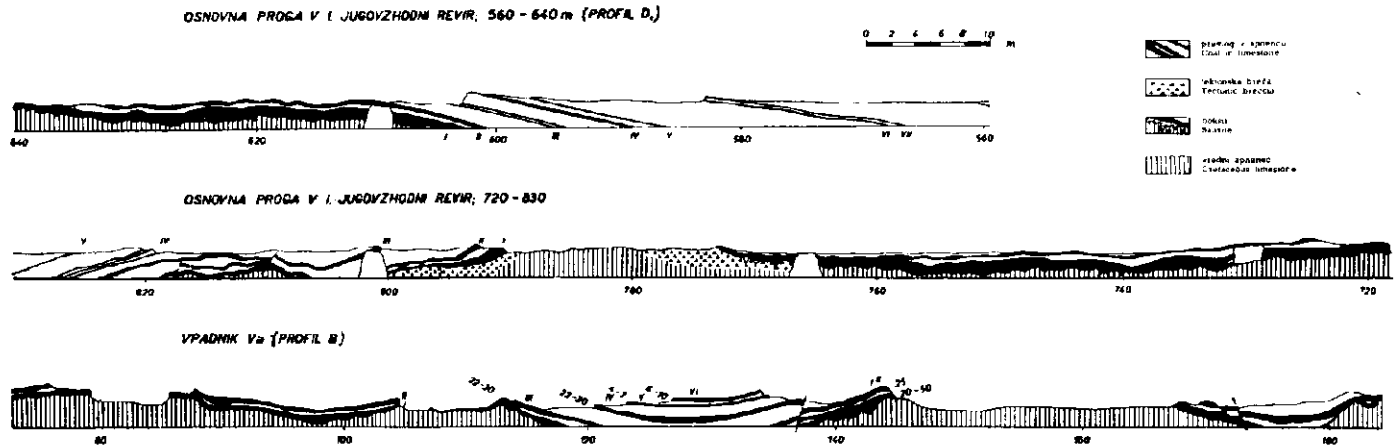
Številni lokalni prelomi so večidel vertikalni ali strmi. Prevladuje dinarska smer. Premiki znašajo največ do 10 m. Pogreznjeno je običajno spodnje krilo glede na vpad plasti.

Pomembnejše so posledice delovanja tangencialnih sil. Breče v podlagi produktivnih plasti so izključno tektonske. Površina krede je gladka ter prevlečena s tanko plastjo skrilavega premoga. Na tej drsni ploskvi često opazujemo izrazite brazde, katerih smer poteka pravokotno na sinklinalno os. Drsne ploskve in zrcala so tudi v spodnjem delu produktivnih plasti pogostna.

Dimenzije tangencialnega premika znašajo le nekaj metrov. Značilno je, da premog ni nikjer zelo zdrobljen, kar je popolnoma nasprotno kot v Vremskem Britofu. Tudi po tem moremo sklepati na majhno inten-zivnost premikov. Prečne sile v sistemu apnenc–premog so se sprostile na kontaktu obeh v glavnem tik nad kredno, delno pa tudi ob višjih slo-jih, zlasti ob talninski meji.

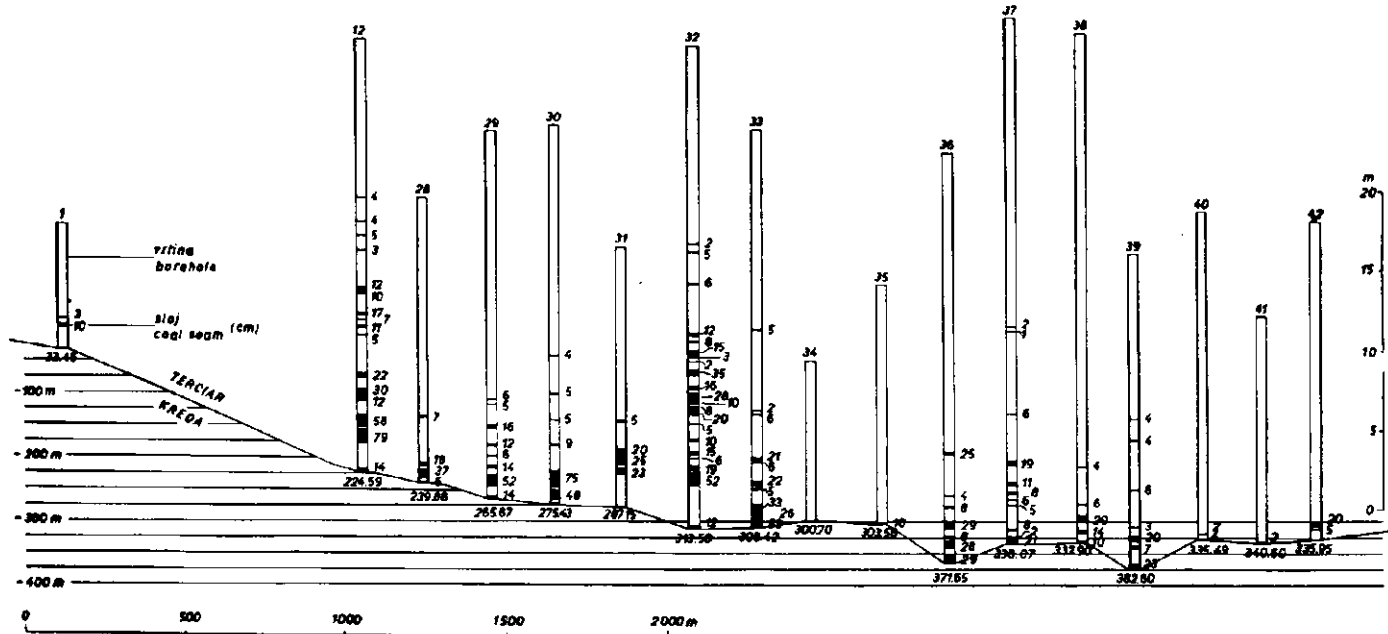
6. slika  
**Značilni stenski posnetki iz premogovnika Sečovlje**

Fig. 6.  
**Characteristic views of walls in Sečovlje coal mine**



7. slika  
 Profil premogišča Sečovlje

Fig. 7  
 Section through Sečovlje coal beds



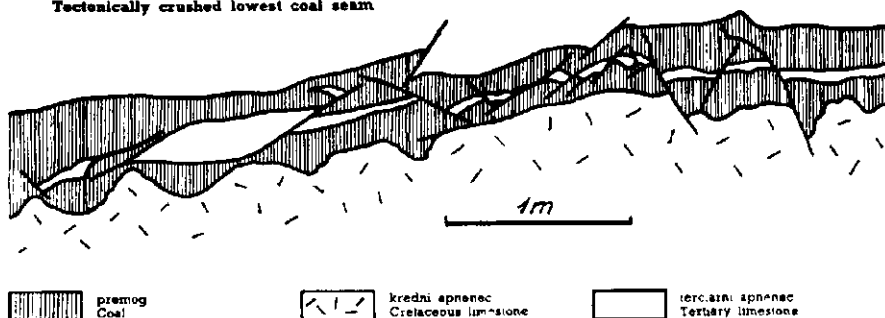


Premiki so najverjetneje posledica glavne alpske orogeneze, ko je prišlo do kontrakcije tedaj že izoblikovane tržaško-koprske sinklinale z vsemi odloženimi terciarnimi usedlinami. Tektonske pojave v jami je mogoče tolmačiti z medplastovnimi premikanji ob upogibanju sinklinalno oblikovanih plasti. Tangencialni premiki so starejši od radialnih in poševnih, kajti prečni prelomi sečejo drsne ploskve, kvečjemu so več ali manj sinhroni.

Posledica pritiska je tudi pojav migracije premoga; le-ta je s svojega prvotnega mesta lokalno potoval ter tu in tam zapolnil razpoke v kredni podlagi. Zaradi stranskih pritiskov so se premogovi sloji ponekod odebelili, ponekod stanjšali ali celo popolnoma reducirali. Iste velja za vmesne jalovice. Del tektonsko porušenega najnižjega premogovega sloja kaže 9. slika.

9. slika  
Tektonsko porušen najnižji premogov sloj

Fig. 8  
Tectonically crushed lowest coal seam



#### 4. Fosili

**Favna.** Sestav favne kaže poleg sladkovodnih tudi močno udeležbo brakično-morskih oblik, kar je pomemben nov moment v poznavanju razvoja najnižjih transgresivnih paleogenskih plasti na ozemlju severozahodne Istre.

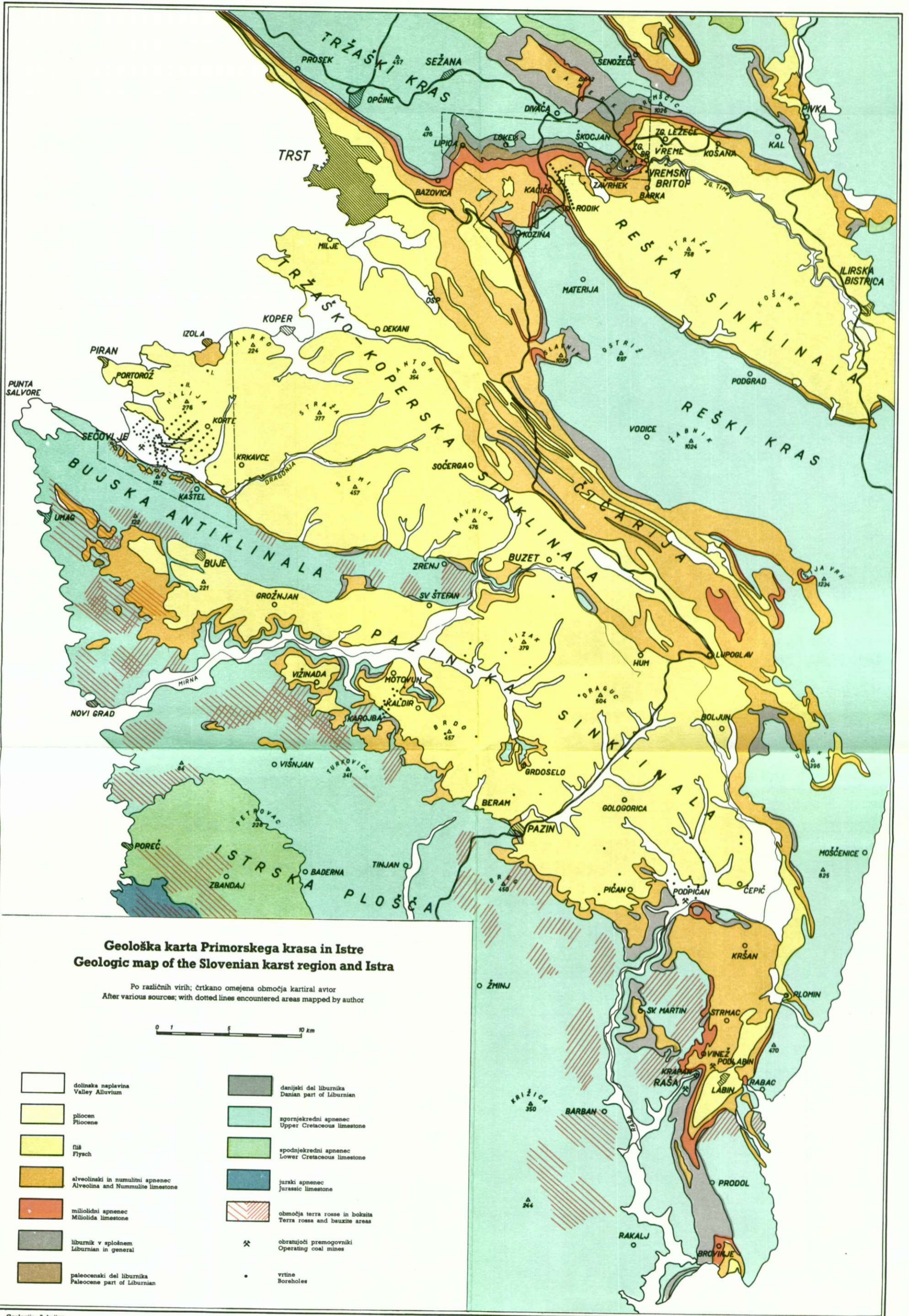
Največ favne sem nabral v jami sečoveljskega rudnika, nekaj pa v jedrih vrtin. V splošnem je slabo ohranjena ter močno zraščena z apnencem.

V okviru možnosti sem določil favno povečini samo generično, kar zadostuje za karakterizacijo faciesa pri nastajanju premogišča. Literatura, ki sem jo imel pri določevanju na razpolago, je označena v seznamu z zvezdico (\*). Tudi z mikrofavno se podrobneje nisem ukvarjal; navajam le družino oziroma genus.

Podajam pregled makrofavne spodnjega dela paleogenskih plasti brez podrobnejšega opisa posameznih oblik:

Morska favna:

Školjke: *Perna* sp., *Cytherea* sp., *Cardium* sp., *Pholadomia* sp. (?), *Psammobia* sp., *Thracia* sp. (?),



Polži: *Cerithium* sp. (6 različnih primerkov), *Cerithium* cf. *subscalare* St., *Cerithium* cf. *melchioris* St., *Cerithium* aff. *flexicosta* St., *Natica* sp., *Turritella* sp.

Sladkovodna (in brakična) favna:

Školjke: *Cyrena* sp.

Polži: *Hydrobia* sp., *Bythinia* sp., *Auricula* sp., *Lymnaeus* sp., *Kalomastoma* cf. *tergestinum* St., *Valvata cosinensis* St., *Stomatopsella* sp., *Buliminus* sp. (?), *Helix* sp. (?), *Planorbis* sp. (?), *Melania* sp. (4 različni primerki), *Goniobasis characearum* St., *Melanopsis* cf. *jasonis* St.

Seznam makrofavne obsega 35 oblik, od katerih 7 pripada školjkam, 28 pa polžem. Sestavljena je iz morskih, brakičnih in sladkovodnih zastopnikov, ki pripadajo 23 rodovom. Med ceritiji sem ločil 10 vrst, od katerih sem le tri primerjal z oblikami, ki jih navaja Stache (1889). Ostali so glede vrste nedoločeni ter označeni s številkami. Isto velja za melanide.

Fosili redko nastopajo množično. Lokalno so precej nakopičeni ceritiji in melanije ter še bolj perne, ki tvorijo pravcote lumakele. Tu in tam so nakopičeni tudi morski fosili, zlasti velike školjke *Cytherea*.

V splošnem velja, da foraminifer v spodnjih delih premogonosnih plasti ni, više pa njihova udeležba postopoma narašča. Višek dosežejo v foraminifernih apnencih, ki vsebujejo v glavnem alveoline in numulite. Vendar pa najdemo foraminifere tudi v najnižjem delu produktivnih plasti. V prvi vrsti so zastopane *Miliolidae*, *Peneroplidae* in *Alveolinidae*. Med miliolidami opazujemo rodove: *Biloculina* sp., *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp.

Med peneroplidami sta zastopani v glavnem: *Spirolina* sp., *Peneroplis* sp.

Nekatere spiralno zavite oblike sličejo rotalidam, vendar predstavljajo le nedorasle oblike spiroilin. Po Citta (1953) je genus *Globorotalia* značilen za najnižji terciar v severovzhodni Italiji, ki se po tem loči od zgornje krede z globotrunkanami.

Miliolide in peneroplide nadomeščajo više alveoline, ki so v začetku še majhne ter se pojavljajo v gnezdih, više pa večje ter bolj raznolike. Mednje se postopoma vključujejo numuliti ter spočetka majhni, nato večji zastopniki orbitolitov, zlasti *Orbitolites conplanata*.

Seznam raznih vrst foraminifer, zlasti alveolin, podajajo: Stache (1889), Sacco (1924), D'Ambrosi (1931), Salopek (1953) in drugi.

V določenih plasteh nekatere foraminifere prevladujejo ter moremo sklade pod flišem razdeliti na horizonte, imenovane po prevladujoči foraminiferi. Delitev pa ni vedno idealno izvedljiva, ker se favna meša. To velja zlasti za miliolide in alveoline, ki nastopajo pogosto skupaj.

V plasteh, ki jih karakterizira sladkovodna favna, dobimo tudi ostrakode.

V severozahodni Istri imamo torej najnižji paleogen zastopan tudi v morskem razvoju s favno, ki je podobna favni klasičnih paleogenskih nahajališč zahodne Evrope (Haug, 1920). Isto velja tudi za brakično in sladkovodno favno. Sečoveljska favna je v primeri z brakično in morsko

favno tanecija in sparnasija zahodne Evrope zaenkrat siromašnejša. Značilna pa je pogostna *Perna* sp., ki je Haug ne navaja med vodilnimi morskimi oblikami za paleocen zahodne Evrope, pač pa je znana iz drugih krajev Istre. Stache jo je najprej imel za kongerijo, pozneje pa jo je določil kot *Perna istrica* (1859, 1871). Oppenheim navaja *Perna postalensis* (1896). Tudi Salopek navaja številne pernide iz labinskega bazena (1953).

O morskih konhilijah iz ostale Istre je le malo podatkov. Omenja jih Stache pri Labinu in Pazinu (1864, 1872) in tudi pri Krapnju in Vižinadi, zelo verjetno tudi pri Prodolu (1871). Morske polže je našel tudi v sečoveljskem območju, kjer pa jih je imel za sladkovodne (1864, 1871).

Iz okolice Raše navajajo ceritije, zlasti *Cerithium giganteum*, Salopek (1953) ter italijanski avtorji.

Iz številnih Stachejevih razprav moremo sklepati, da je Stache v srednji Istri sicer tudi opazoval morsko-brakično favno, da pa ji je — vsekakor pod vplivom sladkovodnega razvoja produktivnih plasti pri Kozini in na Tržaškem krasu — posvečal pre malo pozornosti.

**Flora.** Fosilno floro najdemo v jami dokaj pogosto, najčešče na prehodu premoga v krovnino. Povečini je le slabše ohranjena. Največ je različno oblikovanih listov, poleg še drugih nejasnih rastlinskih fragmentov.

Pod sloji so pogostni poogleneli rastlinski deli, ki po obliki ter legi nakazujejo korenine nekdanjih rastlin. Ostanke so vedno tanki in nežni ter segajo največ 20 do 30 cm globoko pod premog.

Zbrano floro sem poslal v obdelavo asistentu beograjske Univerze, Nikoli Pantiću, ki je zaenkrat določil naslednje oblike:

*Cycadophyta* gen. et spec. indet., *Myrica lignitum* Ung., *Banksia longifolia* Ett., *Banksia* sp., *Laurus* sp., *Eucalyptus oceanica* Ung., *Andromeda protogaea* Ung., *Monocotyledones* div. gen. et spec. indet.

Kot značilnost te flore navaja Nikola Pantić, da je zastopano ozko kožasto listje »poltavskega« tipa, katerega recentne zastopnike najdemo predvsem v tropskih delih Afrike in Avstralije. Elementi zmernejšega, »turgajskega« tipa manjkajo. To kaže, da pripada sečoveljska flora tropski »poltavski« flori paleogena. Točnejša biostratigrafska primerjava ni mogoča, ker nimamo primerjalne paleogenske flore. Vendar je potrebno omeniti podobnost sečoveljske flore z rastlinskimi ostanki na planini Promini (gornji oligocen) in s floro Häringa. Znatna razlika med obema florama pa je, da v Sečovljah manjkata vrsti *Sequoia couttsiae* in *Sequoia sternbergi*, ki sta na Promini in v Häringu na prvem mestu.

Med kalcificirano floro najdemo dokaj pogosto členkaste *Dasycladaceae* (?) ter še druge z apnencem inkrustirane oblike, ki pripadajo nekim nizko organiziranim rastlinam. Pojavljajo se vedno z morsko favno.

Pomembna značilnost sečoveljskega okoliša je tudi popolna odsotnost haracej!

Ostali podatki o fosilni flori Istre niso številni. Stache omenja pri Pazinu floro *Dryandra* in *Banksia* (1889, 1864), poleg tega še *Dryan-*



*droides* in *Sapotacites* (1872) ter dalje poleg številnih haracej še *Typhaeae* ter halugo *Hypuridella* (1889). V raškem okolišu je našel še odtise listov (1889), severno od Buj pa navaja v plasteh s problematično *Ampullaria* sp. liste dikotiledon ter druge rastlinske ostanke (1871).

Sledove rastlinskih ostankov v laporjih s tankimi premogovnimi sloji omenja na teritoriju Učke in Čičarije Salopek (1953). Ostanke rodu *Cupressus* so našli pri Pazinu hrvaški geologi (Anić in drugi, 1952).

## 5. Facies premogonosnih plasti

Fosili določajo v glavnem dva faciesa: sladkovodnega in več ali manj morskega. Vmesni brakični facies zastopajo predvsem melanide in kardiji. Ceritiji so vedno v najožji zvezi z morskimi moluski kakor tudi alveolinami ter jih moramo imeti za morske oblike. Ostale morske oblike spremljajo vedno tudi foraminifere.

Medtem ko morske miliolide najbrž lahko žive tudi v brakičnem okolju, so peneroplide in druga mikrofavna morske. Po Glaessnerju (1948) brakične foraminifere iz predoligocena sploh niso znane. Nasprotno trdi Petrascheck (1926), da se morejo miliolide prilagoditi tudi brakični vodi. Glaessner navaja, da žive miliolide in peneroplide v do 5 sežnjevi globoki, topli vodi ter da nekatere foraminifere (n. pr. *Quinqueloculina*) žive danes v vodi z zelo nizko saliniteto. Po Salopeku (1953) se tudi alveoline prilagode brakičnemu okolju.

Po fosilni vsebini in litološkem značaju kamenin ugotavljamo naslednje značilnosti premogišča:

1. Facies spodnjega dela plasti s premogom se menja. Pri tem obstoja medsebojna odvisnost z morfologijo podlage ter številom in debelino premogovih slojev.

2. V vdolbinah kredne podlage, za katere je značilno večje število premogovih slojev, prevladuje sladkovoden razvoj. Z uveljavljanjem morskega vpliva se manjša debelina premogovih slojev na račun vmesnih plasti. Oba razvoja se v vertikalni smeri tudi ozko menjavata. Prehod faciesov je večidel oster.

3. Tam, kjer je kredna podlaga izbočena, je razvoj morski že v najnižjih delih, premogovi sloji pa so tanki. Morsko-brakične plasti transgredirajo preko izpolnjenih vdolbin na kredni površini.

4. Facies premogovih slojev se menja tudi lateralno. To velja zlasti za najnižji sloj, ki zvezno sledi kredni podlagi tako v vdolbinah kot na izbočenih delih.

5. Debelina sladkovodnih plasti doseže največ nekaj nad deset metrov. Višji miliolidno-alveolinski horizont je debel v območju premogovnika Sečovlje nekako 10–45 m, numulitni horizont v območju vrtin pa 80–120 m.

6. Tako po favni kot flori moremo sklepati na toplo tropsko klimo med sedimentacijo premogovnih plasti, ki je na prehodu v terciar v splošnem prevladovala v mediteranskem območju.

## 6. Petrografija kamenin v premogišču

**Kredni apnenec in breča.** Kredni apnenec je bel, ponekod tudi sivkast ali rdečkast, kompakten in drobnozrnat. Plastovitosti ne kaže.

Pogosto je pod premogom groba apnena breča. O porazdelitvi breč na kredni površini dostopne jamske zgradbe niso dopuščale zanesljivih podatkov. Kjer je breča debelejša, so običajno premogovi sloji tanjši. Ponekod doseže breča debelino preko 2 m. Po zrnivosti se kamenina menja od drobne do grobe, v kateri dosežejo kosi nekaj decimetrov. Sestavlja jo pretežno kredni apnenec, lokalno tudi prihrbina premogovih slojev. Vezivo je v glavnem premogasto, ponekod tudi boksit ter le redko bel zdrobljen apnenec.

Breča je nedvomno tektonskega nastanka. Ob premikanjih vzdolž kredne podlage so se vzpetine in nosovi na kredni površini porušili, zdrobili ter pomešali s premogom pa tudi s sivo boksitno preperino, ki je bila odložena v vdolbinah na apnencu. Kosi apnenca so se pri kotaljenju tudi delno zaoblili.

**Prikamenina premogovih slojev.** Ločimo v glavnem dva različka apnenca:

1. drobnozrnat trd in kompakten apnenec z ravnim ali školjkastim prelomom ter ostrimi robovi,
2. več ali manj zrnat trd in kompakten apnenec, zelo redko peščenjak z nepravilnim lomom.

Apnenec je rjav, siv in rumen ali tudi temen v odvisnosti od organske primesi. S premogom se prerašča zlasti tam, kjer so sloji debeli in nakopičeni; tak je navadno tudi mehkejši.

Drobnozrnat apnenec je povečini svetlejši. Vsebuje le sladkovodno favno, zlasti drobne gastropode. Gradi v glavnem najnižje plasti s premogom; tanjše plasti z enako favno ali brez nje se pojavljajo tudi v višjih delih nekaterih profilov.

Zrnati različki so značilni za brakično-morski razvoj višjih transgresivnih plasti. Tu in tam ga opazujemo v tankih plasteh tudi v spodnjem delu.

Med kameninami z organsko primesjo razločujemo makroskopsko:

1. premogast apnenec kot ozko preraščenje apnenca z drobnimi žilicami in vključki premoga v debelini od nekaj milimetrov do najmanjših še vidnih dimenzij,
2. bituminczni apnenec z drobno porazdeljeno organsko primesjo, ki je makroskopsko ne vidimo, pač pa je apnenec temen,
3. sapropelski apnenec kot gost, rjav, pogosto skrillav apnenec; svež ima močan vonj po nafti in žveplovem vodik.

Redko nastopa tudi drobna, neizrazita breča, ki med zrnji in vezivom ne kaže petrografskih razlik. To je psevdobreča, katere nastanek sega v začetni stadij nastajanja apnenca.

Pod mikroskopom je drobnozrnat apnenec, pretežno enakomerno kripto- do mikrokristalast apnen pelit z redkimi bolj debelo kristalastimi vključki naknadno kristaliziranega kalcita.

Pogosto je apnena substanca okroglasto izoblikovana z nejasno psevdoolitno strukturo.

V peščenem apnencu neposredno nad nekaterimi sloji premoga vidimo pod mikroskopom tudi prvotna psamitska apnena zrna. Struktura različkov je klastična, vendar zaradi prekristalizacije že več ali manj zabrisana. Za klastično naravo primarne kamenine govori tudi prisotnost organske substance samo v mikrozrnatem vezivu med zrni.

Tudi v apnencih ob višjih slojih prevladuje pod mikroskopom neizrazita zrnata struktura, po kateri bi mogli sklepati na prvotni, diagenetsko izpremenjen drobnozrnat apnen peščenjak.

Zrna pa so često nejasno omejena, kosmičasta. Ti okroglasti kriptokristalasti ali mikrokristalasti agregati bi mogli biti — vsaj ponekod — tudi konkrecionarne ali psevdoolitne oblike, nastale v glavnem zaradi določnih pogojev sedimentacije in poznejše kristalizacije. Po *Cayeuxu* (1935) in *Carozziju* (1953) bi ustrezali ti apnenci psevdoolitnim različkom (»calcaires grumeleux«). Sicer pa je prvotna struktura apnenih kamenin zaradi diagenetskih vplivov pogosto več ali manj zabrisana (*Niggli*, 1952).

Milliolidni in alveolinski apnenci kažejo pod mikroskopom drobnozrnatno osnovo s številnimi foraminiferami in fragmenti moluskov. So tipični organogeni apneni pelit-psamiti.

Medtem ko karakterizira kript- in mikrokristalaste apnene pelite pretežno sladkovodna favna, je za zrnate ali celo reliktnne psamitske različke značilna brakično-morska favna. Premog nastopa v enih kakor v drugih.

Sladkovodni apnenci so običajno čisti, brez primesi gline ali drugih mineralov. V splošnem so fitogene usedline, nastale biokemično zaradi življenjskih procesov (fotosinteze) raznih vodnih organizmov. Vpliv organizmov je indirektn; rastline odvzemajo vodi ogljikov dioksid, zato karbonat izpade. V sladkovodnih usedlinah iz Sečovelj ne najdemo ostankov alg, še manj haracej ter tudi zelo redko favno. Videti je, kot da pri njihovem nastanku organski elementi niso bili udeleženi. Po *Carozziju* (1953) doslej ni povsem pojasnjen nastanek kriptokristalastih lakustralnih apnencev.

Anorganski nastanek teh apnencev je najbolj verjeten. Z lahko topljivih krednih apnencev so v kadunjaste dele kredne površine dotekale vode z obilo raztopljenega karbonata. Ta se je mogel usedati iz prenasajenih raztopin prvenstveno zaradi izhlapevanja, mogoče tudi ob pomoči fizioloških vplivov organizmov. O vplivu bioloških faktorjev pri tem ni dosti znanega. Po *Carozziju* se pri razkroju organske substance nastali amoniak veže z ogljikovo kislino, kar povzroča izpadanje kalcijevega karbonata. Z močno dejavnostjo bakterij pojasnimo tudi nastanek sulfida v boksitih in v sečoveljskem premogu; verjetno je bila podobna njihova vloga tudi pri sedimentaciji apnenca.

Enakomerno zrnati apnenci kažejo na mirno enakomerno sedimentacijo. Od časa do časa so se uveljavili pogoji, ugodni za kopičenje izhodnega premogovega materiala. Premog je povečini ostro omejen od

apnenih kamenin, ki so tik pod premogom često neizrazito brečaste in kažejo na relativno poplitvenje. Ob ponovni ostri izpremembi sedimentacijskih razmer, najbrž ob nenadnih dotokih voda v kadunje, je bilo kopičnejše organske substance prekinjeno. Mehansko transportirana drobna apnena zrna najdemo kot peščene različke v neposrednem krovu nekaterih premogovih slojev. Proces usedanja karbonata se je nato ponovil do ponovnega nastopa fitogene sedimentacije.

Brakično-morska sedimentacija v območju premogovih slojev je lito-loško izražena z neenakomerno zrnatimi apnenci, ki so kemičnega ali biokemičnega nastanka, vsebujejo pa tudi pretransportirane apnene delce. Sedimentacija je zajela v primeri s povsem lokalnim začetnim limničnim stadijem širši predel ter je bila nemirnejša. Premogovi sloji niso vedno vezani na plitvo limnično okolje. Nastajali so tudi med relativno globljo brakično-morsko sedimentacijo. To kaže morska favna v jalovicah ter neposredni prikamenini premoga. Pod takšnimi sloji tudi ni premogove baze s koreninami.

Sedimentacija v bazenu je bila torej prehodna lakustralno-lagunarna, premogišče pa je limnično in paralično.

**Sapropelski apnenci.** Sveži sapropelski apnenci imajo značilen močan duh, so rjave barve, včasih skrilavi ter slični bituminoznim skrilavcem. Sorazmerno dosti jih je bilo v obeh vrtnah pri Izoli.

Pod mikroskopom vidimo organsko primes kot rjav pigment, s katerim je apnenc impregniran, ali pa je v njem šlirasto razporejen. Pri klastičnih strukturah je organska snov vezana v glavnem na osnovo med zrn. V sečoveljski jami smo opazovali tudi drobne kapljice črnorjave asfaltske substance.

Osnovne kemične značilnosti bitumenske primesi smo določili na združenem vzorcu sapropelskega apnenca iz vrtnice Izola II/55. S kislinško obdelavo smo dobili 7% kerogena. Posušen pri 100° C je črn, amorfen in trden ter se rad vžge. Sestav je naslednji:

	%	% (vpp)
vlaga	2,0	
pepel	26,8	27,3 (vp)
ekstrakt v benzol-alkoholu (1 : 1)	17,0	23,9
C	48,3	66,1
H	5,0	6,8
N	1,05	1,45
O	9,88	12,16
Scel.	9,87	13,5
S v pepelu	5,25	
S piritno	0,05	

V posušenem ekstraktu in ostanku po ekstrakciji smo določili še žveplo:

	% S	% pepela
ekstrakt	8,2	nedoločeno
ostanek	10,4	3,6

Ekstrakcija vzorca v benzol-alkoholu (1:1) je dala izkoristek 0,4 %. Ekstrakt je vseboval 8,62 % žvepla ter 0,99 % dušika.

Destilacijski poizkus v Fischerjevi retorti (do 520° C) je pokazal:

katran	1,3 %
tiljna voda	0,9 %
plin in izgube	1,8 %

Razmerje C/H znaša približno 10, C/N pa 46, kar poleg visokega žvepla in dušika kaže na spropelsko naravo in anaerobni razkroj prvotnega organskega materiala.

Po Carozziju (1953) so spropelski apnenci limnične in morske usedline, v katerih je razkroj vegetalne kot animalne substance potekal ob odsotnosti kisika. Anaerobne razmere so predpogoj za tvorbo spropela. Po Niggliju (1952) so nastali v žveplovodikovem okolju, kjer so potekali reduktivni procesi pod vplivom bakterij. Tudi Cayeux (1935) obravnava spropelske apnenice kot posebno skupino kamenin, nastalih pri pogojih, kakršnih v današnjih morjih v popolnosti ni več.

V vrtini II/55 smo našli neposredno pod flišem še mehko bitumensko rjavorumeno substanco, ki je v dolžini 1 do 2 m zapolnjevala drobne tektonske razpoke v glavkonitnem apnencu. Niže so bile razpoke zapolnjene s črnim asfaltom, ki je drobno impregniral več ali manj vse foraminiferne apnenice do premoga. Vsebina asfalta navzdol nekoliko pojema. Nedvomno imamo opravka s pojavom migracije bitumenske substance iz matične kamenine, ki je premog.

Pojav opisanih spropelskih in asfaltskih produktov poleg premoga kaže, da so v spodnjem delu paleogenskih plasti obstojali posebni sedimentacijski pogoji, ki so vodili k nastanku bitumenskih substanc. Ti procesi se odražajo tudi v sestavu premoga. Zveza med pogoji nastanka premoga in asfaltskih produktov v istem sedimentacijskem okolju je več ali manj nujna.

**Boksiti.** V jami najdemo siv boksit. Neposredna lega na krednih apnencih ter ponekod zvezen prehod v premog oziroma apnenc priča, da je boksitna substanca prva transgresijska usedlina na denudirani kredni površini. S premogom je torej singenetska ter po pogojih sedimentacije z njim ozko povezana.

Boksiti imajo oolitno ali grobo pizolitno strukturo. Vsebujejo precej neenakomerno porazdeljenega železovega sulfida, često v oblikah, ki nakazujejo podolgaste fitogene relikte. Zelenkasti kristali melanterita pa tudi sadre po kamenini so v jami pogosten pojav.

Na površini je boksit rjavorumen pa tudi rdečkast in vijoličast, z enako strukturo ter drobnimi vključki rjavega železovca. Siv boksit je na površini redek. Pripisovali so mu hidrotermalni nastanek (Petronio, 1927). Svoj čas so sive boksite v Istri izkoriščali za dobivanje galice.

Nekaj vzorcev boksita smo kemično in diferencialno-termično analizirali. V mineraloškem sestavu prevladuje böhmit.

Struktura in sestav boksita nakazujeta okolje pri njegovi sedimentaciji. Večji del boksitne substance je bil koncentriran v vdolbinah krednega reliefa v kopni fazi. Drugi del je bil odložen v vodi, bodisi neposredno ali pa presedimentiran. V skladu s tem opazujemo tudi nečiste zrnate in brečaste različke.

Cavinato (1947) ugotavlja za boksite izključno lakustralni facies, brez ozira na tip nahajališča oziroma matično substanco. Morski in drugačen razvoj pa je možen pri sekundarnih boksitnih ležiščih.

Železo, glinica in kremenica so bili transportirani najbrž tako v raztopini kot v koloidni obliki, mogoče tudi v suspenzijah. Pogoji raztapljanja in transporta hidroksidov in hidrosilikatov v različnem okolju so komplicirani. Te substance so se v Sečovljah usedale v glavnem v sladki vodi, kjer je prišlo do nastanka ooidne strukture boksita, tvorbe sulfida in odlaganja prvotnega premogovega materiala takorekoč istočasno.

Mikroskopski pregled nekaj vzorcev boksita iz jame pokaže izredno drobnozrnato rumenkasto substanco s povsem nejasno anizotropijo. V tej homogeni osnovi so številni okroglasti ooidi z enakomerno, le na periferiji nekoliko gostejšo strukturo. V njih so več ali manj koncentrično razporejeni obročasti vključki železovega sulfida. Ta je pretežno drobnozrnat, brez pravih kristalnih oblik in izredno lahko oksidira; sulfati na boksitu so pogostni. Po teh znakih kakor tudi po rjavkasti barvi ter slabi refleksiji prištevam večji del sulfida kemično malo stabilni modifikaciji melnikovita. Poleg tega zastopa sulfid v manjši meri še pirit, mestoma v jasni kubični kristalni obliki. Nastal je iz prvotnega melnikovita.

Okroglasti ooidi nimajo jedra. Običajna razlaga njihovega nastanka z usedanjem substance na osnovna jedra, suspendirana v nemirnem vodnem mediju, torej odpade. Cavinato (1947) in Carozzi (1953) navajata, da nastanek ooidov v boksitih še ni pojasnjen.

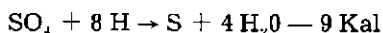
Ooidi so morali nastati že pri izločanju gelov iz hidrosolov oziroma tik po sedimentaciji v zgodnje epigenetski fazi. Nedvomno je nastajanje ooidov in železovega sulfida istočasno. Železove spojine so prešle pod določenimi pogoji delno v sulfidno obliko, preostale boksitne komponente pa so se pri tem oblikovale v okroglaste, konkretijske oblike, katerim se je podredila tudi razporeditev sulfidov.

Predpogoj za nastanek sulfidov je prisotnost žveplovega vodika. Ta nastaja v izključno anaerobnem okolju, ki je moralo potemtakem prevladovati v boksitni usedlini med usedanjem.

Nastajanje sulfidov v subakvatskih usedlinah je običajno posledica delovanja bakterij. Različne vrste heterotrofnih bakterij razkrajajo organ-

sko substancno, ki vsebuje žveplo (beljakovine), pri čemer se tvori žveplov vodik. Večji pomen pa ima nastajanje žveplovega vodika pri bakteriální redukciji sulfatov.

Redukcija sulfatov je možna samo v anaerobnih razmerah. Vrší se lahko v morju kakor tudi v brakični ali sladki vodi; pri tem poteka endotermni proces po shemi (B a i e r , 1942):



Potrebni vodik dajejo organske substance oziroma njeni razkrojeni produkti. Zato se razvije sulfid v največji meri tam, kjer je organska substanca nakopičena.

Žveplov vodik reagira z železovimi spojinami, ki so v vodi raztopljene, pri čemer se obarja železov hidrosulfid. Pri tem pridejo v poštev tako soli kot hidrosoli; od prvih v glavnem ferrosoli, ki so enako kot žveplov vodik nestabilne ob prisotnosti kisika, potreben pa je  $\text{pH} > 7$  ter primerna koncentracija žveplovega vodika. Pri  $\text{pH} < 7$  se sulfid obarja le pri izredno visokih koncentracijah (R u t t n e r , 1942). Ferrihidroksid je navadno v koloidni obliki kot hidrosol ob zaščitnem učinkovanju humusnih koloidov. Železo more biti transportirano tudi kot humat ali adsorbivno vezano na humusne koloide. Koloidne oblike so obstojnejše kot prave raztopine, zato čisto barske vode tudi ob prisotnosti kisika vsebujejo še znatne količine železa.

Železov sulfid izpade najprej kot črn amorfní hidrofílni monosulfid, hidrotroilit ( $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). S tem, da izgubi vodo ter privzame žveplo, preide v bisulfidno obliko, melnikovit, ta pa dalje v pirit ali markazit. Singenetski nastanek teh treh različkov je odvisen od značaja okolja: v kislem se tvori rombski markazit, v nevtralnem ali slabo kislem kubični pirit in v bazičnem melnikovit (C a r o z z i , 1953).

Ker nastaja melnikovit iz prvotnega monosulfidnega gela le v alkalnem okolju, je moralo le-to potemtakem prevladovati v bazenu med odlaganjem prvih premogovih usedlin. Epigenetsko pa je melnikovit prešel lokalno tudi v pirit, za kar predpostavlja M a c k o w s k y  $\text{pH} > 7$  (1943). Okolje je bilo torej alkalno.

Podobno kot pirit so mogli nastati še sulfidi nekaterih kovin, ki so prisotne v manjši množini (V, Ni, Mo, Cu).

Na zgornjem nivoju žveplovodikove cone se običajno razvijajo tudi aerobne žveplene bakterije, ki ga oksidirajo (N i g g l i , 1952). Pri tem nastaja prosto žveplo in žveplena kislina, ki reagira z raztopljenimi solmi ter tvori ponovno sulfate, prosto žveplo pa more preiti v sestav organske substance.

Z intenzivnim razvojem žveplovega vodika pri nastajanju premoga, pa tudi z direktnim delovanjem žvepljenih bakterij si moremo razlagati tudi visoko vsebnost piritnega ter zlasti organskega žvepla v sečoveljskem in sploh v kraških premogih.

## OSTALI POJAVI PREMOGA NA OZEMLJU SREDNJE ISTRE

Literaturni podatki o premogu v območju srednje Istre so maloštevilni.

Stache (1864) poroča o bituminoznih plasteh pri Buzetu, ob jugozahodnem robu tržaško-koprške sinklinale ter v območju Kuka, kjer so bila tudi stara raziskovalna dela na premog. V dolini Mirne in pritokov v območju Sv. Štefana so bile več col debele žile premoga. Pri Grdoselu sta bila dva do 90 cm debela premogova sloja. Šikić navaja tam 6 vložkov premoga (1954).

Izdanke pri Pazinu ter raziskovalna dela pri Karojbi, Motovunu, v okolici Buzeta, Sluma ter Kuka omenja Petraschek (1926/27).

Po D'Ambrosiju so bili v vrtinah pri Karojbi posamezni sloji debeli nekaj decimetrov (1931). Tudi Herzog omenja številne izdanke in pojave premoga v miliolidnih apnencih ozemlja Vižinada-Karobja-Kaldir, vendar raziskovalna dela niso dala nikjer pozitivnih rezultatov (1932).

Po Šikiću vsebujejo v območju celotne srednje Istre spodnje paleogenske usedline v morsko-brakičnem razvoju le tanke žile premoga (1952, 1954). Nekaj sledov premoga v morskih apnencih Čičarije navaja tudi Salopek (1953). Anić in drugi (1952) navajajo transgresivni položaj morskih sedimentov na zahodnem robu pazinske kadunje. Premog je bil ugotovljen z vrtinami le v osrednjih delih sinklinale.

Iz podatkov sledi, da sladkovodni facies paleocenskih plasti tudi v srednji Istri sorazmerno hitro nadomesti brakična in morska sedimentacija z le slabo razvitimi vložki in sloji premoga. Geološki pogoji nastopanja premoga na ozemlju srednje Istre so potemtakem v glavnem slični kot v območju Sečovelj.

## STRATIGRAFSKI POLOŽAJ PRODUKTIVNIH PLASTI V SEVEROZAHODNI ISTRI

Po Stacheju (1889) so baza eocena glavni alveolinski apnenci. D'Ambrosi (1931, 1942) jih uvršča v srednji lutecij, apnenice z miliolidami in alveolinami v spodnji lutecij, numulitne apnenice v srednji in zgornji lutecij, fliš v oversij in del priabona. Isto imata za list Labin Lipparini ter za list Gorica Martinis. Petraschek (1926/27), Schubert (1912) in Rakovec (1949) menijo v glavnem isto. Salopek (1953) uvršča miliolidne apnenice k zgornjemu paleocenu. Anić et al. (1952) prištevajo sladkovodne usedline pri Karojbi najvišjemu paleocenu.

Za sečoveljske produktivne plasti je torej veljalo, da spadajo nekako v prehod paleocena k eocenu. Ker pa je razvoj foraminifernih apnencev lahko pogojen facialno in zato ne predstavlja vedno določenega horizonta, ta zaključek ni bil zanesljiv.

Stratigrafski položaj plasti s premogom v Sečovljah moremo približno določiti tudi po debelini odloženih usedlin pod flišem, ki je v območju



Istre in Primorskega krasa na veliki površini razvit enakomerno v znatni debelini. Predpostavljamo, da je flišna sedimentacija na vsem ozemlju nastopila istočasno. Debeline posamičnih horizontov paleogenskih skladov pod flišem za različne lokalitete podaja 2. tabela.

Table 2

2. tabela

Debeline horizontov (m)	Sečovlje	Izola II/55	Vremski Britof	Rodik	Lipica	Karojba	Labinski bazen
numulitni apnenci	80—120	50	50—150	30	300	30—70	200
gl. alveolinski apnenci	20	35	100—300	400			
miliolidni (+ alveolinski apnenci)	10—25	10	200—250	100	100		50—100
produktivni (kozinski) apnenci	0—15	5	150—200	120	300	2—20	70—200
skupna debelina	110—180	100	500—900	650	700	32—90	320—500
povprečno	145	100	700	650	700	60	410

Primerjajmo debelino paleogenskih plasti med kredo in flišem za območje Vremškega Britofa, kjer je bila sedimentacija zvezna, ter za Sečovlje, kjer nas zanima starost najnižjih terciarnih usedlin, oziroma pričetek ponovne imerzije. Pri tem predpostavimo enako hitrost usedanja litološko sličnih usedlin. Debelina plasti pod flišem v Primorskem krasu znaša okrog 700 m, v območju Sečovelj pa le okrog 150 m, to je slabo četrtno debeline vseh plasti, ki so bile odložene v območju zvezne sedimentacije. Emerzijska faza v območju Sečovelj je trajala torej približno tri četrtnine časa med koncem krede in pričetkom flišne sedimentacije, ki je nastopila po D'Ambrosiju v zgornjem luteciju ali celo spodnjem oversiju (list Pazin). Pri tem predpostavimo pričetek emerzije ob koncu krede; po Salopeku (1953) utegne biti tudi višji.

Pričetek ponovne inundacije ozemlja severozahodne Istre bi potemtakem ustrezal nekako prehodu paleocena v eocen, če ne celo že spodnjemu eocenu, kar se v splošnem ujema z dosedanjim mnenjem starejših avtorjev. Zaradi postopne transgresije morja pričetek sedimentacije ni bil povsod istočasen, kakor tudi ne nastop emerzije ob koncu krede.

Plasti s premogom v Sečovljah torej stratigrafsko ne ustrezajo produktivnim plastem Primorskega krasa. Le v najnižjem delu so v debelini do nekaj metrov razvite v faciesu, ki sliči kozinskemu.

#### IV. PREMOGI

S z a d e c z k y - K a r d o s s je leta 1939 prvi karakteriziral eocensko-paleocenske premoge jadransko-donavskega ozemlja kot posebno skupino z naslednjimi značilnostmi:

1. visoka vsebnost žvepla;
2. izredno močno poenotena substanca;
3. visoka vsebnost kalcija in magnezija ter tudi žvepla v pepelu;
4. humulitno-sapropelitni značaj premoga, ki daje dosti katrana z zmerno vsebino fenolov (B e c k , 1948).

Ta premogišča kažejo še naslednje posebnosti: nakopičenje prvotnega organskega materiala na skraseli podlagi, neenakomerni in nestalni premogovi sloji ter kot neposredna prihrubina apnenec, včasih tudi glina, terra rossa in boksit.

Razen tega so obravnavani premogi nenormalni tudi v kemičnem oziru. Istočasno kažejo lastnosti visoke in nizke stopnje karbonifikacije ter vsebujejo zlasti obilo organsko vezanega žvepla. Tudi v tehnološkem pogledu se povsem značilno obnašajo (L a v r e n č i č , 1956). Zato je njihova uvrstitev problematična.

##### 1. Nastanek mikrolitotipov in maceralij ter odvisnost od okolja

Različni tipi ter vrste premoga so pogojeni v glavnem s posebnostmi regije, dobe in faciesa. Okolje v premogiščih je bilo nestalno tako lateralno kot časovno ter odvisno od najrazličnejših faktorjev. Ako smatramo petrografske komponente premoga kot facialne različke, potem je za njihovo izoblikovanje merodajna le prva faza nastajanja šotišča (diageneza), kajti prvotni geokemične faze (metamorfoze) so bili za celotni sloj enaki. Iz petrografskega sestava moremo obratno sklepati nazaj na facies pri nastajanju premogovega sloja.

1 mm debel pas premoga ustreza pri koeficientu usedanja 10 do 20 (T e i c h m ü l l e r , 1952) prvotni 1 do 2 cm debeli plasti nakopičenega rastlinskega materiala. Pri predpostavki, da je bilo za 100 m rjavega premoga potrebno okrog 1.000.000 let (M a c k o w s k y , 1951), ustreza debelini 1 mm 10 let. V tej dobi so se mogli pogoji sedimentacije v premogišču občutno menjati ter smo upravičeni govoriti o diferencah faciesa.

Po razmerju H/O kakor tudi vsebnosti C sklepa M a c k o w s k y (1951), da so v premogu neenako zrele komponente. Vzroke je iskati torej v začetni fazi zorenja premoga. Pogoji razkroja organske substance so glede na stopnjo aerobije različni. Predpostavljamo, da so različki z relativno manj kisika nastajali v bolj anaerobnem okolju kot različki z večjo vsebino kisika. Ker pa je temu vzrok v glavnem le višje ali nižje prekritje z vodo, moremo govoriti tudi o »mokrih« oziroma »suhih« pogojih nastanka. Vitrit ima sorazmerno malo kisika ter velja kot bolj »mokra« tvorba v primeri s fuzitom, ki vsebuje več kisika ter velja kot ekstremno »suha« tvorba. Tudi zrnat mikrinit velja kot različek »mokrega« okolja, ker ga najdemo večji del v vitrinitu sapropelskih premogov.

Po Mackowsky (1951, 1955) so torej vitrit in klarit ter durit z zrnatim mikrinitom izrazito anaerobni, fuzinit, semifuzinit, sklerotinit ter durit s kosmičastim mikrinitom izrazito aerobni. Vmesni položaj pripada telinitu, deloma tudi semifuzinitu ter vmesnim stopnjam. Istočasno nastopanje različno zrelih maceralij v premogu tolmači z neenako hitrostjo razkroja prvotne organske substance, kar skuša spravljati v sklad z različno hitrostjo grezanja. Po petrografskih karakteristikah sklepa na tako imenovani sedimentacijski ritem premogovega sloja. Komponente premoga z vitrinitom in fino zrnatim mikrinitom govore za relativno močnejše prekritje z vodo, oziroma večjo hitrost grezanja sedimentacijskega bazena. Nasprotno je fuzinit znak zastoja grezanja. Vprašanje durita s kosmičastim mikrinitom pušča odprto. Vse različke smatra kot avtohtone. Alohtonost pripisuje le anorganskim primesem, ki naj bi bile indikator relativno močnejšega grezanja. Sedimentacijski ritem ponazori Mackowsky s položno, neenakomerno nagnjeno črto (1955).

Po Stacheju so nastajali vsi duriti v humidnih pogojih, to je več ali manj v vodi. Semifuzinit in sklerotinit pa sta vezana na začetno oksidacijo rastlinskega materiala, to je na suho fazo (Freund, 1952).

Povsem aerobno naravo pripisuje fuzinitu tudi Teichmüllerjeva (1950), ne glede na način postanka. Zrnat kot kosmičast mikrinit ima kot tipična za močno anaerobno nevtralnno ali alkalno okolje (Ertle, 1954). Loči telmatski facies s plitvo vodo, pollimnični in limnični facies, pri čemer se spreminja okolje od močno aerobnega, kislega do anaerobnega nevtralnega oziroma alkalnega.

Tudi po Karmasinu (1950) je zrnat različek mikrinita tipičen za anaerobno okolje, kosmičasti mikrinit pa kaže na bolj aerobne pogoje nastanka. Strogo aerobijo ugotavlja za fuzinit, zlasti za tako imenovani razkrojni fuzinit. Loči več faciesov, katere spravlja v sklad z različno hitrostjo grezanja sedimentacijskega območja.

Szadeczy-Kardoss (1956) na svoj način klasificira močvirske tipe ter pogoje nastanka posameznih maceralij, kjer imajo zlasti vitrinit-ske komponente izredno široko območje.

#### Poizkus karakterizacije slojev s krivuljo slojnih profilov

Facialno dokaj definirane komponente so torej aerobni fuzitno-sklerotinitni različki ter anaerobni vitrinitno-mikrinitni različki. Od anorganskih komponent pridenemo še singenetski pirit, deloma tudi siderit. Oba nastajata le pri popolni odsotnosti kisika ter sta zato značilna indikatorja anaerobnih pogojev.

Kot način grafičnega prikaza mikro sestava premogovih slojev ter facialnih izprememb med sedimentacijo vpeljemo krivuljo slojnega profila. Diagram oziroma krivulja ponazarja izpreminjanje pogojev pri nastajanju sloja v odvisnosti od okolja. Podlaga je podrobna mikroskopska izmera sloja.

Postopek je naslednji: Profil sloja izmerimo s pomočjo integracijske mizice na zveznih kosovnih preparatih po centimetrih. Iz podatkov rišemo diagram, pri večji natančnosti najprej v merilu 1 : 1, sicer 1 : 4 ali tudi 1 : 2. Komponente razporedim tako, da na eni strani označujejo aerobne, na drugi anaerobne razmere. Vmesni člen so organski kot anorganski klastični različki. Fuzinit, semifuzinit, sklerotinit in durit s kosmičastim mikrinitom združim pod aerobno skupino. Različki z vitrinitom so v smeri naraščanja primesi zrnatega mikrinita vedno bolj značilni za anaerobne razmere. Peščeni in glinasti vključki ter vmesne stopnje s fragmenti aerobnih komponent kažejo na razgibano vodo oziroma več ali manj plitvo okolje. Uvrstim jih kot vmesni člen v območje delne aerobije. V smeri anaerobije se večja globina bazena ter mirnost in enakomernost sedimentacije. Sem uvrstim še gline oziroma premogaste skrilačce ter sapropelske premoge (kenel, boghed). Na tej podlagi ločim tudi pretežno kopni facies, dalje plitvi ter subakvatski facies. Najširši interval pripada srednjemu, plitvemu faciesu, ki obseže največji del navadnega trakastega premoga.

Kopni razvoj bi mogli v skladu z oznakami Teichmüllerjeve (1950) in Ertleja (1954) poimenovati tudi strogo telmatski. Srednji, plitvi razvoj bi ustrezal telmatskemu, telmatsko-pollimničnemu, deloma tudi limničnemu faciesu Teichmüllerjeve oziroma Karmasina. Subakvatski razvoj je vezan na odprte vodne bazene, tako limnične kot morske, kjer nastajajo sapropelske usedline.

Različki suhega, kopnega faciesa so avtohtoni, če so nakopičeni v večji množini, fragmenti pa so vsekakor preneseni. Vitrinit je vedno strogo avtohton, ker je malo mogoče, da je prenesen ter alohtono odložen. Heterogeni različki, kot duriti ali vmesne stopnje, vsebujejo vedno alohtone fragmentarne delce aerobnih različkov. Tudi eksinit je ali avtohton ali alohton. Območje heterogenih komponent je torej dokaj široko.

Durit s kosmičastim mikrinitom uvrstim zaenkrat v aerobno skupino. Duro-klariti kakor tudi jalovinski, pretežno glinasti različki so upoštevani na dveh mestih po strukturi in okolju, v katerem se nahajajo. Peščenjaki ali brečaste premogaste jalovine nakazujejo prej plitvo kot globoko okolje. Glinasta primes premogastega skrilačca pa se je sedimentirala v relativno mirni vodi. Take različke pogosto spremlja drobnozrnat singenetski pirit.

Splošen razpored različkov v odvisnosti od okolja pokaže 10. slika. Po tej razporeditvi vnašam tudi podatke mikroskopske izmere. Seveda je za razne petrografske in zrelostne tipe premoga potrebna smiselna razdelitev različkov.

Izmera se nanaša le na en sam profil v premogovem sloju. Izmeriti moramo več profilov.

## 2. Sečoveljski premog

**Makroskopski opis.** Premog je neizrazito trakast. Redki trakovi svetlega premoga so tanki ter lečasti v debelini 1–3 mm ter največ 10 mm. Vsebuje mestoma precej razpršene anorganske primesi, ki pripada železovemu sulfidu, karbonatu in boksitu. Sulfid je porazdeljen v drobnih

podolgastih vključkih, pa tudi bogato razpršen v premogu. Karbonat nastopa kot drobni lečasti vključki pa tudi širši trakovi ali tanke premogaste jalovice. V najnižjem sloju so trakasti vključki boksitne substance, ki v obliki posameznih ooidov segajo ponekod precej visoko v premog. V razpokah najdemo tudi sadro.

Tekstura premoga je tanko plastovita in poudarjena z vložki anorganskih primesi.

10. slika

**Odvisnost petrografskih različkov premoga od okolja**

Fig. 10

**Relationship between petrographic coal constituents and facies**

		ANAEROBNA				ANAEROBNA - AEROBNA		AEROBNA									
		MIRNA VODA - GLOBLJE MIKROKLASTIČNI RAZLIČKI				RAZGIBANA VODA - PLITVO KLASTIČNI RAZLIČKI		KOPNO									
		BOGHEDSKI PREMOG	KENELSKI PREMOG	PREMOŠKI SKRILAVEC (DISPERGIRANA GLINA V PREMUGU)	DURIT Z ZRNATIM MIKROINITOM	KLARO - DURIT	DURO - KLARIT	KLARIT	KOLINIT	TELINIT	DURO - KLARIT IZRAZITO BREČASTE STRUKTURE	PREPOŠKA JALOVINA BREČASTE ZRNATE STRUKTURE	KLASTIČNI ANORG. RAZLIČKI, V GLAVNEM PESEK	DURIT S KOSMIČASTIM MIKROINITOM	SEMIFUZINIT	FUZINIT	SKLEROTINIT
SEDMEN- TACIJA	FACIES	SUNI, KOPNI PLITVI	-----														
		SUBAKVATSKI	-----														
		AVTOHTONA	-----														
		HIPOAVTOHTONA	-----														
		ALOHTONA	-----														

Barva čistega premoga je črna, raza temnorjava, barva prahu rjava. Svetli trakovi imajo močan sijaj. Ostala premogova substanca ima v splošnem precejšnji sijaj, ki pa se izpreminja v odvisnosti od anorganskih primesi. Prelom je nepravilen, pri svetlem premogu drobno paralelepipeden. Krojitve premog nima. Je povsod trd in kompakten, nekoliko porušen le ob lokalnih prelomih. Zlasti v spodnjem sloju opazujemo sledove plastične deformacije premoga ter vtiskanje v razpokano podlago.

**Petrografski sestav in facies.** Mikroskopsko sem preiskal tako zrnate preparate v analizni granulaciji  $< 0,75$  mm, kakor tudi kose. Preiskoval sem pod mikroskopom Leitz KPM, največ z imerzijskim objektivom 8 mm,  $25\times$ ,  $A = 0,65$ . Uporabljal sem glicerin, ki ima proti cedrovemu olju nekatere prednosti. Kvantitativno sem analiziral na Leitzovi integracijski mizici.

Petrografsko je premog kombinacija klarita, vitrita, duroklarita in fuzita. Poslednja dva mikrolitotipa sta kvantitativno nepomembna. Pre-

vladujeta prva dva, zlasti klarit. Obilna so preraščanja z anorgansko primesjo.

Vitrit nastopa v tankih pasovih. Je pretežno enakomeren, redko čist. Vsebuje drobce eksinita, anorgansko primes ter izjemno tudi sklerotinit.

Klarit prevladuje v širokih pasovih z različno vsebino eksinita, ki pojema na eni strani do vitrita, na drugi pa lokalno naraste do sporita. Eksinit je zastopan s polenom in kutikulami, največji del pa predstavlja maceralija, ki ne ustreza običajnim različkom eksinita. Vsebuje nepomembne fragmente inertinita. Struktura klarita je trakasta, pogostoma tudi zrnata, mrežasta ali nepravilna.

Duro-klarit vključuje med eksinitom še redke fragmente fuzinita in semifuzinita. Struktura je trakasta pa tudi brečasta. Najdemo ga le v bližini fuzita.

Fuzit je zelo redek ter nastopa v premogu v tankih lečah. Sestavlja ga večidel fuzinit, delno tudi semifuzinit.

Mineralna preraščanja s karbonatom, boksitom in piritom so pogostna zlasti v spodnjih slojih. Preraščanja variirajo od drobnih impregnacij do grobih vključkov. Struktura je trakasta, zrnata ali mrežasta. Pogosto prehaja klarit postopoma v jalovinaste različke.

Vitrinit nastopa pretežno kot enakomeren homogen kolinit. Telinit je redek ter je prvotna struktura le slabo nakazana.

Maceralija, ki zastopa eksinit, nastopa v trakastem klaritu v obliki drobnih podolgastih ali redko večjih lečastih vključkov. Zapolnjuje tudi razpoke v vitrinitu. Je sivorjava z rjavkastorumenkastimi notranjimi refleksi, sorazmerno mehka, brez reliefa in strukture ter sliči rezinitu. Različek je ponekod močno nakopičen ter tvori šlirasto osnovo s fragmenti vitrinita. Struktura često kaže na plastično oblikovanje substance. V benzol-alkoholu (1:1) se topi. Po kemičnem sestavu se dobro ujema z bitumenom sapropelskih apnencev (12. tab.).

Maceralije ne moremo uvrstiti k nobeni od doslej definiranih komponent eksinita. Lastne oblike, ki bi dopuščale sklep na določeno botanično pripadnost, nima. Razen na primarnem nastopa tudi na sekundarnem mestu, kjer se po obliki prilagodi razpoložljivemu prostoru. Ker je bistvena komponenta premogove substance, jo je treba uvrstiti med petrografske sestavine kot nov različek.

Novo maceralijo poimenujem bitumininit ter jo uvrstim pod splošni pojem eksinita, poleg sporinita, alginita, kutinita in rezinita. Visoke vsebnosti bitumena, ki ga ekstrahiramo iz sečoveljskega premoga, moremo praktično vezati na to komponento.

Bitumininit je produkt posebnih pretvorbenih procesov v premogišču. Zorenje premoga potemtakem ni bilo samo proces karbonifikacije, pač pa tudi pretvorb, imenovanih bituminiranje. Rezultat teh procesov je nastanek substanc z naravo bitumenskih ogljikovih vodikov. Ker so v premogu pod enakimi pogoji pritiska in temperature nastale različne komponente, sklepamo v glavnem na vzročno zvezo z izhodnim organskim materialom.

15. slika

Vremski Britof — Zgornji sloj glavne skupine; premog je zdrobljen, brez plastovitosti.

Fig. 15.

Vremski Britof — The upper seam of the main group; the coal is crushed, without stratification.

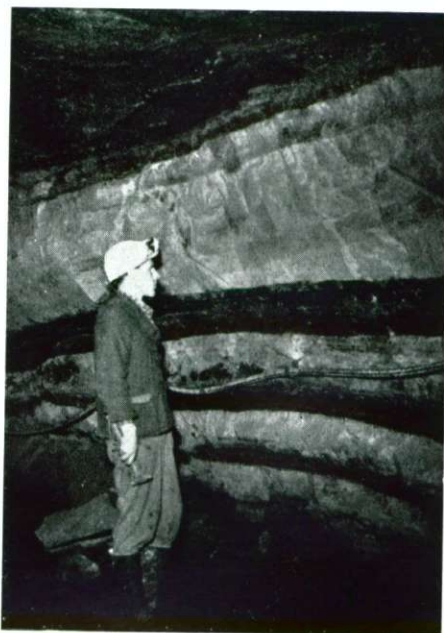


16. slika

Sečovlje — Najnižji del produktivnih apnenih plasti s tankimi sloji premoga.

Fig. 16.

Sečovlje — The lowest part of the coalbearing limestone beds with some thin coal seams.



17. slika

Sečovlje — Relief kredne podlage najnižjega premogovega sloja.

Fig. 17.

Sečovlje — Cretaceous eroded surface under the lowest coal seam.



18. slika

Sečovlje — Profil D. Stevilne alveoline in morski moluski nad 12 slojem premoga.

Fig. 18.

Sečovlje — Section D. Numerous Alveolinae and marine Molusca above the 12th coal seam.



19. slika

Sečovlje — Pov. 4,5 X. Ooidni boksit in trakovi premoga.

Fig. 19.

Sečovlje — X 4,5. Bauxite oöides in banded coal.





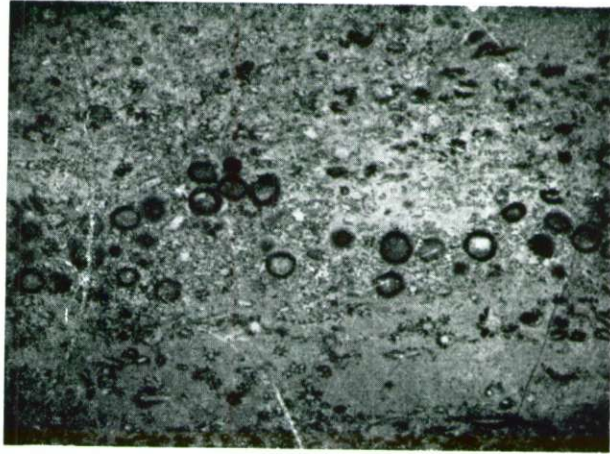
III. TABLA — PLATE III.

20. slika

Vremski Britof — Pov. 4,5 ×. Haracejski apnenec.

Fig. 20.

Vremski Britof — × 4,5. Chara limestone.

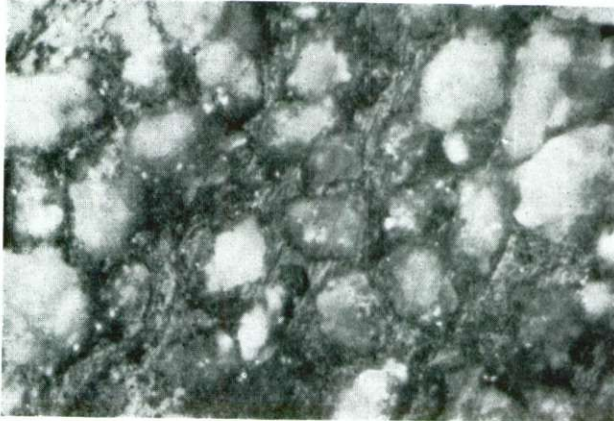


21. slika

Sečovlje — Profil B. Pov. 125 ×. Apnena psamitska zrna v premogu neposredno nad 2. slojem.

Fig. 21.

Sečovlje — Section B. × 125. Psamitic grains of limestone, immediately above the 2nd seam.

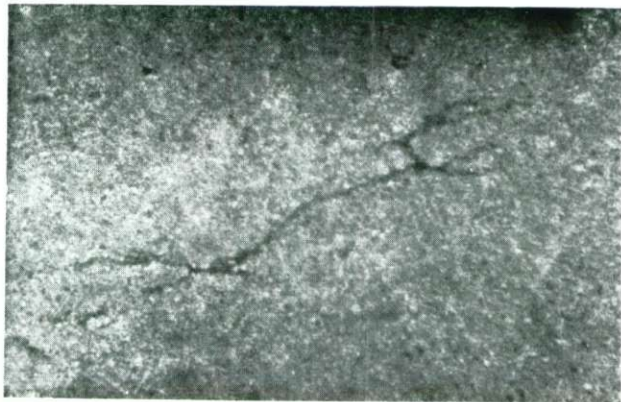


22. slika

Sečovlje — Profil C. Pov. 125 ×. Mikrokristalast apnenec z žilico asfalta.

Fig. 22.

Sečovlje — Section C. × 125. Asphalt vein in microcrystalline limestone.



IV. TABLA — PLATE IV.

23. slika

Sečovlje — Profil II — 2. sloj; glic imerz., pov. 225 ×. Klarit z bituminom na primarnem mestu.

Fig. 23.

Sečovlje — Section II — 2nd seam; glyc. immersion, × 225. Clarite with bituminite in situ.



24. slika

Sečovlje — Profil II — 1. sloj; glic. imerz., pov. 225 ×. Impregnacija z drobnnozrnatim piritom ter vključki bituminita na sekundarnem mestu.

Fig. 24.

Sečovlje — Section II — 1st seam; glyc. immersion, × 225. Fine-grained pyrite impregnation and bituminite inclusions on secondary place.

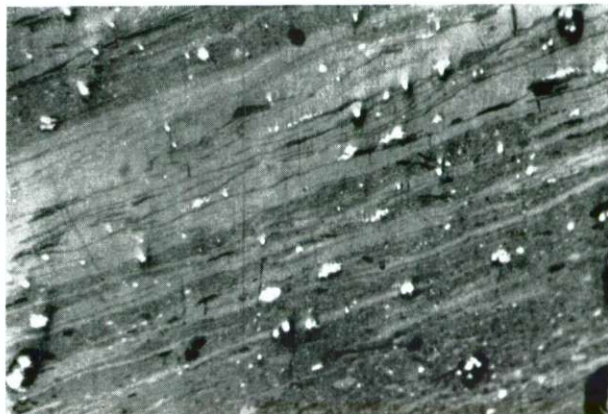


25. slika

Sečovlje — Profil B — 1. sloj; glic imerz., pov. 225 ×. Vitrinit z žilicami bituminita ter trakasto porazdeljena boksitna primes.

Fig. 25.

Sečovlje — Section B — 1st seam; glyc. immersion, × 225. The inclusions of bituminite in vitrinite and banded bauxite.



V. TABLA - PLATE V.

26. slika

Vremski Britof — 1. sloj, zg. skupina; glic. imerz., pov. 225 ×. Različki inertinita v vitrinitu.

Fig. 26.

Vremski Britof — 1st seam, upper group; glyc. immersion, × 225. Inert ingredients in vitrinite.

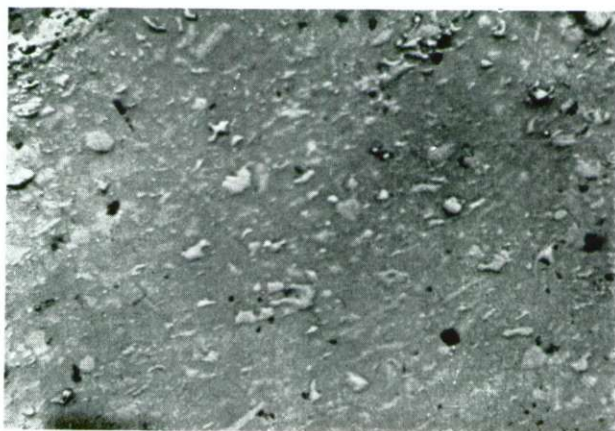


27. slika

Vremski Britof — 2. sloj, gl. skupina; glic. imerz., pov. 225 ×. Vitrinertit s fragmentarnim inertinitom.

Fig. 27.

Vremski Britof — 2nd seam, main group; glyc. immersion, × 225. Vitrinertite with fragments of inertinite.

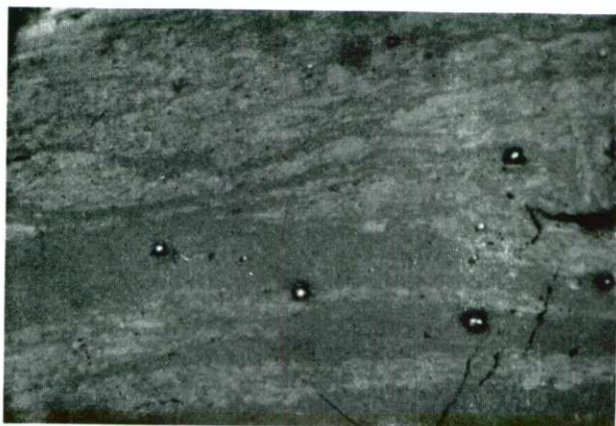


28. slika

Vremski Britof — 1. sloj, zg. skupina; glic. imerz., pov. 225 ×. Vitrinertit z obilo drobnnozrnatega inertinita (mikrinita).

Fig. 28.

Vremski Britof — 1st seam, upper group; glyc. immersion, × 225. Fine-grained inertinite (micrinite) in vitrinertite.

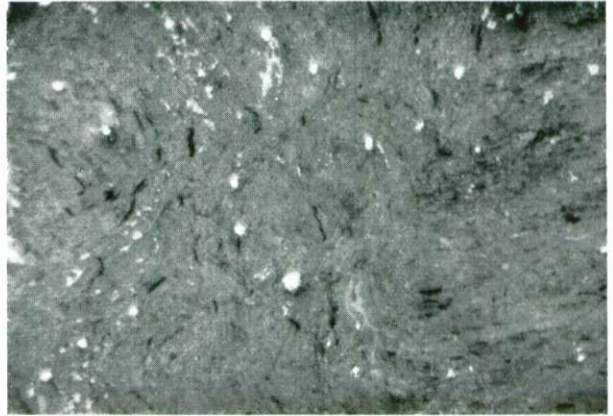


29. slika

Raša — »Kredni« sloj; glic. imerz. pov. 250 ×. Klarit s strukturo, ki kaže prvotno plastično stanje substance.

Fig. 29.

Raša — »Cretaceous« seam; glyc. immersion, × 250. Clarite structure, showing the former plastic state of substance.

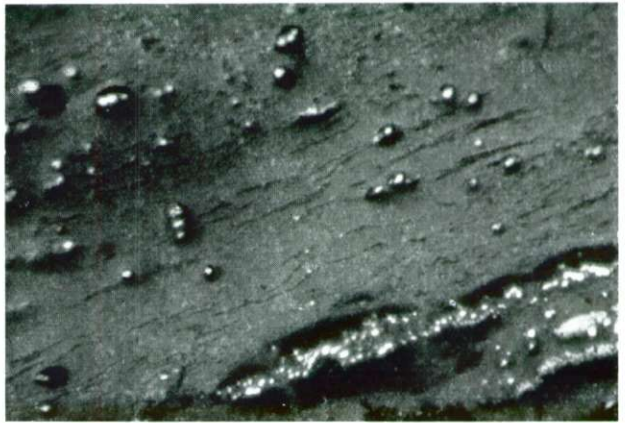


30. slika

Raša — »Kredni« sloj; glic. imerz., pov. 225 ×. Žilice bituminita, drobno razpršena anorganska primc. in pirit v vitrinitu.

Fig. 30.

Raša — »Cretaceous« seam; glyc. immersion, × 225. The bituminite veins, finely dispersed mineral matter, and pyrite in vitrinite.



31. slika

Raša — »Kredni« sloj; glic. imerz., pov. 225 ×. Singenetski karbonat v vitrinitu.

Fig. 31.

Raša — »Cretaceous« seam; glyc. immersion, × 225. Syngenetic carbonate in vitrinite.



Proces bituminiranja je možen tako v morskem kot lakustralnem okolju.

O podobnih maceralijah kot bistvenih komponentah premoga doslej v literaturi ni zanesljivih podatkov. V premogu iz Anzeindaza (Diablerets) je našel Beck (1948) temnosive oblike v kolinitški osnovi ter domneval na prvotno pripadnost smolnim telesom. Teichmüllerjeva omenja v klaritu premogišča Serbariu na Sardiniji dosti bituminoznih celičnih ekskretov in neoblikovanih bitumenskih delcev. V eocenskih nemških premogih je našla droben temen bitumen ter sledove plastičnega stanja premogove osnove, kar spravlja v sklad s tvorbami gyttja v odprtih vodnih bazenih. Temna bitumenska telesa, podobna mikrosporam, omenja tudi v moskovskih rjavih premogih, enako tudi v pliocenskih premogih iz Wetteraua. Bitumenska telesa ter neoblikovan širast bitumen so posebno značilni za bitumenske gyttje. Tudi rjavi premogi iz Burgbrohla in Erpela na Renu, ki so tipični algasti premogi, imajo kot osnovo temen, neoblikovan bitumen in le malo vitrinitnih vključkov, prav tako premogi iz Rotta (1950, 1952).

Sečovljski bituminit tudi ni identičen z bituminitom, ki ga omenja Szadeczký-Kardoss (1956), pač pa prej z njegovim kerogenom. Po Potoniéu (1951) bi spadal bituminit med stabilne metabitumene. Ti morejo razen iz živalskih in rastlinskih maščob ter beljakovin (labilni protobitumen) nastati z dejavnostjo mikroorganizmov tudi iz ogljikovih hidratov (sekundarni labilni protobitumen).

Vključki polena ter tankih, dolgih kutikul v sečovljskem klaritu se ločijo od bituminita po nekoliko temnejši sivorjavi barvi ter močnejšem reliefu. Kvantitativno sta sporinit oziroma kutinit povsem nevažna.

Fuzinit je večinoma porušen in fragmentaren. Ima tipično strukturo z debelimi stenami in okroglimi odprtini. Refleksija je močna, relief izrazit. Periferno prehaja v več ali manj izrazit semifuzinit. Redki fragmenti obeh maceralij so tudi v klaritu. Kvantitativno sta fuzinit in semifuzinit popolnoma nepomembna.

Nastanek fuzitskih različkov danes še ni pojasnjen. V splošnem sta priznana tako imenovani razkrojni fuzinit, nastal zaradi delovanja organizmov v aerobnem okolju ter fuzinit, ki je nastal zaradi požarov v šotiščih. Različek v Sečovljah kaže prej značilnosti prve skupine.

Sklerotinit zastopajo tipične spore ter sklerociji. Med sporami ločimo več vrst, različnih po obliki, velikosti in debelini sten.

Spore nastopajo skoraj vedno v skupinah v vitrinitu, pa tudi v semifuzinitu.

Mikrinita v sečovljskem premogu ni. Le zelo redko najdemo podobne, nejasne svetle vključke v vitrinitu.

Anorganske primesi v premogu so v glavnem singenetske. Boksit in apnenec nastopata v obliki trakov in vključkov pa tudi drobnozrnatih impregnacij pogosto skupaj, zlasti v spodnjem sloju. Železov sulfid je zgodnje epigenetski. Nastopa v obliki drobnih zrn ali drobnozrnatih okroglastih kongrekcij ter je neenakomerno ter obilno porazdeljen po

premogu zlasti v nižjih slojih. Sulfid je pirit pa tudi drobnozrnat melnikovit oziroma melnikovit-pirit. Že obravnavani nastanek sulfidov kaže na alkalno okolje v začetni fazi nastajanja premogišča. Ker reakcije niso potekale kvantitativno, sta prisotna oba različka.

Epigenetske zapolnitve razpok s kristaliziranim karbonatom so redke.

V štirih profilih v premogišču sem meril vse dostopne sloje premoga po zgoraj opisani metodi. Upoštevane komponente razdelim takole:  
aerobna skupina:

1. semifuzinit,
2. fuzinit,
3. sklerotinit;

anaerobna skupina:

1. telinit,
2. kolinit,
3. klarit z nad 5 % eksinita,
4. klarit z več ali manj eksinita ter primesjo drobno porazdeljene anorganske substance,
5. duro-klarit z več kot 5 % inertinita,
6. močna preraščanja premogove substance z anorgansko primesjo,
7. boksit z malo primesjo premoga,
8. karbonat z malo primesjo premoga,
9. železov sulfid (kot prevladujoča komponenta).

Slojni profil enega izmed številnih izmerjenih pokaže 11. slika. Najmanjši merjeni interval je približno 1 mm.

Profilne krivulje vseh slojev kažejo izključno območje anaerobne sedimentacije v relativno globlji vodi. Trakasta narava premoga pride do izraza v menjavanju vitrinita s klaritskimi različki ter jalovinskimi vključenji. Aerobne komponente so izjeme; debelini dveh vključkov fuzita sta 4 in 6 mm. Tanki lečasti vključki ter spremljajoči duro-klarit govore za alohtonost teh komponent. Prisotnost fuzinita pa kaže tudi na aerobne razkrojne pogoje v premogišču, vsekakor v močno omejenem obsegu.

Grafično je podana tudi subjektivno ocenjena množina železovega sulfida v šestih stopnjah, med 1 % in 20 %. V nižjih slojih je sulfida več kot v višjih, poleg tega ga je več v zgornjih delih slojev, kar pa se povsod ne potrjuje.

Kvantitativno udeležbo vitrinita in bituminita sem izmeril na nekaj slojih po običajnem postopku maceralne analize. Dobljene vrednosti (pri privzeti spec. teži bituminita 1,2) podaja 3. tabela.

Table 3

3. tabela

Profil	Sloj	vitrit	bituminit	Anorganske sestavine in preraščanja
B	6	74,9	11,1	14,0
	5	64,7	21,5	8,8
	4	83,7	12,8	3,5
	3	65,0	13,8	21,2
	2	54,4	14,4	33,2
	1	71,2	16,8	12,0
A	8	82,3	10,6	7,1
	5	87,0	11,2	2,3
	1	72,8	12,8	14,4
B z bituminitom bogat izbran vzorec		58,8	27,4	14,2

Povprečna utežna udeležba bituminita je okrog 13 %, izjemno pa utegne narasti tudi preko 25 %. Vsebnost bituminita v višjih slojih nekoliko pada.

Sestav in mikrofacies premoga kažeta na humulitno-sapropelitni tip premogišča. Sedimentacija se je vršila v glavnem v prostih vodah. Poleg višjega rastlinstva so bile udeležene zlasti vodne rastline, najbrž predvsem alge pa tudi beljakovinski mikroorganizmi kot rastlinski in živalski plankton. Za udeležbo poslednjih, domnevno tudi zoogenih, n. pr. planktonskih komponent, bi govorila bitumenska substanca v premogu. Okolje je bilo v celoti anaerobno ter alkalno ali kvečjemu nevtrarno, kar je dopuščalo bogato dejavnost anaerobnih bakterij, na katero moramo vezati obilico žvepla. Pri redukcijskih procesih je nastajal žveplov vodik. V takih pogojih je potekal proces zorenja organske substance delno tudi v smeri nastanka bitumenskih produktov poleg vitritnih komponent. Danes prevladuje mnenje, da med nafto in premogom v genetskem oziru ni bistvenih razlik. Ligninski material in tudi celuloza višjega rastlinja so po znanih načelih prešli v glavnem v huminske produkte, maščobne snovi in beljakovine pa verjetno v več ali manj polimerizirane spojine oziroma bitumenske ogljikove vodike. Zaradi delovanja bakterij pa more preiti v bitumenske produkte tudi celuloza (Potonié, 1951); Teichmüller, (1950). Obe substanci moreta biti pri sličnem organskem izhodnem materialu tudi le končna produkta različno potekajočih procesov (Niggli, 1952).

Genetsko pripada torej sečoveljski premog usedlinam mirne vode in sicer profudalnim humusnim gyttjam.

### 3. Premog iz Vremskega Britofa

**Makroskopski opis.** Trd kompakten premog najdemo le izjemno. Je neizrazito trakast z drobnimi lečastimi vključki fuzita ter premogastega apnenca. Tekstura je homogena, prelom raven. Večji del pa je premog

zaradi tektonskih vplivov drobno skrila, zdrobljen in prhek. Posebnost je naravno briketiran premog v porušenih conah. Briket ima majhno trdnost. Zaradi obilne primesi ilovice je pogosten tudi popolnoma mehak jalovinast premog. Ilovico so v zdrobljen premog nanesele podzemne vode.

Premog je sivočrn s črno-rjavo razo ter enako barvo prahu. Sijaj je dokaj močan, na zdrobljenih vzorcih medel.

**Petrografski sestav in facies.** Pri mikroskopiranju sem uporabljal v glavnem zrnaste preparate, ker kosov za izmero slojnih profilov v zdrobljenem premogu skoraj ni bilo mogoče odvzeti. Težave je povzročala priprava preparatov mehkega glinastega premoga.

Petrografski sestav premoga je enostaven. Od mikrolitotipov so udeleženi vitrit, vitrinertit ter fuzit.

Premog je kombinacija vitrinita z inertnimi maceralijami, pri čemer opazujemo razne vmesne prehode od brezstrukturnega kolinita na eni strani do tipičnega fuzinita na drugi.

Vitrinertitu pripada praktično skoraj vsa premogova substanca. Vitrinitna osnova vključuje semifuzinit, fuzinit ter neizrazit mikrinit v obliki fragmentov in večjih teles do makroskopsko vidnih leč. Struktura je trakasta ali mikrobrečasta.

Vitrinitu z manj kot 5 % inertnih primesi pripadajo posamezni ozki pasovi v premogu. Skoraj vedno vsebuje drobce fuzinita.

Fuzit sestavljajo različki fuzinita ter razni stadiji semifuzinita. Nastopa v obliki največ nekaj centimetrov dolgih in ozkih leč.

Jalovinske različke zastopajo preraščanja s karbonatom ter onečiščenja z ilovico.

Kolinit, ki prevladuje, je homogen in enakomeren ter svetlo sivkasto-modrikast. Telinit je strukturno več ali manj izrazit.

Semifuzinit je izredno raznolik. Opazujemo vse prehode med sivkastimi različki z neznatnim reliefom do izrazitega fuzinita. Fuzinit je tipičen, s precej debelimi stenami.

Sklerotinit zastopajo zelo redki sklerociji, katere smo opazovali le v semifuzinitu. Spor gliv ni.

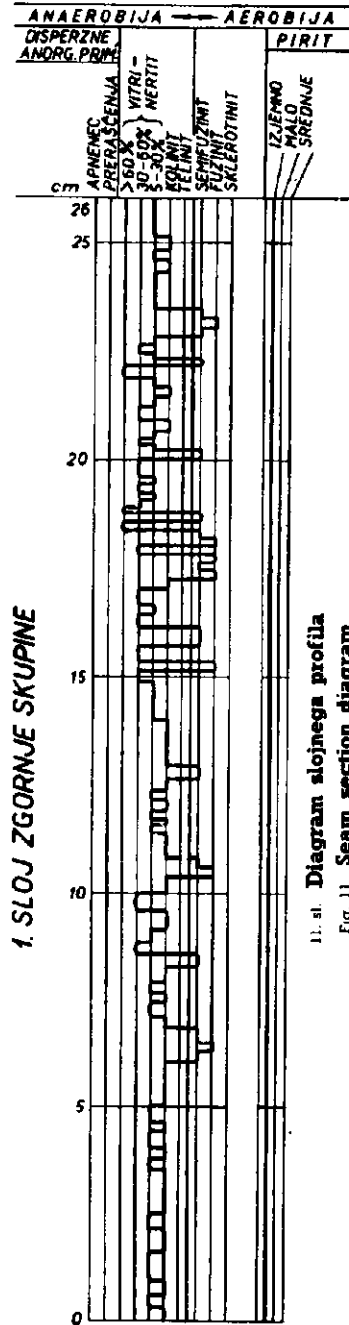
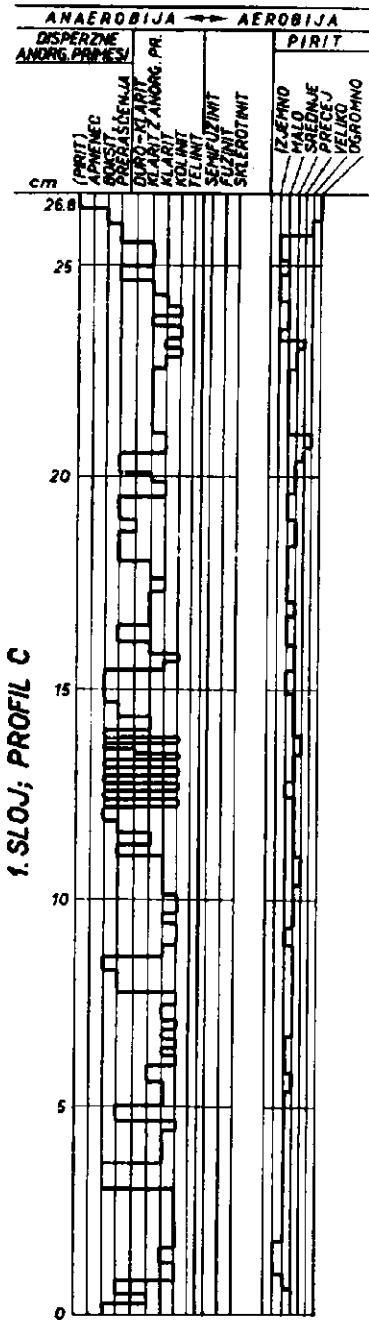
Kosmičastemu mikrinitu prištevamo drobce in tudi večja telesa brez strukture in reliefa. Njihova velikost je lokalno znatna. Po dosedanjih definicijah znaša velikost zrn kosmičastega mikrinita sicer le do nekaj stotink milimetra, vendar velikost maceralije pri ostalih značilnostih ne more biti merodajna. Kosmičasti mikrinit je v najožji zvezi s fuzinitom in semifuzinitom, katera nedvomno izhajata iz prvotne lesne rastlinske substance.

Po Teichmüllerjevi (1950) se je najbrž kosmičasti mikrinit dokončno izoblikoval šele z metamorfozo. Pripisuje mu nastanek iz gelov v jezerskih usedlinah. Mackowsky (1953, 1955) si o izvoru kosmičastega mikrinita ni na jasnem. Po Karmasinu (1952) je kosmičasti mikrinit nastal iz humusnega vitrinitnega materiala, podobno kot razkrojni fuzinit, le da je bil izpostavljen daljši oksidaciji. Podrobni pogoji nastanka inertnih maceralij doslej še niso zadosti pojasnjeni. Velja le, da je njihov nastanek možen na več načinov v izključno aerobnem okolju.



# SEČOVLJE

# VREMSKI BRITOF



11. sl. Diagram slojnega profila  
Fig. 11 Seam section diagram

Neposredna zveza inertnih maceralij v vremskem premogu govori v prid dosedanjim domnevam o izvoru kosmičastega mikrinita iz lesne substance pod pogoji, ki so analogni pogojem nastanka semifuzinita in fuzinita. Njihov nastanek mora biti le posledica določenega procesa, ki je v odvisnosti od lokalnih faktorjev različno intenzivno potekal ali pa bil prekinjen v različnih stadijih. V vremskem premogu se potemtakem potrjuje ozka genetska zveza maceralij fuzinit–semifuzinit–kosmičasti mikrinit s skupnim izvorom iz prvotnih rastlinskih delov, najbrž pod aerobnimi pogoji in pod vplivom organizmov.

Od anorganskih primesi je udeležen v premogu predvsem apnenc, tako singenetski kot epigenetski. Vsebuje vedno drobno porazdeljeno premogovo snov, zlasti drobne vključke inertnih maceralij. Najdemo tudi drobne vertikalne razpoke, zapolnjene s steklasto kolinitno substanco ter med epigenetski kristalast kalcit vključen vitrinit. Vitrinitna substanca je bila torej tudi transportirana in odložena, najbrž kot humat v koloidni obliki. Mehanska migracija premoga v drobne, tektonsko nastale razpoke, ni verjetna.

Lc za štiri sloje je bilo mogoče zmeriti celotni profil. Ostale sloje sem mikropetrografsko obdelal po metodi izmere povprečnih zrnastih vzorcev z višino 5 cm.

Pri slojnih profilih sem upošteval naslednje komponente:  
aerobna skupina:

1. semifuzinit,
2. fuzinit;

anaerobna skupina:

1. telinit,
2. kolinit,
3. vitrinertit s 5 do 30 % inertnega,
4. vitrinertit s 30 do 60 % inertnega,
5. vitrinertit z nad 60 % inertnega,
6. preraščanja s singenetskim apnencem,
7. apnenc.

Slojni profil za en sloj pokaže grafično 11. slika.

Iz diagramov vidimo prevladujoče območje anaerobne sedimentacije. Avtohtonih horizontov aerobnega fuzinita in semifuzinita v območju merjenih profilov ni; ti bi morali imeti večjo lateralno stalnost pa tudi večjo debelino od opazovanih vložkov. Vitrinit je avtohton, vitrinertit hipoavtohton, pri čemer je fragmentarni inertnit alohtono sedimentiran. Le-ta kaže na nemirno sedimentacijo ter strujanja v bazenu. Sklepamo, da je bil plitev obrežni del šotišča, kjer so nastajale aerobne maceralije, izven ožjega območja današnjega premogišča.

Izmera zrnastih preparatov ne dopušča genetskih zaključkov, pač pa daje natančno sliko o kvantitativnem sestavu premoga. Normalno metodo sem izpremenil v toliko, da sem upošteval merjena zrna v okviru

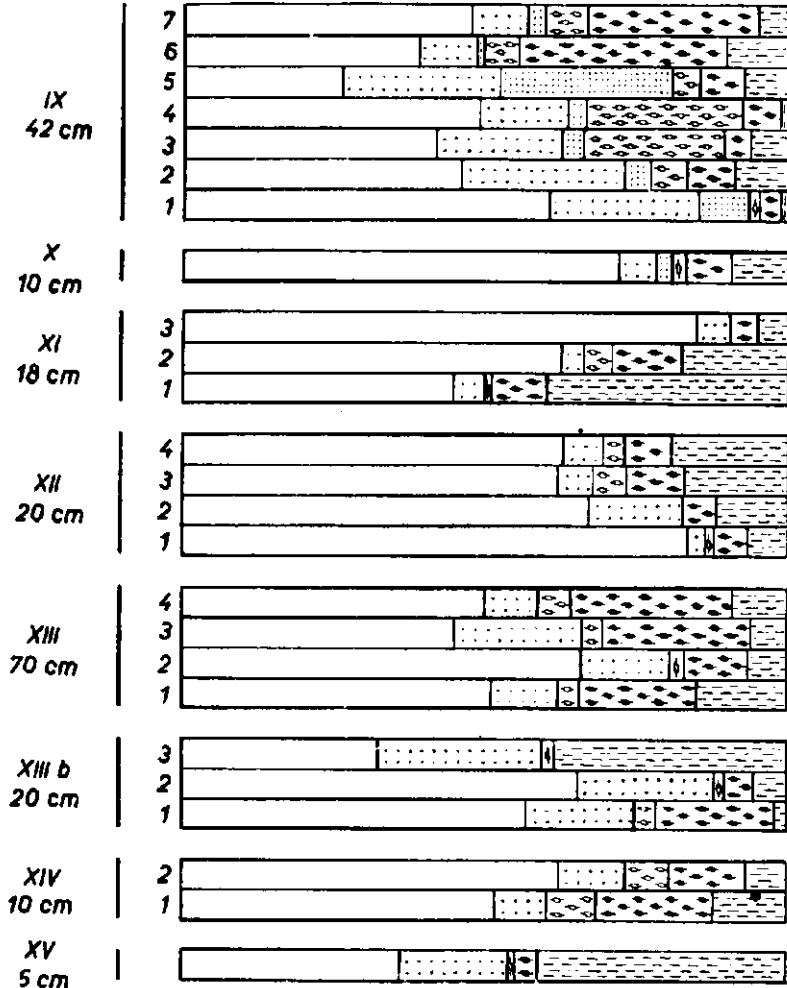
12. slika

**Kvantitativni mikropetrografski sestav nekaterih slojev premoga v rudniku Vremski Britof**

Fig. 12

**Quantitative micropetrographic composition of some coal seams in Vremski Britof coal mine**

SLOJ



zornega polja kot celoto. Ločil sem naslednje komponente, za katere podam tudi običajne oziroma privzete specifične teže:

	spec. teža
1. vitrinit	1,30
2. inertinit; 5--40 % inertnega	1,35
3. inertinit; nad 40 % inertnega	1,40
4. fuzinit	1,50
5. semifuzinit	1,35
6. preraščenja z apnencem nad 20 % in apnena jalovina	2,15

Kvantitativni mikropetrografski sestav za nekatere sloje premoga iz profila vodne proge podam grafično v 12. sliki.

Iz analiz sledi, da je sestav premogovnih slojev neenakomeren. V spodnjih slojih je nekoliko večja udeležba homogenih, čistih maceralij, v zgornjih slojih pa je več heterogenih fragmentarnih komponent.

Povsod znatna udeležba alohtonega fragmentarnega inertninita kaže na stalno prisotnost aerobnih pogojev v širšem območju šotišča.

Značilnost vremskega premoga je izredno majhna udeležba pirita. Nastopa izjemno v drobnih zrnih po vitrinitu ter je le lokalno nekoliko bolj nakopičen. V inertinitu ga ni.

Vsebina celokupnega žvepla v premogu je okrog 10 %; od tega večina v organski obliki. V šotišču so obstajale anaerobne razmere z nastankom žveplovega vodika oz. žvepla, ki je prešlo v sestav organskih spojin. Vzrok odsotnosti železovega sulfida bi moglo biti pomanjkanje železa v sedimentacijskem bazenu ali preveč kislo okolje, kjer se sulfid teže obarja. Ker pa bi kislo okolje zavrlo bakterijsko aktivnost, sklepam na le majhno vsebnost železa v bazenu. Ta zaključek podpira tudi zelo malo železa v pepelu premoga.

Odsotnost sapropelskih komponent v vremskem premogišču skušamo tolmačiti z neprimernimi sedimentacijskimi ter biološko-kemičnimi pogoji, ki niso vodili v smeri bituminiranja. Najbrž nista bila primerna prvotni organski material ter značaj sedimentacijskega bazena. V primeri s stagnirajočimi kadunjami pod neposrednim morskim vplivom v območju Sečovelj, kjer je bila verjetno tudi udeležba zoogenega organskega materiala večja, je bila domnevno stopnja anaerobije v vremskem okolju manjša.

#### 4. Raški premog

**Splošno.** Premog iz Raše je med kraškimi premogi najbolj poznan. Je predmet intenzivnega proučevanja z vidika kemije in tehnologije. Njegove anomalne lastnosti so ozko vezane na izredno visoko vsebnost žvepla, ki po Kreulenu (1952) in Kavčiču (1956) nadomešča v sestavu organskih spojin kisik. Kreulen pravilno predpostavlja, da bo mogoče kaj več reči o zrelosti in kemični konstituciji raškega premoga šele, ko bo podrobneje poznan izvor premoga.

Premogišča nisem podrobno obdeloval. Splošne geološke razmere so podane v pregledu geologije Istre. Razmere v premogišču so podobne kot v Sečovljah, le da so dimenzije večje. Sladkovodni, brakični in morski vplivi se menjavajo. Vseh slojev premoga, ki so tudi dokaj debeli, je blizu 40. Najnižji premogov sloj leži neposredno na krednih apnencih ter se prilagodi erodirani, skrašeni podlagi. Za eksploatacijo primernih je okrog 10 slojev, ki so razdeljeni v več skupin s po nekaj sloji v skupni debelini 1–3 metre.

Raški premog je izredno homogen, pretežno svetlega sijaja brez vidne pasovitosti. Je črn s temnorjavo razo in barvo prahu. V najnižjem »krednem« sloju je premog često zelo trd, v višjih slojih je mehkejši in droblijv. Prelom je v glavnem nepravilen. Tu in tam vidimo rumenkaste vključke drobno porazdeljenega sulfida.

**Petrografski sestav in facies.** Izredno homogenost premoga omenja že Petrascheck (1926/27). Beck (1948) je mikroskopsko preiskal vzorec premoga. Enako Abramski (1948), ki je primerjal sestav s koksavostjo. Bežno omenja petrografski sestav tudi Kreulen (1952).

Mikroskopsko sem preiskal vzorce različnih slojev. Izredna enakomernost premoga zaenkrat upravičuje posplošenje dobljenih rezultatov.

Petrografsko pripada premog vitritu in klaritu. Vitrit prevladuje. Vključuje anorgansko substanco, eksinit in mikrinitu slične maceralije. Z naraščanjem vključkov prehaja vitrit v klarit. Durit in fuzit kakor tudi vmesne stopnje niso udeleženi. Vsebina eksinita je vedno zelo majhna. Kvantitativna izmera kaže povprečno okrog 35 % klarita, ostalo vitrit in 5 do 10 % jalovinskih različkov z več kot 20 % anorganskih primesi.

Vitrinit kot prevladujoča maceralija je pretežno enakomeren. Zanimive so zapolnitve razpok z drugotnim kolinitom. Lokalno opazujemo neizrazito strukturo telinita. Pogostna je izredno drobno porazdeljena anorganska primes. Z naraščanjem te primesi postaja struktura mestoma zrnata ali celo brečasta. Razpršena anorganska primes ter zrnata struktura vitrinita je značilnost v glavnem le najnižjega premogovega sloja.

Eksinit v klaritu pripada polenu, kutikularnim oblikam in bituminitu. Polen je maloštevilen. Podolgastim, tankim oblikam sivorjave barve z izrazitim reliefom pripisujem kutikularno naravo. Najdemo tudi povečini drobne podolgaste vključke bituminita, ki je identičen z opisano maceralijo iz Sečovlj. Kvantitativno ni posebno pomemben. V spodnjem sloju ga je več kot v višjih slojih. Redko ga opazimo na drugotnem mestu v razpokah vitrinita. Za oceno kvantitativne udeležbe bituminita je obseg preiskav premajhen.

Bitumenske komponente v premogišču potrjuje naravni asfalt, ki ga tudi najdemo v premogovniku. Substanca ima videz temnega asfaltnega bitumena. Pod mikroskopom ustreza bituminitu.

Tu in tam opazujemo v vitrinitu tudi sivkaste vključke z nejasnimi notranjimi refleksi. Verjetno gre za smolaste vključke (Hamrla, 1955) kar podpirajo tudi podatki o »trinkeritu« (Jenčič, 1955).

Fuzinit in semifuzinit nista prisotna niti v najmanjših fragmentih.

Sklerotinit zastopajo spore v gručah po vitrinitu. Po debelini in obliki lupine, reliefu in refleksiji je zastopanih več vrst. Združene v skupine dajejo videz sklerocijev.

V vitrinitu višjih slojev najdemo tudi svetle, nejasne vključke, ki se po značilnostih približujejo mikrinitu. Količinsko so nepomembni.

Anorganske primesi v premogu so kalcit, boksit in železov sulfid. Boksit je vezan v glavnem na najnižji sloj ter je lokalno precej nakopičen. Boksitne impregnacije poudarjajo zrnato ali šlirasto strukturo premoga.

Karbonat je stalna primes v premogu. Singenetski karbonat v obliki drobno porazdeljenih kosmičastih zrn je pogosto v neposredni zvezi z boksitnimi disperzijami. Večji del karbonata je epigenetski v obliki tankih žil.

Železovega sulfida v obliki zrn, skupkov in kopač je največ v spodnjem sloju, manj v višjih slojih. Poleg pirita je zastopan tudi drobnozrnat rjavkastorumen različek piritnega gela.

Po sestavi je torej raški premog sličen sečoveljskemu. Tudi pogoji nastanka premoga so morali biti močno podobni. Prevladujoči vitrinit z obilico singenetskega pirita ter popolna odsotnost fuzinita in semifuzinita govore za anaerobne razmere. Prvotno plastično stanje substance jasno kaže šlirasta struktura osnove zlasti v spodnjih slojih, kjer je domnevno tudi relativno največ bituminita.

Petrografske karakteristike podpira tudi kemični sestav premoga (D e r m e l j et al., 1955). Razmerje C/N kot merilo sapropelskih pogojev razkroja v premogišču (N i g g l i, 1952) daje visoko vrednost okrog 38. Visok odstotek dušika (2 %) je najbrž posledica močne dejavnosti bakterij. Nekatere vrste bakterij morejo akumulirati znatne množine dušika (R a n k a m a, S a h a m a, 1950). Visoka vsebina dušika sama že govori za anaerobne pogoje razkroja organske snovi, kajti v aerobnem okolju dušik odide v obliki raznih več ali manj topnih produktov ter se ne ohrani. Bakterije tudi dvigujejo alkalnost okolja s tem, da tvorijo amoniak iz dušikovih spojin, da izrabljajo ogljikovo kislino ter reducirajo sulfate.

Ker opazujemo v višjih slojih manj pirita ter skoraj nobenega bituminita, prevladuje pa vitrinit z relativno znatno udeležbo spor ter neizrazitega kosmičastega mikrinita, sklepamo, da so bili sapropelski pogoji pretvorbe organskega materiala intenzivnejši v spodnjih slojih.

## KEMIJA PREMOGOV

### 1. Splošno

Sečoveljski in vremski premog smo obširno kemično preiskali. Zasedovali smo morebitne izpremembe sestava v posameznih slojih, delih slojev ter utežnih frakcijah. Tu navedem le glavne podatke. Za raški premog je dovolj podatkov v literaturi.

Pripravo vzorcev smo izvedli v laboratorijih Geološkega zavoda. Frakcionirali smo v zmesi benzina, tetraklorešana in bromoforma pri specifičnih težah: 1,3 (1,35), 1,5, 1,7 in 1,9.

Ekstrakcije so bile izvedene v Soxhlet aparatu z benzol-alkoholom 1:1 do brezbarvnega topila. Koks smo določili po metodi Radmacherja. Ogljik in vodik po Denstedtovi metodi, dušik po modificiranem postopku Kjeldahla (ing. Dermelj). Kisik je dobljen iz diference. Celokupno žveplo smo določili po metodi Seutheja, piritno po Radmacherju in Mantelu. Poslednje za kraške premoge odpove ter daje 10–20-krat prenizke rezultate.

Vrednosti za vlago so nekoliko previsoke zaradi nepopolne odstranitve organskih topil.

Osnovni reakciji, kislinska s KOH ter ligninska s  $\text{KNO}_3$  pokažeta:

	KOH (ln)	$\text{HNO}_3$ (1:9)
Sečovlje	rjavo	vinsko rumeno
Vremski Britof	brezbarvno	brezbarvno
Raša	brezbarvno	brezbarvno

Ekstrakt pri ekstrakciji z benzol-alkoholom (1:1) je za Sečovlje rjav z aromatičnim duhom, za Vremski Britof temen s komaj vidno modrikasto fluorescenco topila, za Rašo temen.

## 2. Sečovlje

**Imediatna, elementarna in tehnološka analiza.** Podatke analiz za nekaj skupin slojev z dveh mest v premogišču, ločenih na frakcije, daje 4. tabela. Merodajna je najlažja frakcija, v kateri je vitrinit nakopičen. Pri vzorcih C frakcije –1,3 zaradi anorganskih primesi ni. Povprečen sestav premoga oziroma frakcije –1,3 vsebuje 11. tabela.

Visoka vsebina žvepla dopušča dvojno razlago sestava; ali ga prištejemo k ogljiku ali h kisiku. Tako dobimo dva različna zrelostna stadija premoga. Na nižjo zrelost bi kazala visoka vsebnost hlapnega. Ta pa je vezana na bitumenske komponente v premogu.

Kreulen (1952) je sklepal, da je žveplo v sorodnem raškem premogu vezano v aromatskih obročih. Isto je ugotovil Kavčič (1956). Predpostavljamo, da žveplo nadomešča v sestavu organskih spojin kisik. Strukturno-kemično moremo na ta način razložiti tudi nizko vsebino vlage v premogu, ki s povprečkom okrog 4% ni v skladu z visoko vsebnostjo hlapnega.

Ekstrakcije v benzol-alkoholu (1:1) so dale okrog 12% ekstrakta, v kloroformu okrog 8%. Vsebina bitumena, ki se ekstrahira, je po podatkih za sorodni raški premog odvisna od postopka in topila. V ekstrakt gre najbrž predvsem bituminit. Količina se približno ujema s kvantitativno izmerjeno vsebnostjo bituminita.

Določili smo zgornji toplotni efekt 8 vzorcev zračno suhega premoga, kar daje sežigne toplote suhe, čiste substance med 7095 in 7520 Kal, povprečno 7350 Kal.

Povprečna vsebnost celokupnega žvepla v frakciji –1,3 z okrog 11% je dokaj stalna, v težjih frakcijah pa variira. Z višjimi sloji vsebina pada. Po mikroskopski oceni sodeč gre ta diferenca na račun manjše udeležbe

Kemični sestav slojev premoga iz Sečovelj po frakcijah  
Chemical composition of Sečovlje coal seams fractions

Table 4.

4. tabela

Vzorec Sample			Imediatna analiza							Elementarna analiza					
Profil Section	Sloj Seam	Frakcija Fraction	vlaga Mois- ture	pepel Ash	koks Coke vp*	$S_{cel}$ $S_{tot}$	bitumen hlapno $C_{fix}$		Kzg***	C	H	$S_{cel}$	O	N	
							Bitumen	Volatiles vpp**							
A	I-II	-1,3	6,96	3,15					6965	69,8	6,20	11,7	11,64	0,66	
		-1,5	6,30	10,04	54,20	11,8	12,28	51,25							48,75
		1,5-1,9	5,37	24,95	58,95	12,5	6,10	54,70							46,30
	III-VI	-1,3	3,75	3,01					7333	69,9	5,94	11,2	12,33	0,63	
		-1,5	6,70	7,82	50,08	11,4	13,50	53,43							46,57
		1,5-1,9	7,55	31,58	56,07	8,9	9,07	64,24							35,76
	VII-X	-1,3		5,80					71,8	5,22	11,1	11,13	0,75		
		-1,5	6,55	8,08	51,34	11,2	13,67	52,89						47,11	
		1,5-1,9	7,45	26,49	56,51	9,9		59,10						40,90	
C	I	-1,5	4,75	8,47	53,29	12,1	10,86	51,03	48,97	6743	70,0	5,66	13,2	10,29	0,84
		1,5-1,9	4,60	27,68	58,17	11,7	8,83	57,85	42,15						
	II-IV	-1,5	4,78	10,55	53,35	12,3	10,98	52,98	48,02	6561	70,6	6,52	13,7	8,28	0,88
		1,5-1,9	4,56	25,68	57,24	12,9	8,97	56,79	43,21						
	V-VI	-1,5	6,30	9,45	52,34	11,9	12,15	53,65	46,35	6496	70,4	5,84	13,1	9,87	0,79
		1,5-1,9	4,75	26,27	56,00	10,95	11,20	59,53	40,47						

\* brez vlage; dry basis.  
\*\* brez vlage in pepela; dry-ash-free basis.  
\*\*\* kcal/kg.



piritnega žvepla v gornjih slojih. Sulfatno žveplo je le malo udeleženo. Organsko žveplo je dobljeno iz diference; pripada mu najmanj 90 % od celokupnega žvepla.

Swelling indeks kot parameter spekljivosti znaša pri nižjih slojih 1, pri višjih doseže 2,5 do 3. Dilatacija in kontrakcija sta majhni; v reološkem oziru je premog vseskozi neugoden. Molekularno razmerje  $\frac{H}{O+N}$

kot indeks za presojno koksni sposobnosti znaša 7,4, medtem ko se za normalne koksne premoge ta vrednost giblje med 8 in 12.

Destilacijski poizkus v Fischerjevi retorti (do 520° C) je bil napravljen za dva vzorca frakcije -1,35. Tiljni koks (61 %) je sintran. Vsebnost katrana (18,4 %) je visoka, kar je v zvezi z bitumenom v premogu.

**Sestav pepela in redki metali v premogu.** Povprečno vsebuje frakcija -1,3 le 4 % pepela, frakcija 1,3-1,5 okrog 8,5 % in frakcija 1,5-1,9 okrog 26,5 % pepela. Sestav pepela različnih slojev z dveh mest v premogišču podaja 5. tabela.

Iz iste tabele vidimo, da so na lahko frakcijo vezani v glavnem V, Ni, Mo; bolj na težjo frakcijo Cr, od frakcije neodvisna pa sta Mn in Ti. Sklepamo, da so V, Ni in Mo vezani na organsko substanco, kar se ujema z ugotovitvami Ottejeve (1953).

Domnevamo, da so redki metali v premogu v obliki sulfidov ali pa so adsorbirani na bitumen. Soli teh metalov so bile za časa usedanja rastlinskega materiala prisotne v sedimentacijskem bazenu kot suspenzije ali raztopine. Znano je, da so nekateri asfalti pa tudi nafte izredno bogati z vanadijem in nikljem. Rankama in Sahama (1950) navajata 38,2 % V v pepelu asfalta ter 21,4 % V v pepelu premogov iz Argentine. Na asfalte ter bituminozne kamenine so vezani zlasti V, Ni in Mo.

6. tabela kaže faktor obogatenja redkih metalov v primerjavi z recentnimi rastlinami (Otte, 1953) pri povprečnem pepelu 10 % ter koeficientu usedanja 1/10. Neznatna obogatenja so pri Mo, Ni in Ti, razredčenja pri Cr in Mn. Pri vzporejanju vsebnosti redkih metalov s faciesom ugotovimo za metale, ki so vezani na lahko frakcijo, večje vsebnosti pri limničnem razvoju.

### 3. Raša

Obširne kemične analize raškega premoga so objavljene (Dermelj, 1955); zaradi primerjave povzamem osnovne povprečne podatke v 11. tabeli.

Pepela je 4-16 %. Največ ga je v najnižjem sloju. Ekstrakcija v ben-zolu daje 0,8-3,85 % (vpp); največ v najnižjem sloju. Od celokupnega žvepla 11,2 % odpade 0,75 % na piritno in 0,1 % na sulfatno žveplo; 10,4 % je organsko vezanega.

Premog najnižjega, »krednega« sloja odstopa po lastnostih od višjih slojev. Sestav pepela 6 vzorcev tega sloja z različnih mest, treh višjih slojev in naravnega bitumena, kaže 7. tabela. Neenakomeren sestav je v glavnem posledica različne udeležbe boksitne primesi, ki je največ v najnižjem sloju. V pepelu asfalta je zlasti dosti vanadija.

## Sestav pepela premoga

## Composition of ash

Table 5.

Profil	Sloj	Frakcija	vlaga	pepel	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	CaO
A	I	-1,5	4,16	27,0	19,3	36,2	18,1	2,82
		+1,5	5,31	25,3	23,8	33,7	20,6	3,26
	II	-1,5	6,18	7,78	21,2	22,2	25,0	5,21
		+1,5	4,92	23,1	30,6	33,4	18,5	1,99
	III	-1,5	6,70	8,40	23,5	25,3	13,8	10,38
		+1,5	11,30	23,0	13,8	12,2	9,6	26,1
	IV+V	-1,5	6,80	5,04	23,1	24,1	15,3	9,74
		+1,5	5,50	24,3	30,2	28,2	15,20	7,97
	VI	-1,5	7,11	9,85	20,7	20,7	12,3	16,32
		+1,5	7,81	39,8	16,4	6,70	4,55	26,3
VII	-1,5	6,09	7,99	18,5	17,1	16,6	14,63	
VIII	-1,5	6,38	9,76	21,8	16,4	16,5	14,45	
	+1,5	6,53	37,1	15,7	3,60	4,30	27,76	
IX	-1,5	4,61	6,48	24,1	23,8	15,9	9,77	
	+1,5	7,15	23,10	33,0	27,7	11,0	9,40	
X	-1,5	4,43	6,85	24,1	8,56	25,8	5,07	
C	I	-1,5	4,13	8,47	14,86	25,0	21,0	9,43
		+1,5	4,28	26,02	29,2	28,7	17,1	6,96
	II	-1,5	4,70	10,01	22,46	24,59	18,72	9,60
		+1,5	4,57	23,11	23,44	24,4	18,25	9,45
	III	-1,5	4,40	9,06	20,8	24,7	20,53	9,51
		+1,5	5,08	23,32	15,32	22,5	18,43	14,10
	IV	-1,5	3,85	11,92	17,43	28,6	24,0	5,61
		+1,5	4,57	23,04	20,0	34,3	25,1	3,08
	V	-1,5	5,14	10,28	19,16	27,5	19,67	9,00
		+1,5	6,18	30,55	17,24	27,7	12,5	14,51
	VI	-1,5	4,67	7,45	21,1	18,43	15,60	14,47
		+1,5	4,64	26,90	17,6	19,3	13,3	19,7

iz Sečovelj  
of Sečovlje coal

5. tabela

MgO	Ti	V	Cr	Mo	Mn	Ni	Ca : Mg
0,77	1,12	0,11	0,028	0,002	0,007	0,025	4,37
1,02	0,83	0,069	0,053	0,005	0,004	0,032	3,78
1,62	0,59	0,15	0,031	0,016	0,007	0,038	3,82
1,37	0,99	0,030	0,045	0,003		0,025	1,66
1,55	0,82	0,054	0,031	pod 0,001	0,004	0,022	7,63
0,93	0,48	0,18	0,035	0,002			33,2
2,16	0,60	0,036	0,031	pod 0,001	0,007	0,025	5,18
1,79	0,94	0,020	0,039	0,009			3,16
1,54	0,56	0,080	0,025	0,012	0,006	0,025	12,54
1,45	0,43	pod 0,01	0,018	pod 0,001	0,006	0,011	21,5
2,20	0,57	0,042	0,031	0,014	0,007	0,018	7,63
2,17	0,59	0,12	0,021	0,005	0,004	0,031	7,33
1,24	0,32	pod 0,01	0,012	pod 0,001	0,003	0,011	26,6
2,66	0,72	0,067	0,033	0,017	0,003	0,030	4,19
1,27	0,80	pod 0,01	0,072		0,003	0,021	8,8
1,29	0,35	0,070	0,020	pod 0,001	0,005		4,8
2,24	0,79	0,14	0,055	0,019	0,005	0,034	4,96
1,71	0,84	0,059	0,13		0,008	0,032	4,85
2,01	0,72	0,24	0,048	0,021	0,005	0,044	5,72
0,94	0,74	0,059	0,10		0,006	0,050	12,0
1,99	0,66	0,27	0,053	0,061	0,004	0,040	5,72
0,98	0,64	pod 0,01	0,082		0,006	0,027	17,2
1,93	0,95	0,19	0,048	0,030	0,005	0,044	3,45
1,23	0,94	0,058	0,14		0,006	0,050	2,59
2,15	0,86	1,15	0,038	0,025	0,007	0,036	4,95
1,42	0,86	0,023	0,082		0,005	0,023	12,2
2,08	0,61	0,13	0,030	0,042	0,004	0,035	8,28
2,18	0,61	0,031	0,074			0,024	10,8

Vsebnost redkih metalov v pepelu premoga iz Sečovelj ter faktor obogatjenja  
Rare metals content in the ash of Sečovlje coal and factor of enrichment

Table 6.

6. tabela

Frakcija —1,5

Redki metali	Povprečna vsebnost %	Reducirano na premog		Vsebnost metalov v recentnih rastlinah (Otte, 1953)	Faktor obogatjenja
		s povpr. pepelom 10 % %	s povpr. koe- ficientom usedanja 1/10 %		
Ti	0,8	0,08	0,0008	0,001	8
V	0,1	0,01	0,001	0,0001—0,001	0 — 10
Cr	0,05	0,005	0,0005	0,005	—10
Mo	0,007	0,0007	0,00007	0,0009	1,3
Mn	0,005	0,0005	0,00005	0,001—0,02	—20 — —400
Ni	0,03	0,003	0,0003	0,00015—0,00033	0 — 2

**Sestav pepela nekaterih slojev premoga iz Raše**  
**Composition of ash from some Raša coal seams**

Table 7.

7. tabela

Jama Podlabin

Sloj	pepel %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Ti	Mn	V	Cr
1. (močno jalo- vinast)	52,6	40,6	34,5	7,8	1,3	1,32	1,00	0,014	0,32	0,60
1.	15,3	9,49	15,2	14,6	14,2	7,32	0,40	pod 0,001	0,20	0,28
1.	15,2	10,1	23,5	19,1	20,6	0,83	0,78	0,003	0,65	0,18
1.	9,7	4,14	6,7	11,8	22,3	9,8	0,19	pod 0,001	1,30	0,39
1.	5,1	12,2	3,5	50,0	15,7	—	0,41	pod 0,001	1,40	0,22
1.	12,1	17,8	43,8	8,3	20,7	3,69	0,61	0,09	0,33	0,52
2.	11,4	8,24	7,6	29,8	19,5	2,59	0,35	pod 0,001	0,46	0,20
5.	3,8	6,33	11,5	7,6	32,3	4,26	0,25	pod 0,001	0,09	0,16
10.	11,1	3,62	1,67	1,8	35,0	3,48	0,45	pod 0,001	0,13	0,04
Asfaltni bitumen	1,69	5,59	5,6	cca 50	18,9	1,0	—	—	1,95	0,37

#### 4. Vremski Britof

**Imediatna, elementarna in tehnološka analiza.** 8. tabela kaže sestav nekaterih premogovih slojev z različnih mest jam Jadran IV in Zavrhek, ločenih po frakcijah. Povprečen sestav premoga podaja v primerjavi s sečoveljskim in raškim premogom 11. tabela.

Zaradi karbonatov v premogu je odstotek hlapnih snovi nekoliko previsok.

Odstotek vodika je za višino ogljika normalen, dušika pa je sorazmerno precej. Visoka vsebnost žvepla je dokaj enakomerna ter neodvisna od lege sloja. Piritnega in sulfatnega žvepla je zelo malo. Skoraj v celoti je žveplo organsko vezano. Ekstrakcije dajo izkoristek povprečno 1,1 % (vpp).

Zgornji toplotni efekt vzorcev zračno suhega premoga frakcije —1,35 daje vrednosti med 8049 in 8338 Kal, kar ustreza sežigni toploti med 8435 in 8620 Kal, povprečno 8500 Kal.

Spekljivost in koksavost vremskega premoga sta ugodni. Swelling indeks svežega premoga znaša 7–8 %, pri oksidiranih vzorcih takoj pade celo na 1. Dilatacije so različne, pri svežih vzorcih v splošnem visoke, pri drugih z istim indeksom nizke. Kontrakcija znaša 17–20 % brez ozira na vrednost indeksa in dilatacije. Pri majhnem številu poizkusov tega zaenkrat še ni mogoče razložiti.

Destilacijski poizkus na dveh vzorcih daje povprečno 8,35 % katrana, visoko vsebino koksa (83,5 %) in malo tiljne vode (1,3 %). Podobne rezultate dajejo normalni črni premogi z enako vsebino ogljika in hlapnega.

**Sestav pepela in redki metali v premogu.** 9. tabela podaja sestav pepela skupin premogovih slojev z vodne proge v jami Jadran IV. Največji del kremenice, glinice, železa in titana je vezan na lahko frakcijo, kar govori za singenetski značaj primesi. V težji frakciji prevladuje le kalcij. Pomembna je nizka vsebnost železa. Magnezij je — kot v Sečovljah — vezan na lahko frakcijo ter ne gre paralelno s kalcijem; sklepamo, da magnezij ni kot karbonat v jalovini, ampak v premogovi substanci.

Med elementi v manjših koncentracijah so V, Cr in Ni močneje udeleženi v lažji frakciji, iz česar sklepamo, da so prvenstveno vezani na organsko snov. Stopnjo obogatjenja kaže 10. tabela. Koncentrirani so isti metali kot v Sečovljah, vendar so obogatjenja pri nekaterih večja. V skladu z razmerami v Sečovljah domnevamo, da so bile limnične anaerobne razmere v premogiščih kopičenju redkih metalov bolj ugodne kot brakično-morske.

#### KLASIFIKACIJA PREMOGOVI

Problem splošno uporabne klasifikacije premogov še ni rešen. Razne vrste različno zrelih premogov z neenako kemično konstitucijo je težko zadovoljivo karakterizirati. V ta namen so bili uporabljeni najrazličnejši parametri.

Kemični sestav slojev premoga iz Vremskega Britofa po frakcijah

Table 8.

Chemical composition of Vremski Britof coal seams fractions

8. tabela

Vzorec		Imediatna analiza									Elementarna analiza					
Sloj	Frakcija	vlaga	pepel	S <sub>cel</sub>	S <sub>pir</sub>	S <sub>sulf</sub>	S <sub>org</sub>	hlapno			Kzg	C	H	N	O	S <sub>cel</sub>
								C <sub>fix</sub>	bitum.							
Jama Jadran IV																
zg. skupina																
zgornji sloj	-1,35	0,77	3,95	9,3	sled	sled		21,02	87,98	1,30	8180	80,07	4,67	1,25	4,32	9,69
gl. skupina	-1,35	0,62	3,72	11,1	sled	sled		24,45	75,55	0,65	8117	80,0	4,41	1,12	2,92	11,55
zgornji sloj	-1,5	0,73	5,33	10,1	0,03	0,024	9,05	28,92	71,08							
	1,5-1,9	1,04	30,07	8,6	0,19	0,085	8,33	32,91	67,09							
gl. skupina	-1,35	0,73	3,52	9,1	sled	sled		18,25	81,75	1,06	8220	83,0	4,58	0,97	2,01	9,44
srednji sloj	-1,5	0,56	4,63	8,9	0,019	0,022	8,86	22,77	77,23							
	1,5-1,9	0,84	23,0	6,5	0,054	0,04	6,41	31,71	68,29							
gl. skupina																
spodnji sloj	-1,35	0,49	7,1	8,60	sled	sled		22,84	77,16	1,02	7615	84,2	4,45	0,95	2,14	9,26
Jama Zavrhek																
I. prem. hor.																
gl. sloj	-1,35	0,97	3,99	8,9	sled	sled		23,18	76,82	2,89	8075	81,0	4,34	0,96	4,43	9,27
II. prem. hor.	-1,35	0,36	3,09	8,7	sled			25,90	74,10	0,61	8338	82,7	4,50	0,98	2,84	8,98
	-1,5	0,61	5,01	7,8	0,012	0,017	7,77	26,14	73,86							
gl. sloj	1,5-1,9	0,58	29,0	5,14	0,03	0,023	5,09	44,45	55,55							

**Sestav pepela premoga iz Vremskega Britofa**  
**Composition of ash of Vremski Britof coal**

Table 9.

9. tabela

Jama Jadran IV; vodna proga

Skupina	Sloj	Frakcija vlaga pepel			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	CaO	MgO	Ti	V	Cr	Mo	Mn	Ni	
krovnin- ska	zg. del 2+3	-1,35	0,39	5,35	12,94	15,38	2,02	34,00	4,79	0,29	1,67	0,21	-0,001	-0,001	-	
		+1,35	1,55	23,8	6,83	5,14	0,80	39,40	0,88	1,12	0,25	0,048	-0,001	-0,001	0,009	
	sr. del 4+5+6	-1,35	0,89	5,29	19,68	16,20	2,46	13,88	4,60	0,35	1,80	0,27	-0,001	-0,001	0,049	
		+1,35	4,89	18,8	10,53	7,56	1,59	33,86	0,80	0,19	0,54	0,19	-0,001	-0,001	0,040	
	sp. del 7+8	-1,35	1,12	6,5	10,09	11,01	1,36	18,94	5,02	0,22	1,95		-0,001	-0,001		
zgornja	zg. del 9+10	+1,35	8,47	20,1	10,58	7,77	1,50	32,23	0,79	0,20	0,87	0,22	-0,001	-0,001	0,034	
		-1,35	0,33	4,22	22,76	23,08	2,56	11,46	4,21	0,53	1,80	0,26	-0,001	-0,001	0,13	
	sp. del 11+12	+1,35	1,34	18,2		8,49	8,02	2,93	34,23	0,71	0,20	0,74	0,079	-0,001	-0,001	0,046
		-1,35	0,41	4,19	2,90	13,08	0,91	23,90	1,67	0,25	1,02	0,23	-0,001	-0,001	0,053	
		+1,35	2,70	26,1	0,67	1,62	0,34	47,36	0,57	0,043	0,050	0,038	-0,001	-0,001	0,013	
glavna	13	-1,35	0,62	3,73	19,55	19,71	2,94	12,39	4,86	0,43	2,73	0,20	-0,001	-0,001	0,18	
		+1,35	1,81	15,3	5,71	5,24	1,10	39,09	0,71	0,11	0,61	0,16	-0,001	-0,001	0,041	
talninska	14+15	-1,35	1,10	4,91	6,94	22,61	3,14	16,99	4,00	0,28	4,18	0,53	-0,001	-0,001	0,12	
		+1,35	3,25	17,2	32,62	30,36	2,60	12,33	0,87	0,56	0,99	0,32	-0,001	-0,001	0,076	



Vsebnost redkih metalov v pepelu premoga iz Vremskega Britofa  
ter faktor obogatjenja

Rare metals contents in the ash of Vremski Britof coal  
and factor of enrichment

Table 10.

10. tabela

Frakcija – 1,35

Redki me- tali	Povprečna vsebnost %	Reducirano na premog		Vsebnost me- talov v recent- nih rastlinah (Otte, 1953) %	Faktor obogatjenja
		s povpr. pepelom 5 % %	s povpr. koeficien- tom useda- nja 1/10 %		
Ti	0,34	0,017	0,0017	0,001	1,7
V	povpr. 2,5	0,125	0,0125	0,0001 – 0,001	12,5 – 125
	max. 4,15	0,221	0,0221		22 – 222
Cr	povpr. 0,27	0,013	0,0013	0,005	– 3,8
	max. 0,53	0,026	0,0026		– 1,9
Mo	< 0,001	< 0,00005	0,000005	0,0009	– 188
Mn	< 0,001	< 0,00005		0,01 – 0,02	– 200
Ni	povpr. 0,10	0,005	0,0005	0,00015 – 0,00033	3,3 – 1,5
	max. 0,18	0,009	0,0009		6 – 2,7

Pri klasifikaciji po elementarni analizi moremo vse tri premoge dokaj dobro uvrstiti, ako upoštevamo namesto kisika vsoto kislina in žvepla. Za sečoveljski in raški premog je vsebnost vodika nekoliko visoka, pri vremskem pa je za njegovo količino ogljika prenizka. Tako padeta po Seylerjevi shemi prva dva visoko v »per« območje, vremski pa med mnogo zrelejši »sub« različke. Podobno je v Mottovi klasifikacijski shemi (Francis, 1954).

V Francisovem klasifikacijskem diagramu (1954) se osnovni parametri C, H, O + S (+N),  $K_{2K}$  ter hlapno dobro ujemajo. Sečoveljski premog spada po položaju v diagramu, ki ga kaže 13. slika, v 1. podskupino netrdnega rjavega premoga blizu prehoda v trdne rjave premoge. Raški premog pripada isti skupini, vendar 2. podskupini trdnega rjavega premoga na prehodu k 3. podskupini (subbituminous coal). Oba ležita v perhidričnem območju. Vremski premog spada že v skupino »bituminoznih« premogov (bituminous), nekako v prehod med skupinama 1. in 2. v subhidričnem območju.

Ako torej manjkajoči kisik nadomestimo z žveplom, pripadata raški in sečoveljski premog še območju rjavih premogov z nekoliko večjo vsebnostjo bitumenskih komponent, vremski pa manj karbonificiranim črnim premogom s povečano udeležbo inertnih komponent.

V diagramu vidimo še položaj asfaltskega bitumena iz Raše, bitumena (kerogena) iz spropelskih apnencev ter ekstrakta (v benzol-alkoholu) iz sečoveljskega premoga. Sestav teh različkov kaže 12. tabela.

Strukturno-kemične preiskave obravnavanih premogov v smeri, ki jo je nakazal van Krevelen (1956) z metodo statistično-konstitutivne analize, bi mogle bolj pojasniti ali osvetliti njihov izreden značaj ter jih točno opredeliti. Nekaj podatkov, ki jih je izračunal van Krevelen (Kreulen, 1952) za raški premog, ne osvetljuje dovolj zrelosti premoga, ki je ostala zaenkrat po kemični poti še nedoločena.

### 1. Uvrstitev po klasifikacijskem sistemu CODE

Dokaj razširjen način klasifikacije nima znanstvenega pomena, pač pa je uporaben za tehnično-trgovsko uvrstitev premogov. Vsaka točna klasifikacija premoga mora biti izvedena izključno le na vitritu kot karakteristični, enotni komponenti premoga. CODE klasifikacija pa zajema premog kot celoto ter dopušča celo do 10 % pepela.

Nekoliko večja je vrednost klasifikacije, ako upoštevamo najlažjo frakcijo premoga, v kateri je nakopičena vitritna komponenta. To sem upošteval tudi v danem primeru.

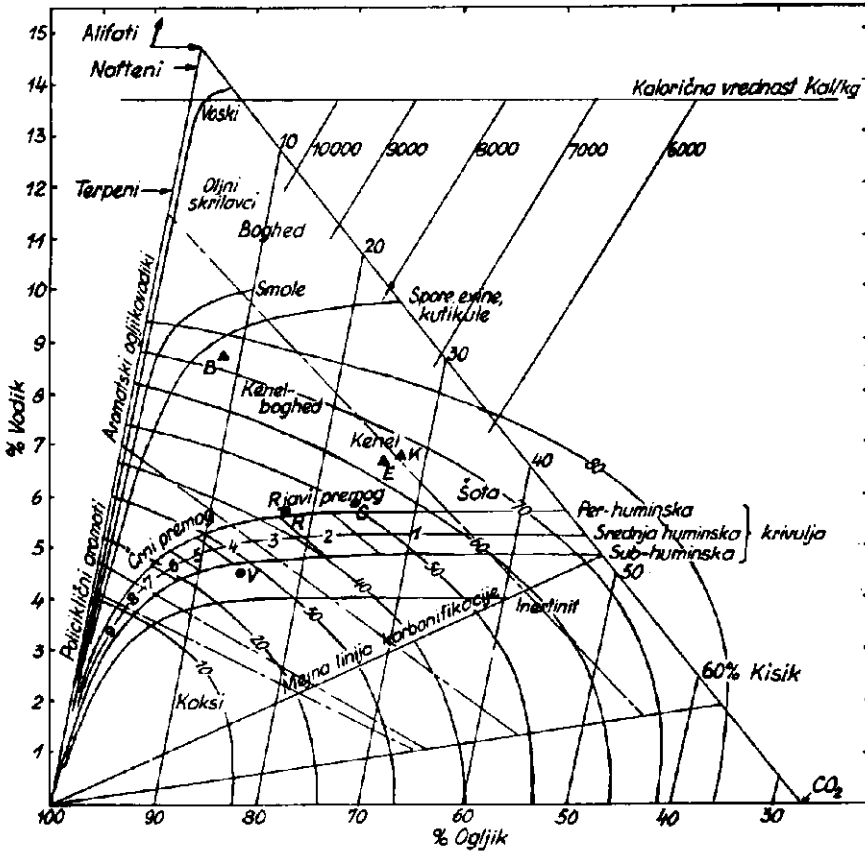
Sečoveljski premog s klasifikacijskim številom 711 spada v skupino VI, ki jo označuje slaba spekljivost in koksavost ter sintran, slabo napihnjen koks.

Za raški premog navaja Lavrenčič (1956) število 634, za slabo koksav premog »krednega« sloja tudi nižje število.

**Premogi in bitumenski različki v Francisovem  
klasifikacijskem diagramu**

Fig. 13

**Coals and bituminous constituents in Francis's  
rational classification chart**



- |                    |  |
|--------------------|--|
| ● S Sečovelje      | ▲ B Naravni bitumen, Raša                                  |
| ● R Raša           | ▲ K Kerogen iz saprop. apnenca, Sečovelje                  |
| ● V Vremški Britof | ▲ E Ekstrakt iz sečoveljskega premoga (benzol-alkohol 1:1) |

## Povprečne elementarne karakteristike premogov

## Average ultimate characteristics of coals

Table 11.

11. tabela

Frakcije — 1,3

	Sežigalna toplota) (zračno suho) kcal/kg	hlap- no	C <sub>fix</sub>	C <sub>fix</sub> hlapno	C	H	S <sub>cel</sub>	N	O	O + S	C + S	C H	O H	O + S H
Sečovlje	7095 — 7520	50	50	1	70,4	5,9	11,0	0,75	11,95	22,95	81,4	12	2	3,9
Raša	7750 — 8025	49	51	1,04	77	5,7	11,2	2,0	4,1	15,3	88,2	13,5	0,7	2,7
Vremski Britof	8435 — 8620	26	74	2,84	81,8	4,5	9,9	1,1	2,7	12,6	91,7	18	0,6	2,75

## Kemični sestav bitumenskih različkov

## Chemical composition of bituminous substances

Table 12.

12. tabela

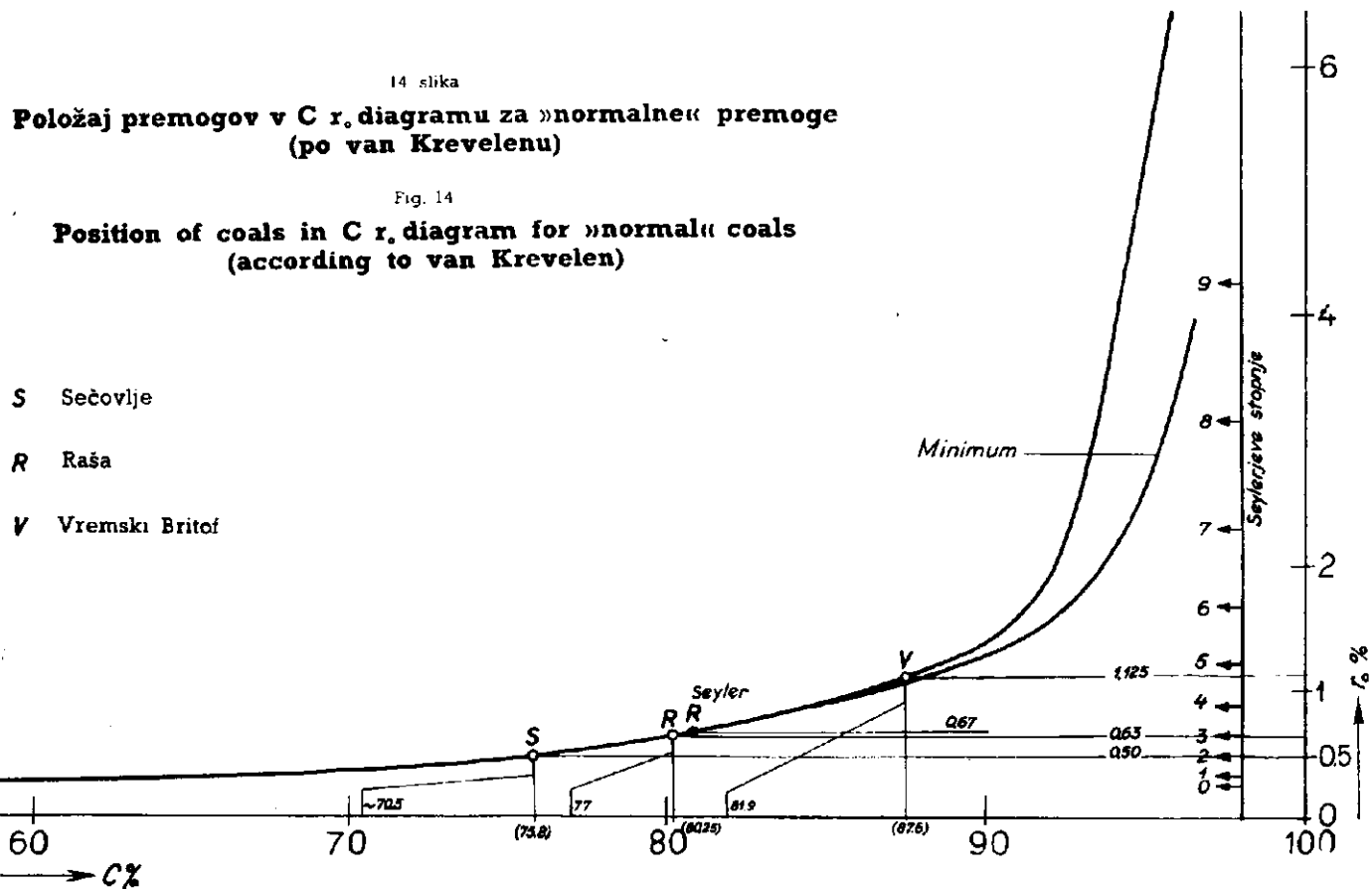
	vlaga	pepel	ekstrakt benz. alk. 1:1	C	H	S <sub>cel</sub>	N	O	O + S
	vpp								
Asfaltni bitumen iz Raše	0,0	1,69	99,0	83,1	8,7	7,6	0,12	0,48	8,08
Ekstrakt sečoveljskega premoga (benz.-alk. 1:1)		0,0		67,6	6,62	11,9	0,66	13,12	25,02
Ekstrakt sapropelskega apnenca (benz.-alk. 1:1)						8,62	0,99		
Bitumen iz sapropelskega apnenca	2,0	27,3	23,9	66,1	6,8	13,5	1,44	12,16	25,66

14 slika

### Položaj premogov v C r. diagramu za »normalne« premoge (po van Krevelenu)

Fig. 14

### Position of coals in C r. diagram for »normal« coals (according to van Krevelen)



Vremski premog s klasifikacijskim številom 434 spada v skupino Vb, ki obsega koksave črne premoge z 20–30 % hlapnih snovi.

Raški in sečovljski premog pripadata še območju manj zrelih premogov s slabo spekljivostjo ter zelo slabo koksavostjo. Če to velja za sečovljski premog, nikakor ne velja za raškega, kar kaže omejeno veljavnost in vrednost klasifikacijskega sistema CODE.

## 2. Merjenje moči odboja svetlobe

Med fizikalnimi parametri sem določil le moč odboja svetlobe obravnavanih premogov. Za premoge z normalno kemično konstitucijo zaenkrat velja, da je odboj svetlobe optična konstanta, neposredno proporcionalna doseženi zrelosti.

Znano je, da je Seyler prišel do zaključka o nezveznem stopnjevanju refleksije z rastočo zrelostjo premoga. Seylerjevo ugotovitev, ki je obetala za študij konstitucije premogov velik pomen, so v začetku nekateri raziskovalci potrdili, drugi ovrgli. Danes velja, da nezveznosti odboja svetlobe v odvisnosti od zrelosti premoga ni. Obstoj pa neposreden odnos med odbojem svetlobe in strukturno-kemično zgradbo premoga (Van Krevelen, 1956). Preračunavanja Van Krevelena kažejo, da je refleksija v zvezi z benzolovimi jedri in prostimi elektroni v ravninah teh jeder. Kreulen (1952) je domneval, da utegne vitrit z organskim žveplom, ki je vezano v obročih, moč odboja svetlobe občutno znižati. Na znižanje moči odboja v premogu, ki je bogat z organskim žveplom, sklepa tudi Stach (1955) ter smatra pojav kot eno od možnosti za odstopanja od Seylerjevih trditev. Na nižjo moč odboja nekaterih z žveplom bogatih premogov iz Porurja sklepa tudi Teichmüllerjeva (1955), ki pa navaja povečan odboj umetno sulfuriranih premogov (1954).

Doslej edino meritev na raškem premogu je izvedel Seyler, ki je dobil vrednost  $r_0 = 0,67$  v olju, čemur ustreza reflektančno število 3 (Kreulen, 1952).

Meritve sem izvedel z Berekovim fotometrom. Uporabljal sem cedrovo imerzijo ter Leitzov objektiv 8 mm. Pri zadostnem številu opazovanj so rezultati enakovredni objektivnim postopkom (Van Krevelen, 1954). Vrednost odboja sem primerjal z izotropnim presekom kremenca. Težave so le zaradi enakih lomnih količnikov olja in kremenca. Meril sem v monohromatski svetlobi ob uporabi Leitzovega zelenega filtra 53. Izvršil sem več meritev s po 10 odčitki. Srednje vrednosti odboja v olju so naslednje:

	$r_0$
Sečovlje	0,50
Raša	0,63
Vremski Britof	1,125

Vrednost za Sečovlje ustreza Seylerjevi stopnji (reflektančnemu številu) 2, za Rašo stopnji 3, medtem ko za Vremski Britof pade med stopnjo 4 in 5.

Iz 14. slike, ki kaže odnos refleksije do zrelosti premoga, kot ga podaja Van Krevelen (1954), oziroma iz primerjave izmerjenih vrednosti z ustreznimi podatki sledi, da le-te ustrezajo znatno višjim vsebnostim ogljika. Vrednost za Vremski Britof pade v pričetek anizotropnega območja, kar se potrjuje s komaj zaznavno anizotropijo tudi pod mikroskopom.

Ker je Van Krevelenova krivulja  $r_0/C$  sestavljena po podatkih meritev na »normalnih« premogih, sklepam, da imajo premogi z visoko vsebnostjo organskega žvepla znatno večjo moč odboja svetlobe kot sicer »normalni« premogi z isto vrednostjo ogljika. Ugotovitev je torej nasprotna navedeni domnevi Kreulena in Teichmüllerjeve ter trditvi Stacheja, da organsko vezano žveplo moč odboja pri določeni vsebnosti ogljika niža.

Vrednosti odboja opredeljujejo premoge med bolj zrele kot pa kažejo vsebnosti ogljika. Moč odboja vitrita ni neposredno proporcionalna vsebnosti ogljika.

### VPLIV METAMORFOZE IN ZRELOST PREMGOV

Zrelost normalnih premogov primerjamo med seboj po vsebnosti ogljika. Pri anomalnih premogih pa je vprašanje, kaj je merodajno za oceno zrelosti; ali stopnja refleksije ali vsebnost ogljika? Razlike v vsebini ogljika so delno tudi petrografsko pogojene. Zato smemo primerjati le vitrite raznih premogov.

Relativne zrelosti vseh treh premogov, tako po vsebini ogljika kot odboju, si približno ustrezajo. Razmerja, podana z odstotno vsebnostjo ogljika so:

	po kemičnih analizah (a)	po odboju svetlobe (b)	$\frac{b}{a}$
Sečovlje	70,5	75,8	1,075
Raša	77,0	80,25	1,042
Vremski Britof	81,9	87,6	1,07

Za doseženo zrelost nekega premoga so poleg začetnih biokemičnih procesov merodajni še metamorfni vplivi. Dinamični vplivi, to je pritisk in torna toplota, imajo le majhno vlogo pri metamorfozi. Odločujoč pomen gre geotermičnim vplivom zaradi povišane temperature pri pogreznjenju v določeno globino (Teichmüller, 1954, Francis, 1954).

Debeline nekdanjih pokrovov nad obravnavanimi premogišči ne poznamo. Moremo jih približno oceniti. Debelina plasti pod flišem je za Vremski Britof okrog 900 m, za Labin (Rašo) 500 m, za Sečovlje 170 m. Debelina fliša v labinskem bazenu je po Šikiću (1953) največ okrog 500 m. V tržaško-koprski kadunji predpostavljamo najmanj 800 m fliša. Ako dodamo zaradi erozije vsaj še kakšnih 200 m, moremo povprečno računati z najmanj 1000 metrov debelo plastjo flišnih sedimentov.

Debeline odloženih plasti nad premogovimi sloji ter pripadajoče temperature pri normalni geotermični stopnji  $33 \text{ m}/1^\circ$  bi bile potemtakem:

Vremski Britof	1900 m	$58^\circ$
Raša	1500 m	$45^\circ$
Sečovlje	1170 m	$35^\circ$

Ako vzporejamo te vrednosti s podatki, ki jih diagramsko podaja Francis (1953, 1954) za določene zrelostne stopnje, vidimo, da bi morali imeti normalni premogi pri navedenih geotermičnih pogojih znatno višje vsebnosti ogljika kot jih obravnavani trije anomalni premogi dejansko imajo. Vsebnosti ogljika iz Francisovega diagrama se dobro ujemajo z vsebnostmi, določenimi po moči odboja svetlobe glede na normalne premoge. Iz tega sledi, da bi za zrelostno stopnjo, ki jo kažejo po vsebnosti ogljika in tudi moči odboja vsi trije premogi, zadoščal že sam normalen geotermični metamorfni vpliv. Biokemični faktorji v začetni fazi zorenja so bili potemtakem brez posebnega vpliva na doseženi zrelostni stadij. Vpliv intenzivnega bakterijskega razkroja utegne biti bolj kvalitativen glede smeri poteka reakcij pri izpreminjanju organske substance.

Presoja drugih metamorfnih faktorjev je težavna. Vlogo dinamičnih vplivov metamorfoze izključujem, enako tudi morebitni pomembnejši vpliv katalitskega učinkovanja težkih metalov (Mackowsky, 1954) ali vpliv radioaktivnega izžarevanja (Teichmüller, 1954). Le-to bi moglo imeti določeno vlogo pri nastanku bitumenskih komponent v premogu. Znano je namreč, da se pri obsevanju z alfa žarki maščobne kisline in njihove soli dekarboksilirajo (Seyer, 1952).

Tudi presoja geotermične metamorfoze kaže na višjo zrelost premoga kot pa jo podaja vsebnost analitsko določenega ogljika. Pri tem predpostavljam zadostno točnost geotermičnih in Francisovih podatkov. Vsebnost ogljika v premogih z anomalno visokim žveplom ni merilo zrelostnega stadija v istem smislu kot to velja za »normalne« premoge. Premoge z neenakim kemičnim sestavom je primerneje med seboj primerjati po moči odboja svetlobe.

## V. ZAKLJUČEK

Pri premogiščih v Istri se nekdanji kras odraža v razgibani morfologiji podlage terciarnih plasti. V globelih in kotanjah je najprej in v največji meri prišlo do nastanka premoga. Odvisnost položaja premogovih slojev od oblike podlage je značilna; premogišča pripadajo tipu talnih slojev. Naslednja značilnost je udeležba boksita na skrašeni podlagi ter med anorganskimi primesmi premoga. Novo nastali sedimenti kot prikamenine premoga so izključno apnenci, ki so kemične, biokemične pa tudi drobno klastične psamitske usedline.

Premog je nastajal v globlji, mirni stoječi vodi v izključno anaerobnem alkalnem okolju, ki je bilo pretežno sladkovodno pa tudi morsko. Dejavnost bakterij je neposreden vzrok obilici žvepla v premogih pa tudi



v boksitu. Proces zorenja ni potekal samo v smeri karbonifikacije pač pa tudi v smeri nastanka bitumenskih substanc. Pri istih pogojih metamorfoze je mogel biti zato merodajen le izhodni organski material, oziroma biokemični stadij diagenese. Premog pripada humulitno-sapropelitnemu tipu. Bitumenski različek v premogu smatramo kot novo maceralijo, ki je značilna za navedene pogoje nastanka.

Nasprotno v vremskem območju, oziroma v severnem produktivnem pasu, ni bilo krasa med nastajanjem premogišča, ki zato pripada tipu konkordantnih premogovih slojev. Tudi tu je prikamenina izključno apnena, pretežno organogena fitogena. Boksitov ni, tudi bitumenskih komponent ne. Dejavnost bakterij se kaže v visoki vsebnosti organskega žvepla. Sklepamo, da je bilo v primeri s Sečovljami okolje bolj razgibano ter manj anaerobno.

Recentni kras z erozijsko-korozijsko podzemno dejavnostjo je za opredelitev premogišč brez pomena. Pojavi so odvisni le od slučajnega položaja premogišč nad erozijsko bazo. V Vremskem Britofu so številni, v Sečovljah jih ne opazimo.

Med Sečovljami in Rašo na eni ter Vremskim Britofom na drugi strani so torej v nastanku pomembne razlike. Premogišči Sečovlje in Rašo moremo po zgoraj navedenih morfoloških in genetskih potezah opredeliti kot poseben kraški tip premogišč. Vremski Britof in ostala nahajališča premoga v severnem pasu ne spadajo med premogišča kraškega tipa.

Vprašanje kemijske strukture premogov z visoko vsebnostjo organsko vezanega žvepla in s tem v zvezi ostalih fizikalnih karakteristik še niso rešena. Vsebina ogljika v takšnih premogih ni merilo zrelostnega stadija v primerjavi z »normalnimi« premogi. Možnost primerjave pa daje moč odboja svetlobe na vitrinitu.

Nadaljnje preiskave analognih premogišč sredozemsko-podonavskega pasu morejo dosedanje predpostavke in ugotovitve še dopolniti.

## ON THE CONDITIONS OF ORIGIN OF THE COAL BEDS IN THE KARST REGION

Among the numerous coal beds of north-western Yugoslavia there are some in Slovene coastland and Istria. The beds belong to the youngest Mesozoicum and to the oldest Tertiary. Stratigraphically, the region is one of the most important in Europe, especially in connection with morphological and hydrological peculiarities of karst phenomenon. Comparing with other coals those show some differences.

I intend to treat first of all the coal beds of Vremski Britof (called also Timav) and those of Sečovlje in the Slovene coastland, as well as those of Raša in Istria. The work was done in 1955/56.

Stache was the most prominent geologist of those working in the past century in Istria and Slovene coastland. His investigations were the basis for all works later on. He excepted the beds between the Cretaceous

and Eocene as a special formation, called first the Kozina beds, later on Liburnian stage or Protocen. Stache divided the Liburnian beds in three parts: the Lower Foraminifera limestone, the medium Kozina beds, and the Upper Foraminifera limestone. He was fond of the idea, the Lower Foraminifera limestone belongs to the Danian and the Kozina beds should give the start of the Tertiary.

The Italian geologists did not agree with Stache's division of the beds. They have combined all sediments between the white Cretaceous limestone and the marine beds of Eocene into Spilecciano beds, which contain the interval between the Danian and the lower Lutetian.

Some of our geologists thought in the last time, the Liburnian stage should belong completely to Paleocene. Generally the conditions were not clear, as in the Slovene coastland the transition of the Cretaceous sedimentation in that of the Tertiary one is gradual, meanwhile in the Istria both formations are separated by more or less characteristic unconformity.

The upmost part of the Eocene is flysch. This youngest sedimentary unit conformably overlays the older beds and is some hundred metres thick. Some geologists consider the flysch sedimentation extended into Oligocene.

In Istria the bauxite deposits are connected with the previous erosional surface of the Upper Cretaceous limestone and have been formed due to regression at the end of this age. Terra rossa is formed still today. The process started in Miocene and culminated in the glacial epochs.

Tectonically Istria and Slovene coastland belong to the Dinaric region with the characteristic orographic direction. The area is built up of three great anticlines and synclines.

The main tectonic activity took place in the posteoocene time, some folding took place before the Eocene marine transgression. Epirogenetic movements arised in Neogene.

The limestone region is typical karst. The karstifying started with the neogenic emersion. The karstified area extends on some places pretty deeply below the present sea level.

The coal area is divided into two parts. In the northern one between Trst and Pivka, the coal seams are included in the transitional limestone beds between Cretaceous and Tertiary. The only active colliery is that of Vremski Britof. In the southern one between Sečovlje and Raša, the coal seams are intercalated in the lowest beds of the transgressive Tertiary. Only two mines are working here: that of Sečovlje and the Raša one.

I have searched the coal beds of Vremski Britof on the surface as well as underground, employing the boreholes too. There are 14 boreholes in addition of which three new ones have been drilled during 1955. The beds including the coal are exclusively limestone beds. The marine neritic and littoral sedimentation of Upper Cretaceous passed gradually over into brackish lagunal and fresh water one with shortly lasting intermediate marine influences. They returned by brackish phase back into

the marine one of the Tertiary. The boundary between the Cretaceous and the Tertiary is an explicit marine horizon, about 10 m thick. It includes besides of marine snails and Foraminifera some rare small autochthonic Rudists, not appearing any more in upper beds.

The coal in form of variable seams is allied with the fresh water horizons. They are five of them. The lower three ones are in the Cretaceous part of beds below the marine horizon, the upper two ones in the Paleogene part of them. The lowest two are mineable, representing lenticular seams of coal the thickness of which is 0,2–1,5 m. Limestones contain fresh water fauna and are locally extraordinarily rich with Characea flora.

In the limestone beds there are numerous karst caves tightly filled up by loam, sand and cave breccia. The coal seams have been often eroded.

According to the faunistic as well as petrographic characteristics of the sediments the uplift in the time between Cretaceous and Tertiary graded into extensive shallowing of the sea, alternating with the limnic conditions in which the coal beds have been formed. At the time of the marine influences the coal forming receded, but it was renewed in the next limnic phase. The coal seams have a form of large lenses in limestone. Their forming was thus locally given by favorable conditions, which for the time allowed the prevailing of the organic phitogenic sedimentation over the anorganic one. As the coal is very intimately connected with the fine-grained microcrystalline limestone, we can conclude the coal has been formed in fairly deep water. The main part of the initial coal material should belong to the lower organized water plant, first of all to Characeas, and similar ones.

In the northern area the transition beds between the Mesozoic and the Tertiary form a special unit due to their development. We could retain for them the Stache's nomination of the Liburnian beds. They have to be divided stratigraphically into Danian and Paleogenic part. The dark limestones with coal which repeat to occur in the intermediate beds, we can call the Kozina beds, the expression being used only as the facial one but not as stratigraphic one.

The coal field of Sečovlje forms a local basin in the northwestern part of the Trst–Koper Paleogene syncline. The coalbearing beds are outcropping in small patches only, the main part of them being covered by the Dragonja river alluvion. On the surface the flysch sediments prevail. Thus, the geologic features in the mine were the object of detailed examination. The data of some 145 boreholes were of great use. The last two of them have been drilled in 1955 near to Izola.

The following beds form the Tertiary series; the sandstone and marl of flysch grade into glauconite limestone and Foraminifera limestone downwards. According to the prevailing Foraminifera we can distinguish Nummulite, Alveolina and Miliolida limestones. The lowest part of the beds has been formed in fresh water. The thickness of this horizon, containing coal seams, amounts only some metres. The Miliolida-alveolina

horizon is 10 to 25 m thick, the Nummulite one 80 to 100 m in the area examined.

The first coal seam in an average thickness of about 0,7 m lies directly on the calcareous Upper Cretaceous erosional surface. The following coal seams are thinner. There are at most 20 of them, but regularly only about 7 of them can be found. The thickness of the seams as well as that of the intercalations is varying in great extent, therefore the parts of the coal beds mineable are distributed very irregularly. The greater part of the coal is accumulated in the hollows of the footwall, where the number and the thickness of the seams is greater.

The tectonic in the Sečovlje mine is moderate. There are many small vertical faults. A moderate overthrust of the Tertiary beds on the Cretaceous ones could be stated, being caused of the bending of the syncline. Because of the displacement the coal beds are deformed and the tectonic breccias have been formed.

The coal beds contain some fossil flora (determined by N. Pantić, Belgrade), belonging to the typical tropic Paleogene flora of the Poltava type. The absence of the Conifera of the *Sequoia* genus is significant, as they are very frequent in similar floras. As well significant is the complete absence of the Characea. Fossil fauna is pretty frequent. As it can indicate the facies only, it was determined by genera only. The fauna is composed of fresh water and marine forms. This is a new important moment in the knowledge of the Paleogene of north-western Istria.

There is a relation between the facies of the coal beds and the Cretaceous footwall morphology as well as the number of the coal seams and the thickness of them. The fresh water facies in the lowest part of the Tertiary beds is limited mainly in the hollows on the uneven erosional surface. Principally the marine facies is developed upwards, but locally both are interchanged also. The coal is bound on both of them, the thicker coal seams finding place in the fresh water facies. With prevailing marine influence their number and the thickness are decreasing.

The coal seams occur in limestone. There are fine-grained limestones, but locally even sandy limestones and calcareous sandstones. The first ones correspond with the fresh water facies, the grained ones with the brackish-marine facies prevailingly. Fine-grained limestones are very frequent globular textured. They should be formed due to the sedimentation of the limestone out of the saturated solutions. The grainy limestones should be of chemical origin as well as of biochemical one with local participation of exclusively calcareous psamitic constituents. Fine-grained limestones prove the calm phase of anorganic sedimentation, being interrupted from time to time by the deposition of the initial coal substance. That happened in the time of the shallow phases, as there are some incharacteristic breccias immediately beneath the coal itself. At the end of organic deposition fine sand has been transported sometimes. We find it as calcareous sandstone in the hanging wall of some beds.

Sapropelic limestones occur locally besides of coal itself. Soft yellowish organic substance as well as dark brown asphaltheous one can be observed in the limestones sometimes. Beneath the flysch cover in the borehole II/55 the fine fractures have been filled in a distance of 100 m with black asphalt as far as the coal. That is a proof of migration of bituminous substance out of matrix coal rock.

Sapropelic and asphaltheous substances show, that in the lowest part of the Paleogene beds there were not only conditions leading to the forming of coal but also the conditions leading to the origin of bituminous hydrocarbons. The effect of these processes is reflected also in the composition of the coal.

The bauxite is the first transgression sediment over the Cretaceous basis and grades on some places continuously into the coal. It is of grey colour and has an öoid texture. Boehmite is the prevailing mineral. Bauxite contains plenty of very fine-grained iron sulphide, the greater part of it being distributed into the öoids in the form of concentric rings. It belongs to melnicovite and pyrite, formed epigenetically out of the first one. The öoids without core have been formed by concentration out of the hydrosols in the early epigenetic phase, together with iron sulphide. The great quantities of sulphide in the bauxite as well as in the coal we could explain through the forming of sulphur hydrogen as being the consequence of bacterial activity. The environments were thus anaerobic and alcalic as proved by the presence of melnicovite and epigenetic pyrite.

The coal beds in the rest of Istria are not very frequent except the Raša coal district. The outcrop-conditions are almost the same as in Sečovlje. The fresh water facies with some thinn coal intercalations is pretty fastly replaced by a brackish and marine sedimentation. The boreholes have not given favorable results on some places. Some lenslike coal seams exist near to Pazin, Karojba and Kaldir, but perhaps without any economic value.

We tried to establish the stratigraphic position of the coal beds by means of the thickness of the sediments beneath the flysch in the Sečovlje area. Comparing this area with that of Vremški Britof, where the sedimentation was continuous, we conclude the subsidence of the north-western part of Istria started on the passage between Paleocene and Eocene or even in the Eocene itself. That agrees quite well with the statements of authors given up to date.

To establish the genetic conditions the coals have been examined microscopically in details. The Leitz KPM microscope and six-spindle intergrating stage were used. It was introduced a new graphical way of the illustration of the facies relation to the petrographic composition of the coal seam. The bed profile in form of a curve should give at the same time the changes of conditions of the origin of the seam depending on environments. The basis of the diagram is the detailed microscopic examination of the entire seam. According to data of various coal petrologists we can distinguish clearly aerobic fusitic — sclerotinitic and

anaerobic vitrinitic-micrinitic facies for the time being. On one side of the diagram are given the aerobic conditions, on the other side the anaerobic ones. At the same time is given the transition from the continental facies to the subaquatic one, respectively the transition of the autochthonous type of sedimentation into the allochthonous one (Fig. 10).

The bright coal is prevailing in the feebly banded coal of the Sečovlje mine. It is hard and compact, black with the dark brown streak and irregular fracture. Petrographically it consists of clarite, vitrite, duroclarite and fusite. The clarite is the prevailing component, the last two components being very insignificant. The fine carbonate and sulphide intergrowths are very frequent. In the lowest seam the bauxite component is important too. There is no micrinite in the Sečovlje coal. Fusinite and semifusinite are occurring in traces only, forming thin lenses of fusite.

Exinite is represented almost entirely by a grey-brown formless component with brownish-yellow inner reflections, which is soft and reliefless. It is accumulated on some places, forming thus the basis in which the fragments of vitrinite are included. The texture of such specimens is a proof of the previous plastic state of the substance. The component is solved in the benzol-alcohol solution (1:1). It is a primary component, but we can find it on secondary places too. It is an essential component of the coal, but it does not belong to any maceral defined up to date. Therefore we have to treat it as a new maceral of exinite, which we call bituminite for the time. It has to be ranged besides of sporinite, alginite, cutinite and resinite. According to Potonié's classification of bitumens the component belongs to the stable metabitumens.

The maceral might be bound on a special initial organic material or it is produced by special diagenetic processes in the coal swamp. The change of organic substance is not given as the coalification only, but as bituminisation process also, which gives the substances belonging to the bituminous hydrocarbons. We conclude, the component has been formed in an early epigenetic phase, migrating later from the original place in the coal seam into the waste.

There are not yet sufficient data on the disposition of the bituminite in the coal seams. The average amounts to 13%. The bituminite content in the marine environments seems to be a little lower.

The diagrams of numerous coal seams examined show the conditions of anaerobic sedimentation in comparatively deep water. The quite exceptional aerobic inclusions of fusite are allochthonic. The composition and the facies of the coal seams are proving the humulitic-sapropelitic type of the coal field. The sedimentation should take place mainly in free water basins in which the water plants took part mainly, perhaps the albuminous microorganisms and plancton too. The environments were entirely anaerobic and alcalic or at least neutral, giving thus the possibility for the strong bacterial activity, the result of which the great quantities of sulphur must be seen. Lignine and cellulose passed into humic products, fats and albumina as well as perhaps a part of cellulose itself could pass into bituminous products.

The Raša coal district is geologically similar to those of Sečovlje, except its greater dimensions. The lowest coal seam lies directly over the Upper Cretaceous erosional surface. The bright coal prevails. Vitrite and clarite are the petrographic components only. Durite and fusite as well as the intermediate components have not been found. The structure of coal is uniform, sometimes granular or even breccious. Fine disseminations of mineral matter are frequent in the coal. Because of bauxite component the coal of the lowest seam is especially hard. Exinite is represented by pollen, cuticles and bituminite, identical with the maceral of Sečovlje. The bituminite occurs in small quantities only, the lowest seam being richer than the upper seams. The dark asphaltheous inclusions can be found in the limestone sometimes.

The prevailing vitrite with plenty of syngenetic iron sulphide and without any aerobic component are proof of completely anaerobic conditions. The original plastic state of substance is clearly given by the streaky texture of the groundmass, especially in the lowest seam, which together with bituminite and iron sulphide prove the sapropelic conditions in the initial phase of the coal forming. The Raša coal similarly to that of Sečovlje belongs thus to the humic gyttja sediments of calm water. We could explain the high sulphidic and especially organic sulphur content of the coal with the intensive bacterial activity.

The Vremski Britof coal is feebly banded with numerous small lenticular inclusions of fusite. It is black with black streak. The coal is tectonically nearly completely crushed, brittle, sometimes slaty. In the crushed zones even natural coal briquet can be found. Vitrite, vitrinertite and fusite are the petrographic components. The coal is a combination of vitrinite with inert macerals, forming transitions of texturless colinite to typical fusinite. There is also a maceral with properties of massive micrinite. It is always intimately bound with fusinite and semifusinite and therefore doubtlessly formed out of woody substance. The intermediate transitions of macerals speak in favour of intimate genetic connection of macerals fusinite—semifusinite—massive micrinite, being formed most probably under analogic conditions. Among the mineral matter in the coal, syngenetic and epigenetic carbonate prevail, meanwhile the iron sulphide is observed almost exceptionaly.

The examining of a small number of seam profiles (only 4 because of the crushed coal) shows the change of autochtonic vitrinite with hypautochtonic vitrinertite. There are no autochtonic inclusions of aerobic fusinite and semifusinite. Fragmentlike inertinite and the breccious texture of the coal prove the streams in the basin. The coastal part of the swamp, where the aerobic macerals have been formed, was outside of the present coal beds area.

The high organic sulphur content in the Vremski coal we can explain with the bacterial activity in anaerobic conditions and the development of sulphur hydrogen in the coal beds. The low amount of iron sulphide in the coal can be a consequence of the shortage of iron in the basin. The iron content of the ash of the coal is low too. There are also no sapropelic

limestones in the Vremski Britof area. We suppose the unfavorable organic substance and sedimentation conditions in the exclusively fresh water environments could be the reason for that.

The chemical analysis of the Sečovlje and Vremski Britof coal have been made systematically. For the Raša coal the basic data on the chemical composition are found in the references. The very high organic sulphur content is characteristic for all coals. According some investigators the sulphur replaces oxygen in the organic compounds. The low moisture which does not correspond at all with the high volatiles in the Raša and Sečovlje coal could be explained thus by structural chemistry. The volatiles are bound first of all on bituminous components of the coal. The extraction in the benzol-alcohol gives for the Sečovlje coal pretty high percent of extract, fairly corresponding to the quantity of bituminite, established microscopically. Rheologic properties of the Sečovlje coal are generally unfavorable. Swelling index amounts to 3. Dilatation and contraction are low. The coking properties of the Raša coal are very unstable due to unexplained reasons. We suppose, the rheologic properties are influenced by the anorganic components. The swelling index of the Vreme coal is 7 to 8  $\frac{1}{2}$ , decreasing to 1 with the oxidized coal. The dilatation varies widely. It is high with fresh coal generally, with other coals with the same index are low. The contraction is stable, regardless on index and dilatation.

The Sečovlje coal distilled in the Fischer's retort gives 18,4 % of tar, the Vreme one approximately 8 %. The Raša coal gives much tar also.

We examined the chemical composition of the ash also. Bauxitic mineral matter is the most important component in the lowest coal seam in Sečovlje as well as in Raša. Therefore we find the enrichment of silica, alumina, ferrous and titanium oxides in the ash of these seams. In the coals we have established also the presence of some trace elements and determined the enrichment factor for comparing with the recent plants. In comparing the contents of rare metals with facies, the analysis of light fractions indicates that some metals are more abundant in the limnic facies than in the brackish-marine one.

The classification of the coals as well as their comparing with the »normal« coals is difficult because of the high organic sulphur content. Some examiners state, the sulphur is replacing the oxygen in structure of the aromatic rings. By the ultimate analysis it is possible to classify the coals pretty fairly, if we replace the total oxygen amount with the sum of oxygen and sulphur. According to the Francis's rational classification chart the Raša and the Sečovlje coals belong still to the lignitous coals with a little higher content of bituminous components. The Vreme coal belongs to the less carbonified bituminous coal with increased quantity of inert components. The CODE classification system is less reliable.

The examinations of polished surfaces of coals by reflected light with a Berek photometer, using an oil immersion lens and measuring quantitatively the degree of reflectivity on vitrite, give the values corresponding



with the "normal" coals much higher in the rank. We conclude the coals with abnormally high content of organic sulphur have thus higher reflectance than the "normal" coals with the same carbon content. The degree of reflectivity shows an increased rank of these coals, than it should be according to the carbon content.

In estimating the metamorphic factors we take in account the geothermic influence. The thickness of the hangingwall cover of the coal beds disputed we estimate approximately only.

Comparing the depth values got in such a way with the data given by Francis and others, we conclude that the carbon content and the rank of the "normal" coals should be much higher in the conditions given. The values correspond fairly with the carbon contents according to the reflectance measurements. Thus, as regards the evaluation of the rank of the coals with abnormal high organic sulphur content we think, we can classify them on the basis of degree of reflectivity.

Resuming the genetic characteristics of the coal beds treated, and their dependence on former and recent karst phenomena we state, there are some differences between the Sečovlje and Raša coals on one side, and the Vremski Britof coal on the other side. The Sečovlje and the Raša coal beds we could classify as a special karst type of coal beds. The characteristics for it are the uncomformous position of the coal seams on the calcareous surface strongly developed by erosion, the bauxitic mineral matter in the coals, the high organic and pyritic sulphur content, the bituminous components in the composition of the humulitic-sapropelitic coal, anaerobic and alcalic environments, and the fresh water conditions partly changed by the brackish-marine ones. According to this definition the Vremski Britof coal beds as well as the rest of the coal beds in the northern belt should not be classified as the karst coal beds.

Recent karst phenomena represented by the subterraneous erosion of limestone as well as of the coal is not important for the classification of the coal beds.

#### LITERATURA

- Abramski, C., 1951, Verkokungsversuche mit jugoslawischen Kohlen. Essen. — Poročilo iz arhiva Kem. inst. SAZU v Ljubljani.
- Anić, P., Jovanović, D., Šikić, D., 1952, Geološko istraživanje srednje i istočne Istre. Poročilo. — Arhiv Geol. zav. v Ljubljani.
- Baier, C. R., 1942, Die Mitwirkung der Bakterien bei subaquatischen Eisenerzbildung. — Arh. f. Lagerstätten, H. 75. Berlin.
- Böck, R., 1948, Die Kohlenworkommen des Kandertals im Berner Oberland. — Inaugural-Dissertation. Bern.
- Cavinato, A., 1947, Bauxiti; geologia e genesi. — Feltre.
- Carozzi, A., 1953, Petrographie des roches sédimentaires. — Lettres de sciences techniques. Lausanne.
- Cayeux, L., 1935, Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées. Paris.
- \*Cossmann, M., 1889, Castéropodes. — Ann. géol. univ. — Revue de géol. et paléont. Ann. 1889. Tome VI. Paris.

Cita, M. B., 1953, Studi stratigrafici sul Terziario subalpino lombardo. Milano.

\*Dainelli, G., 1919, Fossili eocenici della Croazia costiera. — Atti della Soc. Toscana di Scien. Nat. Mem. 32., 1—57, Tab. 1—4. Pisa.

D'Ambrosi, C., 1926, Rapporti fra morfologia e trasgressioni nel Cretaceo e nel Terziario dell'Istria. — Atti dell'Acc. Veneto-Triestina-Istria. Vol. XVI. Padova.

D'Ambrosi, C., 1931, Note illustrative della carta geologica delle tre Venezie. Foglio Pisino. — Padova.

D'Ambrosi, C., 1940, Sacche di bauxite deformate da spinte orogenetiche presso Buie d'Istria. — Boll. della Soc. Geol. Italiana. Vol. LIX. Roma.

D'Ambrosi, C., 1940, Sull'età e sul significato geologico dei calcari brecciati di Orsera in Istria e delle loro bauxiti. — Boll. della Soc. Geol. Italiana. Vol. LIX, Fasc. 1. Roma.

D'Ambrosi, C., 1941, Cenni geologici sull'Istria nordoccidentale con particolare riguardo alla scoperta di nuovi affioramenti Eocenici. — Boll. della Soc. Geol. Italiana. Fasc. 2—3. Roma.

D'Ambrosi, C., 1942, Uno sguardo al carsicismo senoniano in Istria. — Atti del Reale Ist. Veneto di sc., lett. ed a. Tomo CI, F. II. Venezia.

D'Ambrosi, C., 1953—54, Nuovi ragguagli in merito alla stratigrafia del Cretaceo istriano con particolare riguardo all'età, genesi e giacitura delle bauxiti di Orsera in risposta al de Weisse. Boll. della Soc. Adr. di Sc. nat. Vol. LXVII. Trieste.

Ertle, H. J., 1954, Heutige Erkenntnisse über die Genesis von Steinkohlen und Gefügestandteilen der Steinkohle. — Erdöl u. Kohle, H. 12. Hannover.

Francis, W., 1953, Ein rationale wissenschaftliche Klassifikation der Kohle. — Brennstoff-Chemie, Nr. 21/22. Bd. 34. Essen.

Francis, W., 1954, Coal; its formation and composition. — London.

\*Frauscher, K. F., 1886, Das Untereozän der Nordalpen und seine Fauna. I. Th. Lamellibranchiata. — Denkschr. d. Mat. Nat. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. Wien.

Freund, H., 1952, Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Bd. II. T. 1. Mikroskopie der Steinkohle, des Koks und der Braunkohle. — Frankfurt a. M.

\*Fuchs, Th., 1870, Beitrag zur Kenntnis der Conchylienfauna des vicentinischen Tertiärgebirges. I. Abt., Schichten von Gomberto, Laverda und Sangonino. Wien.

Gignoux, M., 1950, Géologie stratigraphique. IV. Paris.

Glaessner, M. F., Principles of micropaleontology. Melbourne.

Hamrla, M., 1955, Petrografski sestav nekaterih vzorcev raškega premoga z neenako koksavostjo. — Geologija, razprave in poročila. 3. knjiga. Ljubljana.

Haug, E., 1920, Trité de géologie. II. Les périodes géologiques. Paris.

Herzog, E., 1931, O mogućnosti eksploatacije zone Britof (Istra). — Arhiv Geol. zav. v Ljubljani.

Herzog, E., 1932, O geološko-tektonskem snimanju zone Karojba. Poročilo. — Arhiv Geol. zav. v Ljubljani.

Huntjens, F. J., van Krevelen, D. W., 1954, The Reflectance of Coal. — Proceeding of the International Comitee for coal petrology. No. 1. Maastricht.

Jenčič, S., 1954, O bitumenu iz jame Pičan. — Vestnik Slov. kem. društva. Zv. I, št. 2. Ljubljana.

Karmasin, v. K., 1952, Deutung von Fazieswechsel in den Flözen Erda und Ägir auf Grund mikropetrographischer Schlitzprobenuntersuchungen. — Bergbauarchiv, 13, Nr. 1.

Kavčič, R., 1956, Narava organskega žvepla v raškem premogu. — Disertacija. Ljubljana.

Kreulen, D. J., 1952, Sulphur Coal of Istria. — Fuel, Vol. XXI, No. 4. London.

Lavrenčič, B., 1956, Prispevek k reologiji posameznih premogov in njihovih mešanic v temperaturnem intervalu plastičnega stanja. — Disertacija. Ljubljana.

Mackowsky, M. Th., 1943, Mikroskopische Untersuchungen über die anorganische Bestandteile in der Kohle und ihre Bedeutung für Kohlaufbereitung und Kohlenveredlung. — Feuerungstechnik, 31. Jhg., H. 9/11. Berlin.

Mackowsky, M. Th., 1948, Mineralogische Probleme in der Kohlenpetrographie. — Glückauf, H. 9/10. Essen.

Mackowsky, M. Th., 1951, Inkohlung und Chemie der Kohle. — Glückauf, H. 23/24. Essen.

Mackowsky, M. Th., 1953, Fortschritte und neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der Kohlenpetrographie; Bericht über die I. Sitzung des Int. Kom. f. Kohlenpetrologie in Gellen, 8.—11. VI. 1953. — Glückauf, 39/40. Essen.

Mackowsky, M. Th., 1949, Neuere Anschauungen über den Inkohlungsvorgang. — Fortschritte der Min. H. 1.

Mackowsky, M. Th., 1953, Probleme der Inkohlung. — Brennstoff-Chemie, Nr. 11/12. Essen.

Mackowsky, M. Th., 1955, Der Sedimentationsrhythmus der Kohlenflöze. — Neues Jb. f. Geol. u. Paläont., H. 10. Stuttgart.

Melik, A., 1935, Slovenija. Geografski opis. — Ljubljana.

Niggli, P., 1952, Gesteine und Minerallagerstätten. II. Bd. Exogene Gesteine und Minerallagerstätten. Basel.

\*Oppenheim, P., 1896, Die Eocenfauna des Monte Portale bei Bolca im Veronesischen. — Palaeontographica, B. XLIII. Stuttgart.

\*Oppenheim, P., 1901, Über einige alttertiäre Faunen der Österr.-ungar. Monarchie. — Beitr. zur Pal. Österr. Ung. und des Orients. XIII. Wien, Leipzig.

Otte, M. H., 1953, Spurenelemente in einigen deutschen Steinkohlen. Chemie der Erde, 16. Bd. Jena.

Petraschek, W., 1926/27, Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten. Katowice.

Potonié, R., 1951, Petrographische Klassifikation der Bitumina. Geol. Jb. Bd. 65. Hannover.

Rakovec, I., 1949, Naši kraji v paleocenski in eocenski dobi. Proetus, št. 10.

Ruttner, F., 1942, Eisenlösung und Eisenfällung in Binnengewässern. Arch. f. Lagerstättenforschung. H. 75. Berlin.

Sacco, F., 1924, L'Istria. Cenni geologici generali. R. Uff. Geol. Roma. Memorie descr. d. Carta Geol. d'Istria. Vol. XIX. Mondovi.

Sahama, Th., Rankama, K., 1950, Geochemistry. Chicago and Helsinki.

Salopek, M., 1954, Prilozi poznavanju geološke gradje labinskog i pičanskog bazena Istre. Prirodoslovna istraživanja. Knj. 26. Zagreb.

Salopek, M., 1954, Osnovne crte geologije Čičarije i Učke. Prirodoslovna istraživanja. Knj. 26. Zagreb.

\*Sandberger, F., 1870-75, Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden.

Schwarzbach, M., Teichmüller, M., Thomson, P., 1952, Zur Geologie der tertiären Kohlen Sardiniens. Neues Jb. Geol. Paläont., Mh. 3. Stuttgart.

Seyer, W. F., 1952, The origin and transformation of bituminous material in coal. 2. Conf. on the origin and constitution of coal. Nova Scotia Dep. of Mines. Crystal Clyffs.

Spoliarič, A., 1890—1904, Beschreibung des Kohlenvorkommens am Karste in Britof-Urem und Skoflje und der bergmännischen Arbeiten in diesen Revieren. Rokopis. Arh. Geol. zavoda v Ljubljani.

Stache, G., 1859, Die Eozengebiete in Innerkrain und Istrien. Jb. d. geol. R. A. Bd. X. Wien.

Stache, G., 1864, Die Eozangebiete in Innerkrain und Istrien. Jb. d. geol. R. A. Bd. XIV. Wien.

Stache, G., 1871, Planorbis-Straten und Congerien-Bänke in den Cosina Schichten Istriens. Verh. d. k. k. Geol. R. A. Wien.

Stache, G., 1872, Über neue Characeenreste aus der oberen Abteilung der liburnischen Stufe bei Pisino in Istrien. Verh. d. k. k. Geol. R. A. No. 1. Wien.

Stache, G., 1872, Geologische Reisenotizen aus Istria. Verh. d. k. k. Geol. R. A. Wien.

\*Stache, G., 1873, Neue Petrefactenfunde in Istrien. Verh. d. k. k. R. A. Wien.

\*Stache, G., 1889, Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abh. d. geol. R. A. XIII. Wien.

Stache, G., 1891, Geologische Verhältnisse und Karte der Umgebung von Triest. Verh. d. k. k. Geol. R. A. Wien.

Szadeczky-Kardoss, E., 1956, On the determination of swamp zones in coal deposits. Acta geologica Acad. scien. hung. Tom. IV. Fasc. 2. Budapest.

Šikič, D., 1952, Geološko kartiranje područja Vodice—Dana—Movraža i Sočerga. Poročilo. Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani.

Šikič, D., 1951-53, O mogućnosti nalaska novih produktivnih ugljunosnih naslaga u pazinskom bazenu Istre. Geol. vjesnik V-VII. Zagreb.

\*Tausch, O., 1886, Über die Fauna der nicht marinen Ablagerungen der oberen Kreide des Czingerthales bei Ajka in Bakony und über einige Conchylien der Gosauergel von Aigen bei Salzburg. Abh. d. k. k. Geol. R. A. Bd. XII. Wien.

Teichmüller, M., 1950, Zum petrographischen Aufbau und Werdegang der Weichbraunkohle (mit Berücksichtigung genetischer Fragen der Steinkohlenpetrographie). Geol. Jb. 64. Hannover/Celle.

Teichmüller, R. in M., 1954, Die stoffliche und strukturelle Metamorphose der Kohle. Geol. Rundschau, H. 2. Stuttgart.

Teichmüller, M., 1955, Anzeichen mariner Beeinflussung bei der Kohle aus Flöz Katharina der Zeche Friedrich Heinrich. Neues Jb. Geol. Paläont., Mh., 4/5, Stuttgart.

Van Krevelen, D. W., 1956, Die Steinkohlenstruktur als Forschungsgebiet. Predavanje na Kern. inst. SAZU v Ljubljani. 14. 5. 1956.

Waagen, L., 1906, Die Virgation der istrischen Falten. Sitzungsber. d. mat. nat. Kl. Akad. Wiss. Bd. CXV. I. Wien.