

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1955

## Navodila sodelavcem

**GEOLOGIJA** objavlja originalne razprave s področja geoloških in sorodnih ved ter poročila in obvestila o geoloških raziskovanjih. Prispevki naj obsegajo do 50 tipkanih strani. Pisani morajo biti s strojem z dvojnimi vmesnim prostorom in s širokim robom. Tekst naj ne vsebuje neobičajnih okrajšav in nejasnih popravkov. Formule, znaki in podobno naj bodo pisani posebno razločno, da bi se izognili nepotrebnim popravkom.

Članki morejo biti pisani v vseh domačih in tujih svetovnih jezikih. Članek v tujem jeziku mora imeti slovenski prevod, prispevek v domačem jeziku pa povzetek v obsegu petine članka v enem izmed tujih svetovnih jezikov. Če želi avtor drugačne pogoje glede obsega članka in povzetka, je to možno v sporazumu z uredništvom.

Literaturo navajajte po abecednem redu avtorjev in kronološko na sledeči način: priimek avtorja, začetna črka avtorjevega imena, letnica, naslov dela (pri periodičnih izdajah tudi naslov revije in zaporedna številka zvezka), založba in kraj izdaje. V citatih med tekstom navedite ime avtorja in letnico, ko je delo izšlo, po potrebi tudi stran.

Imena avtorjev v tekstu in v seznamu literature podčrtajte črtkano, latinska imena fosilov pa z valovito črto.

Karte, skice in profili morajo biti narisani s tušem na prosojnem matričnem papirju. Za barvne priloge morajo biti poleg tega na risalnem papirju označene meje posameznih barv, skladno z risbo na matričnem papirju. Pojasnila k slikam naj bodo kratka, posebno zato, ker morajo biti dvojezična, t. j. v istih jezikih kakor članek in povzetek. Zato naj risar pusti dovolj prostora za dvojezični tekst, kar velja zlasti za legende h kartam.

Fotografije naj bodo na gladkem, svetlem papirju.

Pri dosedanjih izdajah naše revije se je pokazalo, da avtorji pri prilogah ne upoštevajo formata knjige, kar povzroča mnogo dodatnega dela pri urejevanju in tisku. Zato prosimo, da pri vseh slikah med tekstom upoštevate velikost stavka, in sicer  $11,5 \times 18$  cm. Vsaka risba naj bo vsaj dvakrat večja, tako da bo tudi zmanjšana slika jasna; pri tem je potrebno posebno paziti na debelino črt in velikost črk.

Prispevki se bodo honorirali po uredbi.

Pri korekturah popravljajte le tiskovne napake. Dopolnila so možna na stroške avtorja. Sodelavcem, ki živijo izven Ljubljane, bomo pošiljali korekture po dogovoru; njihove popravke bomo upoštevali le v primeru, da korekture vrnejo v dogovorjenem roku.

Avtorji prejmejo na željo 50 posebnih odtisov svojega prispevka na lastne stroške.

*Uredništvo*

# GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

3. KNJIGA



LJUBLJANA 1955

---

**GEOLOGIJA - Razprave in poročila — Geological transactions and reports / Izhaja vsako leto — Issued annually / Izdaja Geološki zavod Ljubljana — Edited by Geological Survey of PR Slovenia / Uredniški odbor — Contributing editors: Jože Duhovnik, Danilo Jelenc, Štefan Kolenko / Urednik — Editor: Štefan Kolenko, Geološki zavod Ljubljana, Parmova 33 / Založila — Published by Državna založba Slovenije — Ciril Vidmar / Natisnila — Printed by Tiskarna CZP »Ljudske pravice« v Ljubljani**



## VSEBINA — CONTENTS

<i>Jelenc, D.</i>	
Poročilo o Geološkem zavodu v Ljubljani za leto 1954 . . . . .	5
<i>Zorc, A.</i>	
Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica . . . . .	24
Mining Geological Features of the Mežica Ore-Deposit . . . . .	67
<i>Hamrla, M.</i>	
Geologija Rudnice s posebnim ozirom na rudne pojave . . . . .	81
Geology of Rudnica with Regard to the Occurrence of Some Ores . . . . .	105
<i>Nosan, T. in Grad, K.</i>	
Stratigrafske in tektonske razmere na južnem pobočju Bohorja . . . . .	110
On Stratigraphic and Tectonic Conditions on the Southern Slope of Bohor . . . . .	114
<i>Germovšek, C.</i>	
O geoloških razmerah na prehodu Posavskih gub v Dolenjski kras med Stično in Šentrupertom . . . . .	116
On the Geological Features of the Transition Zone between the Sava Folds-Region and the Lower Carniolian Karst . . . . .	130
<i>Kuščer, D.</i>	
Prispevek h glacialni geologiji radovljiške kotline . . . . .	136
Beitrag zur Pleistozängeologie des Beckens von Radovljica . . . . .	148
<i>Drovenik, M.</i>	
Kontaktno metamorfni pojavi in orudenenje območja Potoj Čuka—Valja Saka . . . . .	151
Contact Metamorphism and Mineralization in the Region Potoj Čuka—Valja Saka (Northeast Serbia) . . . . .	177
<i>Hamrla, M.</i>	
Petrografske sestav nekaterih vzorcev raškega premoga z raz- lično koksavostjo . . . . .	181
Petrographical Composition of Some Specimens of Raša Coal, Regarding Their Varying Coking Ability . . . . .	193

<i>Pleničar, M.</i>	
Oolitni boksiti v kredi na Primorskem . . . . .	198
On the Oölitic Bauxites in the Cretaceous of the Slovene Littoral	203
<i>Pleničar, M.</i>	
Nahajališče kredne favne jugozahodno od Jelšan pri Ilirski Bistrici . . . . .	204
Cretaceous Fauna at Jelšane Near Ilirska Bistrica . . . . .	207
<i>Papp, A.</i>	
Lepidocyclinen aus Zagorje und Tuhinjska dolina östlich von Kammnik (Slowenien) . . . . .	209
Lepidocikline iz Zagorja in Tuhinjske doline . . . . .	213
<i>Žlebnik, Lj.</i>	
Triadni cephalopodi izpod Pece . . . . .	216
Triassic Cephalopods From Peca . . . . .	218
<i>Grimšičar, A.</i>	
Zapiski o geologiji Bleda . . . . .	220
Notes on the Geology of Bled . . . . .	225
<i>Šlebinger, C.</i>	
O sulfidih v pomurskih slatinah ter njihovem pomenu za nastanek slatin . . . . .	226
Über die Sulfide im Mineralwassergebiete des unteren Murtales und über die Mineralwasserbildung . . . . .	230
<i>Grimšičar, A.</i>	
Poročilo o geološkem pregledu okolice Laz in Kodrašca . . . . .	231
Report on the Geological Survey of the Environs of Laze and Kodrasti vrh (Kodrašc) . . . . .	234
<i>Germovšek, C.</i>	
Poročilo o kartiranju južnovzhodnega obrobja Ljubljanskega barja . . . . .	235
Note on the Geological Mapping of the Southeastern Margin of the Moor of Ljubljana . . . . .	238
<i>Berce, C.</i>	
Vzorčevanje živosrebrnih rud . . . . .	240
Sampling of Mercury Ores . . . . .	257
<i>Kuščer D.</i>	
Nova opazovanja o savski fazi . . . . .	260
Neue Beobachtungen über die Sava-Phase . . . . .	262
Poročilo o delu Geološkega društva v Ljubljani . . . . .	265

# GEOLOGIJA

GEOLOGICAL  
TRANSACTIONS  
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Leto 1955 • 3. knjiga • Volume 3.

## POROČILO O GEOLOŠKEM ZAVODU V LJUBLJANI ZA LETO 1954

*Danilo Jelenc*

### Splošno poročilo

V letu 1954 je delo Zavoda napredovalo v glavnem v dveh smereh: v rudarsko geološki in gradbeno geološki. Zaradi številnih nalog na teh dveh področjih, ki so zavzele vso zavodovo terensko in laboratorijsko zmogljivost, je nekoliko zaostalo regionalno geološko kartiranje, katerega namen je izdelava geoloških specialk v merilu 1:25.000 in 1:50.000 ter regionalne geološke karte Slovenije v merilu 1:200.000.

V rudarski geologiji so zavzela največji obseg raziskovanja svinčevih, cinkovih in živosrebrnih nahajališč. Dočim so bila raziskovanja na tem polju v letu 1953 še orientacijskega značaja, so rudarska dela v letu 1954 že toliko napredovala, da so se mogla pričeti sistematična vzorčevanja v šestih nahajališčih. Analiziranih je bilo okrog 3000 vzorcev. Pri tem se je pojavil problem priprave vzorcev, ki narekuje ureditev posebnih prostorov, nabavo drobilcev in upraševalcev ter ostale opreme. V letu 1955 bo potrebno rudarska dela toliko razširiti, da se določi obseg odkritih rudnih teles in ocenijo zaloge. Predvidoma bo to možno v dveh cinkovo svinčevih rudiščih in enem živosrebrnem rudišču v Posavskih gubah.

Raziskovanja železovih in manganovih rud so imela bolj perspektivni značaj. Gre za nizkoprocentne železnoboksitne rude iz Dolenjske ter manganove skrilavce z območja Porezna.

V letu 1954 smo vzeli v okolici Radeč pri Zidanem mostu orientacijske vzorce peščenih skrilavcev, ki so orudenjeni s halkopiritom, bornitom ter oksidnimi bakrovimi minerali malahitom, azuritom in hrizokolom ter kupritom.

Poseben problem v rudarski geologiji predstavljajo gline. Vsa raziskovanja, ki so bila doslej izvedena, so imela le orientacijski pomen. Pokazala so, da imamo v terciarnih ozemljih kaolinne gline ter kaolinizirane tufe dobre kakovosti, v kraških območjih pa montmorilonitne gline. Večdar manjkajo na tem polju sistematične preiskave, ki bi omogočile oceno zalog. Pri tem je potrebno omeniti tudi številna nahajališča glin,

katerim bi mogli z oplemenitenjem razširiti uporabnost za keramične izdelke.

Bolje so napredovala preiskovanja kremenovih peskov, katerih zaloge so bile v glavnem ocenjene. Tudi te preiskave se morajo nadaljevati zaradi podrobne določitve kakovosti in zalog.

Dočim so bila v prvih povojnih letih raziskovanja premogišč po obsegu na prvem mestu, je bilo nato glede tega opaziti stagnacijo. V zadnjih dveh letih so se pričela mikroskopska raziskovanja naših premogov; napredovale so zlasti petrografske, palinološke in mikropaleontološke preiskave. Za uspešno delo bi bilo treba izpopolniti že obstoječo laboratorijsko opremo.

V naftnem polju pri Lendavi je bilo delo po vojni v glavnem usmerjeno v produkcijo. V letu 1954 so se raziskovanja razširila na osrednji del Slovenskih goric in na Goričko v Prekmurju. Vrtanje v osrednjem delu Slovenskih goric v območju Kapele kaže, da so gravimetrični maksimumi posledica osnovnega gorstva, ki ga grade magmatske in metamorfne kamenine. Ugodnejše znake za naftonosnost pa so pokazala gravimetrična in magnetna merjenja na Goričkem v Prekmurju, kar sta potrdili do sedaj že dve vrtni pri Filovcih.

Skupina za rudarsko raziskovalna dela je v letu 1954 na novo izkopala 1676,3 m rovov, 80,7 m vpadnikov in nadkopov in 156 m jaškov; obnovila in vzdrževala je 2493 m rovov, 475 m vpadnikov in nadkopov ter 129 m jaškov.

Glede raziskovalnega vrtanja smo v primerjavi z letom 1953 zaznamovali v letu 1954 v LR Sloveniji določen napredek. Dočim je v letu 1953 odpadlo na LR Slovenijo le 16,3 % celotne metraže, ki so jo dosegle naše vrtalne garniture, se je v letu 1954 ta procent zvišal na 49,1 %, vendar so pri tem zopet prevladovale vrtime v gradbene namene, dočim so v ostalih republikah naši vrtalci delali predvsem za rudarstvo.

V oddelku za inženirsko geologijo in hidrogeologijo so prevladovala raziskovanja za projektiranje hidroelektrarn v LR Sloveniji in LR Črni gori. Izdelanih pa je bilo več poročil v zvezi s fundacijami, gradnjo predorov in asanacijo plazov. Pomembno je bilo tudi sodelovanje inženirskih geologov pri preiskavah za oskrbo s pitno vodo. Pri tem se je pokazalo, da je treba nabaviti lahko transportne garniture za vrtanje z velikimi premeri. Pri raziskovanju na Krasu je sodeloval tudi geofizikalni oddelek z gravimetrično in električno metodo.

Zavod ima povečini mlad strokovni kader, ki je često postavljen pred težavne probleme. Ker zahteva reševanje rudarsko in gradbeno geoloških ter hidroloških nalog specializacijo, ki jo je možno doseči šele po univerzitetnem študiju, je šlo v zadnjih letih prizadevanje posameznikov vedno bolj v tej smeri izpopolnjevanja. Ker je čas prekratek, da bi to mogli doseči na podlagi lastnih izkušenj, so bili posamezniki tudi v inozemstvu. V tej smeri bo treba sodelovanje še razširiti in omogočiti sposobnemu inženirskemu ter geološkemu kadru, ki ima že potrebno domačo prakso, da se seznanijo s sodobnimi raziskovalnimi metodami, tako terenskimi kakor tudi laboratorijskimi. Isti namen smo dosegali tudi s tem, da smo povabili priznane inozemske geologe na naš zavod.

## Podrobno poročilo

### A. Regionalno geološko kartiranje

**1. List Novo mesto-1 in Novo mesto-3.** Na geološkem listu Novo mesto-1 je kartiral C. Germovšek 50 km<sup>2</sup> geološke karte med Lahnico, spodnjim tokom Mirne, Mirno pečjo in Globodolom. Poleg tega je reambuliral ozemlje med Hrastnim, Mokronogom, Šmarjeto, Trebelnim in Mirno.

Miocensko ozemlje, ki obsega okolico Krmelja in Šentjanža, je kartiral Anton Nosan, ki je zaradi boljšega pregleda kartiral tudi južno obrobje lista Celje-4.

Ko bo končana še reambulacija južne tretjine tega lista, bo list Novo mesto-1 pripravljen za tisk.

Na listu Novo mesto-3 je Germovšek s Hinterlechnerjevo in Tovšakovo pregledal izdanke kremenovega peska in glin med Novim mestom in Mokrim poljem. Na tem ozemlju so reambulirali tudi geološko karto. Na novo pa so isti geologi kartirali 20 km<sup>2</sup> ozemlja med Mraševim in Birčno vasjo ter 20 km<sup>2</sup> okoli Ratja v Suhi krajini.

**2. List Trst-2 in Ilirska Bistrica-1.** Na listu Trst-2 in Ilirska Bistrica-1 je kartiral in reambuliral M. Pleničar z A. Nosanom, K. Gradom, L. Žlebnikom in A. Hinterlechnerjevo 172 km<sup>2</sup>. Delali so med Divačo, Senožčami, Vremskim Britofom, Obrovom, Čičarijo, Kozino in Rodikom. Podrobno so horizontirali kreda in terciar. Velike razlike v primeri s Stachejevo manuskriptno karto so našli na severozahodnem delu Čičarije. Od krede so ugotovili senon s turonom, cenoman in verjetno spodnjo kreda. V kredi so našli številne izdanke boksita, zlasti okoli Brezovice pri Kozini in pod Slavnikom v Čičariji.

Vse liste označujemo v bodoče po novi razdelitvi, pri kateri se upoštevajo meje po poldnevnikih, štetih od Greenwicha.

### B. Ekonomska geologija

#### Premog

**1. Kanižarica.** Na podlagi dosedanjih rudarskih podatkov in profilov vrtin je ing. M. Hamrla grafično ponazoril geološko zgradbo premo-gišča, ki je zaradi številnih tankih slojev ter razgibane tektonike zelo zapletena.

Izračunal je tudi zaloge vseh 14 premogovnih horizontov. V severnem delu kadunje je predlagal nadaljevanje raziskovanj z vrtinami. Tektonske razmere kažejo, da je tudi ta del kadunje produktiven; stare vrtine v tem območju so bile preplitve.

Poleg tega je nadaljeval podrobno kartiranje okolice kanižarskega terciarja.

**2. Vremski Britof.** Na podlagi jamskih del, ki so bila dostopna, ter ohranjenih geoloških in rudarskih podatkov je ing. M. Hamrla izdelal predlog za nadaljevanje raziskovalnih del, ki obsega predvsem jamo

Jadran IV, Jadran I (star francoski rov) ter vrtanje s površine jugovzhodno od Vremskega Britofa.

**3. Velenje.** V zvezi z vprašanjem vodonosne triadne podlage pod pliocenskimi produktivnimi plastmi je ing. M. Hamrla podrobno geološko kartiral Šaleško dolino in zlasti širšo predpliocensko okolico. Poudarek pri tem delu je bil na ugotovitvi geohidroloških razmer vzhodnega dela in obrobja Šaleške doline. Geološka dela so bila v letu 1954 razširjena še na zahodni, neraziskani del Šaleške doline, kjer so imela namen ugotoviti razprostiranje lignitnega sloja. Pokazala so, da je lignitni sloj vezan v glavnem le na južni del šaleškega pliocena; pri tem pa severna meja še ni raziskana.

Pri kartiranju tufskega področja se je izkazalo, da smrekovski tufi ne leže diskordantno na oligocenu, ampak tvorijo z njim enotno formacijo.

V zvezi z odkopavanjem lignita pod površinskimi udorinami, napolnjenimi z vodo, je oddelek za premog izdelal tudi program za raziskovanje krovinskih plasti v centralnem delu Šaleške doline v zvezi z vododržnostjo in trdnostjo krovine. Raziskovalna dela z vrtnami so se pričela konec leta 1954.

**4. Na Dolenjskem** je več manjših nahajališč premoga v pliocenskih glinastolaporastih in peščenih usedlinah, ki se pa zdaj ne izkoriščajo. V letu 1954 je bilo izdelano pregledno poročilo o naslednjih nahajališčih: Otočec, Brezovica pri Mirni, Cirmnik—Ravne, Golek, Kitni vrh pri Zagradcu in Birčna vas pri Novem mestu.

Poročilo vsebuje tudi predlog za raziskovalna dela, ki so potrebna za oceno zalog, preden bo možno pristopiti k odpiranju teh nahajališč.

## Nafta

**1. Krško polje.** V letu 1954 je Geološki zavod izdelal geološko karto, ki obsega površino 140 km<sup>2</sup>. Poleg tega je nadaljeval gravimetrično merjenje. Gravimetrična karta obsega ozemlje Št. Jernej—Hrovaški brod—cesta na Smednik—Podstraža—Brezje—Krško—Libno—Arnova sela—Sromle, od tu proti vzhodu do ceste pri Gregovcih—na Župelevec—reka Sotla do Save—Brežice—cesta Brežice—Krška vas—Dolnja Pirešica—Cerklje—Kostanjevica—Št. Jernej.

Skupna površina karte znaša 258 m<sup>2</sup>; karta je izdelana v merilu 1 : 25.000. Izmerjenih je bilo 783 točk, od tega v letu 1953 površina 100 km<sup>2</sup> z 271 točkami, v letu 1954 pa 158 km<sup>2</sup> s 480 točkami. Poleg tega je bila kontrolirana površina 30 km<sup>2</sup> iz leta 1953 z 32 točkami.

Izvedeno je bilo tudi magnetometrično merjenje profilov v skupni dolžini 50 km. Izmerjeno je bilo ozemlje od Brežic mimo brežiške železniške postaje—Dečna sela—Sromle—Suhodol—Dedna vas—Podgorje—Žitna vas—Gregovci—Župelevec, Slogonsko, Jereslavce—Pakovec—Obrež—Loče, Mostec—Trnje do ceste skozi Brežice. Izmerjenih je bilo 210 točk.

Na podlagi geološke, gravimetrične in magnetometrične karte je bilo dne 6. novembra posvetovanje zastopnikov Zavoda za rudarsko-geološka in tehnološka raziskovanja v Beogradu, Zavoda za geološka raziskovanja v Zagrebu, Podjetja za proizvodnjo nafte v Lendavi in



Geološkega zavoda v Ljubljani. Prisostvoval je tudi zastopnik OLO Krško. Sklep posvetovanja je bil, naj se teren razišče še seizmično.

Podjetje »Geofizika« iz Zagreba je nato izmerilo dva profila, prvega ob cesti Brežice—Bizeljsko na relaciji od 4—7 km in drugega pravokotno na to smer. Drugi profil je bil lomljen.

Kakor geologi, tudi geofiziki predpostavljajo, da moremo pričakovati na Krškem polju v globini plasti, ki na hribovitem severnem obrobju ne pridejo do površine. Na to moremo sklepati tudi po analogiji z geološkimi razmerami drugod v naftonosnem obrobju Panonske nižine. Strukturo zgornjih plasti naj bi pojasnila raziskovalna vrtina, ki nam bi dala podatke za stratigrafsko horizontiranje. Po seizmičnih podatkih moremo pričakovati nove plasti v globini okrog 700 m. Zato je bila globina raziskovalne vrtine predvidena na 800 m.

Vrtina je potekala skozi naslednje plasti:

0,00—	12 m	pleistocen
12,00—		plasti rhomboidea
	—323,20 m	plasti abichi

Žal je bila vrtina v tej globini ustavljena, kljub temu, da nam je dala pomemben rezultat s tem, da je dosegla plasti abichi.

**2. Prekmurje.** Severozahodno od naftonosne strukture Petišovci pri Lendavi poteka od jugozahoda proti severovzhodu nova struktura, ki so jo prej imenovali bogojinska struktura, potem ko so raziskovanja pri Filovcih prinesla uspeh, se je pa začelo uveljavljati ime filovska struktura. Doslej smo imeli le regionalno gravimetrično in magnetometrično karto. Geološki zavod je v letu 1954 izdelal najprej geološko karto, ki obsega ozemlje Bogojina—Filovci—Motvarjevci—Prosenjakovci—Ivanovci—Tešanovci. Skupna površina karte obsega 100 km<sup>2</sup>; karta je izdelana v merilu 1 : 10.000.

Magnetometrično je bilo izmerjeno ozemlje Budinski mlin ob Ledavi do vasi Turnišče, nato Trnje—Odranci—Beltinci—Bratonci—Rakičan, skupna površina obsega 68 km<sup>2</sup>, 57 točk. Karta je izdelana v merilu 1 : 10.000.

S torzijsko tehtnico sta bila izmerjena dva profila v smeri vzhod—zahod od vasi Filovci do Murske Sobote. Izmerjenih točk je bilo 55. Karta je izdelana v merilu 1 : 10.000.

Prva vrtina v Filovcih, locirana na podlagi geofizikalne karte, je medtem v globini 2592 m dosegla osnovno gorstvo iz amfibolita. Že med vrtanjem so se pokazali znaki nafte in plina. Zato so pričeli vrtati drugo vrtino, ki je medtem v globini 2346 m tudi že dosegla osnovno gorstvo, sestavljeno iz tektonsko zdrobljenega amfibolita in biotitnega blestnika. Pri nastreljevanju so dobili močno erupcijo plina. Obe vrtini sta potekali skozi debele sklade pliocena, pod katerimi leže tanjše tortonske plasti neposredno na temeljnem gorovju.

**3. Slovenske gorice.** Geološko kartiranje je obsegalo severozahodni del Slovenskih goric. Karta v merilu 1 : 50.000 obsega površino 360 km<sup>2</sup>.

Regionalna gravimetrična karta Slovenskih goric kaže maksimum v okolici Radenci—Kapela. Raziskave naj bi pokazale, ali je ta maksimum

posledica vplivov osnovnega gorstva ali struktur nad osnovnim gorstvom. Izdelana je bila podrobna gravimetrična karta, ki jo je finansiralo Podjetje za proizvodnjo nafte v Lendavi, magnetometrično karto pa Uprava za investicije LRS. Magnetometrično je bilo izmerjenih 350 km<sup>2</sup> z 984 točkami. Karta v merilu 1:25.000 obsega ozemlje Radgona—ob Muri mimo Radinec—Mota—Vučja ves—Bunčani—Kokoriči—Ločič—Biš—Gradišče—Lenart—Ana—Lešane—Apače do Mure.

Na podlagi geoloških in geofizikalnih kart sta bili določeni dve vrtini, prva ob cesti Ivanjci—Lenart, druga pri Moti okrog 6 km jugovzhodno od Slatine Radenci. Podjetje za proizvodnjo nafte v Lendavi je izvrtalo vrtino pri Moti, ki je v globini 395 m zadela na osnovno gorstvo in s tem pojasnila geofizikalni maksimum. Pri raziskovanju vrtine je iz globine 381—395 m z močnim sunkom brizgnila mineralna voda, ki se nekoliko razlikuje od radenske. Ima višjo mineralizacijo in manj prostega CO<sub>2</sub>. Jedra, ki so jih dobili iz osnovnega gorstva, sestavlja v glavnem biotitni gnajs, ki ga na nekaterih mestih prepreza aplit. Nekaj jeder pripada amfibolitu.

Vrtine v Hrastju—Moti in pri Filovcih so torej v globini zadele na podaljšek Pohorja.

## BARVNE KOVINE

### Svinec, cink

**1. Log pod Mangrtom (Šancetova ruda).** Rudne pojave v okolici Loga pod Mangrtom je pregledal leta 1947 prof. D u h o v n i k. Geološki zavod je leta 1950 pričel s kartiranjem. Na pobudo OLO Tolmin je raziskovanje nadaljeval leta 1954.

Geolog A. N o s a n je izdelal geološko karto v merilu 1:10.000, ki obsega 20 km<sup>2</sup>. Ob potokih je bilo izpranih 144 vzorcev.

Na površini je premalo ugodnih znakov za pričetek rudarskih del. V izpranih vzorcih iz Koritnice in njenih pritokov je bilo le 1% drobcov manganove rude, vsi vzorci so vsebovali mnogo markazita, le v enem izmed pritokov Mangrtskega potoka je bilo najdeno tudi zrno sfalerita. Možnost bi bila, da se wettersteinski skladi, ki so v rabeljskem rudniku rudonosni, raziščejo iz vodnega rova.

**2. Puharje pri Šoštanju.** V cinkovo-svinčenem nahajališču v Puharju pri Šoštanju je Geološki zavod odprl pet raziskovalnih rogov naslednjih dolžin:

Ignacijev rov . . . . .	85	m
Roll-rov . . . . .	89	m
Jožefov rov . . . . .	527	m
rov nad Roll-rovom . . . . .	6	m
rov zahodno od Pake . . . . .	30	m
v Roll-rovu jašek . . . . .	9,50	m

Skupno je bilo obnovljenih 737 m prog in 9,50 m jaška. Zaradi dohoda je bila izkopana pot v dolžini 90 m, pri odkrivanju rogov pa odpeljanega 58 m<sup>3</sup> materiala.

V Ignacijevem rovu, ki poteka v temnem ploščastem apnencu z vložki glinastega skrilavca, ni sledov mineralizacije. V Roll-rovu prevladuje dolomit, manj je apnenca s skrilavimi vložki.

Mineralizacijo smo našli le v Jožefovem rovu v obliki tankih žilic in posameznih gnezd, ki vsebujejo povečini malo oksidnih mineralov.

Vzorci, ki smo jih vzeli, so dali 0,30 % Zn. Kontrolni vzorec, ki so ga analizirali v Cinkarni Celje, je dal 0,55 % Zn in 0,014 % Pb.

Zaradi prenizkega odstotka so bila vsa dela ustavljena.

**3. Ajdovske jame pri Mokronogu.** Podjetje »Kremen« je po naročilu OLO Novo mesto očistilo vsa rudarska dela, ki so bila izvedena že v prejšnjem stoletju in v dobi med obema svetovnjima vojnama. Dela so povečini v dolomitu, manj je laporastega dolomita in apnenca.

Orudenenje je precej nepravilno, ker je dolomit tektonsko porušen. Orudenenje nastopa ob kontaktih z laporasto kamenino in je v dolomitu bogatejše, v apnencu siromašnejše. Sulfidna ruda je redka, oksidna ruda pa nastopa v majhnih gnezdih in lečah. V rovih je bilo izvedeno sistematično vzorčevanje. Vzetih je bilo 83 vzorcev. Kemično je bilo doslej analiziranih 20 vzorcev, ki so dali 0,75—5 % Zn, povprečno 2,1 % Zn. Dosedanji podatki so neugodni za razvoj rudnika. Edino možna preiskava je v globino.

Pri površinskem izpiranju je bilo vzeti 42 vzorcev.

**4. Bohor.** Na Bohorju je do konca novembra 1954 finansirala rudarska dela Cinkarna Celje, nato pa Uprava za investicije LRS.

Orientacijsko vzorčevanje starega vpadnika je pokazalo najvišji odstotek svinca 29,62, cinka pa 21,50. Povprečne vrednosti so nižje in znašajo za cink 8,6 in za svinec 3,2.

Smerna proga zahodno od glavnega vpadnika je prišla iz orudnenega brečastega dolomita s kompaktno dolomit, ki ni več orudnen. Analiza povprečnega vzorca s tega dela rudišča je dala 2,21 % Zn in 1,20 % Pb. Tu so bila dela ustavljena. Nadaljevali pa smo rudarska dela vzhodno od glavnega vpadnika. Povprečni vzorec iz vzhodne smerne proge je dal 2,57 % Zn in 0,63 % Pb, povprečni vzorec prečnika in nadkopa iz te proge pa 21,58 % Zn. Ruda v vzhodnem delu rudišča je bolj oksidirana kot v zahodnem. Ustrezno temu je koncentracija cinka v vzhodnem delu rudišča večja, svinca pa manjša.

**5. Sitarjevec pri Litiji.** Izkopali in obnovili so hodnike in glavni vpadnik, da so prišli do Kidričevega jaška, katerega ustje je na obzorju Savskega rova. Ta jašek je bil zalit z vodo, ki so jo morali najprej izčrpati, nato so ga obnovili in ga v zadnjem času pričeli poglobljati. V jašku nastopa 30 cm debela žila kompaktnega galenita, ki se nadaljuje v globino.

**6. Zavrstnik pri Litiji.** Obnovili in delno na novo izkopali so zaradi zračenja nadkop (61 m), v katerem so našli okrog 0,50 m debelo rudno žilo, ki vsebuje v glavnem barit in kremen z vključki galenita.

Razen tega so pričeli z izkopom vpadnika, s katerim naj bi prišli do rudišča okrog 40 m pod višino sedanjega rova, kar se predvideva iz ohranjenih starih jamskih kart.

**7. Pleše pri Škofljici.** Obnovili so 114 m rova ter 281,7 m Krištofovega vpadnika, da so prišli pod galenitno žilo. Nato so pričeli z izkopem smernega rova vzhod—zahod. Vzhodni del je sterilni, zato so ga ustavili, v zahodnem delu pa so skoraj na vsakem metru presekali galenitne leče, debele do 10 cm.

Nova rudarska dela so usmerjena okrog 30 m pod orudenenjem z galenitom, ki je bilo odkrito višje — na III. obzorju. Ker ta galenit nastopa v zvezi z baritom, bi bilo priporočljivo z gravimetrično metodo določiti položaj baritnih teles in nato slediti z rudarskimi deli v nižjih delih galenit.

**8. Ponoviče pri Litiji.** V letu 1947 so pričeli s čiščenjem dveh rovov. Že takrat se je pokazalo, da gre tu za mineralizacijo ekonomske vrednosti. V zgornjem rovu so našli žilo sfalerita, katere povprečna debelina je znašala 40 cm.

Ing. B. Berce je izdelal geološko karto ožje okolice rudišča, ki sestoji v glavnem iz karbonskih skrilavcev in peščenjakov. R. Tovšak pa je po sedimentno petrografski metodi izpirala naplavine ob šestih potokih v neposredni bližini gradu Ponoviče. V odsekih, kjer tečejo potoki po karbonskem peščenjaku, je v vzorcih našla redka zrna sfalerita. Sredi junija so se pričela tudi rudarska raziskovalna dela z rovom, v katerem nastopa sfaleritna žila, ki je do sedaj odkrita v dolžini 60 m.

### Živo srebro

**1. Sv. Ana nad Trzičem.** Raziskovali smo stare odvale in jamske zasipe ter stare rove na II. in III. obzorju. Izvedeno je bilo vzorčevanje; analiziranih je bilo 57 vzorcev, ki so večinoma vsebovali 0,03 % Hg, posamezni vzorci pa 0,3 % Hg. Na podlagi dosedanjih raziskav je potrebno proučiti rentabilnost predelave starih odvalov in zasipov ter možnost nastopanja novih rudnih teles.

**2. Velika Reka.** Dr. ing. Jože Duhovnik je izdelal jamsko geološko karto 50 m spodnjega obzorja, ki leži 9 m pod glavnim rovom. Na spodnjem obzorju obstoji presek rudišča okrog 100 m<sup>2</sup> s povprečjem 0,3 % Hg, vendar moremo pričakovati zaloge vsaj še 5 m nad in 5 m pod obzorjem. Izvedeno je bilo tudi sistematično vzorčevanje; analiziranih je bilo 24 rudnih vzorcev. Odstotek Hg se je gibal od nekaj tisočink do 0,69 %, pri tem je treba upoštevati, da se je precejšnji del samorodnega Hg izgubil pri vzorčevanju, prevozu in pripravi vzorcev. Svinca so vsebovali vzorci do 9,69 %, cinka do 1,2 %, kobalta do 0,05 % in niklja do 0,07 %.

Mineralna parageneza kaže, da je možno nastopanje rude še v globini. Zato so pričeli z novim rovom 60 m niže.

### Železo in mangan

**1. Rabeljski skladi na Dolenjskem in Notranjskem.** V letih 1951—1953 je bilo vzetih več orientacijskih vzorcev oolitne železove boksitne rude v okolici Turjaka, Karlovice, Sodražice in Cajnarjev. Analize teh vzorcev

so dale zelo različne odstotke železa. Povprečno znaša vsebina železa 16 %, najvišji odstotek pa je do sedaj 31,5. Ker gre za nižjeprocentno rudo, so predvsem važne zaloge. Da bi mogli oceniti zaloge, smo v letu 1954 izdelali podrobno geološko karto v merilu 1 : 10.000, ki obsega ozemlje 200 km<sup>2</sup>.

Geološka karta nam bo rabila kot podlaga za nadaljnja terenska raziskovanja. Vzporedno pa bo treba rešiti vprašanje predelave rude.

**2. Manganovi skrilavci na Počenski gori.** Na pobudo OLO Tolmin je Geološki zavod izdelal geološko karto v merilu 1 : 10.000, ki obsega pobočje Počenske gore nad Cerknim. Karta obsega 5 km<sup>2</sup>. Vzporedno s kartiranjem je bilo izkopanih 6 raziskovalnih jarkov. Skupno je bilo izkopenega 90,76 m<sup>3</sup> materiala in vzetih 290 kg vzorcev. Napravljenih je bilo 69 kemičnih analiz.

Po dosedanjih raziskavah so najpomembnejši manganovi skrilavci na dolžini 2400 m med Počensko goro in Ritarčevim vrhom. V glavnih raziskovalnih jarkih št. III in V doseže orudnjena plast znatnejšo debelino, ki znaša v jarku III 1,7 m, v jarku V pa 7 m. Kemična analiza je do sedaj pokazala najvišjo vrednost 24,92 % Mn. Povprečna vrednost pa je 18 % Mn in 11 % Fe.

Po dosedanjih podatkih moremo pričakovati zahodno od jarka V nadaljevanje orudnjene plasti, zato je treba nadaljevati s kartiranjem in razkopi. Da bi se ugotovila tudi globina orudnjene plasti, je potrebno vrtanje ali rudarsko raziskovanje z rovi.

Ruda je bila preiskana tudi mikroskopsko. Najbolj ugodno razmerje med psilomelanom, rjavim železovcem in kremenom znaša 35 : 45 : 10, povprečno pa v bogatih delih 30 : 40 : 30.

Rudo smo dali zaradi možnosti predelave v preiskavo tudi Zavodu za rudarsko-geološka in tehnološka raziskovanja v Beogradu in Metalurškemu inštitutu v Ljubljani.

**3. Rudnica.** Ing. M. Hamrla je nadaljeval geološka raziskovanja s posebnim ozirom na rudne pojave. O svojem delu poroča v posebnem članku na 81. strani.

## C. Inženirska geologija in hidrogeologija

### Hidroelektrarne

**HE Idrija.** Tu je bila končana prva faza raziskovanja za 100 m visoko pregrado Trebuša na Idrijci. Izvedba pregrade v dolomitu je možna. Visoki piezometrični nivoji izvirov v območju akumulacijskega bazena kažejo na vodonepropustnost bazena.

**HE Čezsoški log.** Preiskave za 70 m visoko pregrado, ki jih je vodil ing. J. Drnovšek, so pokazale zanimiv geološki profil. Ustje raziskovalne vrtine je bilo na nadmorski višini okrog 352 m. Do globine 18 m so vrtali skozi apnen grušč. Nato je sledila do globine 142 m jezerska kreda, pod njo pa do globine 322 m apnen grušč z vložki večjih samih apnenca, apnenega peščenjaka in apnenega peska. Od 282 do 305

metrov je apnen pesek vseboval prodnike apnenca. V globini 322 m je vrtina zadela na trdno skalo dachsteinskega apnenca. Najgloblja točka grušča se nahaja torej le okrog 30 m nad današnjo morsko gladino, kar kaže na močno pogrezanje tega ozemlja v kvartarju.

**HE Tara—Morača.** Vode gornjega dela reke Tare so s svojim 600 m visokim padcem proti dolini Morače eden najpomembnejših hidroenergetskih virov Jugoslavije. Letna produkcijska zmogljivost gornje Tare in Morače je 2 milijardi kWh kvalitetne energije.

V letu 1954 je ing. M. Breznik inženirsko geološko preiskoval dolino gornje Tare in srednje Morače ter ugotovil, da je izgradnja pregrad možna.

Nad Kolašinom je na Tari predvidena izgradnja 60 m visoke zemeljske pregrade. Vododržnost na mestu pregrade bo dosežena z izgradnjo tesnilne zavese, ki bo segala skozi 25 m debelo prodno plast do glinastih skrilavcev in peščenjakov. Akumulacijski bazen za 200 milijonov m<sup>3</sup> vode je v vodonepropustnih paleozojskih sedimentih. Pod Mateševim, 8 km vzhodno, je možna izgradnja še ene 80-metrске pregrade na Tari.

Dovodni rov (9 km) proti dolini Morače bo potekal v paleozojskih glinastih skrilavcih, peščenjakih in apnencih, v drugem delu pa v zgornjekrednem flišu, v katerem bo tudi tlačni jašek in strojnica.

Dolina srednjega toka Morače od Grla do Bioča, ki ima v dolžini 20 km padec okrog 150 m, je do sedaj zaradi kraškega značaja veljala kot neprimerna za energetska izrabo. Od Grla do Kupine smo ugotovili nekatere profile, ki omogočajo izgradnjo pregrad in s tem izrabo 80 % padca Morače. Ostali padec je možno izrabiti z derivacijami.

**HE Lobnica.** Za pohorski energetski sistem je ing. M. Breznik preiskoval mesta pregrad Črno jezero, Repe, Črnova, Tiho jezero, Šumik, Lehen in Šmartno ter ustrezne akumulacijske bazene. Fundacijski in tesnilni pogoji so ugodni, razen za Šmartno, kjer je zaradi globoke preperelosti metamorfnih hribin profil neprimeren. Dovodni rovi med posameznimi bazeni so v tonalitu. Glavni dovodni rov proti dolini Drave je deloma v tonalitu, deloma pa v metamorfnih kameninah, kjer prevladujejo blestniki in kremenovi skrilavci, poleg njih pa nastopajo v večji količini še amfiboliti in marmori.

Na mestu tlačnega cevovoda pokriva metamorfne kamenine nekaj metrov debela preperina. Na mestu strojnice ob Dravi so pod prodom lojevčevi in kloritni skrilavci ter amfibolit.

**HE Vuhred.** Preiskana je bila močno preperela cona v metamorfnih kameninah zaradi fundacije desne obrežne zgradbe in črpalnega jaška. Na posameznih odsekih so nastopale lahko gnetne peščene glin, neprimerne za fundacijo. V marmorih so bile ugotovljene cevaste kaverne s prerezom okrog ¼ m<sup>2</sup>, kar je zanimiv primer kraških pojavov v metamorfnih kameninah.

**HE Čabranka.** Ing. J. Drnovšek je izdelal inženirsko geološko poročilo za gradnjo pregrade in strojnice.

**HE Planina.** Raziskovali smo jugovzhodni rob Planinskega polja, kjer so bili izvrtani piezometri v smeri proti vasi Unec. V bližini polja je



podtalnica v višini dna Planinskega polja, potem pa se dviga in je v razdalji 1 km proti Uncu okrog 40 m nad poljem, torej nad predvideno gladino zajezitve.

**Meža.** Izdelano je bilo geološko poročilo k osnovnemu projektu izrabe Meže.

### **Fundacije**

Raziskali smo fundacijske pogoje za cestne mostove čez Savinjo v Celju ter čez Dravo v Ptujju in v Vuhredu, za obstoječe železniške mostove čez Vuhreški in Polnarjev potok v Vuhredu, za žičnico na Veliko planino in Vitranec, za skladišče Mlinostroja v Domžalah, za osnovno šolo v Ihanu, za gimnazijo v Rogaški Slatini in za žago Kmetijske zadruge v Slapu pri Trziču.

### **Plazovi**

Na podlagi geološkega ogleda je bil izdelan predlog za asanacijo plazov z Mirce na Jesenicah in na cesti Rimske Toplice—Jurklošter.

### **Predori**

Izdelan je bil profil predora Šmarje na avtocesti Ljubljana—Zagreb in poročilo o geoloških pogojih gradnje portala predora Ljubljanski grad.

### **Vodovodi**

V Ilirski Bistrici smo raziskovali piezometrične nivoje vode okrog kraškega izvira, kjer je bila tudi izvrtana horizontalna kaptažna vrtina za kraški vodovod.

V Kamniku smo sodelovali pri meritvah zmogljivosti podtalnice v naplavini ob Nevljici. Izdelano je bilo poročilo o možnosti preskrbe Žažarja pri Horjulu z vodo.

### **Terme**

Pričela so se opazovanja, ki naj pokažejo, ali je s ponovnim zajetjem možno dvigniti temperaturo termalnega vrelnca v Hotelu Toplice na Bledu. V Čateških Toplicah pa so se pričela merjenja podtalnice zaradi preiskav najmočnejšega izvira.

## **D. Laboratorijska raziskovanja**

### **1. Analitsko kemični laboratorij**

Vse analize je napravil ing. M. Babšek s sodelovanjem tehnika V. Zupana in laborantke C. Trampuž.

Vrsta analize	Število analiz
Silikatne kamenine . . . . .	10
Karbonatne kamenine . . . . .	43
Rude . . . . .	1098
Premog . . . . .	2

Poleg tega so v laboratoriju napravili še 36 določitev  $\text{CaCO}_3$  in  $\text{MgCO}_3$ , 8 silikatnih določitev in 5 kvalitativnih analiz. Med rudami prevladujejo analize živega srebra (929 določitev), ki so bile v zvezi s sistematičnim vzorčevanjem v Idriji v študijske namene in v zvezi z rudarskimi deli v Veliki Reki. Nato sledijo analize manganovih (72), svinevo-cinkovih (66), železovih (22) in bakrovih (1) rud ter boksita (8), ki so bile potrebne zaradi usmerjanja rudarskih del in ocenjevanja rudnih zalog.

## 2. Petrografski laboratorij

Izdelali smo 272 petrografskih zbruskov, 13 rudnih preparatov in 41 poliranih vzorcev. Skupno število za preiskave pripravljenih vzorcev je 326. Iz tabele je razvidno, koliko vzorcev smo preiskali iz različnih krajev. Laboratorij je vodila A. Hinterlechnerjeva.

Nahajališče	Petrografski zbruski	Rudni obrusi	Polirani vzorci
Jezersko	26		
Bohor	10		
Zletovo	8		
Ljubljanski grad	3		
Štip	35		
Vuhred	8		
Orešnik	3		
Rudnica	26	9	
Ožbalt na Dravi	43		
Velenje	4		
Črna gora — Tara—Morača	5		
Lendava	12		
Zagreb	1		
Maribor — Pohorje	24		
Oplotnica	6		
Mokronog	1		
Dečna sela	4		
Brežice	1		
Cerkno — Počenska gora	7		
Šmartno na Pohorju	32		
Litija	6		
Savske jame	1		
Hotavlje	1		
Vrhnika			20
Oblakov vrh — Primorska		4	
Mežica			21

Skupaj: 267

13

41

V letu 1954 smo v petrografskem laboratoriju nabavili Leitzov polarizacijski mikroskop CM z dodatno optično opremo, ploščo Nakamura in apertometer. S tem smo znatno izpopolnili našo opremo.

### 3. Sedimentno petrografski laboratorij

Po metodah sedimentne petrografije je R. T o v š a k preiskala 246 vzorcev. Večino od njih je izprala na terenu, in sicer 12 v okolici Jezerskega, 85 v okolici starih rudarskih del v Ponovičah in 144 v Logu pod Mangrtom.

Vzorci iz Loga pod Mangrtom se razlikujejo od vseh ostalih po tem, da vsebujejo poleg drugih težkih mineralov še psilomelan, glavkonit, zelo visok procent markazita in v primeri z vzorci z Jezerskega in iz Ponovič mnogo več mineralov, ki so neobstojni proti atmosferilijam, kakor granati, pirokseni in amfiboli.

Delo je dobro napredovalo zlasti potem, ko smo nabavili ustrezni Leitzov ultropak mikroskop.

Nahajališče	Kamenina — vrsta dela
Jezersko	12 vzorcev peska
Ljubljanski grad	3 vzorci skrilavca
Štip	1 vzorec granitnega peska
Šentjanž	1 vzorec premoga
Lobnica	1 vzorec tonalitne preperine
Ponoviče	izpiranje in mikroskopska preiskava 85 vzorcev glede na Pb in Zn
Log pod Mangrtom	izpiranje in mikroskopska preiskava 144 vzorcev glede na Pb in Zn
Mokronog	izpiranje 42 vzorcev glede na Pb in Zn

### 4. Mikropaleontološki laboratorij

Vzorci sta obdelali geologinji J. R i j a v e c in K. Z a j e c, material pa je pripravila laborantka A. G r a m c.

Izdelali smo mikropaleontološka poročila za 8 vrtin Podjetja za proizvodnjo nafte Lendava, in sicer: Fi-1, Sel-1, Gaberje-1, Pt-63, Sg-1, Sitnica-2, Kog-5 in Kog-4. Poleg naštetih vrtin v Pomurju, kjer smo s pomočjo mikropaleontoloških raziskovanj stratigrafsko horizontirali plasti, smo obdelali tudi vzorce iz vrtin Bunjani-25 in 28, Vrbovec-2 in Klošter-13, 15, 16, 17, ki ležijo v naftonosnih plasteh Hrvatske.

Pregled dela mikropaleontološkega laboratorija kaže naslednja tabela:

Nahajališče	Formacija	Število vzorcev
Filovci-1	panon	136
Selnica-1	pliocen, miocen	37
Sitnica-2	panon, sarmat, torton	120
Kog-5	torton	23
Kog-4	miocen	17
Bunjani-25, 28	oligocen	6
Vrbovec-2	panon, torton	19
Kloster-13, 15, 16, 17	panon, torton, sarmat	40
Jarenina—Šentilj	helvet, torton, sarmat	101
Podčetrtek	oligocen	15
Rudnica	brez mikrofavne	21
Št. Janž	miocen	174
Črna gora	brez mikrofavne	8
Slinavci pri Kostanjevici	torton	1
Divača — Istra	brez določljive mikrofavne	152
Metlika	sarmat	4
Ribnica — Dolenjsko	brez mikrofavne	1
Sv. Lenart	brez mikrofavne	10
Slovenske gorice	miocen	8
Pavlova vas pri Brežicah	torton	1
Rogaška Slatina	miocen	16
Prosenjakovci	pliocen	2
Št. Jernej	miocen	167
Šoštanj—Topolšica	oligocen	21
Bohinj	oligocen	14
Maribor	helvet	6
Skupno vzorcev:		1120

## F. Dokumentacijska služba

### 1. Knjižnica

V začetku leta 1954 je izšla 1. knjiga revije »Geologija — Razprave in preočila«, ki jo je pričel izdajati naš zavod, ter smo s tem dobili možnost, da vzpostavimo knjižno zamenjavo z domačimi in zlasti s tujimi znanstvenimi ustanovami. Za sedaj zamenjujemo s 333 ustanovami; od teh je 20 domačih in 313 inozemskih.

Pri delu se je pokazala potreba po nabavi starejše strokovne literature, ki je ni možno dobiti z zamenjavo. Poizkusili smo jo nabaviti antikvarno ter smo n. pr. kupili vse letnike »Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien«, ki so še bili na razpolago. Pri Francoskem inštitutu v Zagrebu pa smo naročili stare izdaje francoskega geološkega

društva v Parizu, ki vsebujejo razprave s področja paleontologije, posebno pa razprave o rudistih, vendar se nam je posrečilo dobiti le nekaj teh publikacij, ker so večinoma razprodane, saj so bile objavljene v zadnjih letih preteklega stoletja.

Iz knjižnice je bilo izposojenih 1232 zvezkov in 217 geoloških kart ter razlag h kartam.

	Nabavljeno								Skupno število	
	kupljeno		darovano		zamenjava		signatur		signatur	zvezkov
	sign.	zv.	sign.	zv.	sign.	zv.	sign.	zv.		
knjige in separati periodika	82	93	49	53	515	566	646	712	1971	2235
	29	435	2	13	76	238	107	686	233	1681
Skupno:	111	528	51	66	591	804	753	1398	2204	3916
geološke karte										
1 : 25.000	—	—	—	—	5	5	5	5	6	6
1 : 75.000	—	—	—	—	—	—	—	—	108	201
1 : 100.000	1	1	—	—	7	8	8	9	51	56
geološke karte razne	1	15	2	4	3	3	6	22	13	29
tolmači h geološkim kartam	—	—	—	—	3	3	3	3	53	96
topografske karte										
1 : 25.000	—	—	—	—	—	—	—	—	161	198
1 : 50.000	—	—	—	—	—	—	—	—	69	145
1 : 75.000	—	—	—	—	—	—	—	—	100	163
1 : 100.000	—	—	—	—	—	—	—	—	86	145
1 : 200.000	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5

## 2. Arhiv

Arhiv je v preteklem letu prejel 572 novih poročil, tako da je ob koncu leta bilo katalogiziranih 5447 poročil. Strokovni arhiv je shranjen v novih železnih omarah, ki so bile nabavljene leta 1954.

Iz arhiva je bilo izposojenih 610 strokovnih poročil in matric.

## E. Vrtanje

**1. Storitve in učinki.** V letu 1954 je vrtalna skupina z 12 vrtalnimi garniturami izvrtala 14.495,77 m na 239 vrtinah; povprečna globina vrtin je 61 m. Od tega je bilo 11 vrtin do globine 10 m, 67 do 20 m, 48 do 30 m, 39 do 50 m, 29 do 100 m, 36 do 200 m, 5 do 300 m, ena do 400 m in tri nad 400 m.

V LR Sloveniji so izvrtali 7128,62 m ali 49,1 % s povprečno globino 37 m; od tega za rudarstvo 2162,69 m, za gradbene namene 4656,13 m

in za oskrbo s pitno vodo 309,80 m. V ostalih republikah pa so izvrtali 7367,15 m ali 50,1 % s povprečno globino 160 m; od tega za rudarstvo 7052,15 m, za gradbene namene pa 315 m. V primerjavi z letom 1953 je zaznamovati povečanje vrtalne dejavnosti v LR Sloveniji, ki je bila tedaj soudeležena samo s 16,3 % od celotne metraže vrtin.

Finančna vrednost del v LR Sloveniji znaša 74.723.000 din ali 51,9 %, v ostalih republikah pa 69.328.000 din ali 48,1 % od celotne vrednosti 144.051.000 din.

Povprečna cena enega metra vrtine znaša 10.480 din/m v LR Sloveniji, in 9410 din/m v ostalih republikah. Razlika je nastala zaradi tega, ker so v Sloveniji največ vrtali plitve vrtine za gradbene namene delno v zelo trdih kameninah (tonalit, amfiboliti, blestniki) na Dravi in na Pchorju, delno pa v slabo vezanih kameninah ter v grušču in produ na Dravi, Soči in Idrijci. V ostalih republikah pa so vrtali globlje vrtine v rudarske namene v mlajših formacijah v kameninah manjše trdote.

Za inženirsko-geološko dejavnost so izvrtali 5280,93 m ali 36,5 % na 154 vrtinah pri povprečni globini 34 m, za rudarstvo pa 9214,84 m ali 63,5 % na 85 vrtinah pri povprečni globini 108 m. Povprečna cena je na inženirsko-geološkem področju znašala 11.890 din/m, na rudarsko-geološkem področju pa 8830 din/m.

#### Povprečni učinki

Povprečno število garnitur v obratu (mesečno) . . . . .	8,5
Povprečni stalež delavcev (mesečno) . . . . .	116
Storitev m/garnitura . . . . .	156
Storitev m/delavec (mesečno) . . . . .	10,4
Hitrost: mehanična m/h . . . . .	0,65
ciklična m/h . . . . .	0,39
komercialna m/h . . . . .	0,16

Kategorija	1954	%	1953	%
I. tonalit, amfibolit, kremenjak, blestnik ter grušč in prod	2.863,36 m	19,7	590,52 m	3,6
II. apnenci, dolomiti, trdi laporji, premo-gi in podobno	5.436,75 m	37,5	2.001,79 m	12,3
III. glíne, krede, laporji	6.195,66 m	42,8	13.643,50 m	84,1
	14.495,77 m	100,0	16.235,81 m	100,0

**2. Izkoriščanje delovnega časa.** Za doseženo storitev je bilo porabljeno celokupno 88.140 garniturnih delovnih ur. Od te vsote odpade na produktivni čas 37.254 ur ali 42,4 %, oziroma na čisto vrtanje 22.451 ur ali 25,6 %; ostali produktivni čas je bil porabljen za spuščanje in dviganje vrtalnega orodja, za povzemanje vrtin, za cevitev in razcepitev,



za cementacijo ter za razne meritve in preiskave. Na neproduktivni čas odpade 32.066 garniturnih ur ali 36,3 %, od tega na instrumentacije 2795 ur ali 3,2 %, na zastoje zaradi pomanjkanja materiala, vode in energije ali zaradi drugih neprilik (poplava, mraz in podobno) 3011 ur ali 3,3 %, na stražo 22.981 ur ali 26,1 % in na popravila strojnih naprav 3279 ur ali 3,7 %. Pripravljalna dela, montaža in demontaža vrtalnih garnitur ter transport so vzela 18.820 ur ali 21,3 %.

### 3. Kadri in mezde

Povprečen stalež delavcev:

visokokvalificirani . . . . .	40 del.	34 %
kvalificirani . . . . .	74 del.	64 %
nekvalificirani . . . . .	2 del.	2 %
<b>stalež . . . . .</b>	<b>116 del.</b>	<b>100 %</b>

9 ekip po 8 delavcev = 72 delavcev  
(vrt. garnitura za manjše kapacitete)

3 ekipe po 13 delavcev = 29 delavcev  
(vrt. garnitura za večje kapacitete)

5 mehanikov na terenu = 5 delavcev  
116 delavcev

V letu 1953 pa je bil povprečen sestav: 12 ekip po 8 delavcev = 96 delavcev; v tej dobi niso bile v obratu vrtalne garniture za večjo globino, ki zahtevajo številčno močnejše ekipe.

Povprečna urna plača na enega delavca v letu 1954 je znašala 50,4 din/h.

Povišanje urne plače povprečno na enega delavca v dobi maj—december 1954 je znašalo 2,88 din/h.

Povprečna premija glede na režijsko urno plačo je znašala v l. 1954 8,16 %.

Po uveljavitvi Pravilnika o plačah in napredovanju delavcev in uslužbencev za leto 1954 znaša povprečna urna plača po kvalifikaciji delavcev (v primerjavi navajamo tudi leto 1953):

Kvalifikacija	1954		1953	
	režijska urna mezda din/h	premija din/h	režijska urna mezda din/h	premija din/h
visokokvalificirani	58,9	4,8	53,0	11,0
kvalificirani	46,6	3,8	45,0	10,0
nekvalificirani	33,5	2,7	32,0	7,0
Povprečno 1 delavec	50,5	4,1	47,4	10,1

Pri pregledu delovnih ur v režiji in nadur povprečno na enega delavca v enem mesecu dobimo naslednje rezultate za leto 1954:

Število ur v režiji . . . . .	173,0 h/mes.
Število nadur . . . . .	14,5 h/mes.
skupaj . . . . .	187,5 h/mes.

Povprečni procent nadur z ozirom na ure v režiji znaša 8,4. Teoretično izračunani procent nadur, ki je neizogibno potreben zaradi značaja dela, t. j. zaradi stražarskih ur ob nedeljah in državnih praznikih, pa znaša 6,3%. Višek procenta nad 6,3% gre torej na račun nadur, opravljenih preko osemurnega delavnika. Ta procent nadur — 2,1% — je sorazmerno nizek in nastane predvsem pri različnih transportih, premestitvah, montažah oziroma demontažah, ko običajno vsa ekipa dela samo na eni tretjini. Pri rednem delu, ko dela vitalna ekipa v treh izmenah, pa nadure niso potrebne razen v primeru pomanjkanja rezervnih delavcev.

Število izgubljenih izmen zaradi bolezni v letu 1954: januarja 42 dni, februarja 6 dni, marca 8 dni, aprila 16 dni, maja 27 dni, junija 55 dni, julija 60 dni, avgusta 8 dni, septembra 49 dni, oktobra 38 dni, novembra 69 dni, decembra 89 dni; skupno 467 dni.

V letu 1954 je zaradi bolezni izostalo 467 izmen ali 3736 ur, povprečno na mesec 38,9 dni ali 311 ur, t. j. 2,7 ure povprečno na mesec in na enega delavca.

Za letni dopust je bilo izplačanih v letu 1954 885.676 din, kar znaša pri povprečnem zaslužku 48,50 din/h 18.280 ur, t. j. 2285 dni, oziroma 19,7 dni/delavca (pri povprečnem staležu 116 delavcev). V postavki 19,7 dni/delavca je vračunan letni izkoriščen dopust in izredni, tako imenovani republiški dopust, do katerega so upravičeni delavci, ki delajo izven LR Slovenije. Iznos tega dopusta velja en dan za poročene oziroma pol dneva za neporočene delavce za dobo enega meseca dela izven LRS.

Zanimiva je tabela, ki kaže mesečni dohodek povprečno na enega delavca v letu 1954:

Postavka	din/mesec	%
ure . . . . .	8.697	44,9
nadure . . . . .	1.074	5,7
akord — premije . . . . .	709	3,7
letni dopust . . . . .	634	3,3
državni prazniki . . . . .	135	0,7
hranarina . . . . .	35	0,2
terenski dodatek . . . . .	8.017	41,5
celokupni mesečni dohodek . . . . .	19.301	100,0
odbitki . . . . .	717	
izplačilo . . . . .	18.584	

V letu 1953 so znašali skupni mesečni prejemki povprečno na enega delavca 10.850 din (izračunano izplačilo za nav. ure, nadure, premijo in ostalo) in 5920 din za terenski dodatek, skupni dohodek je torej znašal 16.770 din, v letu 1954 pa 11.284 din + 8017 din, skupno 19.301 din/mes.

Povišanje dohodkov je povzročila sprememba plač in terenskih dodatkov po novem pravilniku; v letu 1953 je bilo večje število nekvalificiranih delavcev, ki niso bili deležni terenskih dodatkov.

**4. Nabave v letu 1954.** V l. 1954 je bila nabavljena naslednja oprema v vrednosti 33,432.000 din:

1. Vrtalna garnitura (nekompletna) »Failing 1500 S« . . . . .	17,254.000 din
2. Obložne cevi v skupni dolžini 1836 m . . . . .	11,501.000 din
3. Dve centrifugalni črpalki »Jastrebac« . . . . .	881.000 din
4. Jedrne cevi v skupni dolžini 96 m . . . . .	2,231.000 din
5. Sedem vodnih števecv . . . . .	117.000 din
6. Šest brusilnih strojčkov . . . . .	296.000 din
7. Diesel motor »Aran«, 8 KM . . . . .	340.000 din
8. Ostala nabava (škripec, tricikel, poljska kovačnica, nakovalo, zložljive postelje, železne postelje) . . . . .	862.000 din

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## RUDARSKO GEOLOŠKA KARAKTERISTIKA RUDNIKA MEŽICA

Alojz Zorc

S 37 slikami

### Uvod

Svinčevo-cinkov rudnik Mežica je znan po svoji zgodovinsko izredno dolgi dobi obratovanja, po veliki horizontalni razprostranjenosti ter po dolžini starih in novejših rovov. Dolžina merjenih prog konec leta 1955 znaša okroglo 373 km.

Orudenenja so razdeljena v velikem prostoru v obliki rudnih nizov in sistemov, ki imajo svoje osnove v skupnem nastanku rudnih koncentracij in sedimentov ter v tektonski zgradbi triadnega ozemlja. Od leta 1934, ko so pričeli jamo poglobljati pod nivo reke Meže, je Mežica znana še po veliki količini črpane vode, ki znaša v letih 1951—1955 povprečno 37,2 m<sup>3</sup>/min. V industriji je mežiški svinec znan po svoji čistosti (99,9928 % Pb), ki je dosegljiva zaradi majhne količine škodljivih primesi v rudi.

Glavna končna proizvoda rudnika sta rafinirani svinec in cinkov koncentrat. V primerjavi z ostalimi svinčevo-cinkovimi rudniki v državi je Mežica v proizvodnji svinca danes na tretjem in v proizvodnji cinkovega koncentrata na drugem mestu. Kot stranski produkt pridobivajo v nekaterih delih rudišča še vulfenitno rudo, ki jo po obogatitvi v koncentrat predelujejo v lastni topilnici v Žerjavu v kalcijev molibdat.

Razdelitev rudnih pojavov in koncentracij na velik prostor in površino, majhna primes škodljivih snovi v svinčevi in cinkovi rudi ter nastopanje vulfenita so posebnosti, ki so v zvezi z genezo rudišča.

Po svoji rudarsko geološki karakteristiki in sorodnosti spada rudnik v skupino vzhodnoalpskih svinčevo-cinkovih rudišč, od katerih sta poleg Mežice najvažnejša rudnika Bleiberg in Rabelj. Po položaju v geološki zgradbi Jugoslavije uvršča Cissarz (1951) Mežico v južnoalpsko-dinarsko cono, kar zelo dobro ustreza tektonskemu sistemu rudišča.

Sestavek sem napravil po večletnem (1946—1956) delu na rudniku na podlagi opazovanja razvoja odkopov, uspehov sledenja, dostopnih starih jamskih del in kartiranja ozemlja nad rudiščem. Za periferne dele rudnega ozemlja sem delno uporabil podatke iz poročil o kartiranju površine, ki so navedena v seznamu literature.

Kemične analize številnih vzorcev, od katerih sem vzel nekaj podatkov za ta članek, so bile pripravljene v domačem laboratoriju v Žer-



1. sl. Kristali vulfenita na apnencu, 1,2 ×. Mežica  
Fig. 1. Crystals of Wulfenite on Limestone, 1,2 ×. Mežica

javu pod vodstvom viš. ind. tehn. Valentina Ovniča. Za te podatke se mu lepo zahvaljujem. Prav tako se zahvaljujem ind. tehn. jamomercu Ivanu Ocepku za tehnično pomoč pri izdelavi priloženih načrtov.

## **PREGLED RAZVOJA RUDARSKIH DEL**

### **Začetna dela od leta 1665 do leta 1766**

Na današnjem ozemlju rudnika Mežica je bilo po pisмениh virih izdano prvo dovoljenje za raziskave svinčevega sijajnika v bližini Črne leta 1665. Kot posestnik tega dovoljenja je naveden Hans Sigmund v. Othenfels. Ker je to prvi zanesljiv zgodovinski podatek, pomeni leto 1665 začetek rudarstva v Mežici.

Prva raziskovalna in rudarska dela so bila izvedena v južnem delu rudnega ozemlja v okolici Črne. V tej dobi so imeli grofje Thurni prostosledne pravice na Peci (leta 1706) in v Hlivniškovem gozdu nad Črno (leta 1720); od leta 1728 do 1733 so pričeli grofje z manjšimi rudarskimi deli v Hlivniškovem gozdu.

V letih 1739 do 1766 je po smrti grofa J. Sigmunda Thurna njegov prejšnji upravitelj Kristijan svobodnjak v. Schlangenberg na južnem pobočju Pece razvil prvi večji rudarski obrat, v katerem je delalo okrog 28 ljudi. Od tedaj imamo prvi podatek o produkciji svinca, ki je znašala na tem rudniku v letih 1741 do 1747 skupno 2688 centov.

Prva topilnica, kjer so topili rudo iz omenjenega revirja Peca, je najbrž stala v današnji naselbini Šmelc ob reki Meži. Leta 1852 je bila na istem mestu postavljena nova topilnica, ki je obratovala do leta 1904.

Za razdobje 1766 do 1809 v zgodovinskih virih v okolici Mežice niso omenjena nobena rudarska dela.

### **Doba malih rudarskih družb 1809 do 1870**

Od leta 1809 do 1813 je bil jugozahodni del Koroške z beljaškimi okrožjem priključen Ilirskim provincam. Avstrija je s tem izgubila rudnika Bleiberg in Rabelj, dočim je obdržala Mežico.

Da bi nadoknadili izgubo teh rudnikov, so skušali hitro razviti rudarstvo v okolici Mežice. V resnici so se leta 1809 pričela na številnih krajih mežiškega rudnega terena raziskovalna in rudarska dela na svinčevi rudi, ki od tedaj do danes niso več prenehala. Lastniki rudarskih pravic, separacij in topilnic so se povezali v nekaj manjših, medsebojno ločenih delničarskih rudarskih družb. Najbolj znani lastniki deležev, ki so se večkrat menjavali, so bili bratje Kompoši, bratje Žerjavi, bratje Prettner, J. Rainer in drugi.

Vsa raziskovalna in rudarska dela v razdobju 1809 do 1893 so bila za tedanje prilike obsežna; pričetih in odprtih je bilo okrog 70 krajsih in daljših rovov, jaškov in jam.

Rudarska dela so se tedaj razvila v rudniku Kotlje (1808—1825), kjer je obratovala od leta 1813 majhna topilnica. Razvijati so se pričeli revirji



Peca (1824), Graben (1825), Igerčevo, Fridrih in Topla (1834—1869). Rudo so topili v topilnicah na Spodnjem bregu ob Jesenikovem potoku (1810—?), na Poleni ob Meži (1810—1906), v Pristavi pri Črni, kjer stoji danes Dretnikova hiša (1841—?), v Žerjavu (1813 do danes) in v že omejenih prvi topilnici v Šmelcu (1852—1904).

### **Doba rudarske družbe B. B. U. 1870 do 1919**

Leta 1868 je bila ustanovljena rudarska družba z nazivom Bleiberg-Bergwerks-Union, ki je od leta 1870 do 1893 pokupila vse deleže in s tem postala lastnik vseh rudarskih pravic in rudniških objektov v okolici Mežice. Razvila je centralno topilnico (1896) in moderno separacijo (1914) za vse jamske revirje v Žerjavu. S tem se je obratovanje poenostavilo, ker so odpadle prejšnje manjše izbiralnice in topilnice, ki so stale v bližini posameznih jamskih revirjev.

Uvedeno je bilo ročno prebiranje cinkove (1874) in mehansko separiranje vulfenitne rude (1878). Od leta 1909 do 1926 je bilo v jami odpravljeno ročno vrtnanje s postopnim uvajanjem vrtnih kladiv.

### **Doba od leta 1919 do danes**

Po prvi svetovni vojni je bil rudnik od leta 1919 do 1921 pod sekvestrom jugoslovanske države in je nato prešel v posest angleške rudarske družbe »The Central European Mines in London« (1921—1941).

Med nemško okupacijo (1941—1945) je bil rudnik ponovno pod upravo iste družbe B. B. U. kot v dobi 1870 do 1919. Od osvoboditve (1945) dalje je rudnik lastnina naše skupnosti.

Pod angleško upravo podjetja so pričeli razvijati v letih 1934/35 rudarska dela pod 8. obzorje (+ 500 do + 515 m) in s tem pod nivo reke Meže. Takrat je nastala za podjetje s stalnim črpanjem vode na 8. obzorju dodatna ekonomska obremenitev. Poleg mokro mehanske separacije v Žerjavu je bila (leta 1926) postavljena majhna flotacija za predelavo zraščene svinevo-cinkove rude, ki je izboljšala separiranje. Zaradi naraščanja količine tesno preraščene svinevo-cinkove rude, kar je bilo povezano z relativnim porastom kovine Zn v primerjavi s Pb in ob potrebi, da se zaradi padanja komponente PbS v rudi poveča količina predelane rude, je bila celotna separacija leta 1947 povečana in preurejena na flotacijo (allflotation). V letih 1954/55 je bila vgrajena pred flotacijski sistem še težkotekočinska separacijska naprava, ki omogoča rentabilno separiranje starih hald in rude z nizko vsebino Pb in Zn. S tem je bilo mogoče tudi povečati jamske učinke, ker je ročno prebiranje v jami zamenjala težkotekočinska separacija. Ker je vsebina Pb in v manjši meri tudi Zn ves čas od leta 1920 do danes, delno zaradi poglobljanja rudišča ter v zadnjih letih v manjši meri zaradi odkopavanja s sfaleritom bogatih orudenenj revirja Graben, delno pa zaradi večanja učinkov na odkopu, padala, je bila izbrana pot modernizacije separacije in jame pravilna ter je ves proces kljub visokim stroškom sledenja in črpanja vode ostal rentabilen.

## Geografija okolice rudnika

Rudnik Mežica leži v alpskem terenu med vrhovoma Pece (+ 2126 m) in Uršlje gore (+ 1696 m), ki pripadata severnemu grebenu vzhodnih Karavank. Skozi najgloblje doline tega ozemlja teče reka Meža, ki izvira pod goro Olševo (+ 1929 m) ter ima do Črne izrazito smer zahod—vzhod. Pri Črni (+ 573 m) spremeni svojo smer in teče skozi Žerjav (+ 527 m) ter Mežico (+ 475 m) do Poljane proti severu. Od tu zavije zopet proti vzhodu skozi Prevalje in Ravne ter se pri Dravogradu izliva v Dravo. Reka Meža, ki zbira vodo iz ozemlja med Olševo, Smrekovcem (1569 m), Uršljo goro in Peco, ima v svojem teku od jezua v Topli (+ 680 m) do Prevalj (+ 408 m) na dolžini 19,2 km povprečni padec 13,1 ‰.

Z zadnjo železniško postajo Prevalje veže Mežico in Žerjav cesta, dolga 13 km, ki se vije ob reki Meži. V Žerjavu, kamor prihaja po 7. obzorju (+ 540 m) ruda iz vseh jamskih revirjev, se nahaja separacija in topilnica svinca. Na Poleni se nahaja upravno poslopje in najnižji vhod v jamo na 8. obzorje (+ 500 m), kjer izvažajo jalovino iz spodnjih delov jame.

Glavni del jame leži na levi strani Meže med Črno, Poleno in Malo Peco, še zapadneje pa leži raziskovalni revir Topla. Revir Graben in raziskovalni teren Mučevo—Uršlja gora sta na desni strani Meže.

Rudni pojavi so znani v podolžnem pasu s smerjo zahod—vzhod, ki sega proti severu približno do črte Kordeževa glava—Jesenikov vrh—Kotlje (jama)—Sv. Duh nad Suhim Dolom, na jugu pa do jamskega revirja Topla, po dolini Meže do Črne, na Razbor, rudne pojave 500 m južno od Kriveca, grad Plešivčnik in Suhi Dol. Zahodno od Pece in Tople se rudni pojavi v isti smeri nadaljujejo preko jugoslovansko-avstrijske meje v Avstrijo, kjer so znana manjša opuščena nahajališča svinčeve in cinkove rude ob državni meji (Riška gora), v okolici Železne Kaple in v okolici Bistrice.

## Geološki sestav okolice Mežice

Peco in Uršljo goro sestavljajo od podnožja do vrha večidel triadni apnenci in dolomiti z vmesnimi sorazmerno tankimi plastmi skrilavca in laporja. Širina triadnega pasu, ki ima izrazito smer zahod—vzhod in so v njem razviti v glavnem vsi triadni sedimenti od najstarejših do najmlajših, znaša 3 do 6 km. V severna pobočja triadnega gorovja se v višjih legah zajedajo manjši, medsebojno ločeni otoki liade, a v nižjih delih, med Mežico in Slovenj Gradcem, tvori podnožje gorovja do 2 km širok pas leškega miocena s premogom.

Severno od miocena in prav tako južno od črte Črna—Razbor tvorijo večje površine ponekod slabo metamorfozirani paleozojski skrilavci nedoločene starosti. Severno od Mežice in okrog Prevalj so sestavljeni iz peščenih in glinastih ter filitnih plasti. Ponekod so sericitizirani in vsebujejo tanke vložke grafitu ter žile kremenja spremenljivih presekov. Te plasti je prečkal prevajalski vodni rov v smeri Mežica—Prevalje.

Ob južnem robu Karavank so razviti med Razborom in Železno Kaplo paleozojski, pretežno tankolistni glinasti, zeleni, sivi in vijoličasti

skrilavci, ki jih imajo za formacijo nad peščeno-glinastimi plastmi. Po Tellerju (1896) spadajo v kulm, devon ali silur in po Vetterju (1947) v dobo karbon-devon. Zanje je značilno, da na vsej dolžini, ki znaša okrog 50 km, vsebujejo otoke diabazov in diabazovih tufov. Diabaz je navadno obdan od skrilastega diabaza, ki prehaja v zeleni skrilavec.

Diabazi so verjetno nastali najkasneje v gornjem karbonu ali morda istočasno pri sedimentaciji paleozojskih skrilavcev, na katere so vezani. Po Graberju (1933) ter po Heritschu in Kühnu (1951) so postkolumske starosti. Permski in werfenski skladi ne kažejo nobene zveze z diabazi. Tufi v werfenskih skrilavcih v okolici Javorja in Tople so verjetno nastali pri vulkanskem delovanju za izlivom diabazov.

V paleozojskih skrilavcih v bližini diabaza nastopa severno od Mežice na Hamunovem vrhu majhno nahajališče hematita in v okolici Zavodno—Razbor na levi in desni strani Velunje manjše, delno že odkopano nahajališče Pb-Zn-(Cu) rude, ki je ravno tako v neposredni bližini izdankov diabazov in diabazovih tufov. Razboru slično drugo manjše nahajališče s Pb-Zn-(Cu) minerali je znano v paleozojskih skrilavcih v Remšniku na levi strani Drave, severno od postaje Brezno-Ribnica. Ruda nastopa tu v plasteh in paralelno s plastmi.

Paleozojski skrilavci tvorijo podlago laškega miocena, kar se je pokazalo pri gradnji prevaljskega vodnega rova. Miocenski sedimenti leže na paleozoiku diskordantno v obliki plitve, okrog 130 m globoke laške kadunje. Z veliko verjetnostjo se nadaljujejo paleozojski skladi pod triadni masiv Pece in Uršlje gore in mu tvorijo neprekinjeno podlago, kolikor niso bili v dobi variscijske orogeneze erodirani.

Po dolini Tople in Meže do Črne gre tektonski kontakt granitov in kontaktnih porfirjev z južnim triadnim pobočjem Pece. Južneje sledi do 1 km širok pas metamorfnih skrilavcev, na katere meje tonaliti. Pas granitov, porfirjev in tonalitov se prične 10 km zahodno od Železne Kaple, se vleče južno od Tople in Črne in se konča 5 km severno od Velenja. Metamorfni skrilavci med tonaliti in granititi so najstarejša kamenina tega ozemlja.

Med granititi in porfirji zaradi stalnih medsebojnih prehodov teh dveh kamenin ne moremo potegniti točne meje. Kontakt teh magmatskih kamenin s paleozojskimi in metamorfnimi skrilavci kaže silifikacijo in prodiranje žil magmatskih kamenin v sedimente. Nasprotno triadne kamenine med Toplo in Črno, ki imajo neposredni kontakt z granititi-porfirji, ne kažejo nikakih vplivov kontaktne metamorfoze. Na terenu se vidi, da je vsa meja tektonska, vendar, če je eruptiv mlajši od triadnih kamenin, lahko predpostavljamo, da bi morali biti vidni na triadnih sedimentih ostanki kontaktnih pojavov. Zaradi tega je delno upravičena predpostavka, da so granititi-porfirji predtriadne starosti.

Po novejših raziskavah so tonalitne intruzije na Pohorju nastale v gornji kredi ali najkasneje do miocena (Germovšek, 1952), kar velja enako za tonalite Karavank. Za granitite-porfirje bi bila najverjetnejša razlaga, da so nastali približno istočasno kot tonaliti, obstaja pa tudi možnost, da so variscijske starosti, za kar govori poleg kontakta s triado

tudi dejstvo, da granitite popolnoma loči od tonalitov pas metamornih skrilavcev in da v bližini kontakta Topla—Črna v triadnih apnencih in dolomitih nimamo nikjer intruzij teh magmatskih kamenin.

Okrog 4 km južno od Črne nastopajo andeziti Smrekovskega grebena zgornjeoligocenske do miocenske starosti, ki mejijo neposredno na tonalite.

V ozemlju južno od prelomne doline Topla—Črna in smeri Črna—Razbor nastopajo potem zaporedno sledeče magmatske kamenine: diabazi, granititi-porfiriji tonalititi, andeziti s tufi. Po nastanku so najstarejši diabazi na severu, najmlajši andeziti na jugu, iz česar bi mogli domnevati, da so granititi-porfiriji starejši od tonalitov.

V samem triadnem ozemlju prodornine niso znane razen nekaj manjših otokov. Južno od Meže pod Raduho najdemo triadne porfirite s keratofiri, južno in jugovzhodno od Kotelja pa najdemo terciarne porfirite, delno z granati, delno brez njih, ki jih Teller skupno imenuje dacite. Ti porfiriti so vzdolž nariva triadnih plasti na miocenske močno razpadli.

### Stratigrafija triadnih sedimentov

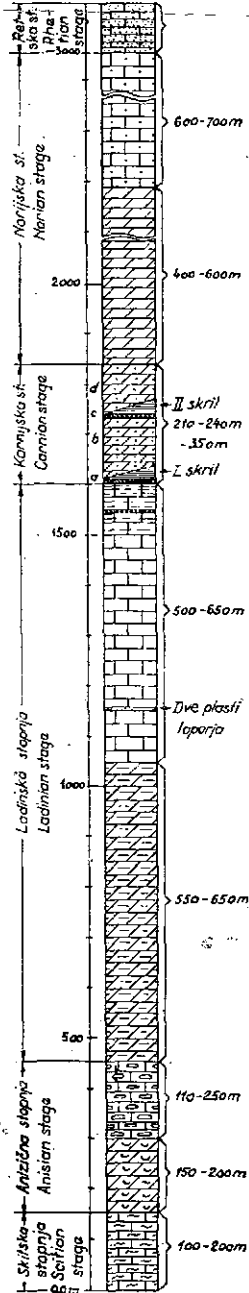
V okolici Mežice so razvite vse triadne formacije severnih Karavank od skitske do retske stopnje. Sedimentacija se je vršila skozi vso triado brez daljših presledkov, kar dokazujejo v večini primerov prehodi brez ostrih mej iz ene vrste sedimentov v drugo.

Ker so vodilne okamenine v triadnih dolomitih in apnencih tega ozemlja izredno redke, so stratigrafske meje na terenu določene na podlagi zaporedja, petrografskih značilnosti in kemičnega sestava. Določanje starosti posameznih formacij na ta način ni zanesljivo ter je vodilo v več primerih do različnih mnenj, kot n. pr. glede sestava gornjega dela Uršlje gore. Najlaže določljivi so rabeljski skladi, ki izjemoma vsebujejo na spodnji meji skrilavca z wettersteimskim apnencem številne vodilne okamenine in oolite s piritom ter se po svojih skrilavih plasteh in značilnih plastovitih apnencih dobro ločijo od ostalih horizontov.

Na 2. sliki je pregledno podano zaporedje in kratka karakteristika triadnih sedimentov, ki smo jo izdelali po opazovanjih v jami s profili jama-površina. Tako smo istočasno več ali manj točno določili debelino posameznih stratigrafskih horizontov nad rudiščem.

#### a) Skitska stopnja

Najstarejši sedimenti triade so werfenski, ki so razviti normalno kot vijoličastordeč skrilavec, le ponekod ga spremljajo nekaj 10 m debele plasti peščenjaka in lapornatega apnenca. Južno od Javorja je v werfenskem skrilavcu vidnih v presledkih 10 do 12 sivkasto zelenih pasov s tufsko primesjo širine po nekaj metrov. Pasovi so izraziti, s hitrimi prehodi v običajne werfenske skrilavce. Na podlagi tega sklepamo na hitre spremembe sedimentacijskih pogojev. Verjetno so se sedimentirali tudi produkti tedanjih vulkanov. Slične, toda manj izrazite sivkasto zelene vložke vsebuje werfen v bližini jamskega revirja Topla.



**Kössenski tankoplastoviti lapornat apnenec**  
Thinbedded marly Kössen limestone

Dachsteinski apnenec, sivkastorjav in svetlosiv; vsebuje 90 do 99% CaCO<sub>3</sub>  
Greyish brown and light grey Dachstein limestone, containing 90–99% CaCO<sub>3</sub>

Dolomit, v spodnjem delu temnorjav z bituminoznimi in lapornatimi vložki; v gornjem delu svetlejši  
Dolomite, dark brown, including bituminous and marly intercalations in the lower part, in the upper part light brown

Rabeljske plasti: a) oolitna plošča (0,2–0,9 m), I. skrilavec (8–40 m), b) dolomitizirani apnenec in dolomit (100–300 m), c) debeli ooliti, II. skrilavec, lapor (10–50 m), d) plastoviti apnenec (do 100 m)

Rabelj strata: a) Oolite layer (0,2–0,9 m), The first shale (8–40 ms), b) Dolomitized limestone and dolomite (100–300 ms), c) Thick oolites, the second shale and marl (10–50 ms), d) Bedded limestone

Wettersteinski apnenec. Gornjih 90 m vsebuje lokalno zelene, sive in mlečnobeke plasti, plasti primarne breče in drobnih apnenih oolitov. Orudnenjen je do globine 600 m. Jalovi deli vsebujejo 60–80% CaCO<sub>3</sub>, orudneni 50–70% CaCO<sub>3</sub>

Wetterstein limestone including green, grey, and milk white coloured layers with primary developed breccia intercalations and tiny calcareous oolites in the upper part (90 ms). The waste parts of the Wetterstein limestone contain 60–80% CaCO<sub>3</sub>, the mineralized parts of them 50–70% CaCO<sub>3</sub>.

Wettersteinski dolomit, sivkastorjav. Ponekod vsebuje vidno primes železovih oksidov. Polagoma prehaja v wettersteinski apnenec. Je odpornejši proti razpadanju kot dolomit noriške stopnje. Orudnenja v njem niso znana.

Greyish brown Wetterstein dolomite, somewhere containing iron-oxides, gradually passes into Wetterstein limestone. The mineralization in them is not known.

»Školjkoviti apnenec«, bituminozen, z belimi kalcitnimi žilicami ter s plastmi skrilavca in ročenca (do 5 cm). Polagoma prehaja v wettersteinski dolomit.

Bituminous »Shelly limestone« with white calcite veinlets including the shale and hornstone layers (up to 5 cms). Gradually passes into Wetterstein dolomite.

Temnosiv in bituminozni dolomit. V revirju Topla vsebuje Zn–Pb orudnenja.

Dark grey and bituminous dolomite, containing Zn–Pb mineralizations in Topla section.

Werfenski skrilavci, peščenjaki in apneneci. Pod njimi leže paleozojski skrilavci kot podlaga triade.

Werfenian shales, sandstones and limestones, underlain by Paleozoic slates.

2. sl. Zaporedje triadnih plasti v mežiškem rudišču  
Fig. 2. Sequence of Triassic beds in the Mežica ore-deposit

Werfenski skrilavci nastopajo v smeri W—E na jugu rudonosnega terena med Toplo in Razborom kot ozek pas s presledki. Debelino skladov cenimo na okrog 200 m. Povsod tvori werfen prehod iz paleozojskih skrilavcev v anizično stopnjo ter je zaradi pritiska od juga močno porušen.

### b) Anizična stopnja

Za werfenom sledi severno od Tople in Razbora dolomit anizične stopnje, v katerem je znano orudenenje ZnS—PbS majhnega revirja Topla. Orudenenje je bogato s sfaleritom, galenita vsebuje manj. Dolomit je kompakten, debeloplastovit in ponekod bituminozen. Navzgor prehaja postopno v temne plastovite apnenca s svetlimi kalcitnimi žilicami, ki so kot stratigrafski horizont znani pod imenom školjkoviti. Med plastmi apnenca, ki so 10 do 30 cm debele, so večkrat značilni, nekaj centimetrov debeli vložki laporja in roženca, zaradi česar je plastovitost še izrazitejša.

Ponavljjanje vložkov roženca in laporja med apnenimi plastmi dokazuje, da je prihajalo iz določenih razlogov v krajših časovnih intervalih v morje izmenoma zdaj več kremenice, zdaj več lapornih snovi. Malo je verjetno, da se je v tem smislu spreminjal sestav snovi, ki so jih prinašale v morje reke. Možno je, da je ta pojav, podobno kot tufske usedline v werfenskih skrilavcih, v zvezi z obalnim ali podmorskim delovanjem vulkanov oziroma term v anizični stopnji.

Na južnem pobočju Molakovega vrha je anizični dolomit razvit kot temen lapornati apnenec in lapor, ki razpada v ostrorobe, do 2 cm velike drobce, dočim je ves Molakov vrh grajen iz temnega školjkovitega apnenca.

Po profilih v Topli znaša debelina anizičnega dolomita 150—200 m in školjkovitega apnenca 110—250 m.

Mikroskopske in kemične preiskave, izvedene v letu 1955 v Mežici, so pokazale, da dolomiti in apnenca anizične in delno dolomiti ladinske stopnje v okolici Tople in Molakovega vrha vsebujejo sorazmerno za sedimente prevelike količine kovin Zn in Pb, od katerih prevladuje Zn.

Školjkoviti apnenec in wettersteinski dolomit na prehodu iz školjkovitega apnenca v Topli severno od Končnika in Fajmuta na višinah od + 1370 do + 1900 m vsebujeja povprečno 0,94 % Fe, 0,13 % Zn in 0,10 % Pb. Probe so bile vzete v treh profilih. Manjši povprečni vzorec školjkovitega skrilastega apnenca iz okolice rudišča Bleiberg, Kiltzerberg + 840 m, vsebuje po analizah\* 0,49 % Pb, 0,006 % Zn in 1,67 % Fe.

Mikroskopska preiskava potrjuje, da je Zn prisoten v školjkovitem apnencu pretežno v obliki drobnih zrn sfalerita, ki so povečini vraščena v mikroskopskih kristalih prekristaliziranega apnenca. Premeri pretežnega števila zrn ZnS gredo od 0,003 do 0,015 mm. Manjše število zrn meri pod 0,003 mm in redkejša večja zrna so v mejah od 0,015 do 0,030 mm. V delih apnenca, kjer so zrna gosto posejana, znaša povprečna razdalja med njimi 0,07 mm, kjer so srednje gosta, znaša oddaljenost

\* Analiziral ing. S. Kandare v laboratoriju Geološkega zavoda v Ljubljani.

— 0,10 do 0,25 mm. V ostalih delih školjkovitega apnenca so zrna ZnS še redkejša ali jih ni opaziti. Zrna ZnS so vidna povprečno v vsakem drugem do tretjem obrusku. Zrna PbS so izredno redka in dosegajo velikost do 0,02 mm.

Večina obruskov apnenca in dolomita ima kot osnovo prekristaliziran apnenec z velikostjo zrn 0,015 do 0,08 mm. Nekaj obruskov je brez kremenca, v ostalih je kremen razdeljen zelo neenakomerno. Zrna so zakrožena, nekatera so razjedena, resorbirana in luknjičasta. Velikost kremenovih zrn je zelo različna v mejah od 0,01 do 0,10 mm. Izjemoma so tudi večja.

Zrna markazita so navadno zelo majhna, s premerom pod 0,005 in 0,005 do 0,010 mm. Markazit je navadno v bližini kremenca, zelo malo ga je skupaj z zrni ZnS.

V obruskih wettersteinskega dolomita opazimo zelo malo zrn ZnS in PbS, dočim kemične analize kažejo v njih skoraj iste količine Pb in Zn kot v školjkovitem apnencu. Verjetno sta v luknjičastih dolomitih oba metala pretežno v karbonatni obliki v drobnih zrnih, ki jih zaradi majhnih dimenzij težko ločimo od jalovine.

Relativno velika količina metala Zn in Pb v anizičnem dolomitu in apnencu ter v spodnjem delu wettersteinskega dolomita v širši okolici Topla in Razbora ter južno od rudišča Bleiberg—Rute, je sedimentarnega izvora. Dokaz za to sta enakomerno razdeljena Zn in Pb v vseh mikroskopsko in kemično preizkušenih vzorcih. Zelo verjetno so te kovine v podobnih množinah prisotne tudi v nepreiskanih delih navedenih stratigrafskih horizontov.

Skupno nastopanje vložkov roženca, tufskega skrilavca ter Zn in Pb v školjkovitem apnencu govori za to, da so te snovi v zvezi s podmorskim delovanjem vulkanov in term v spodnjetriadni dobi.

Istega izvora sta Zn-Pb rudnega revirja Topla. Orudenenje vsebuje Fe-Zn-Pb v nekoliko drugačnem razmerju, kot so dokazani v sedimentih v okolici in v katerih rudišče nastopa.









### c) Ladinska stopnja

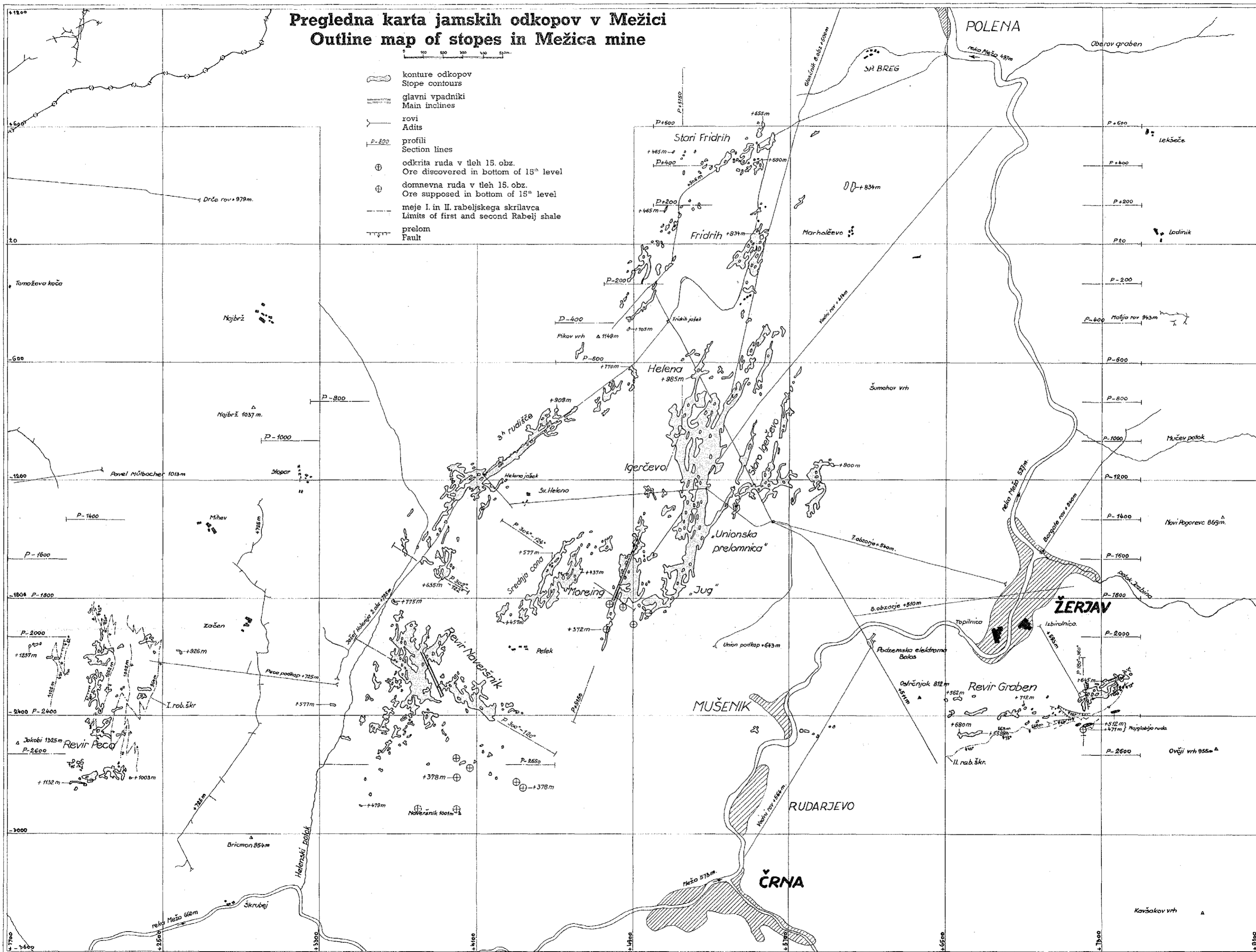
Školjkoviti apnenec prehaja polagoma v wettersteinski dolomit, ki je v pobočju Pece nad Toplo razkrit v celem profilu v debelini 550 do 650 m. Je sivorjav s svetlikajočim se kristalnim prelomom ter ponekod vsebuje primes železovih hidroksidov. Za razliko od dolomita noriške stopnje je nekoliko bolj plastovit, tvori strma, razdrta pobočja in ne razpada v večji meri v pesek. Manjše površine wettersteinskega dolomita severno od Kordeža v Topli ob prelomni grapi v smeri jug—sever, vsebujejo ob prelomih in premikih svetlejšje vložke delno razbarvanega dolomita, ki so morali nastati sekundarno pod vplivom term in tektonike.

Gornjo polovico skladov ladinske stopnje tvori dolomitizirani apnenec, znan pod imenom wettersteinski ali rudonosni. Debelina skladov wettersteinskega apnenca, konstruirana po jamskih profilih in po profilih Topla—Peca, znaša 500 do 650 m.

**Pregledna karta jamskih odkopov v Mežici**  
**Outline map of stopes in Mežica mine**

0 100 200 300 400 500m

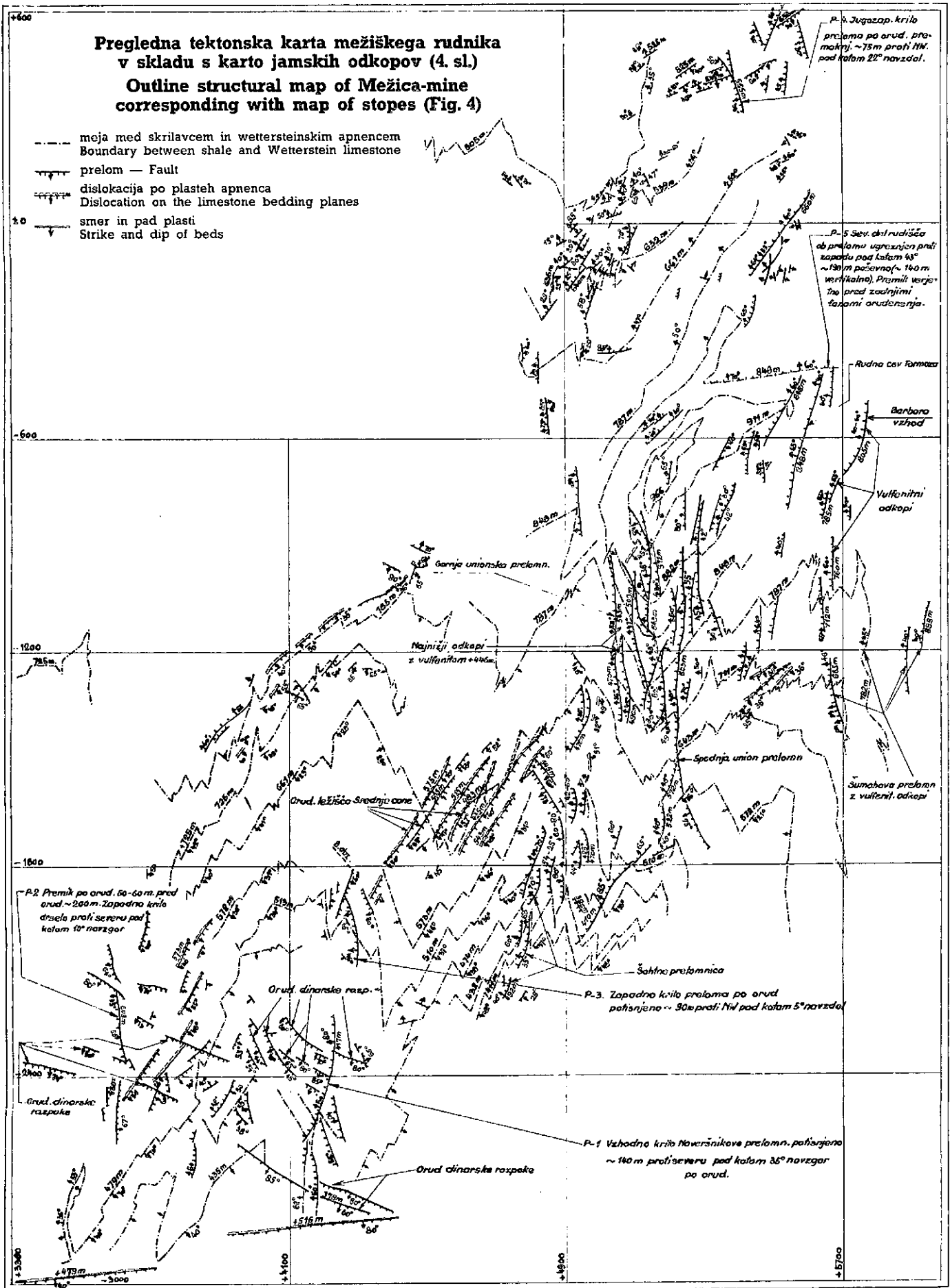
-  konture odkopov  
Stoppe contours
-  glavni vpadniki  
Main inclines
-  rovi  
Adits
-  P-820  
profil  
Section lines
-  ⊕  
odkrita ruda v tleh 15. obz.  
Ore discovered in bottom of 15<sup>th</sup> level
-  ⊕  
domnevna ruda v tleh 15. obz.  
Ore supposed in bottom of 15<sup>th</sup> level
-  — — —  
meje I. in II. rabeljskega skrilavca  
Limits of first and second Rabej shale
-  — — — — —  
prelom  
Fault





**Pregledna tektonska karta mežiškega rudnika  
v skladu s karto jamskih odkopov (4. sl.)  
Outline structural map of Mežica-mine  
corresponding with map of stopes (Fig. 4)**

- meja med skrilavcem in wetersteinskim apnencem  
Boundary between shale and Wetterstein limestone
- |—|—| prelom — Fault
- |—|—|—| dislokacija po plasteh apnenca  
Dislocation on the limestone bedding planes
- |—| smer in pad plasti  
Strike and dip of beds





Wettersteinski dolomit prehaja postopoma v rjavkastosive in svetlosive apnenca, ki so v gornjih delih, t. j. 200 do 300 m pod oolitno ploščo I. rabejskega skrilavca popolnoma svetli. V bližini spodnje meje apnenca v globini 420 do 450 m pod oolitno ploščo, sta bili z jamskimi deli v revirju »Unionska prelomnica« od 6. do 12. obzorja odkriti dve plasti zelenega tufskega laporja debeline 0,30 do 0,50 m.

V gornjem delu, to je od oolitne plošče do globine približno 90 m, vidimo v wettersteinskem apnencu v določenih delih jame obarvane plasti apnenca, med katerimi se pojavljajo apneni ooliti in plasti obarvane breče. Te pojave bomo v nadaljnjem označevali kot primarna obarvana ležišča. Vidimo jih v nekaterih presekih v smeri SE—NW v revirjih Srednja cona, južni del Triurnega rudišča in v rudišču Naveršnik. V ostalih delih jame in v razdalji preko 90 m od oolitne plošče so le izjemoma slabo vidna.

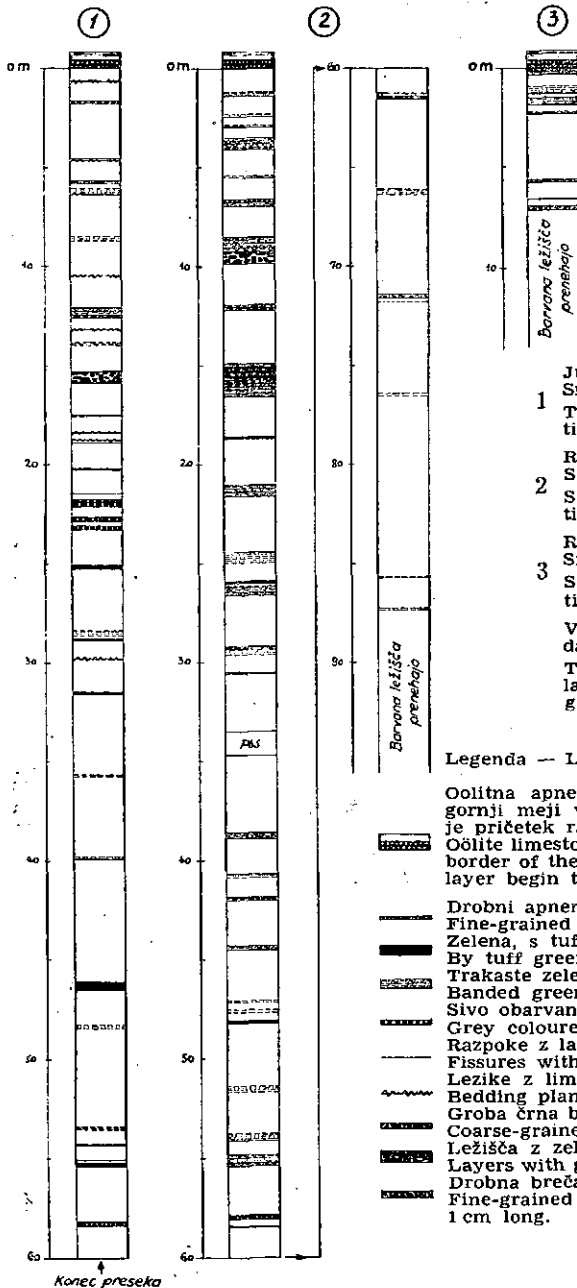
Primarna obarvana ležišča so važna zaradi tega, ker so v sorodnem rudišču Bleiberg ponekod orudenjena. Kot jalova pa so približno enako razvita v večjem delu bleiberške jame in zato služijo za orientacijo pri sledenju.

Obarvana ležišča v revirjih z močno oksidirano rudo v Mežici kakor tudi v Bleibergu so zaradi preperevanja večkrat popolnoma razbarvana in obledela. Razlika je v tem, da je oksidacija rudišča Mežica nepri- merno močnejša v primeri z Bleibergom. Zato je tudi opazovanje strati- grafskih značilnosti v Mežici težje. Poleg tega v Mežici obarvana ležišča zelo hitro spreminjajo svoj primarni karakter in medsebojne razdalje. V večjem delu jame jih ne opazimo, ker so slabo razvita ali oksidirana ali tektonsko deformirana. Pri snemanju teh ležišč v različnih presekih dobimo popolnoma različne profile, ki jih kaže 3. slika.

Obarvana ležišča so nastala primarno pri sedimentaciji apnenca in so razvita kot izrazito temnozeleno do svetlozelene apnene plasti verjetno s tufsko primesjo. Obarvana so trakasto, vsebujejo šive z limonitom ali glino, tanke plasti tufskega laporja ter apnene sive in bele oolite s pre- merom do 3 mm. Vmes je nekaj plasti drobne in grobe breče z 2 do 30 mm debelimi, temnozelenimi, črnimi ali sivimi odlomki. Značilne so zlasti plasti grobe breče s temnozelenimi in črnimi ostrorobnimi odlomki apnenca s premerom do 30 mm. Prostor med odlomki je zapolnjen s kalcitom. Redkejša so raztrgana ležišča, kjer plavajo v kalcitu in apnencu nad 10 cm dolgi zeleni kosi kot zlomljeni deli tektonsko porušenih primarnih obarvanih ležišč.











Hitro spreminjanje ležišč že na razdalji nekaj metrov govori za nastanek v nemirnem morju in za valovito morsko dno, kjer se je sedimentacija vršila vedno na konkavnih delih, dokler niso bili zapol- njeni. Številne plasti drobnih oolitov so nastale verjetno zaradi nemirnega morja. V celotnem profilu wettersteinskega apnenca so poleg tega razvite še številne mlečnobeke, delno porozne plasti močnejše dolomitiziranega apnenca, ki so prav tako v zvezi s pogoji sedimentacije.

Izrazite breče in raztrgana ležišča so verjetno nastala tako, da so gornji, zaradi lapornih primesi manj odporni deli morskega dna drseli ter se pri tem lomili in drobili. Deli morskega dna so prišli v poševno



- Južni del 3h rudišča, 5. obzorje.  
 1 Smer preseka 127°, dolž. 91 m.  
 The southern part of the 3h-section, 5th level. S 53° E—N 53° W.  
 Revir Srednja cona, 7. obzorje.  
 2 Smer preseka 145°, dolž. 397 m.  
 Srednja cona (Middle zone)-section, 7th level. S 35° E—N 35° W.  
 Revir Srednja cona, 4. obzorje.  
 3 Smer preseka 133°, dolž. 147 m.  
 Srednja cona (Middle zone)-section, 4th level. N 47° W—S 47° E.  
 V skici so vnesene pravokotne razdalje ležišč od oolitne plošče.  
 The true distances of the coloured layers from the oolite-layer are given in the sketch.

Legenda — Legend:

-  Oolitna apnena plošča deb. 0,2 do 0,9 m na gornji meji wettersteinskega apnenca. Plošča je pričetek rabeljskih plasti.  
Oolite limestone layer, 0,2 to 0,9 m on the upper border of the Wetterstein limestone. With this layer begin the Rabelj-strata.
-  Drobnj apneni sivi ali beli ooliti  
Fine-grained grey and white limestone-oolites
-  Zelena, s tufom obarvana ležišča  
By tuff greenly coloured layers
-  Trakaste zelene ali sive apnene plasti  
Banded green and grey limestone layers
-  Sivo obarvana ležišča  
Grey coloured layers
-  Razpoke z laporjem ali glino  
Fissures with marl, and clay
-  Lezike z limonitom, skrilačcem ali glino  
Bedding planes with shales and clay
-  Groba črna breča. Premer odlomkov do 3,0 cm  
Coarse-grained black breccia
-  Ležišča z zelenimi raztrganimi kosi do 12 cm  
Layers with green fragments up to 12 cms long
-  Drobna breča. Premer odlomkov do 1 cm  
Fine-grained breccia with fragments up to 1 cm long.

J. sl. Primarna obarvana ležišča v wettersteinskem apnencu rudišča Mežica  
 Fig. 3. Primary coloured layers in the Wetterstein limestone of the Mežica ore-deposit

lego zaradi podmorskih tektonskih sil, ki so povzročile neenakomerne premike ob vertikalnih prelomih. Kalcit, ki tvori osnovo breče v ležiščih, je nastal primarno takoj po tvorbi breče morda pod vplivom term.

Po novejših raziskavah (Schneider-Taupitz, 1954) je gornji del ladinske stopnje podobno razvit tudi v Severnih apneniških Alpah od Lechtalskih Alp na zahodu do Chiemgauskih apneniških Predalp na vzhodu na dolžini preko 200 km. Ker je v rudiščih Bleiberg, Železna Kapla in Mežica na razdalji okrog 90 km dokazan podoben razvoj wettersteinskih apnencev, moremo domnevati, da je facialna diferenciacija, ki je tu opisana za gornji del ladinske stopnje v Mežici, v splošnem karakteristična za ta horizont.

Po kemičnih analizah vsebuje jalov wettersteinski apnenec povprečno 0,10 % Pb in 0,05 % Zn. Pri računu tega povprečja je upoštevanih 80 različnih običajnih in primarno mineraliziranih jalovih apnencev iz sledilnih del in bližnje okolice rudišča.

Mikroskopski obruski so pokazali na več mestih zrnca sedimentar-nega sfalerita in smitsonita ali cerusita, ki jih pri majhnih dimenzijah ni mogoče ločiti. Primarna zrnca so navadno prisotna v »ugodnih« ležiščih z belimi oolitni, z belo ali slabo limonitizirano, mehko apneno hribino ali v ležiščih z brečo. Dalje opazimo mikroskopsko primarna zrnca ZnS vedno na prelomnih ploskvicah delno ugodnega apnenca. Makroskopsko kažejo te ploskvice značilno sfaleritno zrcalo svetlorumene barve s kovinskosteklenim sijajem.

### č) Karnijska stopnja

Sklade karnijske stopnje tvorijo apnenec, dolomit, skrilavec in lapor. V rudarski praksi jih navadno imenujemo »cardita« ali rabeljski skladi. Skrilavci te formacije so imeli velik vpliv na tektoniko in na način orudenjenja, ker je bil to poleg tankih lapornih vložkov v wettersteinskem apnencu v celotni triadni formaciji nad werfenskimi skladi edini plastični vložek.

Rabeljski skladi v okolici Mežice imajo skupno debelino 210 do 240 do 350 m in se prično nad wettersteinskim apnencem s tako imenovanim I. skrilavcem, debelim 8 do 40 m. Prehod iz wettersteinskega apnenca v skrilavec tvori navadno, toda ne povsod, apnena oolitna plošča, debela 0,20 do 0,90 m. Nad orudenelim apnencem revirja Peca oolitna plošča ni razvita. Tvorijo jo gosti ooliti s premerom do 8 mm, ki so v bližini apnenca navadno sivi, na prehodu v skrilavec pa temnosivi in črni. Plošča vsebuje vedno mnogo pirita, ki je ob poružitvah preperel v železove okside.

Skrilavec nad oolitno ploščo je pretežno glinast in vsebuje v sredini trše, nekaj metrov debele apnenolapornate plasti. Zgoraj se konča s temnosivo drobnozrnato »peščeno«, 0,5 do 1,5 m debelo plastjo, po kateri sta med seboj ločena I. in II. rabeljski skrilavec. Debelina I. rabeljskega skrilavca močno niha. Najtanjši je v revirju Peca (okrog 8 m), najdebelejši v revirju Naveršnik (okrog 40 m), v večjem delu sledilnih prog pa je bila ugotovljena njegova debelina v mejah 20 do 30 m.

Nad I. skrilavcem sledijo apnenodolomitne plasti, ki so v različnih delih rudišča po sestavi in debelini zelo različne. Nad glavnim rudiščem leže nad I. skrilavcem plasti sivkastorjavega dolomitiziranega apnenca (okrog 35 m), ki preide v svetlega (okrog 70 m), s sladkornokristalnim prelomom. Nad revirjem Peca vsebujejo apnenodolomitne plasti skrilave vložke, ki dosežejo debelino do 0,5 m.

V revirju Graben dosežejo rabeljski skladi skupno debelino 300 do 350 m. Tu je spodaj dolomitizirani apnenec in nad njim do II. skrilavca 100 do 150 m debel, rjavkastosiv, ponekod bituminozni dolomit, v katerem je znano orudenenje revirja Graben, bogato s sfaleritom.

Nad orudnelim dolomitom revirja Graben se nahaja II. rabeljski skrilavec, ki je tu razvit do debeline 70 m. Ustrezno II. skrilavcu so nad glavnim rudiščem nad apnenodolomitnimi plastmi 8 do 15 m debele apnenolaporne in skrilave plasti, ki jih spremlja do 0,5 m debela temno-siva apnenokremenova plast z vodilnimi fosili. Na površini razpada ta plast v značilne velike limonitizirane oolite, ki so vedno zanesljiv znak za rabeljske sklade. Prvi in drugi skrilavec se medsebojno ločita po različno razvitih oolitih in po peščenih plošči nad I. skrilavcem.

Za II. skrilavcem leži plastovit temen apnenec s tankimi vložki laporja in skrilavca. V njem so znana na več krajih nizkoodstotna orudenenja vškropljenega galenita. V bližini orudenenj je apnenec močnejše, drugod pa manj izrazito prepreden z žilicami kalcita. Skupna debelina plastovitega apnenca, ki navzgor zaključuje karditske plasti, znaša 30 do 90 m.

Značilno za rabeljske sklade v okolici Mežice je, da že na kratke razdalje spreminjajo svoj petrografski karakter in debelino, iz česar se da sklepati na spremenljive pogoje in na neenaakomerno gibanje morsklega dna zaradi tektonike pri njihovem nastajanju.

Po kemičnih analizah vsebujejo rabeljski skladi povsod v širši okolici rudišča sledove Pb in Zn. Povprečje 26 analiz jalovih apnencev znaša 0,08 % Pb in 0,04 % Zn. Najvišjo vsebino svinca so pokazali nekateri vzorci iz I. rabeljskega skrilavca (do 0,50 % Pb) in nekateri vzorci dolomita nad I. skrilavcem (0,34, 0,45, 0,49 in 0,94 % Pb). V dolomitu in apnencu nad rabeljskimi skladi pade količina svinca na povprečno 0,05 % Pb, medtem ko količina cinka nekoliko naraste in znaša povprečno 0,06 % Zn.

#### d) Noriška stopnja

Plastovit rabeljski apnenec preide postopoma v temnorjav dolomit noriške stopnje, ki je v gornjih delih svetlejši. Nad rudiščem in v njegovi okolici zavzema ta dolomit velik del površine, toda zaradi erozije ni znana njegova celotna debelina. Po profilih zahod—vzhod znaša nad glavnim rudiščem do površine debelina dolomita največ 400 m.

Značilno za dolomit noriške stopnje je, da močno razpada v dolomitni pesek in da je slabo plastovit. V njem se pojavljajo ponekod odpornejše plasti dolomitiziranega apnenca. Pod Uršljo goro vsebuje pred prehodom v dachsteinski apnenec tanjše plasti zelenkastosivega laporja, ob katerem se nahajajo manjša orudenenja z galenitom.

V noriško stopnjo spada na dolomitu ležeči dachsteinski apnenec, ki verjetno tvori gornji del Uršlje gore, približno od viš. + 1300 m do njenega vrha (+ 1696 m). Nekateri geologi (Dr. K. Stier, ing. Berce B., ing. M. Hamrla), mislijo, da sestavlja vrh Uršlje gore wettersteinski apnenec. Po F. Tellerju je kartiran kot dachsteinski apnenec. Na priloženem geološkem profilu (15. slika) je podan kot dachsteinski iz tehle razlogov:

Wettersteinski apnenec je v rudišču in okolici vedno močno primarno dolomitiziran ter vsebuje tam, kjer ni izpremenjen zaradi sekundarne mineralizacije, povprečno 60 do 80 %  $\text{CaCO}_3$ . Apnenec Uršlje gore je nasprotno zelo čist in vsebuje 90 do 99 %  $\text{CaCO}_3$ . V njem najdemo sorazmerno dosti okamenin nedoločenih megalodontov, dočim jih v wettersteinskem apnencu ni opaziti. Dolomit noriške stopnje neprekinjeno prekriva površino od Žerjava do severnega pobočja Uršlje gore, kjer prehaja zvezno v dachsteinski apnenec.

Vzhodno od Uršlje gore pri Gornjem Doliču pride dolomit noriške stopnje ponovno na površino, kar dokazuje, da je os severnega grebena vzhodnih Karavank nagnjena proti vzhodu, na kar je opozoril že Teller. Severno od Uršlje gore leži hrib Hom, grajen pretežno iz kössenskih lapornatih apnencev, iz česar bi mogli sklepati, da je v bližini dachsteinski apnenec, ki mu je stratigrafsko najbližji.

Tektonsko zgradbo Uršlje gore moremo razložiti tako, da označimo vrh kot dachsteinski apnenec (15. slika). Gmota Uršlje gore so gorotvorne sile v kenozojski dobi potiskale proti severu, kar je dokazano s tem, da je njen severni del potisnjen na leške plasti, kot je podano na profilu skozi rudišče Kotlje (14. slika). Rabeljski apnenci na južnem pobočju Uršlje gore so bili narinjeni proti severu navzgor in so pri tem deloma pokrili dolomit noriške stopnje. Drsenje skladov je omogočil rabeljski skrilavec. S to razlago se sklada lega apnenih skladov vrha Uršlje gore, ki so zaradi nariva z južne strani nagnjeni 7 do 20° proti severu.

### e) Retska stopnja

Kössenski apnenec je razvit na neznatni površini v griču Hom severno od Uršlje gore kot tankoplastovit, dolomitno-lapornat apnenec, ki hitro razpada. Ta geološki horizont nima nobene posredne ali neposredne zveze z orudenenjem.

## TEKTONIKA

### Osnove tektonske zgradbe

Okolica rudišča se nahaja v izrazito prehodnem ozemlju, kjer prevladujejo alpske smeri z močnim vplivom dinarske tektonike. Pregledno moremo ločiti na površini in v jami naslednje karakteristične smeri:

1. Osnovna alpska smer zahod—vzhod.
2. Osnovna dinarska smer jugovzhod—severozahod.
3. Prečni prelomi in narivi, ki gredo ali pravokotno na alpsko, ali pravokotno na dinarsko smer.

V osnovni alpski smeri poteka več izrazitih tektonskih črt, grebenov in dolin, od katerih bi bili najvažnejši:

1. Tonalitno-granititni pas z metamorfnimi skrilavci, ki se jugovzhodno od Črne prične odklanjati proti jugovzhodu.

2. Dolina reke Meže med Centralo v Topli in Črno.

3. Zvezna črta preko vrhov: Peca—Pikov vrh—Veliki vrh—Uršlja gora—Plešivska kopa, ki ima le 6 do 7° odklona od smeri zahod—vzhod proti jugu.

4. Prelomna dolina Jazbine, ki poteka od Žerjava preko Križana v Suhodolski potok. Dolina ima med Jelenškom in Križanom manjši odklon proti jugovzhodu.

5. Antiklinalni greben Naveršnikovega, Kavšakovega in Oberovega vrha severno od Črne in vijugasta meja nariva triade na leški miocen med Mežico in revirjem Kotlje.

Dinarska tektonika je izrazita v južnem delu jame v revirju Naveršnik, kjer nastopajo ob razpokah s smerjo 120—300° bogatejša orudnenja. Na terenu se pojavlja ta tektonika izraziteje jugovzhodno od Tople, kjer ima ozka prelomna dolina potoka Topla že izrazit odklon v dinarsko smer. Manjši odklon proti jugovzhodu ima dolina Javorskega potoka, ki preide preko razvodnice v Št. Vidu v grapo Velunje.

Vzhodno in jugovzhodno od Črne potekata dve znani pokrajinski prelomnici z dinarsko tektoniko, ki spadata med največje v Vzhodnih Alpah. Prva gre od Vojnika preko Velenja in Šoštanja na Bele vode in od tu po kontaktu tonalita in andezita proti severozahodu in zahodu (Teller, 1896). V zvezi z njo je nastanek miocenskih andezitov in andezitnih tufov Smrekovškega grebena. Druga se pričinja pri Boču in se nadaljuje preko Konjic, G. Doliča in Mislinjske v Labodsko dolino na Koroškem (Kieslinger, 1928). Ob tej prelomnici se je po Kieslingerju jugozahodno krilo premaknilo za 8 do 25 km proti severozahodu.

Izrazitejši prečni prelomi na alpsko smer so:

1. Prelomna dolina reke Bistre jugozahodno od Črne.

2. Prelomna dolina reke Meže od Črne do Poljane z manjšimi odkloni pri Mušeniku in Poleni.

3. Greben Velikega in Šumahovega vrha, ki označuje na terenu vidno Šumahovo prelomnico, znano v jamskem revirju Staro Igerčevo.

4. Prelomna, ozko zasekana dolina Helenskega potoka.

#### Nastanek alpsko-dinarske zgradbe

V dobi variscijske orogeneze je morala nastati prelomnica Topla—Črna—Javorski potok, ob kateri se je pričelo pogrezati ozemlje, ki je tvorilo podlago triadnim sedimentom današnje Pece in Uršlje gore. Verjetno so bile v posredni ali neposredni zvezi s temi tektonskimi premiki erupcije diabazov, ki tvorijo otoke v paleozojskih skrilavcih južno od triade.

V triadni dobi so se vršili manjši neenakomerni premiki morskega dna, kar dokazujejo zgoraj opisane primarne breče v wettersteinskem



apnencu ter različna debelina in sestav rabeljskih plasti v območju rudarskih del mežiškega rudišča. Prelomi morskega dna so nastali na istih mestih, kjer so bili prelomi že v podlagi triade. Premiki blokov ob prelomih so povzročili, da so se plasti nagnile, kar je imelo za posledico nastanek breč in zelo neenakomeren razvoj plasti po debelini. Tako si moremo razlagati različno debelino rabeljskih plasti, ki znaša v revirju Graben do 350 m, nad glavnim rudiščem na levi strani Meže pa samo 210 do 240 m.

Otoki liadnih apnencev v dolomitih noriške stopnje in v rabeljskih skladih so dokaz za močno erozijsko in delno tektonsko delovanje konec triadne dobe, ker leže liadni sedimenti v globokih jarkih triadne podlage. Velik del severnega pasu vzhodnih Karavank je bil verjetno že tedaj dvignjen nad morsko gladino. Nastajanje tonalitov v gornji kredi je verjetno povzročilo prvo večje gubanje Karavank, ali pravilneje, sta bila ta dva procesa v medsebojni vzročni zvezi. Pozneje, v gornjem oligocenu in miocenu, se je nadaljevalo intenzivnejše dviganje Karavank ob nastajanju Smrekovškega grebena iz andezita.

Sedimenti Leške premogovne kadunje so po Kahlerjevih (1953) podatkih verjetno nastali v spodnjem sarmatu. Južno krilo kadunje je po profilih starih odkopov premoga zaradi nariva triadne gmote z juga popolnoma porušeno. Iz tega bi sledilo, da so še po spodnjem sarmatu gorotvorne sile pomikale triadne sklade proti severozahodu. Da je bil premik usmerjen proti severozahodu, sklepamo iz smeri, ki jo kažejo večje prurušitve premogovnih slojev po stari jamski karti premogovnika Leše. S tem se skladajo podatki rudarskih raziskav rudnika Mežica v revirju Kotlje v letih 1947/49.

Raziskovalni revir Kotlje, kjer je bilo odkrito pod nivojem potoka manjše nahajališče močno oksidirane galenitne in sfaleritne rude, se nahaja na severnem podnožju Uršlje gore, okrog 1 km jugovzhodno od Rimskega vrelca pri Kotljah. Orudenenje je vezano na dolomit noriške stopnje v bližini meje z miocenom. Rudarske raziskave z rovi in globinskimi vrtnanjem so pokazale, da se nadaljuje miocen s tankimi vložki premoga pod orudenenje oziroma pod triadni masiv Uršlje gore. Dolžina dokazanega nariva znaša okrog 270 m. Ako upoštevamo erozijo drobljivega dolomita in še eventualno nadaljevanje miocena pod dolomitom od orudenenja proti jugu, smemo povečati merjeno dolžino nariva (270 m) najmanj na 500 m. Kotuljski nariv triade na miocenske sedimente je nastal časovno po spodnjem sarmatu. Podoben nariv triadnega griča Volinjaka na miocen zahodno od Leš je dokazal Kieslinger (1935, p. 40). V skladu s temi narivi severnega grebena vzhodnih Karavank proti severozahodu je prav tako pojav, da so severna pobočja Uršlje gore in deloma Pece bolj strma kot južna.

Orudenenje v Kotljah se nahaja v izredno porušenem dolomitu s številnimi prelomi, ki zaradi drobljivosti dolomita hitro menjavajo svojo lego. Rudno telo sega v spodnjem delu do prelomov, iz česar bi mogli sklepati, da je spodnji del orudenenja ostal južneje v globini, ali pa je bil pri narivu zdrobljen. Ruda sama kaže močne vplive tekton-

skega delovanja, kar dokazuje, da je bila ob večjih tektonskih premikih že oblikovana v sedanje rudno telo. V glavnem rudišču v Mežici so v tej dobi nastali številni manjši in nekateri relativno daljši prelomi orudenenj, ki premikajo orudenele podaljške do 200 m daleč. To so prelomi, ki so časovno nastali po zadnjem oblikovanju orudenenj.

Iz dejstva, da je leški premogovni sloj močno porušen in da vsebuje za svojo starost izredno kvaliteten premog, moremo domnevati, da je bila istočasno kot dokazani nariv v Kotljah delno narinjena na paleozoik proti severozahodu in porušena tudi leška premogovna kadunja. Paralelno je nastal v isti vzročni zvezi na južnem pobočju Uršlje gore nariv rabeljskih skladov na dolomit noriške stopnje, kar je podano pri stratigrafskem opisu.

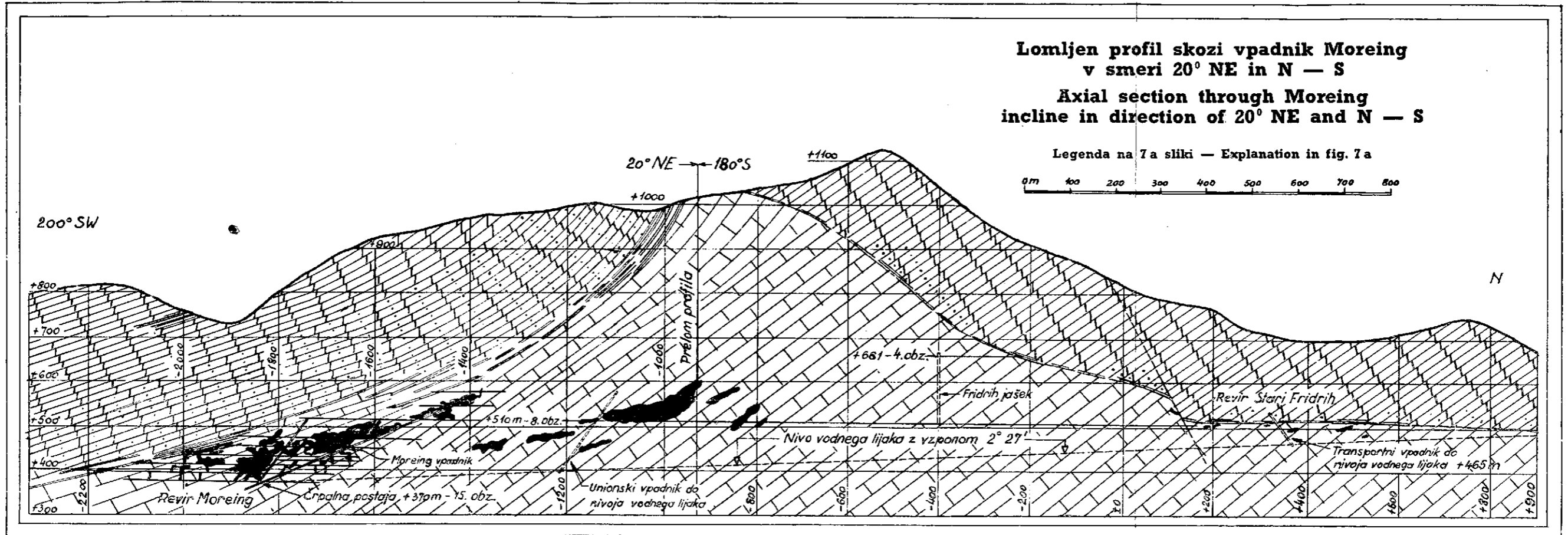
Na južni meji triade je bilo izrazito delovanje tektonskih sil okrog Črne. Zaradi nastajanja andezita na Smrekovcu v miocenu se je ponovno porušilo ravnotežje. V tej vzročni zvezi sta nastali obe že omenjeni pokrajinski prelomnici zahodnejše od tu, t. j. prelomnica Vojnik—Šoštanj in prelomnica Mislinjske in Labodske doline. Teren med obema prelomnicama se je pod vplivom dinarskih gorotvornih sil pomikal proti severozahodu. Pritiske in gibanje je usmeril tonalitno-granitni pas iz smeri severozahod delno proti zahodu ter je bil pri tem sam potisnjen v isto smer, kar moremo domnevati iz današnje lege doline Bistre.

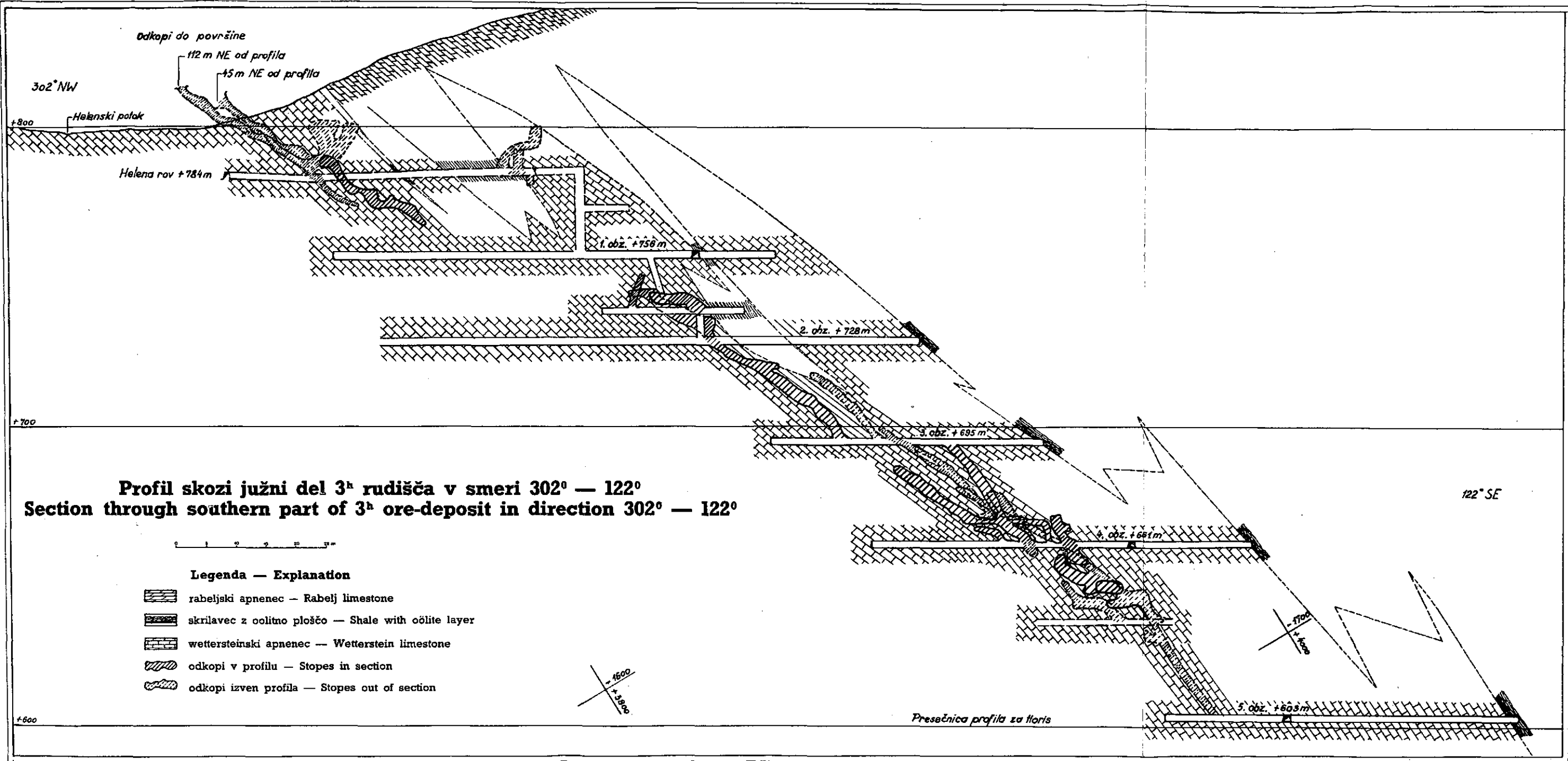
Verjetno je pred miocenom ležala dolina Bistre v direktnem podaljšku doline Meže od Črne proti jugu, a je bila pri zadnjih večjih dislokacijah, morda istočasno, ko je nastal zadnji nariv na miocen v Kotljah, premaknjena proti zahodu. Dolžina premika, ki je zaradi popolnoma različnega sestava površine južno in severno od Črne, ne moremo direktno dokazati, znaša 1,43 km. Da je bil magmatski pas delno s paleozojsko podlago v resnici pomaknjen proti zahodu, dokazuje tektonski kontakt triade vzdolž reke Meže zahodno od Črne, razširitev močno porušenega granatitporfirskega pasu med Toplo in Koprivno in zgradba južnega dela jame, kjer je v južnem delu revirja Naveršnik določen večji prelom s smerjo 256—85° in padom 80 do 40° proti jugu. Ta prelom je verjetno nastal v mlajši geološki dobi istočasno kot premik doline Bistre proti zahodu. Gruša med dolino Meže zahodno od Črne in prelomom v revirju Naveršnik se je v obliki klina le za manjšo dolžino pomaknila proti zahodu. V primeru, da tega premika ne privzamemo, nima niti močna prelomna dolina reke Meže podaljška oziroma tektonskega končavanja proti jugu, niti dolina Bistre proti severu.

Delovanje orogenetskih sil v dinarski smeri iz jugovzhoda proti severozahodu se je razdelilo v miocenski dobi zaradi že obstoječe gmote Pece v dve komponenti, t. j. v zahodno, ki je potiskala magmatski blok z dolino Bistre proti zahodu, in severno, ki je povzročila prelome in narive v smeri jug—sever. Na uglajenih prelomnih ploskvah s smerjo jug—sever vidimo v jami nešteto krat drse, ki skoraj brez izjeme padajo pod kotom 10 do 20° proti jugu. To dokazuje, da so vse gorotvorne sile izvirale iz juga in da so bile v neposredni zvezi z nastajanjem magmatskih kamenin.

Lomljen profil skozi vpadnik Moreing  
v smeri 20° NE in N — S  
Axial section through Moreing  
incline in direction of 20° NE and N — S






Legenda na 7 a sliki — Explanation in fig. 7 a

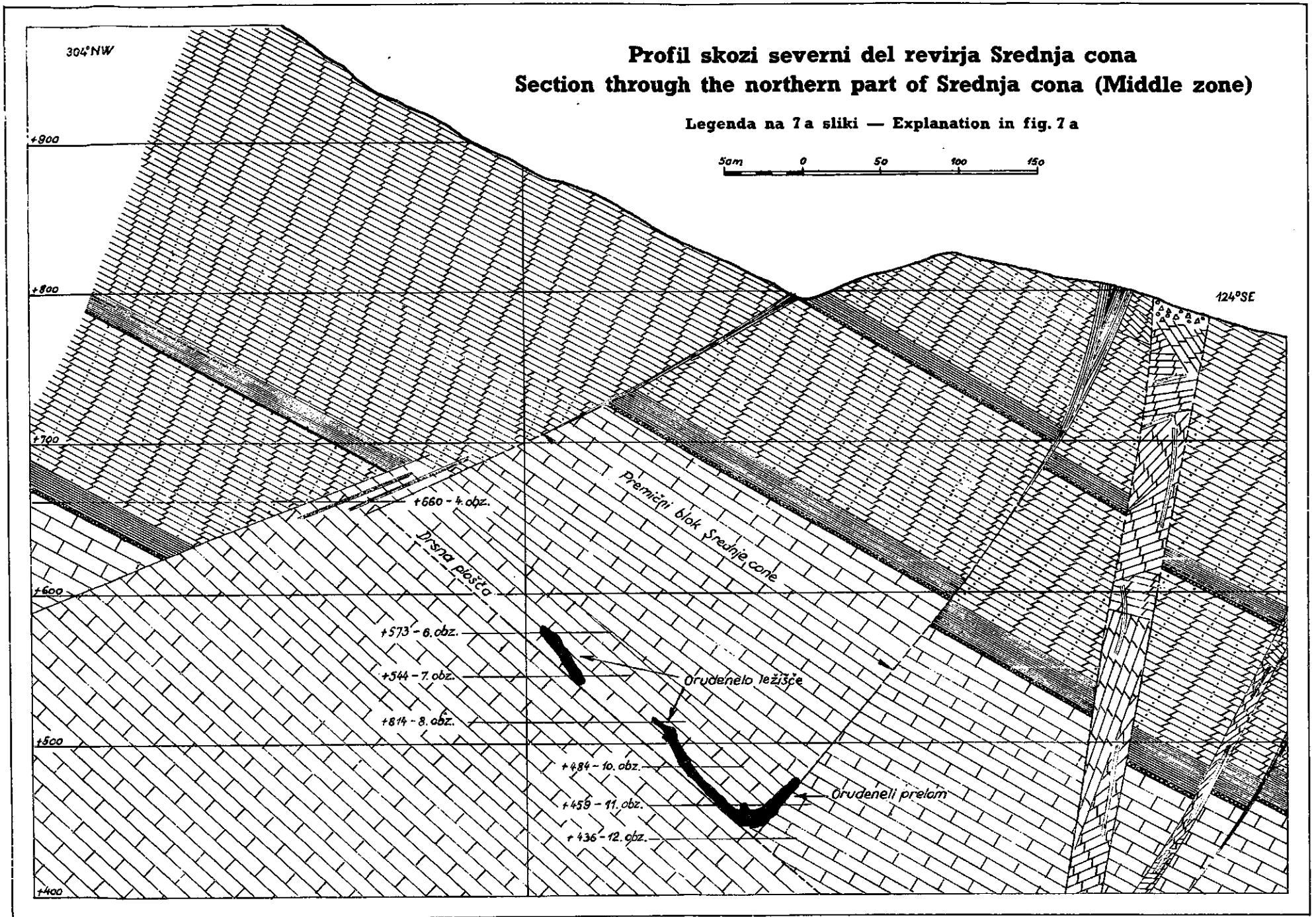


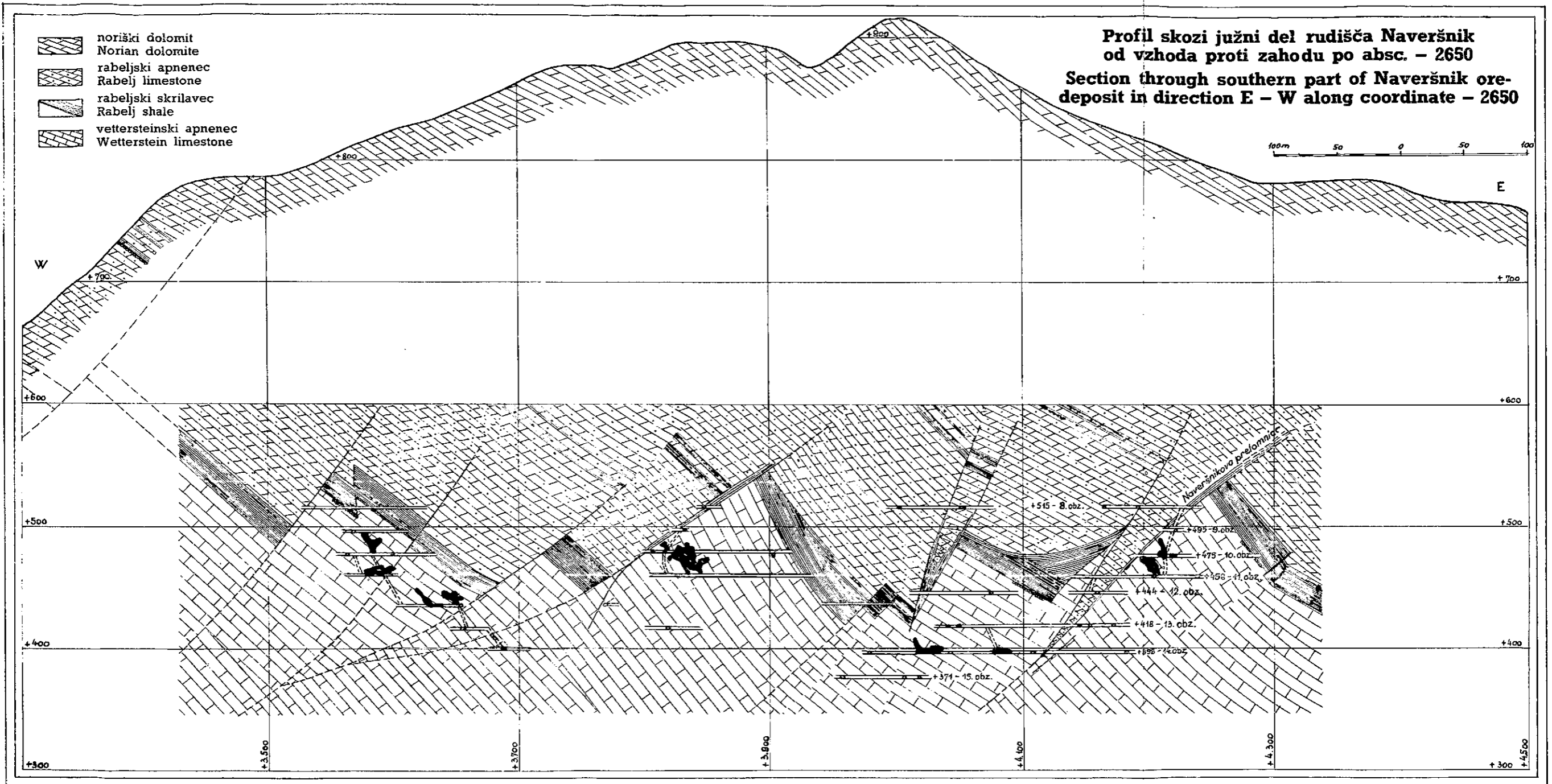


**Profil skozi južni del 3<sup>h</sup> rudišča v smeri 302° — 122°**  
**Section through southern part of 3<sup>h</sup> ore-deposit in direction 302° — 122°**

**Legenda — Explanation**

-  rabeljski apnenec — Rabelj limestone
-  skrilavec z oolitno ploščo — Shale with oolite layer
-  wettersteinski apnenec — Wetterstein limestone
-  odkopi v profilu — Stops in section
-  odkopi izven profila — Stops out of section





Direktni pritiski v dinarski smeri od Črne proti severozahodu so povzročili močne odprte razpoke in plošče z manjšimi premiki v isti smeri (NW). Te razpoke in plošče so orudenele v revirju Naveršnik.

Kljub temu, da imajo dinarsko tektoniko v splošnem za poznejšo od alpske, je delovala že pri prvotnem oblikovanju ozemlja. To moremo sklepati iz lege plasti triadnih formacij na levi strani Meže med Črno, Mežico in Malo Peco. V tem delu padajo plasti povsod proti jugovzhodu, kar vidimo na površini in v jami. Smer plasti se giblje navadno od N 10° E do N 40° E in pad od 20 do 50° proti jugovzhodu. Iz tega sledi, da so že pri prvotnem prehodu triadnih skladov v poševno lego morale biti sile usmerjene proti severozahodu, da so nagnile triadno ploščo na levi strani Meže proti jugovzhodu.

V okolici Mežice in v jami sta alpska in dinarska tektonika razviti paralelno, tako da v večini primerov ni mogoče ločiti, kateri prelomi so nastali prej, kateri pozneje. Večina izrazitih prelomov z alpsko in dinarsko smerjo je že prvotnih in so nastali pri prvih početkih zaradi gibanja morskega dna. Pri poznejših tektonskih procesih so se gmote premikale ponovno ob istih prelomnih ravninah, ker so se tako najlažje sprostile zemeljske napetosti in je nastalo zopet ravnotežje. Udori magme južno od triadnih kamenin so samo povečali prelome in nepravilnosti. Zaradi tega postane razumljivo, da v večini primerov v tem ozemlju ni mogoče določiti relativne starosti prelomov.

## Opis rudišča

### Raztezanje rudišča







Rudno območje z glavnimi jamskimi revirji ima trikotno obliko s površino okrog 10 km<sup>2</sup>. Na severu leži revir Stari Fridrih, na zahodu revir Peca in na vzhodu revir Graben. Glavna orudenenja sestavljata v sredini med revirjema Peco in Grabnom dva sistema rudnih revirjev, ki se raztezata od jugozahoda in juga proti severovzhodu in severu. V zahodnem so razporejeni revirji: Naveršnik, Srednja cona, 3<sup>a</sup> rudišče, Fridrih in Stari Fridrih. Vzhodni sistem tvorijo orudenele Unionske prelomnice z revirji: Moreing, Jug, Unionska prelomnica, Igerčevo, Staro Igerčevo in Helena.

Revirja Naveršnik in Moreing sta najgloblja dela jame, kjer je razvito najnižje 15. obzorje z nadmorsko višino + 370 do + 378 m. Orudenenja zahodne in vzhodne veje se od 15. obzorja položno dvigajo od juga proti severu pod kotom 15 do 25° paralelno s skrilavcem, ki tvori nad sistemi rudnih teles delno vodonepropustni krov. Skrilavec je večkrat stopničasto lomljen in razdeljen s prelomi v smeri jug—sever in jugozahod—severovzhod v številne manjše in večje grude, kar je razvidno iz profilov zahod—vzhod na 6. sliki.

V profilu jug—sever se skrilavec dviga od juga iznad revirjev Naveršnika in Moreinga približno do črte Pikov vrh—Veliki vrh ter se od tu spušča iznad revirja Fridrih proti severozahodu pod 10. obzorje (+ 465 m). Nad revirjem Stari Fridrih se skrilavec proti severovzhodu

ponovno dviguje. Približno paralelno s skrilavcem gredo orudenenja vseh naštetih revirjev. Najbogatejše rudne koncentracije, bogate z galenitom, so v vseh delih jame v bližini skrilavca; z oddaljenostjo od skrilavca pada hitreje koncentracija galenita kot sfalerita. Največja razdalja orudenenj od skrilavca je znana v sistemu Unionskih prelomnic in znaša okrog 600 m, dočim se orudenenja v revirjih Fridrih in Stari Fridrih drže v razdalji največ do 50 m od skrilavca.

Rudna telesa revirjev Naveršnik, Srednja cona in 3<sup>n</sup> rudišče padajo izrazito proti jugovzhodu, dočim padajo vsa orudenenja sistema Unionskih prelomnic proti zahodu. S profili zahod—vzhod je dokazano, da ima pad obeh vej orudenenj, t. j. zahodne proti jugovzhodu in vzhodne

	odkopano rudno telo Ore body mined out
	noriški dolomit Norian dolomite
	rabeljski »cardita« apnenec Rabelj »Cardita« limestone
	rabeljski »cardita« skrilavec Rabelj »Cardita« shale
	oolitna plošča pod I. in II. skrilavcem Oolite layer below the first and second shale
	wettersteinski apnenec Wetterstein limestone

7. a sl. Legenda k profilom na 7., 9. in 11. sliki

Fig. 7 a. Explanation to figs. 7, 9, 11

proti zahodu in severozahodu, medsebojno odvisnost v tektonski zgradbi, ki je v osnovi nastala pred orudenenjem v današnji obliki. V določenem obsegu so se številne dislokacije ponavljale ali povečale v fazi delnih transformacij rudnih mineralov. Po končanem formiranju rudišča, ki se je vršilo verjetno še v začetku pliocena, so nastali še nekateri večji prelomi, ki so premaknili dele rudnih teles do 200 m daleč, in številni manjši prelomi, ki jih večkrat vidimo na čelu svinčevo-cinkovih odkopov (16. slika).

#### Karakteristika jamskih revirjev

Revir Naveršnik tvori južni in najgloblji del zahodne veje orudenenj glavnega rudišča ter leži približno na črti zahod—vzhod med revirjem Peca in Graben. V smeri N 30° E znaša dolžina revirja okrog 1200 m in pravokotno v smeri N 120° E meri okrog 1100 m. Sistem rudnih teles orudenele enote se dviga od jugovzhoda proti severozahodu, od najnižjega 16. obzorja (+ 348 m) do višine + 675 m nad 4. obzorjem. Po velikosti, številu in bogastvu rudnih koncentracij je to danes najbogatejši rudni revir (12. slika).



Orudenenja nastopajo tu na tri karakteristične načine: v strmih odprtih razpokah z dinarsko smerjo okrog S 120° E in padom 75 do 85° SW, ki jih navadno označujemo kot orudenele 8<sup>h</sup> razpoke. Ob drsah s smerjo S 120° E do S 165° E in padom 35 do 55° SW ter v ležiščih s smerjo N 15° E do N 55° E s padom 20 do 60° SE.

Strme odprte 8<sup>h</sup> razpoke so zapolnjene z rudo navadno v širini do 3 m, kolikor je orudenje širše, je nastalo metasomatsko. Zapolnjena ruda je povečini čist in močno oksidiran galenit (PbS—PbCO<sub>3</sub>), ki na kontaktu z apnencem večkrat kaže strukturo jeklenke. Smer vlaken jeklenke je vedno paralelna stenam razpoke, tako da moremo nastanek jeklenke razlagati z manjšimi tektonskimi premiki v dinarski smeri. Ruda metasomatskega nastanka, ki sega ponekod preko 10 m v stene razpoke, vsebuje več sfalerita. Stene razpok so vedno neravne, hrapave, ker so nastale brez večjih medsebojnih premikov talnine in krovnine, v glavnem pri naprezanju apnenih skladov s silami v smeri razpok. Razpoke leže približno pravokotno na plastovitost, t. j. v ravninah najmanjšega mehanskega odpora apnenih skladov.

Ponekod skupno s temi razpokami, drugod zase, nastopajo uglajene položnejše drse (plošče) in prelomnice s smerjo S 120° E do S 165° E in padom 35 do 55° SW. Ob teh ploščah so nekatera rudna telesa odrezana in premaknjena za nekaj metrov. Lokalno nastopajo rudna telesa pod temi ploščami, ki so gornji del rudne koncentracije le na videz odrezale in premaknile. Plošče so v teh primerih prevlečene s tanko plastjo gline, ki zaradi svoje netopnosti ni propuščala rudonosnih term. Orudenenja v razpokah in ob ploščah z dinarsko smerjo nastopajo pretežno v vzhodnem delu revirja.

V zahodnem delu revirja nastopajo orudenenja v ležiščih, ki so delno paralelna s plastmi apnenca. V manjši meri je ruda vezana v tem delu revirja na skoraj vertikalne dinarske razpoke (S 120° E/85° SW), od katerih se približno pravokotno cepijo orudenedla ležišča. Na odcepih ležišč je rudna koncentracija navadno metasomatsko obogatena.

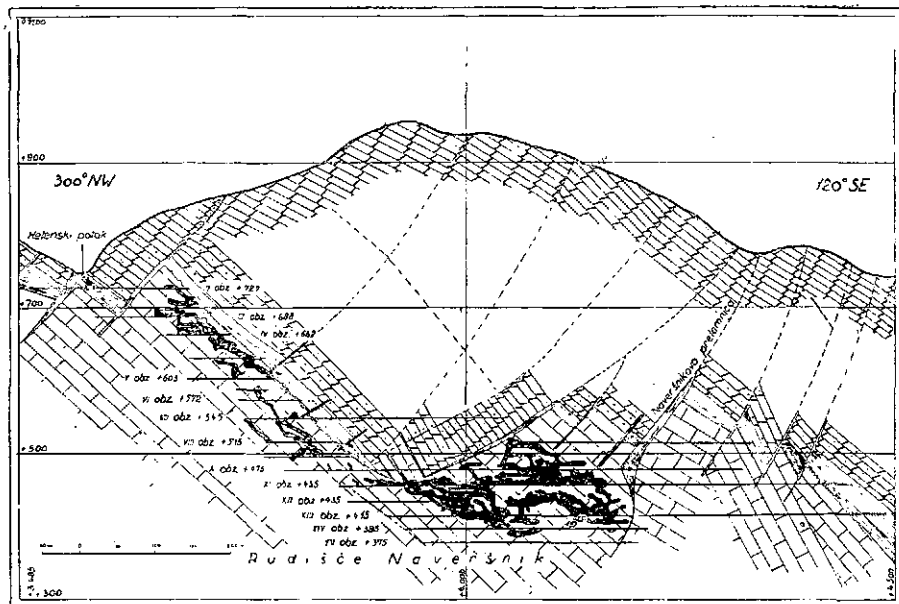
Rudne zapolnitve v dinarskih razpokah Naveršnika se dvigajo vedno od jugovzhoda proti severozahodu približno paralelno s plastmi apnenca. Vrhnji del rude v razpoki doseže le izjemoma na dolžini nekaj metrov skril, ki omejuje navzgor wettersteinski apnenec (11. slika).

Poleg številnih manjših ponovnih prelomov rudnih koncentracij po končnem oblikovanju rudišča sta znana v revirju dva večja preloma te vrste. Jugovzhodni del orudenenj preneha nenadno ob močni prelomnici nekako na ordinati + 4200. Ob tej prelomnici s smerjo N 15° E in padom 70 do 85° W je potegnjen do globine 12. obzorja (+ 435 m) tektonsko porušeni skrilavec. Med 10. in 15. obzorjem odreže prelomnica orudenele 8<sup>h</sup> razpoke. Jugovzhodni podaljšek teh orudenenj se nahaja severneje v talnini prelomnice med 7. (+ 530 m) in 10. (+ 475 m) obzorjem, t. j. okrog 60 m višje. Talninski del prelomnice se je premikal poševno pod kotom 35° od juga proti severu na diagonalni dolžini 140 m (5. slika, oznaka P-1.)

Na zahodu revirja je znana od 5. do 8. obzorja močna prelomnica s smerjo 357° in padom 35 do 50° W. Ob njej je drselo zahodno krilo

z manjšimi orudenenji za 50 do 60 m proti severu. Prelomnica je nastala že pred orudenenjem ter se je ob njej pomaknilo gornje, zahodno krilo pred orudenenjem in po njem skupno za okrog 250 metrov (5. slika, oznaka P-2).

V revirju Naveršnik so orudenenja vzhodno od ordinate + 3900 vezana v glavnem na razpoke in plošče z dinarsko smerjo in jugozahodno od tu pretežno na ležišča, ki potekajo približno pravokotno na dinarsko



11. sl. Profil skozi severni del rudišča Naveršnik

Fig. 11. Section through the northern part of Naveršnik re-deposit

Legenda na 7. a sl. — Explanation in fig. 7a

smer. Ker padajo premiki po ležiščih proti jugovzhodu in plošče z dinarsko smerjo proti jugozahodu, tvorita ta dva sistema med seboj v globini jarek z obliko črke V in z dnom, ki pada proti jugu in jugovzhodu. Tektonske dislokacije po ležiščih so nastale istočasno kot plošče s smerjo NE—SW tako, da se je trikotni blok med ležišči in ploščami premikal proti severu. Premiki in prelomi ob ležiščih so delno paralelni, delno strmrejši od primarne plastovitosti apnenca. V območju orudenenj sledi po ležiščih več manj izrazitih premikov drug nad drugim. V jugovzhodnem boku tega jarka ob ploščah in razpokah so nastala orudenenja v dinarski smeri, v jugozahodnem boku ob premikih, ki so delno paralelni plastem apnenca, pa so se delno preoblikovala primarno orudenedela ležišča.

**Revir Srednja cona.** Ruda nastopa v tem revirju v obliki sploščenih rudnih cevi in leč v ležiščih, paralelno plastovitosti wettersteinskega

apnenca. Plasti apnenca imajo povprečno smer raztezanja N 40° E in pad 35 do 45° SE. Rudne cevi se položno dvigajo proti severovzhodu v smeri N 20° E do N 30° E. V vertikalnih 8<sup>n</sup> razpokah je orudenenje znano na krajši dolžini le na dveh mestih. Številne jalove 8<sup>n</sup> razpoke so vidne v južnem delu revirja. Kot je razvidno iz kontur skrilavca, po njih, kot v Naveršniku, ni bilo večjih premikov. Glavne večje tektonske dislokacije v Srednji coni so nastale približno paralelno apnenim skladom v razdalji 150 do 170 m od meje krovnega I. rabeljskega skrilavca, kjer nastopajo orudenenja (9. slika).

Rudišče ima obliko poševno nagnjene plošče, dolge okrog 800 m in s poševno širino okrog 200 m. Severni konci rudnih teles so znani od 6. (+ 573 m) do 12. obzorja (+ 435 m), južni od 8. (+ 512 m) do 11. obzorja (+ 457 m). Nad rudnimi cevmi v razdalji okrog 150 m od oolitne plošče I. skrilavca je na več mestih odkrita drsa, po kateri so pri tektonskih procesih drseli skladi apnenca. Drsa je prevlečena z nekaj milimetrov debelo plastjo laporja, ki je sedimentarnega nastanka. Rudno telo bogatejšega ležišča nad 11. obzorjem v srednjem delu revirja je to ploščo predrlo, kar je dokaz, da so se metasomatski procesi dogajali pozneje kot glavne dislokacije.

Raziskave so pokazale, da se orudenenja nadaljujejo v globino verjetno proti jugu. Drse, ki gredo skozi orudenela ležišča, se spuščajo na dolžini vsega revirja pod 12. obzorje brez orudenenj in se morajo v globini sekati s Šahtno prelomnico, oziroma z Unionskimi prelomnicami. Sistem Unionskih prelomnic, ki padajo proti zahodu in drse Srednje cone tvorijo — podobno kot prelomi v dinarski smeri in ležišča v revirju Naveršnik — med seboj tektonski jarek v obliki črke V. Dno jarka se dviga od juga proti severu, ker je smer premikov Srednje cone N 40° E in smer Unionskih prelomnic jug—sever do N 15° E

Prelomi in drsenje v obliki jarka so posledica delovanja sil z juga, zaradi česar je drsel večji trikotni blok apnenih skladov med srednjeconsko ploščo in Unionskimi prelomnicami proti severu. Pri tem se je stvorila ob vzhodni strani jarka močna porušena cona z Unionskimi prelomnicami in ob zahodnem boku jarka premično območje, vzporedno z apnenimi skladi, v katerih so že bila primarno sedimentarno orudenela ležišča Srednje cone. Tu so tektonske sile našle najmanjši odpor.

Jugozahodni del rudne enote Srednja cona je bil po zaključni fazi orudenenja potisnjen ob prelomnici, ki ima južneje smer jug—sever ter severneje zavije v loku proti severozahodu v smer 320° s padom 43 do 50° proti jugozahodu. Dolžina premika, kjer je krovni del prelomnice drsel pod kotom okrog 5° proti severozahodu navzdol, znaša okrog 90 m (5. slika, oznaka P-3).

Revir 3<sup>n</sup> rudišče ima naziv po povprečni smeri raztezanja, ki znaša okrog 45°. Dolžina rudnega niza znaša okrog 1500 m, širina 50 do 300 m. Južni, najgloblji konec orudenenj se konča na višini + 635 m med 4. in 5. obzorjem brez zveze z revirjem Naveršnik proti jugu. Proti severovzhodu se niz orudenenj dviga do višine + 909 m ter se v svojem severovzhodnem delu spet spušča paralelno s skrilavcem pod obzorje Barbara (+ 787 m) do višine + 770. Orudenenja imajo jugozahodno od Helen-

skega jaška, kjer so oddaljena do 40 m (izjemoma do 80 m) od skrilavca, obliko več ali manj pravih rudnih cevi, z velikimi odkloni od povprečne smeri 45° proti severu in severozahodu. Severovzhodno od Helenskega jaška imajo rudne koncentracije obliko leč, nepravilnih rudnih cevi in nedoločeno oblikovanih rudnih teles, ker nastopajo v bližini ali na kontaktu z močno porušenim skrilavcem (8. slika).

Ker je skrilavec nagnjen proti severu, se spuščajo tesno ob njegovem kontaktu tudi orudnenja. V skrajnem severovzhodnem delu revirja nastopa ruda še v prelomnicah s smerjo jug—sever in padom proti zahodu. Z izjemo teh prelomnic so orudnenja revirja rudne cevi v ležiščih wettersteinskega apnenca in delno na kontaktu skrilavca ter padajo proti jugovzhodu. Povprečni pad apnenih plasti, v katerih se rudne cevi dvigajo proti NE, N ali NW, znaša 35° SE.

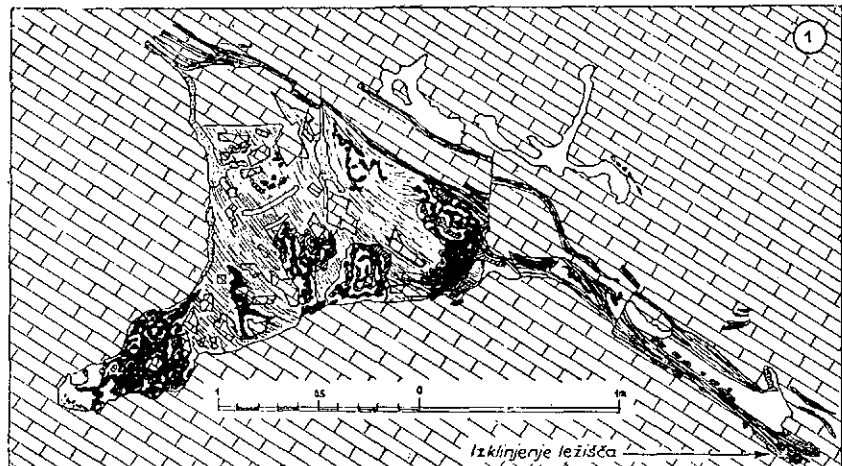
Niz orudnenj 3<sup>h</sup> rudišča tvori v tlorisu dosti pravilno rudno enoto, dočim tvori skrilavec nad orudnenji in ob njih zelo nepravilne konture in prelome. Orudnenja so se delno oblikovala v posttektonski fazi.

**Sistem orudnenih Unionskih prelomnic** leži približno v smeri jug—sever z odklonom do 15° proti severovzhodu. Dolžina orudnelega sistema znaša okrog 2500 m, širina 400 do 900 m. Višinska razlika od 15. obzorja (+ 370 m) na Moreingu do najvišjih orudnenj na Heleni (+ 985 m) znaša 615 m. Rudišče je deljeno v pet revirjev, ki leže od juga proti severu: Moreing (+ 370 do + 541 m), Jug (+ 474 do + 572 m), Unionska prelomnica (+ 417 do + 604 m), Igerčevo (+ 604 do + 758 m) in Helena (+ 758 do + 985 m).

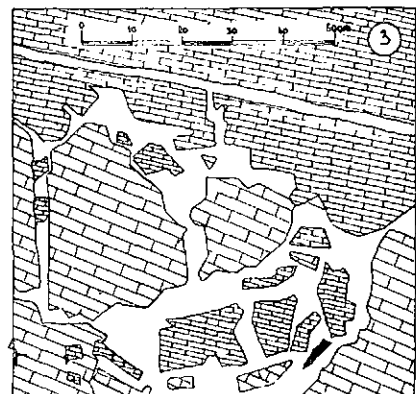
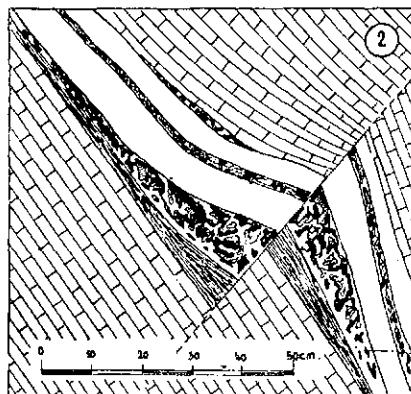
Orudnenja so pretežno vezana na prelomnice, kolikor ne upoštevamo metasomatskih oblik v njihovi neposredni bližini. Manjši del orudnenj tega sistema nastopa po plasteh apnenca. Prelomnice potekajo v glavnem pravokotno na apnene sklade, imajo smer jug—sever z odkloni običajno do 30° proti severovzhodu in redko z odklonom proti zahodu do smeri 345°. Padajo vedno proti zahodu oziroma NW ali izjemoma SW pod koti 25 do 70°. V višjih legah so navadno zelo strme (45 do 70°) in v globini prehajajo v bolj položne (20 do 45°). Spreminjanje naklona se opaža pri eni in isti prelomnici, kar vidimo iz profilov zahod—vzhod. Do sedaj je od močnejših prelomnic znana samo »Šahtna«, ki ima na spodnjih obzorjih Moreinga (13. do 15. obzorje) še vedno naklon 60 do 70°.

Rudne cevi se v prelomnicah dvigajo položno, navadno pod kotom 15 do 25° z juga proti severovzhodu. Ker prelomi padajo proti zahodu, se zaradi plazanja rudnih cevi po prelomu podolžna os rudne cevi in njen tloris vedno bolj odklanjata od severa, kot prelom sam. Najbogatejše rudne koncentracije so običajno v bližini, redkeje na meji wettersteinskega apnenca s skrilavcem, kar pa ni pravilo. Velikost rudnih teles počasi pojema v povprečju z oddaljenostjo od skrilavca. Največja doslej znana oddaljenost rude v rudišču od I. rabeljskega skrilavca znaša okrog 600 m na 12. obzorju revirja Unionska prelomnica.

Povprečni vzpon skrilave krovine od juga proti severu, ki jo tvori tektonsko vrinjeno skrilavec v prelomnicah s plastmi skrilavca, znaša



- 1 Revir Unionska prelomnica, skrajni sever, 11. obzorje.  
Presek v smeri 270°, kaže primarno orudene-  
lo ležišče s smerjo 30° in vpadom 38° proti SE.  
The most northern part of Unionska pre-  
lomnica (Union fault)-section, 11th level.  
Section in direction 270° shows the primary  
mineralized beds striking 30° and dipping 38°  
toward SE.
- 2 Revir Igerčevo, sever, 4. obzorje.  
Primarno orudeno ležišče s smerjo 30° in  
vpodom 53° proti SE.  
Igerčevo-section, north, 4th level.  
Primary mineralized beds striking 30° and  
dipping 53° toward SE.
- 3 Revir Unionska prelomnica, sever, 8. obzorje.  
Primarno jalovo ležišče ob odkopu z bre-  
často rudo.  
Unionska prelomnica (Union fault)-section,  
north, 8th level.  
Primary barren beds occurring near to slope  
of brecciated ore.



- svetlosiv apnec  
Light grey limestone
- temnosiv apnec  
Dark grey limestone
- temnorjav tankoplastovit apnec; vsebuje  
navadno drobozrnat ZnS  
Dark brown, thin bedded limestone, con-  
taining usually fine-grained ZnS
- kalcit  
Calcite
- galenit  
Galena
- sfalerit  
Sphalerite
- markazit  
Marcasite
- limonit  
Limonite

18. sl. Singenetska ležišča v wettersteinskem apnencu  
Fig. 18. The ore-deposits in Wetterstein limestone of syngenetic origin

23 do 25°. Isti vzpon ima ves niz rudnih cevi, orudenelih plošč in ostalih nepravilnih rudnih teles, ki se dviga paralelno s skrilavcem. Najvišjo točko, + 985 m, dosežejo rudne koncentracije nad obzorjem Doroteja pod slemenom skrilave antiklinale Pikov vrh—Šumahov vrh. Od tu se skrilavec in vzporedno pod njim orudenjenja položno spuščajo proti severu.

V globljih delih sistema Unionskih prelomnic, t. j. od 8. do 12. obzorja, opazamo naraščanje kalcita in grobe rudne breče, ki tvori v tem delu glavno rudo. Kalcit zapolnjuje na teh odkopih prostore med kosi temnejšega apnenca in rude, ki dosežejo velikost do 1 dm, včasih tudi nekaj dm premera. Odkopi z rudno brečo preidejo na periferiji polagoma v brečo z zelo redkimi osamelimi ostrorobimi kosi in drobci svinčevocinkove rude in končno navadno v večje dele popolnoma jalove breče s kalcitom in apnencem.

**Revir Fridrih in Stari Fridrih.** Značilno za ta niz orudenenj je, da se spušča od juga proti severovzhodu položno navzdol. Povprečni pad celotnega rudišča po podolžni osi SW—NE znaša okrog 15°, tako da je višinska razlika med najjužnejšim (+ 705 m) in najsevernejšim orudenjem (+ 465 m) 240 m.

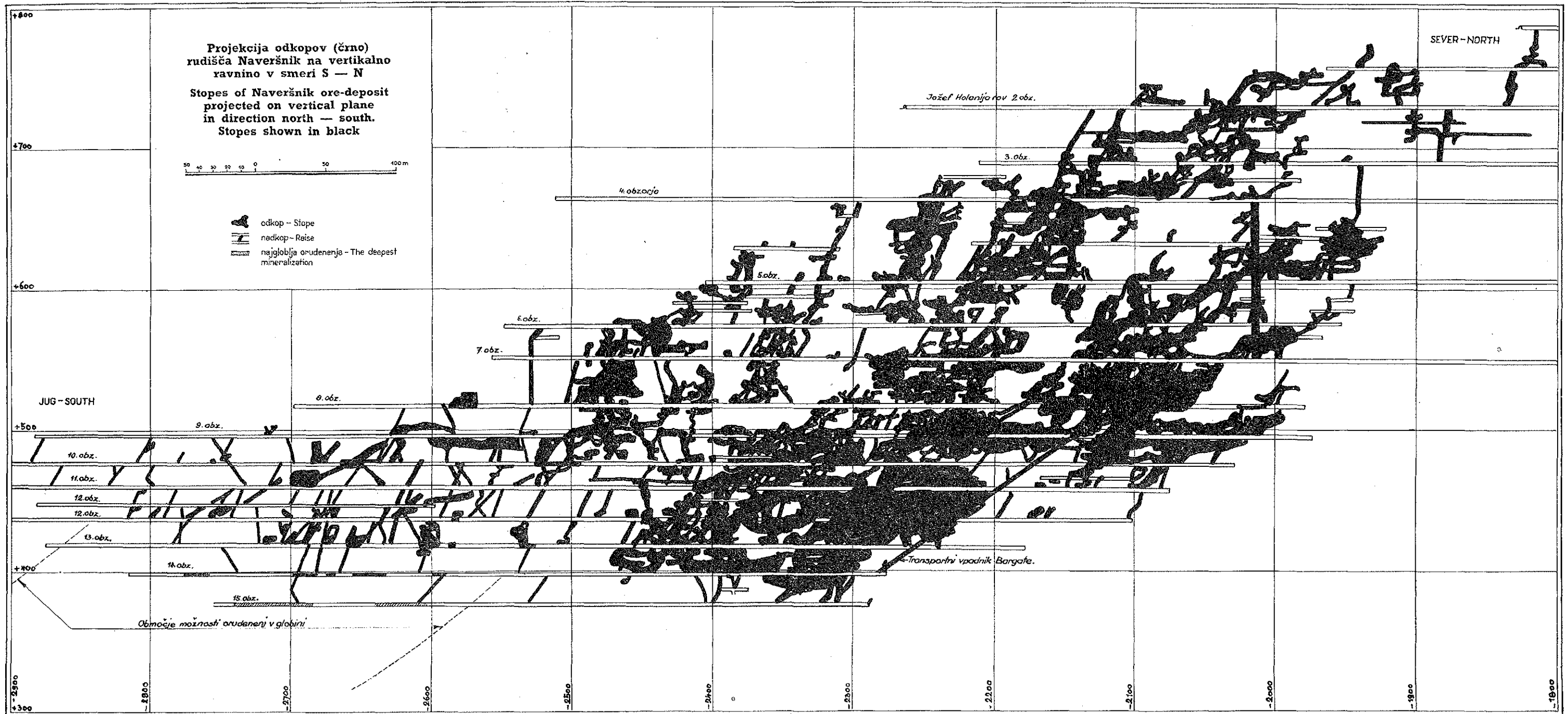
Tik nad rudnimi telesi se spušča proti severu porušeni I. rabeljski skrilavec. Pri nastajanju rudnih koncentracij so bile terme, ki so prihajale od juga, prisiljene, da so se zaradi lege skrilavca spustile proti severovzhodu navzdol. Zato so rudna telesa, ki imajo obliko leč in cevi nastala delno na kontaktu s skrilavcem, delno v njegovi neposredni bližini ter padajo položneje kot ostale rudišče proti severovzhodu; ponekod so skoraj horizontalna. Rudne koncentracije imajo obliko cevi, plošč in nepravilnih teles.

Orudenjenja revirja Stari Fridrih predstavljajo neprekinjeno nadaljevanje orudenenj revirja Fridrih proti severovzhodu. Niz rudnih teles in nad njim porušeni skrilavec se dvigata v smeri proti NE pod kotom 10 do 40°. Nekoliko manjši (15 do 30°) vzpon v isti smeri kažejo posamezna rudna telesa.

Ruda nastopa v večjem obsegu v sedimentarno orudenelih ležiščih paralelno s skrilavcem in na nekaterih mestih z močno tektoniko v nepravilnih koncentracijah. Ker je streha skrilavca strmejša, tvori ruda z njim kontakt le na manjših površinah. V severnejšem delu (+ 670 m), kjer doseže ruda površino, so bili izdanki odkriti že v prešnjem stoletju. Najnižja do sedaj odkrita orudenjenja so na višini + 465 m. Skupna dolžina revirjev Fridrih—Stari Fridrih znaša okrog 1300 m in širina povprečno 200 m.

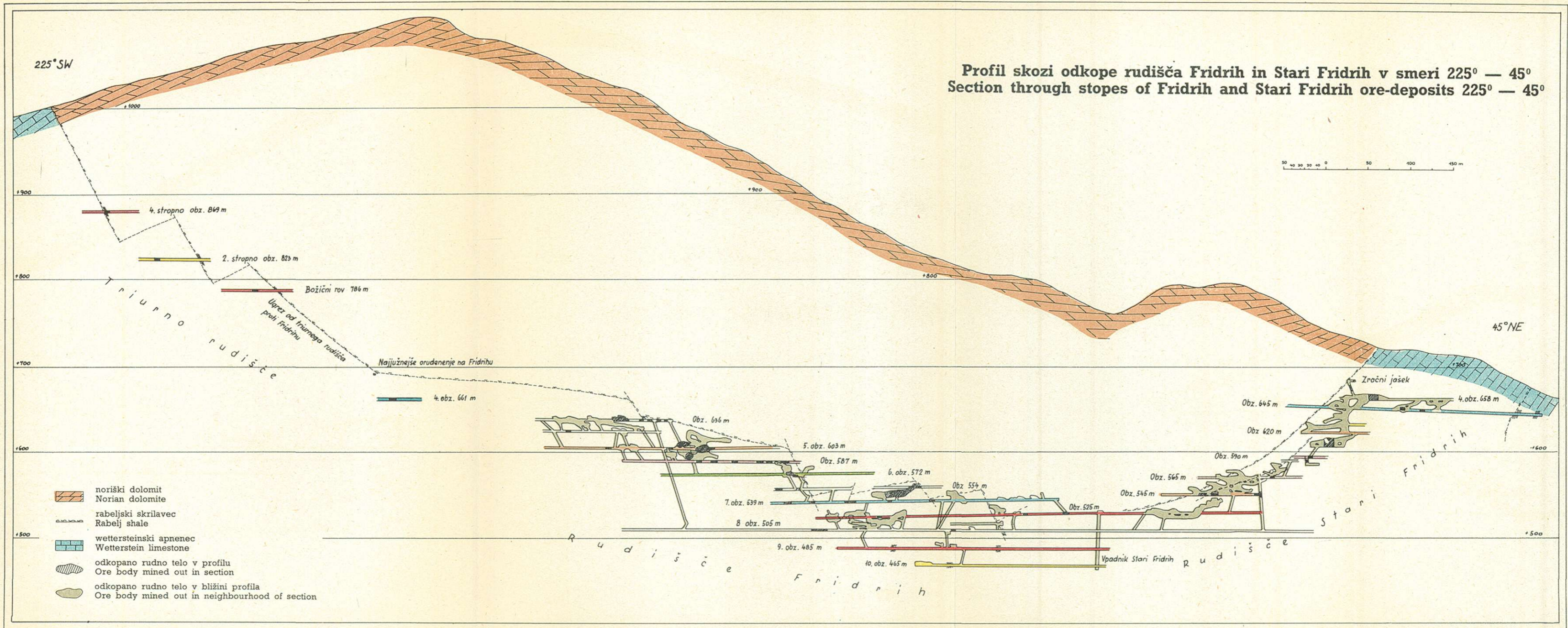
Južni del revirja Stari Fridrih je glede na severnega premaknjen po prelomnici s smerjo 150 do 170° in padcem 32 do 50° SW proti severozahodu. Premik je diagonalen, tako da je jugozahodni del orudenenj drsel nad prelomnico pod naklonom okrog 22° na dolžini 75 m proti NW v globino. Premik je nastal po končnem oblikovanju rudišča (5. slika, oznaka P-4).

V obeh revirjih so dimenzije rudnih koncentracij manjše kot v zgoraj opisanih južnejših delih jame. Na več rudnih cevah v Fridrihu



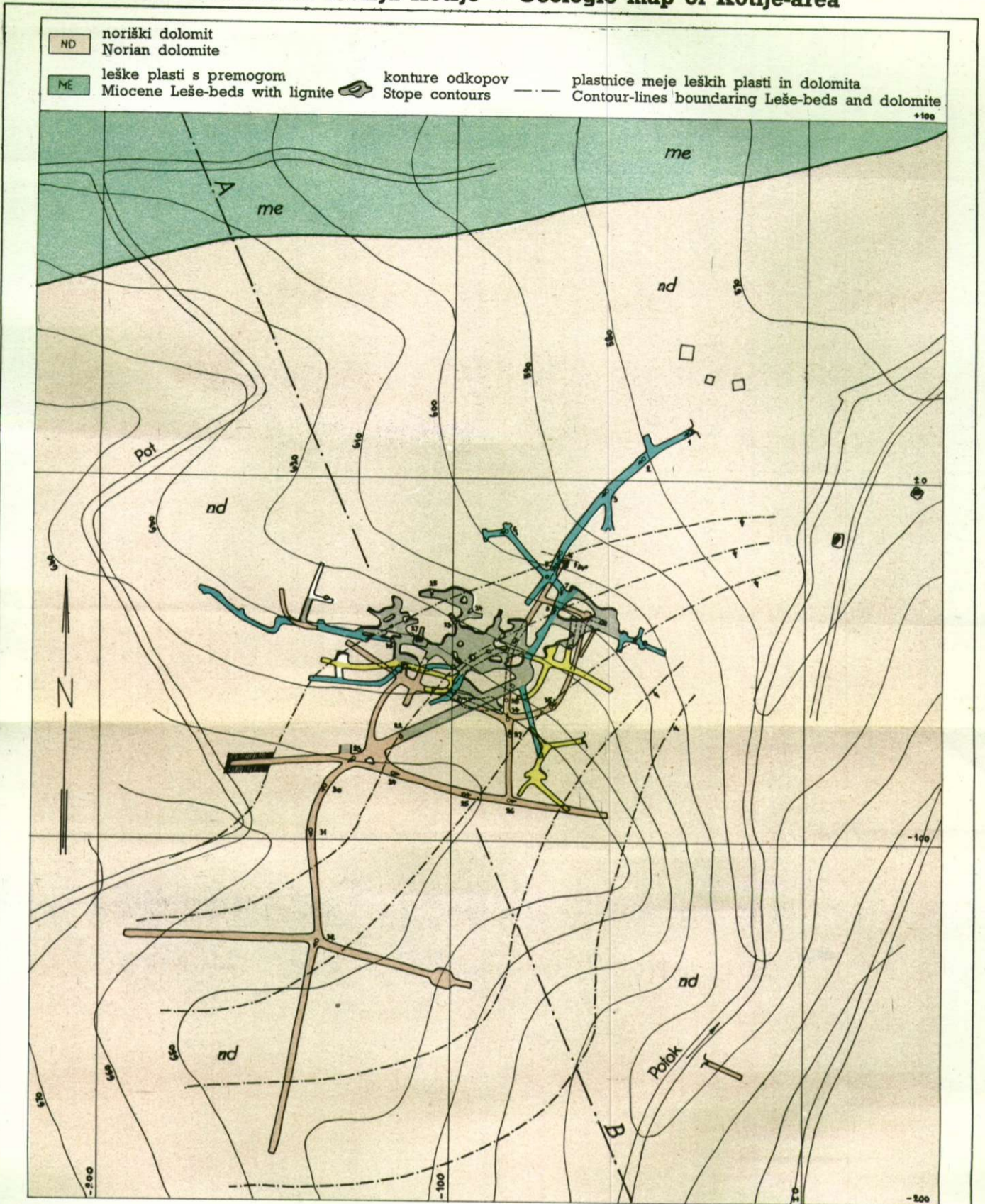


Profil skozi odkope rudišča Fridrih in Stari Fridrih v smeri 225° — 45°  
 Section through stopes of Fridrih and Stari Fridrih ore-deposits 225° — 45°

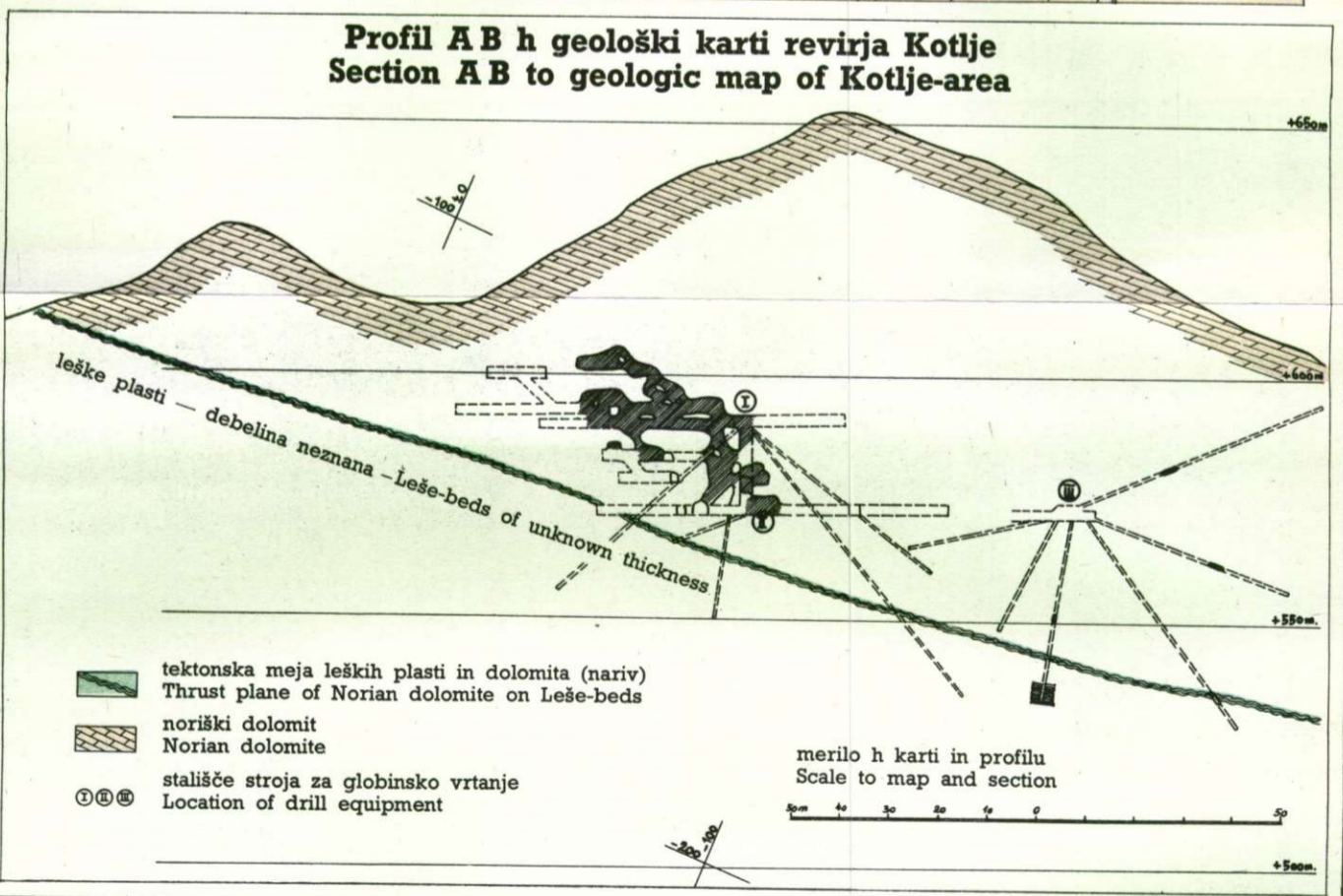




## Geološka karta revirja Kotlje – Geologic map of Kotlje-area

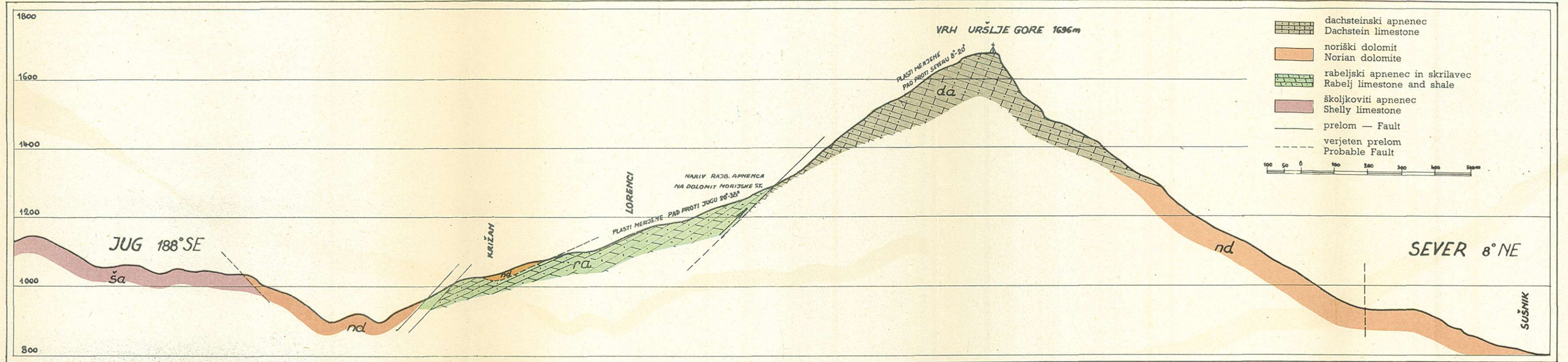


### Profil A B h geološki karti revirja Kotlje Section A B to geologic map of Kotlje-area





Profil skozi vrh Uršlje gore v smeri jug – sever Cross section through the top of Uršlja gora–Mountain S – N





je ruda samo zapolnjevala prostor v apnencu, dočim se v okolici niso nahajale kot običajno impregnacije sfalerita z nizkoodstotno svinčevo rudo. Odkrivanje takih orudenenj je težje, ker periferija ne kaže znakov mineralizacije (13. slika).

**Revir Peca** leži okrog 1 km zahodno od revirja Naveršnik v jugo-vzhodnem pobočju Pece. Orudenenja so razporejena v poševno nagnjeni, stopničasto lomljeni ravnini, ki se razteza v smeri jug—sever in pada pod kotom 25 do 45° proti vzhodu. Ruda se nahaja približno vzporedno s plastmi apnenca v ležiščih, ki so veliko bolj nepravilna kot srednjeconska. Orudenenja so v bližini I. rabeljskega skrilavca, oziroma tvorijo z njim daljše kontakte.

Višinska razlika med najnižjimi orudenenji v rovu Ida (+ 888 m) in najvišjimi odkopi (+ 1237 m) znaša 343 m. Dolžina površine z odkopi v smeri jug—sever je okrog 1000 m, širina 500 do 800 m.

Pobočje Pece pada proti vzhodu približno vzporedno z orudenenji, ki pridejo na več mestih na jugozahodu revirja do površine. Proti jugu se konča rudišče v strmem pobočju, ki se spušča proti reki Meži. Končavanje na površini priča za erozijo južnejših orudenenj. V odkopih blizu površine nad rovom Terezija in nad spodnjim rovom Terezija so se nahajale večje koncentracije vulfenita. Ker so vsa orudenenja blizu površine, je svinčevo-cinkova ruda močno oksidirana.

Danes raziskujejo najgloblje podaljške orudenenj v območju rova Ida (+ 888 m), dočim so gornji deli revirja povečini že izčrpani.

**Revir Graben.** Orudenenja leže v pasu, širokem 100 do 300 m, ki se vleče v smeri zahod—vzhod od Mušenika do Žerjava na dolžini okrog 2 km. Višinska razlika med najvišjim orudenenjem na površini v bližini rova Ana (+ 753 m) in najglobljo danes znano rudo pod 8. obzorjem (+ 471 m) znaša 282 m.

Rudišče kot celota se spušča paralelno z II. rabeljskim skrilavcem v globino proti jugu. Po podatkih raziskav v zadnjih letih se nahajajo orudenenja revirja Graben v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem, ali točneje, pod II. rabeljskim skrilavcem. Ruda nastopa v obliki zelo nepravilnih rudnih cevi, ki potekajo v splošnem paralelno s skrilavcem v smeri zahod—vzhod. V vzhodnem delu ima ves rudni sistem kot tudi posamezne rudne cevi manjši odklon iz smeri zahod—vzhod v smer proti severovzhodu.

V rudi Grabna močno prevladuje sfalerit nad galenitom, tako da sta kovini Pb in Zn danes v odkopani rudi v povprečnem razmerju 1:7. V različnih orudenenjih niha razmerje Pb:Zn v mejah 1:4 do 1:12. S svinčcem bogatejša ruda se drži bliže skrilavca in delno v gornjih delih revirja, v splošnem so pa svinčeve koncentracije zelo nepravilno razdeljene po revirju. Oksidacija rude je manjša kot v orudenenjih wettersteinskega apnenca. Količina Pb v sekundarni oksidni obliki znaša okrog 42 % in Zn okrog 35 %.

V rudišču ne opazimo močnejših in na večji dolžini konstantnih prelomov zaradi mehanskih lastnosti dolomita. Dolomit je drobljiv, trši

od apnenca in približno enako odporen v vseh smereh ne glede na lego plasti. V wettersteinskem apnencu je lega prelomov v tesni zvezi z različno mehansko odpornostjo, ki je odvisna od lege apnenih skladov. Prelomi v wettersteinskem apnencu so vedno približno pravokotni na apnene sklade.

Konture rudnih teles v Grabnu so zelo nepravilne zlasti zato, ker so orudenenja pretežno sfaleritna ter tvorijo globoke impregnacije različnih oblik v obdajajoči dolomitni hribini.

Večina prelomov je neizrazitih ter so ob njih deli rudnih teles premaknjeni na kratke razdalje. Le izjemoma so prelomi slabo orudenedi na manjših dolžinah. Rudišče daje vtis, da so vsa orudenenja tega revirja nastajala singenetsko z dolomitom, kajti večji del rudnih koncentracij so izrazite impregnacije, ki niso v zvezi z nobenim prelomom. V poznejših dobah je bila rudna snov prenesena samo v nekaterih delih rudišča v majhnem obsegu.

**Revir Topla** leži osamljen na zahodu rudnega terena v skladovitem dolomitu anizične stopnje. Dolomit je ponekod bituminozen ter vsebuje tanke vložke skrilavca. Revir se razteza v smeri jug—sever na dolžini okrog 200 m ter ima širino 50 m. V profilu sever—jug je rudišče skoraj vodoravno, v profilih zahod—vzhod pada položno proti zahodu. Višinska razlika med najvišjo in najnižjo rudo znaša 46 m.

Ruda nastopa v ploščatih rudnih ceveh, ki se vlečejo ob prelomih in leže ponekod obenem v položnih plasteh dolomita. Prelomnice imajo smer SE—NW v mejah od 300 do 345° in naklone od 40 do 80° proti jugozahodu.

Ruda je pretežno sfalerit z manjšo količino galenita, tako da znaša razmerje med svincem in cinkom v rudi povprečno 1:5. V oksidni rudi nastopa glede na celotno količino kovine okrog 42 % Pb in okrog 23 % Zn.

V rudišču nastopajo rudni minerali: sfalerit, galenit, smitsonit, cerusit in vulfenit v sledovih. Tudi markazit in pirit sta skoraj povsod prisotna. Največ je sfalerita, ki je vedno temnosiv, tako da ga na videz skoraj ni mogoče ločiti od sivega in temnega dolomita. Zrna sfalerita so idiomorfna, drobna s premerom od 0,01 do 0,05 mm, izjemoma do 0,10 mm in so v dolomitni osnovi medsebojno ločena. Redki vtrošniki galenita imajo običajno do 5 mm premera. Količina sfalerita v presekih, ki gredo iz rudišča, počasi pojema in preide v normalno količino ZnS in PbS, ki jo vsebuje anizični dolomit v širši okolici rudišča.

Nastanek rudišča bi mogli razložiti na naslednji način: v dolomitu in školjkovitem apnencu anizične stopnje so dokazane v sedimentarni obliki kovine Fe, Zn in Pb. Njihova količina naraste v školjkovitem apnencu nad rudiščem na povprečno 0,94 % Fe, 0,13 % Zn in 0,10 % Pb. V dolomitu, kjer nastopa rudišče, je količina teh kovin nižja.

Ker vsebujejo sedimenti isti kovini Pb in Zn kot rudišče v Topli in ker kaže ruda znake sedimentarnega postanka, je najbolj verjetno, da je rudišče nastalo sinsedimentarno z dolomitom v anizični stopnji. Naraščanje kovin Zn in Pb v sedimentih do 700 metrov nad rudiščem

bi govorilo za varianto, da se je obogatitje rudišča z minerali cinka in svinca nadaljevalo še potem, ko je rudišče že pokril na morskem dnu školjkoviti apnenec z vložki lapornatega skrilavca. Pri tem je skrilavec deloma zadrževal rudonosne terme in povzročil, da so odlagale del sulfidov Pb in Zn, preden so se izlile v morje.

V vsakem primeru je v rudišču nakopičen le majhen del rudnih komponent, ki so jih prinašale v morje verjetno terme, glavni del se je pa »izgubil« v obliki sledov v morju in se nahaja kot razpršena mikroskopsko majhna zrnca sulfidov in oksidov železa, cinka in svinca v sedimentih anizične stopnje.

**Rudni pojavi na območju Uršlje gore.** V pobočjih Uršlje gore je znanih več manjših rudnih pojavov, nekateri so izrazito sfaleritni z majhno količino galenita, drugi izrazito galenitni.

Rudni pojavi, bogati s sfaleritom, podobni orudenenjem revirja Graben, so znani v Mučevem, na Lehšečem in pri Ravnjaku severozahodno od Homa. Ostali rudni pojavi so bogatejši z galenitom. V revirju Kotlje je ruda močno oksidirana. Razmerje med kovinami v rudi znaša  $Zn : Pb = 1 : 3,7$ . Rudišče je vsebovalo skupno s starimi odkopi po približni ceni okrog 15.000 ton rude. Podoben sestav kot v Kotljah imajo raztreseni rudni pojavi na Naravskih ledinah. Ruda v Kotljah in na Naravskih ledinah se nahaja v dolomitu noriške stopnje in je verjetno delno sekundarno metasomatsko prenesena.

Značilni so rudni pojavi galenita v skladovitem rabeljskem apnencu. To so vedno orudenenja z nizkim odstotkom svinca (1 do 1,5 % Pb) in s sledovi cinka ali brez njih. Galenit nastopa v ločenih zrnih v velikosti nekaj milimetrov, redkeje nekaj centimetrov. Rabeljski apnenec ima na mestu takih orudenenj navadno nekaj več svetlih kalcitnih žilic. Ker so ti rudni pojavi, vezani na rabeljski apnenec, na različnih medsebojno oddaljenih krajih enaki ali podobni, jih smatram za singenetske s triadnimi sedimenti.

Rudni pojavi v rabeljskem apnencu so znani pri Križanu, Plešivčniku, Močilniku in Čemerniku na južnem pobočju Uršlje gore in na več drugih mestih. Te vrste nahajališče galenita se nahaja n. pr. v Pristavi na levem bregu Meže vzhodno od Škrubeja »Pri apnenici«. Tu se najde v pobočnem grušču pri odbiranju apnenca za žganje apna polno kosov z vtrošniki, vložki in žilicami galenita v velikosti do nekaj centimetrov. Grušč izvira s pobočja nad apnenico, kjer so znani v rabeljskem apnencu primarni pojavi galenita.

Za rudne pojave na območju Uršlje gore je značilno, da so zelo raztreseni in da le izjemoma vsebujejo koncentracije mineralov svinca in cinka gospodarskega pomena. To dejstvo je mogoče razlagati s tem, da so nastali singenetsko s triadnimi sedimenti v karnijski in noriški stopnji. Pogoji za odlaganje večjih količin rudnih mineralov na enem mestu po nastanku II. rabeljskega skrilavca so bili malo ugodni in zato v terenih, kjer so razviti horizonti nad II. rabeljskim skrilavcem, ne moremo računati z večjimi rudnimi sistemi.

### Značilne razlike in skupne poteze rudišča

**Razlike v sestavu rude glede na geološke formacije in primerjava z rudiščem Bleiberg—Rute.** Kot vidimo iz opisov orudenenj v različnih formacijah triade, vsebuje ruda v določeni formaciji rudnega terena povsod Pb in Zn približno v enakem razmerju. Toda medsebojni odnos teh dveh kovin v rudah različnih formacij je popolnoma različen. Povprečna razmerja med Pb in Zn, ki so bila že zgoraj podana, so v različnih formacijah mežiškega rudnega terena naslednja:

	Pb : Zn
v anizičnem dolomitu	1 : 5
v wettersteinskem apnencu	2 : 1
v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem	1 : 7
v rabeljskem apnencu	20 : 1
v dolomitu noriške stopnje	3,7 : 1

Posebno važno je dejstvo, da v rudišču Bleiberg, ki je geološko popolnoma sorodno Mežici, nastopa ruda v istih dveh formacijah, t. j. v wettersteinskem apnencu in dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem. Sorodnost med obema rudiščema je v naslednjem: glavne rudne zaloge so v obeh rudiščih v wettersteinskem apnencu, manjše rudne zaloge pa v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem. Ako v Mežici ne upoštevamo manj važnih orudenenj v anizičnem dolomitu, rabeljskem apnencu in v dolomitu noriške stopnje, bi lahko cenili, da v obeh rudiščih, t. j. v Mežici in Bleibergu, odkopane in neodkopane rudne zaloge v wettersteinskem apnencu predstavljajo okrog 80 %, a zaloge v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem okrog 20 % od skupne rudne substance. Te cenvitve so seveda zelo približne.

Druga podobnost je v razmerju Pb in Zn v obeh orudnenih formacijah. Razmerje med Pb in Zn v odkopani in neodkopani rudi v wettersteinskem apnencu v Bleibergu lahko cenimo kot v Mežici na  $Pb : Zn = 2 : 1$ . V rudi revirja Max in Andreas, ki nastopa v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem, sem cenil razmerje ob priliki obiska leta 1955  $Pb : Zn = 1 : 5$  do  $1 : 10$ .

Tretji podatek za to, da so ta orudnenja vezana na geološke formacije, je relativna višina, v kateri se nahajajo s cinkom bogati rudni revirji v dolomitu med I. in II. rabeljskim skrilavcem. Orudnenja revirja Graben v Mežici so znana v območju nadmorskih višin od + 753 m do + 471 m, medtem ko so orudnenja v wettersteinskem apnencu znana od višine + 1237 m do + 348 m. Obe orudnenji gresta pod navedeni najgloblji višini + 471 m in + 348 m še v globino. Orudnenja revirja Graben, ki je izredno bogato s sfaleritom, ne moremo vskladiti z nastankom v kenozojski dobi in s sekundarnim prihodom rudnih snovi. Ta revir leži v isti nadmorski višini kot bližnja orudnenja Naveršnika, Srednje cone in Unionskih prelomic v wettersteinskem apnencu, kjer je razmerje med kovinama  $Pb : Zn = 2 : 1$  do  $3 : 1$ .

Podoben primer imamo v rudišču Bleiberg—Rute, kjer leži manjša stara jama Andreas—Hl. Geist ENE od Rudolfovega jaška približno v nadmorskih višinah + 960 m do + 1025 m z orudnenji v rabeljskem dolomitu. Večje orudnenje v rabeljskem dolomitu med I. in II. skrilavcem je znano v revirju Max, ki ga sedaj odpirajo. Po kemičnem in mineraloškem sestavu, značaju in barvi je orudnenje Max neverjetno podobno revirju Graben v Mežici in leži v nadmorskih višinah + 897 m (Georgirov) in + 612 m (5. obzorje). Orudnenja v wettersteinskem apnencu v Bleibergu so znana danes v nadmorskih višinah od približno + 230 do + 1400 m. Obe navedeni orudnenji Bleiberga v rabeljskem dolomitu ležita v neposredni bližini in delno v tektonskem kontaktu z orudnenji v wettersteinskem apnencu.

Po nauku o rudiščih ni mogoče epigenetsko razložiti s sfaleritom izredno bogatih koncentracij, vezanih na rabeljske dolomite in globlje segajočih orudnenj, ki so bogata z galenitom in vezana na wettersteinski apnenc v navedenih višinah. Orudnenja, bogata s sfaleritom, bi morala ležati v globini v podaljšku orudnenj wettersteinskega apnenca. S tektonskimi premiki rudni sistemi niso bili toliko premaknjeni, zlasti ne po starih trditvah, po katerih so orudnenja mlajša od glavnih tektonskih procesov. Analogne rudne koncentracije v Mežici in v Bleibergu moremo razložiti edino s predpostavko, da so orudnenja nastajala singenetsko pri tvorbi apnencev in dolomitov.

**Globinska razdelitev kovin Pb in Zn v rudišču.** Odnos med Pb in Zn lahko podamo za orudnenja v wettersteinskem apnencu, ker so ta najbolj raziskana, in delno za orudnenja v rabeljskem dolomitu med I. in II. skrilavcem. Rudni pojavi v ostalih formacijah so še premalo raziskani. Pri razdelitvi kovin smo spodaj upoštevali vedno ves Pb in Zn v sulfidnih in oksidnih mineralih.

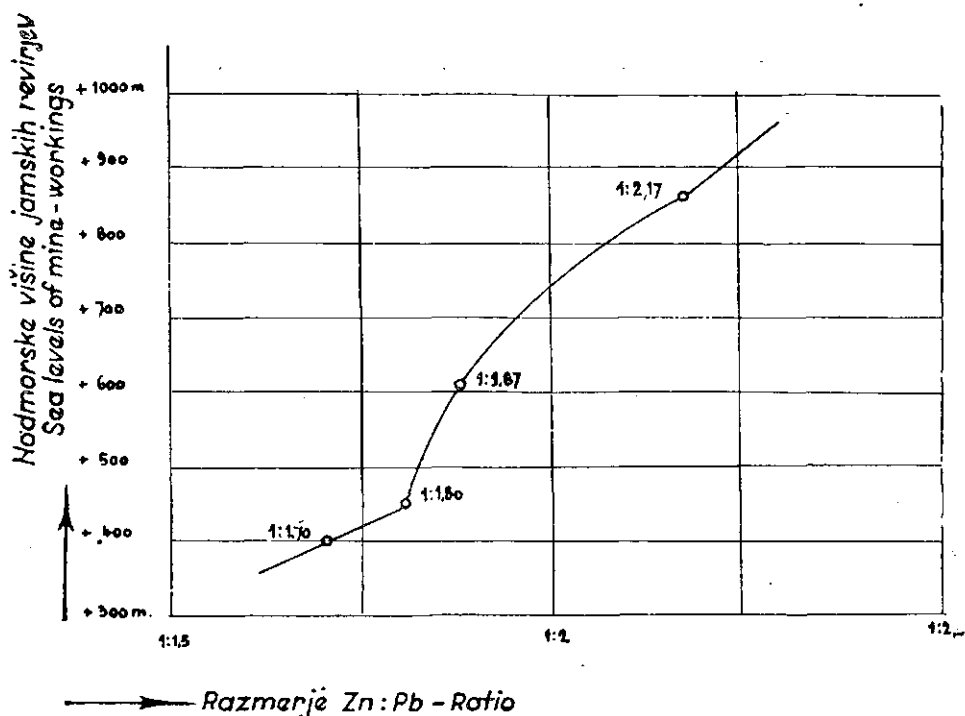
a) Orudnenja v wettersteinskem apnencu.

Za posamezna orudnenja velja v več primerih pravilo, da je sredina rudnega telesa sestavljena pretežno iz galenita; na periferiji močno pade količina PbS in naraste ZnS, ki nato običajno preide v nizko-percentne impregnacije ZnS in PbS.

V rudišču kot celoti moremo dosti jasno ugotoviti padanje komponente Pb z oddaljenostjo od I. rabeljskega skrilavca, dočim količina Zn ostaja konstantna ali pa pada počasneje kot Pb, kar velja povprečno za vsa orudnenja v wettersteinskem apnencu. Proti tej trditvi bi mogli navesti nekatere odkope, kjer bodisi, da je ob skrilavcu nakopičeno veliko sfalerita, bodisi da so v večji oddaljenosti od skrilja na določenih mestih večje koncentracije galenita, kar pa ne spremeni povprečnega odnosa med Pb in Zn v tem smislu, da se razmerje med Pb in Zn z oddaljenostjo od skrilavca spreminja v prid Zn.

V diagramu (19. slika) je podano globinsko razmerje med Pb in Zn v rudi Unionskih prelomnic, Fridriha in Srednje cone. Delno vpliva na razdelitev Pb in Zn po višini primarno padanje komponente Pb z oddaljenostjo od skrilavca, delno pa so povzročile diferenciacijo komponent Zn in Pb po višini domnevno terme na prehodu iz mezozojske v kenozojsko

dobu. Odločilno pa je vplival na današnje razmerje kovin Pb in Zn v višjih in nižjih delih rudišča sekundarni proces oksidacije in vzporednega prenašanja Zn. V nekaterih gornjih delih rudišča nastopa skoro sam močno oksidiran galenit z majhno količino oksidnih Zn-mineralov in ponekod z vulfenitom. Ti deli kažejo povsod na močno delovanje



19. sl. Razmerje Zn : Pb v odvisnosti od globine rudišča v wettersteinskem apnencu

Fig. 19. Diagram showing the Zn—Pb ratio in the Wetterstein limestone, depending on depth of the ore-deposit

Diagram je konstruiran po 116 kemičnih analizah povprečnih revirskih prob, vzetih v letih 1948—1954 iz jamskih revirjev: Helena, Igerčevo, Unionska prelomnica, Jug, Moreing, Fridrih, Stari Fridrih in Srednja cona.

Diagram based on 116 chemical analyses of the average samples taken from 1948 to 1954 in the following sections: Helena, Igerčevo, Unionska prelomnica (Union fault), Jug, Moreing, Fridrih, Stari Fridrih and Srednja cona (Middle zone).

vadozne vode, ki je prvotni ZnS oksidirala in v raztopljenem stanju delno prenašala v nižje dele rudišča, delno pa odnašala. Galenit je zaradi manjše topljivosti ostal v glavnem na prvotnem mestu. Taki deli rudišča, kjer nastopa pretežno galenit z vulfenitom, so: revir Peca, 3<sup>h</sup> rudišče, orudenenje Barbara-vzhod, revir Staro Igerčevo in zapadni del rudišča Graben-Mušenič.



V diagramu globinske razdelitve Pb in Zn ni upoštevano rudišče Naveršnik v wettersteinskem apnencu, ki je od 13. do 16. obzorja izredno bogato z galenitom. Ako bi bilo to orudenenje vračunano, bi nastala v diagramu večja nepravilnost. Take nepravilnosti v razdelitvi Pb in Zn v rudišču se večkrat ponavljajo.

Kot drugi podatek za relativno naraščanje kovine Zn so letna povprečja % Zn in % Pb v odkopani rudi, ki kažejo, da se z večjo globino rudarskih del v wettersteinskem apnencu spreminja razmerje Pb : Zn v prid Zn. Razmerje kovin v odkopani rudi in globina rudarskih del je podana za nekaj let v 1. razpredelnici.

### Razmerje kovin v odkopani rudi glede na globino rudarskih del

#### Zn : Pb ratio in the ore mined as regards the depth

Table 1

1. razpredelnica

Leto	Razmerje kovin v odkopani rudi Zn : Pb	Tedaj najgloblja jamska dela	
		Nadmorska višina	Revir
1926	1 : 3,02	6. obz., + 573 m	Unionska prelomnica Moreing—Srednja cona
		7. obz., + 510 m	
1934	1 : 2,73	8. obz., + 510 m	Moreing
		8. obz., + 515 m	Naveršnik
1942	1 : 2	13. obz., + 411 m	Moreing
		13. obz., + 415 m	Naveršnik
1945	1 : 1,78	15. obz., + 370 m	Moreing
		13. obz., + 415 m	Naveršnik
1955	1 : 1,64	15. obz., + 370 m	Moreing
		15. obz., + 375 m	Naveršnik

Razlika med kovinama Zn : Pb do leta 1945 je previsoka, ker so do takrat puščali na odkopih periferna orudenenja z majhno količino galenita in relativno večjo količino sfalerita.

b) Orudenenja v rabeljskem dolomitu med I. in II. skrilavcem.

V revirju Graben se nahaja ob II. skrilavcu ponekod nekaj več galenita kot navadno v ostali rudi. Razmerje med kovinama Pb : Zn v bližini skrilavca naraste na nekaterih odkopih na 1 : 4. V večji oddaljenosti od skrilavca znaša razmerje Pb : Zn do 1 : 12. Rudišče skoraj ne kaže naraščanja sfalerita v primerjavi z galenitom na spodnjih (7. in 8.) obzorjih, vendar so orudenenja za tako trditev še premalo raziskana. Rudišče Graben kaže manjše vplive sekundarnega delovanja term ter je zaradi tega verjetno nastal tudi manjši poznejši globinski prenos in globinska razlika v razdelitvi komponent Zn in Pb kot v rudi wettersteinskega horizonta.

**Oksidacija rudišča.** Svinčevo-cinkova rudna izkopenina mežiškega rudišča iz wettersteinskega apnenca vsebuje danes od celotne kovine okrog 24 % Pb in okrog 46 % Zn v oksidnih mineralih. V 2. in 3. raz-

predelnici so navedeni v rudišču poznani svinčevi in cinkovi minerali in poleg utežni %, s katerim je vsak od njih udeležen v količini svinca in cinka v rudi.

### Svinčevi minerali v mežiškem rudišču

#### Lead minerals in Mežica ore-deposit

Table 2

2. razpredelnica

Svinčevi minerali	Vsebuje od celotne kovine Pb v rudi v utež. %
galenit PbS	76,0
cerusit PbCO <sub>3</sub>	21,2
anglezit PbSO <sub>4</sub>	2,0
vulfenit PbMoO <sub>4</sub> (pridobljeni in izgubljeni)	0,8
descloizit VO <sub>4</sub> (PbZn) [Pb . OH]	—
celotni Pb v rudi	100,0

### Cinkovi minerali v mežiškem rudišču

#### Zinc minerals in Mežica ore-deposit

Table 3

3. razpredelnica

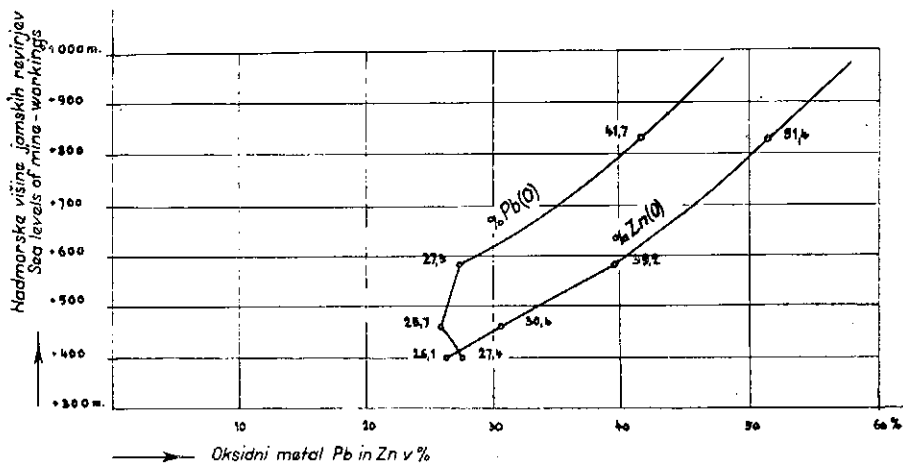
Cinkovi minerali	Vsebuje od celotne kovine Zn v rudi v utež. %
sfalerit ZnS	51,8
skorjasta cinkova svetlica ZnS (cenjeno)	2,0
vurcit ZnS (cenjeno)	0,2
smitsonit ZnCO <sub>3</sub>	45,5
hidrocinkit (cenjeno) ZnCO <sub>3</sub> · 2 Zn (OH) <sub>2</sub>	0,5
celotni Zn v rudi	100,0

Iz razpredelnic je razvidno, da vsebujejo skoraj ves svinec in cink v rudi galenit, cerusit, sfalerit in smitsonit. Ostali minerali so v sledovih skupno z glavnimi raztreseni po vsem rudišču. Del vulfenita je razdeljen v sledovih po vsem rudišču, ostali del tega minerala nastopa v večjih koncentracijah ob razpokah v gornjih delih rudišča.

Najvišji deli rudišča v wettersteinskem apnencu, kjer so se nahajali lepo razviti kristali vulfenita, gručav smitsonit in hidrocinkit, so že odkopani. Cerusit se nahaja danes v rudi v obliki kristalčkov, velikih

do 2 mm, ki so navadno prilepljeni na razjedenem, luknjičastem galenitu. Ostali del cerusita je v mikroskopskih razpokah v galenitu, ki so mrežasto ali nepravilno razporedene kot posledica tektonike. Mrežaste razpoke so nastale po razkolnih ploskvah kristalov galenita. Oksidacija galenita se je pričela prav tako zelo hitro na njegovih mejah s sfaleritom in markazitom, če je bil tektonsko porušen.

Sfaleritna zrna oksidirajo najraje od periferije proti sredini. Kjer so zrna sfalerita zdrobljena, je oksidacija intenzivnejša. Od sulfidov sta najbolj oksidirana markazit in pirit, ki sta v nekaterih delih rudišča skoraj do kraja spremenjena v limonit.



20. sl. Oksidacija rudnih mineralov glavnega rudišča v odvisnosti od globine po podatkih 19 kemičnih analiz povprečnih vzorcev jamske izkopenine v l. 1954 iz revirjev Helena, Igerčevo, Unionska prelomnica, Jug, Moreing, Fridrih, Stari Fridrih, Srednja cona in Naveršnik

Fig. 20. Oxidation of ore minerals as to the depth of the main ore-deposit according to 19 chemical analyses of the average samples of the ore mined in 1954 in the following sections: Helena, Igerčevo, Unionska prelomnica (Union fault), Jug, Moreing, Fridrih, Stari Fridrih, Srednja cona (Middle zone) and Naveršnik

Iz diagrama na 20. sliki vidimo, kako pada v globino utež. % oksidnega Pb in Zn. Močno oksidirana ruda je vedno v prelomih ali ob njih, ker je tam najlaže krožila voda in ker so bili minerali v teh delih rudišča najbolj tektonsko prizadeti. Razen tega so s Pb in Zn revna orudnenja mnogo bolj oksidirana kot bogatejša, ker so bila zrna PbS in ZnS v tem primeru bolj izpostavljena zunanjim vplivom. Zaradi tega je močno oksidirana ruda v horizontalnih ravninah skozi rudišče zelo neenakomerno razdeljena.

Oksidacija rude v revirju Graben je glede na glavni mineral sfalerit manjša kot v rudišču wettersteinskega apnenca. Galenit je procentualno bolj oksidiran, ker nastopa v manjših koncentracijah in je v taki obliki bolj dostopen oksidacijskemu procesu. Od obeh kovin nastopa v grabenski rudi v oksidni obliki okrog 35 % cinka in okrog 42 % svinca.

Za močno oksidirane dele rudišča je značilno, da v njih nastopa pretežno močno oksidiran galenit z majhno količino oksidnih cinkovih mineralov in ponekod z vulfenitom. Prvotni sulfidi cinka so bili iz teh rudnih koncentracij pri oksidaciji v veliki meri odneseni.

Oksidacija rudišča sega pod mivo naravne gladine talne vode, ki ga je voda tvorila pred začetkom rudarskih del. Voda je zelo verjetno krožila od višje ležeče doline Meže med Centralo Topla in Črno skozi rudišče proti nižje ležeči strugi Meže pri Mežici. Višinska razlika med Mežo pri Centrali v Topli (+ 660 m) in Mežo pri Mežici (+ 475 m) znaša 185 m. Skrilavec, ki pokriva rudišče, je prisilil vodo, da se je pretakala po fizikalnih zakonih od višje ležeče doline po prelomih skozi globlji del rudišča, ki leži pod višino Meže pri Mežici. Ta oksidacija je bila tako intenzivna, da rudišče ne kaže nobene večje spremembe v stopnji oksidacije na meji prvotne gladine talne vode. Padanje oksidacije z globino je enakomerno.

### O nastopanju vulfenita

**Odnos kovin Mo in Pb v rudišču.** V odnosu na svinčevo-cinkovo rudo je v rudišču malo vulfenita ter ga imajo zaradi tega za stranski proizvod. Pridobivati so ga pričeli leta 1878 na gornjih obzorjih revirja Graben, kjer se je nahajal v manjših količinah. Potem so ga od leta 1895 do 1920 pridobivali v rudišču Peca v odkopih nad rovom Terezija (+ 1057 m) in nad spodnjim rovom Terezija (+ 1002 m), kjer je nastopal v bogatih koncentracijah. Prav tako sta dajala vulfenit že pred letom 1900 revirja Stari Fridrih in Severni del Unionskih prelomnic.

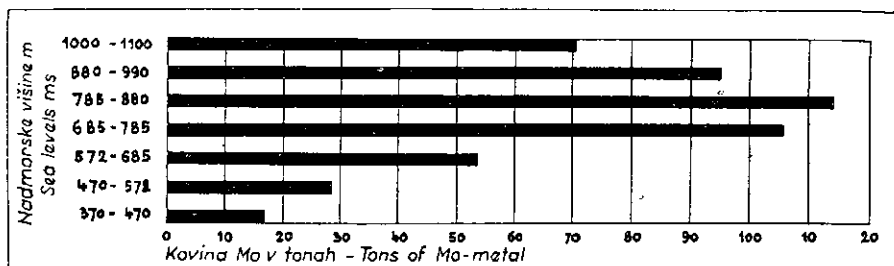
Kot vulfenitno rudo pridobivajo rudno izkopanino, ki vsebuje nad 0,15 % Mo. Navadno vsebuje 0,20 do 1 % Mo. Vulfenit in ostale spojine z molibdenom se nahajajo v majhnih količinah ali sledovih v vseh delih glavnega rudišča, tako da vsebuje vsa svinčevo-cinkova rudna izkopanina povprečno 0,015 % Mo. Ta molibden gre pretežno v separacijsko jalovino, ki danes vsebuje povprečno 0,012 % Mo. Ostali del molibdena, t. j. razlika od 0,015 do 0,012 % Mo, gre v koncentrate svinca in cinka. Celotna količina Mo-kovine v vulfenitni rudi, odkopani od leta 1878 do konca 1955, znaša po statističnih podatkih 406 ton Mo. V tej količini so vštete tudi separacijske izgube. Razen tega so odkopali s svinčevo-cinkovo rudo — s predpostavko, da je vsebovala povprečno 0,015 % Mo — po aproksimativnem računu od prvih početkov rudarstva v Mežici do konca leta 1955 okrog 880,2 t Mo. Skupna količina svinca v celotni rudi, ki je bila odkopana v isti dobi, znaša okrog 540.000 ton. S tem je podano naslednje razmerje med kovinama Mo in Pb v rudi, odkopani do danes:

$$\text{Mo} : \text{Pb} = 1286,2 : 540.000 \sim 1 : 420.$$

**Globinska razdelitev vulfenita.** V 21. sliki je grafično podana skupna količina Mo-kovine v vulfenitni rudi, ki so jo do sedaj odkopali, in v rudi, ki so jo ocenili kot rudno zalogo v 100-metrskih globinskih razdaljah rudišča. Ker je skoraj ves molibden vezan na vulfenit, tako da ostale Mo-spojine v rudišču nimajo gospodarskega pomena, je isto, ako govorimo v nadaljnjem o globinski razdelitvi vulfenita ali molibdena.

Za vulfenit je značilno, da z globino rudišča njegova količina hitro pada in da je vezan pretežno na močne, navadno deloma odprte prelome v narušenem in razpokanem apnencu ter da so skupno z vulfenitom vedno močno oksidirani Pb-Zn-Fe-minerali.

Iz diagrama je razvidno, da so se nahajale oziroma se nahajajo največje količine vulfenita na višinah od + 685 do + 785 m ter od + 785 do + 880 m. Više od + 880 do + 985 m ter od + 1000 do + 1100 m so po diagramu količine vulfenita nekoliko manjše, kar se na videz ne sklada s trditvijo, da z globino količina vulfenita v rudišču izrazito pada. Relativno manjša količina vulfenita v gornjih delih jame ima svoj vzrok v manjši razsežnosti svinčevo-cinkovih orudenenj v višjih delih. Orudenenja v revirju Peca, kjer se je vulfenit nahajal v višinah + 1000 do + 1100, imajo v primeri z glavnim rudiščem majhen obseg.



21. sl. Globinska razdelitev kovine Mo vezane na vulfenit ( $PbMoO_4$ )  
 Za višine od + 785 m do + 1100 m je razdelitev zaradi nepopolnih podatkov približna

Fig. 21. Depth sequence of Molybdenum contained in wulfenite  
 From + 785 to 1100 ms is this sequence approximate only due to uncomplete data

Na višini od + 880 do + 985 m se konča glavno rudišče pod anti-klinalo I. rabeljskega skrilavca, ki se izpod Pikovega vrha spušča kot streha proti severu in jugu in zaključuje rudišče. Zaradi tega so bili vulfenitni oziroma svinčevo-cinkovi odkopi v teh višinah manjši kot v nižjih delih rudišča. Po koncentraciji so bili to najbogatejši vulfenitni odkopi celega rudišča.

V višinah od + 685 do + 880 m je rudišče razsežnejše. Tu se nahajajo orudenenja v bližini površine ali pa so vezana po večjih prelomnicah s površino. Velike količine vulfenita je dal revir Staro Igerčevo in rudna cev Barbara-vzhod, ki je podaljšek tega rudišča proti severu. Večina vulfenitnih odkopov Starega Igerčevega je neposredno vezana na eno največjih prelomnic jug—sever, t. j. na Šumahovo prelomnico.

Od višine + 685 m navzdol količina vulfenita hitro pada, čeprav se rudišče širi. Najnižji odkopi svinčeve rude z vulfenitom se nahajajo danes na 11. obzorju (+ 444 m) v revirju »Unionska«. V najglobljih delih jame od 12. obzorja (+ 430 m) do 15. obzorja (+ 370) se nahaja vulfenit samo v revirju Moreing v močni strmi prelomnici, skupaj z močno oksidiranim koncentratom galenita. Količina in koncentracija vulfenita v tej globini je povsod pod ekonomsko mejo pridobivanja.

V delih rudišča, ki po prelomnicah nimajo neposredne zveze s površino, t. j. v revirjih Srednja cona in Naveršnik, se pojavlja vulfenit le izjemno v majhnih količinah, ki nimajo gospodarskega pomena.

**Minerali in spojine molibdena v rudišču.** Poleg vulfenita so bile ugotovljene v rudišču še naslednje molibdenove spojine:

V bližini in na vulfenitnih odkopih se nahaja v razpokanem apnencu bledorumeni mokasti oprh, za katerega je kemično ugotovljeno, da je molibdenova okra  $\text{MoO}_3$ . Na nekaterih vulfenitnih odkopih na Igerčevem je okre toliko, da je molibden v okri z molibdenom v vulfenitu v razmerju 1 : 5.

Na Igerčevem na obzorju + 759 m v »Položni prelomnici« se nahajajo temnosivi kristalčki kalcita, ki vsebujejo 0,64 % Mo. Po nastopanju v odprti razpoki poleg oksidiranih rudnih mineralov se da sklepati, da je kalcit s primesjo molibdena nastal iz mrzle vodne raztopine, kar govori v prid descendentnega izvora molibdena v rudišču. Pod mikroskopom so vidna v kalcitu svetla kovinska zrnca v velikosti do 0,005 m, ki bi po svetlobi ustrezala amorfnemu  $\text{MoS}_2$ . Mo ni vezan na kristalno mrežo kalcita.

V bokih in v stropu skoraj vseh vulfenitnih odkopov se nahajajo sajasti, modrikastočrni, mastni oprhi, a skupaj z galenitno rudo teh odkopov večkrat najdemo prsteno, vlažno, amorfno snov. Oprhi dajejo na papirju temnorjavo, prstena snov pa črno barvo. Dve nepopolni kemični analizi teh oprhov iz vulfenitnega odkopa na Igerčevem, obzorje + 758 m, sta dali naslednje podatke:

I. analiza	0,387 % Mo	20,110 % Pb	9,140 % Fe	0,135 % S''
II. analiza	0,380 % Mo	6,250 % Pb	5,150 % Fe	0,190 % S''

Pri II. vzorcu je bilo topljivo v  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,36 % Mo in v vroči vodi 0,14 % Mo, I. vzorec mi bil preizkušen na te probe. Oprhi vsebujejo po analizah v drugih delih jame poleg Mo, Pb in Fe še Mn, Zn in Cd.

Po teh podatkih se sestav analiziranega oprha glede na Mo približuje nestalnemu sestavu spojine, ki je v mineraloški literaturi znana pod imenom ilzemanit ( $\text{MoO}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  ali  $\text{Mo}_4\text{O}_{13} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Spremenljive količine ostalih kovinskih spojin v naših oprhah pričajo, da je to zmes raznih kovinskih oksidov, zaradi česar te modročrne oprhe smemo označiti kot zmes ilzemanita in oksidov kovin Mn, Fe, Pb, Zn.

Prstena snov galenitno-vulfenitnih odkopov vsebuje po kemičnih analizah 7 do 20 % Mo, 22 do 67 % Pb, 0,30 do 16 % Zn, 0,25 do 7 % Fe ter sledove Ca, Mg,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , Cu, Bi, Ni + Co in Ag. Glavne sestavine prstene snovi so po kemičnih analizah svinčev molibdat in sulfat, svinčev in molibdenov sulfid ter cinkov sulfid in karbonat. Mikroskopske preiskave te snovi kažejo, da je spremenljiva zmes raznih mineralov, ki so nastali pri poznejši močni oksidaciji Pb in Zn sulfida ob prihajanju Mo-spojin. Mineraloško snov še ni do kraja raziskana. Majhne količine ali sledovi kovin Cu, Bi, Ni + Co in Ag so verjetno prihajale skupno z nekoliko večjo količino Mo-spojin iz sedimentov nad rudiščem.

I. rabeljski skrilavec vsebuje po naših analizah 0,017 do 0,024 % Mo. V istih mejah se nahaja kovina Mo v bituminoznih rabeljskih apnencih in deloma v dolomitih noriške stopnje. Na Mo je bilo napravljeno 16 analiz, ki so vsebovale povprečno 0,026 % Mo. Količina Mo se je gibala v mejah od 0,010 do 0,065 % Mo. Manj bituminozne plasti karnijske stopnje vsebujejo navadno Mo v sledovih.

Ta količina Mo zadošča za tvorjenje vulfenita. Proces je zelo verjetno potekal tako, da so v vodi močno topljivi molibdenovi oksihidrati (Kil-leffer, 1952) nosili Mo v hladni vodni raztopini po razpokah in prelomih v spodaj ležeče Pb-Zn rudišče. Kovina Mo je postala dostopna vodi zlasti pri razpadanju in denudaciji površine nad rudiščem.

Molibdenovi oksihidrati  $\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  in  $\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  so se usedali v obliki ilzemanitovih oprhov. V prisotnosti sulfidov Pb, Zn in Fe se je tvorila ob prihajanju Mo-spojnin in pri močni oksidaciji prvotnih sulfidov prstena zmes Mo-Pb mineralov in spojnin, ki se izjemoma najdejo v rudišču. V glavnem sta se tvorila iz Mo-raztopin in galenita vzporedno vulfenit  $\text{PbMoO}_4$  in cerusit  $\text{PbCO}_3$ , ki nastopata vedno skupaj.

**Karakteristika vulfenitnih odkopov.** Vulfenit se nahaja vedno skupaj z močno oksidiranim galenitom, ki vsebuje povprečno 30 do 50 % Pb v obliki cerusita. Prvotna sulfida  $\text{ZnS}$  in  $\text{FeS}_2$  sta v bližini vulfenitnih odkopov povečini do kraja oksidirana v smitsonit in limonit. V manjši količini se nahajata vulfenit in molibdenova okra brez svinčevo-cinkove rude do globine 10 do 30 m pod dnom svinčevo-cinkovih odkopov. Tu je vulfenit priraščen na hrapave površine razpokanega apnenca, ker so v vodi raztopljeni molibdenovi oksihidrati potovali skozi svinčevo-cinkove odkope navzdol in se spajali z delom Pb iz rude v  $\text{PbMoO}_4$ . Vulfenit se je delno usedal takoj, delno globlje.

Odkopi z vulfenitom so vedno v razpokani, rušljivi in limonitizirani apneni kamenini. Vulfenitne koncentracije so vezane na močne, deloma odprte prelomnice, ki kažejo na izluženih, razjedenih in zaobljenih površinah galenita in limonita, po prineseni glini, po popolni oksidaciji markazita in sfalerita ter po prevleki mineralov s sadro na pretakanje in delovanje vadozne vode.

Pretežni del vulfenitne rude se nahaja v obliki drobljivega, slabo zlepljenega sprimka, ki ga sestavljajo drobni kristali vulfenita, drobci in odlomki apnenca, v moko zmleti apnenec, limonit ter ostanki galenita in markazita. Ta rudna snov zapolnjuje večkrat razpoke, nekdam orudenele z galenitom in sfaleritom, v katerih tvori navadno do 0,5 m debele plasti. Manjši del rude tvorijo vulfenitovi kristali, ki so združeni v samostojne gruče ali so priraščeni na razjedenih prostih, ali v limonitno-boksitno, prsteno snov vložnih kosih galenita. Slabo razviti kristali vulfenita se nahajajo večkrat na hrapavih površinah razpokanega apnenca.

Z globino ne kaže vulfenit nobenih bistvenih izprememb, ker je nastajal iz mrzle vodne raztopine. Barva kristalov je v vseh višinah spremenljiva od blede- do citronastorumene in medeno- do rjavorumene. Razlika pri nastopanju je samo v tem, da so bili v gornjih delih jame, kjer so bila bogatejša nahajališča vulfenita, kristali navadno večji in lepše razviti.

### Jamska voda in padavine

Okolica Mežice ima zaradi svoje lege v goratem alpskem ozemlju relativno mnogo padavin. Srednja letna količina v desetletju 1946—1955 znaša za bližnjo okolico rudnika ravno 1300 mm. Rudišče so odpirali iz gornjih delov do izdankov na Heleni in Starem Fridrihu proti globini z vedno nižjimi obzorji. Najnižje jamsko obzorje, ki ima ustje še nad dolino Meže, je 8. obzorje z nadmorskimi višinami pri ustju + 500 m in v revirju Naveršnik + 517 m. Po njem odteka danes vsa jamska voda. Pričeto je bilo leta 1886.

Leta 1934 so pričeli poglobljati iz 8. obzorja v rudišču Naveršnik transportni vpadnik Bargate in leta 1935 v revirju Moreing transportni vpadnik z istim nazivom. Danes je jama poglobljena na Moreingu do 15. obzorja z nadmorsko višino + 370 m in v Naveršniku do 16. obzorja z nadmorsko višino + 348 m. Skupna črpalna postaja, okoli katere se je v wettersteinskem apnencu stvoril vodni lijak, je moč tirana na 15. obzorju na Moreingu.

Rudarska dela v revirjih »Unionska« in Stari Fridrih so pokazala, da ima vodni lijak obliko skoraj pravičnega stožca, v katerem stoji talna voda pod zelo položnim kotom 2° 27' (7. slika). Področje lijaka sega celo pod reko Mežo v revir Graben, kjer so rudarska dela na 8. obzorju že pod gladino Meže v Žerjavu v dolomitu brez talne vode. Delno usihanje studencev opazamo tudi v bližini Črne, kjer seže vpliv brezvodnega lijaka ravno tako pod strugo Meže. Wettersteinski apnenec je za vodo zelo propusten ter je v območju lijaka nad kotom 2° 27' in v razdalji 2700 do 2800 m od črpalne postaje brez vode. Večje količine vode zadržuje še vedno skrilavec nad apnencem, zaradi česar se s spodnjimi obzorji izogibamo probojev skozenj. Kjer meji apnenec na skrilavec, je lijak seveda nepravilen.

Kot je razvidno iz 4. razpredelnice, količina jamske črpane vode ni neposredno odvisna od padavin. Podatki rudnika Mežice o padavinah so povprečje opazovalnic v Topli, na Heleni in v Mežici.

**Količine jamske črpane vode in padavin v letih 1946—1955**  
**The quantities of mine-water and precipitations in the ys. 1946—1955**

Table 4

4. razpredelnica

Leto	Črpana voda m <sup>3</sup> /min	Padavine mm	Leto	Črpana voda m <sup>3</sup> /min	Padavine mm
1946	26,512	1040	1951	42,602	1546
1947	30,021	1234	1952	34,929	1292
1948	31,344	1434	1953	37,200	1201
1949	33,339	1223	1954	35,360	1519
1950	33,708	1245	1955	35,893	1262

Črpano vodo bi lahko delili po njenem izhodišču v tri dele: v talno vodo iznad območja vodnega lijaka, vodo od padavin na površini v no-



tranjosti lijaka in vodo, ki ima svoj izvor v padavinah izven lijaka, teče po potokih preko lijaka ter pri tem delno pronica in odteka po razpokah v jamo. Ker je večji del wettersteinskega apnenca nad območjem lijaka pokrit z rabeljskim skrilavcem in je ta večkrat prelomljen, ne moremo določiti, koliko padavinske vode v območju lijaka skrilavec zadrži oziroma pušča v jamo. Prav tako ni mogoče izračunati, koliko vode odpro tekoča jamska dela, ker skrilavec tvori nepravilnosti. Še teže bi bilo določiti količino vode, ki pride preko potokov izven padavinskega območja lijaka v jamo. Iz tega vidimo, da je vsak račun glede odnosa med padavinami in črpano vodo zelo približen; točnejša določitev padavinskega območja vodnega lijaka jamske črpalne postaje ni mogoča.

### O genezi rudišča

Edina razprava o mežiškem rudišču kot celoti je Graniggova (1914), ki le na kratko podaja zaključke o genezi. Po Graniggu je ruda prišla v triadne sedimente epigenetsko iz globine, kar avtor sklepa iz oblik in prostorske razdelitve rudnih teles. Razprava ne navaja točneje, v kateri dobi je rudišče nastalo. V poznejših kratkih člankih o Mežici vsi citirajo Graniggov opis kot osnovo.

V. V. Nikitin (1940) domneva, da je rudišče Mežica v zvezi z magmatskimi kameninami, ki ležijo v večji globini in niso prišle v okolici rudišča na dan. Od emanacij teh kamenin izvirajo rudne snovi, ki so prihajale s termami po prelomnicah v rudišče.

H. L. Jicha (1951) podaja skupen opis vzhodnoalpskih svinčevocinkovih rudišč Bleiberg, Mežica, Rabelj in v skladu z literaturo, ki podaja starost za rudišči Bleiberg in Rabelj, stavlja nastanek vseh treh rudišč brez točnejše časovne opredelitve v terciarno dobo.

Nastanek sorodnih rudišč Bleiberg in Rabelj stavlja avtorji A. Tornquist, W. Petrascheck, D. Colbertaldo in H. Holler v različne dobe kenozoika: v prehodno dobo iz oligocena v miocen, v miocensko dobo, v prehodno dobo iz miocena v pliocen in v pliocensko dobo.

A. Cissarz (1951) je v razpravi o položaju rudišč v geološki zgradbi Jugoslavije mišljenja, da nastanek Mežice ni pojasnjen in da pojav Mo v rudišču govori za razlago, da ima rudišče svoj izvor v terciarnem efuzivnem vulkanizmu.

Iz pičlih literaturnih podatkov vidimo, da so se vsi avtorji, ki pišejo o Mežici, ali jo omenjajo, izražali tako o genezi kot o času nastanka rudišča zelo splošno. V glavnem so jo vsi vzporejali s sorodnimi rudišči Bleiberg in Rabelj, kar je v bistvu pravilno.

Za dosedanje razlago nastanka rudišča v razdobju oligocen—miocen—pliocen govore naslednja dejstva:

a) globinske razlike v razdelitvi kovin Zn in Pb, ki kažejo večje nepravilnosti; z globino relativno narašča Zn, vendar je ta pojav nastal večidel sekundarno zaradi oksidacije in migracije Zn,

b) izrazite metasomatske oblike orudenenj,

c) orudeneli prelomi in razpoke mlajših geoloških dob.

Intenzivne rudarske, kemične in mikroskopske raziskave rude in pri-kamenine v zadnjih letih so dale nove podatke, po katerih se da domnevati in sklepati, da rudišče v prvotni obliki ni nastalo epigenetsko v eni od kenozojskih dob, kot navaja dosedanja literatura.

Po stratigrafskih profilih triadnih skladov v okolici Mežice in v rudišču je dognano, da se plasti školjkovitega apnenca, karditskega skrilavca in apnenca že na razdaljah nekaj 100 m do 3 km po debelini hitro in močno spreminjajo. Ta pojav si najlaže razlagamo s podmorsko tektoniko, ki je povzročala prelome morskega dna in za tem relativne medsebojne premike posameznih grud v dvignjene, pogreznjene in nagnjene dele, kar je povzročalo nepravilnosti pri sedimentaciji. Neposredni dokaz za te procese so breče morskega dna, ki so odkrite v wettersteinskem apnencu v območju rudišča. Breče so se tvorile iz lapornatih ležišč na nagnjenih morskih tleh pri drsenju zaradi lastne teže ali tik pod morskim dnom zaradi drsenja plasti po plastovitosti. Prelomi so bili pot za dostop term, ki so nosile v morje v majhnih količinah kovine in kremenico. Te snovi so dokazane v večji količini v školjkovitem apnencu, v manjši pa v sedimentih ladinske, karnijske in delno noriške stopnje.

Glavna orudenjenja so znana v triadnih plasteh školjkovitega apnenca, v wettersteinskem apnencu in v karditskem dolomitu med I. in II. skrilavcem. Nad plastmi apnenca ali dolomita z rudnimi koncentracijami povsod ležijo plasti skrilavca ali laporja. Sledovi kovin se pojavljajo v vseh triadnih sedimentih od anizične do noriške stopnje, iz česar sklepamo na njihov stalni dotok v morje.

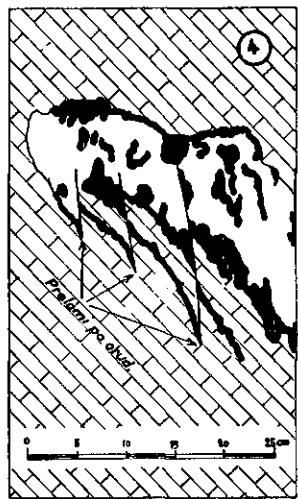
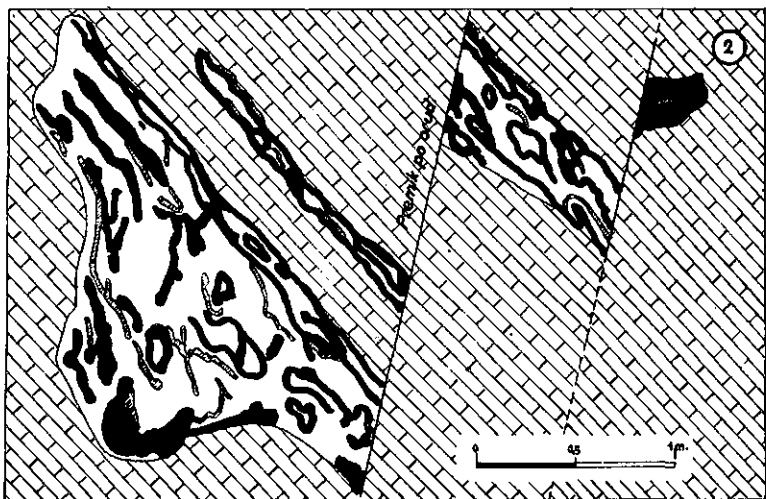
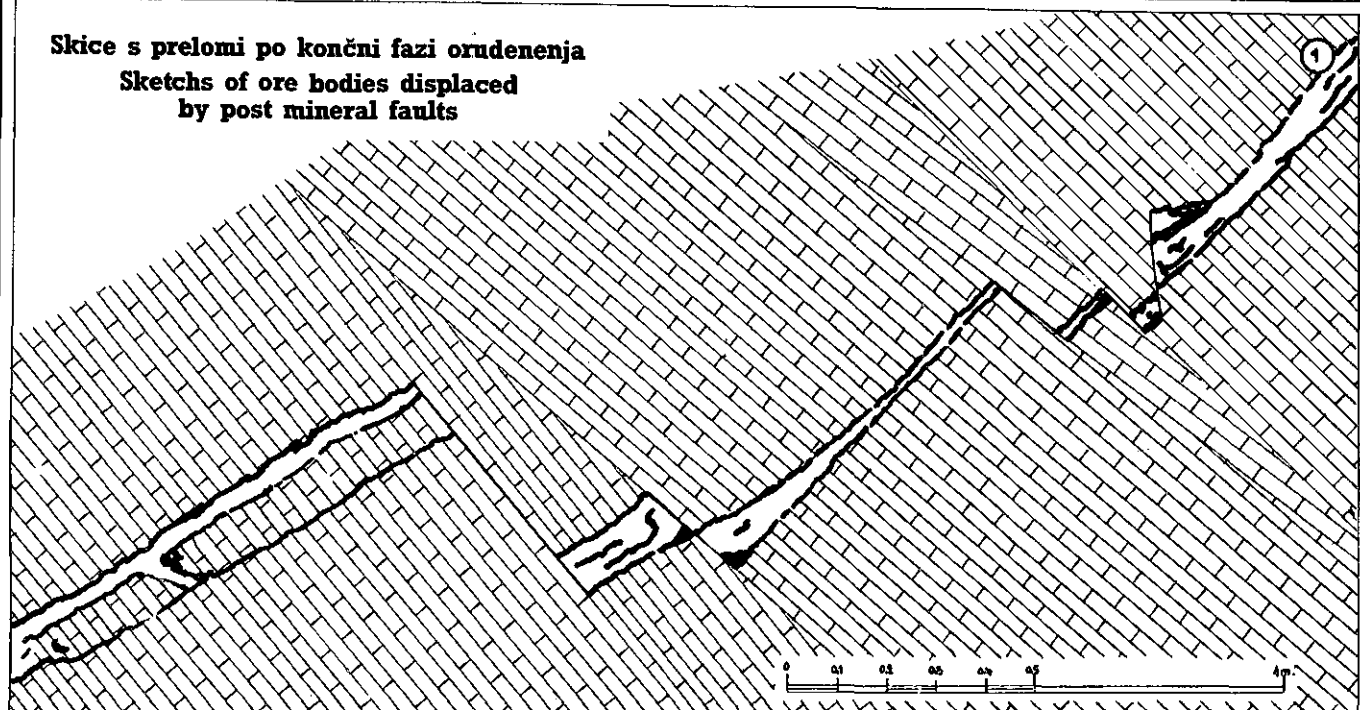
V vseh jamskih revirjih so bila odkrita oziroma se danes odkopavajo številna orudenjenja po plasteh wettersteinskega apnenca, ki jih moramo smatrati kot sedimentarno orudenela ležišča. Večje število odkopov v teh ležiščih je v revirjih Naveršnik, Srednja cona, Fridrih, Stari Fridrih in Graben, manj jih je v sistemu Unionskih prelomnic.

Značilno za sedimentarno orudenela ležišča je, da so običajno enakomerno sestavljena iz Pb-Zn mineralov, da niso v zvezi z nobenimi, zlasti ne večjimi prelomi, in da nastopajo navadno kot osamela, ločena orudenjenja. Imajo obliko leč debeline do 8 m, širine do 20 m in dolžine nekaj 10 m. Ta orudenjenja so povečini v rjavem ali temnorjavem tankoplastovitem, ponekod lapornatem apnencu z impregnacijami ZnS in vtrošniki PbS. Skoraj vedno je v manjši meri prisoten markazit, navadno je poleg še kalcit.





V odkopih orudenelih Unionskih prelomnic se nahajajo večkrat ostanki teh ležišč kot nekaj decimetrov dolgi odlomki lapornatega apnenca z impregnacijami ZnS, primarno orudenela ležišča so zaradi močne tektonike redkeje v celoti ohranjena (obzorje Doroteja, 6. obzorje). Na 18. sliki je podan presek manjšega, posebno značilnega orudenelega ležišča »z žepom« navzdol, ki je bilo odkrito konec leta 1955 v revirju »Unionska« na skrajnem severu 11. obzorja. Nahaja se okrog 600 m pod I. rabeljskim skrilavcem, kjer je imela kenozojska tektonika manjši vpliv.

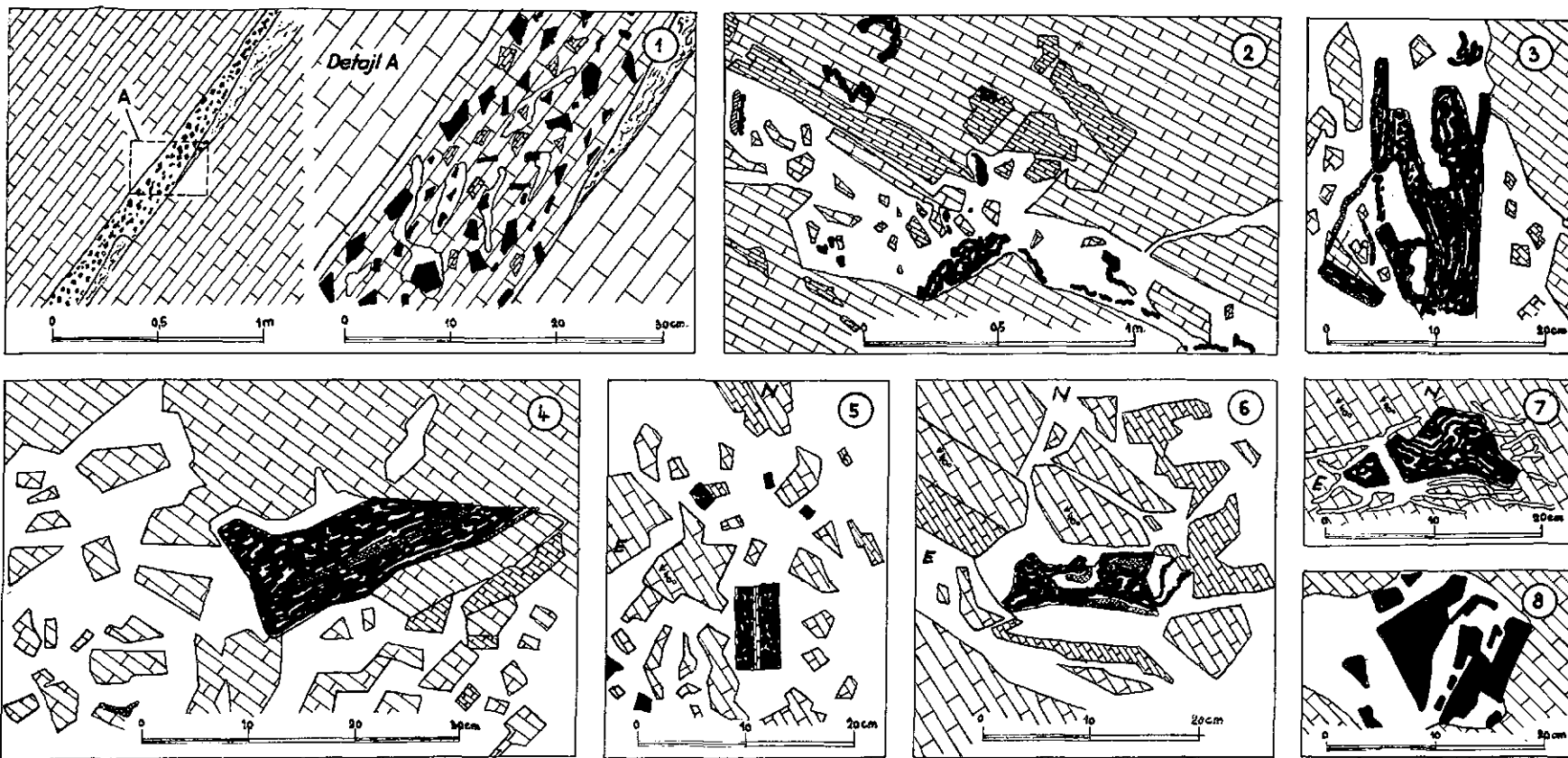
Popolnoma podobna orudenela ležišča sedimentarnega postanka nastopajo po opisu K. C. Taupitza (1954) v manjših Pb-Zn rudiščih v Severnih apneniških Alpah med Arlbergom in Berchtesgadenom, kjer so

**Skice s prelomi po končni fazi orudenjenja**  
**Sketchs of ore bodies displaced**  
**by post mineral faults**



- ① Unionska prolomnica, 7. obzorje, presek v smeri 270°. Prolomi v apnencu. Smer razpoke N 30° E. Union fault, 7th level, section 270°. Faults in limestone. Fissure in direction N 30° E.
- ② Srednja cona, 11. obzorje, pogled proti severovzhodu. Orudeno ležišče. Smer premika N 15° E. Middle zone, 11th level, view towards northeast. Displacement of ore bodies in direction N 15° E.
- ③ Navršnik, 12. obzorje, jugozahod. Odcep od 8h razpoke v plasti apnenca. Navršnik, 12th level, southwest. Splitting of 8th fissure in limestone.
- ④ Srednja cona, odkopi 10 m pod 11. obzorjem. Pogled proti severovzhodu. Orudeno ležišče z majhnimi premiki. Middle zone, stopes 10 m below 11th level. View towards northeast. Faulted and shortly displaced ore body.

	galenit (PbS) — Galena
	sfalerit (ZnS) — Sphalerite
	apnec — Limestone
	kalcit — Calcite



**Skice primarnih ležišč s črno apneno brečo in odkopna čela z odlomki rude v apneni breči**  
**Sketches of primary deposits with black limestone breccia and faces with fragments of ore in limestone breccia**

- ① 3<sup>h</sup> rudišče, 4. obzorje, pogled proti jugozahodu. Primarno ležišče s črno apneno brečo. 3<sup>h</sup> ore-deposit 4<sup>th</sup> level, view towards southwest. Primary deposit with black limestone breccia.
- ② Unionska prelomnica. 9. obzorje, pogled proti severu. Odkop z rudno brečo in odlomki jalovega primarnega ležišča. Union fault, 9<sup>th</sup> level, view towards north. Face with brecciated ore and barren primary deposit fragments.
- ③ Unionska prelomnica, sever, pogled proti NE. Večji odlomek galenita s kalcitom. Union fault, north, view toward NE. Greater fragment of galena with calcite.
- ④ Nahajališče in pogled kot na 3. skici. Location and view the same as in sketch No. 3.

- ⑤ Odkop isti kot na 3. skici. Odlomki primarnega ležišča galenita z rjavim plastovitim apnencem v stropu. The same stope as in sketch No. 3. Fragments of primary galena deposit with brown stratified limestone in the roof.
- ⑥ Unionska prelomnica, sever, odkop št. 10. Odlomek orudenelega ležišča v severnem boku. Union fault, north, stope No. 10. Fragment of ore layer in northern wall.
- ⑦ Nahajališče in pogled kot na 3. skici. Location and view the same as in sketch No. 3.
- ⑧ Unionska prelomnica, sever, 9. obzorje. Odlomki galenita v kalcitu. Union fault, north, 9<sup>th</sup> level. Galena fragments in calcite.

- ☐ svetlosiv apnec  
Light grey limestone
- ☐ temnosiv apnec  
Dark grey limestone
- ☐ dolomitiziran mehkejši apnec z glino  
Dolomitized, softer limestone with clay
- ☐ kalcit — Calcite
- ☐ galenit na skicah 2 — 8, apnena breča na 1. skici  
Galena in sketches No. 2 — 8, limestone breccia in sketch No. 1
- ☐ sfalerit — Sphalerite
- ☐ markazit — Marcásite

rudonosni horizonti: gornji del ladinske ter srednji del anizične stopnje kot podrejena horizonta. Po H. J. Schneiderju nastopa v teh rudiščih vzporedno z galenitom in s sfaleritom debelokristalni fluorit, ki so ga do sedaj tolmačili kot jalovinski žilni mineral hidrotermalnih procesov orudenjenja. H. J. Schneider je dokazal, da je fluorit v teh rudiščih sedimentarnega izvora. Fluorit je v manjši meri prisoten v mežiški rudi, tako da ZnS-koncentrat vsebuje povprečno 0,20 % F.

Po današnjem stanju jame dajejo odkopi na orudenelih ležiščih v celoti okrog 35 % celotne Pb-Zn rudne izkopenine. Od tega bi lahko cenili, da dajejo nespremenjena sedimentarna ležišča okrog 20 % in tektonsko-metasomatsko spremenjena ležišča okrog 15 %.

V zvezi z nastankom rudišča so važni še odkopi oziroma orudenjenja z rudno brečo (17. slika). V tej obliki nastopa ruda v večjem obsegu zlasti v severnih in spodnjih delih Unionskih prelomnic v revirjih Igerčevo, »Unionska« in Moreing. Ruda nastopa v obliki ostrorobih odlomkov galenita, plastovitih odlomkov orudenelih ležišč, odlomkov temnosivih ležišč in odlomkov svetlega okoliškega apnenca. Značilno za te odkope je, da so na njihovi periferiji rudni odlomki čedalje redkejši in da narašča količina odlomkov sivega in temnosivega apnenca, ki jih zapolnjuje kalcit.

Orudenjenja z rudno brečo posebno lepo vidimo v delih rudišča z manjšo količino galenita, dočim je odlomke teže opaziti v bogatejših delih rudišča, ker so bili pozneje z rudno snovjo ponovno zapolnjeni. Po točnejšem opazovanju najdemo rudno brečo skoraj v vseh delih rudišča.

Tvorjenje rudne breče bi eventualno mogli staviti v kenozojsko dobo, medtem ko so ostanki orudenelih ležišč in odlomki temnih apnenolapornatih ležišč v rudni breči po vseh znakih primarne sedimentarne tvorbe.

Kako so potekali procesi orudenjenja v triadni dobi, je težko ugotoviti. Ležišča z rudnimi koncentracijami sulfidov PbS, ZnS, FeS<sub>2</sub> bi govorila za singeno tektoniko in za sinsedimentarno nastajanje rudišča. Rudni sledovi v vseh sedimentih od anizične do noriške stopnje pričajo, da so rudne komponente prihajale stalno in ne samo v onih oddelkih triade, v katerih so danes znane rudne koncentracije. Dejstvo je prav tako, da so glavne rudne količine v anizičnih, wettersteinskih in karditskih apnencih ter dolomitih nakopičene pod skrilavci in laporji, večji del ne ravno na kontaktu, toda v njihovi bližini.

Zato bi mogli predpostaviti še dodatno domnevo, da se je morda ruda usedala že v triadni dobi istočasno v ležiščih sedimentarno in pod morskim dnom v tektonskih sistemih in v tedaj še labilnih plasteh, zlasti ko so skrilavci pokrili morsko dno in zadrževali termam pot. Ta domneva je seveda brez direktnih dokazov, vendar zaradi velikih rudnih koncentracij v wettersteinskem apnencu in karditskem dolomitu ter zaradi podobnega pojava v revirju Topla tak način nastanka orudenenj ni izključen. V prid te predpostavke govori dejstvo, da so orudenjenja različnih delov rudišča vezana na različne tektonske sisteme. V prvotne prelome je morda prišla ruda že pri nastajanju sedimentov, v poznejše prelome pa s prenosom iz primarnih ležišč in drugih oblik v kenozojski dobi.

Ruda v ležiščih je vedno zelo enakomerno sestavljena iz Pb in Zn mineralov, v prelomih s smerjo jug—sever pa je ta razdelitev zelo spremenljiva, medtem ko se v odprtih 8<sup>h</sup> razpokah nahajajo navadno bogate koncentracije čistega galenita. Ta kriterij razdelitve Pb in Zn v posameznih orudnenjih je po nešteti opazovanjih pri odkopavanju bistven za določanje, ali je določena rudna koncentracija primarna ali sekundarno prenesena. **Odpрте 8<sup>a</sup> razpoke so sekundarno zapolnjene z galenitom, ki je bil prenesen iz primarno orudnenih ležišč.**

Po obsežnih raziskavah vodilnih spremljajočih elementov v sfaleritu in galenitu v rudišču Bleiberg in v ostalih Pb-Zn rudiščih vzhodnoalpske metalne province je prišel E. Schroll do zaključka, da so v sfaleritih triadnih nahajališč vodilne spremljajoče kovine Ge, As in Tl, dočim so galeniti teh nahajališč večinoma brez njihovih sledov. Nasprotno so v sfaleritih prealpskih in tavrskih kamenin vodilne spremljajoče kovine Co, Hg, Zn, Sn in v pripadajočih galenitih Ag, Bi, Sb. Na podlagi primerjave številnih Pb-Zn orudnenj glede na vodilne spremljajoče kovine v sfaleritih in galenitih pride E. Schroll do zaključka, da so orudnenja Pb-Zn v vzhodnoalpski triadi samostojnega izvora. Z upoštevanjem drugih argumentov je najverjetnejša domneva, da so bila Pb-Zn orudnenja odložena že singenetsko v triadne sedimente (1955).

Sestav mežiškega sfalerita je po E. Schrollovi spektrografskih analizah (1953) popolnoma analogen sfaleritom v ostalih vzhodnoalpskih triadnih Pb-Zn rudiščih. Po kemičnih analizah domačega laboratorija v Žerjavu vsebujejo mežiški ZnS koncentri povprečno 50 % Zn, 5 % Pb, 0,10 % SiO<sub>2</sub>, 1,71 % Fe, 0,13 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 8,12 % CaCO<sub>3</sub>, 3,29 % MgCO<sub>3</sub>, 0,29 % Cd, Mo v sledovih, 0,20 % F, 0,075 % Cu, 0,004 % As, 0,039 % Sb in 0,008 % Ge. Tl ni analiziran.

Po analizah istega laboratorija vsebuje mežiški rafinirani svinec povprečno 99,9928 % Pb, 0,0021 % Cu, 0,0011 % Sb, 0,0004 % Ag, 0,0004 % Bi, 0,0014 % Fe, 0,0009 % Zn, 0,0010 % Ni + Co (5-letno povprečje). Izredna čistoča rafiniranega svinca je dosegljiva zaradi tega, ker galenit skoraj ne vsebuje tujih primesi. Pretežni del ostalih kovin v rafiniranem svincu izvira iz cinkovih mineralov, ki se pri separiranju in flotiranju ne morejo ločiti od svinčevega koncentrata. Glavni nosilec spremljajočih kovin v mežiški rudi je sfalerit, ki po E. Schrollu z gotovostjo more vsebovati kristalnokemično vezane prvine Mn, Fe, Co, Cd, Hg, Ga, In, Ge in Sn. Ostale prvine Cu, As in Sb so v zgradbi sfalerita vezane v majhnih količinah atomsko (Cu) ali kot submikroskopske primesi mineralov v sledovih (As in Sb) (1953).

Relativno velike količine Cd in Ge ter izrazito nizek odstotek Fe v sfaleritu in skoraj čist galenit v mežiški rudi nakazujejo sorodnost rudišča z ostalimi vzhodnoalpskimi Pb-Zn orudnenji v triadi. Pb-Zn-Cu orudnenja v paleozojskih skrilavcih v okolici Razbor-Zavodno in Remšnik se razlikujejo od triadnih po večji količini Cu in Fe kot tudi po ostalih spremljajočih kovinah.

Zgoraj opisana navidezna globinska anomalija nastopanja bogatih koncentracij sfalerita v revirju Graben v Mežici in vzporedno v revirjih Max in Andreas v Bleibergu v karditskem dolomitu v višinah, kjer na-

stopa v obeh rudiščih v wettersteinskem apnencu svinčevo-cinkova ruda s prevladujočo komponento kovine Pb nad Zn, je poleg ostalega zelo zanesljiv dokaz, da je ruda primarno vezana na triadne formacije.

Pojavi v rudišču, ki govore za epigenezno, so nastali konec mezozojske ali v kenozojski dobi pod vplivom takratne tektonike in delovanja termalnih voda, ki so rudne snovi delno prenesle in zabrisale prvotne oblike rudišča. V nekaterih delih rudišča so terme povzročile globinske razlike v razporedu Zn in Pb. Ponovno delovanje tektonike v kenozojski dobi v orudenelih območjih triadnih skladov in po starih prelomnih ploskvah je najbolj verjetno. Nekatera sedimentarna orudenela ležišča, ki jih novejša tektonika ni prizadela, so ohranila primarni značaj.

Kot zelo važen razlog, ki govori za singenetski nastanek rudišča, je raztresenost in nepovezanost nešteti rudnih pojavov v rudišču samem in na obširnem terenu, kjer najdemo osamele in ločene rudne sledove oziroma manjše rudne koncentracije, za katere je težko trditi, da so epigenetski.

Zveza med eruptivi na južni meji triade in rudnimi sestavinami rudišča je zelo verjetna. Za izvor term so naslednje možnosti:

a) da so rudososne terme, ki so v triadni dobi prinašale Pb-Zn sulfide, prihajale kot emanacije granititov in porfirjev, ki so morda nastali tik pred triado,

b) da so v zvezi z globočinami, ki so sorodne tonalitom, a so ostale v neznani globini,

c) da so v zvezi s triadnim vulkanizmom, ki je dal porfirite in porfirje v Julijskih in Karnijskih Alpah, Karavankah in ob Zgornji Idrijci (R a k o v e c, 1946).

Rudišče je zelo verjetno triadne starosti. Nastajalo je kot submarinska magmatogenska hidrotermalna singenetska tvorba s poznejšimi tektonsko metasomatskimi in oksidacijskimi spremembami.

Sprejel uredniški odbor dne 3. februarja 1956.

## **MINING GEOLOGICAL FEATURES OF THE MEŽICA ORE-DEPOSIT**

**Development of mine workings period from 1665 to 1766.** According to historical data the first exploration in the area of Mežica was carried out in 1665, near Črna. In 1739—1766 the first, smaller, mine was begun on the slope of Peca. The smeltery for this mine is supposed to have stood near the Meža river in today's settlement of Šmelc. From 1766 to 1809 there is no record of mining activity in the surroundings of Mežica.

**Period from 1809 to 1870.** Small mining companies started independently mining operations on the slope of Peca, at Graben, at Topla, at Igerčevo and at Kotlje. Altogether 70 shafts and pits were in operation. The smelteries were operating at Sp. Breg, at Polena, at Pristava, at Kotlje, and at Žerjav.

**Period of the mining company Bleiberger Bergwerks-Union, 1870 to 1919.** In the years from 1870 to 1893 B. B. U. Company bought up all

the claims of the former mine owners. This company introduced hand picking of smithsonite ore (1874), separation of the wulfenite ore (1878), built the central smeltery at Žerjav (1896) and the separation (1914).

Drilling with jack-hammers was being gradually introduced during the period from 1909 to 1926.

**Period from 1919 to nowadays.** From 1919 until 1921 the mine was under sequestration by the Yugoslav State and from 1921 until 1941 in possession of the English mining company "The Central European Mines in London". In 1926, besides the gravity concentration, another small flotation for Pb-Zn ore was mounted. In 1934 the deepening of the Bargate-incline (33°) was begun. In 1935 the deepening of the Moreing-incline (22°) below the 8<sup>th</sup> level was begun, as the ore extended in the depth. This rendered continuous pumping of mine water up to 8<sup>th</sup> level necessary.

During the German occupation, from 1941 to 1945, the mine was administered by the same company B. B. U. as from 1870 to 1919. In 1945 the mine was nationalized.

In 1947 the separation at Žerjav was enlarged and reorganized according to "All flotation" system, to which in 1954 to 1955 the Heavy Media separation has been added. Herewith the reprocessing of the old dumps and low-percent Pb-Zn ore was rendered possible.

### Geography of the Mine Surroundings

It is 13 km by road, along the river Meža, from Žerjav to the terminal railway station of Prevalje. The main mine workings are situated to the left of the river Meža between the mountains of Mala Peca and Polena—Mušenik. The section of Graben is on the righthand side of the Meža near Žerjav. East of this, some mineralization occurs at Mučevo and at the foot of Uršlja gora. Topla section lies 6,6 kms WNW from Črna.

The length of the Triassic belt with the mineralization from Topla to Suhil dol amounts to 20 kms, the width 3 to 6 kms. Some mineralizations, especially around Uršlja gora, are dissipated and of no economical importance.

Near Črna the Meža river changes its direction from WE to SN. Its gradient is 13,1 ‰, on the length of 19,2 kms, from the Topla power plant (+ 660 ms) to Prevalje (+ 408 ms).

### Geological features of the Mežica Surroundings

Peca and Uršlja gora consist mainly of the Triassic sedimentary rocks. There are Lias isles in the northern slopes of the mountain. Paleozoic slates which occur to the north of the foot are partly covered by Miocene strata with lignite seams. South of Črna and Razbor, green, partly weakly metamorphized Paleozoic slates with the intercalations of diabases and diabase-tuffs, occur on a large area. Green slates belong, according to Teller (1896), to Culmian, Devonian or Silurian age, according to Vetter (1947) to Carboniferous-Devonian age. Diabases



are according to Graber (1933) and Schaffer (1951) of Post-culmian age.

Between Topla and Črna granitites and porphyries form a tectonic contact with the Triassic rocks which do not show any contact metamorphism. South of the granitites with porphyrites, in a WE direction, lies a narrow belt of schist, bordering on the tonalites of the Upper Cretaceous to Miocene age (Germovšek, 1952).

Further to the south the ridge of Smrekovec (Mountain) is formed by andesites and andesite tuffs of the Miocene age. From the position of these igneous rocks to the south of Črna, according to their age, and from the tectonic contact between the Triassic sediments and the granitites and porphyries, we may assume that the granitites and porphyries are older than the tonalites, and perhaps even older than the Triassic rocks.

**Stratigraphy of Triassic Sediments.** In the surroundings of Mežica all Triassic formations from the Skitian to the Rhetian stage are represented. Transition from one type of rock to another is in most cases gradual. The total thickness of all Triassic strata amounts to about 3000 m, as shown in fig. 2.

In different Triassic formations the following metal contents were chemically determined:

	% Pb	% Zn	% Fe
1. Shelly limestone, Topla, to the north of Končnik and Fajmut, 14 average samples . . . . .	0,10	0,13	0,44
2. Anisian marl, near Motvoz to the west of Črna, 1 average sample . . . . .	0,64	trace	?
3. Marly shale near Kočnik at Razbor, 1 average sample . . . . .	0,08	0,11	1,89
4. Shelly limestone, in the surroundings of the Bleiberg ore-deposit, Kiltzerberg, + 840 m, 1 average sample . . . . .	0,49	0,006	1,67
5. Wetterstein dolomite, in the surroundings of the Bleiberg ore-deposit, Torgraben + 1000 to + 1100 m, 1 average sample . . . . .	0,20	0,13	0,41
6. Wetterstein limestone, waste, from the ore-deposit Mežica, 80 average samples . . . . .	0,10	0,05	?
7. Rabelj strata in the surroundings of Mežica, 26 average samples . . . . .	0,08	0,04	?

The average of 16 samples of Rabelj limestones and dolomites of Norian stage on Mo contained 0,026 % Mo.

All the above samples were taken in waste parts of the Triassic sediments. Some microscopical samples of minerals in these sediments are shown in the figures.

Some particulars of various geological formations of the Triassic rocks. Werfenian shale contains an intercalation of tuffs near Javorje and

Topla. The dolomite of the Anisian stage is mineralized by Zn-Pb at Topla. The shelly limestone contains the shaly marl and hornstone layers, some centimeters thick. In the upper part — up to 90 ms from the oölite layer — the Wetterstein limestone contains layers of tiny oörites, tinged with greyish green tuffs, as well as stratified breccia, both fine and coarse, dark or black. The layers containing tuffs and breccia are thinning and changing in consequence of the sea bottom movement during the sedimentation. At depth of 420 to 450 ms under the first Rabelj shale this Wetterstein limestone contains two beds of green tuff-marl, from 0,30 to 0,50 m thick. The Wetterstein limestone contains lead and zinc mineralizations usually to a depth of 100 ms, and somewhere to 600 ms down.

Sediments of the Carnian stage occur in a thickness varying from 210 to 350 ms. The boundary of the Wetterstein limestone is formed by a 0,90 m thick oölite layer which, however, does not occur everywhere. The plane passes into the first Rabelj shale which varies in thickness from 8 to 40 ms. Between the first and second Rabelj shale there are strata of dolomitized limestone and dolomite differing in composition in thickness in various parts of the ore-deposits. In the dolomite, below the second Rabelj shale, lie the Graben section ore-bodies which are rich in sphalerite. The second Rabelj shale is similar to the first one. In the lower part it begins with coarse oörites and guide fossils; its thickness is greatly subject to changes. Above it is the dark slaty limestone with calcite veins. On Uršlja gora and elsewhere this limestone contains a low grade galena-dissemination. These strata close the Carnian stage and pass gradually into the dolomite of the Norian stage of which decomposition into sand is characteristic. In this dolomite we find small mineralizations in the deposits around Kotlje district and on Naravske ledine below Uršlja gora.

Dachstein limestone, forming the upper part of Uršlja gora, overlies the dolomite of the Norian stage. The northern part of Uršlja gora is overthrust on the Miocene strata to an extent of 500 ms at least as has been proved by mine workings and drilling at Kotlje (fig. 14).

On the southern slope of Uršlja gora the Rabelj limestone is overthrust (fig. 15). Most likely these overthrust date from the Miocene age, as the coal beds are probably of Sarmatian age (Kahler, 1953).

**Tectonics.** Alpine tectonics prevail in the neighbourhood and in the ore-deposit. In the ore-deposit itself they pass into the Dinaric. Two well-known regional faults of Dinaric tectonics occur east of Mežica and Črna. The first one pass Vojnik—Velenje—Šoštanj—Bele vode and then turns NW and W at the tonalite and andesite contact. The origin of the Miocene andesites and tuffs of the Smrekovec mountain is connected with it. The second fault runs through Konjice—G. Dolič—Mislinje and Labodška dolina. In this fault the southwestern part moved NW from 8 to 25 kms (Kieslinger, 1928). Around Črna the tectonic movement divided into two components. The first worked along the eruptive zone from Črna westward and propelled this zone for 1,43 kms westward. Proof of this is furnished by the Bistra valley which is

assumed originally to have lain in the extension of the Meža valley, south of Črna. At the same time another marked fault arose in the south of Naveršnik section trending 265—85° and dipping 80 to 40° toward the south. The block between the Meža valley and this fault moved wedgelike toward the west for a shorter distance. The second component caused the faults S—N, dipping toward the west; Union faults mineralized in the mine the Meža valley, Črna—Polena, Helenski potok valley and therewith the anticlinal structure of Píkov vrh (peak)—Šumahov vrh (peak) and the overthrust of Uršlja gora on the Miocene beds near Kottlje and Volinjak.

The direct pressures produced by the movements of the ground between the two regional faults caused open fissures in the Naveršnik section.

### Description of Ore-Deposit

The area of the main underground workings amounts to about 10 sq. kms. On the left side of the Meža river the mineralization occurs in the Wetterstein limestone; but on the righthand side of the Meža river, near Žerjav, the mineralization of the Graben section occurs in the dolomite, underlying the second Rabelj shale.

**Mineralizations in the Wetterstein limestone.** The deepest mineralizations occur in the Naveršnik section and Moreing incline where the 15<sup>th</sup> level is developed (+ 370 — 378 m) and the 16<sup>th</sup> level opened (+ 348 m). The systems of ore bodies, rising from south to north, run parallel with the first Rabelj shale to the line Píkov vrh (peak)—Veliki vrh (peak). Here, in the S—N section, the shale forms an anticline sinking toward the north above the Fridrih section. In the sections W—E the shale is broken stairslike (fig. 6).

The western mineralization system consists of the sections Naveršnik, Peca, Srednja cona (Middle zone) and the 3<sup>h</sup> sections Fridrih and Stari Fridrih.

The eastern system consists of the mineralized Union faults with the sections Moreing, Jug, Union fault, Igerčevo, Staro Igerčevo and Helena.

Union faults sink westward. The faults are more gently inclined at the bottom, but in the upper part they are steeper. The average-direction of the fault is N 15° E and the dip from 20 to 70° W. The ore pipes in the faults grade, at an angle of 15 to 25°. Toward NE almost parallelly with the shale.

The ore bodies of the sections Naveršnik, Srednja cona (Middle zone), 3<sup>h</sup> section and Peca dip eastward and southeastward. In some places they are quite parallel and in the others only partly parallel with the Wetterstein limestone beds. Ore layers of the Naveršnik section strike N 15° to N 55° E, dipping 20 to 60° SE.

Ore fillings in the open Dinaric fissures also dip southward parallel with the ore-deposits. The fissure strikes about 120°, dips 75 to 85° SW.

Mineralized fault planes strike 120 to 165°, dipping 35 to 55° SW. Ore fillings usually consist of almost pure PbS. The fillings are up to 3 ms thick when thicker they are metasomatic and contain more ZnS.

The ore-deposits of Srednja cona (Middle zone) are regular. The ore-deposits strike N 40° E and dip 35° to 45° SE. They are partly fissure fillings, partly metasomatic replacements.

Parallel with the ore layers of Srednja cona (Middle zone) occurred the movements traversing the Union faults in the form of the letter V. The intersection rises from south to north. In the Naveršnik section a similar intersection is formed by the parallel fault through the deposits, and by the gently sloping faults in the Dinaric trend 120 to 165°, with a dip of 35 to 55° SW. Along both intersections, northward movements of the triangular block took place, causing many parallel faults to the west of the intersection and many parallel fault to the east of both intersections.

In the Fridrih and Stari Fridrih sections the ore occurs partly in contact with the shale up to a 50 ms distance from the shale. Ore concentrations occur in the shape of pipes, sheets and irregular ore bodies. In the ore-deposits we find also several more extensive faults of the ore systems, subsequent to the final formation of the ore bodies. These faults are shown in the fig. 5, indicated by P-1 to P-5.

The distance of the ore bodies (in the Wetterstein limestone) from the first Rabelj shale is the greatest in the Union faults where it amounts to about 600 ms. In Srednja cona (Middle zone) the ore-deposits occur at 150 to 170 ms from the shale. Other known ore-deposits occur usually up to 100 ms from the shale.

All the main faults in the Wetterstein limestone are almost rectangular on the beds. Union faults and those parallel to them run in the strike of the layers; Dinaric fissures and faults strike parallelly to the bed dipping. In these directions the limestone beds proved to be mechanically the least resistant.

Graben section. The ore occurs in the shape of irregular ore pipes below the second Rabelj shale. The distance of the ore from the shale amounts up to 90 ms. Nowhere does the ore occur in the faults and it is probably of syngenetic origin with the dolomite. The faults are indistinct, short, and rapidly change their position, which is in connection with the equal dolomite resistance in all directions, regardless of the position of the strata as is the case with Wetterstein limestone.

Topla section. Mineralization occurs in the dolomite of the Anisian stage lying below the shell limestone with marly shale intercalation. This type of the mineralization is similar to that in the Graben section.

Ore bodies in the Uršlja gora section. The low grade mineralization with disseminated PbS in the Rabelj limestone is characteristic. At several different places, mineralization is nevertheless similar, which proves the simultaneous origin together with limestone.

**Connection between mineralization and geological formations.** In a certain geological formation the main metals Pb and Zn appear in more or less the same proportion. The average proportion is:

	Pb : Zn
In Anisian dolomite ore	1 : 5
In Wetterstein limestone ore	2 : 1
In dolomite ore between the first and second Rabelj shale	1 : 7
In Rabelj limestone ore	20 : 1
In dolomite ore of the Norian stage	3,7 : 1

In the Bleiberg-Rute mine the mineralization is known to exist in the Wetterstein limestone and in the dolomite between the first and the second Rabelj shale. The proportion of the metals Pb : Zn in the mined as well as unmined ore of the Wetterstein limestone is 2 : 1 and in the ore of "Carditadolomitvererzung" mines Max and Andreas Pb : Zn = 1 : 5 to 1 : 10. In the Bleiberg-Rute mine and the Mežica mine are, according to a closely approximate estimate, about 80 % of the ore mined and the ore reserves in the Wetterstein limestone, and about 20 % in the Cardita dolomite. The altitudes at which ore bodies, rich in sphalerite, occur in Cardita-dolomite in both ore-deposits, do not speak in favour of an epigenetic origin.

**Nadmorske višine orudnenj  
The altitudes of the ore bodies**

Table 5

5. razpredelnica

	Nadmorska višina rudnih teles Altitudes of the ore bodies	
	Bleiberg-Rute	Mežica
Rudna telesa v wetterstein- skem apnencu Ore bodies in the Wetter- stein limestone	+ 230 to + 1400 m	+ 348 to + 1237 m
Rudna telesa v rabeljskem dolomitu Ore bodies in the Rabelj dolomite	+ 960 to + 1025 m Revir Andreas Andreas section + 612 to + 897 m Revir Max Max section	+ 471 to + 753 m Revir Graben Graben section

**Depth Sequence of Pb and Zn in the Ore-Deposit.** The Zn-Pb ratio in the ore bodies of the Wetterstein limestone is modified by increasing depth. While the Pb content slowly decreases, the Zn content relatively increases. This is shown in the diagram (fig. 19). The partial dependence of the Zn-Pb ratio upon the depth is illustrated in table 1 where the proportion Zn:Pb in the ore mined is given for the years 1926, 1934, 1942, 1945, 1955 and for the simultaneous deepest mine workings. The lower parts of the Naveršnik section (13<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> level) are very rich in Pb and form an exception to this rule. Therefore the Naveršnik section has not been taken into consideration in the diagram of the Pb and Zn depth sequence. The secondary processes of oxidation being more intensive on upper levels of the ore-deposits, have greatly influenced the increasing of Zn-content with the depth. A great part of the primary Zn in the sulphide-form has been oxidized and as such deposited in lower part of the ore-deposits. As the content of Zn-minerals on upper horizons is thus lower, the Pb-oxide-minerals with wulfenite are prevailing in them.

The mineralization of the Graben section has been but little explored and so far has not shown any depth changes in the proportion of Pb to Zn.

The secondary influence of the hydrothermal solutions as well as the oxidation caused by descendent processes on the transference of the metals in the ore-deposit was evidently very weak.

**Oxidation of the Ore-Deposit in the Wetterstein limestone.** Diagram (fig. 20) shows the gradual oxidation-decrease of Pb-Zn sulfides with increasing depth. At present, the mined ore, contains about 24 % Pb and 48 % Zn in the oxide form. The distribution of the Pb and Zn into oxide minerals, and sulfides is given in the tables 2 and 3. In the lower grade ore-deposits and at the faults, the oxidation is much more expressed than in the other parts and consequently rather disproportioned on different levels of the ore-deposit. Some twenty to thirty years ago the ore mined contained less Pb and Zn in the form of oxide minerals, as the richer ore was mined. In the Graben section ore oxidation is less intensive with regard to the main mineral ZnS, meanwhile PbS is much oxidated, occurring in feebler concentrations. In the oxide form there are 35 % of Zn and 42 % of Pb.

The oxidation in the main ore-deposit extends under the Meža river level, because the water percolated from the upper part of the valley between the Topla power plant and Črna, through the ore-deposit under the Meža river level towards the Meža river at Mežica. The altitude difference between the Meža river and the Topla power plant (+ 660 ms) and the Meža river at Mežica (+ 475 ms) is 185 ms. Because of the difference in altitude and the position of the shale the water percolated through the parts of the ore-deposit beneath the Meža river level at Mežica.

**Occurrence of Wulfenite.** So far 406 t Mo metal have been obtained with wulfenite ore. Separation losses are included in this quantity.

Moreover, all Pb-Zn ore contains on average about 0,015 % Mo because the wulfenite and other Mo minerals occur in traces all over the ore-deposit. According to an approximate estimate, 880,2 t Mo metal have so far been mined and have gone to waste at Pb-Zn ore melting. The total quantity of Pb metal in the mined ore has amounted to 540.000 tons and the total quantity of Mo metal 1286,2 t. Herewith the approximate weight proportion is given between the metals Mo and Pb in the ore mined so far.  $\text{Mo} : \text{Pb} = 1286,2 : 540.000 = 1 : 420$ .

Wulfenite is always connected with Pb-Zn ore bodies, chiefly in the Wetterstein limestone. Wulfenite concentration quickly decreases with the depth of the ore-deposit, as it is shown in the diagram (fig. 21). At altitudes above + 880 ms the quantity of wulfenite seems to be relatively smaller, as the Pb-Zn ore-deposit is smaller. At depth below + 685 ms the quantity of the wulfenite ore decreases markedly, especially if we take into consideration that the Pb-Zn ore-deposit becomes larger at these altitudes.

**Minerals and Mo Compounds in the Ore-Deposit.** In the vicinity and under the wulfenite stopes the Mo ochre  $\text{MoO}_3$  occurs in smaller concentration as a light-yellow, mealy substance. The compound of ilsemanite and oxides of the metals Mn, Fe, Pb, Zn occurs on the roof and on the walls of the wulfenite stopes in darkblue, sooty staining.

On the wulfenite-galena stopes occurs exceptionally an earthy compound, the main components of which are chemically determined as  $\text{PbMoO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{PbS}$ , Mo sulfide,  $\text{ZnS}$  and  $\text{ZnCO}_3$ . This earthy compound contains traces of Ca, Mg,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , Cu, Bi, Ni + Co and Ag.

According to our chemical analysis the first Rabelj shale and the bituminous Rabelj limestone contain 0,010 to 0,065 % Mo (16 analyses). The less bituminous parts contain Mo in traces only. Mo is readily soluble in cold water. It can be solved in the form of oxihydrate  $\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  and  $\text{MoO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (D. M. Killeffer — A. Linz, 1952). At the decomposing of the sediments above the ore-deposit Mo infiltrated through the fissures and faults into the ore-deposit and with  $\text{PbS}$  formed  $\text{PbMoO}_4$  in the ore bodies. The formation of the cerussite  $\text{PbCO}_3$ , which always occurs in a great quantity together with wulfenite  $\text{PbMoO}_4$ , took place at the same time.

On the wulfenite stopes, 30 to 50 % of Pb occurs in the form of  $\text{PbCO}_3$ , while  $\text{ZnS}$  and  $\text{FeS}_2$  usually oxidate in  $\text{ZnCO}_3$  and limonite. Wulfenite and molybdenum ochre occur down to 30 ms below the wulfenite-galena stopes, because wulfenite originated at the migration of Mo compounds downwards through the  $\text{PbS}$  ore-deposits. Wulfenite usually occurs in partly open faults which are connected with the surface and were primarily mineralized with  $\text{PbS}$  —  $\text{ZnS}$  ore. These fissures are filled with brecciated wulfenite, viz. limestone particles with galena remains, limonite-bauxite substance with marcasite remains, limonite coated with gypsum and (rarely) calcite. Amidst this porous and brittle substance wulfenite occurs in the shape of small feebly cemented crystals.

With increasing depth wulfenite did not exhibit any essential changes except that the crystals were more beautifully developed in the upper part of the mine.

**Underground water and Precipitation.** The pump-chamber for the whole mine is monted on the 15<sup>th</sup> level (+ 370ms) of the Moreing section. The depression cone around the station has a proved influence area with a diameter of 2700 to 2800ms and extends between Žerjav and Črna under the Meža river. The water-level around the pump-chamber is cone shaped with an average inclination of 2° 27'.

The quantity of the mine-water pumped depends upon the extent of the mine workings; on the precipitation outside the depression cone area, which is carried by brooks to the depression cone area mentioned. A part of this water penetrates in the mine. It also depends on the perviousness of the shale above the ore-deposit, which lets through the water; on precipitation and on the depression cone itself. Therefore the underground water does not depend directly on the quantity of precipitation, which is shown in the numerical table 4 of precipitation and pumped water for the period from 1946 to 1955.

**On the Genesis of the Ore-Deposit.** The above mentioned content of Pb and Zn metals in the Triassic sediments prove that in the Triassic age the marine sediments were infiltrated by Pb-Zn metals in relatively large quantities. The proportion of Pb-Zn metals in the ore, changes with the formations, as may be seen by comparison of the Bleiberg-Rute mine with that of Mežica.

The thickness of the strata of the different Triassic horizons changes in the mine area. The breccia in the Wetterstein limestone is a primary formation. This proves that the tectonic and orogenetic forces were ab work at the time when sediments formed in the Triassic age. In the ore-deposit there are mineralized layers of syngenetic character. About 35 % of the total ore substance occurs in the deposits which are partly primary-sedimentary, and partly tectonically-metasomatically altered in the Kenozoic age.

The mineralization in the faults is connected with various tectonic systems. One part of the mineralization in the faults probably originated primarily in the Triassic age.

From the chemical analysis of the leading accompanying metals in the ZnS concentrate and in the refined bad, the similarity in type of the Mežica mine to other east alpine ore-deposits is evident. The ZnS concentrates from Mežica are significant because of their relatively high content of Cd and Ge and lower Fe content, and the refined lead is generally characteristic for its purity. Most of the impurities in the refined lead contain zinc minerals which fail to separate from the Pb concentrates during the separation process. Sphalerite is the main carrier of the leading accompanying metals in the ore of Mežica.

One important proof of the syngenetic origin of the ore-deposit is the apparent depth anomaly in the occurrence of ore bodies rich in sphalerite. They occur at Mežica (Graben section), at Bleiberg (Max and



Andreas section) in the cardita dolomite, in the horizons where, in both ore-deposits the Pb component predominates over the Zn component in the ore of the Wetterstein limestone.

The metasomatic forms in the ore-deposit are partly primary or originated together with tectonic activity under the influence of ascending waters, at the end of the Mesozoic and Kenozoic age. In some parts of the ore-deposit the descending waters caused depth differences in Zn and Pb metal sequence; elsewhere they transferred part of the ore substance into the fault or nearer to the shale. Repeated tectonic activity most probably took place in the mineralized areas of the Triassic beds and along the old fault strata in the Kenozoic age. Some sedimentary ore layers preserved their primary character being not affected by later tectonic activities.

Another proof of the syngenetic origin of the ore-deposit are the disseminated mineralizations (traces and small ore concentrations) in the ore-deposit and in the large area where traces of ore, quite isolated and separate, are to be found besides small ore concentrations which could not be assumed to be of epigenetic origin.

Connection between the eruptive rocks on the southern boundary of the Triassic beds and the ore compounds of the ore-deposit is most probable. There are some hypotheses to account for the origin of the ore-bringing solutions:

a) that the ore bringing solutions which carried the Pb and Zn sulfides to the sea bottom, arrived as emanation of the granitites and porphyries which presumably originated shortly before the Triassic age.

b) that they are connected with igneous rocks, related to the tonalites but remained at an unknown depth.

c) that they are in connection with the Triassic volcanic rocks which produced the porphyrites and keratophyres in the Julian Alps, Carnic Alps, Karawanken and along the upper reaches of the Idrija (Rakovec, 1941).

The ore-deposit is of Triassic age most probably and has been formed syngenetically out of the submarine hydrothermal solutions. Later it has been influenced by tectonic, metasomatic, and oxidation changes.

## LITERATURA

### *Literatura o Mežici*

Berce, B. in Hamrla, M., 1953, Predhodno poročilo o geološkem kartiranju zahodnega in južnega obrobja Uršlje gore ter Predhodno poročilo o geološkem kartiranju področja Topla—Peca—Mala Peca—Najbrž.

Čeh, D., 1946, Racionalizacija sledilnega dela v mežiškem svinčevem rudniku. *Rudarstvo*, 6.

Duhovnik, J., 1954, O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica. *Geologija*, 2, Ljubljana.

Granigg, B.-Koritschner, J. H., 1914, Die geologischen Verhältnisse des Bergbaugesbietes von Miess in Kaernten. *Zeitschr. f. Prakt. Geologie*, Jhg. 12, H. 4/5.

Grašek, P., 1951, Razmerje med sulfidnimi in oksidnimi rudami v svinčevem in cinkovem rudniku v Mežici ter njihov vpliv na flotacijo. — Diplomsko delo. Ljubljana.

Jahne, L., 1932, Geschichte der Erzbergbauten im Petzen—Miessgebiet (Kärnten). Berg- u. Hüttenmänn. Jb., 80.

Malcolm Maclaren, 1926, Report on the Miess Mine of the Bleiberg Bergwerks-Union. Manuskript na rudniku Mežica.

Mohorič, J., 1954, Industrializacija mežiške doline. Maribor.

Munda, M., 1938, Milonitski galenit iz Mežice. Rud. zb., 2, Ljubljana.

Nikitin, V. V., 1940, Nauk o nahajališčih koristnih izkopenin. Skripta. Ljubljana.

Sila, R. in Vok, J., 1954, Poročilo o geološkem kartiranju severnega obrobja Uršlje gore. Mežica.

Sila, R., 1955, Poročilo o kartiranju vzhodnega dela Uršlje gore. Mežica.

Vončina, C., 1936, Iz zgodovine mežiškega rudarstva v sredi 19. stol. Časopis za zgod. in narodop., 31, sn. 3-4, Maribor.

Zorc, A., 1951, Možnost povečanja rudnih rezerv rudnika Mežica. Naloga za strok. izpit. Mežica.

Zorc, A. - Bertapelle, A., 1955, Metode rada u rudniku Mežica. Rud. in metalurg., 2, p. 32—38, in 10, p. 228—235. Beograd.

#### *Ostala literatura*

Anderle, N., 1950, Zur Schichtenfolge und Tektonik des Dobratsch und seine Beziehung zur alpin-dinarischen Grenze. Jb. Geol. B. A., 94, 195—236, 2 Taf., Wien.

Cissarz, A., 1951, Položaj rudišta u geološkoj gradi Jugoslavije. Geološki vestnik IX. Beograd.

Cornu, F., 1908, Natuerliches kolloides Molybdaensulfid (Jordisit). Zeitschrift f. Chemie u. Industrie d. Kolloide, 3. u. 4., p. 96.

Ehrenberg, H., 1931, Der Aufbau der Schalenblenden der Achener Bleizinklagerstätten und der Einfluss ihres Eisengehaltes auf Mineralbildung. Neues Jb. f. Min., Geol. u. Paleont., 64. Beilage-Band, Stuttgart.

Fricke, K., 1953, Der Schwermetallgehalt der Mineralquellen. Zeitschr. f. Erzbergbau u. Metallhüttenw., B. 6, H. 7.

Geis, H. P., 1955, Die Kupfererzlagerstätten von Imsbach (Rheinpfalz). Zeitschr. f. Erzbergbau u. Metallhüttenw., B. 8, H. 6.

Germovšek, C., 1954, Petrografske preiskave na Pohorju v letu 1952. Geologija, 2, Ljubljana.

Graber, H., 1896, Die Aufbruchzone von Eruptivgesteinen in Südkärnten. Verh. Geol. R. A., Wien.

Gründer, W., 1955, Erzaufbereitungsanlagen in Westdeutschland. Herausgeg. v. Fachausschuss für Erzaufbereitung d. Ges. Deutsch. Metallhütten- u. Bergleute e. V. Clausthal-Zellerfeld.

Haberlandt, H. - Schroll, E., 1954, Über den Wert oder Unwert der Spurenelement-Analyse für die Lagerstättenforschung, Minerogenese und Petrogenese. Tschermaks mineralog. u. petrogr. Mitt., B. 5, H. 1-2.

Hawley, J. E., 1955, Germanium content of some Nova scotian coals. Econ. Geol., N. 5.

Hemely, J. J., 1953, A study of lead sulfide solubility and its relation to ore deposition. Econ. Geol., 48.

Heritsch, F. in Kühn, O., 1951, Die Südalpen. F. X. Schaffer: Geologie von Österreich. Wien.

Häessleitner, G., 1954, Ostalpine Erzmineralisation in Bergleitung von vor- und zwischenmineralisatorisch eingedrungenen Eruptivganggestein. Zeitschr. f. Erzbergbau- u. Metallhüttenw., B. 7, H. 8.

Holler, H., 1936, Die Tektonik der Bleiberg Lagerstätte. Carinthia II, 7. Sonderheft. Klagenfurt.

Holler, H., 1950, Zur Frage des Niedersetzens der Mitterberger Blei-Zink-Vererzung (Kreuzen). Berg- u. Hüttenmänn. Mh., 95, Wien.

Holler, H., 1951, Die Stratigraphie der karnischen und norischen Stufe in den östlichen Gailtaler Alpen. Berg- u. Hüttenmänn. Mh., 96, Wien.

Holler, H., 1953, Der Bleizinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik. Carinthia II, 143, Klagenfurt.

Jelenc, D., 1953, Nekatere značilnosti orudnenenja v rudišču Rute. Geologija, 1, Ljubljana.

Jicha, H. L., 1951, Alpine Lead-Zink-Ores of Europe. Econ. Geol., 46.

Kahler, F., 1953, Der Bau der Karawanken und des Klagenfurter Beckens. Carinthia II, 16. Sonderheft, Klagenfurt.

Kieslinger, A., 1928, Die Lavanttaler Störungszone. Jb. Geol. B. A., 78, Wien.

Kieslinger, A., 1935, Geologie und Petrographie des Bachern. Ein vorläufiger Bericht. Verhandl. Geol. B. A., Wien.

Killeffer, D. H. - Linz, A. - Pauling, L., 1952, Molybdenum compounds. Their Chemistry and Technology. New York—London.

Kraume, E., 1953, Bänderz und vererzter Kniest der sogenannten Armerze der Rammelsberger Lagerstätte, ihre Ausbildung, Verbreitung, Entstehung und Verarbeitung. Metall u. Erz, Bd. 6, H. 2.

Kraus, M., 1913, Das staatliche Blei-Zinkerz-Bergbau-Terrain bei Raibl in Kärnten. Berg- u. Hüttenmänn. Jb., Bd. 13, H. 1 u. 2. Wien.

Maucher, A., 1954, Zur »alpinen Metallogenese« in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loischach und Salzach. Tscherma's mineralog. u. petrogr. Mitt., Bd. 4.

Meixner, H., 1935, Woher stammt das Molibdaen aus den Blei-Zink-Lagerstätten. Carinthia II, Canaval Festschrift. Klagenfurt.

Meixner, H., 1950, Über Jordisit (amorphes Molybdänsulfid) von Bleiberg in Kärnten. Carinthia II, 139/40. Klagenfurt.

Palache, Ch. - Berman, H. - Frondell, C., 1944, The system of mineralogy, seventh edition. New York.

Petrascheck, W. E. jun., 1953, Magmatismus und Metallogenese in Südosteuropa. Geol. Rundschau, 42.

Puffe, E., 1953, Die Blei-Zink-Erzlagerstätte der Gewerkschaft Mechnischer Werke in Mechnich in der Eifel. Zeitschr. f. Erzbergbau u. Metallhüttenw., Bd. 6, H. 8.

Rakovec, I., 1946, Triadni vulkanizem na Slovenskem. Geogr. vestnik, 18, Ljubljana.

Siegel, W., 1947, Zur Wulfenitbildung in manchen Blei-Zinklagerstätten. Berg- u. Hüttenmänn. Mh., 92, H. 1/3.

Schneider, H. J., 1954, Die sedimentäre Bildung von Flussspat im oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. Abh. Bayer. Akad. Wiss., 46.

Schneider, H. J., 1953, Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung im Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. Fortschritte d. Mineralogie, 32.

Schneiderhöhn, H., 1944, Erzlagerstätten. Jena.

Schneiderhöhn, H., 1953, Erzlagerstättenbildung und Geotektonik. Zeitschr. f. Erzbergbau- u. Metallhüttenw. Bd. 6, H. 6.

Schroll, E., 1953, Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth, Kärnten in Österreich. Mitt. österr. Mineralog. Ges., Sonderheft 2, Wien.

Schroll, E., 1955, Über das Vorkommen einiger Spurenmetalle in Blei-Zink-Erzen der ostalpinen Metallprovinz. Tscherma's mineralog. u. petrogr. Mitt., Bd. 5, H. 3.

Schroll, E., 1953, Über Unterschiede im Spurengehalt bei Wurtziten, Schalenblenden und Zinkblenden. Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 162, H. 5.

Taupitz, C., 1954, Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus Bleiberg. Zeitschr. f. Erzbergbau u. Metallhüttenw., Bd. 7, Heft 8.

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.

Tornquist, A., 1927, Die Blei-Zink-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth. Alpine Tektonik, Vererzung und Vulkanismus. Wien.

Tornquist, A., — Die geologischen Probleme der Blei-Zinkvererzung der Ostalpen.

Tornquist, A., 1931, Die Vererzung der Zink-Blei Lagerstätte von Raibl (Cave di Predil). Jb. Geol. B. A., 81. Wien.

Tchernig, 1932, Über Gebirgsschläge in den kärntner Blei-Zink-Lagerstätten. Berg- u. Hüttenmänn. Jb., 80.

Vetters, H., 1947. Erläuterungen zur geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. Wien.

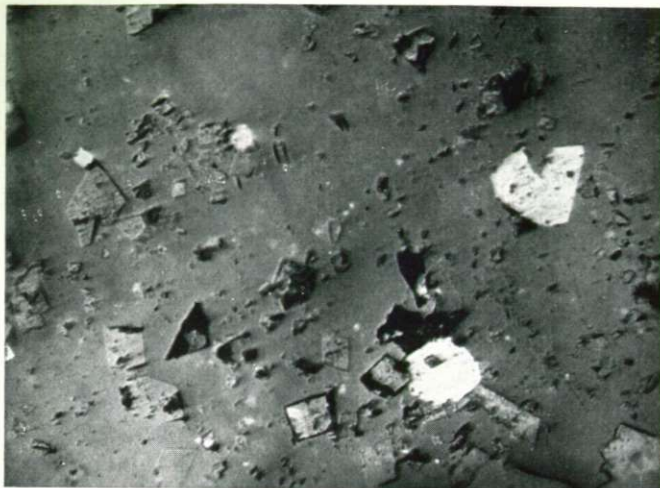
Žurga, J., 1926, Starost granita na Pohorju. Geografski vestnik, 2, Ljubljana.

22. slika

Mežica — Posamezna zrnca sfalerita v jalovem apnencu; poleg romboedrske oblike dolomita. — Molakov vrh, školjkoviti apnec, viš. + 1160 m. 160 X.

Fig. 22

Mežica — Molakov vrh. Shelly limestone, sea level + 1160 ms, 160 X. Individual sphalerite grains in the barren limestone; rhombohedrons of barren dolomite.



23. slika

Mežica — Topla, severno od Končnika, viš. 1540 m. Školjkoviti apnec brez rude. 160 X. Skupina zrn sfalerita (ZnS) v školjkovitem apnencu. Dve večji zrnca markazita, označeni s  $FeS_2$ . Na periferiji še nekaj drobnih zrn  $FeS_2$ .

Fig. 23

Mežica — Topla, north of Končnik, altitude 1540 ms. Shelly limestone without ore, 160 X. Group of the sphalerite grains in shelly limestone. Two greater marcasite grains ( $FeS_2$ ). On periphery some tiny marcasite grains.



24. slika

Mežica — Topla, školjkoviti apnec, grapa severno od Končnika, viš. 1500 m. 160 X. Raztresena drobna zrna sfalerita s premeri do 0,015 mm sedimentarnega postanka v apnencu.

Fig. 24

Mežica — Topla, gorge N of Končnik, altitude 1500 ms. Shelly limestone, 160 X. Tiny dispersed sphalerite grains with diameter up to 0,015 mm of sedimentary origin in limestone.



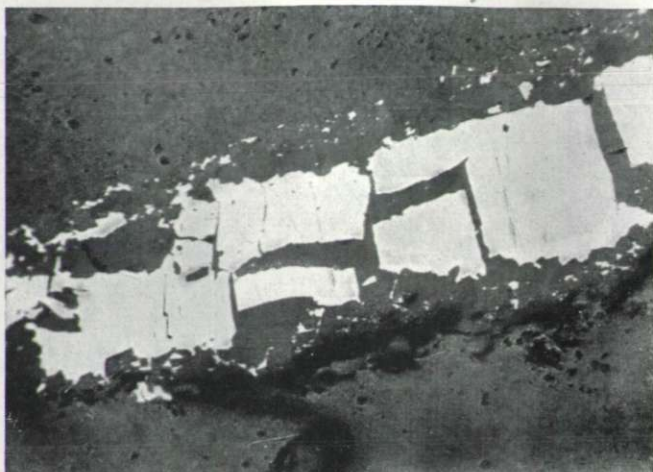


25. slika

Mežica — Kavškov vrh pri Plajnarjevi koči. 80 X.  
Na oko komaj vidni sledovi gale-  
nita v školjkovitem apnencu.

Fig. 25

Mežica — Kavškov vrh at Plajnar-  
jeva koča. 80 X.  
Megascopically scarcely visible  
galena traces in the shelly lime-  
stone.

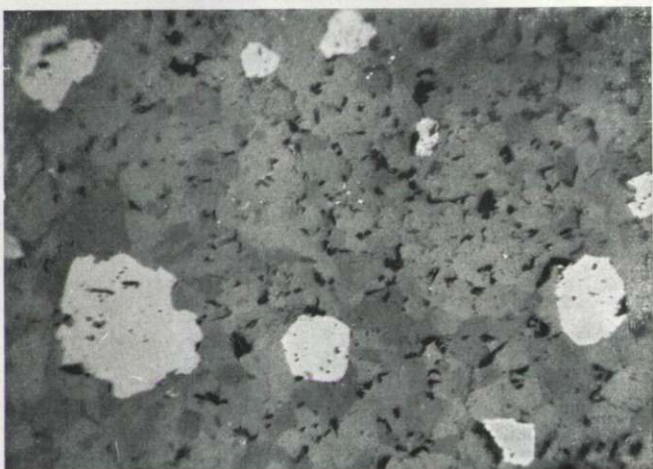


26. slika

Mežica — Topla, viš. 1164 m. 80 X.  
Zrna sfalerita v dolomitiziranem  
temnem apnencu, ki je na videz  
jalov. Drobne svetle točke; FeS<sub>2</sub>.

Fig. 26

Mežica — Topla, altitude 1164 ms.  
80 X.  
Sphalerite grains in dark grey ap-  
parently waste dolomitized lime-  
stone. Tiny light points: FeS<sub>2</sub>.

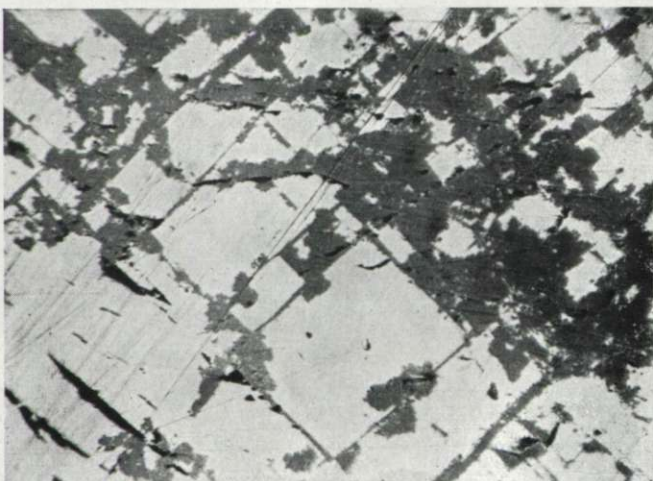


27. slika

Mežica — Revir Barbara — vzhod,  
obz. + 814 m. 80 X.  
Nastajanje cerusita (sivo) po raz-  
kolnih ploskvah galenita (belo).

Fig. 27

Mežica — Barbara east section,  
altitude 814 ms. 80 X.  
Forming of cerussite (grey) in the  
cleavage planes of galena (white).



28. slika

Mežica — Revir Unionska prelomnica, 11. obzorje, sever, orudeno sedimentarno ležišče 100 m severno od glavnega vpadnika. 120 ×. Zrna sfalerita in nekoliko svetlejša zrnca galenita v orudenelem ležišču wettersteinskega apnenca. Sfalerit je po vseh znakih okolice sedimentarnega postanka.

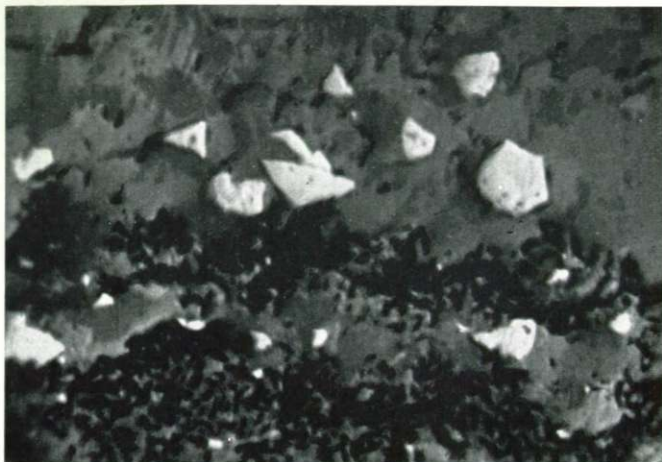


Fig. 28

Mežica — Unionska prelomnica section, 11th level, north, 100 ms north of the main incline. 120 ×. Sphalerite grains and somewhat lighter galena grains in the ore layer in the Wetterstein limestone. According to all characteristics of the neighbourhood, the sphalerite is of sedimentary origin.

29. slika

Mežica — Revir Naveršnik, jugovzhod, nad 8. obzorjem. 160 ×. Svetla zrnca sfalerita sedimentarnega postanka v ležišču wettersteinskega apnenca s črno brečo. Temno zrno v kotu: odlomek črne apnene breče.

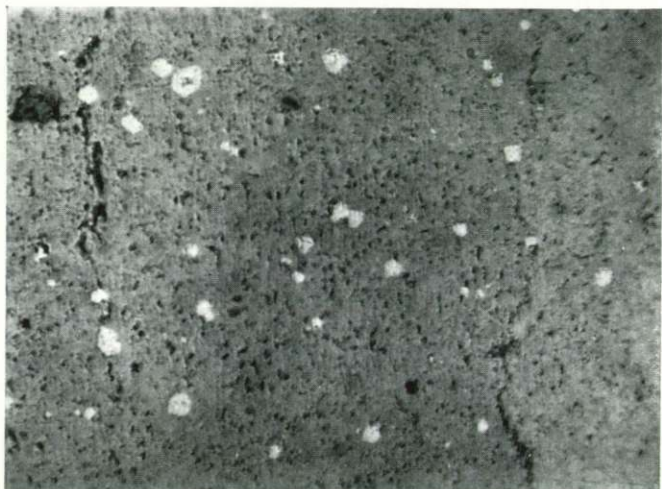


Fig. 29

Mežica — Naveršnik section, south-east, above the 8th level. 160 ×. Light sphalerite grains of sedimentary origin in the Wetterstein limestone with black breccia. The black grain in left upper corner is a breccia fragment.

30. slika

Mežica — Revir Fridrih, kota + 699, najjužnejši odkop. 240 ×. Zrna markazita (bela) v sfaleritu (sivo) in apnencu (temno).



Fig. 30

Mežica — Fridrih section, altitude 699 ms, 240 ×. Marcasite grains (white) in sphalerite (grey) and in limestone (dark).



31. slika

Mežica — Revir Srednja cona, 8. obzorje, sever. 80 X.  
Ostrorobi delci galenita. Presledki so zapolnjeni s kalcitom in apneno brečo.

Fig. 31

Mežica — Srednja cona section, 8th level, north. 80 X.  
Angular galenite fragments. Interstitions filled by calcite and limestone breccia.

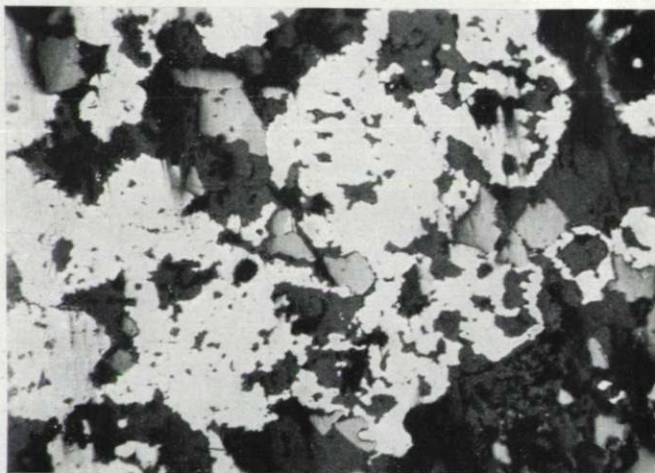


32. slika

Mežica — Naveršnik, odkop 10 m nad 15. obzorjem. 80 X.  
Galenit (belo) okrog jeder apnenca. Osnova apnenec in kalcit. Vmes svetlosiva zrna sfalerita.

Fig. 32

Mežica — Naveršnik section, stope 10 ms above 15th level. 80 X.  
Galena (white) surrounding the limestone cores. The groundmass consisting of the limestone and calcite including sphalerite grains.

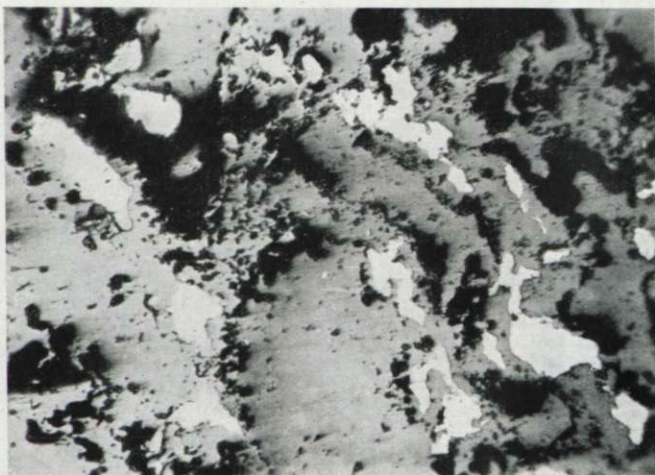


33. slika

Mežica — Revir Naveršnik, južni del 12. obzorja, viš. + 436 m. 80 X.  
Skorjasta cinkova svetlica (ZnS) (svetlosivo) okrog resorbiranih jeder galenita (PbS) (belo). Temno — praznine.

Fig. 33

Mežica — Naveršnik-section, southern part of the 12th level, altitude 436 ms. 80 X.  
Concretionary sphalerite (light grey) around resorbed grains of galena (white). Dark — vugs.



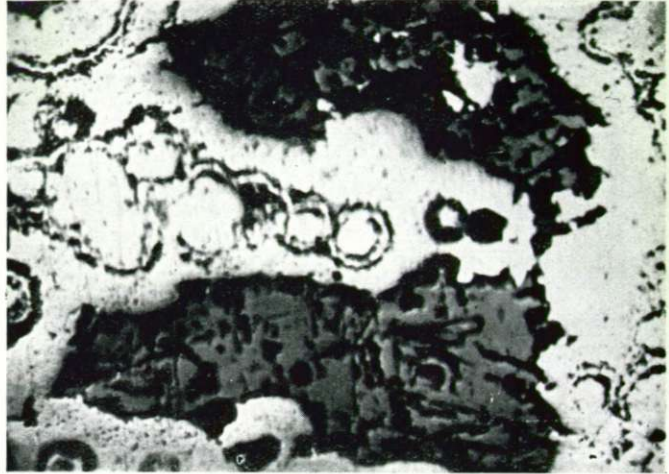


34. slika

Mežica — Revir Barbara, odkop nad kompresorjem, višina + 810 m. 80 X.  
Skorjasta cinkova svetlica (svetlo) okrog večjih jeder apnenca (temnosivo), ki so bila izhodišče za vsedanje ZnS. Temni deli kolobarjev v ZnS vsebujejo več Fe in drugih kovin ter jih deloma sestavlja vurtcit.

Fig. 34

Mežica — Barbara-section, stope above the compressor, altitude 810 ms. 80 X.  
Concretionary sphalerite (light) around greater cores of limestone (dark grey), source of sedimentation of ZnS. Dark parts of orbits in ZnS contain more Fe, and other metals, partly they are composed of wurtzite.

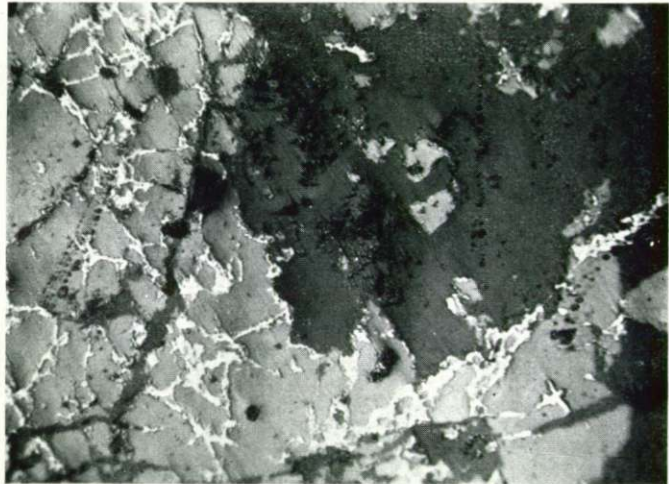


35. slika

Mežica — Revir Jug, 9. obzorje. 80 X.  
Zdrobljen sfalerit, obrobjen z galenitom v obliki šivov. Temnejši deli apnenec in kalcit.

Fig. 35

Mežica — Jug-section, 9th level, 80 X.  
Crushed sphalerite grains surrounded by galena in form of sutures. Darker parts represent limestone and calcite.

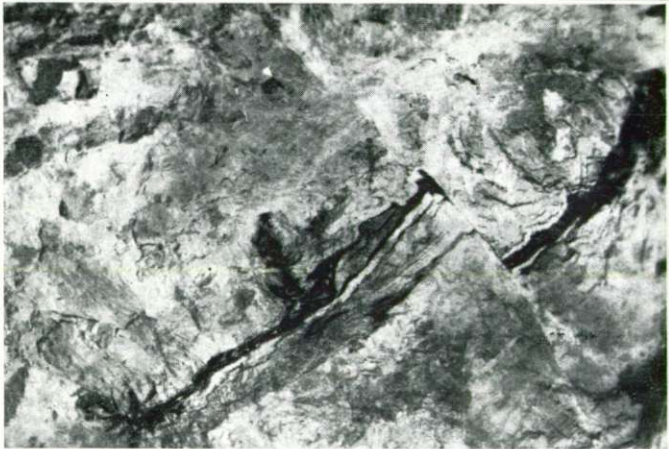


36. slika

Mežica — Naveršnik, 7 m nad 13. obzorjem, smer ležišča 40° NE, pad 50° SE.  
Galenit (temno), apnenec (sivo), kalcit (svetlo). Ob prelomu, ki poteka pravokotno na ležišče in vpada pod kotom 40°, so se plasti premaknile za 29 cm.

Fig. 36

Mežica — Naveršnik, 7 m above the 13th level.  
Galena (dark), limestone (grey), calcite (light). Along the fault running at right angle to the ore body, and dipping 40°, the beds have been moved for 29 cms.



## GEOLOGIJA RUDNICE S POSEBNIM OZIROM NA RUDNE POJAVE

*Milan Hamrla*

Z geološko karto in profilom v prilogi

### Splošno

Karavanke s Savinjskimi Alpami in Posavske gube kot najbolj vzhodne enote Južnih apneniških Alp tonejo v vzhodni Sloveniji pod panonski terciar v treh vzporednih nizih. Severni, Karavanški niz je vzhodni podaljšek triadnega hribovja, ki obdaja Šaleško dolino. Gradi ga Vitanjsko hribovje, Konjiška gora, Boč, Donačka gora in Macelj. Južni niz je vzhodno nadaljevanje Litijske antiklinale v Bohorju, Orlici in Cesarskem brdu. Srednji niz se pojavi v laškem terciarju vzhodno od Savinje med Litijsko in Trojansko antiklinalo. Sestavljajo ga paleozojski kompleks pri Grahovšah, Žusem in Rudnica, ki se preko Sotle nadaljuje v Desinički in Kuni gori ter dalje v Ivanščici. Srednji niz je pravzaprav nadaljevanje Trojanske antiklinale, ker kaže tektonske in facialne značilnosti Posavskih gub.

Rudnica je izoliran triadni otok, obdan od vseh strani s terciarjem. Triadni hrbet je dolg okrog 11 km ter v povprečku širok nekaj manj kot 3 km. Kot v geološkem tako je tudi v topografskem pogledu izrazita enota. Triadno ozemlje je erozija močno razčlenila. Značilne so globoke grape ter strma pobočja na severni in južni strani. Najvišji vrh je Vrenski zob s 685 m, najnižja točka pa je pri Podčetrtku z višino 190 m. Relativna višina znaša torej skoraj 500 m. Rudnica se odvodnjava po dolinah, ki jo v alpskih smereh obdajajo na vseh štirih straneh.

Že ime Rudnica kaže, da so tod v preteklosti rudarili. Rudarska dejavnost je zamrla z nastopom tekočega stoletja. Geološka in geofizikalna raziskovanja, ki smo jih pričeli v letu 1953, so imela namen oceniti Rudnico kot rudišče v glavnem železovih rud. Isti cilj so zasledovala tudi raziskovalna dela, ki jih je v letu 1947 začela Železarna Štore. Tedanja preiskovanja so zajela le območje starih eksploatacijskih del ter so bila kot neuspešna kmalu opuščena.

Pri geološkem kartiranju so poleg geologa L. Žlebnika sodelovali še trije absolventi geologije. Geomagnetno je teren izmeril ing. A. Zdouc. Nekaj vzorcev magmatskih kamenin je določila A. Hinterlechnerjeva. Mikropaleontološko sta vzorce preiskali J. Rijavčeva in K. Zajčeva, kemično pa ing. M. Babšek.

## STRATIGRAFIJA

### Predterciar

Med geološkimi preiskovanji na Štajerskem sta v preteklem stoletju obdelala triadni masiv Rudnice Zollikofer (1861—62, 311) in Stur (1871). Ob koncu preteklega stoletja (1895—1898) je geološko preiskoval Rudnico Dregger v okviru izdelave geološke specialke (list Rogatec-Kozje) v merilu 1 : 75.000. Naslanjal se je na Sturove ugotovitve. Dreggerjev prikaz geologije Rudnice je pomanjkljiv ter ne ustreza ne v topografskem ne v stratigrafskem pogledu. V vzhodnem in južnem delu Rudnice je prikazal werfenske plasti (1920, 12). Na južnem pobočju Rudnice je označil dolg, ozek pas školjkovitega apnenca. Slede mu skrilave in peščene kamenine paleozojskega videza z magmatskimi primesmi. O njihovi uvrstitvi si ni bil na jasnem. Neposredno nad anizom je navedel wettersteinske apnenca in dolomite.

Desiničko goro je obdelal Gorjanovič-Kramberger (1904). Navedel je karbonske skrilavce, pač pod vplivom Zollikoferja (1861/62, 352), poleg tega še nekaj perma in werfena ob tankoploščatih anizičnih apnencih na južnem pobočju Desiničke gore. Našel je tudi plasti s *Ceratites trinodosus*, ki jih zastopajo rdečkasti apnenci s pietro verde in železno rudo. Nad njimi slede wengenski apnenci ter dachsteinski debeloplastoviti apnenci ter neki skrilavci.

Z zvezi z raziskovalnimi deli v letu 1948 je Kuščer kartiral majhen del ozemlja med Olimjem in Podčetrtkom. Menil je, da Dreggerjeva stratigrafska uvrstitev sedimentov ni pravilna.

Pri podrobnem geološkem kartiranju Rudnice smo precej pojasnili razmere. Nedvomno na območju Rudnice ni karbona niti perma ter tudi werfena ne, vsaj tam ne, kjer ga je vrisal Dregger. Litološko izrazit je wengenski oddelek, ki je razvit v tipičnem psevdofiljskem faciesu, kot ga poznamo iz Posavskih gub s poudarkom na nekoliko večji količini vulkanskega materiala. V wengen spadajo tudi temni apnenci, ki jih je Dregger stavljajl v aniz. Razen vulkanskih, pretežno tufskih kamenin, grade skoraj ves ostali teren dolomiti, ki so mlajši in starejši od psevdofiljskih plasti. Litološko so si dolomiti precej podobni. Marsikod nimamo dovolj podatkov za njihovo stratigrafsko uvrstitev.

Od psevdofiljskih skladov starejši dolomit se pojavlja na južnem pobočju Rudnice. Označiti ga moremo kot mendolski dolomit. Običajno je temnosiv ter mestoma dobro plastovit. Na prehodu v psevdofiljske plasti vsebuje vložke sljudnatih in peščenih skrilavcev. Te vložke opazujemo med drugim v rovih pod kmetijo Kranjčan in pri Pustišku, najdemo pa jih tudi v starem dnevnem kopu. Posamezni kosi kamenine so podobni werfenskim različkom. Dolomit je na področju Olimja orudenjen ter prehaja v ankerit.

Psevdofiljski horizont zastopajo večinoma temni skrilavci z vmesnimi vložki, polami ali plastmi temnih apnencev ter kremenovih peščenjakov. V spodnjem delu wengenskih sedimentov običajno prevladujejo peščenjaki, ponekod pa apnenci. V zgornjem delu horizonta se med skri-

lavce postopoma vključujejo tufski skrilavci, tufi in pietra verde. Na Bohorju je opazoval temne ploščaste apnenice v osnovi psevdoziljskega horizonta tudi N o s a n (1954, 2).

Največji del dolomitov, ki grade večinoma višje predele, pripada krovniini psevdoziljskih plasti. Dolomiti so večinoma svetlosivi, včasih kristalasti ali porozni ter neplastoviti. Glede na znatno debelino obsegajo najbrž še ves gornji ladin (kasijan). Da bi jih označevali kot wettersteinske, ni primerno, ker wettersteinski dolomiti običajno sestavljajo le spodnji del ladina, kjer je le-ta v celoti apneno-dolomitno razvit (n. pr. Peca, Velenjsko hribovje, Konjiška gora, Boč). Gorjanovič-Kramberger (1904, 12) kakor tudi Dreger (1920, 19) sta domnevala, da obsegajo dolomiti še del zgornje triade.

Prvotno postavljena domneva, da spodnji, mendolski dolomit karakterizira temnosiva barva, gornje dolomite pa svetlosiva, ni zanesljiva. Različno obarvani dolomiti često medsebojno zvezno prehajajo, kar otežkoča ugotavljanje njihove stratigrafske pripadnosti. Videti je, da so v bližini psevdoziljskih plasti dolomiti nekoliko temnejši. To velja predvsem za zgornje dolomite, medtem ko je pri spodnjem manj opazno.

Najmlajše mezozojske usedline smo zasledili v okolici Lokke in Žusma na majhni površini. Na gornjih, svetlih dolomitih leže denudacijski ostanki usedlin, ki so produkt nekoliko plitvejše sedimentacije. Poleg prevladujočih gostih apnenecv najdemo še glinaste skrilavce ter peščenjaku podobno porozno kremenasto kamemino. Apnenci so rožnati, zelenkasti in sivkasti, največ pa je rumenih. V njih so vloženi rjavi, temnosivi in modrikasti roženci kot pole, tanke plasti, leče ali gomolji. Vložki skrilavcev so enako različnih barv. Na Žusmu, kjer je usedlin manj kot pri Loki, se menjavajo apnenci in skrilavci, pod njimi na dolomitu pa je kremenasta kamemina z drobnozrnato ali brečasto strukturo, mestoma s precej grobimi zrni, ki so celo zaobljena. Breče na kontaktu teh usedlin so močno železnate in limonitne, deloma opazujemo v teh plasteh tudi mineralizacijo z manganom.

Usedline so zanimive predvsem zaradi svoje stratigrafske pripadnosti. Prvotna predpostavka, da gre tu za transgresijo nekih mlajših plasti, je bila kmalu opuščena. Dolomiti in opisane apnenoskrilave usedline med seboj zvezno prehajajo. Prehod sam pa označuje mestoma znatna silifikacija ter limonitizacija. Po usedanju gornjega (kasijanskega) dolomita je postalo to sedimentacijsko območje plitvejše. V usedlinah ni bilo mogoče najti nobenih fosilov, tudi mikrofavne ne.

Na specialki Celje—Radeče je prikazal Teller (1907) severno od Lisce (med Zidanim mostom in Planino) temne skrilavce, laporje in tufske peščenjake v obliki več ali manj izoliranih otokov na srednjetriadnem dolomitu. Prišteval jih je srednji triadi ter jih postavljaj po starosti pod dolomite. Gorjanovič-Kramberger (1904, 12) je našel pri Kostelju (12 km severovzhodno od Podčetrčka) rdečkaste apnenice s pietro verde in železno rudo, ki pa jih je na podlagi favne postavljaj v gornji aniz. N o s a n je leta 1953 kartiral Bohor, ki kaže mnogo podobnosti z Rudnico. V krovniini wengenskih plasti omenja različno obarvane apnenice in tudi dolomit z vložki in gomolji roženca. Mnenja je, da te plasti

pripadajo kasijanu. Svetel dolomit, ki pokriva velik del vzhodnega Bohorja, postavlja v zgornjo triado ter dopušča tudi možnost, da bi bil dolomit ekvivalent omenjenih pisanih apnencev z roženci. Ti apnenci z roženci pripadajo po Nosanu najverjetneje še ladinu ter potemtakem ustrezajo krškim skladom, ki jih navaja Munda (1939, 10) v bližini na južnem pobočju Bohorja, oziroma vzhodno od Rajhenburga. Munda je te sedimente, ki so jih razni avtorji imenovali krške in trnske sklade, uvrstil v ladinsko stopnjo. Šuklje (1933, 48), je pripisoval krškim ploščastim apnencem ladinsko starost, za trnske pa je domneval, da so ekvivalent rabeljskih skladov.

Severno od Rudnice (Konjiška gora, Boč) ni podatkov o sedimentaciji analognih kamenin na prehodu srednje triade v zgornjo. Tu je zastopana srednja triada le z wettersteinskim horizontom v dolomitnem in apnenem faciesu, ki leži v tektonski diskordanci neposredno na karbonu (Teller, 1898). Severni triadni niz se kot podaljšek Karavank facialno bistveno razlikuje od južnejših podaljškov Posavskih gub ter za primerjavo ni primeren.

Opisane kamenine pri Loki in Žusmu najbrž ustrezajo krškim plastem, ki jih poznamo v jugovzhodnem delu Posavskih gub (Lipold, 1858, 257). Postavljati jih moremo na prehod srednje triade v zgornjo ter jih za sedaj kot trnske sklade spraviti v zvezo z relativno plitvejšo sedimentacijo v karnijski dobi, ki jo karakterizirajo pri nas več ali manj detritične rabeljske usedline. Temu bi nasprotovala le sorazmerno majhna skupna debelina vseh srednjetriadnih usedlin na Rudnici, to je psevdofiljskih plasti in gornjih dolomitov, ako jo primerjamo z ogromno debelino wettersteinskih dolomitno-apnenih skladov v vzhodnih Karavankah. Po Rakovcu (1950, 208) pa je debelina srednjetriadnih apnenno-dolomitnih usedlin nad psevdofiljskimi skladi sorazmerno majhna.

Druga, manj verjetna možnost je, da gre za nekako rekurencio sedimentov, podobnih wengenskimi, ki po stratigrafski višini še ne ustrezajo karnijski stopnji. Med sedimentacijo dolomita bi se zaradi več ali manj lokalnih faktorjev mogli občasno ponoviti pogoji, pri katerih bi prišlo do kratkotrajnejše sedimentacije wengenskimi skladom podobnih plasti.

O starosti in položaju krško-trnskih sedimentov do sedaj še ni jasnosti. Vzrok temu je predvsem pomanjkanje fosilnih ostankov. To velja tudi za analogne sedimente, s katerimi se na Rudnici zaključuje mezozoiška serija.

### Terciar

Z izjemo aluvija ob Sotli je Rudnica okrog in okrog obdana s terciarnimi sedimenti, ki transgresivno leže na različnih mezozoiških členih, ter jih najdemo mestoma kot izolirane denudacijske relikte visoko na pobočjih. Med terciarnimi usedlinami prevladujejo klastični različki, ki jih zastopajo pretežno peščenjaki s prehodi v konglomerate z vmesnimi plastmi peščenih in laporastih glin. Pod temi usedlinami najdemo ponekod neposredno na triadi še starejši terciarni člen, ki ga zastopajo sivi apneni laporji in siva laporasta glina. Laporji so povečini nekoliko peščeni ter vsebujejo vedno precej fosilne flore, med katero je zlasti dosti listov

*Salix* sp. Nekaj vzorcev teh kamenin ni vsebovalo nobene mikrofavne. Siva laporasta glina pa je nasprotno z mikrofosili zelo bogata. V nekaj vzorcih z raznih delov periferije Rudnice je K. Zajec našla naslednjo mikrofavno:

*Clavulinoides (Clavulina) szaboi* Hantken  
*Ammodiscus polygyrus* Reuss  
*Globigerina bulloides* d'Orb.  
*Cristellaria fragaria* Gumbel  
*Truncatulina dutemplei* d'Orb.  
*Vulvulina* sp.  
*Textularia carinata*  
*Nonion soldanii* d'Orb.  
*Cyclammia* sp.  
*Uvigerina* sp.  
*Robulus* sp.

Mikrofavna determinira oligocenski horizont ter kaže morski razvoj sedimentov v neposredni bližini triadne podlage. Grobih bazalnih sedimentov nikjer ne opazimo. Na obodu Rudnice je torej oligocen neposredno ob triadi — kjer koli ga moremo opazovati — enak ter zastopan z večinom pelitskimi morskimi usedlinami, kar potrjuje, da je oligocen laškega zaliva proti vzhodu vedno bolj morski. Tudi Dregger omenja (1920, 20) pri Olimju temnosivi skrilavec z luskami *Meletta* sp., ki spominja na oligocenske skrilavce pri Mozirju.

Plasti oligocenskih apnenih laporjev in laporastih glin so skoraj v celoti prekrite z mlajšimi terciarnimi klastičnimi usedlinami, ki transgresivno segajo preko njih na triado. Nedvomno je bila pred sedimentacijo teh plasti tektonska in erozijska faza. Litološki značaj usedlin kaže na plitvovodni obrežni facies. Tanjši vložki glin v teh usedlinah ne vsebujejo mikrofavne. Ožja stratigrafska pripadnost transgresivnih usedlin, ki so litološko precej identične z govškim horizontom laškega terciarja, še ni dokončno ugotovljena. Velik del ozemlja, ki ga je Dregger severno od Rudnice kartiral kot govški peščenjak, pripada po Rakovcu (1948, 11) še oligocenu. Okrog Babne gore so te plasti v znatni debelini razvite v morskem faciesu. Gorjanović-Kramberger je vzhodno od Sotle kartiral Dreggerjev govški peščenjak kot oligocenske soteške plasti, kar v celoti vsekakor ne more biti točno.

### Diluvij, aluvij

Zahodno nad Olimjem, kjer je pod strmim dolomitnim pobočjem več izvirkov, najdemo precej lehnjaka. Tudi na nekaterih drugih mestih najdemo še nekaj teh usedlin, ki jih Dregger (1920, 32) prišteva k diluviju.

Aluvij zastopajo naplavine ob vodotokih po dolinah, deloma plazine po pobočjih, ki so recentne.

## Magmatske kamenine

Prodornine prekrivajo precejšen del jugovzhodne Rudnice. Med Sodno vasjo in Kokotinjekom je sorazmerno dolg, strnjen pas magmatskih kamenin v celoti zastopan s tufskimi različki. Med večinomna skrilavimi pa tudi kompaktnimi tufi najdemo le izjemno prodornine v obliki tankih žil. V srednjem in zahodnem delu Rudnice je še nekaj osamljenih tufskih otokov. Magmatske kamenine nastopajo skupno s psevdoziljskimi plastmi. V zgornjem delu psevdoziljskega horizonta se pojavlja med skrilavci vedno več tufskih skrilavcev, pietre verde in kompaktnih tufov. Dva debela konkordantna tufska horizonta opazamo zlasti v grapah severno od Olimja. Omejitev psevdoziljskih skrilavih usedlin in tufov je bila pri kartiranju marsikod otežkočena zaradi zveznega prehajanja oziroma vključkov tufskih primesi. Prodornine so nedvomno vezane na wengenski psevdoziljski horizont.

Prodornine so sivkasto zelene ter vsebujejo svetle vtrošnike glincev in temna zrna avgita oziroma klorita. Makroskopsko jih večinoma težko ločimo od različnih tufov. Hinterlechnerjeva je pod mikroskopom preiskala 13 vzorcev. Poleg litoidnih in kristalastih tufov je določila tudi avgitni porfirizit z najdišča severno od kote 452 nad Podčetrtnikom.

V kamenini s porfirsko strukturo so v mikrokristalasti osnovi vtrošniki glincev in avgita. Tako osnova kot vtrošniki so že znatno izpremenjeni. Mandlje v kamenini zapolnjujeta drobnozrnat kremen in kalcit, ki ju obdaja običajno pas sferolitnega klorita. Ostali vzorci z navedenega mesta in od drugod so bili določeni kot tufi avgitnega porfirita. V preiskanih zrnih niha sestav plagioklazov v zelo širokih mejah.

Prvotno domnevo, da nekaj preiskanih vzorcev pripada tudi tufom bolj kislilnih kamenin, mogoče kremenovega keratofira, je ovrgla kemična analiza enega izmed problematičnih vzorcev. Pri preračunu procentualnega kemičnega sestava na normativni mineralni sestav po metodi CIPW je bila dobljena formula  $II\ 535$ , ki določa kamenino kot različek dioritne magme.

Dva izrazita tufska horizonta dokazujeta vsaj dve erupcijski fazi. Izbruhi so dali pretežno tufski material ter le malo avgitnega porfirita. Erupcije so morale biti predvsem plinske ter glede na mandljasto teksturo in najožjo zvezo tufov z morskimi usedlinami podvodne. V nasprotju z razmerami v srednjem oziroma vzhodnem delu psevdoziljskega pasu Trojanske antiklinale okrog Laškega so prodornine na Rudnici predvidoma enotne. Zahodno od Savinje pripadajo namreč wengenske prodornine kremenovemu keratofiru (Munda, 1953, 43). Pri Laškem najdemo poleg njih že avgitne porfirite (Hamrla, 1954), na širšem področju Štajerske (južno od Štor, Rudnica, Bohor) pa prevladuje avgitni porfirizit.

Zaradi tufskega značaja prodornin ne opazimo nikjer na okolnih kameninah močnejših sledov termične metamorfoze. Drobnokristalast, svetel dolomit kaže ob kontaktu s tufi ponekod bolj groba zrna, kar bi utegnilo biti posledica povišane temperature. Nekoliko kristalaste apnene skrilavce najdemo mestoma tudi med psevdoziljskimi plastmi v bližini tufov. Pač pa opazamo metamorfozo kamenin, ki je nastopila kot posledica



hidrotermalne dejavnosti v tem predelu med erupcijami in pozneje. Na periferiji eruptivnega masiva so precej pogostni rjavkastordeči silificirani tufi. Tufske kamenine so mestoma po neštetihi razpokah prepredene z žilami epidota.

Glavni pojav, ki očituje hidrotermalno delovanje v območju Rudnice, je lokalna mineralizacija prvenstveno z železovimi minerali. Rudne raztopine so kamenine metasomatsko metamorfozirale, deloma po razpokah odložile prvotne minerale, ki so več ali manj prešli v sekundarne produkte. Pojavi silifikacije, epidotizacije in mineralizacije v glavnem z železovimi, pa tudi manganovimi in s svinčevimi minerali, so sorodni ter genetično vezani večinoma na posteruptivni hidrotermalni ciklus.

### **Tektonska zgradba Rudnice**

Rudnica je tektonsko močno dislocirana. Nedvomno so k porušenosti mnogo doprinesle erupcije.

Kljub temu moremo v triadnem kompleksu Rudnice zaslediti antiklinalno zgradbo. Čeprav se lega plasti menjava, vpadajo skladi na južnem pobočju v splošnem proti jugu, na severnem pa proti severu. Ob južnem robu triadne Rudnice nastopa anizični dolomit, ki ga razločno prekrivajo sedimenti psevdoziljskega horizonta. Na severni polovici Rudnice leži na psevdoziljskih skladih pretežno svetel dolomit. Tu in tam najdemo dolomit tudi pod psevdoziljskimi plastmi, tako da ni izključena njegova anizična starost. Izključeno pa tudi ni, da je pri zelo razgibani tektoniki del sedimentov lokalno v inverznem položaju. Južno antiklinalno krilo je torej na Rudnici v primeri s severnim močneje denudirano.

Tudi območje Žusma, ki je v širšem zahodni del triadnega otoka Rudnice, nakazuje antiklinalno zgradbo. Psevdoziljske plasti se pojavljajo pretežno ob vznožju pobočij, deloma zaradi tektonskih vzrokov segajo tudi precej visoko po pobočjih. Svetel dolomit jih razločno prekriva. Na njem dobimo ostanke mlajših plasti, ki so predvidoma ekvivalent rabeljskih skladov. Le-ti so ohranjeni na Žusmu v južnem antiklinalnem krilu, pri Loki v severnem.

Kljub antiklinalni zasnovi Rudnice je možno, da je bil celotni masiv v mlajšem času ob vzdolžnih prelomih tudi dvignjen kot tektonski hrbet. Na triadnem obrobju opazamo strma pobočja, ki gornjo domnevo podpirajo. K osvetlitvi tega vprašanja bi doprinesel tudi podroben študij terciarja ob obrobju. Zahodno od Podčetrtka najdemo nekaj reliktoev mladih peščenih plasti precej visoko na pobočju, vendar to še ni dokaz za dviganje, ker te in še večje višine doseže terciar južno in severno od Rudnice.

Mlajša tektonska premikanja na Rudnici so bila prvenstveno radialna. Medsebojne razlike v legi plasti so posledica vertikalnih premikov, kar opredeljuje področje k disjunktivnemu tipu dislokacije. Izrazita vzdolžna dislokacija na grebenu severno od cerkve Na pesku, kjer je anizični dolomit domnevo lokalno narinjen na psevdoziljske plasti, je edino mesto, ki kaže na delovanje pritiska v severni smeri. Drugo zanimivo mesto, ki bi utegnilo nakazovati delovanje tangencialnih sil, je za gradom

v Olimju, kjer so blago nagnjene plasti oligocenske sivice razločno prekrite s tufi. Položaj kompaktnih tufov na terciarnih usedlinah moremo tolmačiti, bodisi da so tufi mlajši od oligocenske sivice, bodisi da so starejši in so prišli v ta položaj pod vplivom tangencialnih sil ali pa zaradi plazov (podora) ali drugih vzrokov. Teren je zaradi preraščenosti nepregleden. Makroskopski videz tufov je podoben ostalim wengenskim tufom. Sledov tangencialnega premikanja v bližini ne opazimo, poleg tega sivica ne kaže nobenih porušitev. Zato je možnost plazov ali podora še najbolj verjetna.

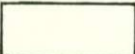


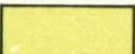
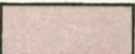
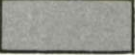


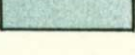









Celotno območje Rudnice prepredajo prelomi različnih smeri. Najbolj jasni med njimi so vrisani v geološki karti. Najčešča smer dislokacij je približno severozahod—jugovzhod; ugotovljena je bila razen na površini tudi v vseh dostopnih jamskih zgradbah. Ta smer prevladuje vsaj v jugovzhodnem delu Rudnice, kjer so najmočnejši znaki mineralizacije. V ostalem opazimo prelome pretežno v smeri sever—jug ter severovzhod—jugozahod.

Termalni vreli dokazujejo, da segajo nekatere dislokacije precej globoko in še danes komunicirajo z globino. V tesni ob Sotli ima izvir na slovenski strani stalno temperaturo 25° C. Pojavlja se v aluviju tik pod dolomitnim pobočjem v bližini kontakta s psevdofiljskimi plastmi. Na hrvaški strani priteka termalna voda iz ozke razpoke v dolomitu v količini okrog 1 lit/sek ter ima stalno temperaturo 32° C. Termalni izviri z 18° C se je pojavil tudi na vrtni 1/48, iz katere voda še danes izteka v znatni količini. Zollikofer (1861/62, 365) navaja termo z 12° C tudi južno od Žusma. Še bolj kot termalni vreli kažejo na globinsko komunikacijo mineralne raztopine, ki so povzročile lokalno mineralizacijo kamenin.

Glede starosti tektonskih premikov nimamo dosti podatkov. Vse triadne kamenine so porušene v precej enaki meri. Tektonska aktivnost pade v dobo po odlaganju najmlajših sedimentov, ki so, kakor se zdi, ekvivalent rabeljskih skladov. Oligocenske apnenolaporaste plasti so bile pred transgresijo miocena že močno dislocirane. Orogenetska aktivnost pa se je ponovila še po sedimentaciji miocenskih klastičnih usedlin. Na več mestih opazujemo, da vpadajo te plasti proti podlagi, na katero bi morale sicer nalegati.

#### **Nekaj podatkov v zvezi z rudarjenjem v preteklosti**

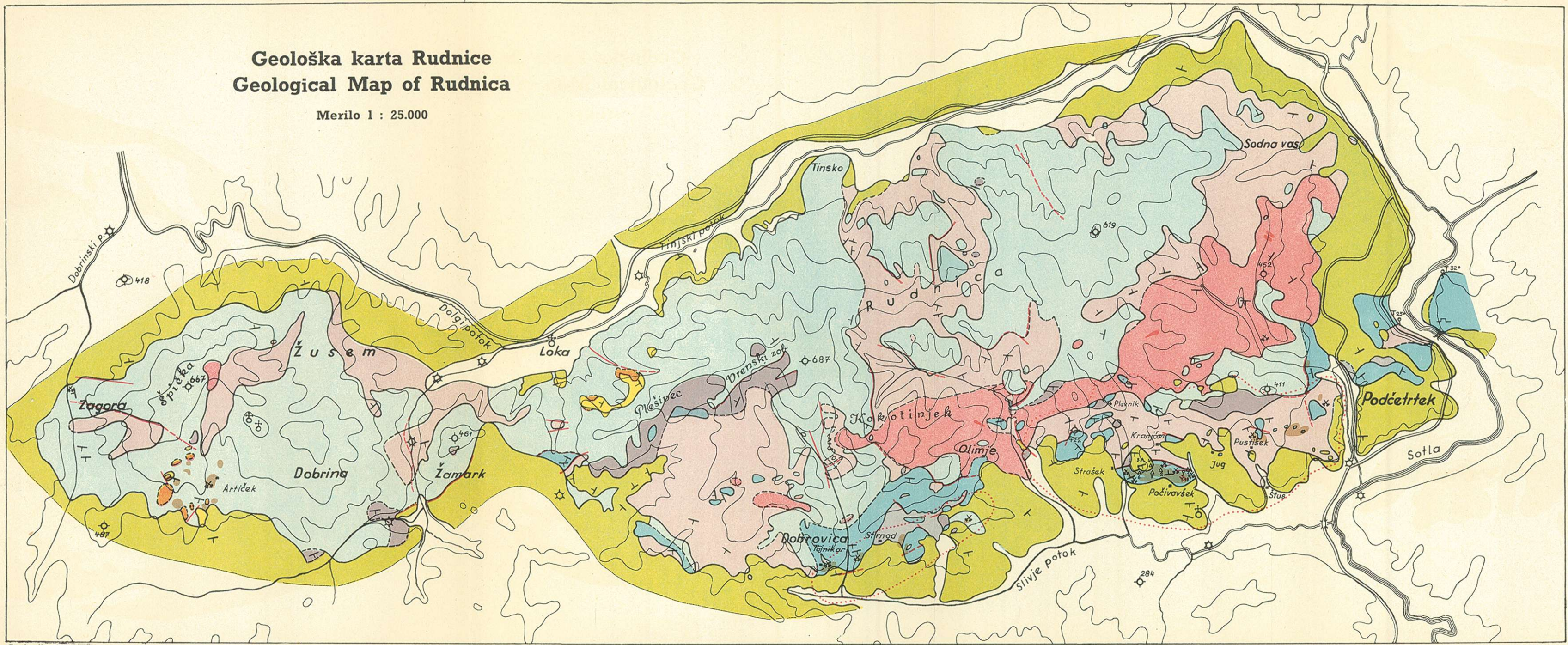
Rudarjenje na Štajerskem sega menda v najstarejše čase. Železno rudo so v preteklosti kopali okoli Št. Ruperta, Št. Vida, Pilštajna in Planine. V letu 1812 je bil postavljen plavž v Podlogu med Planino in Pilštajnom, kjer so topili železno rudo s 30—36 % železa. Prvotno so polnili plavž z rudo, ki so jo kopali v bližini. Po letu 1826 je plavž predeloval rudo iz okolice Podčetrtka ter le deloma še iz odkopov južno od Podloga. Rudišče v Podčetrtku je bilo v letu 1870 odprto s tremi rovi. Čok limonita je padal pod kotom 70° proti vzhodu. Rudno telo je bilo odkrito v dolžini 117 m ter višini 42 m. Navzdol je postajala ruda jalovinasta. Zaposlenih je bilo okrog 10 rudarjev, produkcija pa je znašala v letu 1875 približno 15.000 centov letno.

		Holocen Holocene	Dolinske naplavine Valley alluvium
		Terciar Tertiary	Laporji, gline, peski, peščenjaki, konglomerati Marls, clays, sands, sandstones, conglomerates
Triada — Triassic	Karnij Carnian		Glinasti skrilavci, breče, silificiran dolomit Clayey shales, breccias, silicified dolomite
			Raznobarvni apnenci z roženci Variously coloured limestones with chert
	Ladin Ladinian		Glinasti, apneni in tufski skrilavci, peščenjaki, pietra verde Clayey, calcareous and tuffaceous shales, sandstones, pietra verde
			Temni apnenci Dark limestones
			Avgitni porfirit med tufi Augite porphyrite in tuffs
			Tufi avgitnega porfirita, rogovci Augite-porphyrinite-tuffs, hornstones
			Dolomiti Dolomites
	Aniz Anisian		Dolomiti Dolomites
			Površinska limonitizacija Superficial limonitisation
			Vpad plasti — Strike and dip of strata
		Prelom — Fault	
		Domneven prelom — Supposed fault	
		Opuščen rov — Abandoned adit	
		Meja magnetne izmere — The limit of magnetic survey	
		Vrtine — Boreholes	
		Kamnolom — Quarry	



**Geološka karta Rudnice**  
**Geological Map of Rudnica**

Merilo 1 : 25.000





Zollikofer (1861/62, 362) omenja pojave železove rude med »ziljskimi« skrilavci in »gutensteinskimi« apnenci vzdolž celotnega triadnega masiva vse do Krapine. Ker so bila nahajališča v glavnem le revna, so bila številna sledilna dela brezuspešna z izjemo nahajališča pri Olimju. Za plavž v Podlogu so mešali 50 %-ni limonit z železnato prikamenino; tako so dobili rudo s povprečno vsebino železa okrog 30 %.

Več podatkov daje Aigner (1907). Glavni rov rudnika v Podčetrtku je potekal skozi skrilavce, ruda pa je nastopala v železnati prikamenini. Zgornji, Jožefov rov je nedaleč od površine zadel na bogat limonit. Rudna telesa so bila v začetku brez prave oblike, dalje pa bolj pravilna ter so vpadala proti jugu. S prečnikom v talnino so našli tri vzporedna rudna telesa. Skupna debelina bogate rude je znašala 10 m. Nekoliko niže pa so namesto limonita nastopala že gnezda siderita ter tudi pirita. Rudišče je imelo obliko leče z dolžino 146 m ter višino 60 m. Plasti prikamenine so vpadale proti severu pod kotom 70°. Proti jugu je bila kamenina vedno manj železnata.

Okrog 500 m vzhodno od teh del je opisal Aigner še rudarska dela pri Žerjavu v približno enakih kameninah. Nedvomno so to dela pri Pustišku, ki so še danes dostopna. Sideritna kamenina je bila tam porazdeljena brez reda v prikamenini. Ob talnini je bil 1 do 2 m debel sloj limonita, ki pa se smerno ni nadaljeval. Po številnih izdankih železnate kamenine ter slabe rude je sklepal avtor na precej velik obseg rudišča. Menil je, da so limoniti z vsebino 40—50 % železa na meji »karbona« ter triade nastali najbrž iz siderita.

Rudnik v Olimju je obratoval še leta 1894. Ob koncu stoletja je delo prenehalo. Rudnik je produciral v preteklem stoletju letno 1500—2000 ton rude.

Sledove starega rudarskega udejstvovanja najdemo samo na južnem vnožju Rudnice. Poleg sledov eksploatacijskih del opazamo na številnih mestih tudi kratke raziskovalne rove.

### Raziskovalna dela med letom 1947 in 1950

Na predpostavki, da rudarsko udejstvovanje v tem okolišu ni prenehalo zaradi pomanjkanja substance ter da bi bilo mogoče odkriti še nekaj rude, prvenstveno siderita, ki ga stari rudarji niso odkopavali, je Železarna Štore jeseni leta 1947 pričela raziskovati najožje območje nekdanjega rudnika. Kuščer je izdelal geološko karto v merilu 1:25.000, Vodušek pa je izmeril vertikalno magnetno intenziteto. Istočasno so očistili nekaj starih rogov, izkopali nekaj novih rogov ter izvrtali 6 raziskovalnih vrtn v skupni globini 1305 m. Raziskave niso dale pričakovanega uspeha. Zato je bilo raziskovalno delo v avgustu leta 1950 ustavljeno.

V zvezi s temi deli je podal kratko mnenje o rudišču Duhovnik (1948). Domneval je, da mora biti siderit — kolikor nastopa — popolnoma neenakomerno porazdeljen po dolomitu v obliki leč ali nepravilnih blokov vzdolž kontakta s psevdofiljskim skrilavcem. Siderit naj bi bil produkt metasomatoze dolomita ali prej odolomitnega apnenca.

## Vrtine

Situacije vrtin so razvidne iz geološke karte v prilogi. Podatki vrtin so tu in tam pomanjkljivi. Navedene višine pri vrtinah so približne ter podane glede na gladino potoka pri vrtini št. 1.

Vrtina 1/48: višina + 2 m

8,50	8,50	nasip
21,00	12,50	peščenjak
45,80	24,80	apnenec
145,00	99,20	dolomit
147,50	2,50	skrilavec
265,10	117,60	apnenec
293,60	28,50	skrilavec

Peščenjak in apnenec v zgornjem delu vrtine pripadata psevdosiljskim plastem, dolomit pod njima anizu. Če je položaj normalen, potem morajo biti spodnji apneneci in skrilavci enako anizične starosti. Na globini 27 m je bil vdor termalne vode v količini 850 lit/min. Voda teče iz vrtine še danes s stalno temperaturo 18° C.

Vrtina 2/48: višina + 81 m.

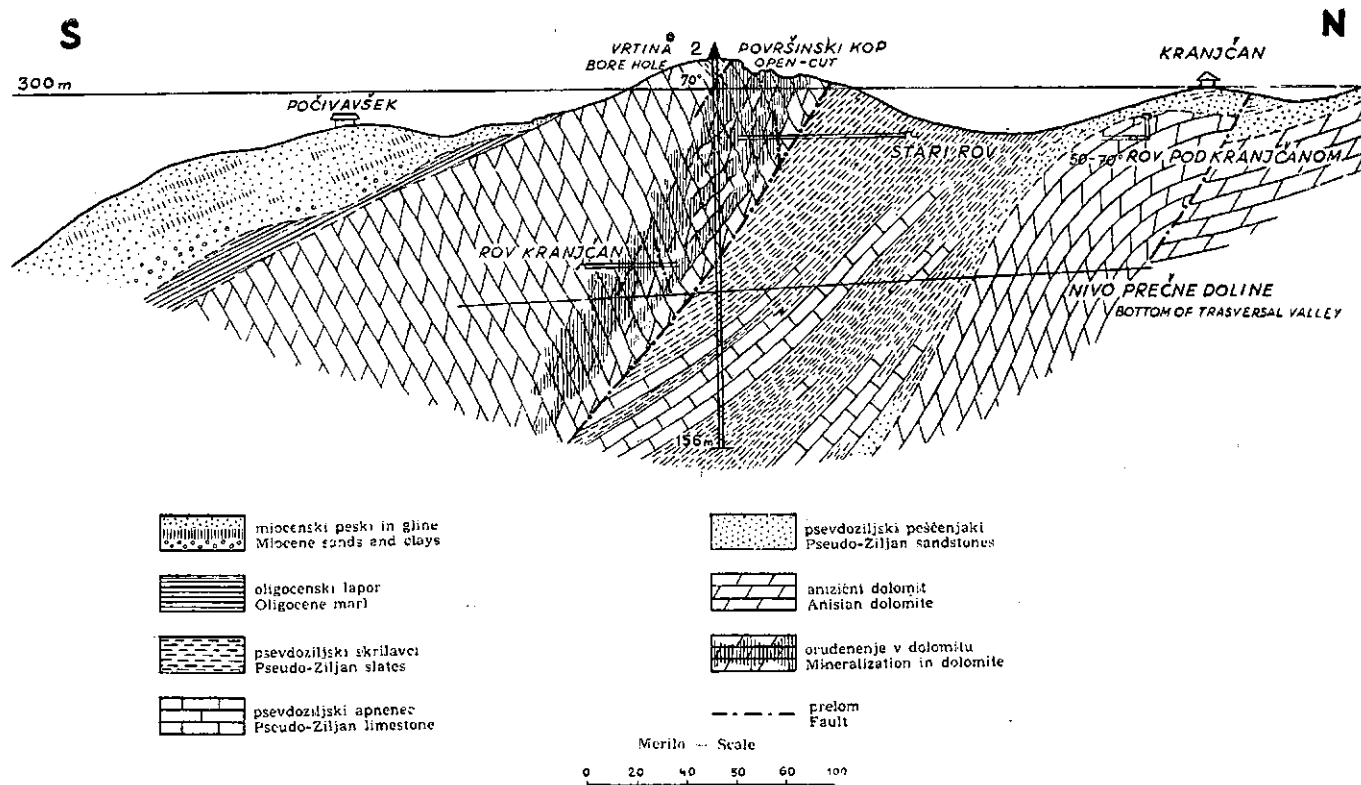
Vrtina je bila locirana na vrhu grebena nad starimi rudarskimi deli na mestu maksimalne magnetne anomalije.

10,00	10,00	skrilavec s sledovi siderita
32,50	22,50	prazen prostor (izguba izplake)
46,50	14,00	dolomit s sledovi siderita
54,00	7,50	sledovi limonita
61,80	7,80	dolomit
68,20	6,40	dolomit s sledovi siderita
85,40	17,20	dolomit
111,30	25,90	skrilavec
116,40	5,10	apnenec
117,70	1,30	dolomit
140,00	22,30	apnenec
156,90	16,90	skrilavec

V zgornjem delu je vrtina potekala vsekakor skozi več ali manj orudenjene in odkopane dele v dolomitu. Na globini 85,40 m se pričinja psevdosiljski horizont.

Vrtina 3/49: višina + 82,5 m

5,00	5,00	glina
7,30	2,30	peščena glina
28,00	20,70	glina
29,00	1,00	limonit
40,50	11,50	apnenec



12. sl. Profil skozi vrtino 2 in površinski kop  
Fig. 12. Cross section through the borehole Nr. 2 and open-cut



61,70	21,20	svetlordeč peščenjak
80,50	18,80	trd, siv peščenjak z vložki kremenca
104,00	23,50	trd apnenec z vložki kremenca
109,00	5,00	skrilavec
137,00	28,00	trd apnenec
138,55	1,55	skrilavec (staro delo)

Vrtina je potekala do globine 28 m v terciarnih sedimentih, nato pa do dna v psevdofiljskih plasteh. Na večje orudenjenje vrtina ni zadela, ker je bila zastavljena v severnem krilu prelomnice. Limonitna žila na globini 29 m je imela sestav: 44,8 % Fe, 12,9 % SiO<sub>2</sub>. Ni verjetno, da so na globini 138 m zadeli na staro delo, ker stara rudarska dela te globine niso dosegla.

Vrtina 4/49: višina + 83,5 m

6,70	6,70	terciarna glina
14,00	7,30	psevdofiljski skrilavec
16,50	2,50	močno limonitiziran ankerit
19,00	2,50	siv, drobnozrnat ankerit
19,60	0,60	limonitiziran ankerit
24,60	5,00	siv, drobnozrnat ankerit
35,00	10,40	rjav, mestoma siv ankerit
40,00	5,00	siv ankerit
43,00	3,00	bel in svetlosiv dolomit
60,00	17,00	svetlosiv dolomit
64,30	4,30	bel dolomit
75,40	11,10	srednjezrnat peščenjak
88,00	12,60	skrilavec
92,00	4,00	drobnozrnat peščenjak
105,00	13,00	skrilavec
189,00	84,00	temnosiv apnenec z belimi kalcitnimi žilicami
300,60	111,60	temnosiv dolomit z belimi dolomitnimi žilicami

Z izjemo prav vrhnjega dela je vrtina potekala do globine 64,30 m v deloma orudenelem dolomitu, dalje do 189 m v psevdofiljskem horizontu, pod katerim je temnosiv anizični dolomit.

Vrtina 5/49—50: višina + 72 m.

Vrtina je bila zastavljena v območju najmočnejših magnetnih anomalij.

0,50	0,50	nasip
3,50	3,00	rjava okra
11,00	7,50	oksidiran ankerit
15,00	4,00	ankerit, deloma oksidiran
42,00	27,00	oksidiran ankerit
48,00	6,00	siv, drobnozrnat ankerit
50,95	2,95	ankerit, delno oksidiran, z mnogo markazita

51,25	0,33	siv ankerit z mnogo markazita
52,30	1,05	oksidiran ankerit z markazitom
52,50	0,20	siv ankerit z markazitom
54,00	1,50	siv ankerit z malo markazita
55,50	1,50	ankerit, delno oksidiran
58,35	2,85	oksidiran ankerit
79,00	20,65	dolomit
116,95	37,95	peščenjak
123,75	6,80	skrilavec
171,00	47,25	apnenec
181,70	10,70	skrilavec
247,20	65,50	apnenec

Do globine 79 m je v vrtini limonitiziran ankerit, pod njim pa psevdoziljski horizont.

Vrtina 6/50: višina + 65,6 m

3,40	3,40	glina
4,60	1,20	apnenec
6,80	2,20	dolomit
12,50	5,70	apnenec
18,00	5,50	železnat apnenec
33,00	15,00	apnenec
48,70	15,70	dolomit
49,00	0,30	peščenjak
50,50	1,50	skrilavec
168,50	118,00	apnenec

Glede na površinske geološke razmere ter po analogiji z ostalimi vrtinami je do globine 48,70 m potekala vrtina predvidoma v mineraliziranem dolomitu ter so podatki o sestavu jeder zelo verjetno netočni. Spodnji del vrtine pripada psevdoziljskemu horizontu.

Iz podatkov vrtin in površinske geologije sledi, da je prelomnica med dolomitom in psevdoziljskimi plastmi usmerjena strmo proti jugu. Od vrtin sta bili št. 1 in št. 3 vrtani v severnem krilu prelomnice ter nista zadeli na mineraliziran dolomit. Ostale vrtine so prevrtale samo zgornje dele dolomitnega krila ob prelomnici ter našle limonitizirane, deloma že odkopane cone. Neuspeh vrtanja je delno tudi posledica napačnega tolmačenja strukture rudišča, ko se je domnevalo, da vpada rudišče proti severu. Vrtine niso bile v celoti strokovno spremljane ter je tako izostalo prav gotovo precej podatkov.

Iz vrtine št. 5 so bili analizirani trije vzorci na vsebino železa. Pokazali so ankeritno in ne sideritne narave karbonatov:

Vzorec	globina	Fe
št. 1	40 m	17,11 %
št. 2	41 m	3,12 %
št. 3	12—14 m	13,7 %

## Jamska dela

Na površini najdemo na številnih mestih v dolomitu limonitizirane rumene cone. Na vseh teh mestih vsebuje dolomit večjo ali manjšo primes železa ter prehaja v ankerit. Večinoma povsod tam najdemo tudi sledove starih raziskovalnih del. Stara jamska rudarska dela danes niso več dostopna. Opazujemo le mnogo zasutih rogov.

Od rogov, ki so bili izkopani ali očiščeni med letom 1948 in 1950, jih je nekaj še dostopnih. Pri vrtini št. 1 so izkopali raziskovalni rov proti zahodu. Bil je dolg okrog 60 m (100 m) ter je potekal v celoti po psevdoziljskih plasteh. Iz njega so nameravali preiskovati s prečniki. Rov je zasut.

Rov Kranjčan leži okrog 40 m južno od vrtine št. 1. Z njim so nameravali priti pod stara dela. Danes je še deloma dostopen ter je bil kartiran. Rov poteka v mestoma močno porušenem ter limonitiziranem dolomitu. Tu in tam se pojavlja ankerit; mestoma so našli tudi grobokristalast siderit. Plasti vpadajo proti severozahodu pod srednjim tokom. Srednji del rova je močno porušen. V okraštih limonitizirani kamenini najdemo še prvotni pirit. Na tem mestu so odkopali okrog 1 m debelo lečo grobokristalastega siderita. Leča se je po dolžini hitro izklínila; s kratkim jaškom pa so jo sledili le okrog 3 m globoko. Levi podaljšek rova je zadel na prelom v smeri okrog  $140^{\circ}$ , ob katerem meji limonitiziran dolomit na psevdoziljske skrilačce. Vpad prelomnice je skoraj navpičen. Desni podaljšek rova je v limonitiziranem dolomitu ob prelomu v smeri 105/75 zarušen.

Više na pobočju so zastavili rov, ki je po 10 m zadel v tleh na staro delo. V začetku rova je limonitiziran dolomit, ki preide vzdolž prelomnice v smeri 240/80 v porušeno, brečasto in popolnoma hidrotermalno spremenjeno okrasto kamenino z vmesnimi redkimi žilicami kompaktnega limonita. Nad tem rovom sta po nekaj metrih dostopna še dva stara rova v železnatem dolomitu. Oba sta bila pred 5 leti nekoliko očiščena na ustju.

Stari rov pod kmetijo Kranjčan je zastavljen v dolomitu z vložki temnega glinastega skrilačca ter ne kaže nobenih sledov orudenjenja. Z okrog 10 m visokim jaškom so zadeli že na psevdoziljske skrilačce v krovu dolomita.

Rova v grapi pod Straškom potekata po temnosivem, tektonsko zdrobljenem dolomitu z jasno plastovitostjo. Dolomit je mestoma brečast in ob prelomih porušen. Nekatere tanke plasti vsebujejo drobnozrnat ankerit. V sredini levega rova je v precej limonitiziranem pasu 8 cm debela žila ankerita (vzorec B<sub>1</sub>), 10 cm pod njo še ena tanjša žila. Smer žil se ujema s smerjo različne plastovitosti kamenine. Niže nad izhodom iz grape je še star, kratek rov v limonitiziranem dolomitu.

Rov pri Pustišku je največja dostopna jamska zgradba. Leta 1947 je bil deloma očiščen, na novo pa je bil izkopen del desnega odcepa rova. Poteka po dolomitu oziroma ankeritu, ki je večinoma porušen, brečast ter limonitiziran. Z vložki rjavkastih, nekoliko laporastih skrilačcev je strma plastovitost proti jugovzhodu jasno podana. Smer tektonske prepokanosti je različna. Kamenina je zlasti močno limonitizirana v bližini

prelomov. Dolomitno-ankeritna limonitizirana kamenina meji ob prelomnici v smeri  $110^{\circ}$  s strmim južnim vpadom na psevdofiljske skrilavce oziroma peščenjake ter je ob kontaktu zdrobljena in glinasta. Prazni prostori v smeri slemenitve nakazujejo nekdanja odkopna dela. V stropu najdemo še tanke žile limonita poleg rude v dveh manjših varnostnih stebrih. Smer limonitnih žil sovpada s smerjo plastovitosti. Ruda je porozen limonit ter je precej ostro omejena od železnate prikamenine. Desni odcep prečka limonitizirane, porušene in mestoma nekoliko glinaste cone dolomitno-ankeritne kamenine. Tudi ta odcep doseže prelomnico ter se konča v sivem, tufskem, kremenovem peščenjaku. Levi odcep poteka po močno porušeni limonitizirani kamenini ter je večinoma zasut. V tej jami smo mogli v varnostnih stebrih vzeti vzorec limonitne rude, ki so jo svoj čas odkopavali.

Rov pri hiši Amon (pri Kobaletu) nad Podčetrtkom je potekal nekaj metrov v dolomitu, ki tu izdanja izpod psevdofiljskih plasti.

Okrog 200 m severovzhodno od rova pri Pustišku kažejo terenske oblike na star odval. V veliki golici v bližini, široki 3 m in visoki okrog 2 m, opazimo v dobro plastoviti dolomitno-ankeritni kamenini z nekaj skrilavimi vložki lečaste vključke limonita. Izdanek z vpadom  $40/25-30$  se pojavlja sredi psevdofiljskih skrilavcev in peščenjakov, ki so tudi na površini precej železnati.

Zahodno od Olimja najdemo tudi nekaj sledov kratkih raziskovalnih rovov. Pri kmetiji Tajnikar je star, zasut rov. V kupih izkopanine iz tega rova najdemo železnate kamenine in nekaj dolomita. Limonitiziran dolomit oziroma ankerit opazimo tudi v bližini, v Tajnikarjevem vinogradu. Stari ljudje so bajé pripovedovali, da so iz rova vozili rudo.

### Merjenje vertikalne magnetne intenzitete

Na vznožju jugovzhodne Rudnice smo merili tudi vertikalno magnetno intenziteto. Magnetno izmero smo izvedli z gosto postavljenimi stališči (20—50 m) z natančnostjo  $3-5 \gamma$  in dobili jasne viške v območju tufov. Na dolomitnem terenu so vrednosti najmanjše. Nekoliko povišane vrednosti z lokalnimi viški smo dobili tudi na ozemlju, kjer je triada pokrita s terciarjem. Ostalo področje karakterizirajo številni majhni viški; nekateri dosežejo nekaj desetlin  $\gamma$ . Pas povišanih vrednosti se vleče nekako od Štorberja v smeri  $130^{\circ}$  preko grebena severno od cerkve Na pesku z dvema nizoma linearno razporejenih lokalnih viškov. Ti dosežejo največje vrednosti do  $120 \gamma$  v območju starih rudarskih del. Ta cona se v podaljšku javlja z lokalnimi viški do  $70 \gamma$  v terciarni oziroma aluvialni dolini južno od Juga ter še bolj v vzhodnejši dolini južno od Štusa. Vprašanje je, ali je povišanim vrednostim magnetne intenzitete v depresijah vzrok manjša oddaljenost morebitnega rudnega telesa ali pa koncentracija železnatega in magmatskega materiala v dolinskem aluviju? Lokalni višek do  $100 \gamma$  se pojavlja tudi severno od Drogenika, kjer opazujemo limonitizirane psevdofiljske plasti na sorazmerno majhni površini ter enako tudi zahodno od Pustiška.

Zahodno od kote 411 kažeta dva lokalna slaba viška na koncentracijo limonitnega materiala v terciarnih sedimentih.

Pri Pustišku smo dobili lokalne viške jugovzhodno od starih del. Slede smeri plastovitosti, po kateri je bilo tu opazovano orudenenje. Anomalije velikosti 90  $\gamma$  tudi ob severnem in zahodnem kontaktu dolomitnega »otoka« nad Lipovšekom. Nizke anomalije na južnem pobočju kote 441 so deloma linearno razporejene v smeri severovzhod—jugozahod, ki se predvidoma ujema s smerjo plastovitosti. Anomalijo južno od Olimja povzroča verjetno aluvialni prod magmatskih kamenin.

Zahodno od Olimja smo dobili le nekaj slabših anomalij, ki večinoma sovpadajo s siromašnimi površinskimi limonitizacijami.

V splošnem smo dobili anomalije nekaj desetina  $\gamma$  tam, kjer že površinsko opazujemo limonitizacije. Pomembnejših viškov, ki bi kazali nove zanimive cone, razen že geološko predvidenih, nismo ugotovili.

### Rudni pojavi

Opazovanje površinskih indikacij in znakov orudenenja je bilo med glavnimi nalogami kartiranja. Ugotovili smo naslednje vrste mineralizacij:

1. Metasomatsko nadomeščanje dolomita vzdolž porušeni con pod vplivom železnatih raztopin. Zaradi domnevne slabe koncentracije raztopin in slabe topljivosti dolomita je prišlo večinoma le do delnega nadomeščanja, pri čemer je nastajal v glavnem ankerit ter le deloma siderit. V površinskem oksidacijskem pasu so prvotni minerali prešli v porozen limonit ali okrasto kamenino. Poleg železovih mineralov nastopajo tudi sledovi galenita, razen tega se pojavlja še aragonit.

2. Limonitizacija železovih sulfidov, pirita in markazita v različnih tektonsko porušeni kameninah. Limonit je drugotni produkt prvotnih sulfidov, ki jih še često najdemo v obliki posameznih kristalov ali drobnih žilic in impregnacij. Limonitizirani so tako dolomiti kot psevdoziljski skrilavci, peščenjaki in tufi.

3. Rdečkasti rogovci so produkt silifikacije pretežno apnenih in tufskih kamenin ter vsebujejo nekaj hematita in drugih železovih oksidov. Pojave železnatih rogovcev opazamo v glavnem le na obrobju eruptivnih tufskih kamenin.

4. Metasomatsko nadomeščanje in intenzivna silifikacija dolomita ob kontaktu s predvidoma rabeljskimi skrilavci in apnenci ter pojav manganovih in železovih mineralov.

5. Drobne žilice galenita s piritom v dolomitu.

6. Koncentracija limonita v osnovi terciarnih peščenokonglomeratnih različkov. Prvotni limonit v lepilu klastičnih kamenin je izluževala ter koncentrirala voda v spodnjem delu precej poroznih sedimentov.

Pod točko 1 navedeni pojavi mineralizacije so najvažnejši. Povzemimo vse podatke in ugotovitve v zvezi s tem orudenenjem. Jugovzhodno

**Geologija Rudnice s posebnim ozirom na rudne pojave**  
**Geology of Rudnica with special regard to some ore-occurrences**

1. slika

Rudnica — Vz. F<sub>5</sub>, 125 ×; prebojna svetloba. Idiomorfná zrna kremená v sideritu. Na meji obeh in delno v kremenu drobna zrnca pirita (črno).

Fig. 1.

Rudnica — 125 ×; transmitted light. Idiomorphic grains of quartz in siderite. Small pyrite grains along the border of both and in quartz too.

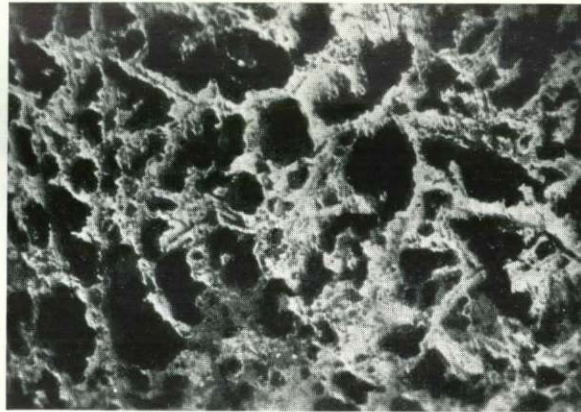


2. slika

Rudnica — Vz. A, 275 ×; glicerinska imerzija. Mrežasta struktura limonitne rude. Prevladuje goethit.

Fig. 2.

Rudnica — 275 ×; glyc. immersion. Gridlike structure of limonitic ore. Goethite predominates.

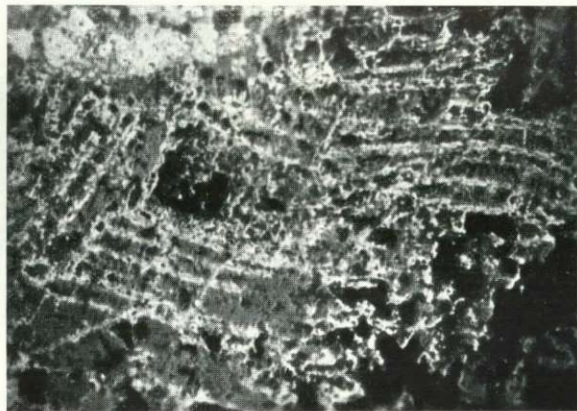


3. slika

Rudnica — Vz. A<sub>1</sub>, 275 ×, glicerinska imerzija. Porozna limonitna ruda. Zelezovi minerali so usmerjeni glede na strukturo prvotnih kristalov karbonata.

Fig. 3.

Rudnica — 275 ×, glyc. immersion. Porous limonitic ore. The position of iron mineral-grains is related to the former structure of carbonate crystals.





4. slika

Rudnica — Vz. II, 53, 275 ×, glicerinska umerzija. Idiomorfna zrna in drobna disperzija hematita v kremenu.

Fig. 4.

Rudnica — 275 ×, glyc. immersion. Idiomorphic grains and fine dispersion of hematite in quartz.

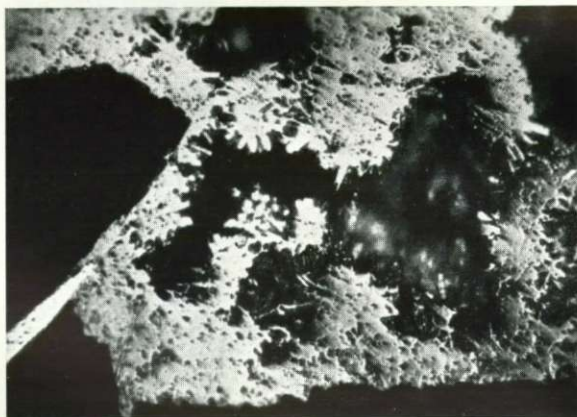


5. slika

Rudnica — Vz. F<sub>4</sub>, 275 ×, glicerinska umerzija. Mikrokristalast goethit v kremenasti osnovi. Levo spodaj podolgovato zrno hematita.

Fig. 5.

Rudnica — 275 ×, glyc. immersion. Microcrystalline goethite in a matrix of quartz. Bottom left an oblong grain of hematite.

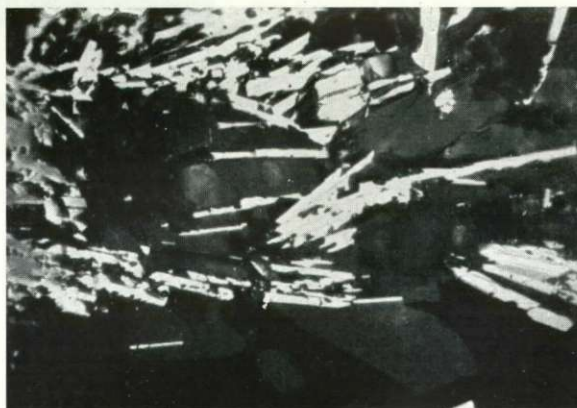


6. slika

Bohor — Vz. X, 275 ×, glicerinska umerzija. Hematit v osnovi kremenca (črno) in epidota (temnosivo).

Fig. 6.

Bohor — 275 ×, glyc. immersion. Hematite in a matrix of quartz (black) and epidote (dark gray).



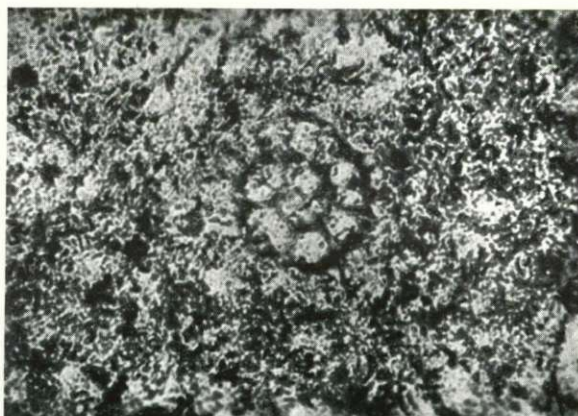


7. slika

Rudnica-Zusem — Vz. F<sub>3</sub>. 275 ×, prebojna svetloba. Obrisi foraminifere v silificirani kamenini.

Fig. 7.

Rudnica-Zusem — 275 ×, transmitted light. The traces of foraminifera in silicified rock.



8. slika

Rudnica-Zusem — Vz. Up., 65 ×, prebojna svetloba. Brečasta struktura manganove rude; drobnozrnata kremenasta kamenina (svetlo) v osnovi manganovih mineralov (črno).

Fig. 8.

Rudnica-Zusem — 65 ×, transmitted light. The brecciated structure of manganese ore; fine-grained silicified rock (bright) in a matrix of manganese minerals (black).



9. slika

Rudnica-Zusem — Vz. U<sub>1</sub>. 275 ×, glicerinska umerzija, Braunit (sivo), psilomelan (temneje sivo z močnim reliefom) z nepravilnimi vključki kremenaste kamenine (temno).

Fig. 9.

Rudnica-Zusem — 275 ×, glyc. immersion. Braunit (grey) psilomelane (darker grey with strong relief) with irregular quartzose inclusions (dark).



10. slika

Rudnica-Žusem. Vz. U. 275 ×, glicerinska imerzija. Lupinaste oblike braunita (sivo), psilomelana (svetlosivo) ter goethita (belo).

Fig. 10.

Rudnica-Žusem — 275 ×, glyc. immersion. Shelly-shaped grains of braunite (grey), psilomelane (bright grey) and goethite (white).



obrobje Rudnice, ki je ob vznožju prekrita s terciarjem, je tektonsko precej dislocirano. Ob dislokaciji na grebenu severno od cerkve Na pesku so dolomiti v nenormalnem kontaktu s psevdoziljskim horizontom. Podatki vrtin nakazujejo celo, da je dolomit narinjen na mlajše psevdoziljske plasti. Prelomnica je najbrž komplicirana kombinacija lokalnih prelomov ter porušitev na meji obeh horizontov, ki strmo vpadata drug proti drugemu. Dislokacijska cona je na vzhodni in zahodni strani prekrita s terciarnimi sedimenti. Splošna prelomna smer v tem predelu, ki je bila ugotovljena v vseh dostopnih rovih, je severozahod—jugovzhod, deloma tudi pravokotna nanjo.

Orudenenje se pojavlja v dolomitu, ki je lokalno obogaten z železom, ter prehaja v drobnozrnat ankerit ali celo debelozrnat siderit. Ankeriti in sideriti, ki jih moremo opazovati ali imamo o njih kolikor toliko zanesljive podatke, se pojavljajo pretežno po smeri plastovitosti in so zelo nestalni. Orudenenje je vezano le na bližino dislokacij.

Mikroskopski preparati siderita pokažejo neenakomerno debelozrnatost strukturo. Prostore med zrnji zapolnjuje drobnozrnat agregat kremenca. Posamezna zrnca kremenca kažejo ponekod idiomorfne oblike ter nastopajo tudi sredi kristalov siderita. Na mejah obeh so koncentrirana drobna zaobljena zrnca in kopicice piritita. Verjetno so kremenova zrnca izpolnila prazne prostore v sideritu, ki so nastali zaradi zmanjšanja volumna pri metasomatozi. Idiomorfna zrnca kremenca v sideritu pa kažejo, da je kremen starejši od siderita. Na podlagi tega sklepamo, da sta siderit in kremen nastajala več ali manj istočasno. Pirit se je koncentriral ob stenah praznih prostorov v sideritu, deloma ga opazimo tudi v kremenju (1. slika).

Mikroskopski pregled nekaj vzorcev limonitne rude iz Pustiškovega rova pokaže zelo porozno, fino luknjičavo rudo (2. slika). Med limonitom se pojavljajo redka zrnca kremenove jalovine, akcesorno tudi zrnca piritita.

Preparati kremenaste kamenine s piritom iz rova Kranjčan kažejo pirit v obliki drobno razvejanih, nitastih agregatov, ki so v osnovi železnatega kremenca koncentrirani okrog večjih pirititnih zrn.

Za podrobnejšo presojo rudišča imamo sorazmerno malo podatkov. Vsekakor imamo opravka s hidrotermalnim nizkotemperaturnim (epitermalnim) rudiščem. Rudonosne raztopine, ki so vsebovale železo, so povzročale selektivno metasomatozo določenih plasti dolomita. Zelo verjetno je imel pri tem pomembno vlogo tudi nepropustni pokrov psevdoziljskih skrilavcev. Intenziteta orudenenja je bila v splošnem manjša, tako da je nastajal pretežno le ankerit ter v zelo podrejeni meri siderit.

Mineralizacija se ne pojavlja v psevdoziljskem horizontu, vsaj v večji meri najbrž ne. Med minerali in rudišču moremo danes poleg ankerita in siderita opazovati še pirit oziroma markazit ter sledove galenita poleg igličastega epigenetskega aragonita, ki se pojavlja kot drobne druze in kopicice po razpokah.

O značaju in sestavi raztopin ne moremo sklepati nič podrobnejšega. Dosedanji podatki kažejo, da je obseg orudenenja kvalitativno in pro-

storsko sorazmerno siromašen in ima površinski značaj. To bi si mogli razlagati z naslednjimi vzroki:

1. nizka koncentracija železovih raztopin,
2. hitra sprememba termodinamičnih pogojev (padec temperature, pritiska), kar je sposobnost topljenja rapidno manjšalo.
3. relativno kratek čas učinkovanja,
4. za nadomeščanje neugoden sestav raztopine in dolomitne pri-kamenine.

Vsebina železa v vzorcih ankeritov je v splošnem nizka. Siderita z okrog 35 % železa smo našli zelo malo. Limoniti, ki so jih v površinskem pasu odkopavali, so morali nastati tudi iz siderita, ker imajo mestoma zelo visoko vsebino železa. V vzorcih limonita iz rova pri Pustišku opazimo pod mikroskopom psevdomorfoze po karbonatu (3. slika). Poleg limonita nastopa v površinskem pasu tudi rumena okra, ki so jo svoj čas odkopavali za izdelavo barv.

Kemijsko je bilo analiziranih nekaj vzorcev ankeritov iz različnih nahajališč na površini in v rovih:

Nahajališče	Fe %	netopno %
Vz. št. 18 Dobrovica, Tajnikarjev vinograd	8,01	4,32
Vz. št. 9 Vinograd 300 m vzhodno od Strnada	12,42	5,04
Vz. št. 24 Ustje desnega rova v grapi pod Straškom	11,34	3,14
Vz. št. 25 Vinograd pod vrtino št. 6	5,75	4,60
Vz. št. 32 Vinograd pod vrtino št. 6	6,20	4,24
Vz. št. 20 Nasip vrtine št. 6	12,60	2,92
Vz. št. 7 Razkop pod vrtino št. 6	12,63	5,40
Vz. št. 15 Rov pri Pustišku (razcep rovov)	11,16	4,84
Vz. št. 2 Nasipa na kolovozu južno od Kranjčana	4,51	1,22
Vz. št. x Rov pri Pustišku	20,31	6,34

Podrobneje so bili analizirani trije vzorci ankeritov:

	Vzorec B <sub>1</sub> rov v grapi pod Straškom	Vzorec L rov Kranjčan	Vzorec G rov pri Pustišku
netopno	6,44	5,60	7,63
FeO	33,40	17,94	22,54
(Fe)	26,0	13,9	17,5
MnO	0,72	0,65	0,72
CaO	11,77	25,62	20,47
MgO	10,62	11,20	10,01
žarozguba	31,23	35,32	36,77

Nekaj primerkov, ki smo jih imeli po videzu za siderit, je pokazalo naslednji sestav:

	Vzorec št. 28 rov Kranjčan	Vzorec F <sub>5</sub> nasip na kolovozu južno od Kranjčana	Vzorec št. 4
netopno	6,96	6,73	7,42
Fe	36,90	34,50	36,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52		
MnO	2,11	0,86	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	sled	sled	
CaO	1,51	2,42	
MgO	6,36	8,43	
žaroizguba	30,85	32,12	
vlaga	0,18		

Vzorci limonitov iz rova pri Pustišku predstavljajo rudo, ki so jo tu svoj čas kopali.

Vzorec I<sub>2</sub> je primerek limonitne rude, ki je bila najdena na področju starih rudarskih del severno od cerkve Na pesku.

	Vz. A	Vz. B	Vz. C	Vz. D	Vz. E	Vz. F	Vz. I <sub>2</sub>
SiO <sub>2</sub>	7,36	6,54	2,56	2,80	4,01	4,71	2,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,52					0,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	74,04	64,88	75,02	72,96	78,41	71,96	77,15
MnO	1,63	1,61	1,65	2,08	1,68	2,01	0,86
CaO	1,25	7,72	2,67	5,70	0,55	5,60	6,30
MgO	1,54	1,79	2,01	1,24	1,26	1,41	3,01
BaO	0,00						0,00
S	0,15						0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00						0,00
žaroizguba	14,44	17,13	16,43	15,64	14,20	14,56	10,68

Analize kažejo na limonitno rudo odlične kvalitete. Povpreček železa v analiziranih vzorcih je okrog 52 %. Pomembna je tudi sorazmerno nizka vsebnost kremenice. Zelo ugodno je, da ruda ne vsebuje fosforja; odstotek žvepla je majhen, nizka pa je tudi primes mangana.

Rudne raztopine so na številnih mestih, zlasti v propustnih tektonskih conah, povzročale tudi nepomembne mineralizacije z železovimi sulfidi. Pojave drugotnega limonita najdemo v različnih kameninah. Tu in tam opazujemo na manjših površinah hidrotermalno spremenjene kamenine, ki so obledele ali nekoliko rdečkaste in železnate. Tudi redki prodniki limonita, ki jih najdemo v nekaterih potokih vzhodnega dela Rudnice, izhajajo iz limonitiziranih piritnih žil. V njihovem jedru često opazimo

še nespremenjen pirit. Limonitiziran pirit najdemo tudi v starih rovih poleg ankerita oziroma siderita, posebno v rovu Kranjčan. Podatki o jedrih iz vrtin kažejo na prisotnost markazita. Mikroskopski pregled vzorcev siderita je povsod pokazal poleg kremenca tudi primes pirit.

Zanimiv je pojav rogovcev (jaspisov) z vključki hematita. Rdeče in rjavordeče kremenaste kamenine opazimo na številnih mestih ob kontaktu prodornin s psevdoziljskimi apnenci. Povsod moremo najti v njih sive, kovinsko leskeče se drobce. Mikroskopski pregled nekaj preparatov kaže, da v neenakomerno rdečkasto obarvani kremenasti osnovi nastopa hematit predvsem v obliki lamelastih kristalov ali skeletastih skupkov (4. slika). Hematit je neenakomerno porazdeljen v kremenju, pri čemer pojema velikost zrn do najmanjših dimenzij. Poleg hematita opazimo v kremenasti osnovi redko še goethit, mestoma v drobnih stebričastih skupkih (5. slika). Hematit kakor goethit sta prvotna, ker v svežih primerkih ne opazimo vmesnih prehodov ali psevdomorfov. Zrna hematita se pojavijo večinoma v sredini kopicastih, rdečkastih koncentracij, kjer je nakopičen hematit večinoma submikroskopskih dimenzij. Kremen kot prikamenina ne kaže zrnatosti, pač pa spominja na koloidne, gelaste oblike kremenice. Hematit je lokalno koncentriran. Ponekod opazimo na površini limonit, ki rogovce nepravilno prepleta.

Ker se pojavlja silifikacija prikamenine vedno le ob kontaktih s tufi ter deloma v samih tufih ali tudi tam, kjer je mogel biti včasih tufski pokrov, moremo sklepati na zgodnji, singenetski nastanek mineralizacije. Erupcije so bile pretežno podmorske, na kar kaže med drugim ozko menjavanje tufov z ostalimi psevdoziljskimi plastmi. Izdatna silifikacija je potemtakem v zvezi z intenzivnim izhajanjem močno kislih magmatskih frakcij na morskem dnu istočasno z erupcijami. Kremenica z železom je izstopala v morje ter povzročila silifikacijo prikamenine ter šibko mineralizacijo, bodisi kot plinske ekshalacije najbrž v kloridni in podobni obliki ali pa kot visokotemperaturne kisle terme z železom. Postopoma s padanjem temperature je prišlo do izločanja kristalnega hematita, ki je idiomorfen ter nedvomno genetsko vezan s kremenico, ki ga obdaja. Pri predpostavki, da se je železo izločalo pri reakciji feriklorida z vodo, moremo na isti način tolmačiti tudi pojav goethita, ki nastaja pri relativno nižji temperaturi kot hematit. Grobo kristalen hematit kaže na visoko temperaturo.

Silifikacija ter mineralizacija s hematitom je po mehanizmu najbližja tipu podmorskih ekshalacijskih nahajališč železa. V literaturi je podrobno obdelan primer rudišča Lahn-Dill v Nemčiji (Schneiderhöhn, 1941, 750). Pojavi hematita v kremenasti silificirani kamenini v zvezi s podmorskimi efuzijami so na splošno precej pogostni, vendar večinoma ekonomsko nepomembni. Podobne silifikacije in hematitne mineralizacije najdemo tudi na Bohorju ob kontaktu avgitnega porfirit in njegovih tufov z apneno podlago. Zelo lepe pojave silifikacije in mineralizacije s hematitom, ki so zelo slični pojavom na Štajerskem, sem opazil na Oblakovem vrhu pri Trebuši v tufih keratofira ter na njihovem kontaktu s skrilavimi wengenskimi apnenci.

Izključno na magmatske tufske kamenine so vezani tudi pojavi epidota, ki ga kot drugelni mineral zelo pogosto najdemo po razpokah in perušitvah tektonskega izvora. Pojavlja se vedno v zvezi s kremenovimi žilami. Ozka povezanost z razpokami, ki so nastale potem, ko je bila kamenina že konsolidirana, kažejo na epigenetsko naravo epidota in kremenca. Na dveh lepih primerkih s področja Bohorja, ki mi jih je odstopil N o s a n, opazimo v izključno kremenasti osnovi poleg epidota in silificiranega kalcita tanko listast, lamelast hematit (6. slika). Potemtakem je nastanek epidota v zvezi s hidrotermalnimi kislimi raztopinami, ki so odlagale tudi hematit. Ta hidrotermalna faza je mlajša od zgoraj obravnavane silifikacije in hematitne mineralizacije. Hematit je moral kristalizirati prvi, ker se pojavlja že v obliki vključkov v idiomorfni kristalih epidota. Medtem ko je bila zgoraj obravnavana silifikacija tufov in njihove podlage pravzaprav metasomatski proces, imamo tu opravka s kristalizacijo iz raztopin v praznih prostorih.

Posledica hidrotermalnega delovanja je tudi sprememba tako saličnih kot femičnih mineralov v magmatskih kameninah. Opažamo zlasti močno kloritizacijo femičnih mineralov ter tudi kalcitizacijo, medtem ko epidota, ki bi bil produkt spremembe mafitov, ne najdemo.

S postvulkansko hidrotermalno aktivnostjo moramo razlagati tudi pojav silifikacije in mineralizacije z železom in manganom na Žusmu. Geološka zgradba tega dela Rudnice je enostavna. Na psevdosilicijevih plasteh leži svetel dolomit. Na kontaktu dolomita z mlajšimi skrilavoapnenčevimi sedimenti, ki so ohranjeni na južnem pobočju Žusma, se pojavlja običajno tanjša plast silificirane porozne kamenine. Na nekaj mestih najdemo tudi breče z limonitnim vezivom. V porozni, svetli, silificirani kamenini opazimo tu in tam lokalne koncentracije manganovih oksidov. Više slede vijolični ali zelenkasti skrilavci, med njimi ali nad njimi sivozeleni lapornati apnenci ter raznobarni gosti apnenci z vložki in gomolji sivega roženca. To zapovrstje ni stalno; področje je tektonsko dokaj dislocirano. V brečah na dolomitu najdemo mestoma tudi začbljene kose, kar daje videz transgresivnih bazalnih usedlin. To možnost pa zanikajo kosi roženca in skrilavca iz višjih plasti med drobci breč.

Porozna kamenina je pod mikroskopom drobnozrnat agregat, v katerem najdemo tudi redke sferolitne vključke z rumenkasto interferenčno barvo, ki utegnejo pripasti mineralom skupine kaolinita. Že makroskopsko vidimo drobne belkaste madeže po kamenini. Lokalno v večji ali manjši količini je udeležena temna substanca železovih in manganovih oksidov. Kremenasta kamenina je popolnoma silificirana prvotna karbonatna usedlina, najbrž dolomit. Na njen sedimentarni nastanek jasno kaže drobna spiralna foraminifera (7. slika). Tudi kemične analize nekaterih različkov pokažejo še nekaj oksidov prvotne karbonatne kamenine:

	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Vzorec P <sub>1</sub>	94,2	3,4	1,1	0,8
Vzorec N <sub>1b</sub>	89,33	7,2	1,5	0,8
Vzorec N <sub>1c</sub>	91,7	4,7	2,4	0,6
Vzorec U	89,1	7,4	1,8	0,9



Silificirana kamenina je mestoma drobno pasovita. Izmenoma si slede tanki porozni pasovi z bolj kompaktnimi, ki so zelo podobni jaspisom. Takšno teksturo si moremo razlagati z neenakomernim razporedom lastnosti, ki so bile ugodne za nadomeščanje v prvotni kamenini.

Mikroskopski pregled vzorcev železnatih breč pokaže, da oglati, različno oblikovani delci pripadajo v glavnem kremenu. Železov oksid nastopa kot vezivo, poleg tega je drobno razpršen po kremenu, kar daje agregatom mrežasto ali drobnogobasto strukturo. Železov mineral je brez kristalnih oblik in brez anizotropije ter najbrž pripada koloidnemu različku železovega hidroksida. Grobejše breče kažejo na tektonski nastanek. Zaobljeni koščki v njih so najbrž tektonsko obrušeni, morebiti pa tudi v zvezi z bazalnimi usedlinami oligocenskih plasti, ki jih najdemo v bližini.

Sestav izbranega primerka bogate limonitne breče s pobočja južno od kmetije Artiček je naslednji:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	15,14 %/o
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	58,56 %/o (Fe 41,0 %/o)
MnO . . . . .	2,77 %/o
CaO . . . . .	0,58 %/o
P . . . . .	0,43 %/o
S . . . . .	0,39 %/o
žarozguba . . . . .	16,20 %/o

Vsebina železa v povprečnem vzorcu bi bila mnogo nižja na račun skoro izključno kremenaste jalovine.

Poleg limonitnih breč najdemo tu in tam tudi kose limonita kot psevdomorfoze po prvotnih mineralih, piritu oziroma sideritu. Analiziran primerek limonita, kot psevdomorfoze po karbonatu, je imel naslednji sestav:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,09 %/o
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	86,60 %/o
MnO . . . . .	3,33 %/o
CaO . . . . .	0,56 %/o
P . . . . .	0,22 %/o
S . . . . .	0,28 %/o
žarozguba . . . . .	17,40 %/o

Limoniti z Žusma vsebujejo v primeri z vzorci z Olimja več mangana.

Koncentracije manganovih mineralov najdemo na nekaj mestih. V največji meri opažamo nakopičenje črnega gručavega agregata manganovih mineralov na pobočju južno od Artičeka v svetli porozni kremenasti kamenini. Na tem mestu najdemo sledove starega razkopa.

Mikroskopski pregled nekaterih primerkov pokaže drobnobrečasto strukturo manganove rude. Delci nepravilnih oblik z nazobčanimi konturami so drobnozrnat agregat kremenca (8. slika). Med rudnimi minerali ločimo braunit, ki je večinoma drobno razporejen po kremenasti osnovi ali tudi v obliki drobnih žilic ter psilomelan (9. slika). Tu in tam opa-

žamo tudi leđvičaste oblike, kjer se lupinasto menjavata braunit in psilomelan. Slednji se pojavlja v nepravilnih vlaknatih različkih z izrazito anizotropijo. Ponekod je prisoten tudi goethit (10. slika). Rudni minerali in kremenasta jalovina se ozko preraščajo ter moremo sklepati na več ali manj istočasno silifikacijo in mineralizacijo z rudnimi minerali.

Analize treh izbranih vzorcev manganove »rude« iz razkopa južno od Artičeka so pokazale naslednji sestav:

	izbrana primerka		povprečni primerek
SiO <sub>2</sub>	55,05	52,68	59,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,91	7,27	6,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,50		
MnO	18,62	16,10	11,00
CaO	0,10	1,13	0,92
MgO	0,79		
BaO	0,00		
S	0,20	0,27	0,24
P	0,08	0,24	0,36
žarcizguba	10,03		

Manganasta kamenina je zaradi nizke vsebine mangana ter visoke vsebine kremenice neuporabna kot manganova ruda. Tudi žvepla in fosfora je sorazmerno dosti.

Manganovi in železovi minerali na Žusmu so hidrotermalnega nastanka. Rastopine so v neposredni okolici porušeni con povzročile močno silifikacijo dolomita ter mogoče tudi dela zgornjih apnenih in skrilavih usedlin. Verjetno so bili pri tem vsaj delno merodajni skrilavci kot nepropustni horizont. Silifikacija in mineralizacija sta bili sinhroni. Domnevamo, da je braunit, ki nastaja med drugim tudi hidrotermalno, prvoten mineral. Psilomelan je tipičen mineral površinske cone. Oba bi mogla biti tudi descendenta nastanka v zvezi z izluženjem prikamenin, ki so relativno bogate z manganom. Sekretionarni nastanek več ali manj izključuje močno silificirana prikamenina. Metamorfozo so mogle povzročiti le močno koncentrirane rastopine, ki so magnezij in kalcij prvotne kamenine domala odstranile. Pri descendenti silifikaciji bi bilo nadomeščanje manj popolno, kar pa analize in mikroskopske slike zanikajo. Pri tem bi prišli kot izvor mangana v poštev le tufi. Vsebina mangana v njih pa je nizka ter znaša nekako 0,08 % (podatek kemične analize primerka avgitnega porfirita z Rudnice). Tudi je na Žusmu le malo tufov. Potemtakem je nastanek železovih in manganovih rud ter silifikacije na kontaktu dolomitov in višjih apneno-skrilavih plasti posledica delovanja kislih term z železom in manganom ter genetsko vezan na porfiritni vulkanizem. Orudnenje je le malo dostopno opazovanju.

O mineralizaciji z galenitom v dolini Dobrinjskega potoka v skrajnem zahodnem delu Rudnice (Zagora) imamo samo ustne podatke domačinov: okrog leta 1922 so s kratkim raziskovalnim rovom naleteli na svetlo rudo, ki je nastopala »v grčah« do velikosti pesti. Ko je bil rov 10 m dolg,

so zaradi pomanjkanja sredstev delo ustavili. Rude je bilo malo. Od domačinov smo dobili majhen kos grobokristalastega galenita z nekaj pirita.

Lokalne koncentracije limonita opazamo še na grebenu zahodno od kote 411 nad Podčetrtkom v terciarnih usedlinah. Transgresivni klastični sedimenti so tu denudirani skoro do triadne dolomitne podlage. Kremenovi peščenjaki in konglomerati so v splošnem precej železnati. V njih najdemo na sicer slabo preglednem gozdnem terenu kose in drobce limonita ter lokalno limonitizirane dele usedlin. Makrostruktura limonita, ki ga preprezajo prsteni vložki, kaže na sekundarno poreklo rude.

Nedvomno je koncentracija železa na tem mestu posledica delovanja meteorskih voda, ki so izluževale limonitno vezivo iz poroznih klastičnih usedlin ter ga premeščale v spodnji del, kjer se je koncentriralo. Podobne koncentracije bi mogli pričakovati še drugod v terciarnih plasteh. Mogoče je enakega izvora tudi tanka limonitna plast, ki je bila navrtana v vrtini št. 3 na globini 28 m?

Pojavi mineralizacije na Rudnici kažejo na dolgotrajni hidrotermalni cikel, sestavljen iz več hidrotermalnih faz. Svoje začetke ima v ekshalativnem delovanju ob podmorskih vulkanskih izbruhih v wengenski dobi ter se očituje še danes s termalnimi vreli. Porfirirna magma je morala biti relativno bogata z železom in kremenico ter drugimi lahko hlapnimi snovmi. Obilica kremenice nas ne čudi, kajti na isto magmatsko ognjišče so vezane tudi kisle keratofirske kamenine, ki se pojavljajo v srednjem delu Posavskih gub. Podmorske ekshalacije ali visokotemperaturne terme, bogate s kremenico in z železom, so povzročile singenetsko silifikacijo tufov in prikamenin ter mineralizacijo s hematitom. V naslednjih fazah hidrotermalne aktivnosti so nastale kremenove žile z epidotom ter tudi hematitom po magmatski kamenini. V nadaljnjem so bili silificirani tektonsko porušeni deli mlajših karbonatnih sedimentov ter mineralizirani z oksidnimi manganovimi in železovimi minerali. Po intenzivnih tektonskih premikih so bile metasomatsko nadomeščene karbonatne kamenine ob nastajanju ankerita in celo siderita ter železovih sulfidov, pa tudi svinčevega sulfida. Kopuče stebričastega drugotnega aragonita kažejo na kristalizacijo iz vročih vodnih raztopin. Z izpremembo temperature se je menjal tudi kemizem raztopin ter značaj mineralizacij oziroma paragenez.

Kakšna je starost hidrotermalnih procesov, ki jih je bilo mogoče ugotoviti? Epidotizacijo opazamo samo v magmatskih kameninah ter je zato zgodnjega nastanka. Mineralizacija na Žusmu je mlajša od trnskega (rabeljskega) horizonta ter mlajša od precej močne tektonike, ki je te plasti dislocirala. Starejša pa je od srednjega oligocena, katerega apnenolaporaste usedline pokrivajo železnate breče. Obilica rožencev v pisanih apnencih kaže na znatno vsebino kremenice med njihovo sedimentacijo, kar govori za relativno močno hidrotermalno delovanje v tedanji dobi. Zato kakor tudi zaradi močne silifikacije domnevam, da je mineralizacija na Žusmu starejša od metasomatoze na področju Olimja. Orudenenje v Olimju je posttektonsko, mlajše od wengena ter starejše od predvidoma srednjega miocena. Višek tektonske aktivnosti na Rudnici moremo po-

stavljati v isto dobo kot sicer v Posavskih gubah oziroma Vzhodnih Alpah. Le-ta ustreza prehodu paleogena v neogen. V časovni okvir srednje terciarne alpske metalogeneze bi mogli predvidoma postavljati relativno najmočnejšo metasomatsko mineralizacijo s karbonati ter deloma sulfidi.

O kvantitativni strani opazovanih mineralizacij moremo za sedaj reči naslednje: drugotna koncentracija rjavega železovca v spodnjem delu denudiranih terciarnih ostankov je le teoretično zanimiva. Enako je brez ekonomskega pomena mineralizacija s hematitom v silificiranem pasu ob magmatski kamenini; v literaturi skoro ne najdemo po nastanku sličnega rudišča, ki bi bilo gospodarsko pomembno.

Mineralizacija z manganom na Žusmu se pojavlja na zelo majhni površini ter je ekonomsko nepomembna. Da bi bila površinska limonitizirana cona železni klobuk, pod katerim bi utegnilo biti večje orudenenje, ni verjetno. Na to kaže predvsem pojav mineralizacije v glavnem samo tam, kjer so še ohranjeni denudacijski ostanki apnenno-skrilavih plasti na dolomitu.

Sorazmerno najbolj pomembno je metasomatsko orudenenje med Podčetrkom in Olimjem. Številne opazovane mineralizacije z ankeritom nakazujejo dokaj obsežno območje hidrotermalnih vplivov. Relativno močnejše mineralizacije opazimo in jih moremo pričakovati ob dislokacijah. Vodilno vlogo pri orudenenju na območju Rudnice ima vzdolžna dislokacija severno od cerkve Na pesku, ob kateri je bila po dosedanjih podatkih mineralizacija najmočnejša. To dislokacijo prekriva na obeh straneh terciar. Z manjšimi dislokacijami porušen teren pod sorazmerno tankim pokrovom psevdoziljskih plasti predvidevamo tudi med Pustiškom in Podčetrkom. Mestoma precej močna površinska limonitizacija, stara dela in izdanki dopuščajo tudi tu možnost relativno močnejšega orudenenja. Priporočljivo bi bilo z rudarskimi deli ugotoviti, od kod izvirajo magnetni viški, predvsem pod terciarnim pokrovom v podaljšku orudnjene prelomnice proti vzhodu kakor tudi na terenu vzhodno od Pustiška.

Vse ostale indikacije so podrejenega pomena tudi za ozemlje zahodno od Olimja.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## **GEOLOGY OF RUDNICA WITH REGARD TO THE OCCURRENCE OF SOME ORES**

The Southeastern Calcareous Alps dip in East Slovenia under the Panonian Tertiary in three parallel ridges. Rudnica with Desiniška gora, located on the Croatian side of the Sotla River, represents an isolated elevation of the central ridge surrounded by Tertiary sediments. On the Slovenian side of the river, the Triassic formation is about 11 km long and 3 km wide. The name of Rudnica — Ore Mountain — indicates that in the past the mining took place in the region. At the beginning of this century, however, activity was discontinued. In 1953 a geological survey

was undertaken with a view to determine the character and extension of mineralizations.

Earlier reports on the region under discussion, are by and large inaccurate and regarding the stratigraphic sequence of the strata utterly erroneous. More detailed mapping carried out in 1953 led to a better understanding of the geological conditions of the region, although several questions are still open owing to the absence of fossil fauna in some strata.

It was found that neither Paleozoic beds nor Werfen rocks occur at Rudnica as reported by older authors. Lithologically prominent is the Middle Triassic Wengen formation developed in a typically Pseudo-Ziljan facies similar to that of the Sava Folds region. On the southern slope of Rudnica predominantly dark gray dolomites older than the Pseudo-Ziljan beds, are found. Here and there the dolomites are impregnated with iron minerals. Upwards they pass into Ladinian rocks represented by dark clayey slates with intercalations of dark limestones, quartz limesandstones, tuffaceous slates, tuffs, and pietra verde. In the upper part of the Pseudo-Ziljan horizon tuffaceous rocks predominate. Among the various kinds of tuffs veinlets of effusive rocks are found only exceptionally. The grayish green rock contains bright phenocrysts of plagioclases and dark grains of augite and chlorite. Microscopical examinations of some samples showed that the fine-grained groundmass contains amygdales filled with fine-grained quartz, calcite, and chlorite beside phenocrysts of plagioclases and augite. The CIPW formula for the chemically analyzed samples is II 535. The rock belongs to the augite-porphyrite.

In the Pseudo-Ziljan series two horizons of tuffs and tuffaceous rocks indicate that there must have been at least two eruption periods during the Upper Wengen age. Apart from the recrystallization of dolomite, no traces of contact thermometamorphism were found.

The Wengenian beds are overlain by bright dolomites of a considerable thickness, belonging to the Upper Ladinian stage. Near Loka and Žusem small stretches of dolomite are covered by denudation rests of the youngest Mesozoic strata. These are composed of slates and compact limestones of various colours, mainly yellow, containing hornstone inclusions. Here and there breccias and silicified rocks can be found. Since no fossil remains of either micro- or macro-fauna were observed, it was impossible to determine the stratigraphic age of the strata. Owing to the fact that the dolomites pass gradually into the slate and limestone strata, the latter might be assumed to have been deposited in shallow waters during the Carnian stage between the Middle and Upper Triassic. It is also possible yet less probable that they represent the recurrence of Wengen-like strata whose stratigraphic location, however, does not correspond to that of Carnian beds elsewhere.

Here and there rests of transgressive Tertiary beds surrounding Rudnica, are also preserved rather high up on the slopes. There is a preponderance of clastic rocks such as conglomerates, sandstones, and sandy clays. The underlying older Tertiary beds are represented by gray

calcareous marls and marly clays containing fossil remains of Oligocene flora and micro-fauna. Consequently, in the marginal area of Rudnica the Oligocene formation is represented only by pelitic marine deposits. Younger transgressive sediments are lithologically identical with the so-called Govce horizon of Laško Tertiary. The age of these strata has not been definitively determined yet.

The area under discussion was strongly affected by tectonic processes. In spite of this it was possible to ascertain the anticlinal structure of the Triassic massif. The earlier tectonic forces were primarily radial. The dislocations do not follow a definite direction; the most frequently observed direction is NW—SE. The thermal springs occurring in the region indicate that the fissures caused by tectonic forces, must be rather deep. The most vigorous tectonic movements took place after the deposition of the youngest Triassic beds of Carnian age most probably. Prior to the transgression of the clastic sediments of Miocene age, the Oligocene strata were likewise displaced by tectonic forces. Even after the deposition of the Miocene beds orogenetic activity did not subside. Thus it is extremely difficult to establish the direction and extent of the innumerable displacements and faults characterizing the tectonic structure of the vast tract under discussion.

Early reports on mining operations in the Rudnica area date from the last century, when a mine at Olimje was worked for iron. It is interesting to note that not only high grade ore containing 40 to 50 percent of iron, but also low grade ore, was being mined, and the blend of the two ores containing 30 percent of iron, fed into a blast-furnace operating in the vicinity of the mine. The deposit was opened up by means of several shafts and an open-cast. The thickness of the ore bodies dipping in a southerly direction, was several meters.

In 1947 an investigation within the limits of the old shafts, was undertaken with a view to find out whether below the limonitic ores mined in the past, also iron carbonate ores occur. Several new shafts were sunk and some old ones cleared. Six bore-holes were drilled down. It was found that in the old shafts the limonitic ores had been worked out. Instead of the expected siderite only ankerite with insignificant intercalations and lenses of siderite, was encountered. In 1950 exploration was discontinued.

A detailed investigation undertaken in 1953 covered the whole district of Rudnica. The following mineralizations were established:

1. Metasomatic replacement of dolomite along the bedding planes, effected by low-temperature solutions relatively rich in iron. Replacement took place only along faults and fissures. Owing to the presumably low concentration of the solutions and the poor solubility of dolomites only partial replacement was effected in consequence of which mainly ankerite and in part siderite, were formed. Traces of replacement mineralization can be observed all over a rather extensive area. In ankerite the iron content is low; some samples were thought to represent siderite, but the highest iron content was about 36 percent. In the surface zone the hypogene minerals were, owing to weathering, altered into porous



limonite with about 50 percent Fe, and into other ochreous ores. Beside these minerals also pyrite, marcasite, traces of galena, and needle-shaped supergene aragonite occur. Some rests of limonitic ore found in the excavation rooms, were of a very good quality.

The relatively strongest surface mineralization is observed along the fault line running north of the church at Na pesku. Farther on along this fault covered by Tertiary sediments a continuation of mineralization might be expected.

2. Insignificant mineralizations with iron sulphides effected by mineralizing solutions here and there in tectonically crushed zones. Supergene limonite occurs rather frequently without, however, inviting exploitation.

3. The limestones at the margin of tuffs as well as the tuffs themselves, are for most part silicified. In the reddish hornfels finely dispersed crystalline laminated hematite and also goethite can be observed. As to the genesis of this type of mineralization, it is held that it was effected during submarine eruptions, for it occurs only in limestones underlying tuffs and in the tuffs themselves. Silica and iron poured into the sea in the form of gases or hot fluids. This mineralization is similar to the submarine exhalative ore deposits, the characteristic representative of which is the Lahn-Dill deposit in Germany (Schneiderhöhn, 1941, 750). Similar phenomena due to silicification and mineralization with hematite effected by submarine eruptions, can be observed in several other places in Slovenia.

Here and there the fissures in tuffs are filled with epigenetic epidote whose fissures in turn are filled with quartz and crystalline hematite. Epidote and quartz alone are more frequent. Hematite occurring in the crystals of epidote, is idiomorphic. This hydrothermal phase during which the solutions were still hot, must have taken place later than the silicification and mineralization mentioned above.

4. Silicification and mineralization with iron and manganese can be observed along the contact between the upper dolomites and the slaty calcareous beds of Žusem. Locally concentrations of iron and manganese oxides can be observed in a porous, completely silicified rock of sedimentary origin. The structure of ore is fine-brecciated. Under the microscope braunite, psilomelane and occasionally goethite can be observed. Here and there the manganese minerals occur in typical kidney-shaped chunks. The ore is rather high in silica and low in manganese. Metasomatic replacement occurs along local faults. The tectonic breccias are cemented with iron oxides.

Silicification and mineralization were effected simultaneously when the primary carbonaceous rocks were replaced by acid mineralizing solutions containing some iron and manganese. The ore deposits are rather small, and do not invite mining operations.

5. Insignificant mineralizations with coarse crystalline galena and pyrite, were found in the dolomite of an old test shaft about which only verbal reports and some ore samples, exist.

6. Limonitic ore occurs here and there in the lowest beds of the denudation rests of Tertiary sandstones and conglomerates covering the southeastern slopes of Rudnica. The concentrations of iron oxides are thought to be due to the leaching activity of meteoric water which dissolved the limonitic cement of clastic sediments and transferred it to the lowest levels of the beds where it gradually accumulated. Because of its small extent this deposit is interesting only from a theoretical point of view.

The mineralizations at Rudnica point to a protracted hydrothermal cycle the beginning of which was marked by the exhalation activity during the submarine eruptions in the Wengian stage and is evidenced by the recent thermal springs in this region. As soon as the mineral solutions carrying mainly silica and iron, cooled off, the chemical composition of the solutions and consequently the character of mineralizations and that of paragenesis, were altered.

The most important replacement mineralization fell into the main tectonic phase between Paleogene and Neogene — as in the Eastern Alps. Silicification, however, took place earlier.

In the area in which replacement mineralization is thought to have taken place, vertical magnetic intensity was measured. The geomagnetic properties of rocks and ores were rather unfavorable for magnetic surveying owing to only slight differences in susceptibility. Here and there maximal values up to 100  $\gamma$  coincide with those zones along fault lines for which it was theoretically inferred that they should contain mineralizations. The question whether the relatively slight magnetic anomalies indicate the presence of mineralizations, should be solved by shaft sinking.

#### LITERATURA

- Aigner, A., 1917, Die Mineralschätze der Steiermark, Wien — Leipzig.  
Dreger, J., 1920, Erläuterungen zur Geologischen Karte Rohitsch — Drachenburg, Wien.  
Friedrich, O. M., 1953, Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen, Radex — Rundschau.  
Gorjanović-Kramberger, D., 1904, Geologische Übersichtskarte des Königreiches Kroatien, Slawonien. Erläuterungen zur Geologischen Karte von Rohitsch — Drachenburg, Zagreb.  
Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje. Geologija, Razprave in poročila, 2. knjiga, Ljubljana.  
Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857. Jhrb. d. geol. R. A. IX, str. 257. Wien.  
Munda, M., 1939, Stratigrfske in tektonske prilike v rajhenburški terciarni kadunji. Inavguralna disertacija, Ljubljana.  
Munda, M., 1953, Geološko kartiranje med Hrastnikom in Laškim. Geologija, Razprave in poročila, 1. knjiga, Ljubljana.  
Schneiderhöhn, H., 1941, Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde, Jena.  
Stur, D., 1871, Geologie der Steiermark, Graz.  
Šuklje, F., 1933, Prilog geologiji Hrvatskog Zagorja i jugoistočnog dela Slovenije. Vesnik Geol. instituta Kralj. Jug. za god. 1932, knjiga 2. Beograd.  
Zollikofer, T., 1861/62, Die geologischen Verhältnisse des südöstlichen Teiles von Untersteiermark. Jhrb. d. geol. R. A. XII, str. 311. Wien.

## STRATIGRAFSKE IN TEKTONSKE RAZMERE NA JUŽNEM POBOČJU BOHORJA

*Tone Nosan in Karel Grad*

Z geološko karto v prilogi

### Uvod

V letu 1953 je oddelek za rudarska raziskovanja Geološkega zavoda v Ljubljani pričel z raziskovalnimi deli Zn-Pb rudišča Bohor. Ob tej priliki smo kartirali bližnjo okolico rudišča in vsa dostopna jamska dela. Poleg ozemlja, ki ga podaja geološka karta, smo pregledali tudi širšo okolico rudišča. Naloga kartiranja je bila, določiti stratigrafski horizont plasti, v katerih nastopa orudenenje.

Kartirano ozemlje leži okoli 10 km severovzhodno od Sevnice na južnem pobočju Bohorja v nadmorskih višinah od 790 do 940 m. Rudišče je tik pod Malim Javornikom (950 m), ki tvori z Velikim Javornikom (1023 m) in Velikim Koprivnikom (990 m) najvišji greben Bohorja. Veriga vrhov poteka v smeri vzhod—zahod. Južna stran Bohorja se stopnjasto spušča proti dolini Save. Severno pobočje pa pada proti dolini Sevnice na zahodu in proti potoku Bistrici na vzhodu.

Bohor je prvi raziskoval Zollikofer (1861—1862). Njegove podatke je uporabil Stur (1871). Kasneje (1895—1898) je kartiral Dregger slovenski del geološke specialke Rogatec—Kozje. Karta je izšla leta 1907. Dregger v okolici rudišča Bohor karbonskih in permskih skladov sploh ni označil, na njihovo mesto je postavil werfen. V anizični stopnji navaja školjkoviti apnec, dejansko pa imamo zastopane dolomite, ki so vgbani med werfenske sklade.

### Stratigrafski pregled

Na preiskanem ozemlju imamo paleozojske in mezozojske kamenine. Paleozoik zastopajo karbonski in permski skladi, mezozoik pa werfenski skladi, anizični dolomiti in ladinski apnenci.

### Karbon

Najstarejše kamenine so karbonski glinasti skrilavci in kremenovi peščenjaki. Skrilavci so temnosivi in črni. V njih opazujemo sljudo, ki pa ni povsod enakomerno zastopana. Sveži kremenovi peščenjaki so sivi, prepereli so rumenkastorjavi. Poleg kremenja je glavni sestavni mineral

muskovit. Peščenjaki so drobnozrnati, le tu in tam opazujemo bolj debelozrnat peščenjake, ki prehajajo v drobnozrnat kremenov konglomerat. Prevladujejo temnosivi glinasti skrilavci. Kremenovi peščenjaki tvorijo le nekaj metrov debele vložke med njimi.

Karbonski skladi so razgaljeni v ozkem pasu, ki se vleče od vzhoda proti zahodu. Začenjajo se okoli 300 m vzhodno od Bohorskega sedla. Proti zahodu segajo pod Malim Javornikom še izven kartiranega ozemlja v globoko vrezano grapo južno od Skolice in se nato združijo v dolini Sevnične s široko progo karbona, ki je del paleozojske podlage vzhodnih podaljškov Posavskih gub. Na severni strani omejuje karbonske sklade prelom, ob katerem so prišli v kontakt z ladinskimi apnenci. Njihova južna meja je v skrajnem vzhodnem in zahodnem delu tektonska. V sredini mejijo na permske sklade.

Karbon imamo le v severnem delu raziskanega ozemlja. Najlepše zasledujemo njegov razvoj v Rovinskem jarku nad oglenico. Permskim skladom sledijo tankoplastoviti glinasti skrilavci, ki padajo proti severovzhodu. Kakih 70 m više v grapi opazujemo vložke slaboplastovitih kremenovih peščenjakov. Prehode peščenjakov v konglomerate nahajamo le v skrajnem severozahodnem sektorju priložene geološke karte.

Karbonski glinasti skrilavci so po razvoju precej podobni psevdoziljskim skrilavcem. Razlikujejo se od njih po tem, da vsebujejo sljudo. Poleg tega v karbonskih glinastih skrilavcih in peščenjaki ni apnenih primesi.

V karbonskih kameninah nismo našli fosilnih ostankov, vendar jih moremo po njihovem razvoju in po petrografskih značilnostih vzporejati s hochwipfelskimi skladi.

### Perm

Permski skladi so razgaljeni na mnogo manjši površini kakor karbonski.

Razvoj perma je zelo pester. Poleg rdečih in zelenkastosivih kremenovih peščenjakov so zastopani še rdeči glinasti skrilavci. Rdeči peščenjaki prehajajo v kremenov konglomerat in brečo. V konglomeratu in breči dobimo poleg drobcev kremenca še posamezne odlomke rdečega skrilavca. Vezivo peščenjakov, breč in konglomeratov sestavljata kremen in sericit.

Sivkastozeleni kremenovi peščenjaki so bolj kompaktni kakor rdeči. Pojavljajo se vedno v bližini meje s karbonom.

Permski skladi prihajajo na površino v ozkem pasu vzdolž južnega roba karbona. Njihova južna meja z anizičnimi dolomiti ter v zahodnem delu z werfenom je v celoti tektonska. Padajo prav tako proti severu kakor karbonski skladi.

Permske kamenine moremo po razvoju šteti v horizont grödenskega peščenjaka.

### Triada

**Werfen.** Werfenski skladi so razviti v celoti. V spodnjem delu imamo zelenkastosive in rdečkaste sljudnate peščenjake ter vijoličaste glinaste skrilavce. Sledijo plastoviti apnenci z vmesnimi polami lapornatih

apnencev. Apnenci so svetlosivi, rdečkasti, rumenkasti in rdečerjavi. V njihovem spodnjem delu so značilne pole rdečega oolitnega apnenca. V podrejeni meri najdemo v zgornjem delu werfenskih skladov še vložke rumenkastega dolomita.

Werfen je razgaljen v dveh vzporednih progah, ki potekata v smeri vzhod—zahod. Severna proga je v območju glavnih raziskovalnih del južno od Malega Javornika prekinjena. Na vzhodu in na zahodu je ta werfenski pas precej širok in so zastopani vsi werfenski členi. Proti sredini se z obeh strani zožuje in izklinja. Razumljivo je, da z njegovo zožitvijo nastopi redukcija posameznih členov.

Po vmesnem pasu anizičnega dolomita se pojavi ob južnem robu druga werfenska proga. Razvoj je v obeh progah podoben.

Če zasledujemo potek in razprostranjenost werfenskih skladov izven kartiranega ozemlja, dobimo podobno sliko. Na grebenu, ki se vleče proti jugozahodu kot podaljšek Malega Javornika do Pokojnika pri Zabukovju, se enako menjavajo werfenski skladi z anizičnim dolomitom.

Werfenski skladi so na kartiranem ozemlju vodilni triadni horizont, ker so tipično razviti in vsebujejo fosilno favno polžev in školjk.

Od vseh okamenin je najbolj pogostna školjka *Anodontophora fas-saensis* Hauer, ki je značilna splošno za werfen. V apnencih najdemo školjko *Myophoria costata* Zenk. in v oolitnih apnencih še polža *Holopella gracilior* Schaur.

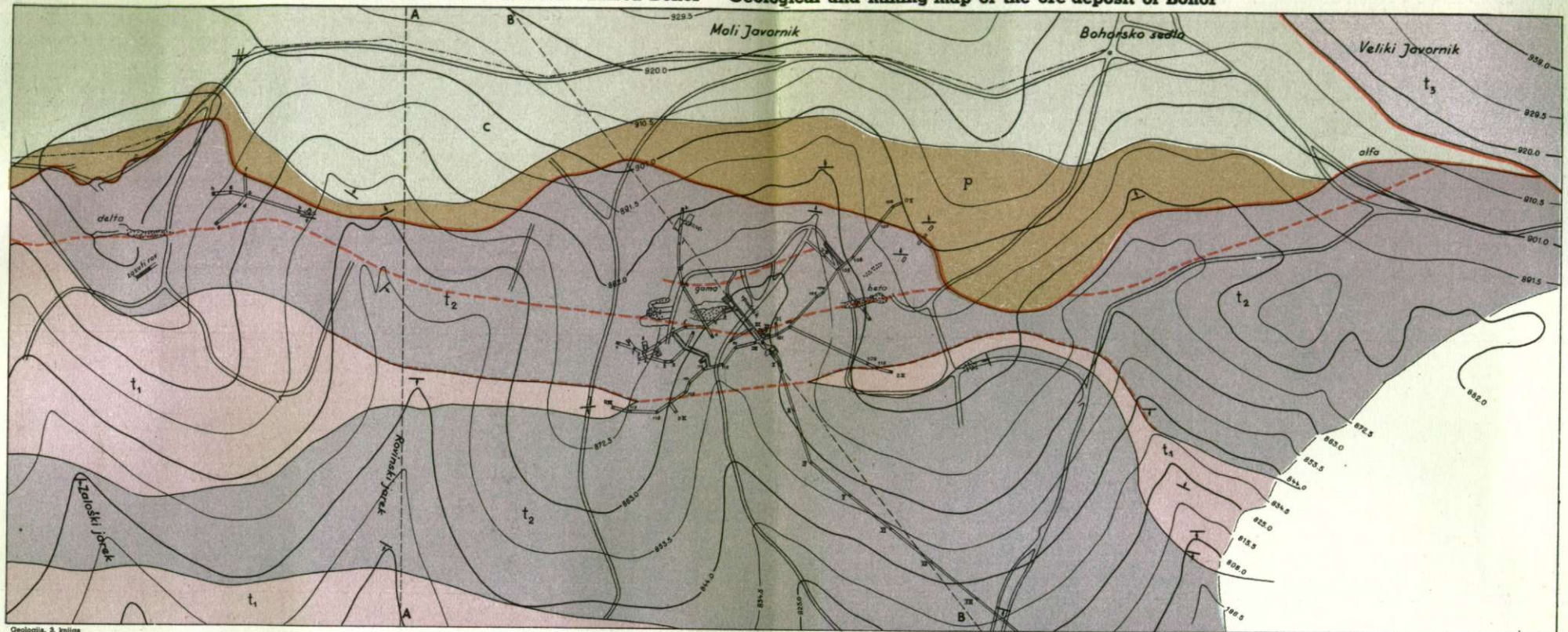
Zgornji del werfenskih skladov nad oolitnimi apnenci ima neznatno debelino. V bližini kontakta z anizičnimi dolomiti opazujemo v zgornjem werfenu vložke rumenkastega dolomita, ki se od anizičnih dolomitov razlikuje le po barvi. To je jasno vidno pri žagi v Bohorskem jarku v podaljšku južnega werfenskega pasu že izven kartiranega ozemlja. Werfenu bi mogel pripadati še del dolomitov, ki jih prištevamo anizičnim, v njih namreč opazujemo v raziskovalnih delih vložke dolomitnega laporja s sljudo. S tem bi se sicer neznatna debelina zgornjega werfena nekoliko povečala.

**Anizična stopnja.** Anizični stopnji pripadajo dolomiti, ki so posebno važni zato, ker nastopa v njih Zn-Pb orudenjenje. Dolomiti so v splošnem plastoviti. Povprečna debelina plasti znaša okoli 15 cm. Poleg skladovitih dolomitov imamo tudi neskladovite, kar zasledimo pogosto v jamskih delih. Po barvi ločimo svetlosiv, temnosiv in rumenkast dolomit. V manjši meri nastopajo tudi odolomiteni apnenci in rumeni apnenci, prepredeni s kalcitnimi žilicami, ki jih v jamskih delih ni. Ker so to le manjši lokalni vključki pri »delta« orudenjenju in jugovzhodno od »gama« orudenjenja, jih na geološki karti nismo označili. V jamskih delih opažamo med dolomiti tudi tanjše pole dolomitnih laporjev, ki vsebujejo precej sljude.

Kot posebnost naj omenimo še ankeritni dolomit, ki se loči od ostalih dolomitov v glavnem po strukturi. Ankeritni dolomit je drobnokristalen in se pojavlja predvsem v neposredni bližini orudenenj, tako na površini kakor tudi v jamskih delih.



Geološko rudarska karta rudišča Bohor — Geological and mining map of the ore deposit of Bohor

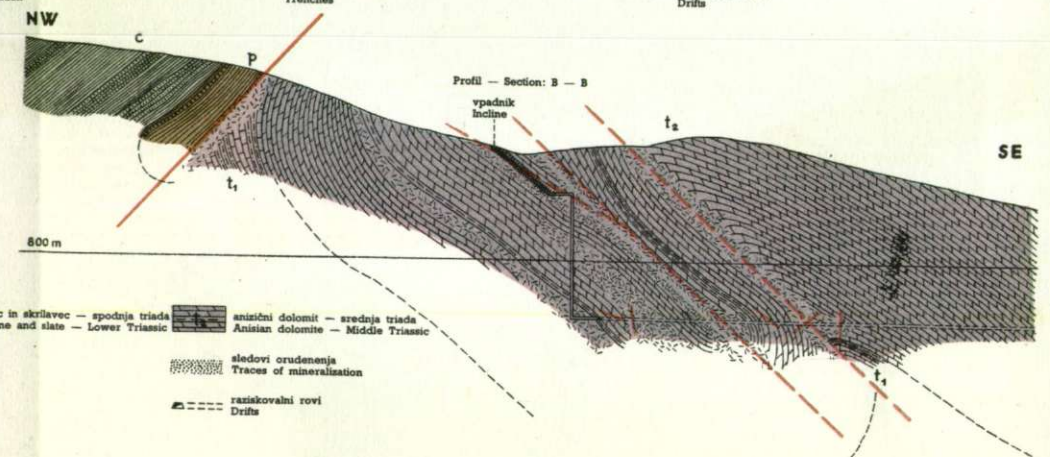
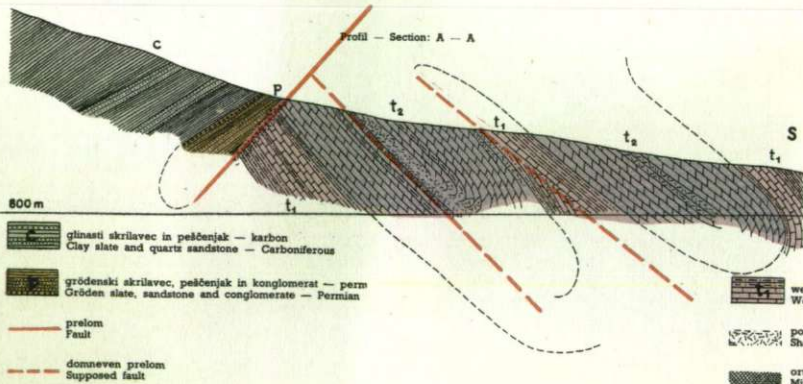


Geologija, 2. knjiga

Nos in Ored: Bohor

Legenda — Legend

- |   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| <b>C</b> glinasti skrilavec in kremenov peščenjak — karbon<br>Clay slate and quartz sandstone — Carboniferous | <b>P</b> gródenški skrilavec, peščenjak in konglomerat — perm<br>Gróden slate, sandstone and conglomerate — Permian | <b>t<sub>1</sub></b> werfenski peščenjak, apnec in skrilavec — spodnja triada<br>Werfensian sandstone, limestone and slate — Lower Triassic | <b>t<sub>2</sub></b> anisični dolomit — srednja triada<br>Anisian dolomite — Middle Triassic | <b>t<sub>3</sub></b> ladinski apnec — srednja triada<br>Ladinian limestone — Middle Triassic |
| — prelom<br>Fault   | - - - domneven prelom<br>Supposed fault   | sledovi orudenjenja<br>Traces of mineralization   | □ raziskovalni jarki<br>Trenches   | — raziskovalni rovi<br>Drifts  |



- |  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>C</b> glinasti skrilavec in peščenjak — karbon<br>Clay slate and quartz sandstone — Carboniferous | <b>P</b> gródenški skrilavec, peščenjak in konglomerat — perm<br>Gróden slate, sandstone and conglomerate — Permian | <b>t<sub>1</sub></b> werfenski peščenjak, apnec in skrilavec — spodnja triada<br>Werfensian sandstone, limestone and slate — Lower Triassic | <b>t<sub>2</sub></b> anisični dolomit — srednja triada<br>Anisian dolomite — Middle Triassic |
| — prelom<br>Fault  | - - - domneven prelom<br>Supposed fault   | porušene cone<br>Shattered zones  | sledovi orudenjenja<br>Traces of mineralization  |
|  |   | orudenjenje<br>Mineralization   | — raziskovalni rovi<br>Drifts  |



Dalje najdemo v dolomitih, posebno tam, kjer so tektonsko porušeni, številne bele žile in žilice kristaliziranega dolomita, ki je zapolnil razpoke.

Dolomiti zavzemajo največjo površino. Njihova severna meja je tektonska, proti jugu pa so vgubani med werfenske sklade.

Fosilnih ostankov v dolomitih nismo našli. Dovolj jasen dokaz za stratigrafsko pripadnost dolomitov nam podaja njihova konkordantna lega na werfenskih skladih.

**Ladinska stopnja.** V ta oddelek srednje triade prištevamo temnosive apnence z gomolji rožencev. Apnenci so debeloplastoviti in temnosivi. Vzhodno od tod so apnenci tudi svetlosivi in rožnati. Obenem postajajo bolj tankoplastoviti, vedno pa vsebujejo gomolje rožencev.

Ladinski apnenci zavzemajo le severovzhodni del kartiranega ozemlja ter meje ob prelomu na karbonske sklade in anizični dolomit.

Stratigrafsko pripadnost apnencev moremo ugotoviti v njihovem nadaljevanju vzhodno od kartiranega ozemlja. Med Velikim Javornikom in Velikim Koprivnikom ležijo ti apnenci konkordantno na zgornjem delu wengenskih skladov, kar smo ugotovili leta 1952 pri geološkem kartiranju severnega pobočja Bohorja.

### Tektonika

Raziskano ozemlje leži na južnem pobočju Bohorja, ki tvori najvzhodnejši podaljšek litijske antiklinale; pripada torej Posavskim gubam. Prevladujoča tektonska smer v Posavskih gubah vzhod—zahod se odraža tudi tu. Pod Malim in Velikim Javornikom poteka prelom, ki ga sledimo proti vzhodu in zahodu. Ob njem se stikajo ladinski apnenci s karbonskimi skladi, v skrajnem vzhodnem delu pa z anizičnim dolomitom. Ta prelom razdeli Bohor v dva dela. Severni del kaže od potoka Sevnične na zahodu do črte Pilštanj—Kozje antiklinalno zgradbo, v katero so vključeni tudi najvišji vrhovi. V južnem delu je prvotna antiklinalna zgradba porušena.

Od tega preloma se vzhodno od Bohorskega sedla odcepi drugi prelom, ob katerem se stikajo paleozojski karbonski in permski skladi z anizičnimi dolomiti in werfenom. Med oba preloma segajo torej paleozojski skladi v obliki klina, ki se širi proti zahodu. Vzhodno od križišča obeh prelomov se paleozoik po doslej znanih podatkih pojavlja na površini v litijski antiklinali samo še južno od Kunšperga.

Južni del preiskanega ozemlja tvorijo v izmenični legi anizični dolomiti in werfenski skladi. Vpadajo z manjšim odklonom proti jugu. Iz lege obeh triadnih horizontov sklepamo, da imamo v tem delu sistem prevrnjenih gub, v katerih je prišlo do manjših narivov in so zato nastale luske. Manjši prelomi so nastali predvsem v dolomitih, kar jasno vidimo v jamskih delih.

Od vseh kamenin so tektonsko najbolj porušeni dolomiti. To opazujemo na površini, še bolj pa v jamskih delih, kjer dosežejo razdrobljene cone tudi preko 10 metrov debeline. Razdrobljene cone potekajo v dolomitih vzporedno z njihovo slemenitvijo. Poleg tega opazujemo v njih v jamskih delih manjše prelome z dinarsko in prečno-dinarsko

smerjo. Ti prelomi niso bistveno vplivali na tektonsko zgradbo in so sekundarnega pomena. Glavne dislokacije imajo smer vzhod-zahod.

Tektonsko zgradbo raziskanega ozemlja ponazorujeta profila: A—A in B—B.

Glede starosti tektonskih premikov moremo ugotoviti sledeče: Nastanek luskaste zgradbe na jugu je na vsak način starejši od preloma, ki poteka od vzhoda proti zahodu, ob katerem so prišli anizični dolomiti v kontakt s paleozoikom. Pritisk je moral delovati z južne strani. Kasneje so bili paleozojski skladi dvignjeni in celo narinjeni preko triadnih skladov. Nato je sledil premik ob prelomu, ki ga predstavlja na geološki karti meja med ladinskimi apnenci in paleozoikom.

Iz navedenega moremo sklepati, da imamo tri vrste premikov. Nastanek luskaste zgradbe je najstarejši, dočim bi nastanek obeh prelomov mogli pripisovati isti orogenetski fazi. Vsekakor so ti premiki starejši od litavskih apnencev, ki prekrivajo vzhodno od Bohorskega jarka tektonski kontakt med anizičnim dolomitom in ladinskim apnencem.

### Zaključek

Analogno z ostalimi rudišči cinka in svinca v Sloveniji, so doslej mislili, da pripadajo orudeni dolomiti rudišča Bohor tudi wettersteinskemu horizontu. Z geološkim kartiranjem smo ugotovili, da pripadajo anizični stopnji. To nam dokazuje njihova konkordantna lega na werfenskih skladih.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## ON STRATIGRAPHIC AND TECTONIC CONDITIONS ON THE SOUTHERN SLOPE OF BOHOR

The authors have geologically mapped the southern slope of Bohor in East Slovenia where there is a zinc-lead ore-deposit.

They have established that the geological conditions considerably differ from the data furnished by Zollikofer, Stur and Dregger.

The oldest formation present in the region mapped belongs to the Carboniferous. Lithologically it is composed of dark grey clay slate and quartz sandstone.

Permian rocks are represented mainly by red and greenish-grey quartz sandstone, clay slate, and quartz conglomerate passing into breccia. Permian strata appear on the surface in the form of a narrow belt along the southern boundary of the Carboniferous.

Werfenian beds consist of greenish-grey and reddish mica sandstone and violet clay shale with limestone intercalations.

In the lower part there are typical sheets of red oolite limestone. Dolomite intercalations occur in the upper part of the Werfenian beds but to a lesser extent.

In the mapped area it is the Werfenian beds that constitute the guiding Triassic horizon, because they are typically developed and fossil bearing.

Of all the fossils the *Anodontophora fassaensis* Hauer occurs most frequently. The *Myophoria costata* Zenc occurs in limestone and *Holopella gracilior* Schaur in oölitic limestone.

Light and dark grey bedded dolomite belong to the Anisian age.

In the mine works we observe thin intercalations of marly dolomite containing a considerable amount of mica. White veins and veinlets of crystallized dolomite occur frequently in the dolomitic strata.

The southern part of the mapped area consists of dolomite.

That these dolomite date from the Anisian age is proved by the conformable passing of the upper part of the Werfenian beds with dolomite intercalations into Anisian dolomite.

Dark grey thickly stratified limestone with hornstone inclusions belongs to the Ladinian stage. It occupies the north-eastern part of the mapped area. The highest peak of Bohor—Veliki Javornik (1023 ms) — also consists of Ladinian limestone.

The authors did not find any fossil remains in limestone. Their conclusion that the limestone date back to the Ladinian age is based upon the conformable position on the Wengenian strata between Veliki Javornik and Veliki Koprivnik, which lie outside the mapped area.

The area explored belongs to the eastern part of the Litija anticline of the Sava folds. The original anticline is deformed owing to numerous Alpine faults.

Both beds and the principal faults have an east-western trend. The most northerly fault represents the dominant tectonic dislocation which divides Bohor into two parts. In the southern part the tectonic structure is rather complicated as is shown in the enclosed sections (figure 1). The lead-zinc ore bearing dolomite is the most disturbed.

The movements and faults in this area originated before the sedimentation of the Middle Miocene Leitha limestone being still to be found south of Veliki Javornik outside the mapped area.

Besides Alpine faults — which are the most marked — there are also Dinaric and transverse Dinaric faults observable in the mine.

Conclusion: The ore bearing dolomite of the Bohor ore-deposit has so far been considered as belonging to the Wetterstein horizon. On the basis of its conformable position on the Werfenian strata found during the mapping carried out, the authors have assigned it to the Anisian stage.

#### LITERATURA

Dreger, J., 1907, Geologische Karte der Österr.-Ungar. Monarchie, Blatt Rohitsch — Drachenburg.

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

Zollikofer, Th., 1861/62, Die geologischen Verhältnisse des süd-östlichen Teiles von Untersteiermark. Jahrb. geol. R. A., Wien.

## O GEOLOŠKIH RAZMERAH NA PREHODU POSAVSKIH GUB V DOLENJSKI KRAS MED STIČNO IN ŠENTRUPERTOM

*Cveto Germovšek*

Z geološko karto v prilogi

Stratigrafska mnogoličnost in zanimiv tektonski položaj prehodnega ozemlja med Posavskimi gubami in Dolenjskim krasom dajeta terenskem geologu z ene strani poseben mik, z druge pa zelo otežkočata delo. Zato sem se ponovno vračal vsako leto od leta 1950 do 1953 za nekaj tednov na teren. Kljub temu so ostali nerešeni še marsikateri problemi. Vendar upam, da bo pričujoča razprava nekaj doprinesla k boljšemu poznavanju Dolenjske.

### Stratigrafski pregled

Kamenine na preiskanem ozemlju so petrografske izredno različne. Pri tem ovirajo stratigrafski pregled zelo redke najdbe fosilov, zlasti lepo ohranjenih, in živahna tektonika. Zato sem ponekod določil starost skladov le po njihovi legi.

Lipold (1857, 1858) je prvi pregledno kartiral ozemlje med Savo in Kolpo vzhodno od Ljubljane. Njegovi podatki imajo le še zgodovinski pomen.

Nekaj geoloških potez tega ozemlja omenja tudi Žurga (1938). Dolomit ob Temenici prišteva glavnemu dolomitu. Med Zaplazom in Krško dolino navaja pas enakih jurskih apnencev, kakršne najdemo med Grosupljem in Rogom.

Najnovejša geološka karta, na kateri je tudi ta del Dolenjske, je Vettersova geološka karta Avstrije in sosednjih dežel (1933). Na njej je pravilno omejen karbon. Werfenskih skladov je zarisanih manj kot na Lipoldovi karti, a še vedno preveč. Večino ostalih kamenin prišteva srednji triadi. Ob zgornjem robu Bistrice oziroma severno od Šentruperta označuje zgornjetriadne plasti. V tolmaču k tej karti (1937) omenja, da se pojavljajo pri Mirni krški apnenci, ki jih uvršča v wengensko stopnjo, čeprav ne izključuje tudi nekoliko večje starosti.

Na tem delu Dolenjske sem našel naslednje geološke horizonte:

- karbon — peščenjaki in skrilavci
- triada — spodnjewerfenski skrilavci in peščenjaki
  - werfenski dolomit
  - zgornjewerfenski skladi
  - anizični dolomit
  - wengenski klastični skladi
  - temen ladinski apnenec
  - svetli ladinski apnenci in breče
  - ladinski in zgornjetriadni dolomit
  - ladinsko-rabeljski apnenci in laporni skrilavci
  - rabeljski skrilavci in peščenjaki
- jura — apnenci
- kenozoik — srednjemiocenski litavski apnenci
  - srednjemiocenski lapor
  - pliocenski lapor in glina
  - pliocenski kremenov pesek
  - pliocenska in pleistocenska ilovica z drobcami rožencev
  - pliocenska in pleistocenska ilovica
  - holocenske rečne naplavine

### Karbon

Karbonski skladi pokrivajo površino okrog 1 km<sup>2</sup> ob severnem delu geološke karte na Kamnem vrhu, Gobniku in delu Gabrske gore. Nadaljujejo se neposredno z geološkega lista Celje—Radeče (Teller, 1908). Sestavljajo jih pretežno temnosivi skrilavi sljudnati peščenjaki. Apnene komponente nimajo.

Razen peščenih skrilavcev se pojavljajo tudi temnosivi in črni glinasti skrilavci. Po položaju se zdi, da so skrilavci starejši kot peščenjaki.

### Werfen

Werfen sestavljajo spodnjewerfenske ali seiserske plasti, werfenski dolomit in zgornjewerfenske ali campilske plasti. Spodnji del spodnjewerfenskih plasti sega verjetno še v zgornji perm.

Spodnjewerfenske plasti se pojavljajo južno od Javorja in ob meji karbonskih plasti. Na obeh krajih so v zvezi z werfenskimi plastmi lista Celje—Radeče. Med Oblo gorico in Čateško goro zavzemajo v polkrožnem loku nekaj več kot 4 km<sup>2</sup>.

Seiserske plasti so razvite na isti način kot drugje v Posavskih gubah. Pretežni del teh plasti sestavljajo plastoviti in neplastoviti rdeči in rdečevijolični kremenovo sljudnati peščenjaki. V njihovem zgornjem delu sem dobil v Jazbini, to je ob zgornjem teku Cerknice, številne slabo ohranjene odtise školjk.

Med peščenjaki oziroma peščenimi skrilavci se pojavljajo pole rdečih glinastih skrilavcev, ki imajo tu in tam apneno primes. Med rdečimi skrilavci najdemo tudi zelene glinaste skrilavce, ki prehajajo ponekod v zelene ali rdeče kremenove peščenjake. Kažejo videz tufske kamenine.

Mikroskopska preiskava je pokazala, da vsebujejo poleg kremenovih zrn tudi nekaj glinencev. Pogostni so vložki sivorjavih kremenovih skrila-  
lavcev.

Werfenski dolomit dobimo navadno med klastičnimi seiserskimi in campilskimi plastmi. Zavzema tudi večji del samih campilskih plasti ali pa le posamezne leče in pole v njih.

Južno od Cerknega in Laz opazimo 50 do 200 m širok pas werfenskega dolomita. Pravo debelino je težko določiti, ker je ponekod tektonsko reducirana, drugje pa podvojen. V zgornjem delu vsebuje vložke zgornjeverfenskih lapornih peščenjakov. Zahodno od tod se dolomit ne pojavlja.

Po krajši tektonski prekinitvi se werfenski dolomit zopet pojavi južno od Kržišč in na Čateški gori. Zahodni del tega nahajališča zavzema vmesni položaj med spodnje- in zgornjeverfenskimi plastmi, kar lepo vidimo na poti iz Kržišč v Čatež. Njegova debelina se spreminja od 50 do 100 m. V vzhodnem delu ga pretežno nadomešča klastični razvoj zgornjega werfena.

K werfenskemu dolomitu štejemo tudi dolomit med Selami in Kozjekom. Ta ima številne vložke skrila-  
lavcev in peščenjakov zgornjeverfenskega habitusa. Vsi izdanki werfenskega dolomita zavzemajo približno en kvadratni kilometer.

Petrografsko je werfenski dolomit podoben srednjetriadnemu. Pretežno je svetlosiv in skladovit. Skladi so debeli približno 1 dm in imajo pogosto po lezikah drobne sljudnate skrli.

Zgornjeverfenske klastične in apnenčeve plasti leže nad spodnjeverfenskimi plastmi, vendar ne vidimo povsod njihove talnine. Najdemo jih južno od Cerknega in Laz ter severno od Zagorice. Tam so v tesni zvezi z werfenskim dolomitom. Vendar zavzemajo v splošnem višji horizont kot dolomit. Na podoben način se pojavljajo na južnem pobočju Čateške gore. Na Žonovcu in vzhodno od Vesele gore pa grade deformirano antiklinalo. Vsi izdanki pokrivajo površino približno 2 km<sup>2</sup>. Njihovo debelino bi mogli ceniti na 50 do 200 m.

V zgornji werfen prištevam vrsto klastičnih kamenin z laporno primesjo in nekatere apnence. Zlasti značilni so colitni apneneci, ki kljub maloštevilnim paleontološkim dokazom omogočajo še dokaj točno omejitve zgornjeverfenskih skladov. Razen colitnih apnencev opazimo še raznobarvne sljudnate laporne peščenjake, laporne skrila-  
lavce s sljudo in laporje.

Najlepši profil opazujemo med Kržiščem in Čatežem, kjer leže vse werfenske plasti konkordantno. V profilu od severozahoda proti jugovzhodu leži nad permsko-spodnjeverfenskimi rdečimi skrila-  
lavci in peščenjaki werfenski dolomit. Nad njim se začne pisana vrsta zgornjeverfenskih plasti.

#### Anizični dolomit

Usedline anizične stopnje so zastopane le v dolomitnem razvoju. Čeprav se dolomit pojavlja v vseh stopnjah triade, nismo dobili v njem skoraj nobenih fosilov. Zato sem se moral pri določitvi starosti omejiti



na zaporedje plasti. Za ekvivalent mendolskega dolomita imam dolomit, ki leži nad werfenskim in pod wengenskimi skladi. V tem položaju dobimo dolomit med Oblo gorico in koto 453 v širini približno 500 m. Debelina znaša nekaj nad 200 m. Vzhodno od tod na Lačnem vrhu in Zagriču je anizični dolomit tektonsko močno reduciran. 100 do 200 m širok pas enakega dolomita opazimo še na severnem pobočju Zaplaza in na Čateški gori.

V to stopnjo štejem še 500 do 1000 m širok dolomitni pas med Tihabojskim potokom pri Selah in Ostrežem ter dolomit veselogorske prevrnjene antiokline. Končno prištevam v to stopnjo še več kilometrov širok pas dolomita med Moravčami pri Gabrovki in Okrogom nad Šent-rupertom. Tu je določitev starosti negotova. V okolici Zabukovja, Ostreža in Okroga leži sicer pod wengenskimi in rabeljskimi plastmi, severno od tod pa leži isti dolomit nad ladinsko-rabeljskimi apnenci. Isti položaj opazimo ob južnozahodni meji tega dolomitnega pasu v okolici Tlake in ob severnozahodni meji pri Tihaboju. Vendar domnevam, da so vse te meje tektonske. Teller (1908) je prav tako uvrstil ta dolomit v anizično stopnjo.

Dolomit je delno plastovit. Najlepšo plastovitost opazimo blizu meje s spodnjo triado in blizu meje z ladinsko stopnjo. Plasti so debele približno 10 cm. Čim bolj se oddaljujemo od mejnih plasti, tem debelejšje so, dokler ne postane dolomit neskladovit. Tak močno prevladuje v severnozahodnem delu preiskanega ozemlja.

Dolomit je pretežno svetlosiv, vendar opazujemo vse prehode od belega do temnosivega. Mejni horizonti so obarvani temneje, zlasti spodnji. Pogosto prehaja v dolomitiziran apnenec. Krojitev je paralelepipedna, toda ni povsod enako močna.

Na nekaterih krajih, na primer med Zabukovjem in Zaloko, dobimo v najvišjih delih skladovitega dolomita redko posejane gomolje temnega roženca. Mogoče pripada ta dolomit že spodnjemu delu ladinske stopnje. Kartografsko se ne dá omejiti.

V vzhodnem delu karte je nejasen prehod med werfenskim skladi in anizičnim dolomitom. Prehodna cona ustreza Lipoldovemu (1858) opisu guttensteinskih skladov. Za to cono je značilno pogosto menjavanje skrilavcev s polami dolomita. Pole so debele po nekaj decimetrov ali centimetrov, pa tudi po več metrov.

### Ladinska stopnja

Spodnji del ladinske stopnje je verjetno še dolomit. Sem bi mogli šteti višji horizont dolomitnih skladov med werfenom in wengenom.

Za ladinsko stopnjo je značilno, da se facies hitro menjava ne le navpično, temveč tudi vodoravno od zahoda proti vzhodu. Zahodno od Primskovega opazujemo v ladinskih usedlinah zmanjšanje klastičnega materiala in naraščanje dolomita, ki končno popolnoma prevlada. V osrednjem in vzhodnem delu karte so klastične wengenske usedline najznačilnejši ladinski element. Vzhodno od preiskanega ozemlja pa prevladujejo v ladinski stopnji ploščasti apnenci s polami rožencev.

Ladinsko stopnjo predstavljajo tam krški apnenci, ki v svojem tipičnem razvoju komaj še segajo na preiskano ozemlje.

Wengenske plasti se širijo na severni polovici geološke karte v večkrat prekinjenem pasu od Oble gorice do Drage pri Šentrupertu. Pri Obli gorici segajo še v približno 50 m širokem pasu na geološko karto Celje—Radeče.

Med Oblo gorico in Zagričem se pojavljajo wengenske plasti v 4 km dolgem pasu. Na zahodu so te plasti debele komaj nekaj 10 m, pri Primskovem pa že preko 100 m, ne da bi računali tektonsko podvojitve vseh horizontov ladinskih plasti, ki jo opazujemo na tem delu.

Med Oblo gorico in Zagričem ločimo dve seriji. Starejša je nedvomno wengenske starosti. Sestavljena je iz drobnozrnatih klastičnih usedlin. Nad njo sledi brez ostre meje serija ploščatih temnosivih jedrnatih apnencev. Med temi apnenci so 1 dm do 10 m debeli vložki peščenjakov in tufov. Prav tako najdemo v peščenjakih in v skrilavcih pole temnosivega apnenca. V peščenjakih sem našel amonite, v apnencih pa korale, ki kažejo na kasijan.

V višjem delu peščenjakov se pojavijo pole lapornih skrilavcev, ki preperijo v skrilavo glino.

Tufi se pojavljajo v raznih horizontih, vendar le redko zavzemajo večji obseg. Navadno so plastoviti. Kot vse sosednje kamenine so tudi ti močno prepereli. Večinoma so zeleni. Tipični vzorci tufov nimajo apnene primesi. Debelina zrn se zelo spreminja. Nekateri kosi kažejo tufske breče z zrnji, ki imajo premer do 10 mm. Zrna leže v drobnozrnati osnovi. Najdemo tudi prave breče z drobci, velikimi po več centimetrov. Drugi, številnejši vzorci, kažejo drobnozrnate tufe z 1 mm debelimi zrnji. V teh opazimo včasih idiomorfna zrna kaoliniziranih glinencev, kiloritne skrilavce in le redko biotit. Prav tako je precej sivozelenih in sivorumenih pelitskih tufov.

Le nekaj vzorcev je bilo toliko svežih, da sem jih mogel preiskati z mikroskopom. Glinenci pripadajo albitu. Ker se pojavljajo v zbruskih še kremenovi in biotitni vtrošniki, ni nobenega dvoma, da so to tufi kremenovega keratofira. Drobnozrnate bi mogel prinesiti veter iz okolice Laškega, kjer najdemo podobne kremenove keratofire, debelozrnate tufske breče pa govore, da so bili tudi na tem ozemlju plinski izbruhi.

V peščenjakih okoli Primskovega in vzhodno od tod je našel Lipold (1858) med drugim tudi fosila *Daonella lommeli* Wissm. in *Trachyceras aon* Münst. Že s tem je obstoj wengena dokazan. V wengenskih tufskih peščenjakih na Sevnem pri Primskovem sem našel tudi sam dva slabo ohranjena amonita, ki ju je določil prof. dr. O. Kühn: *Protrachyceras mundeivillae* Mojs. in *Aolcites doleriticum* Mojs.

Oba pripadata horizontu z amonitom *Protrachyceras archelaus*, torej zgornjwengenskim plastem (Kühn, 1954).

Pri Zagriču se wengenske plasti lokalno izklinijo. Opazimo tektonski kontakt med spodnjim werfenom in kasijanskim dolomitom.

Dalje proti vzhodu leže wengenski skrilavci v širini nekaj 100 m na južnem pobočju Čateške gore in pri Tlaki. Imajo podoben geološki

položaj kot pri Primskovem. Tudi tu leže nad klastičnimi usedlinami temnosivi ploščasti apnenci.

Še dalje proti vzhodu se ladinski pas razširi na 2 km. Nadaljujeta se tako spodnji skrilavo-peščeni pas kot zgornji apnenčev pas. Delno sta prekrita s plicenskimi naplavinami. Zgornji del temnosivega apnenca sega mogoče že v karnijsko stopnjo. Zato označujem na geološki karti te sklade kot ladinsko-rabeljske apnenca.

Wengenski klastični sedimenti se zopet pojavijo med Petelinjekom in Drenovcem ter ob Tihabojskem potoku južno in vzhodno od Brgleza. Prevladujejo sivi glinasti skrilavci. To so ekvivalenti psevdofiljskih skladov. Včasih v njih močno naraste kremenova komponenta, tako da že prehajajo v kremenaste skrilavce. Ti se razlikujejo od navadnih glinastih skrilavcev po veliko večji trdoti. V njih sem našel več vrst daonel, med drugim tudi *Daonella lommeli* Wissm.

Približno 1,5 km vzhodno od wengenskih plasti pri Brglezu se pojavijo ponovno wengenski skladi v širini več 100 m in na dolžini 5 km. Ta wengenski pas grade podobne usedline kot na Primskovem. V peščenjakih je mnogo pol roženca.

Ista serija kamenin z enako zapovrstnostjo se vleče s presledki proti Okrogu in Mačku. Za wengenske sklade nad Drago so značilni poleg tufov še vložki rdečih lapornih skrilavcev in pisanih lapornih apnenčev.

Kot nadaljevanje tega pasu moremo šteti wengenske sklade na Homu vzhodno od potoka Bistrice.

### Ladinski svetli apnenci in breče

Sestavljajo jih neskladoviti in tankoploščasti apnenci z roženci in brez njih ter apnena breča. Ploščasti apnenci so ekvivalent krških apnenčev.

Med Zagorico in Trebanjskim vrhom leže pod rabeljskimi skladi. V podobnem položaju jih najdemo tudi med Gabrsko goro in Pečicami nad Žonovcem. Lepo razkriti so ti apnenci še v okolici Zijačnice.

Brečasti apnenci so petrografsko podobni titonskim apnencem, vendar njihov položaj govori za triadno starost. Fosile sem sicer našel v njih, vendar nedoločljive. Dobil sem korale, hidrozoe in amonite. Prvi in drugi so močno prekrystaljeni, od amonitov pa sem dobil le drobce.

### Ladinski in zgornjetriadni dolomiti

Ti dolomiti so svetlosivi, debeloskladoviti ali neskladoviti in drob-ljivi. Pogosto jih nadomeščajo odolomiteni apnenci.

Zavzemajo v glavnem kasijansko stopnjo; kjer ni klastičnih wengenskih skladov, morejo segati še globoko v anizično stopnjo. Povsod tam, kjer ni apneno ali klastično razvitih rabeljskih skladov, segajo v karnijsko in norijsko stopnjo. Zato ni mogoče potegniti točnih mej. V Šent-lavrencu na Dolenjskem sem našel v dolomitu nautiloida *Pleuromutilus (Enoploceras) lepsiusi* Mojs., ki je značilen za mejni karnijsko-norijski horizont. (K ü h n, 1954.)

### Ladinsko-rabeljski skrilavci in apnenci

V krovtnini klastičnih wengenskih skladov, večji del pa kar na srednjetriadnem dolomitu, leže na mnogih krajih temnosivi apnenci in apneni skrilavci, redkeje peščenjaki. Krovtnina se ni nikjer ohranila, razen morebiti v dolomitih Migolske gore.

V stratigrafskem pogledu morejo kamenine tega pasu zavzemati zgornji del ladinske kot tudi vso rabeljsko stopnjo. Nekatere kamenine moremo z gotovostjo prištevati kasijanu, druge zopet rablju. Vendar so prehodi med njimi tako tesni in fosilni ostanki tako redki, da sem jih na karti označil s skupnim imenom — ladinsko-rabeljski skladi.

Ponekod prevladujejo temnosivi ploščasti in skrilavi apnenci, drugje zopet laporni skrilavci. Ostre in točne meje med njimi ni možno potegniti. V splošnem so apnenci starejši od lapornih skrilavcev.

### Rabeljski skladi

V nekaterih krajih je možno rabeljsko stopnjo ločiti od pravkar opisanih skladov in jo na geološki karti posebej označiti. Na Zaplazu pri Čatežu sem našel školjko *Myophoria inaequicostata* Klippstein in polno bodic morskih ježkov rodu *Cidaris*. Večji del najdene fosilne favne še ni obdelan.

Rabeljski skladi so razviti v obliki apnencev in temnosivih ploščastih lapornih skrilavcev, ki pogosto prehajajo v laporaste skrilavce in peščene pole. Apnenci so povečini oolitni. Ooliti so koncentrični, okroglasti ali ovalni in imajo premer od nekaj mm do 1 cm. V jedru oolita opazimo pogosto pecelj krinoida ali drobec apnenca. Najlepše vidimo koncentrično lamelarno strukturo na preperelih površinah, dočim jo na svežih ploskvah komaj opazimo. Ooliti so podobni po obliki algam rodu *Sphaerocodium*. Podobne oolitne apnence najdemo v karditskih plasteh okoli Mežice.

Oolitni apnenci in druge kamenine rabeljskih skladov Zaplaza leže kot tanka plast na dolomitu. Na več krajih je dolomitna podlaga celo razkrita. Zato je rabeljski izdanek še bolj nepravilen, kot je označen na karti. Pri Razborju vpadajo rabeljski skladi pod svetlosiv dolomit. Zato je verjetno, da tvorijo rabeljski skladi le lečo v dolomitu, ki prehaja na drugih krajih brez prekinitve iz srednje v zgornjo triado.

Podobni rabeljski skladi se širijo proti Trebanjskemu vrhu. Leže na dolomitu ali pa na svetlih ladinskih apnencih in brečah. Rabeljski skladi so razviti v večji meri še okoli Zabukovja.

### Jura

Na priloženi geološki karti nisem razčlenil jurskih apnencev. Večji del pripadajo zgornji juri. Razviti so tipični titonski apnenci. Južno od preiskanega ozemlja se pojavljajo še liadni jedrnat in oolitni apnenci.

### Srednji miocen

Spodnji del srednjemiocenskih skladov sestavljajo brečasti apnenci. Nad njimi slede litotamijski apnenci in apneni peščenjaki. Pojavljajo

se v denudacijskih krpah v neposredni bližini Šentruperta. Severno od tega kraja je razvit pretežno svetlosiv apnenec z litotamnijami in ostrejami. Južno in vzhodno so pretežno rumenkastosivi laporni peščenjaki. Vsebujejo številno favno, med katero prevladujejo rodovi *Cardium*, *Conus*, *Tellina*, *Turritella* in drugi.

Ti sedimenti so ekvivalenti tako imenovanih spodnjelitavskih apnenecv laške sinklinale. Nad njimi sledi lapor, ki je bogat s fosili. Imam ga za ekvivalent laškega laporja. Našel sem ga le v vasi Draga, ki stoji na rumenkasti ilovnati preperini. Golic laporja sicer nisem dobil, vendar moremo po podatkih iz treh vodnjakov približno določiti njegov obseg. V profilu enega izmed vodnjakov je po enem metru preperine sledilo približno 3 m rumene ilovice, nato pa siv lapor, ki je imel v spodnjem delu veliko školjk in je postajal vedno trši. Vodnjak je globok 11 m.

Miocenske usedline v okolici Šentruperta so bile zelo verjetno v zvezi s podobnimi usedlinami v okolici Šentjanža in v Krški dolini. Zelo živahna pliocenska tektonika je uničila večji del sledov miocenskega morja in zato ne moremo več določiti obalne črte.

V zgornjem miocenu se je celotno ozemlje že toliko dvignilo, da na preiskanem območju niso bili odloženi sarmatski in pliocenski morski oziroma brakični sedimenti.

### Pliocenski lapor, pesek in glina z lignitom

Pliocenski sladkovodni sedimenti se pokažejo na več krajih. Do sedaj so jih le deloma omenili v literaturi. Prvi je pisal o njih *Stache* (1858). Omenja modrikastosivo do rumenkastosivo glino z vložki lignita. Pri Gorenji vasi navaja debelejšo lignitno plast z vmesno plastjo sive ilovnate gline. Krovčina je rumena in rdeča pleistocenska ilovica. Pri Gorenji vasi je našel *Stache* v glini dve vrsti polžev: *Melania escheri* Bronn. in *Helix inflex* Mart. Oba mcluska dokazujeta, da so to sladkovodne usedline.

Še danes opazamo pri Gorenji vasi majhen dnevni kop lignita, ki ga ne izkoriščajo več. Lignit je zelo slab. Sestavljen je pretežno iz debel, v katerih je zelo dobro ohranjena prvotna struktura in oblika. Lignita iz šotnega mahu je manj. Debelina lignitne plasti je 2 m, vendar talnine ne vidimo.

Novo podatke sem dobil v Dolenjih Ravnah, kjer so pri kopanju temeljev in vodnjakov na več mestih našli lignit. V južnem delu vasi je pod nekaj decimetrov debelo ilovnato plastjo nekaj metrov sivorumene, mastne gline z 1 dm debelim vložkom šotnega lignita. Pod glino je siv lapor. Fosilov ni bilo niti v glini niti v laporju.

Obseg pliocenskih usedlin in s tem nekdanjih jezer moremo le oceniti, kajti naravnih golic ni. Tudi pravkar omenjene podatke sem dobil le pri svežem izkopu vodnjaka. Zato ni izključeno, da se pod ilovnato preperino nahaja jezerski pliocen še marsikje na Dolenjskem.

Svetla, mastna glina pri Kompoljah pripada verjetno istemu razvoju pliocena. Ljudje tudi tukaj govorijo o premogu.

Zanimivo je nahajališče kremenovega peska v vasi Trebanjski vrh vzhodno od cerkve. Kremenov pesek je zelo droben in ima nekaj glinaste primesi. V zgornjem delu je nekoliko rumenkast, v spodnjem pa enakomerno siv. Močno je podoben pesku pri Leskovcu pod Gorjanci in v okolici Novega mesta. Višinska razlika med Trebanjskim vrhom in okolico Novega mesta je okoli 200 m. Med nastajanjem tega peska je bila višinska razlika minimalna, sicer se ne bi odlagal tako droben pesek. Torej se je ozemlje okoli Trebanjskega vrha v primeri z okolico Novega mesta dvignilo po odložitvi peska za približno 200 m. Ilovnat kremenov pesek dobimo med ilovico še na mnogih krajih severno in vzhodno od Račjega sela.

### Pliocenska in pleistocenska ilovica z drobci rožencev

Posebej sem označil na geološki karti ilovico z drobci rožencev. Na mnogih krajih je rožencev toliko, da moremo govoriti o drobcih roženca z ilovnato primesjo, na primer med Tihabojem in Brglezom ter severno od Pečic. Debelina teh usedlin ni vedno znana. Nekaj metrov globoki useki običajno ne pridejo do talnine. Pri Goleku so useki celo do 20 m globoki, a ne pridejo do podlage.

Roženci so najrazličnejši, od snežnobelih do črnih. Poleg rožencev se pojavljajo tudi drobci kremenovih peščenjakov. Nekateri so gosti, s školjkastim lomom; drugi so staničasti. Pri zadnjih so se izlužile vse sestavine razen kremenice.

V laboratoriju Geološkega zavoda v Ljubljani je ing. M. Babšek analiziral dva kosa svetlosivega roženca, za kar se mu najlepše zahvaljujem. Rezultat je naslednji:

SiO <sub>2</sub>	97,00 %	96,29 %
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64 %	1,06 %
CaO	0,32 %	0,62 %
MgO	sledovi	sledovi
žarozguba	1,75 %	1,92 %
	<hr/>	<hr/>
	99,71 %	99,89 %

Kemična analiza kaže, da je roženec zelo čist.

Izvor roženca in izluženih ostankov kremenovega peščenjaka moremo iskati v ladinskih skladih, v katerih smo dobili podobne usedline na prvotnem kraju. Roženčeve usedline leže največkrat na triadnih kame-ninah. Često jih najdemo tudi na pliocenskih jezerskih usedlinah, iz česar sklepamo na njihovo zgornjepliocensko ali mlajšo starost.

Ilovica z roženci pokriva izrazite izravnave. Najvišja, okoli 500 m, je slabo ohranjena. Bolj razširjene so izravnave z roženčasto naplavino višine od 470 do 450 m in od 425 do 410 m. Roženčaste naplavine v dolinah, torej holocenske starosti, so večji del že dvakrat presedimentirane. Tekoče vode, ki uničujejo izravnave, jih naplavljajo vedno niže.

Ilovnate naplavine z roženci so torej pretežno fluvialne in vezane na nastanek ravnikov. Zvezno prehajajo v ilovico z lečami kremenovega peska.



## Ilovica

Običajna ilovica prekriva precejšnji del kartiranega območja. Na geološki karti sem označil le površine, kjer se mi je njena debelina zdela večja od enega metra in kjer ni bilo golic podlage.

Ilovica prekriva v najdebelejši plasti izravnave predvsem do višine 350 m. Večji del dolenske ilovice je produkt izluževanja apnenca od zgornjega pliocena dalje in je pretežno aluvialna.

Le majhen del ilovice je nastal iz preperelih karbonskih, permskih, werfenskih in laporno razvitih srednjetriadnih skladov. Werfensko ilovico moremo ločiti že po barvi.

Ob današnjih rekah in potokih nastajajo ilovnate naplavine še sedaj. Podobno so nastajale aluvialne naplavine tudi v starejših izravnava. Razumljivo je, da imamo obsežna nahajališča najmlajše ilovice povsod tam, kjer se apnenec oziroma dolomit izlužuje na površini.

Rečni značaj velikega dela ilovice na Dolenjskem in Kočevskem moremo zagovarjati iz več razlogov. Ilovica je odložena na pliocenskih in pleistocenskih izravnava. Ker je lahko gibljiva, ni ostala dolgo na prvotnem kraju. Nekdanje reke so jo prenašale na dno dolin in ravnin, ki se danes kažejo kot starejše izravnave. Nedvomen dokaz, da so tekoče vode prenesle večji del ilovice, so tudi prodniki različnih kamenin v njej. Pogosto so ti prodniki različni od podlage, katero ilovica prekriva. Primere za to smo našli skoraj povsod, zlasti veliko jih je pri Ponikvah pri Trebnjem. Zelo številni so tudi prodniki in kosi trših kamenin v okolici Škovca, Trebanjskega vrha in Račjega sela, kjer ilovica z roženci postopoma prehaja v kraško ilovico.

Kot dokaz za rečni značaj dela dolenske ilovice štejemo končno tudi postopen prehod ilovice v kremenov pesek in zlasti leče kremenovega peska v ilovici.

### Rečni holocen

Ob današnjih vodotokih opazujemo dve vrsti holocena. Kjer tečejo potoki pretežno po karbonskih, werfenskih in mlajših klastičnih usedlinah, je holocen v glavnem sestavljen iz proda. Doline s potoki in suhe doline v apnencu in dolomitu pa pokriva plast ilovnatega holocena.

Holocenu pripada tudi eluvialna ilovica, katero mnogokrat težko ločimo od presedimentirane ilovice. Zato je tudi na geološki karti nisem posebej označil.

### Lokalna tektonika

Ločimo naslednje tektonske enote:

dinarsko usmerjena gobniška antiklinala,  
luskasta cona Primskovega,  
dinarsko usmerjena sinklinala med Krko in Temenico,  
javorški del litijske antiklinale,  
alpsko usmerjeno čateško antiklinalno krilo,  
dinarsko usmerjeni nagubani nizi med Trebnjem in Mirno,  
žonovska antiklinala,  
veselogorska prevrnjena antiklinala in okroška prevrnjena sinklinala,  
moravško-zabukovška cona in rebrška antiklinala.

**Dinarsko usmerjena gobniška antiklinala** je le vzhodni del dinarsko usmerjene antiklinale, ki se vleče od Šmartnega pri Litiji do Moravč pri Gabrovki. Sega torej globoko v alpsko litijsko antiklinalo, in to najdalje v območju litijskega rudišča.

Jedro antiklinale so karbonski skladi na Gobniku in Kamnem vrhu. Krajevno najdemo še prečno dinarsko, pa tudi alpsko smer z vpači proti jugu.

Meja karbona s spodnjim werfenom oziroma permom je tudi tektonsko diskordantna. Slemenitvi karbonskih in werfenskih skladov se ne ujemata. Ob meji vpadajo karbonski skladi krajevno pod werfenske.

V werfenskem antiklinalnem krilu ločimo dve coni: mejno cono s karbonom, kjer prevladuje prečnodinarska smer, in mejno cono z anizičnim dolomitom, kjer grade werfenski skladi dinarsko usmerjeno antiklinalo s strmim južnozahodnim in položnim severovzhodnim krilom. Pri Kržišču in na Čateški gori zavije ta antiklinala krajevno v alpsko smer.

Ob vzhodni meji gobniške antiklinale je strm prelom od severa proti jugu. Prelomna ploskev je nekoliko nagnjena proti vzhodu. Vzhodno od preloma se je ozemlje pogreznilo.

Nad werfenom leži anizični dolomit, ki slemeni dinarsko in vpada proti jugozahodu. Tudi ta meja je tektonska. Premiki niso veliki. Drsna ploskev je vzporedna slemenitvi.

Proti jugozahodu leži na anizičnem dolomitu luskasta cona Primskovega. Med Staro goro pri Primskovem in Zagričem pod Zaplazom opazimo, da se večina stratigrafskih horizontov podvoji, delno celo potroji. Luskaste sestavljajo kasijanski dolomiti, ladinski temnosivi ploščasti apnenci ter wengenski skrilavci in peščenjaki. Slemenitev vseh teh plasti od Stare gore do prečnega preloma od severa proti jugu severno od vasi Gorenji Vrh je dinarska.

V vzhodnem delu luskaste cone se vključijo v luskasto zgradbo še globlji stratigrafski deli, in sicer werfenski peščenjaki in mendolski dolomit. Narivne ploskve slemene v glavnem prečnodinarsko.

**Dinarska sinklinala med Temenico in Krko.** Jugozahodno od luskaste cone Primskovega so tektonske in stratigrafske razmere zelo enostavne. Okoli Šentvida pri Stični in Velikega Gabra gradi ozemlje dinarsko usmerjeni kasijanski dolomit, ki prehaja v višjih delih v zgornjetriadni dolomit. Nad njim leže diskordantno jurski apnenci.

Sinklinala je prepredena s prelomi, ki jih na terenu težko sledimo. Le smer vodnih tokov in drse kažejo na nekaj večjih prelomov. Tok Temenice zelo verjetno sledi tektonskim črtam. Zgornji tok Temenice je vzporeden luskasti coni Primskovega. V tem delu so tudi številne drse in tektonske breče. Od velikega Gabra dalje teče Temenica nekaj km v alpski smeri in to prav ob meji alpsko usmerjenega čateškega antiklinalnega krila pri Veliki Loki.

Mnogi znaki govore za važnejši prečni prelom pri Mišjem dolu, ki preseka najprej luskasto cono Primskovega, drži nato mimo Mišjega dola in se nadaljuje v smeri izvira Krke.

Verjetno so tudi druge doline v prečnodinarski smeri tektonske. Premiki ob teh prelomih so bili radialni. Južnejša krila so se relativno pogreznila.

**Javorniški del litijske antiklinale.** Sem štejemo alpsko usmerjene spodnjewerfenske plasti z vpadom proti jugu. Vendar tudi ta del verjetno ne pripada osrednji litijski antiklinali, ker so severno od Javorja znatne tektonske motnje.

**Alpsko usmerjeno čateško antiklinalno krilo.** V okolici Čateža pri Veliki Loki in proti jugu od Šentlovrenca ob Temenici opazamo pretežno alpsko smer slemenitve s položnim vpadom proti jugu. Antiklinalno krilo sestavljajo werfenski dolomit, zgornjewerfenski peščenjaki, anizični dolomit, wengenske plasti, ladinski apnenci, kasijanski dolomit, rabeljske plasti in zgornjetriadni dolomit.

Antiklinalno krilo meji na severu s prelomom na dinarsko antiklinalo. V severozahodnem delu prehaja alpska slemenitev v prečnodinarsko. Pri Zagriču meji kasijanski dolomit na werfen luskaste cone Primskovega. Proti zahodu preide slemenitev iz alpske v dinarsko. Prav tako prevladuje dinarska smer vzhodno od Čateža in Male Loke ter južno od Temenice. Nadaljevanje alpske smeri opazimo šele 5 km vzhodneje pri Žonovcu.

**Dinarsko usmerjeni nagubani nizi med Trebnjem in Mirno** so sestavljeni iz več tektonsko deformiranih antiklinal in sinklinal:

Antiklinala med Mačkovcem in Veliko Sevnico pri Mirni. Južnozahodno krilo te antiklinale je nadaljevanje dinarsko usmerjenega triadnega dolomita ob Temenici. Nad njim leže južno od Trebnjega diskordantno svetlosivi jedrnati apnenci, ki pripadajo verjetno malmu. Vzhodno od Dolnjega Podboršta se širijo proti vzhodu liadni apnenci, ki leže konkordantno nad gornjetriadnim dolomitom. Nekaj jurskih erozijskih krp se pojavlja tudi severno od Temenice. Pri Škovcu in Iglenu pa leže leče rabeljskih skladov.

Alpska smer Temenice pri Trebnjem ponazoruje potek važnejšega preloma. Temenica je stratigrafska meja le zahodno od Trebnjega. Vzhodno od tod zavije v dinarsko smer, pride na jurske apnence in začne ponikati.

Prečnodinarska cona Škovca in Trebanjskega vrha. To je najizrazitejša porušitev v mačkovsko-rodenski antiklinali. Ladinski in rabeljski skladi slemene v prečnodinarski smeri, deloma tudi v prečnoalpski. Opazujemo tudi interferenco obeh smeri. V podaljšku te cone proti jugozahodu se obrne Temenica iz dinarske v alpsko smer.

Kriška antiklinala leži med sinklinalo pri Zagorici in sinklinalo okoli Raven. Skladi so močno porušeni; prepleta se alpska in dinarska tektonika. Antiklinala je razkosana po prelomih v prečnoalpski smeri, ki jim tudi sledi reka Mirna. Severni del slemeni pretežno v alpski smeri, južni v dinarski. Meja med obema je nadaljevanje prečne cone Škovec—Trebanjski vrh.

Med Golekom in Križem je antiklinala srednjetriadnega dolomita narinjena proti jugu na ladinsko-rabeljske skrilavce severnovzhodnega krila mačkovsko-rodenske antiklinale. Južnozahodno krilo kriške antiklinale je zaradi nariva močno reducirano.

Ta antiklinala je verjetno le močno deformiran in s prelomi omejen del mačkovsko-rodenske antiklinale.

Ravensko-migolska sinklinala se začne južnozahodno od Mirne, kjer je hrib Trbinc sinklinalno zgrajen iz srednjetriadnega dolomita. Dno sinklinale se nadaljuje čez Gorenjo vas, Migolsko goro, Dolenje Ravne do Gorenjih Raven. Pri Gorenjih Ravnah opazujemo prepletanje dinarske in alpske smeri.

Grapa v smeri od vzhoda proti zahodu severno od Gorenje vasi ponazoruje potek alpsko usmerjenega preloma. Ob njem se spremeni slemenitev dolomita za skoraj 90 stopinj. Južno krilo se je spustilo. S tem spuščanjem je verjetno v zvezi nastanek jezera ali močvirja, v katerem je nastala nekaj metrov debela plast lignita. Torej so nekateri prelomi v alpski smeri razmeroma mladi.

Smer sinklinale je dinarska. Med Cirnikom in Selško goro oziroma med kriško in žonovsko antiklinalo je sinklinala najožja. Skladi so tu najbolj porušeni. V glavnem sta zastopani dve smeri, dinarska in prečnodinarska. Tektonsko najbolj porušen del sinklinale je v podaljšku prečnodinarske cone Škovec—Trebanjski vrh.

Mirenska sinklinala leži severno od Mirne. Nad srednjetriadnim dolomitom leže ladinsko-rabeljski temnosivi apnenci in skrilavci. Pri Mirni je jasen prelom v prečnodinarski smeri. Drži ob severnozahodnem robu mirenske doline. Severozahodno od tega preloma leži veselogorska prevrnjena antiklinala na mirenski sinklinali. Zato njeno severno krilo ni odkrito. Proti vzhodu pa sta odkriti obe sinklinalni krili.

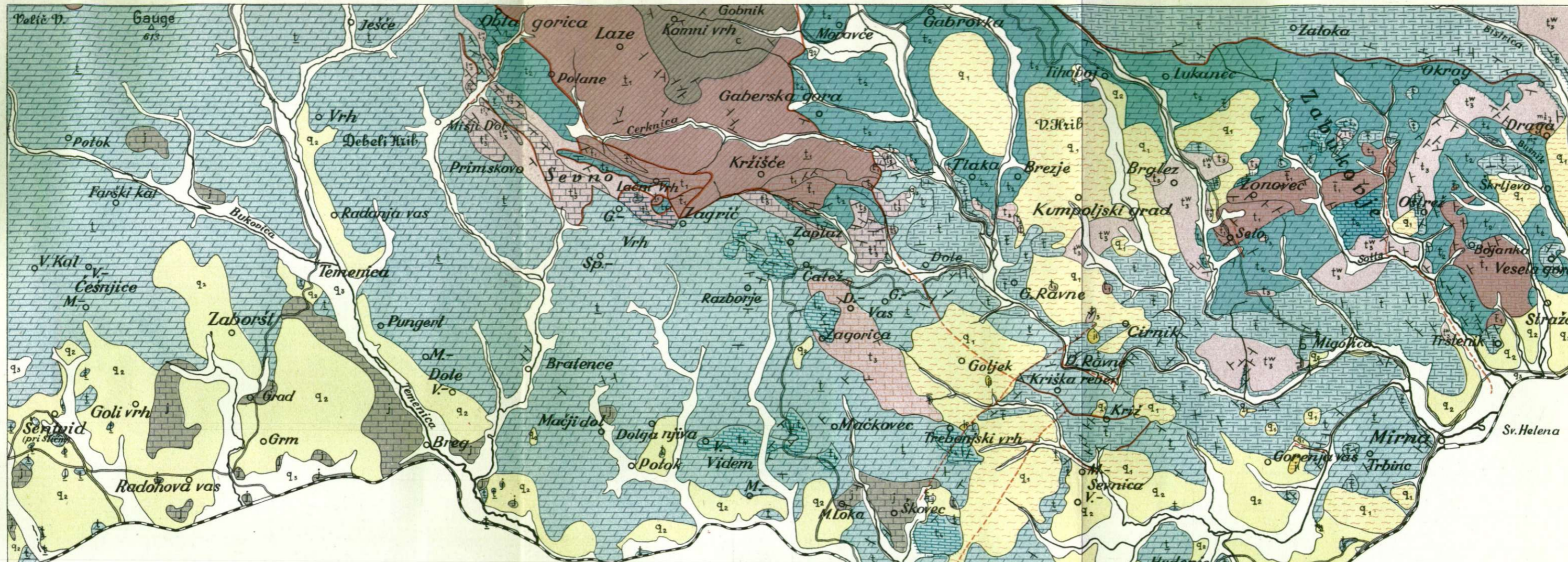
Na severozahodu meje zelo položni skladi te sinklinale na južno krilo žonovske antiklinale.

Žonovska antiklinala je najizrazitejši alpsko usmerjeni tektonski element preiskanega ozemlja. Začne se nekaj 100 m vzhodno od Tihabojskega potoka in se širi na dolžini dveh km preko Žonovca in Petja do doline med Zabukovjem in Oplenkom. Jedro antiklinale sestavljajo zgornjewerfenski skladi, krila pa anizični dolomit ter wengenske plasti. Južno krilo je pravilno razvito in le malo porušeno. Severno krilo pa je delno reducirano, ker je antiklinala narinjena proti severu na srednjetriadni dolomit.

Na jugu meji antiklinala s prelomom na dinarski sistem gub med Mirno in Trebnjem. Zahodna in vzhodna meja sta prečna alpska preloma, ob katerih se slemenitev spremeni za 90 stopinj.

**Veselogorska prevrnjena antiklinala in okroška prevrnjena sinklinala.** Veselogorska antiklinala zavzema grebene med Sotlo in Šentruperško dolino; zgrajena je iz šestih stratigrafskih elementov kot žonovska, le da slemene v dinarski smeri. V severnem delu, to je v bližini žonovske antiklinale, prehaja v prečnoalpsko smer. Skladi so prevrnjeni proti





	karbonski skrilavci in peščenjaki Carboniferous slates and sandstones		temni ladinski apneneci Ladinian dark limestone		srednjemiocenski apnenec in peščenjak Middle Miocene limestone and sandstone
	spodnjewerfenski skrilavci in peščenjaki Lower Werfenian slates and sandstones		sveti ladinski apneneci in breče Ladinian light limestone and breccia		srednjemiocenski lapor Middle Miocene marl
	werfenski dolomit Werfenian dolomite		srednje in zgornjetriadni dolomit Middle and Upper Triassic dolomite		pliocenski lapor in glina Pliocene marl and clay
	zornjwerfenski laporni skladi Upper Werfenian marly rocks		ladinsko-karnijski apneneci in laporni skrilavci Ladinian-Carnian limestones and marly shales		pliocenski kremenov pesek Pliocene quartz sand
	anizični dolomit Anisian dolomite		rabeljki skladi Rabelj strata		ilovica z drobcu rožencev Loam with hornstone fragments
	wengenski klastični skladi Wengenian clastic rocks		jurski apnenec Jurassic limestone		ilovica Loam

holocen  
Holocene

**Geološka karta ozemlja  
med Šentvidom pri  
Stični in Mirno**  
**Geologic map of the area  
between Šentvid near  
Stična and Mirna**  
Merilo 1 : 50.000

Geologija, 3. knjiga      Germovšek: Posavske gube — Dolenjski kras





jugozahodu. Zato leži ta antiklinala na ladinsko-rabeljskih apnencih nagubane cone med Mirno in Trebnjem. Proti severu prehaja v prevrnjeno okroško sinklinalo.

Okroška prevrnjena sinklinala zavzema severno pobočje Šentruperške doline med Mačkom in Drago. Geološke razmere so dokaj nejasne. Na ladinsko-rabeljskih apnencih Rebrji leže diskordantno srednjetriadni, verjetno anizični dolomiti. Nad temi leže konkordantno wengenski skladi, nad njimi pa zopet anizični dolomiti. Vsi skladi slemene v glavnem prečnodinarsko. To zaporedje si razlagamo s sinklinalo, ki je prevrnjena proti severu in narinjena na rebrške apnence. Na vzhodu se okroška sinklinala konča ob bistriškem prelomu.

**Moravsko zabukovška cona in rebrška antiklinala.** Severni rob preiskanega ozemlja je v geološkem oziru še najmanj jasen. Domnevam, da so srednjetriadni dolomiti nekoliko narinjeni na antiklinalo, ki jo grade rebrški temnosivi apnenci. V zahodnem delu slemeni antiklinala v dinarski smeri, dalje proti vzhodu preide polagoma v alpsko smer. Vrh antiklinala je le približno 100 m oddaljen od meje z dolomitom.

#### **Medsebojni položaj lokalnih tektonskih enot.**

Medsebojni položaj tektonskih enot je posledica postsrednjepliocenske tektonike. To je razumljivo, ker so meje med njimi prelomi prav te starosti. Srednjepliocenski ravniki so ti prelomi močno razkosali. Isto dokazujejo premaknjene pliocenske, verjetno gornjepliocenske plasti. Prelomi, ob katerih smo opazovali tudi močne vodoravne premike, so pa v splošnem starejši.

Najnižji tektonski elementi so na severu. Torej so bili premiki usmerjeni proti severu, prav tako kot okoli Primskovega. Najnižja je rebrška antiklinala, na njej leži moravško zabukovška cona. Na to cono je narinjena žonovska antiklinala, na katero je naslonjena veselogorska antiklinala. Veselogorska antiklinala leži obenem na vzhodno ležeči mirenski sinklinali. Premiki niso bili nikjer veliki, zato ne moremo govoriti o pokrovih, temveč le o luskah.

Obratno smer premikov, to se pravi proti jugu, opazimo v sredi preiskanega ozemlja. Ob večjih prelomih se je krajevno narinila moravško zabukovška cona na trebanjsko mirenske nagubane nize. Tudi v teh nizih opazimo lokalne premike proti jugu.

Meja med gobniško antiklinalo in moravško zabukovško cono je nadaljevanje moravškega preloma. To je nadaljevanje onega preloma, o katerem govorita že Winkler (1923) in Tornquist (1929). Winkler trdi, da je to meja nariva in šteje mezozoiške sedimente na karbonskih skladih zahodno od te črte kot denudacijske ostanke tektonskega pokrova. Tornquist pa nasprotno trdi, da ta črta sploh ni tektonska. Prelom v resnici obstoji, vendar ob njem ni bilo vodoravnih premikov, temveč le radialni. Zahodno krilo se je pri tem relativno močneje dvignilo kot vzhodno. Mezozoiški erozijski ostanke so na prvotnem mestu. Ohranili so se zato, ker so v dnu sinklinala.

Kot vidimo iz opisa podrobne tektonike, ne teče preko tega ozemlja nobena tektonska črta, katero bi mogli označiti kot mejo med alpsko litijsko antiklinalo in dinarskim sistemom gub v Dolenjskem krasu.

Že *Suess* (1901) je utemeljil teorijo o enotnem južnoalpskodinarskem sedimentacijskem prostoru. Podobno mnenje je zastopal tudi *Kossmat* v svojih delih. *Winkler* pa v nasprotju z njim zastopa mnenje o samostojni južnovzhodnoalpski geosinklinali.

Geološke razmere vzhodno od Ljubljane govore bolj v prid teoriji o skupnem južnoalpskodinarskem sedimentacijskem prostoru. Od časa do časa so vmes sicer obstajali podmorski pragovi in kopno, vendar ne tako, da bi mogli govoriti o dveh geosinklinalah. Tudi wengenski sedimentacijski prostor je bil usmerjen dinarsko ali ponekod celo prečno-alpsko. V alpski smeri se širijo na Gorjancih, v Krškem hribovju, na Orlici, Bohorju in na Rudnici usedline in vulkanske kamenine, katere bi mogli imeti za nadaljevanje bosanske roženčevo-ofiolitne cone.

Facialne razlike posameznih oddelkov si moremo razlagati z različno oddaljenostjo od obale in različno globino morja, ne pa vedno z ločenimi sedimentacijskimi prostori.

Iz vsega opisanega razvidimo, da si ne moremo predstavljati alpskodinarske meje med Posavskimi gubami in kraškimi dinaridi kot tektonsko linijo, temveč kot prehodni pas manjšega tektonskega pomena.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

#### **ON THE GEOLOGICAL FEATURES OF THE TRANSITION ZONE BETWEEN THE SAVA FOLDS-REGION AND THE LOWER CARNIOLIAN KARST**

The author has made a geological investigation of the region represented by the northwest section of the manuscript geological map of Novo mesto drawn by *Lipold* (1858-b).

A stratigraphical survey has yielded the horizons given in the legend of the annexed geological map.

The Carboniferous strata are an extension of those represented in the special map of Celje—Radeče.

In the northern part of the map the Werfen strata were exposed over an extensive area. We distinguish the Lower Werfen strata consisting of red quartz-mica sandstones with intercalations of red clayey slates, intermediate Werfen dolomite, and the Upper Werfen strata made up of oolitic limestone, marly slates, and calcareous sandstones. Part of the red slates and sandstones belongs very likely to the Upper Permian.

The Triassic dolomites have the widest extent. It is very difficult to establish the boundaries between the single Triassic formations because the clastic intercalations are not well developed throughout the region but often thin out in the form of lenses.



Those dolomites, belong to the Anisian stage, the footwall of them is represented by Werfen strata, and the hanging wall of Wengen strata. These are light gray, usually thick-bedded dolomites.

The Ladinian stage varies much in character. Beside the rapid alteration of the sediments in the vertical direction, a change of the facies can be observed in the west-east direction. In the central and western part of the covered region the most prominent member of the Ladinian stage is represented by clastic Wengen sediments. In the east, however, platy limestones with sheets of hornstone, preponderate.

The Wengen strata contain also marly and quartzose sandstones, marly and clayey slates, hornstones, tuffaceous sandstones, tuffs, and gray platy limestones. In the tuffaceous sandstones two ammonites determined by Prof. Kühn as *Protrachyceras mundevillae* Mojs. and *Anolites doleriticum* Mojs., have been found (Kühn, 1954).

Both specimens belong to the horizon containing *Protrachyceras archelaus*, i. e. to the Upper Wengen strata.

At some places at which the Wengen stage is represented by dolomites, it has been possible to distinguish between the Anisian and the Ladinian stage.

The Cassian stage is represented either by dark gray limestones and slates or by dolomites. The hanging walls of the Cassian strata contain Rabelj-strata. At several places it has been impossible to draw a line between the Cassian limestones and slates on the one hand, and the superjacent Rabelj-strata on the other hand. Consequently, it has been found convenient to classify these rocks in the map as Ladinian-Rabelj limestones and slates.

The Rabelj-strata show similar constituents as the strata west of Ljubljana, i. e. dark gray limestones, marly slates, calcareous sandstones, and slaty clays. Here *Myophoria inaequicostata* Klippstein and numerous spines of sea urchins of the genus *Cidaris*, have been found.

The clastic Rabelj-strata thin out into the dolomite in the form of lenses. Here it is impossible to distinguish between the Middle and Upper Triassic dolomite. In these strata a nautiloid classified by Prof. Kühn as *Pleuromutilus (Enoplloceras) lepsiusi* Mojs., the leading fossil of the transition stage between the Karnian and Norian, has been found.

In the southern part of the region in question the Liassic and the unconformably superjacent Titonic strata are well developed. The rags of Titonic limestones rest on the Triassic strata.

The Upper Jurassic and Upper Cretaceous transgression was followed by the Middle Miocene transgression. At that time the sea invaded also the region of Šentrupert and deposited sediments of the second Mediterranean stage.

The Mesozoic strata are overlapped by brecciated limestones of the same facies as the Leitha limestones. Here and there above them fossiliferous marl, very likely equivalent to the Laško-marls, has been preserved. The sea which deposited these strata seems to have been in direct connection with the sea in the valley of Krško. The shoreline was less irregular than has generally been maintained.

The Pliocene fresh water formations have a much wider extent than has been hitherto assumed. In all probability they spread all over the eastern part of the explored area. At many places occur fresh water marls and clays with lignite, and at one place also quartz sand.

In the geological map the clay with hornstone grains is represented by a special color. Now and again the hornstones are more abundant than clay. The grains originate from the Ladinian and Upper Cretaceous limestones and slates containing sheets and lenses of hornstones. These sediments overlie various Mesozoic sediments. Here and there they are overlain by Pliocene fresh water sediments referred to above. They very likely belong to the Upper Pliocene age.

A considerable part of the mapped territory, especially in the southeast, is overlain by common clay which is likewise of fluvial origin.

An analysis of the local deformations of the crust has made it possible to distinguish the following tectonic elements:

The anticline of Gobnik trending in the Dinaric direction

The schuppen-zone of Primskovo

The syncline between Krka and Temenica trending in the Dinaric direction

The limb of the anticline of Čatež trending in the Alpine direction

The folds between Trebnje and Mirna trending in the Dinaric direction

The anticline of Žonovec

The recumbent anticline of Vesela gora and the recumbent syncline of Okrog

The anticline of Reber and the Moravče-Zabukovje zone

The anticline of Gobnik is nothing but the eastern part of the anticline trending in the Dinaric direction and running from Šmartno near Litija to Moravče near Gabrovka. Thus it reaches deep into the anticline of Litija up to the very region of the ore deposit. The core of the anticline is made up of Carboniferous strata overlain by Werfen strata and Anisian dolomites. In both traces of earth movements which took place in the Alpine direction as well as obliquely to the Dinaric direction, can be observed. In the east the anticline comes to an abrupt end along a very steep fault the strike of which is oblique to the Alpine direction.

Towards the southwest the Anisian dolomite is overlain by a schuppen-structure of Primskovo made up of Ladinian strata. Here and there also Anisian dolomites and Werfen strata form schuppen-structures. By and large the overthrust planes trend in the Dinaric direction. Along the eastern margin, however, they trend in a direction oblique to the Dinaric.

Southwest of the schuppen-zone of Primskovo the geological conditions become very simple. Here the Upper Triassic dolomite trending in the Dinaric direction and overlain by unconformable Jurassic limestones, can be observed.

From the environs of Čatež near Velika Loka to Šentlovrenc on Tešenica the crest of the anticline trends in the Alpine direction while the slope is gently inclined towards the south. The flank of the anticline is composed of Werfen dolomite, Upper Werfen sandstone, Mendola dolomite, Wengen-strata, Ladinian limestone, Cassian dolomite, and Rabelj strata. In the eastern part the influence of the direction oblique to the Dinaric, becomes discernible.

Westward and eastward the crest gradually swerves and finally follows the Dinaric direction. Only 5 km farther to the east near Žonovec, the crest turns again in the Alpine direction.

The southeast part of the covered area is made up of a system of collapsed anticlines and synclines trending in the Dinaric direction and consisting of Middle and Upper Triassic dolomite; Ladinian-Rabelj limestones and slates; and, to a lesser degree, Jurassic limestones. In the eastern part also Wengen strata are found. To the east they are overlain by clastic Upper Cretaceous strata. In spite of the fact that here crustal deformations have been mainly in the Dinaric direction deformations following the younger Alpine direction and that lying obliquely to it, can be observed. By and large the structural features of this region are much simpler in the southeast than in the southwest where the layers have undergone considerable deformations. North of the zone referred to above the deformations trend in the Alpine, south of it in the Dinaric direction.

The anticline of Žonovec is the most prominent structural element trending in the Alpine direction. Its core consists of Upper Werfen strata, the limbs of Anisian dolomites and Wengen strata. The crest trends in the Alpine direction. The south limb shows a regular development and is relatively little fractured. The north limb is in part reduced because in the north the anticline has been thrust up over the Middle Triassic dolomite. In the south the anticline borders with a fault on the Dinaric fold system between Mirna and Trebnje. The east and west boundary lines are represented by two faults trending obliquely to the Alpine direction.

The recumbent anticline of Vesela gora consists of the same stratigraphic elements as that of Žonovec. The crest trends in the Dinaric direction but swerves obliquely to it before joining the anticline of Žonovec. The strata dip southeastward. The northwest limb is regular.

The northward recumbent syncline of Okrog is made up of Anisian and Ladinian strata.

The relative position of the tectonic units is due to younger deformations. In the west the structural features are relatively simple. The only conspicuous complication is that the region of Primskovo shows a schuppen-structure and leans against the syncline of Gobnik.

In the east only parts of single tectonic units, but whole tectonic units have been thrust one on top of the other.

Displacements have occurred in the north as well as around Primskovo. The base is represented by the anticline of Reber overlain by the

Moravče-Zabukovje zone over which the anticline of Žonovec was thrust. Against the latter leans the recumbent anticline of Vesela gora which also rests on the syncline of Mirna. Since the displacements did not occur on a large scale, it can be maintained that the region shows a schuppen-structure. Displacements in the southern direction can be observed in the central part of the covered region. Along several faults the Moravče-Zabukovje zone was locally thrust up over the Trebnje-Mirna folds in which now and again displacements in the southward direction have also taken place.

The boundary line between the anticline of Gobnik and the Moravče-Zabukovje zone is the continuation of the fault referred to by Winkler (1923) and Tornquist (1929). Winkler holds that this is the boundary of the overthrust and that the Mesozoic sediments overlying the Carboniferous strata west of the line are denudation rests of the overthrust. Tornquist, on the other hand, is of the opinion that the line is not of tectonic origin. The writer has made an attempt to furnish evidence that the fault exists yet that along it no horizontal but only vertical displacements have taken place whereby the western limb has been uplifted higher than the eastern. The Mesozoic strata east of Šmartno near Litija are autochthonous denudation rests.

A detailed description of the structural features shows that the region is crossed by no major tectonic line which would represent a demarcation line between the anticline of Litija trending in the Alpine direction and the Lower Carniolian Karst fold system trending in the Dinaric direction.

As early as 1901 the theory of a uniform southern Alpine-Dinaric sedimentation area was substantiated by Suess and advocated by Kossmat. Winkler (1928) on the contrary expressed the view that the area represents an independent southeastern Alpine geosyncline which was folded in the Alpine direction during the Cretaceous, and further deformed in the Dinaric direction during the Tertiary.

Yet the geological features east of Ljubljana tell in favor of a common southern Alpine-Dinaric sedimentation area. It is true that submarine shelves and a mainland existed here from time to time yet they never formed such a continuous whole that we could speak of two geosynclines.

The differences in the facies of single members can be interpreted as due to the different distances of the latter from the coast and to different depths of the sea but by no means due to two separate sedimentation areas. It is true that here and there such areas existed but they should not be attributed a too great importance.

The above reasonings show that we should not conceive the Alpine-Dinaric boundary line — in the sense of a boundary line between the Sava folds and the Karstic Dinarides — as a tectonic line but rather as a transition belt of lesser tectonic importance.

As to the facies the examined area can be compared to the Sava folds-region west of Ljubljana and to some Dinaric zones (Kossmat, 1924).

## LITERATURA

- Germovšek, C., 1953-a, Zgornjekredni klastični sedimenti na Kočevskem in v bližnji okolici, *Geologija*, 1, 120—134, Ljubljana.
- Germovšek, C., 1953-b, Obvestilo o geološkem kartiranju lista Novo mesto 1, 2 in 3 v letih 1951/52, *Geologija*, 1, 284—287, Ljubljana.
- Heritsch, F.-Seidl, F., 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917, *Mitt. Erdbeb. Komm. II. Teil*, N. F. 55, Wien.
- Kossmat, F., 1903, Überschiebungen im Randgebiete des Laibacher Moores, C. R. IX. Cong. Geol. Inter. Vienne, 1903, 507—520.
- Kossmat, F., 1913, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion, *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 6, 61—165.
- Kossmat, F., 1924, Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Die Kriegsschauplätze 1914—1918, 1—198.
- Kühn, O., 1954, Triadni cefalopodi z Dolenjskega, *Razprave SAZU*, IV. razr., II, Ljubljana.
- Lipold, M. V., 1858-a, Bericht über die geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857, *Jb. Geol. R. A.*, 9, 257—276, Wien.
- Lipold, M. V., 1858-b, Geologische Manuskriptkarte 1:75.000 Rudolfswert.
- Melik, A., 1931, Hidrografski in morfološki razvoj na srednjem Dolenjskem, *Geogr. vest.* 7, 66—100, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1931, Morfološki razvoj v območju posavskih gub, *Geogr. vest.* 7, 1—66, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1933, Vodnik po zbirkah Narodnega muzeja v Ljubljani, *Geološko-paleontološki oddelek*, 119—185, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1950, O nastanku in pomenu psevdoziljskih skladov, *Geogr. vest.* 22, 1—24, Ljubljana.
- Salopek, M., 1927, Geološko proučavanje i kartiranje u Sloveniji g. 1926, *Geogr. vest.* 2, 153—156, Ljubljana.
- Stache, G., 1858, Die neogenen Tertiärbildungen in Unterkrain, *Jb. Geol. R. A.* 9, 366, Wien.
- Suess, E., 1901, Das Antlitz der Erde, III/1, 422—432, Wien.
- Tornquist, A., 1929, Die Blei-Zinkerzlagertstätte der Savefalten vom Typus Litiža, *Zeitschr. Berg. Hüttenw.* 77, 1—27, Wien.
- Vetters, H., 1933, Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, Wien.
- Vetters, H., 1937, Erläuterungen zur geologischen Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, Wien.
- Winkler, A., 1923, Über den Bau der östlichen Südalpen, *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 16, 1—273.
- Winkler, A., 1930, Über tektonische Probleme in den Savefalten, *Jb. Geol. B. A.* 80, 351—379, Wien.
- Winkler-Hermaden, A., 1936, Neuere Forschungsergebnisse über Schichtfolge und Bau der östlichen Südalpen, *Geol. Rund.* 27, Stuttgart.
- Zurga, F., 1938, Nekoliko iz geologije Dolenjske, »Dolenjska«, 5—6.

# FRISPEVEK H GLACIALNI GEOLOGIJI RADOVLJIŠKE KOTLINE

Dušan Kuščer

Z 2 kartama in s 4 profili v prilogi

## Uvod

Geološke preiskave pred projektiranjem in med gradnjo HE Moste v letih 1946—1953 ter preiskave za projekt HE Radovljica so dale vrsto novih podatkov o pleistocenski geologiji radovljiške kotline. Sledeči tabelarni pregled nam shematsko podaja vrstni red geoloških dogodkov v tej kotlini, kot se nam pokaže po ureditvi novih opazovanj:

### Pregled razvoja radovljiške kotline v pleistocenu

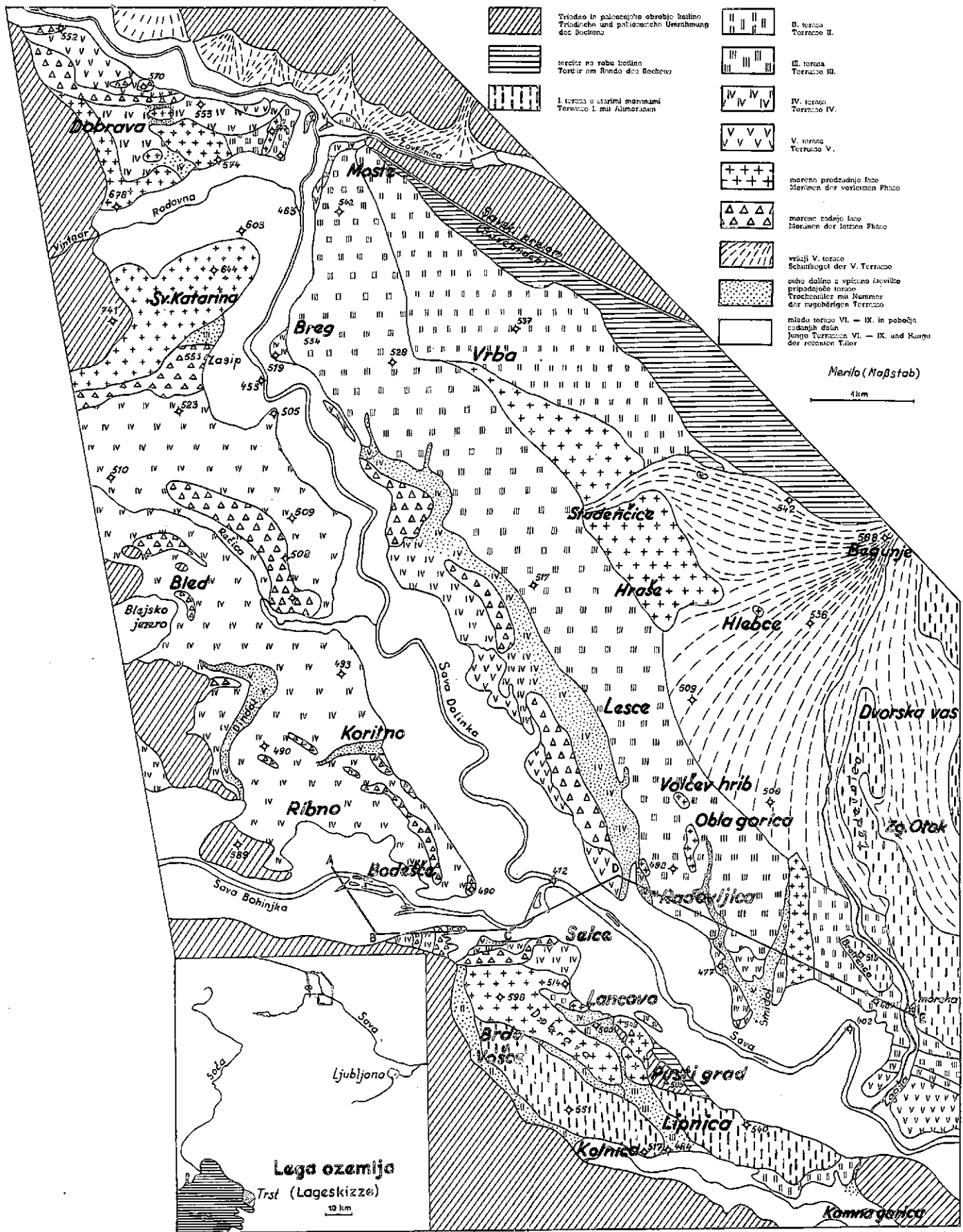
- Erozija predglacialnega reliefa.
- Nasipavanje I. terase.
- Stara poledenitev.
- Erozija globoko pod dno I. terase.
- Nasipavanje II. terase.
- Predzadnja ledeniška faza.
- Ojezeritev v južnem delu radovljiške kotline in pri Zasipu.
- Začetek epigenije pri Mostah.
- Zasipavanje jezera s III. teraso, delta pri Radovljici in pri Mlinem.
- Zadnja ledeniška faza in nastanek IV. terase.
- Umikanje ledenika v treh stadijih in nastanek V. terase.
- Nasipavanje vršajev Zgoše in na vznožju Karavank.
- Dokončen umik ledenika, nastanek današnjega Blejskega jezera in jezera pri Bodeščah, erozija današnjih dolin.

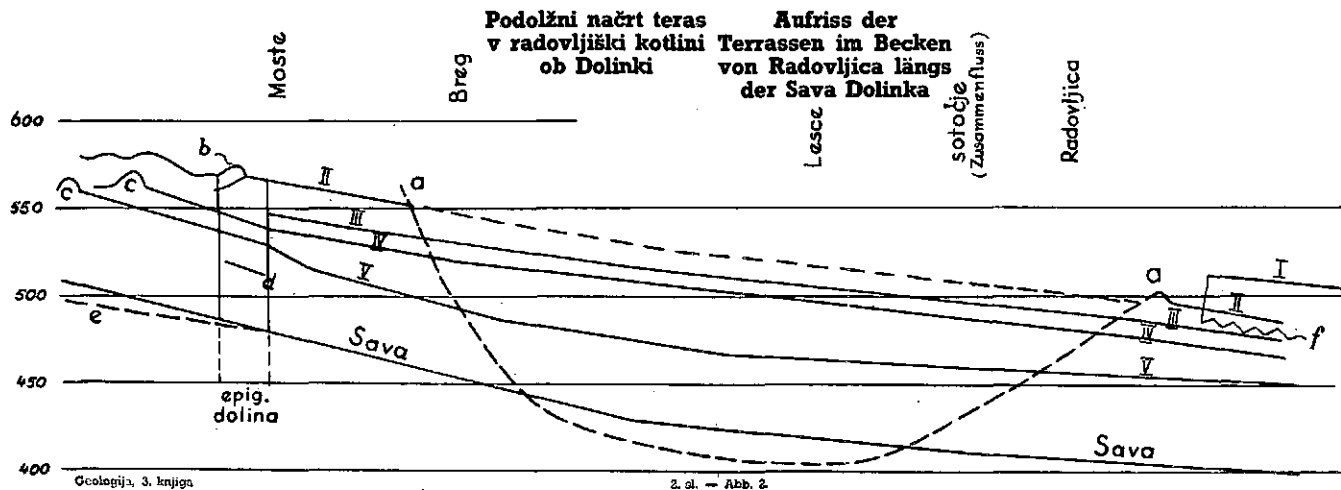
Penck in Brückner sta v svojem velikem delu skušala dokazati za vse območje Alp štiri ledene in tri toplejše medledene dobe. (Penck & Brückner, 1909.) Pokazala sta, da so v večini alpskih dolin terase štirih prodatih zasipov. Vsak zasip naj bi nastal v eni od ledenih dob. Zasipe sta imenovala starejši krovni prod, mlajši krovni prod, visoka terasa in nizka terasa. Nastali naj bi po vrsti v günški, mindelski, riški in würmski ledeni dobi.

Würmsko poledenitev delijo večinoma po Eberlu (1930) na tri stadije: würm I, würm II in würm III. Vedno več pa je preiskav, ki

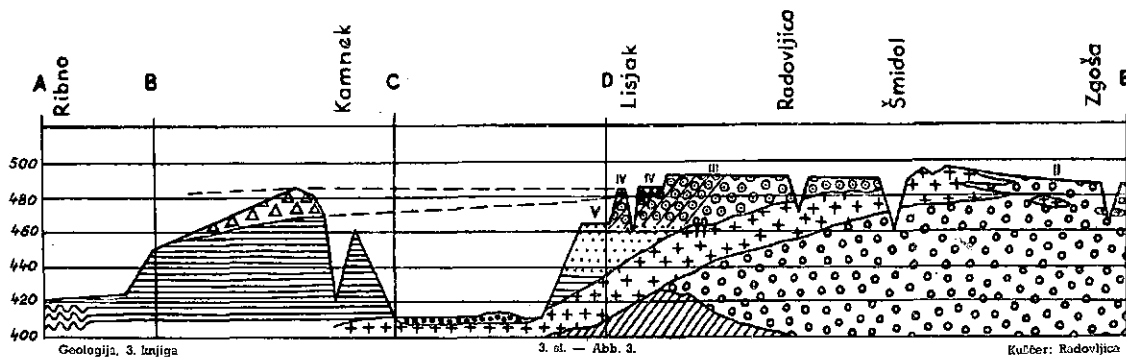


Geomorfološka karta pleistocena v radovliški kotlini  
 Geomorphologische Karte des Pleistocäns im Becken von Radovljica

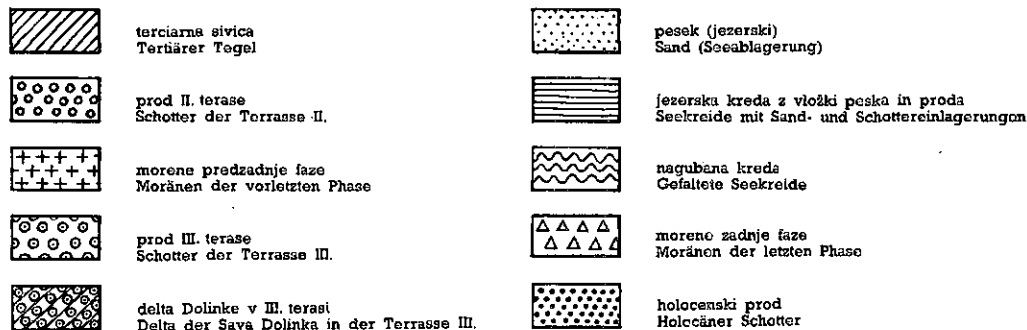




a — a delna kotarja bahinjakega lednika ob prodajni fazi Zungenbecken des Gletschers der Sava Bahinja während der vorletzten Phase  
 b delna morena prodajne faze dolinskega lednika Endmoräne des Gletschers der Sava Dolinka in der vorletzten Phase  
 c delna morena zadnje faze dolinskega lednika Endmoräne des Gletschers der Sava Dolinka in der letzten Phase  
 d dno zapisa V. terase Unterkante des Schotter der Terrasse V.  
 e dno zapisa II. terase Unterkante des Schotter der Terrasse II.  
 f približna lega dna starejšega zapisa Ungefähre Höhenlage der Unterkante des Konglomerates der Terrasse I.



**Profil Ribno — Zgoša v južnem delu radovljiške kotlini (A—B—C—D—E na 1. sl.)**  
**Profil von Ribno bis zur Zgoša im südlichen Teil des Beckens von Radovljica (A—B—C—D—E auf Abb. 1.)**



skušajo to delitev cvreči. Spreitzer (1953, pp. 61—63) je ugotovil v porečju Mure in Drave le dva würmska stadija, ki sta ločena z dolgoerozijsko fazo. Schaefer in Graul sta prišla pri raziskovanju teras doline reke Iller do različnih zaključkov (Graul & Schaefer, 1952). Schaefer razlaga nastanek nekaterih teras z dvema würmskima stadijema, dočim trdi Graul za iste terase, da so tvorbe enega samega in edinega würmskega stadija.

Pri tako nezanesljivi korelaciji, kot jo daje gola morfološka analiza, je zelo verjetno, da imenujejo raziskovalci na različnih ozemljih z enakimi imeni — würm I in würm II — tvorbe, ki si časovno ne ustrezajo. Možno je celo, da označujejo neke glacialne tvorbe kot würm I in würm II, njihove ekvivalente na drugem mestu pa kot ris in würm.

Po drugi strani pa je morfološka analiza teras in morenskih nasipov dragocen pripomoček, s katerim lahko ugotavljamo v območju nekega ledenika vrstni red geoloških dogodkov v pleistocenu.

Žal so redki profili, v katerih lahko stratigrafsko dokažemo več poledenitev z ustreznimi medledenimi dobami. Toda še pri teh se je pogosto težko odločiti, ali so plasti proda in jezerskih sedimentov, ki se nahajajo med dvema talnima morenoma, interstadialne ali interglacialne. Tako je imel Ampferer jezerske glince med talnima morenoma v terasah inske doline za interglacialne (Ampferer, 1908, p. 88). Kasneje pa pri preiskavah cvetnega prahu iz teh glin niso mogli dokazati njihove interglacialne starosti (Sarnthein, 1937). Prav tako je mogoče, da so glince le interstadialne in pripadata obe talni moreni würmski poledenitvi. Podobne jezerske glince, ki jih postavljajo enkrat v interglacial, enkrat pa v interstadial, so opisali v dolini reke Drac južno od Grenobla (Gignoux, 1950, p. 705). Zaradi številnih podobnih dognanj je postala razdelitev pleistocena v zadnjem času zopet zelo negotova. Zato bom uporabljal za posamezne ledeniške faze, ki jih je mogoče tu ugotoviti, nedoločne izraze: zadnja faza, predzadnja faza in stara poledenitev. Šele v zaključkih jih bom poskušal primerjati z obstoječo razdelitvijo.

Prvič je pregledno opisal poledenitev radovljiške kotline E. Brückner (1909, pp. 1044—1062). Skušal je uvrstiti vse terase v klasično Penczkovo shemo: starejši in mlajši krovni prod, visoka in nizka terasa. Po njegovem mnenju so ohranjene samo würmske morene. Pri največjem obsegu naj bi imela dolinski in bohinjski ledenik skupno čelo, ki naj bi segalo od Roden preko Šmidola vzhodno od Radovljice do Pustega gradu in Lancovega na južni strani Save. Terasa, na kateri ležijo te morene, naj bi bila nizka terasa. Višje terase se pojavljajo šele vzhodno in južno od teh morenskih nasipov. Vse so sestavljene iz trdnega konglomerata. Brückner je mislil, da lahko loči tu tri nivoje: visoko teraso, mlajši in starejši krovni prod.

Ampferer in za njim vsi kasnejši avtorji so imeli vse tri zgornje Brücknerjeve terase za enotno tvorbo in so ločili samo dva zaslipa: mlajši zasip, ki ustreza Brücknerjevi nizki terasi, in starejši zasip, ki ustreza vsem ostalim trem terasam (Ampferer, 1918, p. 408). Nadalje je našel Ampferer v profilih teras pri Bodeščah pod zgornjo talno moreno jezerske sedimente in pod temi še eno starejšo talno moreno.

Po njegovem mnenju pripadata talni moreni dvema ledenima dobama. Zaradi prej omenjene negotovosti v razdelitvi pleistocena obema talnima morenoma ne bomo pripisovali nobene določene starosti, temveč bomo govorili pri spodnjih morenah o predzadnji fazi, pri zgornjih morenah pa o zadnji fazi.

Kasneje sta Brücknerjeve in Ampfererjeve ugotovitve dopolnila še Rakovec (1928) in Melik (1930) s podrobnim opisom morenskih nasipov. Melik je pokazal, da Brücknerjeva trditev o skupnem jeziku obeh savskih ledenikov ni točna (Melik, 1930, p. 16.). Čeli ledenikov sta bili ločeni, bohinjski ledenik je zavzemal večji del radovljiške kotline, dolinski ledenik pa ni segal preko vzhodnega konca dobavske planote.

Ilešič je izpopolnil morfološki opis radovljiške kotline s podrobnim opisom teras (Ilešič, 1935). Označil jih je z rimskimi številkami I do IX, ki jih bomo tudi tu rabili (glej l. sl.). I. teraso tvori površina Ampfererjevega starejšega zasipa. Najvišja terasa mlajšega zasipa je II. terasa. Sledita še dve široki terasi III in IV, ki tvorita skupno z II. teraso ravninski del radovljiške kotline (würmska ravnina po Ilešiču). Nižje terase so le ozke in so ohranjene samo v pomolih ob recentni savski dolini. Nastale so deloma še ob umikanju ledenika v poznem pleistocenu, večina pa je postglacialna.

### Območje bohinjskega ledenika

**I. terasa** (Ampfererjev starejši zasip) je ohranjena samo vzhodno in južno od Radovljice (Ledevnica, Bratranca, Zg. Lipnica, Brdska planota). Njena površina je v višini 510 do 520 m. Pri Zg. Lipnici in na Brdski planoti pa lahko ločimo še en višji nivo z višino okrog 540 m. Kjer niso ob I. teraso prislone mlažše terase, je razgaljena terciarna,<sup>1</sup> pri Kolnici pa tudi triadna podlaga že 10 do 30 m pod površino terase. Ta zasip v radovljiški kotlini torej ni dosegel debeline 200 m, kot omenjata Ampferer (1918, p. 408) in Rakovec (1928 b, p. 12). Proti vzhodu debelina tega zasipa narašča. Terciarna podlaga pada hitreje kot površina terase in nasproti železniške postaje Šentjošt izgine pod današnje dolinsko dno. Na tem mestu znaša debelina starejšega zasipa okrog 80 m.

Skoraj povsod v bližini Radovljice leži na konglomeratu I. terase močno ilovnat grušč z mnogimi porfirirnimi bloki (Melik, 1929—30, p. 9). Ta grušč je tako močno preperel, da mora biti znatno starejši od morenskih nasipov zahodno od tod. Poleg tega leži tudi na višji terasi kot ti morenski nasipi. Zato ga moramo imeti za **starejšo moreno**. Pri Lipnici ima tudi značilno rdečkasto barvo starih feretiziranih moren (Grimšičar, 1953, p. 301). Morfološko so nasipi teh starih moren prav dobro vidni v zahodnem delu lipniške terase, še bolje pa na južni polovici brdske planote (kota 551 m).

<sup>1</sup> Skoraj povsod je to homogena, neplastovita sivica, le pri Radovljici so v sivici in pod njo tudi plasti peščenjaka in konglomerata z veliko množino porfirirnih prodnikov. Sivico so do sedaj imeli vedno za miocensko. Po dosedanjih mikropaleontoloških preiskavah pa spada v oligocen.

**II. terasa.** Po akumulaciji I. terase je sledila dolga erozijska doba, v kateri je Sava prerezala ves starejši, že v konglomerat sprijeti zasip, in se zarezala še okrog 80 m globoko v terciarno podlago. V te globoke erozijske žlebove je bil odložen prod do vrha II. terase v debelini okrog 100 m. Zaradi tega ga lahko primerjamo s prodom visoke terase v nekaterih zahodnoalpskih dolinah, ki ima posebno ime »Rinnenschotter«, ker leži v globokih erozijskih žlebovih.

II. terasa nastopa samo na zunanji strani čelnih moren bohinjskega ledenika, ki se vrste od Sv. Katarine, preko Vrbe, Studenčič, Hraš, šmidolskih moren vzhodno od Radovljice, zahodnega dela pustograjskega hrbta do brdskih moren. Današnja struga Dolinke tvori od Brega do Radovljice tetivo na tem loku. Ker je Dolinka po umiku bohinjskega ledenika prodrla v njegovo čelno kotanjo, je zabrisala medsebojno razmerje med terasami in morenami (2. sl.). Terasa, ki leže na zunanji strani čelnih moren, nastopajo v normalnih dolinah šele od teh čelnih moren navzdol v smeri toka. Ob Savi pa srečamo II. teraso dvakrat, prvič od šmidolskih moren navzdol, drugič pa ob Dolinki pri Mostah. To je verjetno privedlo Ampfererja do napačne trditve, da so terase popolnoma neodvisne od moren (Ampferer, 1918, p. 407). Ampferer trdi nadalje, da so bile te morene odložene v globoke erozijske žlebove v mlajšem zasipu, ker je našel spodnje talne morene globoko pod površino teras (Ampferer, 1918, p. 433). Videli bomo, da lahko nadaljevanje Ampfererjeve spodnje talne morene, t. j. morene predzadnje faze, zasledujemo v vrsti golic proti vzhodu. Čim dalje proti vzhodu gremo, tem više se nahaja talna morena in se končno veže na šmidolske morenske nasipe (3. sl.). Ti so torej tudi nastali v predzadnji fazi poledenitve. Pod šmidolskimi morenami in na mnogih mestih tudi pod pripadajočimi talnimi morenami leži prod mlajšega zasipa. Na mnogih mestih v šmidolskih morenah dobimo tipične prodnike, ki so pa orazeni. Ledenik je torej predelal prod mlajšega zasipa v moreno. Prod je starejši od šmidolskih moren. Njegovo nasipavanje se je nadaljevalo verjetno do poledenitve, ker ni mogoče nikjer dokazati erozijskih žlebov, v katere bi bile vložene morene. Čelne morene predzadnje faze leže povsod na vrhu II. terase. Postopno padanje talne morene od vzhoda proti zahodu in globoka lega spodnje talne morene pod blejsko teraso, kot jo je opazoval Ampferer, je posledica ledeniške erozije v predzadnji fazi, pri kateri si je ledenik izdolbel globoko čelno kotanjo. Ta je bila kasneje zasuta z mlajšima terasama III in IV.

Morenski nasipi te faze dosežejo največjo širino pri Hrašah. Skrajni morenski nasip sta Brückner in Melik opisala pri Rodnah kot zelo izrazit morenski nasip (Pencik & Brückner, 1909, p. 1048, Melik, 1929—30, p. 12). Vendar je najvišji del tega nasipa erozijski ostanek terciarnega vulkanskega tufa, ki so ga kljub slabi kvaliteti dalj časa odkopavali za gradnjo hiš v Rodnah. Le vzhodni del in severno pobočje grebena pokriva prod in morenski material.

Med Studenčicami in Vrbo je v ježi II. terase vrsta golic, v katerih je razgaljena morena. Površina pa je le lahno valovita, kot je opazil že Brückner (1909, p. 1048) in prehaja proti severu v II. teraso. Moren-

ske nasipe je tu uničila Dolinka, ki je v tej fazi tekla tik ob čelu bohinjaškega ledenika in verjetno sproti odnašala morenski material.

Šmidolske morene so znatno ožje. Vendar je našel Grimšičar še okrog 1 km dalje proti vzhodu v grapi Zgoše razgaljeno tipično moreno z orazenci (Grimšičar, 1953, p. 300). Tudi tu je Dolinka večji del nasipov uničila.

Morenski nasipi te faze so dobro ohranjeni tudi na južni strani Save. Ampferer je imel tudi Pusti grad za morenski nasip (Ampferer, 1918, p. 427). Melik pa je našel na južni strani gradu in na zahodni strani kote 548 triadni apnenec in je s tem dokazal, da pustograjski hrbet ni v celoti iz morenskega gradiva (Melik, 1930, p. 9).

Severovzhodno pobočje pustograjskega hrbita je iz terciarnega konglomerata. Najlepše je razgaljen v ovinku Save NE od kote 548 v profilu predvidene pregrade, kjer si je Sava zarezala epigenetsko dolino v svoj prejšnji desni breg. Konglomerat je sestavljen pretežno iz prodnikov in blokov zelenega porfirita in le v manjši meri iz apnenca. Bloki dosežejo tu velikost do 2 m. Še večji apnenčevi bloki se nahajajo severno od Pustega gradu v višini okrog 480 m. To niso eratični bloki, temveč sestavni del terciarnega konglomerata.

Preperino tega terciarnega konglomerata je težko ločiti od preperine moren. Pri obeh dobimo na površini večje bloke porfirita in apnenca, v prsti pa le drobce porfirita, ker so bili manjši drobcji apnenca že raztopljeni. Zaradi tega na pustograjskem hrbitu pri kartiranju ni mogoče ugotoviti meje med terciarjem in moreno, vendar je velik del zahodne polovice tega grebena gotovo prevlečen z moreno.

Zahodno nadaljevanje pustograjskih moren je Dobrava pri Brdih. Od Pustega gradu jo loči suha lancovška dolina, ki jo omenjata že Rakovec in Melik (Rakovec, 1927, p. 6, Melik, 1929—30, p. 8). Pri Zadružnem domu je v tej dolini ohranjen nizek, a izrazit morenski nasip. Dolina je torej nastala že pred odložitvijo teh moren in bila vrezana v konglomerat starejšega zasipa med brdsko in lipniško planoto.

Južno od Dobreve leže na brdski planoti nadaljnji morenski nasipi, ki jih Melik prišteva k isti fazi kot Dobravo (Melik, 1929—30, p. 8). Ker so močnejše prepereli in leže na konglomeratu I. terase, jih moramo imeti za enako stare s starejšimi morenami pri Lipnici (glej str. 138).

Med Dobravo in temi starimi morenami poteka v vzhodnem delu brdske planote suha dolina, ki se konča nekaj metrov nad dnom lancovške suhe doline. Tretja suha dolina se prične tik nad dolino Bohinjke zahodno od Brd in poteka mimo Vošč in Kolnice do Sp. Lancovega. Po vseh treh so tekli ledeniški potoki, ki so izviral iz ledeniškega čela med Jelovico in Pustim gradom. Ker so te doline nastale ob čelnih morenah predzadnje faze, sklepamo, da je nastalo dno teh dolin v istem času kot II. terasa, le lancovška suha dolina je zarezana še nekoliko globlje in je današnje dno nastalo v času III. terase.

**III. terasa** se razprostira od Most preko Lesc do Radovljice v širini okrog 1 km. Povsod je to ravna rečna terasa, le pri Radovljici mole iz njene površine trije morenski nasipi: Volčev hrib, Obla gorica in nizka vzpetina z bunkerjem na zahodnem robu terase.



Na pobočju III. terase proti Savi lahko zasledujemo talno moreno od šmidolskih moren proti zahodu (3. sl.). Do Radovljice leži plitvo pod površino (okrog 10 do 20 m). Omenjeni trije morenski nasipi pri Radovljici so verjetno vzpetine te talne morene, ki mole nad površino terase. Nastale so pri umikanju ledenika.

Zahodno od radovljiške železniške postaje se morena spušča bolj strmo. Nad njo se pojavi vrsta močnih izvirov ob cesti Radovljica—Lancovo. Prodnati zasip III. terase je tu močnejši in deloma naložen v poševnih deltastih plasteh. Po umiku ledenika je bilo tu torej jezero, ki ga homo lahko zasledovali naprej proti zahodu pod IV. teraso. Površina III. terase je zahodno od Radovljice površina delte Dolinke, ki se je tu izlivala v jezero.

Na južni strani Save so le majhni ostanki III. terase. Sem moramo prištevati dno suhe lancovške doline, kot je to storil že Ilešič (1935, p. 136) in površino ob južni strani morenskega nasipa z lancovško cerkvijo (kota 514). Lancovski morenski nasip je verjetno ekvivalent radovljiških morenskih nasipov. V tem ledeniškem stadiju je še tekla voda po sedaj suhi lancovski dolini proti Kamni gorici. Kasneje se je ta ledeniški potok pretočil v današnjo savsko dolino, ki je postajala vedno globlja. Dokaz te piraterije je majhna, danes suha dolina, ki prekinja zvezo med lancovškim morenskim nasipom in lancovško suho dolino.

Da je III. terasa v lancovski suhi dolini višja kot pri Radovljici, je razumljivo, ker je takrat ledenik še popolnoma ločil lancovski ledeniški potok in Savo.

**IV. terasa.** K IV. terasi pripada skoraj vsa ravnina vzhodno in severno od Bleda do današnje savske doline. Višine terase med Zasipom in Rečico popolnoma ustrezajo višinam IV. terase in je zato treba ta del prištevati k tej terasi in ne k III. terasi, kot je to storil Ilešič (1935, p. 135). Na vzhodni strani Save pa nastopa IV. terasa le v ozkem pasu med III. teraso in današnjo savsko dolino.

Morensko plast pod delto III. terase pri Radovljici zasledujemo dalje proti zahodu pod IV. teraso. Tudi tu se nahajajo nad moreno jezerski sedimenti. Ker je bilo jezero tu že globlje, so nastali na tem mestu že drobnozrnati sedimenti. Nad talno moreno nastopata najprej glina in pesek, nad tema pa v grapi Lisjak lepo razgaljena delta, ki je nadaljevanje delte pod III. teraso. Jezersko kreda zasledujemo mimo Bodešč in Ribnega do Bohinjske Bele in Obrn. Jezero, ki je nastalo po umiku ledenika s šmidolskih moren v južnem delu radovljiške kotline, je bilo torej okrog 10 km dolgo. Proti severu dobimo jezerske gline do Koritnega in Lesc. Jezero je bilo torej široko na tem mestu le okrog 2 km. Njegova gladina je bila, kot lahko sklepamo po vrhu delte, v višini 480 do 485 metrov. Najnižja točka, kjer je mogoče videti jezersko glino, leži nad sotočjem obeh Sav v višini okrog 415 m. Jezero je bilo torej vsaj 65 do 70 m globoko.

Že Grimšičar omenja, da je glina, ki nastopa ob velikem ovinku Save pod Bledom, tipična jezerska kreda in ne terciarna sivica (Grimšičar, 1953, p. 300). Ampferer jo je opisal kot »Tegel«, vendar

izrecno poudarja, da v njej ni našel foraminifer in je stratigrafsko ni uvrstil v nobeno formacijo (Ampferer, 1918, p. 416). Kasneje so povsod citirali to glino kot miocensko sivico. Konglomerat, ki se nahaja pri Mlinem na južni strani Blejskega jezera nad to jezersko glino, seveda ne more biti starejši zasip, kot sta trdila Ampferer in Rakovec (Ampferer, 1918, p. 416, Rakovec, 1928, p. 2 in 14). Konglomerat je naložen v poševnih plasteh in je zelo verjetno ekvivalent delte Dolinke pri Radovljici, kateri tudi po višini ustreza (III. terasa). To je bila torej delta Bohinjke v istem velikem jezeru.

Današnja kotanja Blejskega jezera je nastala v zadnji ledeniški fazi, v kateri je ledenik izdolbel razmeroma mehke morene in jezerske glin. Te tvorijo verjetno še danes nepropustno dno Blejskega jezera.

Nad jezersko glino in peskom leži skoraj v vsem območju IV. terase morena zadnje faze. Ledenik se je torej po daljšem času zopet vrnil v radovljiško kotlino, izstružil nove kotanje in pri Ribnem ter Lescah nagubal pod seboj ležeče sedimente (Ampferer, 1918, p. 407). Poleg teh zgornjih moren je opisal Grimšičar še srednje morene (1953, p. 300). Te so najlepše razgaljene v grapi Kamnek jugovzhodno od Bodešč. Ker jih loči od zgornjih moren le razmeroma tanka glinasta plast, sodimo, da so nastale v isti ledeniški fazi. Vmesna glinasta plast pa je verjetno nastala pri manjšem umiku ledenika.

Skrajni morenski nasip teh zgornjih moren se začne na jugu pri Selcah. Proti severu se nadaljuje v nizkem nasipu na IV. terasi vzhodno od Save. Šele severno od ceste Lesce—Bled postane ta nasip bolj izrazit. Material tega nasipa je le deloma značilna morena, deloma pa prod, ki ga je ledenik, podobno kot na šmidolskih morenah, nakopičil v nasipe. Suha dolina, ki poteka v vsej dolžini ob vzhodnem robu IV. terase, je struga Dolinke, ki se je morala umikati napredujočemu ledeniku ob njegovem čelu in je pri tem zarezala ježo v III. teraso.

Severni konec tega loka morenskih nasipov tvori morena pri Zasipu. Tudi tu leži morena na jezerski glini, vendar je to usedlina drugega jezera, ki je bilo ločeno od radovljiško-blejskega jezera in je imelo znatno višjo gladino — okrog 540 m. V tej višini so namreč jezerske glin pri izviru severozahodno od Zasipa. Pri kopanju dovodnega rova za HE Zasip so zadeli v višini okrog 500 m neposredno nad terciarno sivico na pasovite glin. Pasovi so nagnjeni položno proti jugu, t. j. proti radovljiški kotlini.<sup>1</sup> Spodnjih moren na tem mestu ni. Verjetno so bile odstranjene že pred odložitvijo jezerskih glin, ker je površina sivice strmo nagnjena proti jugu in so morene zdrsele takoj po umiku ledenika proti dnu kotanje.

Vzporedno s skrajnim morenskim nasipom zadnje faze potekata v notranjosti kotanje še dva vzporedna pasova morenskih nasipov, prvi so Brda med Rečico in Zasipom, drugega pa tvorijo morene ob vzhodni strani Blejskega jezera. Pri teh manjših stadijih so grbine na južni strani Blejskega jezera razdelile jezik ledenika na dva dela (Melik, 1930, p. 4). Severni je ustvaril blejsko kotanjo, južni pa ribensko kotanjo.

<sup>1</sup> Za te podatke se zahvaljujem ing. Mateju Kleindienstu.

V tej je bilo nekaj časa postglacialno jezero, ki pa zaradi močnega pre-  
toka vode in zarezavanja odtoka ni dolgo trajalo (Melik, 1930, p. 25).

**V. terasa in vršaj Zgoša.** Zgoša je nasula od svojega vstopa v radov-  
ljiško kotlino pri Begunjah velik vršaj proti Radovljici in Lescam. Ta  
je prekril zvezo morenskih nasipov med Hrašami in šmidolskimi more-  
nami na razdaljo 3 km. Zasul je dolino vzhodno od Ledevnice. Vršaj  
prekriva tudi II. teraso in prehaja končno v III. teraso. Pri nasipavanju  
tega vršaja je Zgoša tekla nekaj časa celo proti Studenčicam in ustva-  
rila danes skoraj suho dolino med hraškimi morenami in morenami pri  
Vrbi.

Vršaj je mlajši od III. terase, saj leži na njej in je verjetno nastal  
istočasno z velikimi vršaji v dolini Završnice pod Stolom (glej str. 145),  
ki spadajo v čas nastanka V. terase. To dokazuje tudi več suhih dolin  
na robu III. in IV. terase med Lescami in Šmidolom. Pri nasipavanju  
svojega vršaja je nihala Zgoša sem in tja. Voda je zastajala na površini  
III. terase, podobno kot še danes zastaja med Lescami in Hrašami. Nato  
se je prelivala preko roba III. terase na IV. teraso in naprej na V. teraso.  
Pri tem je ustvarila nekaj kratkih, danes suhih dolin, ki prerežejo robove  
teras. V rob III. terase so se zarezale tri suhe doline: prva 500 m SE  
od Lesc, druga je Radovljiški dol in tretja Šmidol. Prva med njimi je  
le kratka in sega samo z ene terase na drugo, vzhodni dve, to sta Radov-  
ljiški dol in Šmidol pa segata neprekinjeno od III. terase do V. terase.  
Od V. terase potekajo navzdol proti Savi plitve grape, po večini izmed  
njih teče še danes voda, ki izvira na jezerskih glinah in morenah. Vendar  
je že na prvi pogled videti, da so mlajše in da jih je ustvarila mnogo  
manjša količina vode kot gornje suhe doline.

Ob Bohinjki je V. terasa ohranjena samo v ozkem pasu zahodno od  
Selc. Proti zahodu sega do kamneških morenskih nasipov. Po tem skle-  
pamo, da je nastala v zvezi z drugim ali tretjim pasom mlajših morenskih  
nasipov. Tudi suhi dolini na blejski planoti — Dindol in koritenska suha  
dolina — sta nastali verjetno ob istem stadiju bohinjskega ledenika in  
pripada njuno dno V. terasi.

### Območje dolinskega ledenika

**II. terasa.** Skrajni morenski nasip dolinskega ledenika leži blizu  
vzhodnega konca dobravske planote. Na zunanji strani morenskega na-  
sipa leži II. terasa. Na levi strani Save je ohranjena ista terasa v majhnem  
ostanku v kotu med Završnico in Savo. Od Most navzdol se potem na-  
daljuje do Vrbe in Roden ob zunanji strani moren bohinjskega ledenika.  
Nikjer ob pobočju proti Savi, niti v preiskovalnih vodnjakih niti v  
dovodnem rovu HE Moste ni bilo mogoče ugotoviti v tej terasi moren  
niti med prodom niti pod njim. Terasa je torej prav tako kot vzhodno  
od Radovljice starejša od skrajnih morenskih nasipov. Morena, ki je  
označena ob vnožju žirovniških Peči na rokopišni geološki karti dunaj-  
skega Geološkega zavoda, lista Radovljica, ni morena, temveč samo  
grušč triadnega apnenca, ki izvira iz sten strmega grebena nad njim  
(Melik, 1930, p. 12). Tudi Brückner že izrecno poudarja, da v tem

delu ni moren (Brückner, 1909, p. 1047). Ta grušč polzi po podlagi terciarne sivice, ki sega na vznožju Peči precej visoko.

II. terasa je povečini iz sipkega proda, ki je ponekod sprijet v rahel ali celo trden konglomerat, n. pr. na levem pobočju nad Savo med izlivom Završnice in Bregom. Vendar so pri izkopu preiskovalnih vodnjakov in dovednega rova ugotovili povsod pod konglomeratom še debelo plast sipkega proda. Konglomerat v tem delu torej nikjer ni ostanek starejšega zasipa. S tem je pojasnjeno Ilešičevo vprašanje o starosti tega konglomerata (Ilešič, 1935, p. 134).

Na vzhodnem pobočju dobravske planote je na koti 547 m stalen izvir. Pri zajetju so ugotovili, da se zbira voda na tanki ilovnati plasti, ki leži med prodom.

Na notranji strani prvega morenskega nasipa je površina nekoliko nižja. Tu je znatno drobnejši prod kot na zunanji strani, zato ta terasa ne more biti nadaljevanje II. terase na notranjo stran nasipa. Še dalje proti zahodu so kopaste morene. Njihova površina se dviga v splošnem proti jugu in doseže najvišje točke na robu doline Radovne (4. sl.).

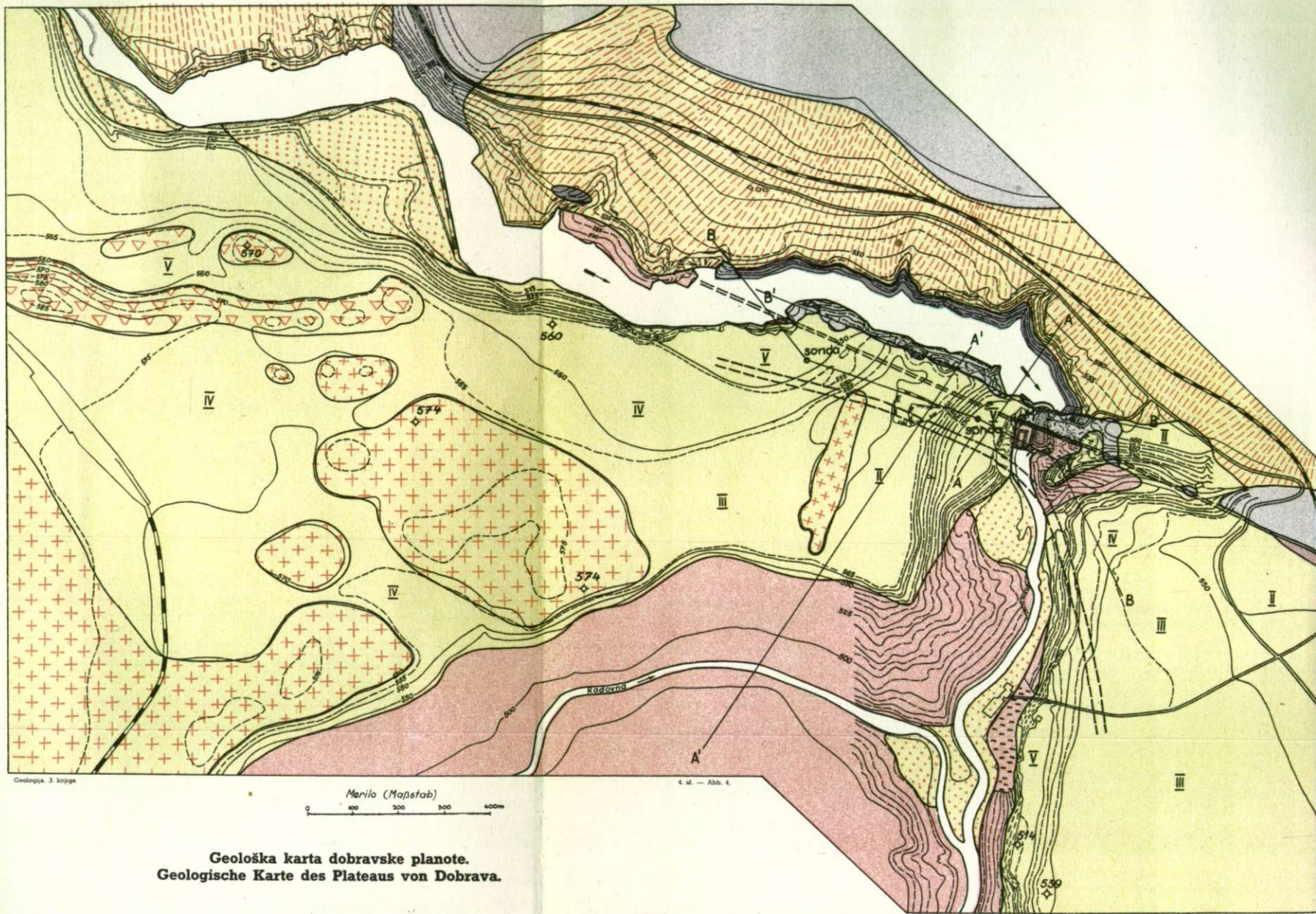
Prod II. terase doseže tudi tu veliko debelino in leži večinoma na terciarni sivici, ponekod pa prekriva tudi triadne apnenice in dolomite.

Mejo med triado in terciarjem tvori savski prelom, ki poteka v ravni črti ob vznožju zirovniških Peči, potone pri Mostah pod terasni prod in poteka nato prekrit z mladimi naplavinami po dnu savske doline. Pod terasami je viden samo na dveh mestih. Vidimo ga pod vasjo Potoki, kjer prestopi Sava s terciarja na triado, drugič pa še lepše pri Mostah, kjer Sava prestopi zopet nazaj na terciar (Ampferer, 1918, p. 419). Tu stoji v triadni soteski tik ob savskem prelomu pregrada HE Moste.

**Savska epigenija pri Mostah.** Podlaga proda je fosilni erozijski relief radovljiške kotline tik pred pričetkom nasipavanja II. terase. Ob dobravski planoti zasledujemo spodnjo mejo proda vzdolž njenega južnega, vzhodnega in dela severnega roba (4. sl.). Na jugu proti Radovni leži pod prodom sivica v višini okrog 540 do 550 m. Na vzhodni strani se nato precej strmo spusti do bližine savskega preloma na koto 479 m, ki je bila ugotovljena pri zajetju izvirov. Od tega mesta do savskega preloma se zopet dvigne do višine okrog 492 m, nato pa ob triadnem apnencu strmo skoraj do površine II. terase na višino 560 m (5. sl.). Ob severnem robu planote zasledujemo vrh apnenca tik pod površino terase, ob naslednjih nižjih terasah pa celo moli nad njihovo površino. Apnenec se konča na mestu, kjer savski prelom seka Savo pod Potoki (6. sl.). Naprej proti Javorniku je pod prodom zopet sivica, katere površina pada na desnem bregu proti zahodu od 515 na 502 m in nato izgine pod naplavine.

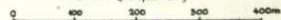
Neenakomerna višina podlage terasnega proda nam kaže, da je bil ta prod odložen v precej razgiban relief, vendar so njegove višinske razlike manjše od debeline zasipa II. terase, ki znaša tu 90 m. Tolikšna je višinska razlika med najnižjo točko podlage — 479 m — in vrhom II. terase — 565 do 570 m. Terciarna oziroma triadna podlaga se pokaže nad površino teras šele ob robu kotline, le v blejskem kotu mole triadne grbine tudi znotraj kotline nad terase.





Geologija, 3. knjiga




Merilo (Maßstab)





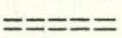
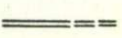
4. st. — Abb. 4.

**Geološka karta dobravske planote.**  
**Geologische Karte des Plateaus von Dobrava.**

-  triadni apnenec  
Triaskalk
-  triadni dolomit  
Triasdolomit
-  terciarna sivica  
Tertiärer Tegel

-  pleistocenski prod in konglomerat  
Pleistocäner Schotter und Konglomerat
-  morenski nasipi predzadnje faze  
Moränen der vorletzten Phase
-  morenski nasipi zadnje faze  
Moränen der letzten Phase

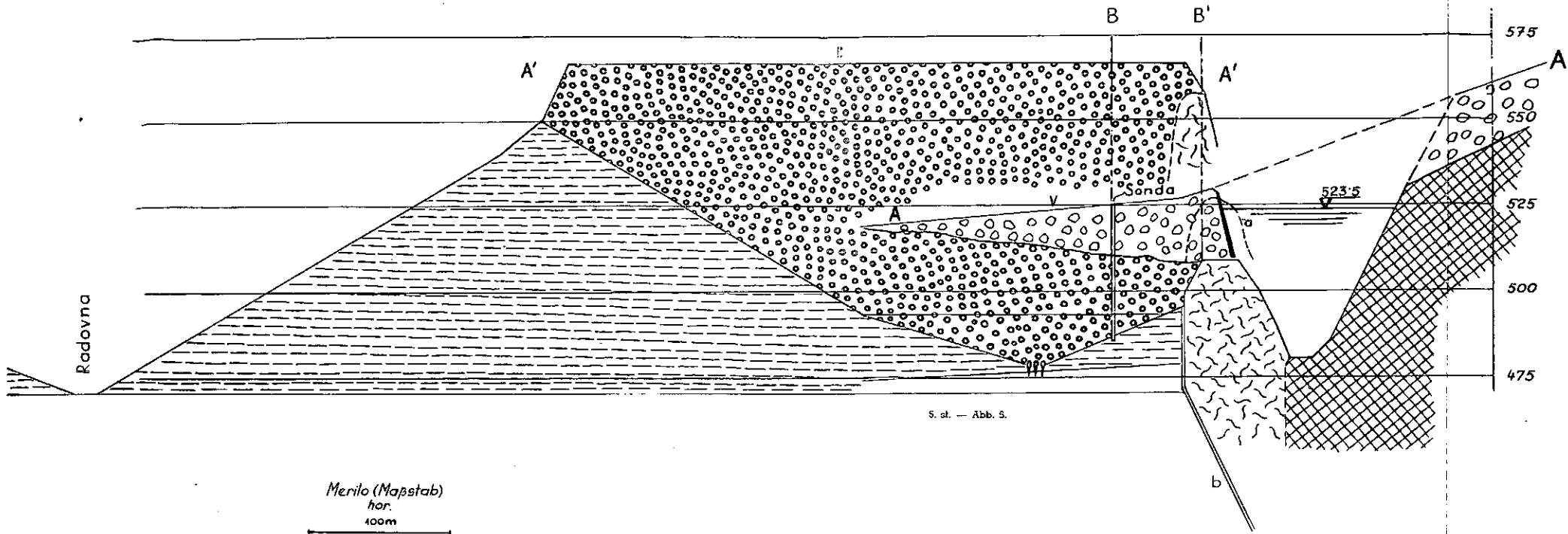
-  vršaji V. teras  
Schuttkegel der Terrasse V.
-  holocenski prod  
Holocäner Schotter

-  zasuta savska struga  
Altes Flussbett der Sava
-  savski prelom  
Sava-Bruch

II. do V. so številke teras  
 II. bis V. sind Nummern der Terrassen

Kulter: Radovljica





**Profil dobravske planote v smeri NE — SW**  
**Profil des Plateaus von Dobrava von NE nach SW**

A' — A' okrog 130 m za profilom A — A  
 ca 130 m hinter A — A

a obris apnene kulise 50 m pred profilom A — A  
 Kontur des Kalkes 50 m vor A — A

b savski prelom  
 Savabruch

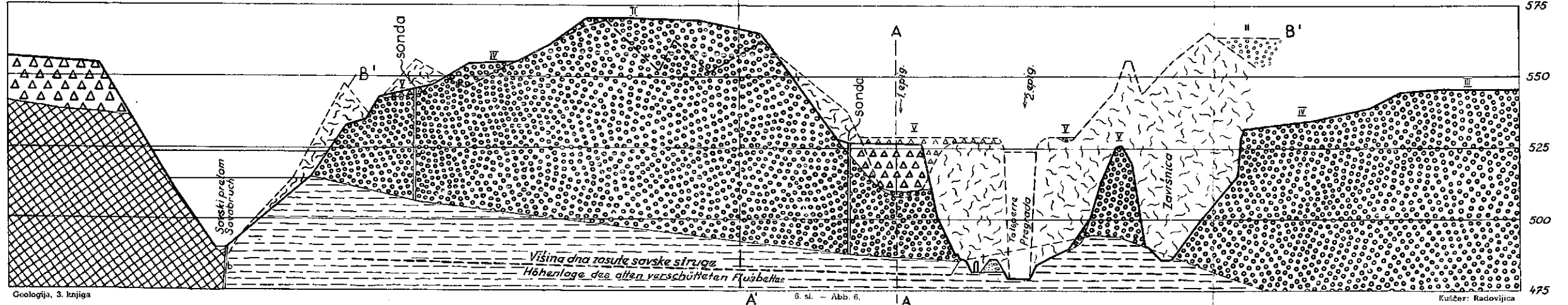
- triadni apnenec  
Triaskalk
- triadni dolomit  
Triasdolomit
- terciarna siva  
Tertiärer Tegel
- prod in konglomerat  
II. in IV. terase  
Schotter und Konglomerat  
der Terrassen II. und IV.
- gruč V. terase in vršajev  
Schutt der Terrasse V.  
und der Schunkegel

S. št. — Abb. 5.

Merilo (Mapstab)  
 hor.  
 100m

**Profil dobravske planote v smeri NW — SE**  
 B — B preko sondažnih vodnjakov v stari zasuti dolini  
 B' — B' po vrhu apnene kulise okrog 100 m za profilom B — B

**Profil des Plateaus von Dobrava von NW nach SE**  
 B — B durch die Sondagebrunnen in altem verschütteten Savatal  
 B' — B' längs der Kalkkulisse ca 100 m hinter B — B



Geologija, 3. knjiga

S. št. — Abb. 6.

Kušer: Radovijica



Najgloblja mesta v podlagi so stare rečne struge pred zasipom II. terase. Odseki današnjih dolin, v katerih se dvigne terciarna ali triadna podlaga višje od dna starih zasutih dolin, so epigenetski. Današnja savska soteska pri Mostah je epigenetsko zarezana v svoj nekdanji levi breg v dolžini preko 600 m. Stara zasuta savska dolina pod dobravsko planoto je dokazana tudi z dvema preiskovalnima vodnjakoma (4., 5. in 6. sl.). Oba sta dosegla sivico, ki je nagnjena proti jugu; dno zasute doline mora ležati torej nekoliko južneje od njih. Stara dolina Save je tekla ves čas v sivici in ne v triadi kot današnja. Epigenetska dolina se je zarezala severno od savskega preloma v triado več ali manj vzporedno s staro dolino okrog 300 m daleč od nje. Med recentno dolino in staro zasuto dolino je ostal le tanek, kulisi podoben apnen greben, ki je danes naraven oporni zid za prod dobravske planote.

Ta stara zasuta savska struga je pot, po kateri uhaja iz akumulacijskega jezera HE Moste znatna količina vode. Vsa voda izvira na majhnem prostoru južno od pregrade, kjer današnja savska dolina seče to zasuto dolino. Od tod se nadaljuje stara zasuta struga na nasprotni strani Save pod teraso pri Žirovnici.

Edina terasa, ki jo zasledujemo skozi ozko epigenetsko dolino, je terasa v višini 525 do 540 m, ki ustreza V. terasi v ostali radovljiški kotlini (pri strojnici HE Moste 520 m, pri Bregu 485 m). Ohranjena je le v majhnih pomolih v apneni steni epigenetske soteske, večjo površino pa ima ob koncu epigenetske soteske nad desnim bokom pregrade.

Levi breg epigenetske doline je znatno nižji od desnega (II. terasa). Prekrivajo ga vršaji, ki se strmo spuščajo od vznožja Karavank proti Savi. Enaki vršaji se nahajajo vzhodno od tod v dolini Završnice. Petrografske sestav grušča teh vršajev je popolnoma drugačen od savskega proda in moren dolinskega ledenika. V njem je mnogo drobcev in blokov karbonskih kremenovih konglomeratov, trbiške breče in drugih karavanskih kamenin (Melik, 1929—30, p. 24).

V. terasa nad desnim bokom pregrade je sestavljena iz enakega grušča. Če si mislimo površino vršajev podaljšano preko savske struge, vidimo, da se nadaljuje na tej terasi (5. sl.). Vršaji na vznožju Karavank so torej nastali ob istem času kot V. terasa. Sava se je pri Mostah zarezala že čez 50 m globoko pod površino teh vršajev, kar je tudi dokaz za njihovo precejšnjo starost.

Hudourniški grušč V. terase leži v južnem delu narodu stare zasute doline, v severnem pa na triadni apneni kulisi (5., 6. sl.). Kuliso prekriva tik nad pregrado le 3 do 5 m debela plast tega grušča, 60 m zahodno od pregrade pa zapolnjuje erozijski žleb, po katerem je tekla Sava pred nasipavanjem V. terase. Potem ko so vršaji zasuli to prvo sotesko okrog 20 m visoko in ustvarili V. teraso, se je Sava premaknila še 60 m dalje proti vzhodu in zarezala današnjo tesen Kavčke. Ta je torej epigenetska tesen prve epigenetske soteske. Prva epigenetska soteska je lepo razgaljena na desnem bregu Save nad pregrado. Obložena je sedaj do višine zajezene vode s tesnilnim zidom.

**Mlajše terase dobravske planote.** V. terasa je vez med terasami dobravske planote in terasami v spodnjem delu radovljiške kotlini. Prva

višja terasa na dobravski planoti leži okrog 10 m nad V. teraso in jo moramo uvrstiti k IV. terasi. III. terasa na dobravski planoti ni nikjer jasno ohranjena. Morda moremo sem prištevati površino za skrajnim morenskimi nasipom, ki pa je le 2 do 3 m nižja od II. terase.

Izraziti morenski nasip severno od postaje Vintgar je znatno bolj strm od nasipov južno in vzhodno od postaje, od katerih se loči tudi po tem, da mole iz njegove površine številni apnenčevi bloki. Vzhodni konec tega morenskega nasipa leži na IV. terasi. Tako tudi na dobravski terasi ločimo dve skupini morenskih nasipov, prvo, ki je nastala v zvezi z II. teraso in ustreza morenam predzadnje faze bohinjaškega ledenika, ter drugo, ki je nastala v zvezi s IV. teraso in ustreza zadnji fazi bohinjaškega ledenika. Med obema fazama poledenitve tu ni mogoče ugotoviti nobene ojezeritve.

Med skrajnim morenskimi nasipom zadnje faze in morenami predzadnje faze leži pri postaji Vintgar ravnina, ki jo je nasul ledeniški potok zadnje faze. Njegovi odtoki s te ravnine so erodirali danes suhe doline proti jugovzhodu do Radovne in proti vzhodu, kjer se doline iztekajo na IV. teraso. Zato spada tudi ravnina pri postaji Vintgar v IV. teraso.

Za prvim morenskimi nasipom zadnje faze je mogoče ugotoviti, podobno kot v okolici Bleda, še dva pasova morenskih nasipov, vendar so razdalje med njimi tu znatno manjše kot tam. Površina med temi zadnjimi morenskimi nasipi ustreza V. terasi.

Po umiku ledenika z zadnje čelne morene je bilo pri Javorniku jezero, kot dokazujejo jezerske glinje pri izlivu Koroške Bele.

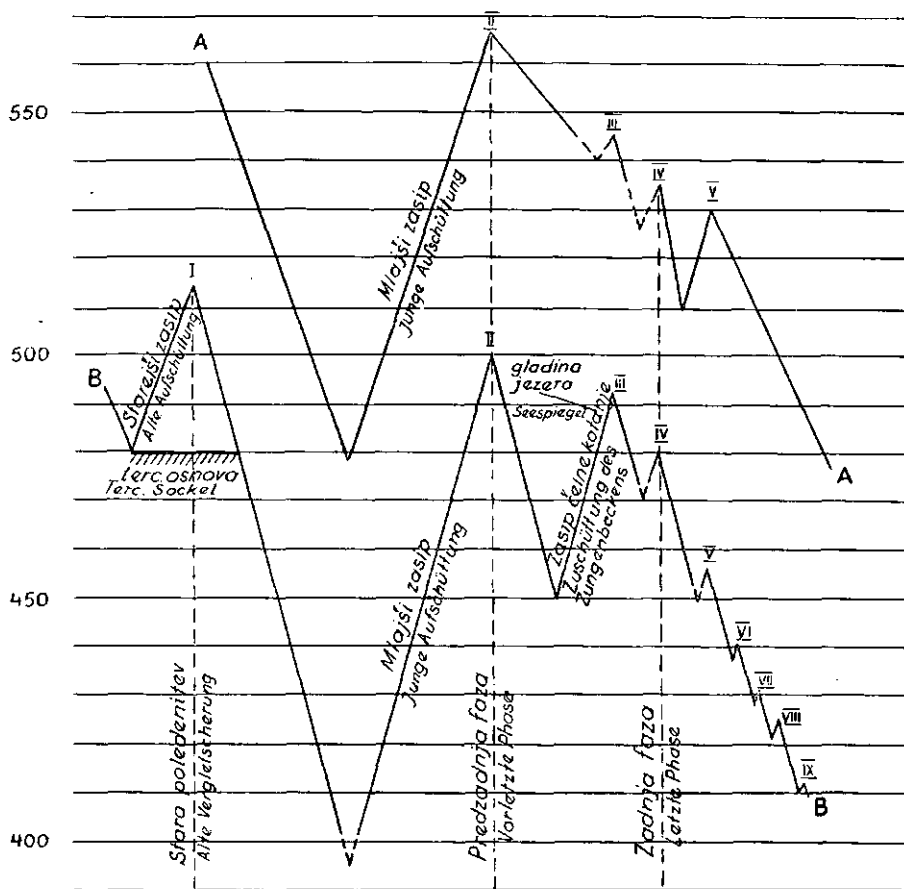
### Zaključki

Potek akumulacije in erozije v radovljiški kotlini v pleistocenu naj prikazeta dva diagrama (7. slika). Višine teras oziroma savske struge so pri zgornjem diagramu (A) iz okolice Most, pri spodnjem (B) pa iz okolice Radovljice. Kjer ni bilo mogoče ugotoviti dna doline pred akumulacijo terase, je ustrezni del diagrama črtkan.

Z zasledovanjem talnih moren v profilih ob Savi pri Radovljici je bilo mogoče izvesti korelacijo med čelnimi morenami in talnima morenoma, ki ju je odkril Ampferer. Spodnja talna morena je nastala v isti fazi kot morenski nasipi na II. in III. terasi, zgornja morena pa takrat, kot nasipi na IV. terasi. Med obema ledeniškim fazama je bila v kotanji bohinjaškega ledenika daljša jezerska faza.

Če skušamo vzporejati te razmere z razmerami v drugih alpskih dolinah, se ujemajo dobro s Spreitzerjevimi ugotovitvami v dolini Mure in Drave na Koroškem. Spreitzer je tu ločil dva würmska stadija z dolgo vmesno erozijsko fazo. Morene stadija würm II leže v murski in dravski dolini okrog 2 km za morenami würm I. Starostno razliko med obema je opaziti v stopnji preperelosti obeh moren (Spreitzer, 1953, p. 61—63). Če prenesemo to razdelitev na radovljiško kotlini, potem ustreza predzadnja faza würmu I, zadnja würmu II, stare morene na I. terasi pa so riške.

Ni še jasno, kaj je dovedlo Spreitzerja, da je imel obe mlajši fazi poledenitve v dravski in murski dolini za würm I in II in ne za ris in würm. Če bi z Ampfererjem imeli obe plasti talne morene za tvorbo dveh ledenih dob, t. j. zgornjo za würmsko, spodnjo pa za riško, potem moramo razdeliti tudi mlajši zasip radovljiške kotline v würmski



7. sl. Eroziija in akumulacija v radovljiški kotlini v pleistocenu, A pri Mostah, B pri sotočju obeh Sav

Abb. 7. Erosion und Akumulation im Becken von Radovljica während des Pleistocäns, A bei Moste, B beim Zusammenfluß beider Saven

in riški. II. terasa in z njo glavni del mlajšega zasipa je potem visoka terasa, IV. terasa je nizka terasa, III. terasa je srednja terasa, kot je imenoval Heim terase med visoko in nizko teraso (Heim 1919, 299). Trije pasovi morenskih nasipov na IV. terasi bi bili morda würm I, II in III. Starejši zasip (I. terasa) je pri tej razdelitvi že krovni prod in njegove morene mindelske. Ta ugotovitev se dobro ujema z R a k o v -

čevce določitvijo losa z viškega Brda pri Ljubljani. Konglomerat, ki se nahaja pod plastmi glin z losom, ima Rakovec za ekvivalent starejšega zasipa (Rakovec 1932, p. 61) in po novi določitvi losa ne more biti mlajši od mindelske dobe (Rakovec 1955, p. 290).

Dokončno odločitev za eno ali drugo razlago dajo lahko le paleontološke najdbe v jezerskih glinah, predvsem analiza peloda.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## BEITRAG ZUR PLEISTOZÄNGEOLOGIE DES BECKENS VON RADOVLJICA

Bei seinen grundlegenden Untersuchungen über die Vergletscherung des Savetales, meinte Brückner auch hier das System von vier Terrassen erkennen zu können (Penck & Brückner 1909, 1044 bis 1062). Ampferer verwarf Brückners Aufteilung der Terrassen in vier Aufschüttungen und vertrat die Ansicht von nur zwei Aufschüttungen. Ampferers jüngere Aufschüttung entspricht Brückners Niederterrasse, die ältere Aufschüttung sei nach Ampferer einheitlich und wurde von Brückner künstlich in Hochterrasse, jüngeren und älteren Deckenschotter aufgeteilt (Ampferer 1918, p. 408). Ampferer (1918) beschrieb auch mächtige Seekreideablagerungen südlich von Bled, die von Grundmoräne überlagert und unterlagert werden. Nach seiner Ansicht sind die zwei Grundmoränen Bildungen zweier Eiszeiten.

Später gaben Rakovec (1928) und Melik (1930) eine eingehende Beschreibung der Moränenwälle des Beckens von Radovljica und Ilešič (1935) eine Beschreibung der Terrassen. Wir bezeichnen die Terrassen nach Ilešič mit den Ziffern I bis IX (Fig. 1. 2.). Die Terrasse I ist Ampferers ältere Aufschüttung, alle übrigen gehören der jüngeren Aufschüttung an. Die Terrasse II, III und IV bilden den ebenen Teil des Beckens von Radovljica, die Terrassen V bis IX liegen im rezenten Savetal. Die Terrasse V entstand noch, wie gezeigt wird, während der letzten Stadien der Würmvereisung, alle übrigen sind postglazial und sind in den Abb. 1 und 2 nicht eingezeichnet.

Der grössere Teil des Beckens von Radovljica wurde vom Gletscher der Sava-Bohinjka eingenommen, die Gletscherzunge der Sava-Dolinka reichte nur bis zum Ende des Plateaus von Dobrava, wie schon Melik zeigte (Melik 1930, p. 16).

Die Umgebung von Radovljica bietet nun die seltene Gelegenheit, dass man die untere Grundmoräne Ampferers in einer Reihe von Aufschlüssen bis zum äussersten Moränenwall östlich von Radovljica verfolgen kann, dagegen hängen die oberen Grundmoränen mit den Moränenwällen der Terrasse IV zusammen. Damit ist eine Zweiteilung der bis jetzt nur als Rückzugsstände der letzten Vereisung aufgefassten Moränenwälle gegeben. Ob man die Moränen als Würm I und Würm II oder als Riss und Würm auffassen soll, kann nicht entschieden werden,

bis man nicht das interglaziale oder interstadiale Alter der Seeablagerungen beweisen kann.

Einerseits scheinen die Verhältnisse recht gut denen im Mur- und Drautal zu entsprechen, wo Spreitzer zwei Würmstadien beschrieb, die von einer langen Erosionszeit geschieden werden (Spreitzer, 1953, pp. 61—63).

Wenn man aber die beiden Grundmoränen als Bildungen zweier Eiszeiten auffasst, so müsste man im Sinne der klassischen Penck'schen Einteilung die Terrasse IV als Niederterrasse, die Terrasse II als Hochterrasse und die Terrasse III als Mittelterrasse betrachten.

Die Terrasse I ist nur östlich und südlich von Radovljica erhalten und besteht ausschliesslich aus festem Konglomerat. In der Umgebung von Radovljica liegt auf ihr stark verwitterter Schutt mit grossen Blöcken, den man nur als Altmoräne betrachten kann. Nach der oben angezeigten Auffassung des Penck-Brücknerschen Schemas, wäre die Terrasse I Deckenschotter.

Wo die Unterlage der Terrasse I nicht durch die jüngere Aufschüttung verhüllt ist, sieht man tertiären Untergrund in geringer Tiefe von 10 bis 30 m. Die ältere Aufschüttung erreicht hier nirgends so grosse Mächtigkeit, wie sie von Ampferer und Rakovec beschrieben wurde (Ampferer 1918, p. 408, Rakovec 1928, p. 12). Nach der beendeten Aufschüttung folgte eine lange Erosionsperiode, während der 80 bis 100 m tiefe Täler bis weit unter die Unterkante der älteren Aufschüttung gebildet wurden. Diese Täler wurden durch den Schotter der jüngeren Aufschüttung aufgefüllt. Nach der Lage in den tiefsten Talrinnen entspricht er dem Rinnenschotter, der nach Heim Hochterrassenschotter ist (Heim 1919, p. 295).

Den zeitlichen Ablauf der Erosion und Akumulation im Becken von Radovljica zeigen uns die tabelarische Übersicht und Abb. 7.

Im Zungenbecken der Sava-Dolinka herrschen ähnliche Verhältnisse. Auch hier kann man die Moränen in zwei Gruppen teilen. Es konnten zwischen ihnen keine Seeablagerungen nachgewiesen werden, doch liegen die Moränen südlich und östlich der Eisenbahnstation Vintgar auf der Terrasse II, die Moränen nördlich der Station aber auf der Terrasse IV.

Nach der Aufschüttung der Terrasse II entstand das epigenetische Tal bei Moste im Triaskalk und Dolomit in dem eine 50 m hohe Talsperre errichtet wurde. Vor der Aufschüttung der Terrasse II lag das Tal weiter südlich im tertiären Tegel (Abb. 5 und 6).

Das epigenetische Tal wurde während der Entstehung der Terrasse V nochmals aufgeschüttet und zwar durch Wildbachschutt der Karavanknbäche. Da die Terrasse V mit den jüngsten Endmoränen der Würmvereisung zusammenhängt, mussten auch die riesigen Schuttkegel am Fusse der Karavanken zur selben Zeit gebildet werden.

Der Schuttkegel der Zgoša nördlich von Radovljica wurde wahrscheinlich auch zur selben Zeit gebildet. Er verhüllt die Terrasse II und einen Teil der Terrasse III. Die zahlreichen kleinen Trockentäler am Rande der Terrassen III und IV wurden durch das Wasser der Zgoša

gebildet, das während der Entstehung des Schuttkegels auf verschiedenen Stellen über den Rand der Terrassen überlief. Sie reichen bis zur Terrasse V hinab.

### Übersicht über die Entwicklung des Beckens von Radovljica während des Pleistozäns

Erosion des vorglazialen Reliefs  
Aufschüttung der Terrasse I  
Alte Vergletscherung  
Erosion tief unter die Unterkante der Terrasse I  
Aufschüttung der Terrasse II  
Vorletzte Vergletscherungsphase  
Seebildung im südlichen Teil des Beckens von Radovljica und bei Zasip. Entstehung des epigenetischen Tales bei Moste  
Zuschüttung der Seen durch die Terrasse III. Delta bei Radovljica und Mlino  
Letzte Vergletscherungsphase und Entstehung der Terrasse IV  
Rückzug des Gletschers in drei Stadien und Entstehung der Terrasse V. Aufschüttung der Schuttkegel der Zgoša und am Fusse der Karavanken.  
Entgültiger Rückzug der Gletscher, Entstehung des Sees von Bled und bei Bodešče, Erosion der rezenten Täler.

#### LITERATURA

- Ampferer, 1908, Über die Entstehung der Inntal-Terrassen. Verh. Geol. R. A. Wien.  
Ampferer, 1918, Über die Saveterrassen in Oberkrain. Jahrb. Geol. R. A. 57, Wien 1917.  
Eberl, B., 1930, Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg.  
Gignoux, M., 1950, Géologie stratigraphique. Paris.  
Graul, H. & Schaefer, I., 1953, Zur Gliederung der Würmszeit im Alpengebiet. Geologica Bavarica, 18.  
Grimšičar, T., 1953, Obvestilo o raziskavanju pleistocena v radovljiški kotlini. Geologija 1, Ljubljana.  
Heim, A., 1919, Geologie der Schweiz, I. Leipzig.  
Ilešič, S., 1953, Terase na gorenjski ravnini. Geogr. vest. XI, Ljubljana.  
Melik, A., 1930, Bohinjski ledenik. Geogr. vest. V—VI, Ljubljana. 1929/30.  
Penck, A. & Brückner, E., 1909, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig.  
Rakovec, I., 1927, Doneski h geomorfologiji Ljubljanske kotline. Odlomki iz inavguradne disertacije. Ljubljana.  
Rakovec, I., 1928, Postglacialne terase Blejskega jezera v zvezi z njegovim morfogenezo. Geogr. vestnik IV, Ljubljana.  
Rakovec, I., 1932, H geologiji Ljubljane in njene okolice. Geogr. vestnik VIII, Ljubljana.  
Rakovec, I., 1954, Libralces aff. galicus Azzaroli z viškega Brda pri Ljubljani. Razprave Slovenske akademije znanosti in umetnosti, IV. razred. Ljubljana.  
Sarnthorn, R., 1937, Untersuchungen über den Pollengehalt einiger Moränen und Terrassensedimente des Inntales. Z. f. Glkde, 25.  
Spreitzer, H., 1953, Gliederung und Rückgang der Würmvereisung an der Ostabdachung der Alpen. Kongressbericht Quartär 6.



## KONTAKTNO METAMORFNI POJAVI IN ORUDENENJE OBMOČJA POTOJ ČUKA—VALJA SAKA

*Matija Drovenik*

Z 2 kartama, 2 profili in z 12 fotografijami v prilogi

### Uvod

V zahodnem delu velikega severovzhodnosrbskega eruptivnega kompleksa nahajamo med Črnim vrhom in Potoj Čuko do sedaj le slabo znan monzonitno-granodioritni masiv, ki ima po dolini Valja Strž ime masiv Valja Strž. Razteza se skoraj meridionalno od Črnega vrha do Potoj Čuke ter je dolg 8 km, širok pa povprečno 2,5 km. Točnejše podatke o njegovi legi in razširjenosti je podal V. Simić (1953, p. 212) na podlagi kartiranja geologov borskega rudnika. Masiv ne meji izključno na andezite, oziroma propilite, temveč prebija na severozahodu tudi paleozojske skrilavce in jurske apnence. Kakor sva navedla s F. Drovenikom v referatu na I. kongresu geologov (1954), so bile starejše kamenine ob teh probojih kontaktno izpremenjene, kar posebno lepo opazujemo v območju Potoj Čuke. Ponekod je prišlo do mineralizacije z magnetitom oziroma s sfaleritom, halkopiritom in z galenitom.

Metamorfni izpremembe in orudenjenja ne opazimo samo v neposredni bližini kontakta, temveč tudi na krajih, ki so od njega bolj oddaljeni. Najznačilnejši primer za to je Pb-Zn rudišče Valja Saka, ki je orudenjen blok skarnov. Blok nastopa v rogovačnem andezitu, ki je delno hidrotermalno močno izpremenjen. Vanj je padel med andezitno erupcijo. Izpremembe andezita kakor tudi bloka lapornatega apnenca so povzročile raztopine, ki so se izločile pri diferenciaciji monzonitno-granodioritne magme. Rudišče, ki je nastalo na zelo zanimiv način, je ključ pri reševanju rudarsko-geoloških problemov tega dela severovzhodnosrbskega eruptivnega kompleksa.

Zahvaljujem se prof. dr. ing. J. Duhovniku, da je sestavek kritično prebral, ing. F. Droveniku pa za številne diskusije med delom.

### Splošni geološki opis območja Potoj Čuka—Valja Saka

S priložene geološke karte vidimo, da nastopajo v območju Potoj Čuka—Valja Saka kot najstarejše kamenine paleozojski skrilavci, ki pripadajo po V. Petkoviću (1935, p. 111) metamorfnim kameninam

druge skupine. Predstavljajo jih filiti, kloritni in sljudni skrilavci, ki so različno obarvani in v glavnem tankploščasti. Na tem področju tvorijo vzhodno krilo večje antiklinale, katere teme se širi skoraj meridionalno proti severu, medtem ko se proti jugu kmalu izgubi pod jurskimi apnenci, oziroma meji na monzonitno-granodioritni masiv. Na kontaktu z apnenci so tektonsko močno porušeni. Vpad 80°, ki ga moremo meriti ponekod v bližini vzhodnega kontakta z apnenci, se v smeri proti Žagubici polagoma zmanjšuje.

Jurski apnenci sestavljajo del plošče, narinjene na paleozojske skrilavce. Razprostirajo se v sorazmerno ozkem pasu od Breze na severu do Potoj Čuke na jugu. Plošča vpada po Petkoviću (1935, p. 111) proti vzhodu. Pri kartiranju tega vpada na področju Potoj Čuke nismo našli. Apnenci zahodnih pobočij Frasana vpadajo namreč blago (vpad največ 25°) proti jugozahodu. Spremembo vpada moremo tolmačiti kot posledico andezitnega proboja. Plošča je v srednjem delu potoka Biger presekana z dvema močnima, navpičnima prelomoma, ki imata smer ONO—WSW. Med apnenci prevladuje siv, tankploščasti apnenec, ki je ponekod precej glinast, tako da prehaja v lapor. Pod njim nastopa na zahodnih pobočjih Frasana siv, masiven, prav tako jurski apnenec. Na kontaktih z andeziti je apnenec mnogo manj termično izpremenjen, kot so prvotno domnevali. Močne izpremembe, karakterizirane s skarni, s prehodi v marmor in z mineralizacijo, kar delno popisuje že Antuls (1909) niso nastale namreč na kontaktu z andezitom, temveč na kontaktu z monzonitom.

Peščenjake in konglomerate spodnjajurske (?) starosti sestavljajo zaobljena zrnca kremenca, delno tudi apnenca, med katerimi nahajamo muskovit. Vezivo je kalcitno. V mineraloškem sestavu ni med obema kameninama nikake razlike. Konglomerati nastopajo v dolini potoka Biger na meji med apnenci in andeziti, peščenjaki pa v propilitu severnega pobočja Frasana.

Magmatske kamenine tega dela eruptivnega kompleksa pripadajo gornjesenonski — eocenski erupcijski fazi. Nastopajo predvsem različki andezitov in propiliti, v manjših količinah tudi njihovi tufi. Intruzija monzonitno-granodioritnega masiva Valja Strž je mlajša, vendar starost teh kamenin še ni točno določena.

Propilit, ki močno prevladuje, nastopa predvsem na Frasanu. Od tu se širi v ožjih pasovih preko Sosrekite in Berbeša proti vzhodu. Zelena, brezstrukturna kamenina je na kontaktu z monzonitom hidrotermalno močno izpremenjena. Hidrotermalne izpremembe opazujemo nadalje na vrhu Frasana, kakor tudi na njegovem severovzhodnem pobočju. Na severnem pobočju Potoj Čuke prebija propilit jurske apnenca.

Rogovačni-avgitni andezit je poleg propilita najbolj razširjen. Sestav te kamenine se izpreminja, tako da prevladuje sedaj rogovača, sedaj avgit, prav tako pa se izpreminja tudi velikost vključkov. Od severozahodnega pobočja Frasana (kota 790 m) se razširja proti severu in severovzhodu, tako da zavzema v glavnem prostor med rečico Lipo na vzhodu in potokom Bigerom na zahodu. Južno mejo predstavlja dolina potoka Dumitri

in nekaj časa tudi Valja Sake, medtem ko prehaja proti severu postopno v rogovačni andezit.

V dolini Valja Sake je erozija odkrila izdanek rogovačnega andezita, ki je na površini delno propilitiziran. Vtrošniki so sorazmerno večji in enako veliki, kar daje kamenini značaj globinskega strjevanja. Del kamenine, v katerem nahajamo tudi oruđenjen blok skarnov, ki predstavljajo rudišče Valja Sako, je hidrotermalno močno izpremenjen. Izdanek propilitiziranega rogovačnega-biotitnega andezita s kremenom, ki meji proti vzhodu na popisani rogovačni andezit, daje prav tako videz globinske kamenine. Zaradi izpremembe strukture, kakor tudi zaradi njegovega mineraloškega sestava ga je označil D u h o v n i k (1953, p. 30) kot prehod v diorit.

Del kamenin masiva Valja Strž je mikroskopsko in kemijsko preiskal V. M a j e r (1953, p. 135) ter jih določil kot monzonite oziroma mengerite. V svojem delu priobčuje skico z geografskim položajem in mejami omejenega masiva po V. S i m i ć u. Vendar moramo nekatere podatke, navedene pri tej skici, korigirati. Ves masiv namreč ne moremo imenovati monzonitni, čeprav je monzonit precej razširjen. Preiskave kamenin ostalih predelov masiva, ki jih je izvršil D u h o v n i k, so pokazale, da nastopajo v precejšnjem obsegu tudi dioriti in granodioriti. Slednje nahajamo predvsem ob Crni reki. Zaradi tega je pravilneje, da označimo ta masiv kot monzonitno-granodioritni, kar smo uvodoma tudi storili. Kristalizacijska diferenciacija je bila zelo močna. Do tega zaključka pridemo na podlagi opazovanja naglih prehodov v kamenine, ki se med seboj razlikujejo tako po strukturi kakor tudi po mineraloškem sestavu in velikosti posameznih komponent.

## M a g m a t s k e k a m e n i n e

### Propilit

Zelena kamenina Frasana in zahodnega pobočja Sosrekit, brez jasne strukture, je značilen propilit, ki je nastal pri procesu avtometamorfoze andezitne magme. Po konturah nekdanjih femičnih mineralov moremo soditi, da je kot prvotni femični mineral nastopala izključno le rogovača. Megaskopsko moremo določiti plagioklaze in pirit, ki je enakomerno raztresen po vsej kamenini.

Pod mikroskopom opazujemo klorit, v manjših količinah tudi kalcit, kremen in epidot. Navedeni minerali nastopajo delno v osnovi, delno pa nadomeščajo zrna nekdanje rogovače. Pri tem zavzema klorit povprečno 89 %, pirit 4 %, kremen 3 %, kalcit 3 % in epidot 1 % površine nekdanje rogovače. Opazovani sestav propilita popolnoma ustreza sestavu propilita, ki ga popisuje G. B u e r g (1931) s področja Sedmograškega. Zanimivo je, da magnetita ne opazimo. Verjetno je bil kot produkt prvotne kristalizacije pri procesu avtometamorfoze nadomeščen s piritom.

Plagioklazi so ostali dokaj sveži. Prevladujejo enostavni albitski in karlovarski dvojčki, ki so nekajkrat conarno zgrajeni. Posamezna zrna

došežejo premer do 3 mm. Za plagioklaze z vrha Frasana smo dobili naslednje podrobne podatke (Nikitin, 1936):

1. zrno :

B <sub>1/2</sub>	53,5°	87,5°	37°	[001]	1° S	85,5 % an	
D <sub>1/2</sub>	40°	63,5°	62°	⊥ (010)	1° NE	80 % an	2 V = + 88°
	47,5°	59,5°	57°	⊥ (010)	2° SW	90 % an	2 V = — 83°
R <sub>1</sub>	40,5°	62°	64°	⊥ (010)	½° SW	79 % an	
ar. sredina = 84 % an							

2. zrno :

B <sub>1/2</sub>	44°	59,5°	60,5°	[010]	točno	80 % an	
D <sub>1/2</sub>	40°	67°	58,5°	⊥ (001)	1,5° SE	86 % an	
	50°	53°	62°	⊥ (001)	2° SE	67 % an	
ar. sredina = 78,5 % an							

3. zrno :

B <sub>1/2</sub>	43°	60,5°	61,5°	⊥ (010)	½° SW	83 % an	
D <sub>1/2</sub>	42,5°	62,5°	60,5°	⊥ (010)	1,5° NE	83 % an	2 V = — 85°
	44°	59°	62°	⊥ (010)	1,5° SW	85 % an	2 V = — 76°
ar. sredina = 83,5 % an							

4. zrno :

B <sub>1/2</sub>	52,5°	88,5°	37,5°	[001]	točno	90 % an	
D <sub>1/2</sub>	44°	61°	61°	⊥ (010)	točno	86 % an	
	45,5°	60,5°	58,5°	⊥ (010)	točno	88 % an	2 V = — 88°
ar. sredina = 88,5 % an							

Nadalje smo preiskali tudi plagioklaze hidrotermalno močno izpremenjenega propilita z južnega pobočja Frasana. Tu so plagioklazi že tako močno kaolinizirani, da smo jih komaj še dovolj točno izmerili. Za dve zrni smo dobili naslednje podatke:

1. zrno :

B <sub>1/2</sub>	46,5°	64,5°	56°	[010]	5,5° NE	85 % an	
D <sub>1/2</sub>	46,5°	63,5°	56°	⊥ (001)	½° N	79 % an	
	46,5°	66,5°	56°	⊥ (001)	1° N	81 % an	
ar. sredina = 85 % an							

2. zrno :

B <sub>1/2</sub>	42°	64°	59°	⊥ (010)	3,5° NE	82 % an	
D <sub>1/2</sub>	40,5°	63°	62,5°	⊥ (010)	1,5° N	80 % an	
	44°	65°	56°	⊥ (010)	3° E	95 % an	
ar. sredina = 85 % an							

Plagioklazi pripadajo bitovnitu, kar govori za to, da je nastal propilit iz andezitno-bazaltne magme.

Klorit nastopa v hidrotermalno izpremenjenem propilitu v lističastih ali povsem nepravilnih agregatih. Dalje opazujemo v hidrotermalno izpremenjeni kamenini kalcit in epidot, s to razliko, da se količina epidota poveča. Prav tako se poveča količina kremenca in piritita, kar govori za silifikacijo in piritizacijo. Plagioklazi kakor tudi osnova so kaolinizirani.

### Rogovačni-avgitni andezit

Med andeziti tega dela eruptivnega kompleksa močno prevladujejo rogovačni-avgitni andeziti, katerih sestav ni povsod enak. Severno od Valja Sake (Čoč in Oman) prevladujejo med femičnimi minerali vtrošniki rogovače, vendar nastopajo pogosto tudi avgiti. Proti zahodu je količina avgita še manjša, medtem ko na vzhodu ob rečici Lipi močno prevladuje. Andezit ni propilitiziran, zato sta obe femični mineralni komponenti sveži.

Plagioklazi so zaradi površinskega preperevanja razpadli in so pod mikroskopom motni, tako da smo jih prav težko določili. Zrna plagioklazov imajo povprečen presek  $0,7 \times 0,25$  mm. Prav tako nahajamo plagioklaze kot glavno sestavino kriptokristalne osnove, ki ima pozitiven relief.

Podatki za glinence iz vzorca z vrha Čoča so naslednji:

1. zrno:

$B_{1/2}$	76,5°	33,5°	61°	$\perp$ $\frac{[001]}{(010)}$	2° W	62 % an	
$D_{1/2}$	25,5°	70°	75,5°	$\perp$ (010)	4,5° NE	53 % an	
	28,5°	66°	75°	$\perp$ (010)	1,5° NE	56 % an	2 V = + 84°
							ar. sredina 58 ¼ % an

2. zrno:

$R_1$	33,5°	68,5°	66,5°	$\perp$ (010)	4,5° NE	70 % an	
-------	-------	-------	-------	---------------	---------	---------	--

3. zrno:

$R_1$	36,5°	64,5°	67°	$\perp$ (010)	1° NE	72 % an	2 V = - 74°
-------	-------	-------	-----	---------------	-------	---------	-------------

4. zrno:

$B_{1/2}$	33,5°	62°	73,5°	$\perp$ (010)	2° SW	60 % an	
$D_{1/2}$	33,5°	61,5°	73,5°	$\perp$ (010)	2,5° SW	60 % an	
	33°	63°	73°	$\perp$ (010)	1° SW	61 % an	
$R_1$	51°	47°	67,5°	$\perp$ (001)	5° SE	57 % an	
$R_2$	52,5°	46°	67°	$\perp$ (001)	3,5° SE	56 % an	
							ar. sredina = 57,5 % an

5. zrno:

$B_{1/2}$	39,5°	57°	72°	[010]	4° SW	61 % an	
$D_{1/2}$	49°	47,5°	69°	$\perp$ (001)	7° SE	56 % an	2 V = + 76°
	53,5°	45°	68°	$\perp$ (001)	3,5° SW	55 % an	2 V = + 73°
							ar. sredina = 58 % an

Sestav plagioklazov precej niha, kar priča o spremenljivih pogojih, pri katerih je magma kristalizirala.

Kristali rogovače, ki dosežejo velikosti do 1 cm, so povprečno veliki  $0,9 \times 0,2$  mm. V zrnih opazujemo značilen pleohroizem: Ng temnozelena, Nm olivnozelena in Np rumenkasto-zelena barva. Kot 2 V se izpreminja od  $-63,5^\circ$  do  $-84^\circ$ , njegova povprečna vrednost pa je  $-73 \frac{1}{2}^\circ$ .  $\angle$  Ng [001] se izpreminja od  $11^\circ$  do  $22 \frac{1}{2}^\circ$  s povprečjem  $\angle$  Ng [001] =  $16 \frac{1}{2}^\circ$ . Nekajkrat opazujemo, da zrno rogovače kot aureola obdaja avgit, ki ima na zunanji strani pravilne kristalografske oblike. To moremo razlagati s stalnim gibanjem magme. Pri tem so prišla posamezna zrna rogovače globlje, kjer je bilo manj vode, zaradi česar je nastajal avgit.

Idiomorfna zrna avgita so le redko tako velika kot rogovačina, njihova povprečna velikost je  $0,6 \times 0,2$  mm.  $\angle$  Ng [001] niha od  $43 \frac{1}{2}^\circ$  do  $50 \frac{1}{2}^\circ$ , srednja vrednost, dobljena pri merjenju nekoliko zrn pa je  $48 \frac{1}{4}^\circ$ . Srednja velikost kota  $2V = +61 \frac{1}{2}^\circ$ .

Majhna zrnca magnetita nastopajo delno v osnovi, kjer so povsem nepravilno razporejena, delno pa v rogovači. Kot produkt izprememb nastopa poleg kaolina, ki nadomešča plagioklaze, tudi klorit, ki nadomešča rogovačo, pa tudi avgit.

### Rogovačni andezit

Svež rogovačni andezit na površini ne nastopa. Opazujemo ga le v jedrih vrtin pod rudiščem Valja Saka. Na površini je delno propilitiziran, ponekod tudi hidrotermalno močno izpremenjen. Zaradi tega moremo podati njegovo petrografsko karakteristiko le po preiskavah jeder.

Megaskopsko opazujemo kot glavne sestavine plagioklaze in rogovačo. Zrna plagioklazov kakor tudi rogovače so enakomerno velika, pogosto idiomorfna. Prave osnove z očesom ne opazujemo. Pod mikroskopom najdemo, da je struktura sicer porfiriska, da pa je vsa osnova izkristaljena. Zato sklepamo, da predstavlja kamenina globinski tip andezita. V manjših količinah nastopata kot primarna minerala apatit in magnetit, medtem ko sta nastala klorit in kaolin že pri preperevanju.

Med vtrošniki prevladujejo plagioklazi s premeri  $0,08 \times 0,02$  do  $0,5 \times 2$  mm, ki imajo povprečne velikosti  $0,3 \times 0,7$  mm. Za skoraj vsa zrna je značilna sorazmerno močna conarna rast, kar govori za nagle izpremembe pri kristalizaciji. Bolj bazična jedra so ponekod že preperela, prav tako bolj bazične cone. Podrobni podatki za glinence so naslednji:

#### 1. zrno:

E <sub>1/2</sub>	63°	56,5°	45,5°	[001]	2,5° E	51,5 % an	
D <sub>1/2</sub>	39,5°	58,5°	67°	⊥ (010)	4° SW	74 % an (jedro)	
	34,5°	59,5°	75°	⊥ (010)	4,5° SW	59 % an	2 V = + 74°
R <sub>1</sub>	26,5°	65,5°	79,5°	⊥ (010)	točno	50 % an	

ar. sredina (ne upoštevajoč jedro) = 53 %



## 2. z r n o :

$B_{1/2}$	61°	30°	83,5°	⊥ (001)	6,5° SE	42 % an	
$B_{1/3}$	78°	50,5°	42°	⊥ $\frac{[001]}{(010)}$	1,5° E	47 % an	
$B_{2/3}$	64°	57,5°	44°	[001]	1° E	52 % an	
$D_{1/2/3}$	33,5°	59,5°	77,5°	⊥ (010)	5,5° SW	57 % an	
	29,5°	64°	80,5°	⊥ (010)	2° SW	51 % an	
	32°	60°	79,5°	⊥ (010)	5° SW	53,5 % an	2 V = + 84°
ar. sredina = 49 % an							

## 3. z r n o :

$B_{1/2}$	37°	61,5°	68°	⊥ (010)	½° SW	70 % an	
$D_{1/2}$	38°	63°	64,5°	⊥ (010)	točno	75,5 % an	2 V = + 82°
	36°	60,5°	72°	⊥ (010)	4° SW	65 % an	
$R_1$	55,5°	56°	53,5°	⊥ (001)	5,5° NW	69 % an	
$R_2$	46,5°	56,5°	62°	⊥ (001)	3° SE	70 % an	
ar. sredina = 70 % an							

## 4. z r n o :

$B_{1/2}$	38°	57,5°	73,5°	[010]	3,5° SW	59 % an	
$D_{1/2}$	49,5°	51,5°	64,5°	⊥ (001)	3,5° SW	62,5 % an	
	58°	45°	62,5°	⊥ (001)	2° NW	57 % an	2 V = + 80°
ar. sredina = 59,5 % an							

## 5. z r n o :

$B_{1/2}$	65,5°	50°	50,5°	{001}	2° SW	46,5 % an	
$B_{1/3}$	74,5°	48,5°	44,5°	⊥ $\frac{[001]}{(010)}$	4,5° E	49,5 % an	
$B_{2/3}$	31,5°	62°	78°	⊥ (010)	3° SW	54,5 % an	
$D_{1/2/3}$	32,5°	58°	83,5°	⊥ (010)	3,5° SW	50 % an	
	28°	62,5°	86°	⊥ (010)	5° SW	47 % an	
	33,5°	61,5°	73°	⊥ (010)	2,5° SW	62 % an	
ar. sredina = 51 % an							

Množina anortita v plagioklazih niha torej od 42 % do 75,5 %, pri čemer znaša povprečna vrednost za ves zbrusek 55,5 % anortita.

Poleg plagioklazov je rogovača najbolj razširjen mineral v kamenini. Pleohroizem: Ng zelena, Nm svetlozelena in Np rumenkasto zelena barva. Preseki, vzporedni z razpotegnjenostjo zrn, imajo paličaste oblike in dosežejo velikosti  $2,5 \times 0,4$  mm, medtem ko so preseki, vzporedni z (001), povprečno veliki  $0,3 \times 0,2$  mm. Nekajkrat opazamo značilne dvojčke po (100).

Apatit in magnetit nastopata v majhnih, idiomorfih zrnih v osnovi. Medtem ko nadomešča klorit izključno le rogovačo, opazujemo kaolin tako v preperelih plagioklazih kakor tudi v delih osnove.

### Propilitiziran rogovačni-biotitni andezit s kremenom

Andezit srednjega toka Valje Sake se že na pogled loči od do sedaj popisanih andezitov. Zrnata kamenina svetlosive barve ima homogeno teksturo ter vsebuje številna nepravilno razporejena zrnca kremenca.

Makroskopska opazovanja potrjujejo tudi mikroskopske preiskave. V drobnozrnati osnovi nastopata poleg plagioklazov, ki so močno kaolinizirani, tudi kremen in v podrejenih količinah ortoklaz. Zaradi tega je označil Duhovnik (1953) to kamenino kot prehod v diorit. Oba primarna femična minerala: rogovača in biotit sta zaradi autometamorfoze močno izpremenjena.

Zrna plagioklazov niso tako močno conarna, kot to navadno opazujemo pri andezitih. Povprečno so velika  $0,7 \times 0,3$  mm, medtem ko dosežejo nekatera zrna tudi velikost  $3 \times 0,7$  mm. Povečini so kaolinizirana ter smo jih prav težko določili.

Podrobni podatki so naslednji:

#### 1. zrno:

B <sub>1/2</sub>	28,5°	63,5°	80°	⊥ (010)	2,5° SW	51 % an
D <sub>1/2</sub>	30,5°	63,5°	76,5°	⊥ (010)	1° SW	56 % an
	27°	64°	85°	⊥ (010)	3° SW	47,5 % an
ar. sredina = 51 ¼ % an						

#### 2. zrno:

B <sub>1/2</sub>	28,5°	64°	79°	⊥ (010)	2° SW	51,5 % an	
B <sub>1/3</sub>	75,5°	45°	48,5°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	3,5° E	52 % an	
B <sub>2/3</sub>	65,5°	52°	48,5°	[001]	1° SE	48 % an	
D <sub>1/2/3</sub>	30,5°	62°	78,5°	⊥ (010)	2,5° SW	54 % an	2 V = + 79°
	26,5°	66°	79,5°	⊥ (010)	točno	50 % an	2 V = + 78,5°
	26°	64,5°	83,5°	⊥ (010)	2,5° SW	46 % an	
ar. sredina = 50 ¼ % an							

#### 3. zrno:

B <sub>1/2</sub>	29°	61,5°	81,5°	⊥ (010)	4,5° SW	50 % an	
D <sub>1/2</sub>	28,5°	62,5°	79,5°	⊥ (010)	3° SW	51 % an	2 V = + 76°
	30°	60,5°	82,5°	⊥ (010)	5,5° SW	50 % an	2 V = + 84°
R <sub>1</sub>	63°	51,5°	50,5°	⊥ (001)	2,5° SE	47,5 % an	
ar. sredina = 49 ¾ % an							

## 4. zrn o :

B <sub>1/2</sub>	76°	49,5°	43,5°	$\perp$ [001] (010)	4,5° SW	48 % an	
B <sub>1/3</sub>	30°	62°	80°	$\perp$ (010)	4° SW	52 % an	
B <sub>1/4</sub>	62°	59°	44°	[001]	3° E	53 % an	
B <sub>2/3</sub>	62,5°	52°	50,5°	[001]	3,5° SE	48 % an	
B <sub>2/4</sub>	33,5°	58,5°	79°	$\perp$ (010)	6,5° SW	54 % an	
E <sub>3/4</sub>	76,5°	48°	44,5°	$\perp$ [001] (010)	3° E	49 % an	
D <sub>1/2/3/4</sub>	31,5°	60°	79,5°	$\perp$ (010)	5,5° SW	53 % an	2 V = + 85°
	30,5°	61°	78,5°	$\perp$ (010)	4,5° SW	52 % an	
	28,5°	64°	80,5°	$\perp$ (010)	2,5° SW	51 % an	
	35°	56,5°	80°	$\perp$ (010)	8,5° SW	56 % an	

ar. sredina = 51 ¼ % an

V manjši količini nastopajo močno izpremenjena zrna ortoklaza. Spoznamo jih edino po tem, da imajo lomni količnik manjši od lomnega količnika kanadskega balzama in po kotu  $2V = -71,5^\circ$ . Nekajkrat so zrna ortoklaza precej velika in dosežejo celo dolžino do 1 cm.

Rogovača je izpremenjena v klorit, kremen, epidot in kalcit. Vsi navedeni minerali imajo popolnoma ksenomorfne oblike. Močno prevladuje klorit, po količini mu sledi epidot, medtem ko opazujemo kremen in kalcit precej redko. Pri avtometamorfozi je prav gotovo nastal iz rogovače v podrejenih količinah tudi pirit, vendar pa ga sedaj ne opazimo. Verjetno je bil zaradi površinskega preperevanja limonitiziran.

Prav tako so tudi zunanji deli biotitovih zrn kloritizirani. Sredina je pogosto še dovolj sveža, zaradi česar moremo opazovati značilen pleo-eroizem. Kremen nastopa v razpokanih zrnih, ki so povprečno velika  $0,8 \times 0,8$  mm, dosežejo pa tudi velikosti  $3 \times 2$  mm. Pravilnih kristalnih oblik ne opazimo, vsa zrna so namreč močno korodirana. Apatit in magnetit sta v majhnih idiomorfni zrnih povsem neenakomerno razporejena v kamenini.

**Monzonit**

Mikroskopska preiskava številnih zbruskov monzonita z južnih pobočij Frasana kakor tudi vzhodnih in južnih pobočij Potoj Čuke nam da v glavnem enako sliko kot monzonit Valje Strž, ki ga je popisal M a j e r (1953, p. 135). Prav tako se po sestavu bistveno ne razlikuje od monzonita zahodnega pobočja Potoj Čuke, ki ga je popisal D u h o v n i k (1953). V cilju primerjave dobljenih rezultatov mikroskopske preiskave podajamo glavne značilnosti važnejših mineralov.

V kamenini z značilno monzonitno strukturo in homogeno teksturo nastopajo kot glavni minerali plagioklazi, anortoklaz, kremen, rogovača, avgit kakor tudi hipersten. Akcesorno nastopajo: titanit, magnetit, epidot, pirit in apatit. Vsi navedeni minerali so primarni, medtem ko so klorit, kalcit, uralit, sericit, zeoliti, tremolit in aktinolit nastali delno v zadnjih magmatskih fazah, delno pa že pri preperevanju kamenine.

V vseh primerih opazimo, da plagioklazi jasno prevladujejo nad anortoklazom. Zrna plagioklazov so dvojčično, nekatera tudi conarno zgrajena ter so velika povprečno  $1,5 \times 0,4$  mm. Največja zrna plagioklazov dosežejo velikosti do 1 cm. V primerih, ko nastopajo plagioklazi v anortoklazu, so njihove oblike korodirane. Podrobni podatki so naslednji:

1. z r n o :

B <sub>1/2</sub>	28°	65°	78°	⊥ (010)	1° SW	52 % an	
B <sub>1/3</sub>	68,5°	48°	50°	[001]	½° W	46 % an	
B <sub>2/3</sub>	79,5°	55,5°	36,5°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	1,5° SW	42 % an	
D <sub>1/2/3</sub>	28°	64,5°	78,5°	⊥ (010)	1° SW	51 % an	2 V = + 78°
	28°	65,5°	77,5°	⊥ (010)	točno	53 % an	2 V = + 88°
	25,5°	65,5°	87°	⊥ (010)	2,5° SW	45 % an	
R <sub>1</sub>	57,5°	45°	65°	⊥ (001)	1° W	57 % an	
R <sub>2</sub>	62°	34,5°	71,5°	⊥ (001)	2° NW	49 % an	
ar. sredina = 48,5 % an							

2. z r n o :

B <sub>1/2</sub>	66°	52°	48,5°	[001]	1° SE	48 % an	
B <sub>1/3</sub>	80°	50°	41,5°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	točno	47 % an	
B <sub>2/3</sub>	28,5°	62,5°	82°	⊥ (010)	3,5° SW	49 % an	
D <sub>1/2/3</sub>	27,5°	64°	82°	⊥ (010)	2,5° SW	48,5 % an	2 V = + 71°
	30°	60,5°	84,5°	⊥ (010)	5,5° SW	49 % an	
	28,5°	65°	78°	⊥ (010)	½° SW	53 % an	
ar. sredina = 48 ¾ % an							

3. z r n o :

B <sub>1/2</sub>	66,5°	49°	49,5°	[001]	1° SE	46 % an	
D <sub>1/2</sub>	24,5°	66,5°	83,5°	⊥ (010)	1° SW	45,5 % an	
	25°	66,5°	82,5°	⊥ (010)	½° SW	47 % an	2 V = + 88°
ar. sredina = 46 % an							

4. z r n o :

B <sub>1/2</sub>	77°	46,5°	46,5°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	2° E	51 % an	
D <sub>1/2</sub>	31,5°	60,5°	81°	⊥ (010)	5° SW	50 % an	2 V = + 79°
	26,5°	65°	81,5°	⊥ (010)	1,5° SW	49 % an	2 V = + 73°
ar. sredina = 50 % an							

5. z r n o :

B <sub>1/2</sub>	63,5°	59,5°	42°	[001]	1,5° E	53 % an	
D <sub>1/2</sub>	28°	64°	80°	⊥ (010)	2° W	50 % an	2 V = + 74°
	33,5°	61,5°	74°	⊥ (010)	2,5° SW	60 % an	
R <sub>1</sub>	57,5°	45°	63,5°	⊥ (001)	1,5° NW	57 % an	
ar. sredina = 54 ½ % an							

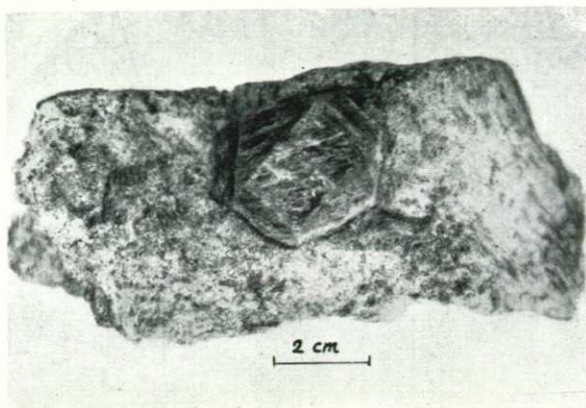
**Kontaktno metamorfni pojavi in orudenenje območja Potoj Čuka—Valja Saka**  
**Contact Metamorphism and Mineralization of Potoj Čuka—Valja Saka-Area**

1. slika

Potoj Čuka — Kristal vezuviana v granatitu.

Fig. 1.

Potoj Čuka — Vesuviane phenocryst in garnetite

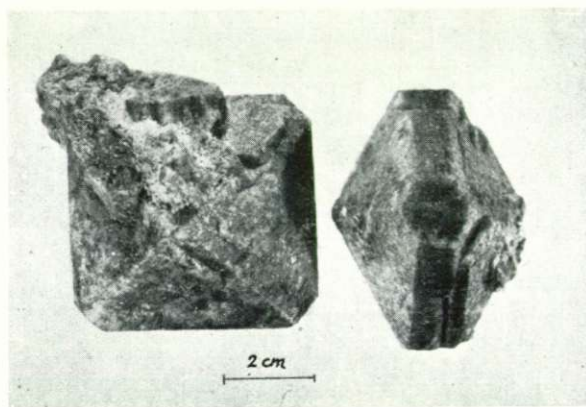


2. slika

Potoj Čuka — Izluščena kristala vezuviana, ki imata značilni bipiramidalni habitus.

Fig. 2.

Potoj Čuka — Typically bipyramidal vesuviane-phenocrysts.



3. slika

Potoj Čuka — Zonarni kristalčki vezuviana v limonitizirani osnovi.

Fig. 3.

Potoj Čuka — Zoned vesuviane-phenocrysts in limonitized matrix.

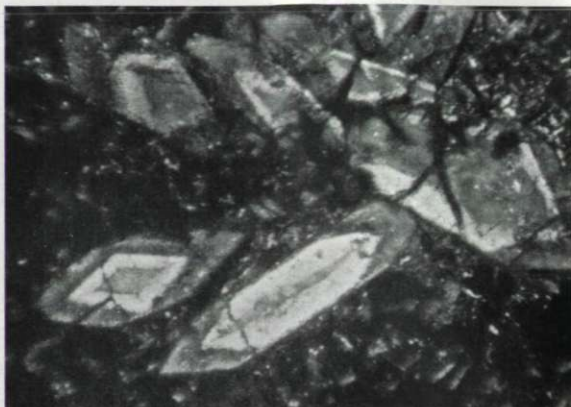


4. slika

Potoj Čuka — Gornja slika pri + N. Conarnost, nastala zaradi izpremembe disperzije.

Fig. 4.

Potoj Čuka — The same as fig. 3 only under + N. Zoning shown by change of dispersion.

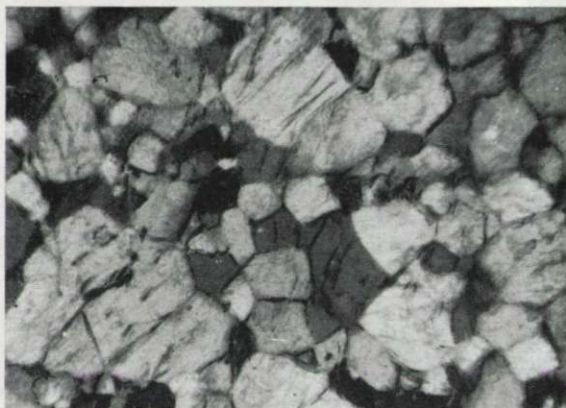


5. slika

Potoj Čuka — 25 X. Granoblastična struktura zoisitita.

Fig. 5.

Potoj Čuka — Granoblastic structure of zoisite.



6. slika

Potoj Čuka — Preperevanje, delno tudi martitizacija odkrivata conarno strukturo magnetita.

Fig. 6.

Potoj Čuka — Weathering- and martitization reveal zoning of magnetite.





7. slika

Potoj Čuka — 44 ×. Martitizacija magnetita vzdolž razook. Magnetit (m), hematit (h).

Fig. 7.

Potoj Čuka — Martitization of magnetite along fissures. Magnetite (m), hematite (h).



8. slika

Valja Saka — Skarn s trakasto teksturo. Kalcit (k), granat (g), epidot (e).

Fig. 8.

Valja Saka — Skarn, with banded texture. Calcite (k), garnet (g), epidote (e).

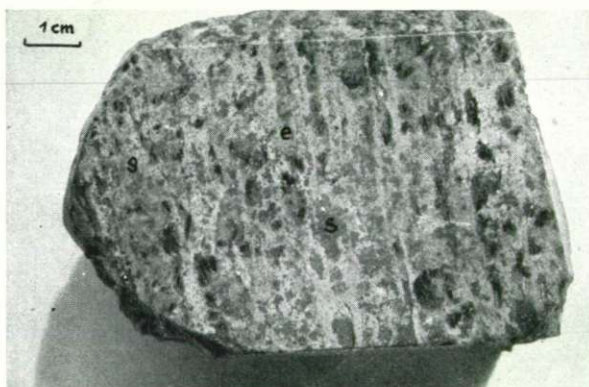


9. slika

Valja Saka — Ruda s trakasto teksturo. Sfalerit (s), granat (g), epidot (e).

Fig. 9.

Valja Saka — Banded ore. Sphalerite (s), garnet (g), epidote (e).



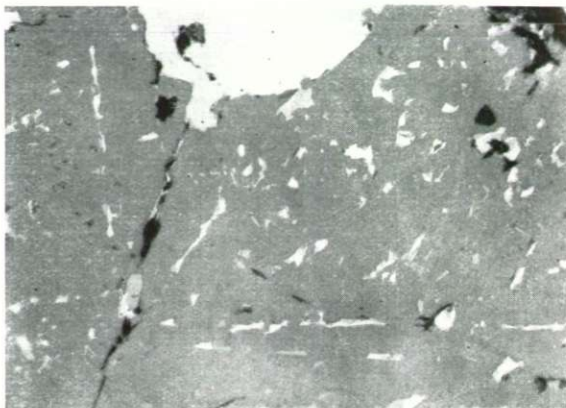


10. slika

Valja Saka — 120 ×. Nasnuta rešetasta struktura, nastala pri razpadu  $ZnS-CuFeS_2$ . Halkopirit v većem polju je genetsko mlajši.

Fig. 10.

Valja Saka — 120 ×. Exolution screen texture in system  $ZnS-CuFeS_2$ . Chalcopyrite, above is genetically younger one.

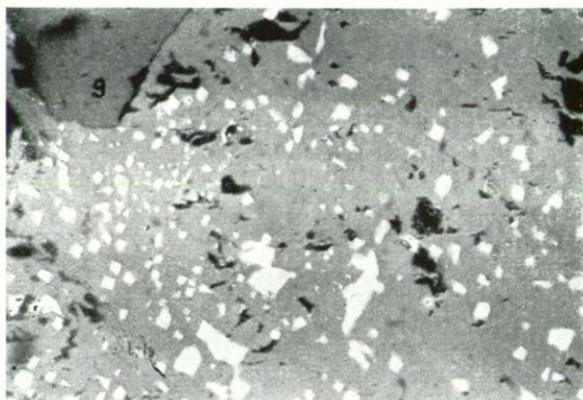


11. slika

Valja Saka — 120 ×. Točkasta struktura sistema  $ZnS-CuFeS_2$ . — Zrnca halkopirita imajo rombične in trikotne preseke. Granat (g).

Fig. 11.

Valja Saka — 120 ×. Point structure in system  $ZnS-CuFeS_2$ . Small chalcopyrite-grains with rhombic and triangular crosse section. Garnet (g).

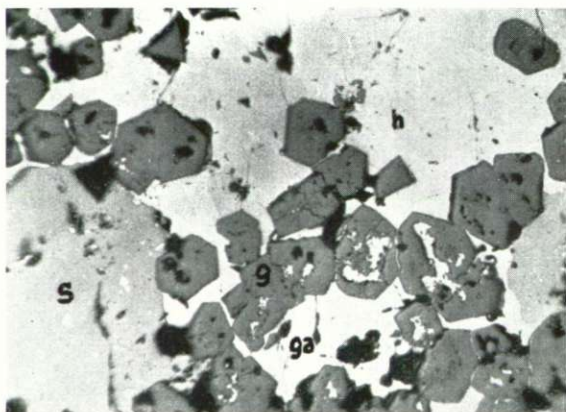


12. slika

Potoj Čuka — 44 ×. Galenit (ga) in halkopirit (h) nadomeščata granate (g). Sfalerit (s).

Fig. 12.

Potoj Čuka — 44 ×. Galena (ga) and chalcopyrite (h) replace garnets (g). Sphalerite (s).



Povprečno imajo plagioklazi, ki nastopajo v anortoklazu 49 ½ % an, tako da jih moremo prištevati bazičnemu andezinu.

Za večje plagioklaze, ki ne nastopajo v anortoklazu, smo dobili pri merjenju naslednje podatke:

1. zrno:

B <sub>1/2</sub>	72,5°	35°	61°	[001]	3° SE	36 % an	
D <sub>1/2</sub>	17,5°	72,5°	89°	⊥ (010)	1,5° S	38 % an	
	21°	69°	89,5°	⊥ (010)	3° SW	40 % an	
							ar. sredina = 37 ½ % an

2. zrno:

B <sub>1/2</sub>	19,5°	70,5°	88°	⊥ (010)	2° S	39 % an	
B <sub>1/3</sub>	82,5°	62°	29°	$\frac{\perp}{(010)} [001]$	2° E	35 % an	
B <sub>1/4</sub>	75°	36°	58°	[001]	točno	37 % an	
B <sub>2/4</sub>	82°	59,5°	32°	$\frac{\perp}{(010)} [001]$	1° NW	38 % an	
B <sub>3/4</sub>	74,5°	16,5°	84,5°	[001]	3,5° NW	33 % an	
D <sub>1/2/3/4</sub>	20,5°	69,5°	88°	⊥ (010)	2° S	40 % an	2 V = + 84°
	19°	70,5°	88°	⊥ (010)	1° S	40 % an	2 V = + 89°
	17,5°	72,5°	88°	⊥ (010)	1,5° S	37 % an	
	14°	76,5°	88,5°	⊥ (010)	½° N	32 % an	
R <sub>1</sub>	68,5°	21,5°	88°	⊥ (001)	3,5° SE	35 % an	
R <sub>2</sub>	67,5°	23°	85,5°	⊥ (001)	2° SE	37 % an	
							ar. sredina = 36 ½ % an

3. zrno:

B <sub>1/2</sub>	74°	37,5°	57°	[001]	½° NW	37 % an	
D <sub>1/2</sub>	17°	73,5°	87,5°	⊥ (010)	točno	37 % an	
	19,5°	71,5°	88,5°	⊥ (010)	točno	39 % an	
							ar. sredina = 37 ½ % an

4. zrno:

B <sub>1/2</sub>	66,5°	24,5°	86°	⊥ (001)	½° SE	39,5 % an	
B <sub>2/3</sub>	81,5°	65°	25,5°	[100]	4° NE	32 % an	
B <sub>1/3</sub>	68°	40,5°	59°	[001]	3° SE	40 % an	
D <sub>1/2/3</sub>	27°	63,5°	87°	⊥ (010)	4,5° SW	45 % an	2 V = + 83,5°
	20°	70,5°	86°	⊥ (010)	točno	40 % an	2 V = + 82°
	22°	68,5°	87°	⊥ (010)	1,5° SW	41 % an	2 V = - 76°
R <sub>1</sub>	63,5°	29,5°	77°	⊥ (001)	točno	43 % an	
R <sub>3</sub>	70,5°	56°	39,5°	(110)	2,5° NW	38 % an	
							ar. sredina = 40 % an

Iz povprečja 37 % an za vsa zrna vidimo, da so ti plagioklazi manj bogati z anortitom, tako da jih moremo prištevati srednjemu andezinu.

Anortoklaz, ki je v opazovanih zrnih pogosto moten zaradi delne kaolinizacije, nastopa v ksenomorfnih zrnih. V njih nahajamo vse starejše minerale, ki imajo pogosto nataljene robove. Podrobni podatki za nekatera anortoklazna zrna so naslednji:

1. R	89°	7°	84°	⊥ (001)	2° W	2 V = - 56°
2. R	84,5°	10,5°	80,5°	⊥ (001)	4,5° E	2 V = - 53°
3. R	89°	4°	87,5°	⊥ (001)	2,5° SW	2 V = - 65°
4. R	86,5°	11°	79,5°	⊥ (001)	4,5° SW	2 V = - 60°
5. R	89°	82,5°	7°	⊥ (010)	2° SW	2 V = - 49°
6. R	83,5°	12°	81,5°	⊥ (001)	3° NE	2 V = - 59,5°
7. R	89°	5°	85,5°	⊥ (001)	2° SW	2 V = - 52°

Kot optičnih osi se izpreminja od - 49° do - 60° s srednjo vrednostjo 2 V = - 56,5°.

Med femičnimi minerali prevladuje rogovača, ki ima pogosto idiomorfne oblike in značilen pleohroizem. Kot potemnitve se izpreminja od 15,5° do 22°, povprečno pa je  $\angle Ng [001] = 18,5^\circ$ . Prav tako se izpreminja kot optičnih osi od - 70,5° do - 88° s srednjo vrednostjo - 76,4°. Ponekod je rogovača izpremenjena v klorit, pa tudi v tremolit in aktinolit.

Idiomorfna zrna avgita so brezbarvna ter vsebujejo tu in tam magnetit. Velikost zrn se močno spreminja, povprečno so velika  $0,4 \times 0,4$  mm. Kot potemnitve se izpreminja od 40° do 47,5° s povprečno vrednostjo 44,7°. Povprečje 2 V = + 52°. Njegova zrna so delno uralitizirana, delno pa kloritizirana.

Biotit je ponekod močno razširjen, drugod pa ga sploh ne opazujemo. Njegova zrna so povsem nepravilna, pogosto zvita ter imajo valovito potemnitev. V še manjši količini kot biotit nahajamo hipersten, ki se razlikuje od avgita po pravi potemnitvi in kotu optičnih osi, za katere smo dobili povprečje 2 V = - 71,5°.

Kremen nastopa v nekaterih zbruskih precej pogosto. Njegova zrna so povprečno velika  $0,7 \times 0,4$  mm, povsem ksenomorfna ter imajo nekajkrat valovito potemnitev.

Vsi ostali minerali nastopajo v zelo podrejenih količinah ter zaradi tega na sestav monzonita nimajo bistvenega vpliva. Ker so njihove oblike kakor tudi kristalografske lastnosti enake, kot je to opazoval Majer, jih podrobneje ne bomo popisovali.

## Kontaktno metamorfni pojavi Potoj Čuke

### Splošen oris pojavov

Kontaktno metamorfne pojave moremo predvsem lepo opazovati na meji monzonitno-granodioritnega masiva z jurskimi apnenci Potoj Čuke. Tu je prišla namreč sorazmerno kisla talina v neposreden dotik z bazičnimi usedlinami. Če pogledamo na priloženo geološko karto, vidimo,

da obdaja apnenec Potoj Čuke pas skarnov. Vendar pa moramo takoj pripomniti, da ta pas na površini ni povsod zvezen, temveč je na jugo-zahodnem in vzhodnem pobočju prekinjen, delno zaradi manjših melišč strmih pobočij Potoj Čuke, delno pa zaradi humusa, ki prekriva kontaktni pas, tako da ga na površini ni mogoče zapaziti. Pravo širino pasu je težko določiti predvsem zato, ker se povija po strmih pobočjih. Najlepše je razvit tam, kjer se vriva monzonit med apnenec in propilit. Prav to področje je značilno po tem, da nastopajo veliki, zelo pravilno razviti kristali vezuviana in granata.

Pri podrobnem kartiranju smo nadalje našli kontaktne kamenine tudi v apnencu na samem vrhu Potoj Čuke, ob dveh manjših probojih monzonita. Poleg tega nahajamo v neposredni bližini teh probojev do 25 m dolge in 0,5 m široke pasove enakih kamenin. Ti pasovi so nastali tam, kjer so bile nekdanje v apnencih globlje razpoke, po katerih so prihajale visokotemperaturne raztopine.

Ves apnenec Potoj Čuke kakor tudi del apnenca zahodnega pobočja Frasana je prekristaliziran v marmor. Marmoriziran apnenec sledimo proti severu preko državne ceste v dolino potoka Biger, kjer postopno prehaja v neizpremenjenega. Toda tudi v njem nahajamo pogosto cone marmoriziranega, kar posebno lepo vidimo v usekih zapuščene trase projektirane proge Bor—Petrovac/M. Povsem osamljen je del marmoriziranega apnenca v dolini potoka Biger, ki meji na skrilavce.

Prav tako kot apnenci so bili na kontaktu z monzonitom izpremenjeni tudi skrilavci. Nastali so temnosivi kvarciti, ki nastopajo v prav ozkem, na mnogih mestih prekinjenem pasu. Vzroki temu so isti, kot smo jih malo prej navedli za kontaktni pas Potoj Čuke.

Monzonit ni izpremenil samo usedlin, temveč tudi propilit južnih pobočij Frasana in zahodnih Sosrekite. Izpremenjena kamenina izgubi zeleno, za propilit tako značilno barvo, ter postane sivkastobela s školjkastim lomom. Količina pirita, ki je v tem propilitu sorazmerno majhna (približno 1,5—2 %), se poveča, tako da so vsebovali nekateri vzorci, ki smo jih dali kemijsko preiskati, do 10 % FeS<sub>2</sub>. Propilit je bil nadalje silificiran, kaoliniziran in epidotiziran, zaradi česar je njegov primarni mineralni sestav popolnoma zabrisan. Izpremembe se v smeri proti kontaktu stopnjujejo, vendar pogosto nahajamo v močno izpremenjeni kamenini manj izpremenjene dele, ki se razlikujejo od močnejše izpremenjene tako po svoji barvi kakor tudi po ostalih lastnostih.

### Skarni in kontaktni minerali

Skarni Potoj Čuke niso homogeni niti po mineraloškem sestavu niti po strukturi. Sestav kakor struktura se iz kraja v kraj izpreminjata, kar je posebno značilno za kontaktno cono vzhodnega pobočja in vrha.

Sestav skarnov je navadno polimineralen. Pogosto že na prvi pogled opazimo, da sestoji iz več različnih kontaktnih mineralov. Med njimi prevladujejo granat, vezuvian in volastonit, medtem ko nastopajo: kalcit, zoisit, avgit in epidot v manjših količinah. Rudnih mineralov nismo

našli. Po dosedanjih preiskavah moremo podati približno naslednji utežnostni procentualni sestav:

Grosular	85,0 %	V odvisnosti od tega, kateri kontaktni mineral prevladuje, se spreminja tudi barva kamenine. Le-ta je v primeru, ko prevladuje vezuvian, rumenkastozelena do svetlozelena, ko prevladuje granat, sivkastobela, ko prevladuje zoisit pa sivozelena. Nekajkrat opazujemo monomineralne skarne: Granatit, zoisitit in vezuvianitit. Granatit smo našli na več krajih, toda v manjših količinah. Zoisitit nastopa predvsem na vrhu Potoj Čuke, v močno podrejenih količinah skupaj z ostalimi skarni, vezuvianitit pa tu in tam na jugovzhodnem pobočju sedla med Potoj Čuko in Frasanom.
Vezuvian	8,0 %	
Volastonit	2,0 %	
Kalcit	2,0 %	
Zoisit	1,5 %	
Avgit	1,0 %	
Epidot	0,5 %	
	100,0 %	

Polimineralni skarni imajo pogosto porfiroblastično strukturo, kjer nastopata kot porfiroblasta predvsem vezuvian in granat. Za granatit, zoisitit in vezuvianitit je značilna granoblastična struktura.

Skarni so na površini močno prepereli. Porozen in krhek skelet, ki je ostal, se zlahka drobi in hitro razpada. Tako preperete in razpadle skarne najdemo po vsem kontaktnem pasu Potoj Čuke, na Frasanu, kjer predstavljajo izlužene dele dveh metamorfoziranih blokov apnenca, kakor tudi nad rudiščem Valja Sako.

V nadaljnjem podajamo rezultate mikroskopske preiskave do sedaj ugotovljenih kontaktno-metamorfnih mineralov. Vendar moramo upoštevati, da so se fizikalno-kemični pogoji med nastajanjem skarnov ponekod močno izpreminjali, za kar govori conarna zgradba nekaterih mineralov. Zaradi tega so mogli nastati tudi drugi kontaktni minerali, ki jih do sedaj še nismo našli.

### Granat

Granat je najbolj razširjen kontaktni mineral ter sestavlja osnovo skarnov, v kateri nahajamo ostale minerale. Delno so njegova zrna brezbarvna, delno svetlo- in temnozeleno. Prevladujejo manjša zrna s povprečnimi premeri  $0,06 \times 0,06$  mm, ki imajo idiomorfne pa tudi ksenomorfne oblike. Pod mikroskopom prav redko opazimo sektorsko potemnitev, ki je sicer za granate kontaktnega nastanka tako značilna.

Večje kristale granata, ki dosežejo velikosti do 2,5 cm, nahajamo predvsem v kristalnih družah, delno pa nastopajo v skarnih samostojno. Tudi ti so brezbarvni, delno svetlozeleni, z lomnim količnikom, ki je malo večji od lomnega količnika metiljodida ( $n = 1,740$ ). Barva kakor lomni količnik govorita za to, da pripadajo grosularu. Med ploskvami prevladujejo izključno ploskve rombnega dodekaedra, le prav redko opazujemo ploskve (211). Številna zrna so conarna, kar opazimo predvsem lepo takrat, ko začno preperevati. Posamezne cone (3 do 5 po številu) so debele do 2,5 mm. Razlika v njihovih barvah kakor tudi conarnost govori za to, da so se fizikalno-kemični pogoji med kristalizacijo izpreminjali.

Granat je pogosto izpremenjen v klinoklor. Brezbarvna, včasih svetlozelena zrna s slabim pleohroizmom, imajo največje preseke  $0,25 \times 0,04$  mm.

Vsa imajo jasno razkolnost, ki je pravokotna na Ng; pogosto so radialno trakasta. Kot optičnih osi  $2V = +0^\circ$ , dvolomnost pa se izpreminja od  $Ng-Np = 0,0088-0,0109$  s povprečno vrednostjo  $Ng-Np = 0,00984$ . Pri podrobnem opazovanju najdemo v granatovih zrnih nekajkrat drobce, zaradi česar so zrna motna. Drobeci so povsem nepravilno razporejeni po opazovani površini. Pri velikih povečavah vidimo, da je del drobcov anizotropen, s pretežno visokimi interferenčnimi barvami, ki so značilne za epidot. Ostalih, izredno drobnozrnatih mineralnih komponent nismo mogli točneje določiti. A. Winchell (1951, p. 491) navaja, da nastanejo ti minerali pri metamorfozi granata. Nastopanje podobnih drobcov v granatu opisuje tudi Jurković (1953, p. 127) za granate v skarnu Novega Brda.

### Vezuvian

Poleg granata je vezuvian najbolj razširjen kontaktni mineral. V skarnih nastopa sedaj v večjih, sedaj v manjših količinah, v nekaterih pa ga niti ne opazimo.

Večje, pravilno razvite kristale vezuviana najdemo v skarnih blizu avtomobilske ceste Bor—Žagubica, na kraju, kjer se med Potoj Čuko in Frasan vrtva monzonit. Kristali vezuviana nastopajo posamezno, zaradi česar ima ta kamenina porfiroblastično strukturo (1. slika), ali pa so združeni v kristalne skupine v granatovem skarnu. Pri natančnem delu jih moremo povsem nepoškodovane izluščiti. Največji tako dobljeni kristal je meril  $6 \times 6$  cm, visok pa je bil 5 cm (2. slika levo). Po velikosti in razširjenosti prevladujejo ploskve bipiramid in prizem, pinakoid nastopa prav redko. Značilno je nadalje, da prevladuje bipiramidalni habitus nad prizmatskim, tako da so kristali sploščeni v smeri štirištevne osi (2. slika desno). Pri opazovanju kristalnih skupin vidimo, da so kristali zrasi po ploskvah prizem in bipiramid, prav redko celo po pinakoidu. Pri rasti večji kristal pogosto prekrije več manjših, nekajkrat pa predstavlja vezuvian jedro, ki ga prekriva granat z lepo razvitimi ploskvami rombnega dodekaedra. Nastanek takšnih prekrivanj tolmači Ramdohr (1948, p. 564) z ožjo kristalografsko sorodnostjo obeh mineralov. Številni kristali so nadalje lupinasto zgrajeni, kar opazimo predvsem takrat, ko začno preperevati. Barva posameznih lupin se izpreminja od svetlo do temnorjavkasto zelene. Pri svežih kristalih je zunanja lupina prosojna.

Kristali vezuviana, ki nastopajo v nekdanjih razpokah apnenca, so sorazmerno malo manjši in tako močno zraščeni, da jih ne moremo ločiti, ne da bi jih pri tem poškodovali. Manjša zrnca v granatovem skarnu so navadno ksenomorfná, ona pa, ki nastopajo v vezuvianititu, so pogosto idiomorfna. Prevladujoči ploskvi sta bipiramida in pinakoid, medtem ko prizme povsod manjkajo. Majhna zrnca so prav tako, kot že opisani večji kristali, sploščena v smeri štirištevne osi, s katero je vzporedna os Np. Opisana zrnca vezuviana imajo povprečne premere  $0,8 \times 0,3$  mm, največje pa  $2,5 \times 0,5$  mm. Brezbarvna zrna z zelo slabo razkolnostjo pravilno pctemne. Lomni količnik smo določili po metodi Schroeder van der Kolk na ta način, da smo lomni količnik uporabljene tekočine na refraktometru točno izmerili ter tako dobili povprečno vrednost  $n = 1,714$ .



Delno conarnost, ki jo opazujemo že pri polarizatorju, povzroča praškasta primes (3. slika), conarnost, ki jo opazujemo pri + N, pa izprememba disperzije (4. slika). Jedra zrn, ki imajo pogosto pravilne rombske oblike ter so optično pozitivna (medtem ko so ostale cone optično negativne), so temnomodra. Navzven se vrste cone z rumeno, zeleno in vijoličasto barvo. Jedro kakor tudi cone se ločijo nadalje po dvolomnosti, ki je najmanjša za jedro,  $N_m - N_p = 0,0001$ . Za cono z rumeno barvo se vrednost dvolomnosti izpreminja od  $0,0007 - 0,0024$ , povprečno pa je  $N_m - N_p = 0,0015$ . Dvolomnost v zunanjih conah se izpreminja v mejah od  $0,0002 - 0,0006$  s povprečjem  $N_m - N_p = 0,0005$ . Popisane optične lastnosti ustrezajo podatkom literature, z izjemo dvolomnosti jedra in zunanjih con, ki so nekoliko manjše.

### Volastonit

Brezbarvna zrna s slabim reliefom in razkolnostjo po (100) pripadajo volastonitu. V skarnih je zelo neenakomerno razporejen, tako da ga ponekod ne opazimo, drugod pa nastopa v večjih količinah. Zrna so razpotegnjena v smeri razkolnosti, zaradi česar imajo podolgovate preseke. Nekajkrat se združujejo v pahljačaste agregate. Prevladujejo nizke interferenčne barve, predvsem rumena in siva 1. reda. Pri merjenju številnih zrn smo dobili naslednje povprečne vrednosti:

$N_g - N_p$	$N_g - N_m$	$N_m - N_p$	2 V
0,01470	0,00161	0,01389	— 38 $3/4$ °

Poudariti moramo, da ustreza navedena vrednost za  $N_g - N_p$  povprečju neposrednih merjenj, ne pa posrednih, dobljenih s pomočjo diagrama *Boldyreva* za določanje stranskih dvolomnosti po kotu optičnih osi. Neposredna in posredna merjenja nam dajo povprečen dvolom  $N_g - N_p = 0,01521$ .

### Zoisit

Zoisit nastopa delno v granatovem skarnu, predvsem pa v zoisitu, ki ima značilno granoblastično strukturo (5. slika). V obeh primerih je drobnozrnat, vendar je v granatovem skarnu izključno ksenomorfen, v zoisitu pa nekajkrat tudi idiomorfen. Podrobneje smo preiskali zoisit iz zoisita z vrha Potoj Čuke ter dobili naslednje podatke:

Zrna, katerih velikosti se izpreminjajo od  $0,4 \times 0,3$  mm do  $0,02 \times 0,01$  mm, so povprečno velika  $0,15 \times 0,1$  mm. Imajo močan relief in jasno razkolnost po (010). Pravo potemnitev, nizke interferenčne kakor tudi anomalne disperzne barve opazujemo pri vseh zrnih. Dvolomnost se izpreminja v mejah  $N_g - N_p = 0,0012 - 0,0014$ , medtem ko je povprečje  $N_g - N_p = 0,0013$ . Kot optičnih osi je  $2V = 0^\circ$ .

Iz podatkov, predvsem iz dvolomnosti in kota  $2V$  vidimo, da le-ti odstopajo od vrednosti, ki jih literatura navaja za zoisit. Dobljeni podatki ustrezajo popolnoma psevdzoisitu, za katerega navaja *Tröger* (1952, p. 39) dvolomnost  $N_g - N_p = 0,001$  in kot  $2V = 0^\circ - 30^\circ$ .

### Avgit

Prav tako kakor volastonit je tudi avgit povsem nepravilno razporejen v skarnih. Večja zrna, ki so včasih idiomorfna, so značilna tako po interferenčnih barvah kakor tudi po razkolnosti. Povprečne vrednosti navajamo na podlagi merjenih zrn iz več zbruskov:

Ng—Np	Ng—Nm	Nm—Np	2 V	$\angle$ (110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ )
0,0252	0,0169	0,00702	+ 54°	83 1/2°

Podatki, razen kota optičnih osi, ki je nekoliko premajhen, se ujemajo s podatki, ki jih zanj navaja Winchell (1951, p. 416). Delno preperela zrna avgita vsebujejo v podrejenih količinah kalcit, kremen in limonit.

### Epidot

Epidot nastopa v zrnih s povprečnim premerom  $0,08 \times 0,04$  mm, ki so neenakomerno razpršena v skarnu. Ponekod tvori drobnozrnate agregate, ki imajo premajhne obsege, da bi mogli imenovati kamenino epidozit. Za epidotova zrna je značilen močan relief in slabo razvita razkolnost, ki ustreza ploskvi (001), v kateri leži os Ng. Pleohroizem je jasen, in sicer se izpreminja barva od svetlorumene (Np) in rumene (Ng) do zelenkastorumene (Nm).

Merjen je bil le kot 2 V, katerega vrednost se izpreminja od  $2 V = -70^\circ$  do  $-84^\circ$ , s povprečno vrednostjo  $2 V = 74^\circ$ .

### Orudenenje in dosedanja raziskovalna dela

Zaradi zelo močnih kontaktnih pojavov in nastopanja mineralov, katerih kemični sestav govori za to, da so bile v monzonitni magmi lahkohlapne komponente, bi mogli pričakovati tudi nastopanje rudnih mineralov. Toda dosedanja preiskava kontaktnih pasov je pokazala, da so jalovi, vendar pa nastopajo manjša orudenenja na več krajih v mar-moriziranem apnencu.

Med rudnimi minerali prevladuje magnetit, ki nastopa na petih izdankih (glej geološko karto). Za vse izdanke je značilno, da poleg magnetita ne najdemo drugih rudnih mineralov, niti kontaktnih silikatov. Na površini je magnetit močno limonitiziran, tako da le prav slabo vpliva na magnetno iglo. Pod mikroskopom odkrije preperevanje conarno strukturo (6. slika), ki je za magnetite kontaktnega nastanka tako značilna. Magnetit je debelozrnat ter vsebuje številna zrnca hematita, nastala pri procesu martitizacije. Zaradi tega, ker sledi martitizacija predvsem razpokam (7. slika) mislimo, da je v tem primeru martitizacija descendentni pojav. Po podatkih literature je descendentna martitizacija sicer zelo redka. Pogosto se namreč zamenja pri preiskavi hematit z getitom. Vendar je to v našem primeru z ozirom na trdoto in večjo zmožnost odboja svetlobe hematita izključeno.

Največji izdanek magnetita je v srednjem toku potoka Biger, v neposredni bližini kontakta s skrilavci. Na površini najdemo sedaj v

glavnem le limonit. Nekaj starih zarušenih jaškov govori o tem, da so tu nekoč že bila rudarska dela. Francozi so neposredno pred drugo svetovno vojno s plitkejšim jaškom odprli izdanek magnetita na zahodnem pobočju Potoj Čuke kakor tudi v bloku skarnov na vrhu Frasanana. Na odvalih najdemo številne kose magnetita, ki je močno limonitiziran. Svež magnetit najdemo le v prelomu, ki ga seka usek zapuščene trase na mestu, imenovanem Izvor.

Vprašanje je, ali predstavljajo vsi ti izdanki magnetita samo lokalna orudenenja, ki nimajo ekonomskega pomena, ali moremo z globino pričakovati večje magnetitno nahajališče. Orientacijska magnetna merjenja, ki jih je izvršila v letu 1954 ekipa geofizikov Zavoda za geološka in geofizična raziskovanja LR Srbije na področju Potoj Čuke, niso pokazala večjih anomalij, kar izključuje možnost nastopanja pomembnejšega magnetitnega orudenenja.

Ločeno od izdankov magnetita nahajamo na Izvoru izdanke sfalerita, galenita in halkopirita, ki jih spremlja močna piritizacija. Te izdanke so prav tako preiskali Francozi v času pred drugo svetovno vojno. Z dvema jaškoma so naleteli takoj pod površino na bogatejšo mineralizacijo, ki se je pa kmalu izklinila. Vrtina v bližini tega mesta je pokazala slabše Pb-Zn-Cu orudenenje šele pri 190 m. Žilnine granodioritske magme, ki jih opazujemo v jedrih te vrtine, kakor tudi zanimive kontaktne izpremembe apnenca ob žilninah, bomo popisali posebej.

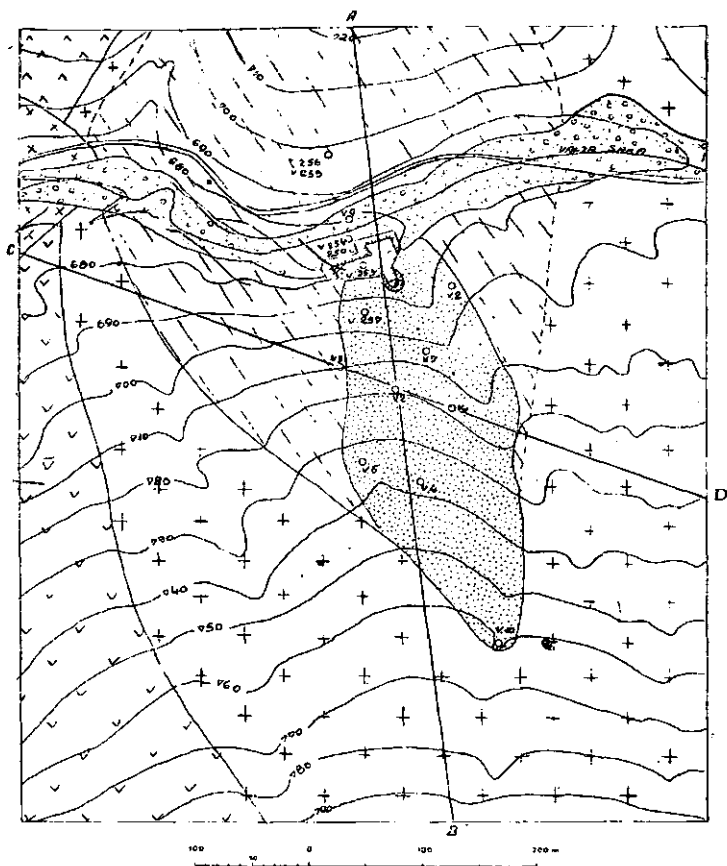
## **Rudišče Valja Saka**

### **Osnovni podatki**

Svinčeno-cinkovo rudišče Valja Sako nahajamo v dolini potoka Valja Sake, po katerem ima tudi ime, v vznožju severnega pobočja Frasanana. Zaradi značilnega oksidacijskega pasu je bilo najdeno že pred drugo svetovno vojno. V letih 1939/40 so izdelali 65 m rova in dva prečnika. Najprej so presekali oksidacijski pas, ki ga predstavljajo izluženi in limonitizirani skarni. Šele s prečnikoma so naleteli na rudo, t. j. na močno piritno mineralizacijo s halkopiritom. Zaradi tega so najprej domnevali, da je Valja Saka bakrovo nahajališče. Globinsko vrtnanje, ki naj bi podprlo začetne preiskave, ni dalo zelenih podatkov.

Uprava borskega bazena je leta 1949 nadaljevala s sledilnimi deli, pri čemer se je izkazalo, da je bakrovo orudenenje le stranskega pomena in da je važnejše svinčeno-cinkovo. Do l. 1952 so izdelali 938 m hodnikov. Na bogato orudenenje so naleteli predvsem med 90. in 120. metrom glavnega hodnika. Ker so domnevali, da se razprostira rudišče proti globini, so začeli preiskovati tudi z globinskim vrtnanjem. Dobil so 2044 metrov jeder, tako da je rudišče tudi v globino dobro preiskano. Potem ko je bilo rudišče preiskano, so bila rudarska dela prekinjena. Čakajo na primerne pogoje, da ga prično odkopavati.

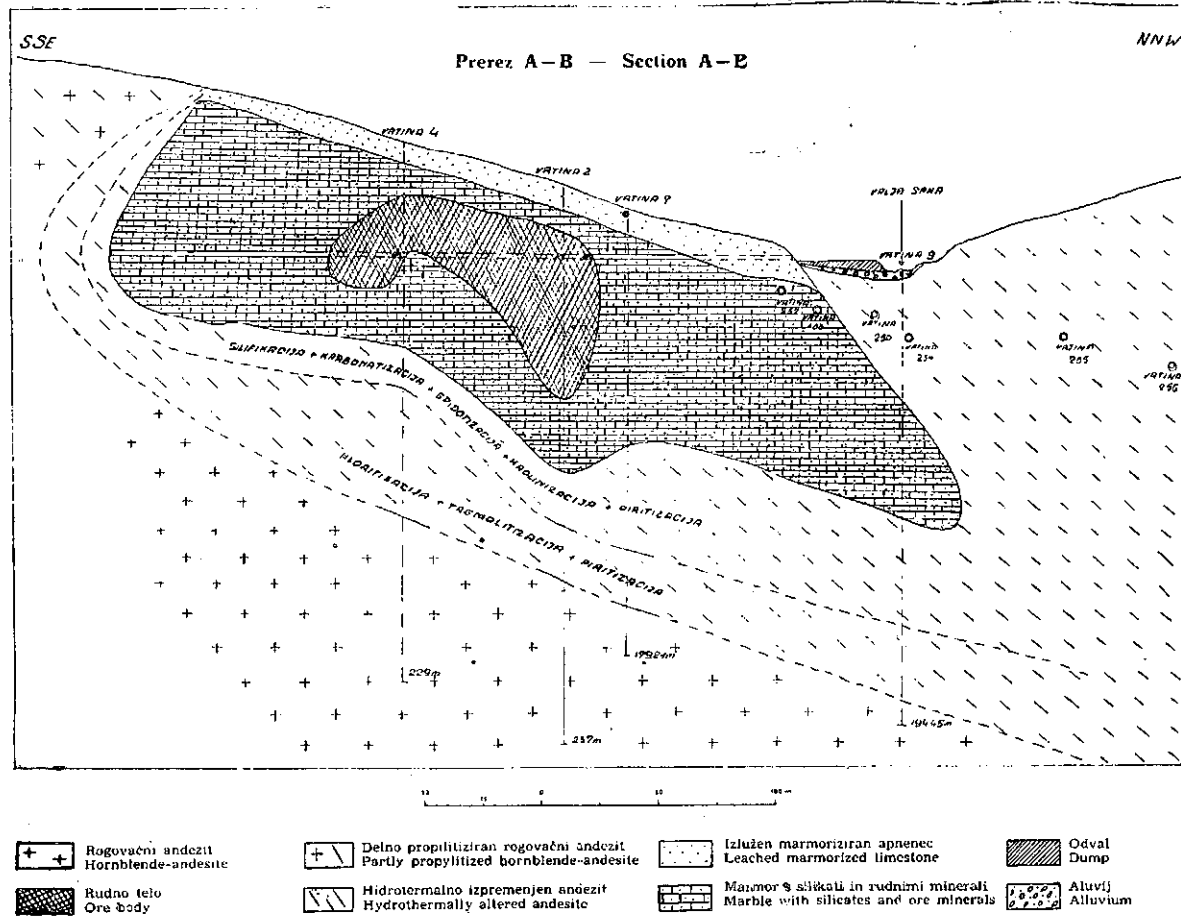
V literaturi je bilo rudišče, če izvzamemo nekaj podatkov, ki jih o Valja Saki navaja Simić (1953, p. 224), docela neznan. Krajše geološke opise najdemo v skupnih poročilih Cissarz-F. Drogenik



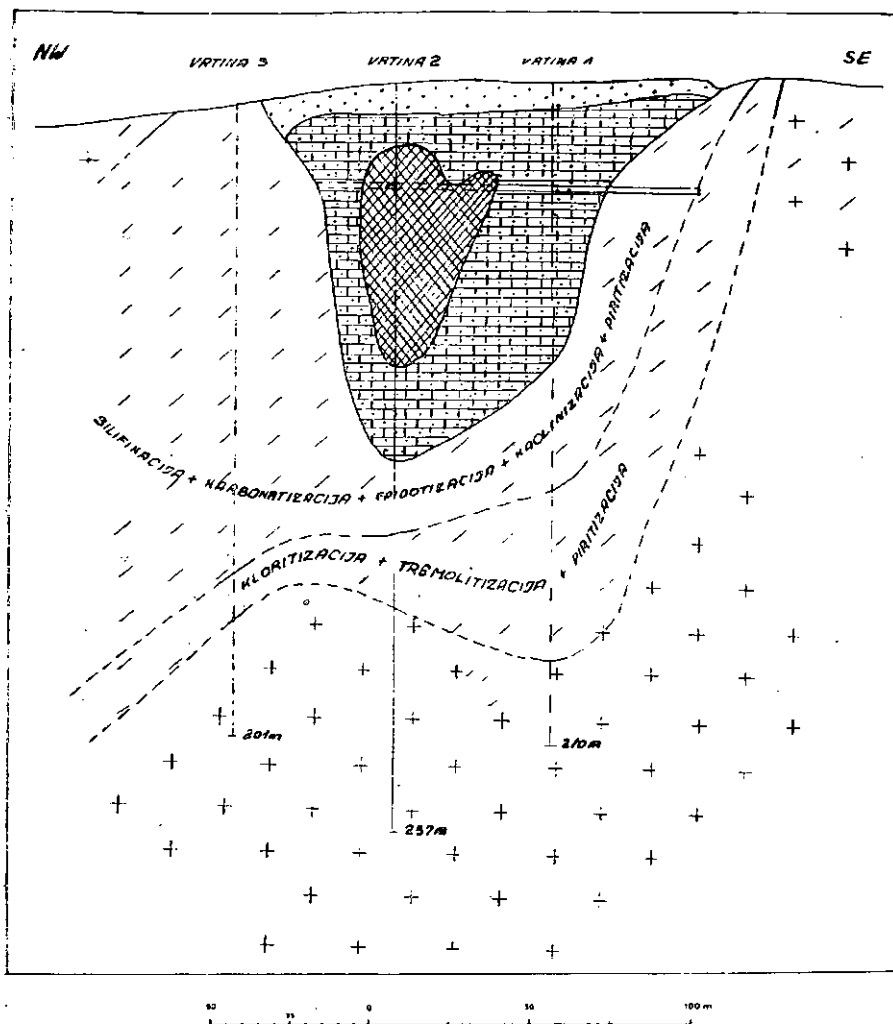
- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | propylit<br>Propylite   |  | oksidacijski pas<br>Oxidized zone                        |
|  | delno propylitiziran<br>rogovačni andezit<br>Partly propylitized<br>hornblende-andesite         |  | rogovačno augitski andezit<br>Hornblende augite-andesite |
|  | hidrotermalno izpremenjen<br>rogovačni andezit<br>Hydrothermally altered<br>hornblende-andesite |  | aluvij<br>Alluvium                                       |
|  | propylitiziran rogovačni<br>biotitni andezit<br>Propylitized hornblende-<br>biotite-andesite    |  | odval<br>Dump  |







V 250-251 stare francoske vrtilne — old French bore-holes  
V 1-8 nove vrtilne — new bore-holes

13. sl. Geološka karta rudišča Valja Saka  
Fig. 13. Geological map of the Valja Saka-ore-deposit



13. a slika — Fig. 13. a



- |   |   |
|---|---|
|  Rogovačni andezit<br>Hornblende-andesite  |  Hidrotermalno izpremenjen andezit<br>Hydrothermally altered andesite            |
|  Rudno telo<br>Ore body  |  Izlužen marmoriziran apnec<br>Leached marmorized limestone                      |
|  Delno propilitiziran rogovačni andezit<br>Partly propylitized hornblende-andesite |  Marmor s silikati in rudnimi minerali<br>Marble with silicates and ore minerals |

13. b sl. Prerez C—D skozi vrtine 1, 2 in 3  
Fig. 13. b. Section C—D through bore-holes 1, 2, 3

(1950—1952), prav tako pa je Cissarz podal tudi kratko mineraloško analizo metamorfne kamenine in rudnih mineralov (1952). Podatke, ki jih navajam, posnemam v glavnem iz svojega diplomskega dela (1952), delno pa iz arhiva Geološke službe borskega rudnika.

### Izpremembe rogovačnega andezita in bloka apnenca

Blok skarnov je bil prvotno lapornat apnenec, kakršne najdemo v spodnjih plasteh severozahodnega pobočja Frasana. Pri tektonskih procesih, za katere moremo predpostaviti, da so se pojavili malo pred erupcijo andezita, ali pa istočasno z njo, je bil omenjeni blok odlomljen, nakar je padel v rogovačni andezit. V bližini nahajamo še tri podobne bloke v andezitu oziroma propilitu, od katerih sta dva na vrhu Frasana, eden pa v spodnjem toku Valja Sake. Po velikosti prevladuje blok s površino približno 41.000 m<sup>2</sup> na izdanku, v katerem nahajamo rudišče. Neizpremenjen je ostal edino blok v spodnjem toku Valja Sake, medtem ko so ostali izpremenjeni v skarne in delno tudi orudneni.

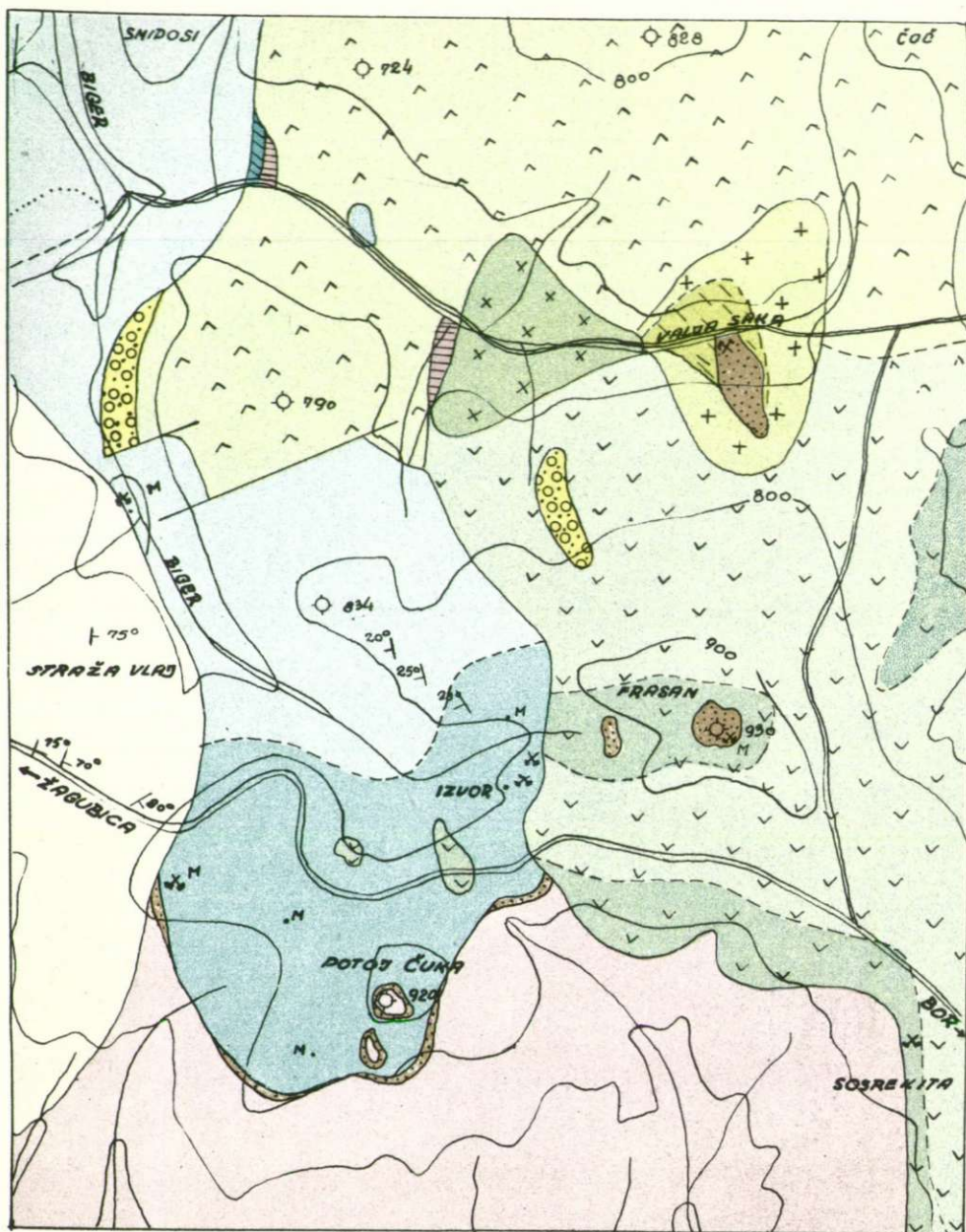
Blok lapornatega apnenca, ki predstavlja sedaj rudišče, je verjetno delno termično izpremenil že rogovačni andezit, ki ga je pri probou obdal od vseh strani. Te izpremembe pa najbrž niso bile tako močne in izrazite, kakor jih opazujemo tu sedaj, temveč so se dogodile šele kasneje. Za to govore tudi izpremembe rogovačnega andezita, ki jih opazujemo na površini, v jami, predvsem lepo pa v jedrih vrtin.

Prihajajoče raztopine so na svoji poti najprej izpremenile rogovačni andezit, ki je bil prvotno proti površini delno propilitiziran. Izpremenjen andezit obdaja na površini rudišče skoraj od vseh strani (glej geološko karto okolice rudišča). Od tu se širi nekaj časa vzdolž potoka proti zahodu v smeri, kjer so iz globine verjetno prihajale visokotemperaturne raztopine. Izpremenjen andezit je svetlosiv, vsebuje številna zrnca razpršenega pirit, medtem ko nekdanje strukture ne zasledimo. Tu in tam vidimo že s prostim očesom večja zrnca kremenca. Prehod v svež andezit je postopen ter ga zaradi površinskega preperevanja težje določimo. Veliko lažje najdemo ta prehod v vrtinah, ki približno 60—90 metrov izpod rudišča navrtajo rogovačni andezit. Mikroskopska preiskava je pokazala niz izprememb:

Najprej je bila izpremenjena rogovača v klorit in tremolit, istočasno pa je v podrejenih količinah nastajal pirit. Plagioklazi so ostali sveži, prav tako tudi osnova ni bila izpremenjena. Toda v smeri proti bloku skarnov opazujemo, da nastopa vse pogosteje namesto rogovače epidot, delno tudi klorit, z istočasno kaolinizacijo in sericitizacijo plagioklazov. Osnova je v isti smeri vse močnejše silificirana, piritizirana in epidotizirana, tako da nekdanja andezitska struktura povsem izgine. Jedro je nekaj metrov pod blokom svetlosivo ter vsebuje številna zrnca pirit in epidota. Pod mikroskopom prav težko vidimo oblike nekdanjih vtrošnikov. Kamenina je izredno epidotizirana, kaolinizirana, silificirana, piritizirana in karbonatizirana.

















Poleg navedenih mineralov nastopajo v izpremenjenem andezitu v zelo podrejenih količinah tudi rudni minerali. S prostim očesom jih teže





**Geološka karta ozemlja Potoj Čuka — Valja Saka**  
**Geological Map of the Potoj Čuka — Valja Saka-Area**

Merilo — Scale 1 : 25.000

	paleozojski skrilavci Paleozoic shales		propilit — Propylite
	jurski apnenci Jurassic limestone		hidrotermalno izpremenjen propilit Hydrothermally altered propylite
	marmorizirani apnenci Marmorised limestone		propilitiziran rogovačni biotiti andezit Propylitised hornblende biotit andesite
	jurski laporji Jurassic marle		delno propilitiziran rogovačni andezit Partly propylitised hornblende andesite
	andezitni tufi Andesitic tuff		hidrotermalno izpremenjen rogovačni andezit Hydrothermally altered hornblende andesite
	jurski peščenjaki in konglomerati Jurassic conglomerate and sandstone		rogovačno avgiti andezit Hornblende augite andesite
	monzonit — Monzonite		skarni — Skarn
	stara dela Old workings		izdanek magnetita Magnetit outcrop

določimo, tu in tam jih opazimo z lupo. Njihovo prisotnost zanesljivo pokaže kemična analiza jeder. Kot primer navajamo vrtini št. 2 in 4 (glej profil AB). Za vsak element podajamo najnižjo, najvišjo in povprečno vrednost:

	Vrtina št. 2			Vrtina št. 4		
	od %	do %	pov. %	od %	do %	pov. %
S	2,83	7,29	4,71	2,73	6,48	4,77
Zn	0,50	1,20	0,85	0,15	0,90	0,46
Pb	0,19	0,53	0,38	0,12	0,82	0,42
Cu	0,00	0,38	0,19	0,00	0,37	0,12

Če po dobljenih povprečnih vrednostih izračunamo nastopajoče minerale, dobimo:

	Vrtina št. 2	Vrtina št. 4
FeS <sub>2</sub>	7,56 %	7,88 %
ZnS	1,27 %	0,61 %
PbS	0,40 %	0,52 %
CuFeS <sub>2</sub>	0,55 %	0,35 %

Posebno zanimive izpremembe so nastale v lapornatem apnencu, ki je vseboval tanjše plasti laporja. Prihajajoče raztopine so izpremenile namreč apnenec v marmor, lapornate plasti pa predvsem v granat in epidot. Pri tem je nastala za Valja Sako tako značilna trakasta tekstura skarnov (8. slika). Kalcitna zrna v marmoru so velika od  $0,1 \times 0,05$  mm do  $7 \times 5$  cm, povprečno pa so velika  $3,5 \times 1,5$  mm. Med kontaktnimi silikati prevladuje granat (verjetno grosular), ki nastopa v idiomornih kristalčkih, katerih povprečna velikost je  $0,1 \times 0,1$  mm. Vsa zrna so optično anomalna in pogosto zdrobljena. Zrna epidota imajo popolnoma nepravilne oblike ter se pogosto združujejo v večje skupine. Tremolit, ki nastopa v manjših količinah, ima paličaste preseke, zrna pa se često združujejo v paličaste agregate. Medtem ko je Cissarz pogosto opazoval volastonit (1952), ga v nekaterih delih rudišča le prav redko najdemo. V večjih količinah nastopa kremen, pogosto v idiomornih kristalčkih, nekajkrat tudi v večjih nepravilnih poljih, ki valovito potemne. V zelo majhni količini nastopa rutil. Pri mlajših hidrotermalnih izpremembah je nastajal iz starejših kontaktnih silikatov klorit, ki ga v kameninah pogosto opazimo.

Nastopanje epidota, kremenca in rudnih mineralov v izpremenjenem rogovačnem andezitu in skarnih Valja Sake dokazuje, da so nastale izpremembe pod vplivom enakih raztopin. Hidrotermalne izpremembe, ki jih opazujemo v rogovačnem andezitu, kakor tudi minerali skarnov, govore za to, da so bile te raztopine visokotemperaturne. Primerjava rezultatov, dobljenih pri mikroskopski preiskavi izpremenjenega rogovačnega andezita in propilita južnih pobočij Frasana, kaže veliko podobnost, enako pa nastopajo v skarnih Valja Sake nekateri kontaktni minerali, ki so značilni za kontaktne pasove Potoj Čuke. Zaradi navedenega moremo sklepati, da so povzročile izpremembe rogovačnega andezita in bloka lapornatega apnenca visokotemperaturne raztopine, ki so

prihajale po poteh, nastalih pri intruziji monzonita. Zaradi tega, ker v kontaktnih pasovih Potoj Čuke ne najdemo rudnih mineralov, sklepamo, da so prihajale raztopine, ki so povzročile metamorfozo in orudnenje Valja Sake, iz globljega magmatskega ognjišča. Monzonit, ki je sicer povzročil tako močne kontaktne izpremembe, ni vseboval elementov, ki bi služili nastanku rudnih mineralov.

V literaturi nismo našli podatkov za rudišče, ki bi bilo podobnega nastanka, kot je Valja Saka. Popisana kontaktno-metamorfná rudišča nastopajo namreč neposredno na kontaktu z globočnino, medtem ko je Valja Saka od kontakta oddaljena. Zaradi tega moremo označiti navedene izpremembe kot posredno hidrotermalno metamorfozo oziroma po Eskoli (1939, p. 383) Fe—Mg silikatno metasomatozo z orudnenjem.

### Orudnenje

Kemijski sestav prihajajočih raztopin se je izpreminjal delno že med opisanimi izpremembami, v glavnem pa se je izpremenil šele kasneje. V njih so začeli prevladovati elementi, iz katerih so nastajali rudni minerali. Raztopine so topile predvsem kalcit ter ga metasomatsko nadomestile z rudnimi minerali, medtem ko so plasti s kontaktnimi silikati ostale neizpremenjene oziroma nenadomeščene. Tako je nastala značilna trakasta tekstura rude (9. slika).

Zanimivo je, da rudne raztopine niso sledile mejam bloka, prav tako z jamskimi deli niso našli morebitne starejše razpoke, ki bi služile kot poti prihajajočim raztopinam. Zategadelj zaključimo, da je bil ves blok dobesedno prepojen z raztopinami ter da so nastajali rudni minerali tam, kjer so bili za to povoljni fizikalno-kemični pogoji.

Halkografska preiskava je pokazala, da je mineralizacija rudišča dokaj enostavna. Kot najstarejši rudni mineral opazujemo magnetit, ki nastopa v zelo majhnih količinah. Njegova zrna so majhna ter pogosto idiomorfna. V prav tako majhni ali še manjši količini nastopa hematit. Značilno anizotropna zrna imajo podolgovate preseke.

S padajočo temperaturo se je začel izločevati pirit, ki je najbolj razširjen sulfid. Če izvzamemo močnejšo piritno mineralizacijo v severnem delu rudišča, nastopajo njegova zrnca povsem enakomerno v skarnu. Med kristalnimi oblikami prevladuje kocka, opazimo pa tudi kombinacije kocke in pentagondodekaedra. Genetsko mlajši pirit nastopa samo v razpokah, ki imajo smer NW—SO in padajo strmo proti jugozahodu.

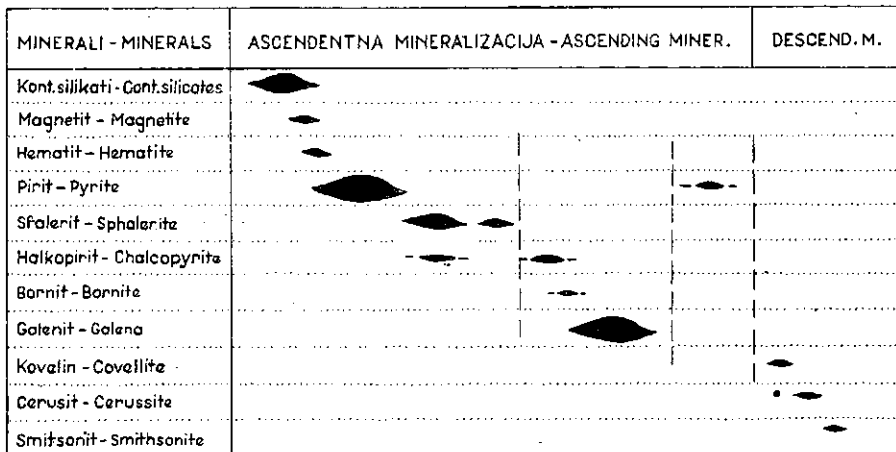
Starejšemu piritu sledi mineralizacija s sfaleritom, za katerega je značilno, da je debelozrnat. Vsebuje številne vključke halkopirita, nastale pri razpadu kristalne raztopine  $ZnS-CuFeS_2$ . Sfalerit z vključki halkopirita, nastalimi pri razpadu, poznamo kot njegovo visokotemperaturno obliko. Zrnca halkopirita so nekoliko večja kot ona, ki smo jih ugotovili pri preiskavi sfalerita nekaterih drugih domačih rud (Šuplja stena, Kopaonik, Rudnik, Bosiljkovac). Povprečno so velika  $0,005 \times 0,005$  mm. Zanimivo je nadalje, da imajo pogosto trikotne in trapezaste preseke (10. slika), poleg eliptičnih, kakršne skoraj izključno opazimo drugod. Razporejena so neenakomerno po opazovani površini, tako da dobimo »točkasto strukturo brez orientacije«, kot jo označuje Janković

(1953, p. 264) v rudah Šuplje stene. Prav redko opazujemo vključke halkopirita, ki so razporejeni v določenih smereh sfalerita (11. slika), tako da dobimo delno rešetasto strukturo. V manjši količini nastopa sfalerit, ki ne vsebuje zrnca halkopirita, zaradi česar moremo zaključiti, da je nastal pri nižji temperaturi. Oba različka sta tektonsko zdrobljena.

Halkopirit in galenit sta najmlajša sulfida ter nastopata pogosto v samostojnih, nepravilnih poljih. Intenzivno nadomeščata starejše sulfide, kakor tudi silikate (12. slika). Galenit je poleg sfalerita najbolj razširjen rudni mineral ter je v večini primerov debelozrnat. Številna zrna so tektonsko zdrobljena. Cissarz je v podrejeni količini ugotovil tudi bornit. Poleg smitsonita in cerusita, ki nastopata kot oksidacijska produkta sfalerita in galenita, nahajamo v halkopiritu nekajkrat descendentni kovelin.

### Tektonika rudišča

V eruptivnem kompleksu nahajamo pogosto dele starih usedlin, na katere mejijo andeziti tako na vzhodu kakor tudi na zahodu. Vključki,

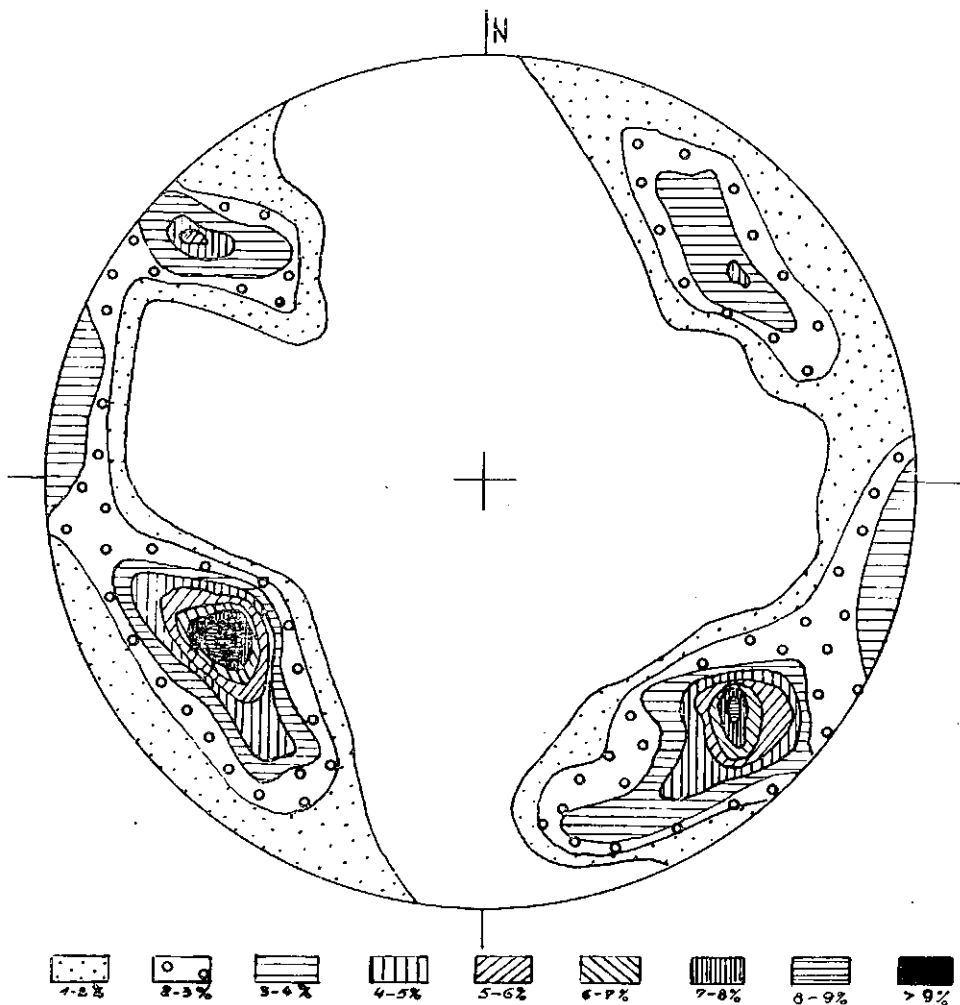


15. sl. Starostna zaporedja mineralov  
(Navpične črte pomenijo tektonske faze)

Fig. 15. Sequence of minerals  
(Vertical lines present tectonic phases)

ki nastopajo v sredini kompleksa, predstavljajo v glavnem dele nekdanjega pokrova, oni, ki nastopajo v neposredni bližini meja z usedlinami, pa so med erupcijami padli v andezite. Nahajamo jih v andezitih, ki se medsebojno razlikujejo po mineraloškem sestavu ter pripadajo različnim eruptivnim obdobjem. Zaradi tega moremo sklepati, da so se razvijali ti procesi v dobi glavnih andezitskih erupcij, ki je trajala od gornjega senona do eocena (Petković in ostali).

V Valja Saki opazujemo zaradi tega le sledove terciarnih tektonskih faz. Blok apnenca pred orudenenjem ni bil tektonsko porušen. Vendar



16. sl. Konturni diagram tektonskih prelomov po orudenjenju  
 Fig. 16. Contour-diagramm of tectonic faults after ore phasis

pa pokaže halkografska preiskava tektonsko delavnost med orudenjenjem. Zdrobljeni so bili silikatni in oksidni minerali, prav tako pa tudi starejši sulfidi vključno s sfaleritom. Žile s piritom so sledile tektonski fazi po orudenjenju, kar dokazuje, da so nastali močni prelomi, ki so zdrobili in premaknili tudi nje, kot posledica mlajših tektonskih faz. Na podlagi navedenega moremo vskladiti starostno zaporedje nastopajočih mineralov s tektonskimi fazami (15. slika).

Konturni diagrami (16. sl.) porudnih prelomov (merjenih je bilo 138 prelomov) pokaže precejšnjo razcepljenost polov. Zanimivo je, da se maksimumi presenetljivo ujemajo z maksimumi številnih diagramov,

napravljenih na podlagi merjenj prelomov v borskem rudniku. Clar navaja (1946, p. 151), da so nastali prelomi v Boru v glavnem v savski, delno tudi v štajerski fazi. Po analogiji, dobljeni s primerjavo diagramov, moremo to trditi tudi za prelome Valja Sake.

### Rudne zaloge

Ker prehajajo crudenjeni deli postopno v jalove, smo določili rudno telo šele na podlagi kemičnih analiz, napravljenih iz vzorcev, dobljenih z brazdo oziroma globinskim vrtnjem. Rudno telo nepravilne oblike ima na obzorju rova površino 4980 m<sup>2</sup> ter povprečno višino 25 m. Proti severu se spušča v globino, kar potrjujejo tudi rezultati globinskega vrtnja (profila AB in CD). Povprečni sestav: 2,13 % Pb, 1,85 % Zn in 0,21 % Cu nam da razmerje med metali 10 : 9 : 1, ki je precej konstantno. Izračunane rudne zaloge so:

Zaloge	Ruda v tonah	Povprečni odstotek (Pb + Zn + Cu)	Metal v tonah (Pb + Zn + Cu)
A	411.700	4,12	17.000
C <sub>1</sub>	44.500	4,48	2.000

Iz 50 analiz izračunani koeficienti variacije pokažejo, da je v rudišču najbolj enakomerno razdeljen baker, ki ima koeficient variacije  $V = 55$ , medtem ko sta cink z  $V = 71$  ter svinec z  $V = 73$  bolj neenakomerno razdeljena.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## CONTACT METAMORPHISM AND MINERALIZATION IN THE REGION POTOJ-ČUKA—VALJA SAKA (Northeast Serbia)

The monzonite-granodioritic massif Valja Strž located between Crni vrh and Potoj Čuka (about 18 km NW of Bor) borders in the northwest on Paleozoic slates and Jurassic limestones. The Paleozoic slates form the steep limb of an eastward dipping anticline. The Jurassic limestones overlying the slates in the form of an overthrust, are massive at the base while toward the top they become more and more laminated. In the north and northwest the massif borders on propylite which predominates especially in the region of Frasan and Sosrekita. To the north the propylite is covered by younger hornblende augite andesites which show no traces of propylitization. In the valley of Valja Saka along which runs the boundary line separating the two rocks, two outcrops of approximately the same size were exposed by erosion. One of them consists of propylitic hornblende biotite andesite and quartz (the rock represents a transition to diorite), the other of hornblende andesite which has been considerably altered by hydro-thermal metamorphosis. In the hornblende andesite a mineralized block of scarns is embedded — the ore deposit Valja Saka.

Rocks bordering directly on the monzonitic granodioritic massif are more or less altered along the contact. The alteration is most pronounced at those places where monzonite borders on the Jurassic limestones of Potoj Čuka. Along the contact near two smaller monzonitic outcrops occur scarns similar to those found on the summit of Potoj Čuka. At the contact a very narrow belt of Paleozoic slates was altered into quartzites. Here and there propylite and hornblende andesite were also subjected to intense hydrothermal activity.

The composition of the scarns occurring at Potoj Čuka varies considerably from place to place. Megascopic and microscopic examinations permit the assumption that the rocks consist mainly of fine grained grosularite although occasionally also larger crystals can be observed. Grosularite was weathered partly into clinocllore and partly into grains among which epidote is predominant. Vezuvian is after garnet the most frequently encountered mineral. The characteristic feature of the grains the size of which varies considerably, is their bipyramidal habit. Under the microscope the grains are seen to be zoned. The zones differ both in colour and birefringence. While wollastonite is very irregularly disseminated through the scarns, zoisit, or rather pseudozoisit, occurs mainly on the summit of Potoj Čuka. Its grains are smaller and show an anomalous blue dispersion colour. The scarns contain only small quantities of calcite, augite and epidote. The structure of the scarns is partly porphyroblastic (porphyroblastic vezuvian and garnet), partly granoblastic.

It is of interest to note that along the contact zone no metalliferous minerals occur although contact silicates are found the composition of which shows that the monzonitic magma must have been rich in highly volatile constituents. Now and again, however, small mineralized deposits are found in the marmoric limestone. The magnetite occurring in five outcrops was on the surface altered partly to limonite and partly to martite. On Izvor sphalerite, galena, chalcopyrite, and pyrite outcrops occur which, however, are separated from those of magnetite.

Changes due to metamorphism and mineralization are to be observed not only along the contact with monzonite but also at more distant places. A typical instance is the lead and zinc ore deposit at Valja Saka, representing a mineralized block of scarns. The deposit is located in the valley of the Valja Saka Brook. After World War II the fruitless prewar prospecting work done by French engineers was resumed by the Management of the Mining District Bor. The work, however, was discontinued after the value and characteristics of the ore deposit had been established by underground exploration and numerous bore holes. The low grade ore deposit is so small that it does not invite mining operations. Owing to its origin the deposit represents and is treated here as, the key to the solution of the mining and geologic problems posed by this part the Northeast Serbian eruptive region.

The block in which the ore deposit occurs is surrounded by hornblende andesite into which the block was thrown during the tectonic processes accompanying the eruption of andesite. At the same time the



originally shaly, very likely Upper Jurassic limestone was partly transformed by thermal activity. Considerable changes observed both in the altered andesite and the ore deposit were brought about later by younger hot solutions. On their way upwards the solutions altered first the hornblende andesite which gradually underwent chloritization, tremolitization, and pyritization and in the neighborhood of scarns also kaolinization, silification, epidotization, and carbonization. Chemical analyses of the changed andesite cores show that andesite contains also small amounts of metalliferous minerals.

The solutions did not follow definite directions but literally impregnated the shaly limestone owing to which the scarns as well as the ore show a typical banded texture. The dominant mineral is garnet occurring in idiomorphic typically anisotropic grains. Garnet is followed by epidote, tremolite, and wollastonite, in order of abundance. While quartz is frequently met with, rutil is found only in some places.

The oldest metalliferous minerals magnetite and hematite occur only in small amounts. Next to these ranks pyrite which is by and large uniformly disseminated through the scarns. In the northern portion of the ore deposit, however, pyrite occurs in solid masses. High temperature sphalerite with numerous inclusions of chalcopyrite and low temperature sphalerite without xenoliths occur in larger dark brown grains. The tectonic phase at which the older metalliferous minerals were shattered opened passages for low temperature solutions from which galena, chalcopyrite, and even bornite, consolidated. Covellite, cerussite, and smithsonite are due to descendent alterations. A comparison of the conspicuous joints which crushed and in places even moved the block of scarns, with the joints established at Bor, shows that the former must belong to the Sava or Styria tectonic phase.

Average composition: Lead — 2,13 per cent, zinc — 1,85 per cent, and copper — 0,21 per cent give a rather constant ratio 10 : 9 : 1. The deposit contains about 400.000 tons of ore with an average of 4,13 per cent of Pb + Zn + Cu represented by the visible ore reserve. The probable ore reserve has been estimated to contain 45.000 tons of ore with an average of 4,48 percent of Pb + Zn + Cu.

Microscopic and chemical examinations permit the conclusion that the alterations of both hornblende andesite and the block of shaly limestone were effected by the same solutions. These alterations bear a strong resemblance to those observed directly along the contact between monzonite and limestone or propylite. The alterations at the contact, however, are more pronounced and the chemical composition of the scarns more complete. Thus it is safe to assume that the alterations of hornblende andesite and those of the limestone block were effected by high temperature solutions which followed passages opened for them at the intrusion of monzonite. Since along the contact zones at Potoj Čuka no metalliferous minerals are met with, the solutions which effected metamorphism and mineralization at Valja Saka, must have come from a deeper focus. The phenomenon itself can be interpreted as indirect hydrothermal metamorphosis or (Fe, Mg) silicate metasomatism with mineralization.

## LITERATURA

- Antula, D., 1909, Geološka istraživanja u timočkom andezitskom masivu. Gedišnjak Rudarskog odelenja, II. knjiga, p. 68, Beograd.
- Barth, T. F. W., Correns, C. W., Eskola, P., 1939, Die Entstehung der Gesteine, Berlin.
- Buerg, G. H., 1931, Charakteristik der Grünsteinartigen Andesitfacies, ihre Ursachen und Beziehungen zur Kaolinisierung und Verkieselung. Zeitschrift für p. Geologie, p. 161—180.
- Cissarz, A., 1950, Bericht über mikroskopische Untersuchung einiger Proben aus dem Blei-Zinkvorkommen von Valja Saka, Pančevo (poročilo v rokopisu).
- Cissarz, A., Drovenik, F., 1950 in 1952, Izveštaji o obilasku olovno-cinkanog nalazišta u Valja Saki, Bor (poročilo v rokopisu).
- Clar, E., 1946, Das Alter der Vererzung von Bor (Ostserbien), Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, p. 151—163.
- Drovenik, M., 1952, Rudarsko geološka studija rudišča Valja Saka. Ljubljana (diplomsko delo v rokopisu).
- Duhovnik, J., 1953, Petrografska karakteristika stena područja Crni vrh—Jasikovo kod Bora, Ljubljana (poročilo v rokopisu).
- Janković, S., 1953, Strukture sistema ZnS—CuFeS<sub>2</sub> u rudištu Šuplje Stijene (Crna Gora), Vesnik zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, Beograd, p. 255—272.
- Jurković, S., 1953, Granat u skarnu Novog Brda, Vesnik zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, Beograd, p. 125—134.
- Majer, V., 1953, Prilog poznavanju stijena monconitskog tipa u Istočnoj Srbiji, Beograd, Vesnik zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, p. 135—148.
- Nikitin, V., 1936, Die Fedorow-Methode, Berlin.
- Petković, V., 1935, Geologija Istočne Srbije, Srpska Kraljevska Akademija, Beograd.
- Ramdohr, P., 1948, Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart.
- Simić, V., 1953, Magmatizam i metalogenija naših granitoidnih stena u vezi sa volframovim orudnjenjem, Vesnik zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, p. 191—254.
- Tröger, W., E., 1952, Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Stuttgart.
- Winchell, A. A., 1951, Elements of Optical Mineralogy, Parth II, Fourth Ed., New York—London.

## PETROGRAFSKI SESTAV NEKATERIH VZORCEV RAŠKEGA PREMOGA Z RAZLIČNO KOKSAVOSTJO

Milan Hamrla

S 6 fotografijami v prilogi

### Splošno

Raški premog je zaradi njegovih posebnih lastnosti težko uvrstiti v normalno karbonizacijsko vrsto. Značilno zanj je, da ima obenem lastnosti nizke in visoke stopnje karbonizacije. Vsebina hlapnih snovi ustreza manj zrelemu premogu. Količina vode, kurilna vrednost, vnetišče in koksavost pa kažejo na znatno višjo zrelost. Koksavost je za vsebino hlapnih snovi okrog 48 % nenavadno visoka. Premogi s tako visoko vsebino hlapnih snovi dajo običajno le prašnat koks. Pri iskanju vzroka tej lastnosti domnevamo, da je v zvezi z izredno visoko vsebino žvepla (okrog 10 %), katerega večina je kemično vezana kot organsko žveplo. Ta domneva temelji zaenkrat na izkustvu, da so premogi, bogati z organsko vezanim žveplom vedno boljše koksavi kot enako zreli premogi z nižjo vsebino žvepla. V raškem premogu žveplo najbrž zamenjuje elementarne delce kisika (Kreulen, 1952). Na ta način moremo tolmačiti tudi visoko molekularno razmerje  $\frac{H}{O+N}$ , ki je karakteristični indeks za koksavost premoga; pri normalnih nemških koksavih premogih znaša 8—12, pri raškem pa celo 13.

Raški premog zaradi visoke vsebine žvepla sam ni primeren za izdelavo koksa. Uporabljati ga moremo v omejeni količini le kot vezivo drobcev manj zrelih, nekoksavih premogov, pri izdelavi koksa iz mešanic premogov. Njegova vloga je v razvoju naše koksarniške industrije zaradi tega pomembna.

Koksavost raškega premoga ni stalna. Razlike so med sloji pa tudi v posameznih slojih. Najmanj koksav je premog iz najnižjega »krednega« sloja. Dilatometerske krivulje premoga iz tega sloja ne kažejo skoraj nobene dilatacije ter se bistveno ločijo od značilnih krivulj z izrazitimi dilatacijskimi maksimi (650 %) dobro koksavega premoga višjih slojev. Vsebina pepela je v slabo koksavih različnih običajno nekoliko višja.\* Ta zanimiva ugotovitev je pomembna tudi z gospodarskega vidika, ker je v »krednem« sloju največji del zaog raškega premogovnika. Številnim

\* Po podatkih preiskav Kemičnega inštituta SAZU v Ljubljani.

vprašanjem v zvezi s študijem raškega premoga se je tako pridružil nov problem: kje so vzroki nestalni koksavosti?

Da je premog primeren za koksanje, je v prvi vrsti potrebna zadostna kemična starost. Koksavi so običajno črni premogi, ki so v karbonizacijski vrsti dosegli stadij, karakteriziran pri normalnih humulitih s približno 84—90 % C, 4—6 % H, 6—10 % O + N in 18—28 % hlapnih snovi (vpp). Tehnološke lastnosti premoga so odvisne tudi od njegovega petrografskega sestava. Pri dosti zrelih premogih moremo z mikroskopsko analizo sestava precej dobro presoditi, ali je premog primeren za koksanje ali za kakšen drug tehnološki postopek. Za koksavost sta odločilni petrografski komponenti vitrit in klarit. Vitrit, ki prevladuje pri humulitih, je sestavljen v glavnem iz vitrinita, bodisi gelastega kolinita, večinoma pa telinita z več ali manj razločno ohranjeno strukturo prvotnega rastlinskega materiala. Klarit sestavlja vitrinitna osnova z bitumenskimi telesi eksinita v obliki odpornih kutikul, spor in polena ali morfološko nedoločenih vključkov.

Ostali dve petrografski komponenti, durit in fuzit, sta koksno neaktivni. Pravi durit sestavlja inertna osnova mikrinita, sklerotinita, fuzinita in semifuzinita, v kateri so bitumenska telesa eksinita. Fuzit je kemično skoraj sam ogljik. Medtem ko ima durit določeno vlogo pri procesu odplinjevanja med koksanjem ter vpliva na količino in sestav plinskih in tekočih produktov, je fuzit popolnoma inerten. Vmesne stopnje med duritom in klaritom so glede koksavosti odvisne od količinskega razmerja posameznih petrografskih komponent oziroma maceralij. Anorganske primesi v večji količini neugodno vplivajo pri procesu koksanja premoga.

Poleg kemičnega in petrografskega sestava premoga utegnejo na potek koksanja vplivati tudi drugi faktorji. Termični razkroj premoga pri koksanju je kemični proces; pri dodajanju toplotne energije se odcepljajo določene spojine ob izpreminjanju agregatnega stanja. Možno je, da pri poteku teh reakcij pridejo v poštev še dodatni, na primer katalitični vplivi nekaterih anorganskih ali drugih spojin, ki se nahajajo v premogu.

V zvezi z nakazanim problemom nestalne koksavosti raškega premoga je bilo treba ugotoviti petrografski sestav in druge mikroskopske značilnosti nekaterih vzorcev premoga, ki se sicer makroskopsko ter po osnovnih kemičnih karakteristikah med seboj skoraj ne razlikujejo.

Pri tujih avtorjih najdemo praktično zelo malo podatkov o raškem premogu (Petrascheck, 1927, Beck, 1948, Abramski, 1951, Kreulen, 1952, M. Teichmüller, ustno sporočilo 1954).

Med zrelostno stopnjo premoga, njegovim sestavom in geološko situacijo premogišča je vedno določena zveza. Ker se podatki medsebojno dopolnjujejo, naj navedemo v kratkem geološke značilnosti raškega premogišča: Produktivne plasti pripadajo po S t a c h e j u v presu spodnjega eocena, po S a l o p e k u in italijanskih geologih zgornjemu paleocenu. Premogovi sloji so v spodnjem delu tako zvanih kozinskih apnencev, ki leže večinoma neposredno na erodirani površini

senonskih rudistnih apnenecv. Pred transgresijo kozinskih plasti, ki so razvite v limničnem in brakičnem faciesu, je bila površina krednih usedlin denudirana ter skraseča ob nastajanju boksita. Na meji teh in mlajših kozinskih plasti se pojavljajo ponekod konglomerati in boksitne breče (S a l o p e k, 1954, 10). Premogišče ima v spodnjem delu značaj talnih slojev, više so sloji pravilnejši. Najnižji, »kredni« sloj je bil odložen neposredno na erodirano in skraselo apnenčevo podlago. V globelih in vdolbinah je število slojev večje ter so le-ti tudi debelejši kot nad izboklinami kredne površine. Isto velja za vmesne plasti in vložke med sloji. Vseh slojev, ki so precej neenakomerni in tanki, je blizu 40; med njimi jih je le nekaj (okrog 10) primernih za odkopavanje. Sloji so razdeljeni na tri skupine. V spodnji, »kredni« skupini je 2—5 slojev, debelih skupno 1,2—2,5 m. Najnižji je običajno najdebelejši ter često apofizasto zapolnjuje razpoke in žepe na razčlenjeni senonski površini. Mestoma najdemo pod njim brečo z apnenim in premogastim vezivom. Po več slojev se tudi združuje v en sloj.

Nad serijo brakično-lagunarnih kozinskih plasti slede morski zgornji foraminiferni miliolidni, alveolinski in numulitni apneneci ter najvišje fliš. Debelina vseh plasti znaša največ še nekaj sto metrov. Mlajše plasti niso bile sedimentirane na tem območju. Debelina plasti nad premogom torej relativno ni bila velika; statični pritisk krovnih plasti in temperatura zato nista mogla imeti večjega vpliva pri procesu karbonizacije v geokemični fazi zorenja premogišča. Tudi tektonika je zmerna (S a l o p e k, 1954, 25), zato dinamometamorfní vplivi niso mogli biti posebno pomembni pri poteku karbonizacije.

Za mikroskopsko preiskavo so bili na razpolago vzorci premoga iz naslednjih slojev oziroma lokalitet jame Podlabin:

**Vzorec IV;** »kredni« sloj. Prekop 424. (Tik pod premogom je bila po nekih podatkih tanka plast gline.)

**Vzorec VI a;** »kredni« sloj; najnižji del ob kontaktu s kredno podlago. Prekop 424.

**Vzorec XIV;** »kredni« sloj; spodnji del. Prekop 204, nadkop 201.

**Vzorec XIII;** »kredni« sloj; spodnji del. Prekop 204, nadkop 201.

**Vzorec VII;** »kredni« sloj; srednji del. Prekop 204, nadkop 201.

**Vzorec XII;** »kredni« sloj; zgornji del. Prekop 204, nadkop 201.

**Vzorec X;** 7. sloj. Odkop 217 — jug.

**Vzorec VI b;** 9. sloj. Prekop 214.

Vzorci smo vzeli točkasto, zato ne predstavljajo povprečka. Izdelali smo kosovne, zrnaste in grobozrnaste preparate. Nadalje smo preiskali še nekaj vzorcev normalnega, dobro koksavega premoga iz višjih slojev, ki so jih v Kemičnem inštitutu SAZU v granulaciji < 0,2 mm večinoma predhodno kemično obdelali s kislinami z namenom, da se zniža vsebina anorganskih primesi.

Vzorci smo preiskali kvalitativno glede udeleženih maceralij in anorganskih primesi. Ker vzorci niso povprečni, bi bila kvantitativna izmera brez smisla.

V kratkem opišem uporabljeno tehniko izdelave mikroskopskih preparatov; pri raškem premogu je namreč marsikdaj težko doseči brezhibno polituro, ki je predpogoj za opazovanje podrobnosti pod mikroskopom. (Kreulen tudi poudarja, da se raški premog težko polira; 1952.) Za zrnaste preparate v granulaciji  $< 0,75$  mm smo delno uporabljali Schneiderhöhnovo mešanico, delno zmes kolofonije in šelaka v razmerju 1:1. Taka osnova je precej trda in krhka; izboljšati jo moremo z minimalnim dodatkom čebelnega voska. Kosovne preparate smo večinoma kuhali v vosku karnauba, čeprav pri mokrem brušenju navadno ne razpadejo. V zmerno segretem vosku pustimo kos toliko časa, da prenehajo izhajati mehurčki. Brusimo mokro na ravnih steklenih ploščah s karborundom št. 80, št. 200, nato s smirkom 5 min in 50 min, ter končno še s smirkom 200 min ali s karborundom št. 1000. Razumljivo je, da je potrebna za vsako fazo brušenja posebna steklena plošča ter temeljito vmesno izpiranje preparata. Grobo poliramo strojno na zelenem suknu s kromovim oksidom, enako še z glinico št. 1. Naknadno poliramo ročno z glinico št. 2, nato obrus ročno ali strojno izperemo ob obilnem dodajanju vode.

Za mikroskopiranje sem uporabljal Leitzov Panphot ter večinoma imerzijski objektiv 8 mm, 25 x. Uporabljal sem glicerino imerzijo ter le izjemoma cedrovo olje. Pri glicerinu je mikroskopska slika le neznatno slabša v primeri s cedrovim oljem, kar pa odtehta druge nevšečnosti, ki jih ima cedrovo olje. Delo s suhimi objektivni ni mogoče, ker ne moremo razlikovati nobenih podrobnosti. Fotografski posnetki so bili narejeni na mikroskopu Reichert MEF.

#### Kratek opis pregledanih preparatov:

**Vzorec IV.** Makroskopsko vidimo v brezlikem, enakomerno svetlem premogu dva tanka rumenkasta pasova, ki se pod mikroskopom izkazeta kot premog, bogato impregniran s piritom.

Pod mikroskopom opazujemo neizrazito mikropasovito strukturo, ki je ponekod »fluidalna«, kar priča za več ali manj plastično stanje substance v začetni fazi pretvarjanja (1. slika). Med strukturiranimi conami so telinitni pasovi s slabo nakazanimi sledovi rastlinske zgradbe.

Od petrografskih komponent sta zastopana vitrit in klarit. Čistega vitrinata je le malo. Eksināt zastopajo temnosiva, podolgasta, razčlenjena telesa, ki pripadajo najbrž kutikulam in drugim povrhnjicam rastlinskih delov ter polenu. Teh oblikovanih vključkov je zelo malo. Precej redke so spore gliv v obliki nepravilno ovalnih telesc. Ločimo spore s slabim reliefom, često v skupinah ali najmanj v triadah ter posamične spore z močnim reliefom in debelo lupino, ki so včasih tudi dvodelne (teleutospore). Spore so edini ostanki, ki so ohranili prvotno obliko.

Anorganske primesi zastopa karbonat v različno oblikovanih vključkih do najmanjših dimenzij. Verjetno je ves epigenetski, čeprav se pojavlja tudi v sredi zdrave, nerazpokane substance.

Značilna mikroskopska struktura je poudarjena z izredno drobno razpršeno mineralno snovjo. Le redko opazujemo razen zrn tudi žilice te primesi, katere mikroskopska slika ustreza do neke mere glini.

Drobna sulfidna zrna in okroglaste zrnate konkrecije so razporejene neenakomerno ne glede na strukturo ali petrografsko pripadnost.

**Vzorec VIa.** Makroskopsko je primerek gost, kompakten in črnorjav. Po zunanjem videzu sliči kenalskemu premogu ali premogastemu gorljivemu skrilavcu ter prehaja v temno jalovino.

Pod mikroskopom vidimo le malo čistega vitrita. V vitritu nastopa temneje siva, močno razčlenjena substanca, ki tu in tam prevladuje na račun vitritita. Maceralijo moremo prištevati eksinitu, ki glede na svojo obliko najbrž ne pripada fragmentom višjega rastlinja.

Istočasno zvezno narašča količina nadvse fino razpršene anorganske primesi, ki je vezana zlasti na temnejšo, razvejano substanco. Ta primes je nesporno singenetična. Je sivkastorjava ali celo rdečkasta ter v delu preparata močno nakopičena. Med nikoloma je videti nejasno anizotropijo izredno drobnozrnatega agregata. Solna kislina, ki jo kanemo na površino zbruska, ne reagira s snovjo. Poleg tega opazimo še fine impregnacije s piritom. Zdi se, kot da se na določenih mestih oba mineralna agregata medsebojno nadomeščata.

**Vzorec XIV.** Čista vitrititna zrna so zelo redka. Večinoma so drobno prepokana ter zapolnjena s sekundarnim kalcitom. Opazimo dva sistema razpok pod poševnim kotom. V vitritu so ponekod svetli, razvejani vključki (cf. vz. X in VIb). Mestoma opazimo tudi izrazito strukturirano vitrititno substanco z relativno znatno vsebino razpršene anorganske primesi. Struktura se ponekod približuje zrnati, pri čemer mineralna primes zapolnjuje prostore med zrnci, delno je nepravilno razvejana. Temna eksinitna telesa so redka.

Finozrnate anorganske primesi, ki je pretežno temnosiva, je mestoma zelo veliko. Ni anizotropna ter tudi pri večji povečavi ne moremo opazovati nobene zanesljive optične karakteristike. Le kjer je substanca rumenkastorjava, opazimo med nikoloma slabe pojave anizotropije.

**Vzorec XIII.** V homogeni vitrititni substanci najdemo tu in tam gruče spor. Nekatere so prazne in okrogle, druge stisnjene. V neposredni okolici spor je precej svetle, zrnate substance, ki spominja na mikrinit.

Prevladujejo paralelno in nepravilno strukturirana zrna s temnosivimi, razvejanimi vključki eksinita (2. slika). Temna bituminozna substanca se v nekaterih zrnih močno nakopiči ter prevladuje nad vitrititom. Primerki sličijo po videzu in strukturi »plinskemu« premogu iz Aleksinca, ki je izrazito podvodna sapropelska tvorba, nastala po nakopičenju različnih maščobnih alg. Poleg eksinita nastopajo še drobna, nepravilno oglata in ovalna telesa svetlejše barve. Maceralije ni mogoče točno opredeliti; po analogiji s sestavinami črnega premoga jo imamo za inertinit. Struktura nekaterih zrn spominja na mikrokenalsko.

V tem preparatu ne opažamo v večji množini fino razpršene anorganske primesi. Precej je sulfidnih zrn. Njihova velikost je od nekaj stotink milimetra navzdol. Prevladujejo posamična zrna, ki izkazujejo



v preseku tri-, četvero- ali peterokotno obliko. Redka so nepravilna, popačena zrna. Tudi v ovalnih zrnatih skupinah opazimo enake, le manjše oblike. Na trikotnih rjavkastooranžnih presekih opazimo včasih razkolnost, jasno anizotropijo ter slabo refleksijo.

**Vzorec VII.** Zrna kolikor toliko čiste vitrinitne substance nastopajo le v majhni meri. Vitrinit ni homogen, ampak v sivih odtenkih izpremenljiv, poleg tega ga prepletajo številne svetlosive, tanke žilice in prameni. Ta struktura je zaradi močne homogenizacije dokaj nejasna: temnosiva, ovalna polja so več ali manj omejena s svetlosivimi prameni, vsa substanca pa je razen v barvah dokaj poenotena. Svetli prameni bi utegnili biti ostanki prvotnih sten celic. Opazamo tudi podobno strukturo, kjer je domnevna notranjost celic svetlosiva, stene pa nepravilne in temnejše. V vitrinitni osnovi nastopajo tudi drobno in nepravilno razvejani temneje sivi vključki. Njihov relief je sicer nekoliko močnejši od osnove, vendar mnogo slabši, kot ga kaže eksinit pri tej stopnji karbonizacije. Isto velja tudi za barvo teh vključkov. Vprašanje je, kakšnim prvotnim delom rastlin pripada ta maceralija. Zaenkrat jo imamo za različek eksinita. Nekaj pa je tudi debelejših in temnejših podolgastih teles, ki sličejo listnim kutikulam. Posebno v teh različkih najdemo precej debelostenskih spor, ki imajo močan relief ter večinoma niso stisnjene. V vitrinitu jih praktično ne opazamo.

Glede prostorske porazdelitve in oblike maceralij moremo v tem kakor tudi v drugih preparatih krednega sloja razlikovati naslednje strukture:

a) homogeno strukturo imajo vitrinitna zrna z redkimi vključki svetle, mikrinitu slične substance;

b) paralelna struktura je značilna za klaritna zrna z več ali manj paralelno mikrotrakasto razporeditvijo eksinita ter vključkov, ki mu sličejo (cf. 2. slika);

c) razvejano strukturo imajo klaritna zrna, v katerih so oblikovane sestavine eksinita neenakomerno in nepravilno razporejene;

d) zrnato strukturo imajo različki, kjer nastopa vitrinit v obliki ovalnih, drobnih zrn v nekoliko temnejši osnovi, ki vsebuje več ali manj razpršene anorganske primesi (3. slika).

V tem vzorcu opazimo tudi sorazmerno precej pirita v obliki posamičnih zrn ali drobnozrnatih okroglih skupkov, ki so včasih nanizani v pasovih. Koncentracija pirita je neenakomerna ter ni odvisna od sestava zrn. Precej je tudi kalcita, ki zapolnjuje več ali manj paralelne, tektonsko nastale razpoke in porušitve v premogu. V manjši količini opazamo v zrnatih in trakastih različkih zelo drobna, temna zrnca in rjavkaste impregnacije. Značaj anorganske substance ni jasen; spominja na glinaste primesi. Del drobnih zrn kaže izrazito anizotropijo ter pripada karbonatu.

**Vzorec XII.** V splošnem prevladuje drobnotrakasto in drobnozrnato strukturiran premog, pri čemer je struktura z razpršeno anorgansko substanco še močnejše poudarjena. Kar je vitrinita, kaže mestoma poseben videz: prepokana in zdrobljena vitrinitna snov je bila zaceljena

z enako, vendar nekoliko temnejšo vitrinitno substanco. Proces se je moral izvršiti, ko je bil sloj že konsolidiran.

Anorganska substanca se pojavlja v tem in tudi v ostalih preparatih krednega sloja v naslednjih oblikah:

a) zelo drobno, neenakomerno, točkasto razporejena brez zanesljivih optičnih značilnosti;

b) kot zapolnitev razpok z epigenetskim kristalastim kalcitom (4. sl.);

c) kot nepravilne krpe različnih velikosti, nacefrane, včasih tudi v skupkih, ki po optičnih karakteristikah pripadajo karbonatu. Drobni vključki v vitrinitni osnovi bi kazali na singenetični nastanek. Verjetneje pa so to epigenetične zapolnitve praznih prostorov v premogu, ki je v fazi diagenese postal več ali manj luknjičav. Karbonat je večinoma razločno kristalast. Nastanek odprtin v premogu je v zvezi s cirkulacijo kraških voda v premogišču ter pojavom podzemnega preperevanja in s tem razvrednotenja premoga. Poznan je »sajasti« premog nekaterih kraških premogišč (Siverič). Ta način izpreminjanja premoga je znan tudi iz Raše ter od drugod, pojavlja pa se zlasti pod dolinami (Petrascheck, 1927) ali ob prelomnicah;

d) kot nepravilni, zelo drobno razpršeni, sivkastorjavi ali mestoma tudi rdečkastorjavi madeži po premogovi substanci, pri čemer se zdi, da je snov nejasno anizotropna. Substanca je lokalno koncentrirana v krpe ali celo zrna (4. slika), katerih značilnosti kažejo na boksit ali terro rosso;

e) kot drobna piritna zrna in konkretije v izpremenljivi manjši množini.

**Vzorec X.** Prevladuje več ali manj homogena, svetlosiva vitrinitna substanca s svetlimi, v reliefu neizrazitimi vključki. Ti so tanki in podolgovati ali zrnati. Glede na to, da često nastopajo skupaj s sporami, kakor tudi po sličnem mikroskopskem videzu, bi jih mogli s pridržkom imeti za nekdanje tkivo gliv. Ponekod opažamo v vitrinitu rdečkaste notranje reflekse, ki so značilni za rezinitne vključke.

Vzporedno ali zrnato strukturiranih zrn ne opazujemo. Eksinita tudi skoraj ni. V primerjavi z opisanimi vzorci »krednega« sloja bi mogli zaradi tega predpostavljati nekoliko drugačen rastlinski material z mnogo manj eksinita.

V tem preparatu opažamo naslednje vrste okroglastih spor (5. sl.):

a) precej velike, okrogle, sivkaste z močnim reliefom in debelo lupino;

b) še večje, okrogle, svetle s slabim reliefom in izredno debelo lupino, ter

c) drobne, okroglaste, sive z zelo močnim reliefom, ki pa so najbrž iste kot pod a).

V primerjavi s prej opisanimi različki je v tem preparatu izredno malo piritnih zrn. V precej debelih žilah — prvotnih razpokah — je kristalni kalcit, v premogovi substanci pa so tudi drobni karbonatni vključki. V zelo majhni količini opažamo tudi sivkastorjavo, izredno drobnozrnato substanco.

**Vzorec VI b.** Premog tega vzorca je v nasprotju z ostalimi zelo krhek in mehak. Mikroskopsko v splošnem sliči preparatu vzorca X. Prevladuje vitrit. V sivi vitrinitni osnovi je različna količina še svetlejših, nepravilno razvejanih vključkov, kar daje vitritu poseben videz. Maceralija se po mikroskopski sliki mestoma precej približuje mikrinitu. Razporeditev svetlih vključkov včasih spominja na razporeditev celic, strukturo pa označimo kot mrežasto (6. slika). Vključkom so po barvi in reliefu precej enake okroglaste spore v skupkih ali nanizane v vrstah.

Razvejana, nepravilna, podolgovata telesa eksinita kakor tudi drobno dispergirana anorganska substanca skoraj niso prisotni.

Jalovinske primesi so zastopane z drobnimi, nepravilnimi ali podolgovatimi vključki kalcita. Večjih piritnih zrn skoraj ni, le tu in tam opazimo zelo drobne piritne impregnacije.

#### **Vzorec dobro koksavega premoga.**

##### **a) Nepran.**

Premogovo snov sestavlja pretežno svetla, nekoliko različno siva vitrinitna osnova s svetlejšimi, tankimi, podolgovatimi vključki. Nekaj je tudi paralelno strukturiranih zrn klarita.

Kalcit zapolnjuje posamezne redke ozke razpoke, veže pa tudi lokalno močno prepokano in zdrobljeno premogovo substanco. Opažamo tudi večja zrna kalcita. Posamičnih piritnih zrn je malo.

##### **b) Pran v HCl conc.**

V premogovi sustanci sami ni nobene izpremembe. Kalcitnih zrn več ne opazimo. Podolgovati prostori, kjer je bil po analogiji z nepranim vzorcem prvotno kalcit, so zapolnjeni s sivkasto snovjo; ob robu teh prostorov pa so oddrobljeni delci premoga.

Na zrnih piritu ni nobene mikroskopsko zaznavne izpremembe.

##### **c) Pran v HCl 1:1.**

Isto kot pod b), le da v notranjščini nekaterih zrn premoga opazamo še redka neizpremenjena kalcitna zrna. Glede anorganskih primesi sem pregledal tri vzorce »krednega« premoga v granulaciji  $< 0,2$  mm, katerim je bila znižana vsebina pepela z redukcijskim pranjem v HCl conc. in deloma tudi z naknadno obdelavo s HF. V vseh treh primerih opazamo pod mikroskopom nekoliko izrazitejši relief oziroma strukturo. To utegne biti v zvezi z odstranitvijo drobne anorganske primesi, ki je videti pri zbrusku, obdelanem s HF, najmočnejša. Tudi sama vitrinitna snov kaže v tem preparatu mestoma precej razločno strukturo. Karbonatnih primesi ne opazujemo nikjer več, pač pa najdemo v vseh treh preparatih še sorazmerno precej zrn piritu, ki niso izpremenjena.

Kvantitativna izmera pranih preparatov zaradi minimalnih zrn ni bila izvedljiva z zadostno natančnostjo.

#### **O petrografskem sestavu premogovih vzorcev in genezi raškega premoga**

Ako povzamemo podatke kratke mikroskopske kvalitativne analize navedenih vzorcev, moremo zaenkrat napraviti naslednje zaključke, ki imajo le predhoden značaj ter pravzaprav nakazujejo probleme, ki jih bo potrebno podrobno rešiti.

Premog preiskanih vzorcev pripada vitritu in klaritu. Kvantitativna izmera nekaj vzorcev dobro koksavega premoga je pokazala, da pripada 90—95 % substance navedenima komponentama, ostalo odpade na jalovinske različke. Prevladuje kolinitiski videz vitrinita. V manjši meri nastopa tudi telinit, vendar je rastlinska struktura (pri opazovanju pod mikroskopom brez posebnih postopkov) skoraj povsod že močno zabrisana. Le redko opazujemo razločne sledove nekdanje celične zgradbe. Vitrinit, zlasti višjih slojev, često prepredajo tanke svetle žilice in vključki, katerih mikroskopske karakteristike se približujejo mikrinitu. Tudi je možno, da predstavljajo ti vključki ostanek sten nekdanjih rastlinskih celic. Siva vitrinitna substanca je večji del barvno nehomogena ter izpremenljiva v svetlejših in temnejših odtenkih.

Rezinit se pojavlja kot nepravilna, nerazločno drobna, razpršena zrnca. Njegova udeležba pa je na podlagi opazovanja v temnem polju zelo majhna.

Eksinit zastopajo temnosive kutikule in njim podobna telesa ter polen. Večinoma nastopa v obliki nepravilno oblikovanih podolgovatih teles in neizrazitih fragmentov. Udeležba eksinta je v splošnem manjša ter omejena bolj na spodnji »kredni« sloj. V višjih slojih stopa v ozadje; v njih prevladuje skoraj sam vitrinit. Več klarita je torej v spodnjem sloju. Poleg tipičnega eksinita opazujemo često še vključke, ki so po izrazitosti reliefa in barve nekako med eksinitom in temneje sivim vitrinitom.

Tipičnih sklerocijev skoraj ne najdemo v raškem premogu, enako tudi ne neoblikovanega sklerotinita. Opazoval sem le eno telo, ki je bilo podobno sklerociju, pač pa lokalno precej okroglastih spor, med katerimi ločimo različke z močnim in slabim reliefom ter debelim ostenjem.

Fuzit v raškem premogu ne nastopa. Nikjer tudi nisem našel fragmentov fuzinita ali semifuzinita, z izjemo le enega samega drobca, ki se je po strukturi približeval fuzinitu v vzdolžnem rezu. Po refleksiji in reliefu pa se je le malo ločil od vitrinita, na katerega je bil vezan.

Tudi durit se ne pojavlja. Tu in tam sicer opazujemo zrnato strukturo ter precej bitumenskih teles, vendar je osnova takšnih redkih različkov skoraj v celoti vitrinitna. Zrnat mikrinit s tipičnimi karakteristikami ni z gotovostjo potrjen v raškem premogu. Tudi kosmičastega mikrinita ne najdemo. Do neke mere so podobna zrnatemu mikrinitu že omenjena svetla telesa in vključki. Količinsko ne nastopa nikjer v tolikšni meri, da bi različke prištevali duritu tudi pri potrjenem mikrinitnem značaju maceralije. Pač pa bi manjši del klarita morali opredeliti kot vmesno stopnjo, ker je maceralije lokalno več kot 5 %. Omeniti je treba, da se mikrinit v splošnem pojavlja pri zrelejših premogih in da njegov nastanek še ni zadostno pojasnjen.

Mikrostruktura vzorcev »krednega« sloja je pretežno paralelna, razvejana ali zrnata. Struktura višjih slojev je homogena ali lokalno tudi mrežasta, kar je odvisno od količine in oblike svetlih vključkov v prevladujoči vitrinitni osnovi. Struktura »krednega« sloja je poudarjena še

s primesjo drobno porazdeljene anorganske substance. Le-ta je v premogu različno oblikovana ter jo zastopajo naslednji minerali:

a) Epigenetski kristalni karbonat kot zapolnitev razpok, zdrobljenih pasov ali kot nepravilni vključki v premogovi substanci. Nastanek razpok v premogu je posledica tektonike, zapolnitev s karbonatom pa v zvezi s kraškimi pojavom razvrednotenja premoga.

b) Singenetični karbonat (?) kot zelo drobna, nepravilna, kosmičasta zrnca v popolnoma intaktni vitrinitni substanci. V premogovo substanco bi mogel priti v drobno razpršeni obliki že v najzgodnejšem stadiju premogišča. Kosmičaste vključke karbonata v mlajših premogih poskušajo nekateri raziskovalci spravljati v sklad z mikroorganizmi.

c) Izredno drobno razpršena mineralna primes, ki je v najožji zvezi s premogovo substanco. Pripisovati ji moremo glinasto naravo ter je nesporno singenetična. Rjavorumena ali celo rdečkasta barva primesi, kjer je le-ta močnejše koncentrirana, kaže na kraške produkte preperevanja, terro rosso ali celo boksit. To domnevo podpira v prvi vrsti geološka situacija premogišča. Primes fino razpršene substance je karakteristična v glavnem le za vzorce iz spodnjega sloja. Teh mineralnih vključkov samo pod mikroskopom ne moremo točno določiti.

d) Singenetični (zgodnje epigenetični) železov bisulfid v obliki fino-zrnatih impregnacij, drobnih zrn, kopic ali tudi večjih posamičnih zrnatih konkracij je v pretežni večini vezan na stadij nastajanja premogišča. Zrna so v najožjem kontaktu s premogovo substanco. Po značilnostih pod mikroskopom sklepamo, da pripadajo pretežno piritu. V premogih nastane pirit iz prvotnega gela FeS. Kljub izraziti kristalni obliki vsebuje skoraj vedno še 20—40 % FeS. Na piritni gel (melnikovit — pirit) v raškem premogu kažejo poleg okroglastih skupkov tudi nekatera temneje obarvana zrna ter lokalni pojav anizotropije, ki je znana pri kubičnem piritu (R a m d o h r , 1950, 572).

Petrografski sestav premoga je vedno v najožji zvezi z okoljem pri nastanku. Ker do neke mere poznamo ali predpostavljamo splošne pogoje, pri katerih nastajajo posamezne petrografske komponente, moremo na podlagi sestava sklepati na izpremembo okolja in facialnih razmer pri nastajanju premogišča oziroma posameznih slojev.

Petrografska analiza raškega premoga ter splošne geološke razmere v premogišču kažejo na nastanek premoga pod izredno mokrimi pogoji. Vsakršne suhe, aerobne pogoje razkroja zanika odsotnost fuzinita, semi-fuzinita, sklerotinita, durita v splošnem in še bolj durita s kosmičastim mikrinitom. Nastanek vseh teh maceralij je zelo verjetno vezan le na aerobne razkrojne razmere. Pogoji za tvorbo vitrita in klarita so v bistvu popolnoma enaki, pri čemer je nastanek klarita funkcija lokalnih faktorjev ter zavisi od vsebine eksinita v vitrinitu. Vitrinit nastaja v mokrem okolju pri anaerobnih pogojih. Tudi zrnati mikrinit je značilen za zelo mokro okolje ter je vedno v osnovi sapropelskih premogov. V raškem premogu sicer ni z gotovostjo potrjen, njegova prisotnost pa bi gornje zaključke potrjevala. Tudi pirit nakazuje anaerobne razkrojne pogoje. Precej pirita opazujemo posebno v nekaterih vzorcih »krednega« sloja.

Izredna homogenizacija premogove substance nam ne daje skoraj nobenih direktnih podatkov o rastlinstvu, iz katerega je premog nastajal. Poizkusiti bi bilo treba še z jedkanjem. V sestavu in strukturi slojev sicer opazujemo razlike, vendar bi mogli zaenkrat trditi, da rastlinski material ter facialne razmere vseh preiskanih slojev niso bile pomembneje različne. Strukturiranost »krednega« sloja je poleg večje udeležbe eksinita v glavnem posledica drobno razpršenih glinastih, boksitnih ter tudi karbonatnih primesi. Verjetno so tvorili večji del prvotnega rastlinstva predvsem razni nižji rastlinski organizmi, sladkovodne alge (*Chara*) in druge vodne rastline. Nižje organizirane rastline vsebujejo več voskastih in maščobnih snovi ter manj celuloze in lignina, kar bi pojasnjevalo tudi relativno velik izkoristek katrana. V nasprotju s to predpostavko meni Kreulen (ustno sporočilo, 1955), da je morala prvotna substanca vsebovati precej lignina. Abramski (1951, 3) je z luminiscenco ugotovil v raškem premogu precej voskastih in smolastih snovi. V vzorcih zgornjih slojev prevladuje bolj enakomeren vitrit ter bi utegnili biti v teh slojih udeležba višjega rastlinja znatnejša. Kolikor mi je znano, v bazi premogovih slojev tudi ni nikjer opaziti ostankov korenin, enako tudi v prikamenini ne dobimo nobenih ostankov višje organizirane flore. Pač pa se v apnenoih večkrat pojavljajo bituminozni vključki, podobni asfaltu.

Daljnosežno poenotenje prvotnega rastlinskega materiala moremo pri zmernih termodinamičnih pogojih tolmačiti kot posledico intenzivnega biološkega, pretežno bakterialnega razkroja pod anaerobnimi pogoji. Tako rekoč istočasno s premogom sedimentiran apnenec pa tudi alkalna morska voda, ki je občasno vdiralala v pretežno sladkovodne lagune, so nevtralizirali pri razkroju nastale huminske kisline in druge kisle produkte. Pri visoki pH vrednosti so mogli biti življenjski pogoji mikroorganizmov ugodni. Na ta način se je biološka faza zorenja premoga podaljšala ter je bila intenzivnejša kot normalno. Pri običajnem razkroju se najbrž kislost šotišča kmalu tako poveča, da bakterialno življenje ni več možno ter se biološki razkroj hitro prekine. Nizka vsebina kisika (5 %) ter sorazmerno visoka udeležba dušika (1,5 %) v raškem premogu govorita za močno anaerobno bakterialno delovanje v začetnem stadiju zorenja. Razkrojni proces se je pri popolni anaerobiji bolj kot navadni humifikaciji verjetno približeval pretvorbam, ki v skrajnem primeru vodijo k nastanku nafte. Pojavi bitumena in asfaltnih različkov ter celo sledov nafte v karbonatnih kameninah Jadranskega območja so močna podpora tej domnevi. Tudi Beck (1948; 40) je označil raški premog — sicer samo na podlagi enega vzorca — kot prehodno spropelitno-humulitno vrsto.

Biološki procesi mikroorganizmov bi zelo verjetno mogli biti tudi v neposredni zvezi z nakopičenjem žvepla v raškem in drugih kraških premogih. Poznani vpliv apnenca in morske vode na visoko vsebino žvepla in višjo zrelost premoga je tudi mogoče razlagati z bakterialno dejavnostjo.

## Zaključek

Raški premog je kraški tip premoga,\* to je premoga, ki je nastajal na kraškem apnenčevem ozemlju ob posebnih pogojih. Vse značilnosti glede geologije (sladkovodno-brakična apnena prikamenina), petrografskega sestava (odsotnost fuzita, durita, sklerotinita) ter drugih lastnosti (visoka vsebina žvepla, bitumena, zrelost) se medsebojno podpirajo. Obseg dosežanih preiskav je še mnogo preozek, da bi mogli zajeti vse petrografske, mineraloške in strukturne značilnosti po posameznih slojih in njihove izpremembe tako v vertikalni kot lateralni smeri ter njihovo morebitno zvezo z nestalno koksavostjo. Koliko nam lahko mikroskopski pregled premoga pri tem pomaga, to je koliko je izpremenljiva koksavost premoga odvisna od mikropetrografskih karakteristik, tudi še ni povsem dognano. V mejah mikroskopskega pregleda vzorcev, ki so bili na razpolago, moremo reči, da sestav in pogoji nastanka premogove substance niso bistveno različni ter s tem ne moremo tolmačiti različnega obnašanja premogov pri koksanju. Vitrinatna substanca kot osnova vitrita in klarita je enaka ter je nosilec koksavosti. Polen, kutikule in druga telesa eksinita brez posebnih oblik za koksavost niso važni. Eksinit se pri višji temperaturi razplini ter ne vpliva na plastičnost. Njegova količina je važna le glede izkoristka ostalih koristnih produktov, ki jih dobimo pri koksanju. Prav gotovo sorazmerno visoka vsebina bitumena (katran 20 %) ne more biti vezana samo na mikroskopsko jasno oblikovane različke eksinita. Znatno delež bitumena bi mogel biti vezan tudi adsorbtivno v vitrinitni osnovi (M. & R. Teichmüller, 1954, 290). Bitumen bi mogel izhajati od alg in drugih polimeriziranih maščobnih snovi prvotnega rastlinstva. Možni so tudi količinski in kakovostni vplivi bitumena na tehnološke lastnosti premoga.

V vzorcih spodnjih slojev je opaziti sorazmerno nekoliko več pirita, posebno v vzorcu IV. Grobo ocenjeno doseže količina pirita le nekaj odstotkov, kar je tako malo, da ne more vplivati na vezivne sposobnosti. V vzorcih višjih slojev je pirita manj. Večjih razlik v vsebini celokupnega (in organskega) žvepla med različnimi sloji tudi kemične analize niso pokazale.\*\* Pač pa je pomembna mikroskopsko ugotovljena primes razpršene temne in zlasti rjavkaste substance, ki zelo verjetno pripada terri rossi oziroma boksitu. Deslej jo je bilo mogoče opazovati v glavnem le v vzorcih premoga, ki so izkazovali slabo koksavost, to je v »krednem« sloju, v katerem moremo že po splošnih geoloških razmerah pričakovati primes kraških preperin.

Boksiti so heterogeni agregati različnih mineralov glinice izpremenljivega sestava. To so hidroksidi glinice v koloidalni (sporigelit, alumogel)

\* Szadecky - Kardoss (Beck; 1948, 37) navaja naslednje lastnosti kot tipične za »kraški« tip premogov:

1. nastopanje na ozemlju, ki je bilo pred nastankom šotišča kraško;
2. v pepelu premoga več Ca, Mg in sulfatov kot običajno;
3. visoka vsebina organsko vezanega žvepla;
4. daljnosežna homogenizacija premogove substance;
5. pripadnost vmesnim stopnjam humulitov in sapropelitov.

\*\* Po podatkih Kemičnega inštituta SAZU v Ljubljani.



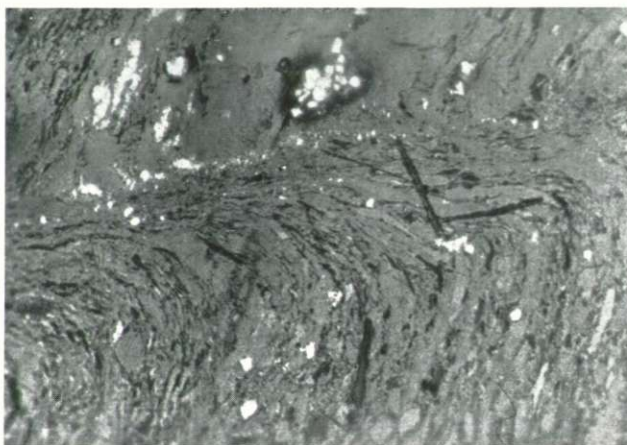
**Petrografski sestav nekaterih vzorcev raškega premoga z različno koksavostjo**  
**Petrographical Composition of some Specimens of Raša Coal, regarding their varying Coking Ability**

1. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. IV, 275  $\times$ , oljna imerzija. Fino dispergirana singenetska anorganska primes v vitritu. Drobna piritna zrna ter nekaj eksinita.

Fig. 1.

Raša; »Cretaceous« seam, sample IV,  $\times 275$ , oil immersion. Finely dispersed syngenetic mineral matter in vitrite. Fine crystalline pyrite and some small exinite bodies.

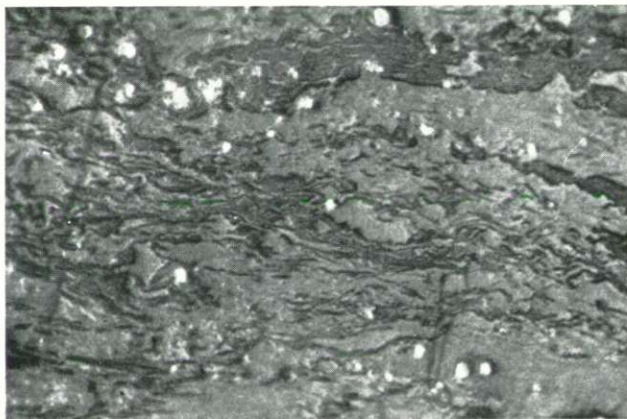


2. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. IV. a, 275  $\times$ , glicerinska imerzija. Razvejan eksinit v vitrinitni osnovi ter nekaj piritnih zrn.

Fig. 2.

Raša; »Cretaceous« seam, sample IV. a,  $\times 275$ , glyc. immersion. Branchy exinite, included in a gray vitrinitic groundmass. Some pyrite grains.



3. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. VII, 300  $\times$ , glicerinska imerzija. Zrnata struktura; okrogla vitrinitna zrna ter zelo drobna, razpršena anorganska primes.

Fig. 3.

Raša; »Cretaceous« seam, sample VII,  $\times 300$ , glyc. immersion. Granular structure; round-shaped grains of vitrinite and fine-dispersed inorganic admixture.



4. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. XII, 275 ×, oljna imerzija. Kristalni epigenetski kalcit v razpokah ter koncentracija drobnnozrnate syngenetske anorganske primesi (terra rossa) v vitrinitu.



Fig. 4.

Raša; »Cretaceous« seam, sample XII, × 275, oil immersion. Fissures filled with epigenetic crystalline calcite and concentration of fine-grained syngenetic mineral matter (terra rossa) in vitrinite.

5. sl.

Raša; 9. sloj, vz. VI b, 275 ×, oljna imerzija. Gruča spor v vitrinitu.

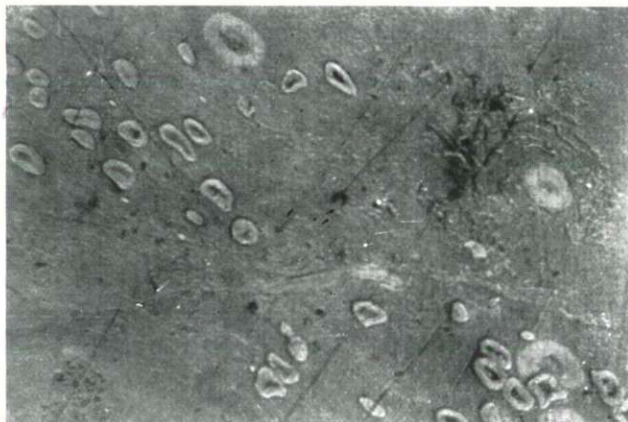


Fig. 5.

Raša; 9th seam, sample VI b, × 275, oil immersion. A group of fungal spores in vitrinite.

6. sl.

Raša; 9. sloj, vz. VI b, 275 ×, oljna imerzija. Svetli vključki v vitrinitu (»mrežasta« struktura). Podolgovato karbonatno zrno (temno).



Fig. 6.

Raša; 9th seam, sample VI b, × 275, oil immersion. Bright inclusions in vitrinite (net-like structure). Oblong grain of calcite (dark).

in kristalni obliki (diaspor, hidrargilit, bemit), pa tudi železa (getit). Poleg tega še hidrosilikati glinice (kaolinit, alofan, montmorillonit, bentonit, haloizit). Po nekaterih podatkih vpliva primes montmorillonita na koksavost premogov negativno. Poleg tega so v boksitih še nekateri minerali, ki bi utegnili imeti določene katalitične vplive (n. pr. spojine vanadija). V novejšem času pripisujejo katalitičnim vplivom težkih mineralov že pri genezi premogov pomembno vlogo (Mackowsky, 1951). Spektrografske analize pepelov krednega sloja so poleg drugih kovin pokazale visoko primes  $V_2O_5$  (do 1,5 %), kar predpostavko o udeležbi boksitne snovi v raškem premogu podpira. Mogoče so katalitični vplivi določenih anorganskih primesi tudi v obravnavanem primeru odločilni za različen potek procesa koksanja sicer enovite organske substance?

Vprašanja tehnoloških karakteristik premogov ter njihovega izpreminjanja ni mogoče rešiti brez podrobnega poznavanja geološko-petrografskih in genetičnih razmer premogišča. V našem primeru Raše bodo morale bodoče preiskave sistematično kvalitativno in posebno še kvantitativno zajeti vse sloje premogišča.

Spregel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

#### **PETROGRAPHICAL COMPOSITION OF SOME SPECIMENS OF RAŠA COAL, REGARDING THEIR VARYING COKING ABILITY**

The Raša coal has properties of both high and low rank coals. Its coking ability is, in view of the high volatile matter content of about 48 per cent (d. a. f.) in general exceedingly good. It seems safe to assume that its excellent coking ability depends on the uncommonly high content of sulphur, the greater part of which is of organic origin. For the time being, however, this assumption is supported only by the experience that most coals rich in organic sulphur, show good coking ability. The coke obtained from Raša coal cannot, owing to its high sulphur content be used in metallurgy. It can, however, be used as a bond between the inert grains of low rank coals when coke is prepared by blending coals of different rank.

Investigations carried out by the Chemical Institute of the Academy of Sciences and Arts, Ljubljana, have shown that the coals from different Raša seams have varying coking properties. Furthermore, it has been found that the coal from the lowest, so-called "Cretaceous" seam possesses the lowest coking ability. From the economic point of view this fact is important because this seam being the largest of the coal-field, represents the bulk of the coal reserves. With a view to establish the petrographic characters responsible for the variable behavior of the coal, several samples of Raša coal with different coking abilities, have been examined under the microscope.

Owing to its peculiar features Raša coal is the object of extensive examinations and studies. Several undetermined samples have been chemically analyzed, and technologically tested by various European coal-

research institutes. The facial conditions in the coalfield and the petrographic composition of the coal, are not available. Microscopical analyses, hitherto carried out on a few samples, have shown that vitrite and clarite form about 90 per cent of the substance and the rest of it different carbonaceous and mineral components.

The coal-bearing strata of Raša belong to the lacustrine and brackish facies of the Upper Paleocene. There are up to 40 thin, irregular coal seams only 10 of which are minable. The coal-bearing Kozina strata, consisting exclusively of limestones rest on the Upper Cretaceous hippuritic limestone. The lowest coal seam lies directly on an eroded and karstified stratum the clefts and holes in which are filled with coal. The Kozina beds are overlain by brackish and predominantly marine beds of limestone and flysh. The strata belong to the Eocene, and are thought to have been about 500 m thick. No younger sediments were deposited in this region. In the region under discussion no vigorous folding and faulting took place. Consequently, the thermodynamic conditions could not have essentially affected the course of the coalification process.

The samples investigated under the microscope for this report, were obtained from the lowest "Cretaceous" as well as from the upper seams. Since the samples were not representative, no quantitative measurements of components, were carried out. Relief polished granular specimens were prepared by the conventional wet technique using a mixture of shellac and rosin in which the coal grains were embedded.

The microscopical work was done on a Leitz Panphot. Instead of cedar oil, glycerine was used as the immersion fluid for the 8 mm objective. In all polished surfaces the coal grains are represented by vitrite and clarite. The prevailing constituent of vitrite is collinite. Tellinite is also present, but owing to the high degree of homogenization, its structure is not clearly discernible. The gray vitrinite groundmass shows numerous thin veinlets and inclusions of a fine white substance whose microscopic characters were similar to those of micrinite. It is held that the observed constituents represent the minute remains of cell walls or, perhaps, even fungal tissue. Vitrite includes in places resinite whose irregular minute grains and impregnations could be observed only in dark-field illumination.

Exinite appears, as a rule, in irregular oblong dark grey forms. Exinite inclusions are scarce. It seems that clarite predominates in the "Cretaceous", vitrite in the upper seams. Among the round or oval spores of fungi forms with strong and weak exines were observed. Fusite does not appear in Raša coal. No bands or lenticles of fusinite or semi-fusinite occur. Only a small fragment whose structure was similar to that of fusinite, was observed but its relief and reflectivity were not characteristic.

Durit does not occur either. The groundmass in which exinite is embedded consists predominantly of vitrinite. The micrinite-like maceral is present only in limited amounts, but since it represents more than 5 per cent of the total sample, only part of the clarite should be consid-

ered as belonging to claro-durite. The nature of the micrinite-like maceral has not yet been sufficiently cleared up.

In the relief polished sections of the coal from the "Cretaceous" seam parallel, branched and granular microstructures were observed. The structure of the coal from the upper seams is more homogeneous or even reticular depending on the amount and the form of the light micrinite-like inclusions. The structure of the coal from the "Cretaceous" seam is further characterized by the finely dispersed mineral impurities.

The mineral matter occurs in the following forms: epigenetic calcite either occupies the fissures and cracks in the coal or appears in the form of irregular inclusions. The fissures in the coal were caused by tectonic movements and partly by underground weathering, and were subsequently filled with crystalline calcite. Some irregular, fine flaky concretions of calcite intimately associated with the coal matter, might be of syngenetic origin.

The very finely dispersed minerals are syngenetic and intimately associated with the coal matter. Here and there the impurities are concentrated; the yellowish-brown or even reddish color of the minerals seems to be due to the presence of terra rossa or bauxite. This assumption is supported by the position of the transgressive coal-bearing series lying directly on the karstified Upper Cretaceous formation in which smaller bauxite deposits are fairly common. The presence of finely dispersed mineral inclusions is characteristic only for the lowest seam. These mineral inclusions, however, cannot be definitely identified by microscopic examinations alone.

Pyrite in the form of fine-grained impregnations, grain concretions or even single larger grains, is closely associated with the coal substance and was formed predominantly during the early stage of coal formation. The "Cretaceous" seam is thought to contain a somewhat greater amount of fine concretions of syngenetic pyrite.

In the light of the known petrographic composition of a coal, some conclusions as to the facial changes during the formation of the coal, can be drawn. Petrographic analyses of Raša coal and the general geologic nature of the coalfield indicate that the formation of the coal took place under very wet conditions. The absence of fusinite, semifusinite and sclerotinite as well as massive micrinite rules out the formation of peat under dry aerobic conditions. The formation of these constituents is thought to have taken place generally in aerobic environments. Vitrinite can be formed in a wet environment. The conditions under which vitrite and clarite are formed are essentially the same; the formation of this rock-types depends solely on the exinite content in the vitrinite ground-mass. The concentrations of pyritic concretions as well as the presence of micrinite-like macerals indicate exceedingly wet environments.

The very high homogenization and uniformity of the coal substance permit no direct conclusions as to the original plant material. Vitrinite, being the most abundant constituent of humic coals, originated presumably from wood. The conditions prevailing in the coalfield of Raša,

however, point to subaquatic deposits. It is believed that a great part of the coal-forming material consisted of various lower plants, fresh-water algae, and other aquatic forms. The relatively high yield of tar or extractable bitumina is presumably due to the fact lower plants are generally rich in wax and fat and poor in cellulose and lignine. As far as it is known no root remains have been found in the footwalls of the coal seams nor have any fossil remains of higher plants been observed in the adjoining bedrock. But on the other hand the limestones contain in places bituminous inclusions similar to asphalt.

It is believed that the relatively high degree of coalification under moderate thermodynamic conditions is due to a prolonged biological decay in relatively moist environments. It is safe to assume that the humic acids and other acidic products of plant decomposition have been neutralized, by the action of the very limy water in which the limestones were deposited, and on the other hand, by the alkaline sea-water which from time to time invaded the predominantly fresh-water lagoons. The pH value having been high the living conditions of microorganisms must have been favorable and the biologic phase of coal formation longer than usual. Thus the low oxygen (5 per cent) and high nitrogen (1.5 per cent) content in Raša coal would indicate that during the initial stage of carbonization, anaerobic microbial activity was rather vigorous. The conditions under which decomposition in the absence of free oxygen was taking place, were similar to those under which, in extreme cases, oil was formed, rather than to those conducive to normal humification. As already pointed out by Beck (1948), Raša coal could be of the sapropelitic variety. In all probability the biologic processes of microorganisms are also directly related to the high sulphur content in the coal.

In spite of the limited extent of microscopic investigations, and the rather small number of samples the conclusions have merely a preliminary character, moreover they properly point at problems which should be investigated in details. The varying coking ability of Raša coal is not due to differences in the petrographic composition. Nor can the high yield of extractable bitumina be due only to the relatively small amount of the so-called protobituminous bodies. Part of the bitumina might be present in the vitrinitic groundmass in the form of various polymerized fatty constituents of the coal-forming substances. More significant still is the admixture of the finely dispersed mineral matter (bauxit?). It has been found mainly in samples with poor coking ability. It would seem that certain mineral constituents of these admixtures act as catalysts, and influence the different coking processes.



## LITERATURA

- Abramski, K., 1951, Verkokungsversuche mit jugoslawischen Kohlen. Essen. Neobjavljena ekspertiza iz Arhiva Kemičnega inštituta SAZU, Ljubljana.
- Beck, R., 1948, Die Kohlenvorkommen des Kandertals. Inavguralna disertacija, Bern.
- D. J. W. Kreulen, 1952, Sulphur Coal of Istria. Fuel. vol. XXI, No. 4 (London).
- M. Th. Mackowsky, 1951, Inkohlung und Chemie der Kohle. Glückauf, Jhrg. 87, Heft 23/24, Essen.
- W. Petrascheck, 1926/29, Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten, II. Teil, p. 352, Katowicze.
- P. Ramdohr, 1950, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin.
- M. Salopek, 1954. Prilozi poznavanju geološke gradnje Labinskog i Pičanskog basena Istre. Prirodoslovna istraživanja, knj. 26, Zagreb.
- M. R. Teichmüller, 1954, Die stoffliche und strukturelle Metamorphose der Kohle. Geologische Rundschau, Bd. 42, Hf. 2, Stuttgart.



## OOLITNI BOKSITI V KREDI NA PRIMORSKEM

Mario Pleničar

S 3 fotografijami v prilogi

V letu 1953 in 1954 sem raziskoval kredno formacijo na Primorskem. Delal sem na Hrušici, Loškem Snežniku, na obrobju reške sinklinale pri Kozini, na severozahodnem robu Čičarije in pri Sečovljah. V tej razpravi se bom omejil le na pojave boksita v kredni, ki imajo zaenkrat bolj teoretičen kot praktičen pomen.

V gozdnem revirju, imenovanem Nadrt, vzhodno od Črnega vrha nad Idrijo, je pred dvema desetletjema raziskoval trgovec Rizzato nahajališča rumenkaste oolitne kamenine. Kemična analiza je pokazala, da vsebuje ta kamenina zelo mnogo glinice in jo lahko imenujemo boksit. Ruda je rumenkasta, rjavkasta, včasih skoraj bela, vedno precej kompaktna in oolitna.

Ing. B. Berce je preiskal štiri vzorce oolitnih boksitov s Primorske pod rudnim mikroskopom. Za podatke, ki mi jih je dal, se mu lepo zahvaljujem.

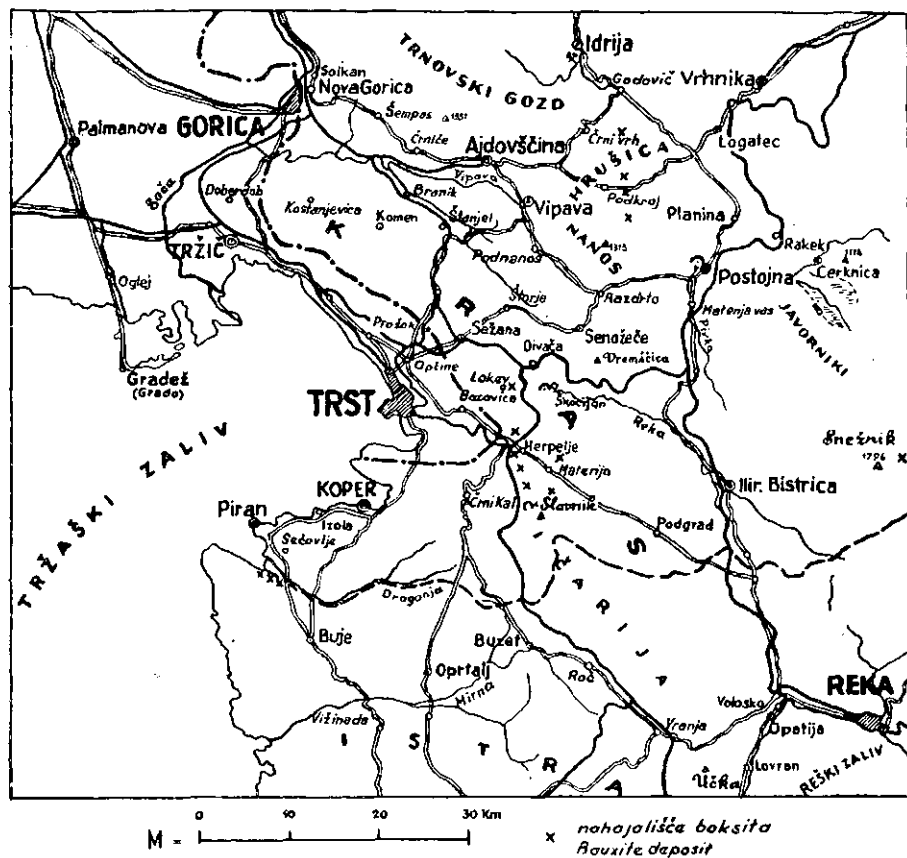
Pod rudnim mikroskopom kaže oolitni boksit iz Nadrti (1. slika) ooidi, ki so izredno gosto posejani v vezivu, a se med seboj ne dotikajo. Veliki so do 0,5 mm. Njihova zgradba je nejasno koncentrična. Izjemoma najdemo jedra ooidov. Sicer pa so ooidi polni vključkov; zlasti so v njih pogostni drobci hematita. Pri zelo veliki povečavi vidimo zrnca hematita, velika 0,004 mm. V nekaterih delih preparata vidimo poleg ooidnih zrn tudi večja nepravilna zrna. Ooidi so verjetno iz alumosilikatov.

Istega sestava je vezivo. Tudi v vezivu so drobna zrnca hematita, ki so včasih razporejena kot obloga ob ooidih. Mestoma je vezivo obarvano z limonitom.

Kemična analiza je pokazala, da vsebujejo ti boksiti 12 % kremenice, vendar pod rudnim mikroskopom ne opazimo kremenovih zrn. Verjetno je kremenica vezana na glinico, zato tudi domnevam, da sestojijo ooidi in vezivo pretežno iz alumosilikatov.

Spričo raziskovalnih del, ki jih je izvršil Rizzato, nam je jasen način nastopanja teh boksitov v Nadrti. V gozdu so vidni le drobni kosi rude med prstjo. Rizzato je izkopal vpadnik in na mnogih mestih odstranil humus. Na odkritih mestih in v vpadniku je vidno, da se pojavlja boksit v plasti, ki je debela okoli 30 cm. Plast prihaja na dan v smeri sever—jug vzdolž večjega preloma na dolžini 700 m, ki ga označuje vrsta kraških brezen. Leži konkordantno s plastmi svetlosivega krednega

apnenca na vzhodnem in južnem pobočju hriba s koto 998 m. K o s s m a t je na geološki karti Ajdovščina—Postojna na tem mestu označil rudistni apnenec zgornje krede. V tolmaču h karti navaja nekatere fosilne ostanke, ki kažejo, da pripada ta kreda verjetno turonu ali senonu. Rudisti, ki sem jih našel v bližini, govore za turon, zlasti vrsta *Durania cornupastoris* des Moulins in *Radiolites lesinensis* Sch. Plasti z boksitom leže nekoliko višje in bi mogle biti tudi senonske.



4. sl. Situacija nahajališč oolitne boksitne rude  
Fig. 4. Situation of the oolitic bauxite deposits

Nad plastjo boksita je apnenec brečast, vendar to ni tektonska, ampak sedimentacijska breča. Tu in tam se kaže breča tudi pod plastjo boksita. Ni dvoma, da je sedimentacijska breča, ki predstavlja neko dobo regresije in morda ponovne transgresije morja, v ozki zvezi z nastankom oolitne boksitne rude. Na podlagi oolitne strukture (1. slika) sklepamo, da je boksit nastal v plitvem morju. Boksitno plast prečka tudi gozdna cesta, ki vodi iz Zg. Lom v Hrušico.

Vpadnik v Nadrti je še dobro ohranjen. Po kakih 37 m pridemo do vrede. Videti je, kot da se vpadnik dalje cepi v dva rova. Ta razcep je že pod vodo. Plasti vpadajo proti jugozahedu (250°) in so nagnjene za 20°. Enako smer in vpad ima vpadnik.

Kemični sestav boksita kaže 1. tabela.

V nadaljevanju istih krednih plasti proti jugu, se pokažejo izdanki enakega boksita pri Trševju vzhodno od Podkraja. Tam vidimo izdanke celo na dolžini 2 km. Plast ni več enakomerno debela 30 cm, ampak se krajevno izklinja. Izdanke in debelino plasti je mogoče tudi tukaj zasledovati po Rizzattovih raziskovalnih delih. V Trševju je kopal rov z vpadnikom in še poseben vpadnik. Oba vpadnika se končata v bistri, pitni vodi. V rovu vidimo, da je breča, v kateri se pojavljajo leče boksita, plastovita. Kemični sestav boksita je podoben kot v Nadrti (1. tabela).

Pod rudnim mikroskopom vidimo, da so ooidi redko razpršeni v osnovi. Njihova zgradba je jasno koncentrična. Tudi tukaj sestavljajo ooidi prozorni minerali, ki jih v rudnem preparatu ne moremo opredeliti. Verjetno gre za alumosilikate kot v prvem primeru. Sem in tja je v ooidih malo hematita. Nekateri ooidi so razpokani.

Štiri kilometre južneje je območje, imenovano Železni klanci, ki leži nekako severozahodno od Predjame. Severno od kote 1043 m je pot, ki je narejena izključno v rjavi oolitni rudi. Zanimivo in nenavadno je videti v apnenem svetu tako rdečerjavo pot. Ob poti v gozdu ne vidimo izdankov rude. Vse prekriva humus. Sklepamo, da gre za debelo in kratko lečo. Analiza (1. tabela) je pokazala, da imamo tudi v tem primeru opravka z boksitom, čeprav je ruda bolj podobna oolitno-boksitni rudi na Dolenjskem okoli Turjaka.

Pod rudnim mikroskopom (2. slika) vidimo, da so zrna večinoma nepravilna. Zato kamenino le težko imenujemo oolitno rudo. Vezivo in zrna so iz iste snovi. V zrnih in vezivu je hematit. V tej kamenini opazimo večje zaobljene delce kremenca v ooidih.

Ko sem jeseni leta 1953 preiskoval območje Loškega Snežnika, so me presenetila nahajališča na videz enakih boksitov v zgornji kredi kot na Hrušici in v Nadrti. Verjetno je tudi na Snežniku boksit v plasti in ne v žepih. Raziskovalnih del tamkaj še ni bilo. Na 1. tabeli sta tudi dve analizi boksita z območja Loškega Snežnika.

Na jugozahodnem obrobju Erkinov, vzhodno od Kozine smo opazili na poti, ki vodi iz Slop v Brezovico, podobno rumenkastorjavo rudo kot na Hrušici in na Snežniku. Ta ruda je manj oolitna, po kemičnem sestavu pa je podobna boksitu na Hrušici in v Nadrti. Ker nismo mogli najti nadaljevanja izdankov ob poti, sklepamo, da je boksit tam v manjšem žepu. Takih žepov smo med Brezovico in Tubljami našli pozneje še več. Nekateri so prebivalci že izpraznili ter boksit odpeljali v Trst. Analiza št. 7 kaže, da je med slabimi in neuporabnimi boksiti mogoče najti tu in tam tudi prav dober boksit.

Vzorec, ki smo ga vzeli v bližini Brezovice, nam pokaže pod rudnim mikroskopom sledeče: Osnova je mestoma oolitna, vendar se to vidi le

**Ooliti boksiti v kredi na Primorskem**  
**On the Oölitic Bauxites in the Cretaceous of the Slovene Littoral**

1. sl.

Ooliti boksit; vzorec je bil vzet pri vходу v rov v Nadrti; povečava 57×, vzporedni nikoli; b = boksit, h = hematit.

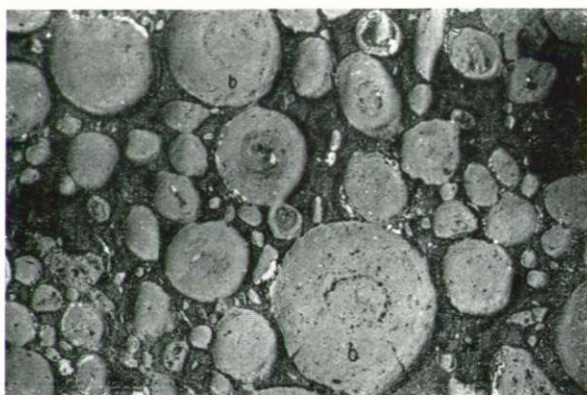


Fig. 1.

Oölitic bauxite; specimen taken at the entrance in the Nadrt-adit; enlarg. 57×, nicols parallel; b = bauxite, h = hematite.

2. sl.

Ooliti boksit; vzorec je bil vzet na poti v Zeleznih klancih; povečava 57×, vzporedni nikoli; b = boksit, h = hematit.



Fig. 2.

Oölitic bauxite; specimen taken on the path in Zeleznih klancih; enlarg. 57×, nicols parallel; h = hematite.

3. sl.

Ooliti boksit; vzorec je bil vzet na poti, ki vodi iz vasi Slope v Brezovico; povečava 57×, vzporedni nikoli; b = boksit, h = hematit, L = limonit.

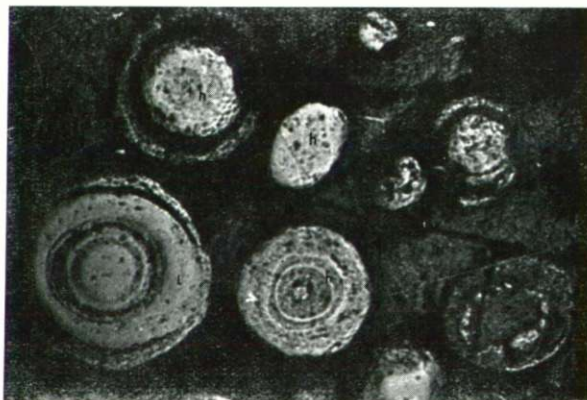


Fig. 3.

Oölitic bauxite; specimen taken on the way from the Slope village into Brezovica; enlarg. 57×, nicols parallel; b = bauxite, h = hematite, L = limonite.

pod navzkrižnimi nikoli. V njej leže nepravilni drobcji hematita, ki so zelo nazobčani. Hematit je zapolnil tudi razpoke v obliki 0,001 mm debelih žilic. Lokalno je razvit limonit (3. slika).

Boksitni žepi med Tubljami in Brezovico so v apnencu zgornje krede turonske stopnje, ki ponekod prehaja že delno v spodnji senon. Geološka formacija je torej ista kot na Hrušici in v Nadrti. Ker se apnenec turonske stopnje na robju Brkinov pokaže izpod terciarnih sedimentov le v ozki progi, ni mogoče videti boksitnih nahajališč na večji površini. Vsa nahajališča so na robu kozinskih skladov, pod katere vpadajo kredne plasti. Ni dvoma, da so pod kozinskimi plastmi še številna nahajališča boksita v kredi. Z vrtanjem bi jih verjetno težko odkrivali, ker se boksit v tem primeru pojavlja v žepih in ne v plasteh.

Med Brkini in Čičarijo je široka erozijska dolina, katere dno je iz krede cenomanske stopnje. Po sredi doline poteka os velike kredne antiklinala, katere teme je denudirano. V Čičariji se zato ponovno pokaže ozek pas krednih apnencev turonsko-senonske starosti, ki vpadajo pod terciarne sedimente. Ti zgornjekredni sedimenti so torej segali nekoč nepretrgano od današnjih Brkinov do Čičarije čez vmesno erozijsko dolino. Upravičeno sem pričakoval boksite tudi v Čičariji. Res sem jih našel v turonsko-senonskih sedimentih severno in severozahodno od Slavnika. Tvorijo plasti in imajo pretežno oolitno strukturo. Apnenci so nad plastjo boksita in tudi pod njo nekoliko oolitni ter postopoma postajajo rdečkastorjavi, dokler ne preidejo v pravi boksit. Pomembno je še to, da smo našli v bližini boksitne plasti brečaste apnence, podobne kot v Nadrti in na Hrušici. Boksitni žepi so v apnencih, ki niso brečasti. Kemične analize vzorcev so dale žal slab rezultat, vendar bi se našli v tem pasu verjetno tudi boljši boksiti. Plast je debela le nekaj centimetrov, žepi pa vsebujejo 50 do 100 m<sup>3</sup> boksita. Raziskovalnih del tudi tukaj še ni bilo.

Vzhodno od Lokve pri Divači so ob glavni cesti Divača—Lokev brečasti apnenci turonske in senonske starosti. Veživo v teh brečah je delno boksit. V brečastem apnencu so tudi žepi oolitnega boksita.

Končno sem se zanimal pri kartiranju okoli Sečovelj za boksite, ki leže tam pretežno v žepih, delno pa tudi v obliki leč med plastmi. Po barvi in strukturi so podobni doslej naštetim boksitom. Našel sem jih v svetlih apnencih zgornje krede. V tej kredi sem našel pokrovčke rudista *Meedella paronai* Wiontz., ki je značilen za zgornji turon ali spodnji senon. Ko sem pozneje dobil v roke italijansko specialko Carta geologica delle Tre Venezie, Trieste Fo. 53 A v merilu 1:100.000, sem videl, da ima na tem mestu označen senon.

Boksiti so pomembni zaradi svoje razširjenosti v stratigrafsko isti stopnji po vsej južni Primorski. Ta stratigrafska stopnja je zgornji turon ali spodnji senon; dokazana je pri vseh nahajališčih razen na Snežniku. Pa tudi na Snežniku sem ugotovil s pomočjo najdenih ostankov rudistov vsaj zgornjo kredo. Boksiti se povsod pojavljajo v zgornjem delu turonsko-senonske stopnje, ponekod že skoraj na meji terciara.

Oolitni boksiti leže povsod v istem horizontu. To nam govori, da so vladale v zgornji kredi na vsem območju južne Primorske enake paleo-

geografske razmere. Plast colitnih boksitov je nastala v kratkotrajnem plitvem morju. Breča v Nadrti, Trševju in v Čičariji, ki spremlja boksitno plast, kaže na manjšo regresijo morja v zgornji kredi pred glavno kredno regresijo.

Razširjenost colitnih boksitov nam pokaže približno razsežnost regresije.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

1. tabela — Table 1

**Kemične analize primorskih boksitov**  
**Chemical analysis of the bauxites in the Slovene Littoral**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	12.46	18.10	20.04	18.55	37.17	8.51	2.04	7.89	29.31	36.65	7.88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.99	9.70	19.73	16.56	10.50	13.78	15.20	14.81	6.28	4.01	16.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		60.05	48.07	47.53	36.98	60.03	65.59	61.44	56.62	40.66	58.75
TiO <sub>2</sub>	63.26	3.45		1.34	0.92	3.02	2.90	1.55	1.50	2.29	1.72
CaO	1.01	0.76	0.49	1.02	1.06	sled.	sled.	sled.	sled.	2.31	1.85
MgO	1.26			1.34	1.68	sled.	sled.	sled.	sled.	0.00	0.00
žaro- izguba	13.93	14.17	11.70	13.18	11.87	14.42	14.01	14.72	15.02	14.03	13.46
vlaga	1.60	1.59	1.50	1.24	2.69	0.80	0.92	1.19	1.66	1.15	1.10
sp. teža	2.86		3.11								

Nahajališča vzorcev:

1. Nadrt, pri vhodu v vpadnik
2. rov v Trševju
3. Železni klanci
4. Snežnik, pobočje zahodno od Tjure, SE nahajališče
5. Snežnik, pobočje zahodno od Tjure, NW nahajališče
6. na poti Slope—Brezovica, vzhodno od Kozine
7. nad potjo Slope—Brezovica, vzhodno od Kozine
8. severozahodni del Čičarije, severno od Slavnika
9. severozahodni del Čičarije, severovzhodno od Slavnika
10. jugozahodno od Sečovelj, severozahodno od vrha Markovec
11. jugozahodno od Sečovelj ob starem železniškem nasipu

Vzorče je analiziral ing. Miran Babšek v kemijskem laboratoriju Geološkega zavoda v Ljubljani.

## ON THE OÖLITIC BAUXITES IN THE CRETACEOUS OF THE SLOVENE LITTORAL

During recent explorations of the Cretaceous formation of the Slovene Littoral oölitic bauxite was found on Hrušica, on Loški Snežnik, at Kozina, at Sečovlje and in Čičarija. The yellowish brown ore occurs either in beds or pockets. The chemical composition is shown in Table 1. The significance of the ore lies in that it occurs in one and the same stratigraphic horizon i. e. the Tournon or the Upper Senonian, which ranges over a very wide area and belongs today to different tectonic units. The ore occurring on Hrušica and Čičarija is accompanied by calcareous breccias. Here also a gradual passage from oölitic limestones to oölitic bauxite can be observed. The existing conditions point to an intermediate regression succeeded by a transgression which must have affected the whole territory of the Slovene Littoral in the Tournon or the Upper Senonian. This temporary regression preceded the main regression in the Upper Cretaceous.

### LITERATURA

- D' Ambrosi, C., 1953, Carta geologica delle Tre Venezie, Trieste Fo. 53 A, 1:100.000.  
Kossmat, F., Geologische Karte 1:75.000 Adelsberg und Haidenschaft.  
Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur geologischen Karte Haidenschaft und Adelsberg.  
Lipold, M. V., Geologische Manuskriptkarte 1:75.000 Laas und Čabar.  
Piveteau, J., 1952, *Traité de Paléontologie*, Tome II, Paris.  
Wiontzek, H., 1934, Rudisten aus der oberen Kreide des mittleren Isonzgebietes. *Palaeontographica*, Band LXXX, Abt. A, Stuttgart.



## NAHAJALIŠČE KREDNE FAVNE JUGOZHODNO OD JELŠAN PRI ILIRSKI BISTRICI

Mario Pleničar

S 3 fotografijami v prilogi

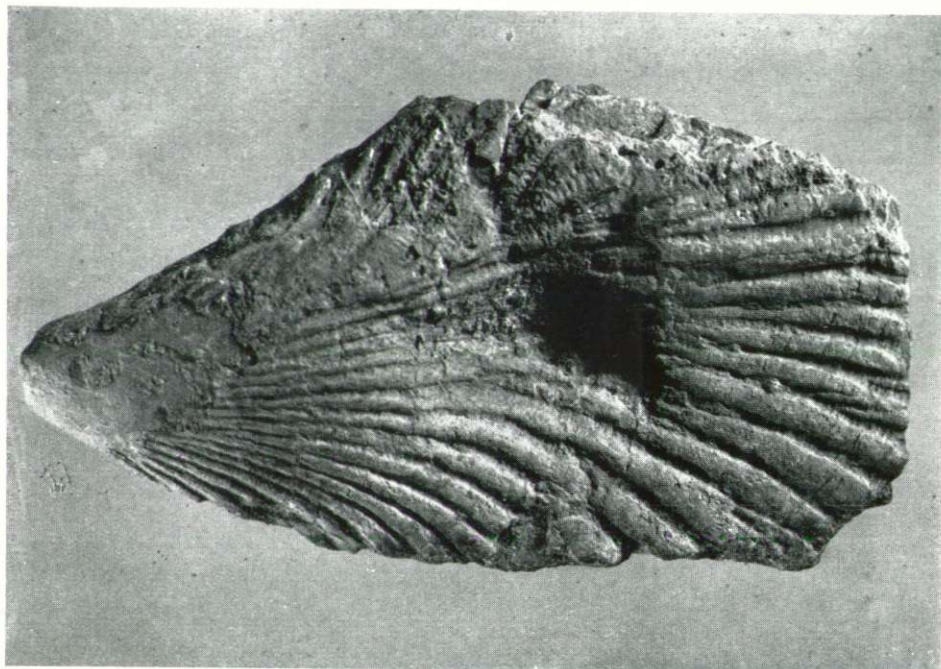
### Uvod

Jugožahodno od Jelšan pri Ilirski Bistrici, na severnem pobočju Gradine (561 m) se na robu reške sinklinale razteza med eocenskim flišem in krednim apnencem ožji pas breče. Očitno je, da gre za regresijsko bazalno brečo eocenskega fliša, ki se pojavlja še na nešteti drugih mestih na Primorskem pod flišem. Na tem mestu je breča sestavljena pretežno iz lupin školjk kredne starosti. Le v manjši meri so v njej slabo zaobljeni delci krednega, alveolinskega in numulitnega apnenca. Apnene lupine so zapolnjene s flišnim peščenjakom in peščenim laporjem, ki obenem vežeta brečo. Peščenega veziva je precej in v nekaterih delih celo prevladuje nad apnenimi kosi.

Zanimivo je že dejstvo, da meji tukaj eocenski fliš neposredno na kredo. Na vsem ostalem obrobju reške sinklinale prihaja na površino med eocenskim flišem in krednim apnencem še vsa serija eocenskih apnencev, ki leže pod flišem. Plast flišnega peščenjaka je pod Gradino zelo tanka, kar dokazujejo skale alveolinskega apnenca, ki gledajo izpod flišne odeje še precej daleč od roba krednega apnenca. Ta del obrobja reške sinklinale je torej ostal izjemno zaščiten pred erozijo, ki je razgalila ves ostali rob. Zato so se na tem mestu ohranile tudi prvotne sedimentacijske oblike, ki so nastale na meji eocenskega flišnega morja in krednega kopna. Južno od Jelšan je kredno kopno v tem času nedvomno obstajalo, sicer ne bi mogli imeti v eocenskem flišu krednih fosilov. Bazalno brečo eocenskega fliša sem imel priliko opaziti še na mnogih mestih vzdolž reške, vipavske in tržaško-pazinske sinklinale, toda nikjer ni bilo v njej krednih fosilov. Vedno so jo sestavljali le kosi alveolinskega ali numulitnega apnenca. Na vseh teh mestih je bila kredna obala ali daleč stran od roba morja ali pa je celo tam ni bilo, ker so jo eventualno prekrivali apnenoci starejšega terciara.

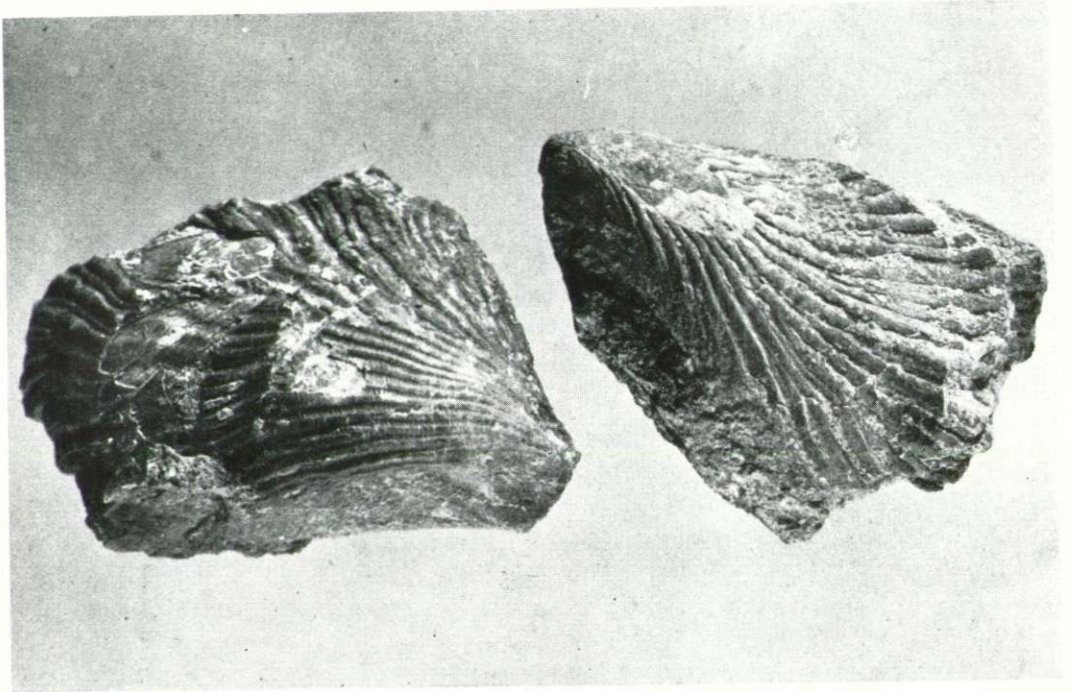
Med krednimi fosili nastopata samo dva rodova, in sicer *Chondrodonta* in *Requienia*. Primerki prvega so ohranjeni tako lepo, da so morali sedimenti s temi fosili ležati na morski obali, tako da so bili preneseni kvečjemu na minimalno razdaljo. Primerki drugega rodu so bolj zaobljeni, pa tudi bolj zdrobljeni, kar priča, da so bili naneseni iz nekoliko večje razdalje, ki pa verjetno ni presegala nekaj stotin metrov.

**Kredna favna pri Jelšanah**  
**Cretaceous fauna at Jelšane**



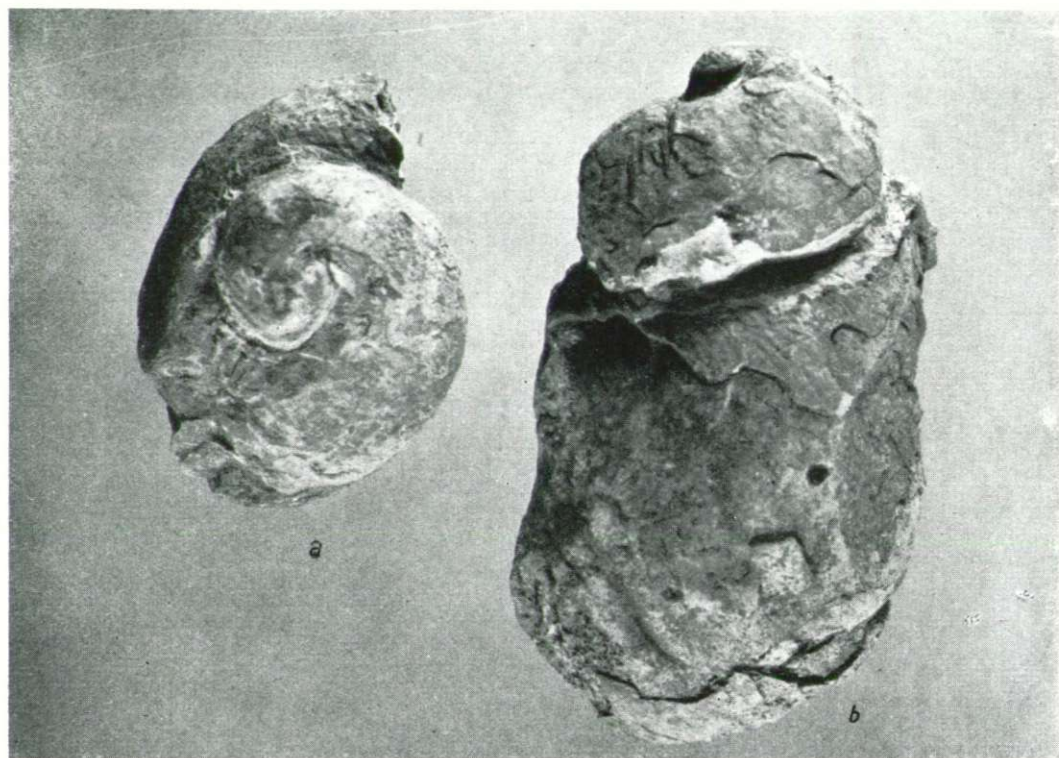
1. sl. **Chondrodonta munsoni Hill.**, velika oblika (naravna velikost)

Fig. 1. great form, natural size



2. sl. *Chondrodonta munsoni* Hill., mala oblika (naravna velikost)

Fig. 2. small form, natural size



3. sl. **Requienia cf. ammonia Goldf.** a) vrh leve lupine, pogled od zgoraj,  
b) leva lupina (vse v naravni velikosti)

Fig. 3. a) apex of the left shell, the view from the top, b) left shell  
(all in natural size)

Rod *Chondrodonta* se je pojavil v cenomanu in je trajal še v turonu, torej v zgornji kredi. Rod *Requienia* je znan samo v spodnji kredi, in sicer v baremu. Naše nahajališče v obalni breči torej priča, da so bili blizu morja zgornje in spodnje kredni sedimenti. Pri geološkem kartiranju sem ugotovil nad Jelšanami in Gradino zgornjo kredo, o dolomitiziranem apnencu pa sem domneval, da pripada spodnji kredi. Kredni sedimenti južno od Jelšan lahko predstavljajo kredno kopno, s katerega so bili nanesen fosili v flišno morje.

### Paleontološki del

Genus *Chondrodonta* Stanton 1901

*Chondrodonta munsoni* Hill.

1. in 2. slika

- 1893 *Ostrea munsoni* Hill., The invertebrate fossils of the caprina limestone beds (Proc. biol. soc. Washington, vol. VIII, pag. 105, pl. XII).
- 1894 *Ostrea* aff. *munsoni*, G. Böhm, Kreide in den Südalpen (Stuttgart, Paläontogr. XLI, pag. 96, Taf. VIII, 1—2).
- 1896 *Pinna ostreaeformis*, Fütterer, Karnische Voralpen (Pal. Abhandl., Jena VI, pag. 259, Taf. VI, 1—2).
- 1897 *Ostrea* aff. *munsoni*, G. Böhm, Kreide venet. Alpen (Berlin, Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 49. Bd., pag. 174, Taf. IV, 1—3; V, 2).
- 1899 *Ostrea* aff. *munsoni*, Oppenheim (Berlin, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., pag. 46).
- 1901 *Ostrea munsoni*, Schnarrenberger, Kreide Aquil. Abruzzen (Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. XI. Bd., pag. 196).
- 1901 *Ostrea* aff. *munsoni*, Redlich, Über Kreideversteinerungen aus der Umgebung von Görz und Pinguente (Wien, Jahrb. der k. k. geol. R. A., pag. 75).
- 1901 *Ostrea Joannae*, Kerner, Vorlage d. Kartenbl. Sebenico — Trau (Wien, Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A., Nr. 3, pag. 55).
- 1901 *Ostrea* aff. *munsoni*, Schubert, Geol. Aufbau. d. dalm. Küstengeb. (Wien, Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A., Nr. 16, pag. 330).
- 1902 *Ostrea (Chondrodonta) munsoni* Hill., Schubert, Bivalven des istrodalm. Rudistenkalkes (Wien, Jahrb. der k. k. geol. R.-A., pag. 270, Taf. XIII, 2).
- 1931 *Chondrodonta (Ostrea) Joannae* var. *munsoni* Hill., Protzen, Das Tertiärbecken von Gottschee (Kočevje) in Unterkrain und seine morphologische Bedeutung (Beograd, Vesnik Geol. instituta kraljevine Jugoslavije, pag. 78).

Našel sem štiri dobro ohranjene primerke, sedem slabo ohranjenih in mnogo odlomkov lupin. Ugotovil sem, da se pojavljata v tem nahajališču dve velikosti školjke rodu *Chondrodonta*. Večja oblika je visoka od vrha do roba 11 cm in dolga 6 cm, manjša oblika ima od vrha do roba lupine višino 6,5—7,5 cm in je dolga 3,5—5 cm. V nahajališču prevladuje manjše oblike, od večjih sem našel samo dva primerka.

Večja oblika ima obliko jezika in je precej ploščata, manjša oblika je trikotna in je nekoliko vzbočena. Pri obeh so rebra ostroroba in

v prečnem preseku pravokotna (ne trikotna). Od vrha proti robu lupine se enakomerno debelijo. Pri obeh oblikah se rebra cepijo v več reber, in sicer nekako od sredine lupine do roba. Pri večji obliki so rebra bolj debela, pri manjši zelo tanka, vendar se po številu približno ujemajo. Blizu vrha, ki je koničasto podaljšan in rahlo zavito, je zgoraj 20—22 močnejših reber.

Glavna razlika med obema oblikama je torej samo zunanji obris. Tudi vzbočenost pri manjši obliki bi se morala upoštevati kot poseben znak.

Če pregledamo literaturo, vidimo, da je školjki *Chondrodonta munsoni* Hill. podobna samo še *Chondrodonta joannae* Choff. Po Schubertu (1902, p. 272) je glavna razlika med obema vrstama v tem, da so rebra pri *Chondrodonta joannae* bolj debela, pri *Ch. munsoni* pa mnogo tanjša. Tudi Schubert govori o trikotnih oblikah in oblikah jezika. Po njegovem nikakor ne drži mnenje, da pripadajo vrsti *munsoni* trikotne oblike, vrsti *joannae* pa oblike jezika. Schubert je našel obe obliki pri vrsti, ki jo je določil za *Ch. munsoni*. Zelo pregledno je podal vse dosedanje značilnosti ene in druge vrste Protzen (1931, pag. 78). Primerke z ostrorobnimi rebri, ki se od vrha do roba debelijo in cepijo v več reber, prišteva k vrsti *Ch. joannae* var. *munsoni*. Za vrsto *Ch. joannae*-tip pa so po njegovem mnenju značilna simetrično razporejena rebra, ki so po vsej dolžini enakomerno debela. Res smo našli pri geološkem raziskovanju antiklinale pri Bujah primerke, ki ustrezajo tej zahtevi in jih štejemo k vrsti *Ch. joannae*.

#### Genus *Requienia* Matheron 1842

##### *Requienia* cf. *ammonia* Goldf.

##### 3. slika

V nahajališču je bilo še precej razbitih lupin. Vse so slabo ohranjene. Cele lupine sploh ni nobene. Večinoma so ohranjeni le polžasto zaviti fragmenti vrhov. Samo en primerek je nekoliko bolje ohranjen. To je kameno jedro, na katerem se še drže odlomki lupine. Na podlagi polžasto zavitih vrhov in na podlagi glavnega obrisa, ki ga kaže kameno jedro, sklepam, da gre za vrsto *Requienia* cf. *ammonia* Goldf.

Polžasto zaviti vrhovi pripadajo levi lupini. Ostankev desne lupine (pokrova) nisem našel. Primerek je za omenjeno vrsto nekoliko velik. Višina leve lupine od vrha do roba je 10 cm, širina pa znaša 5,5 cm.

Prava *R. ammonia* je manjša. Sicer so bili najdeni vmes tudi odlomki, ki kažejo, da so pripadali manjšim individuum. Vsekakor pa je nedvomno, da gre za genus *Requienia*, vrsta pa ni popolnoma jasna.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

## CRETACEOUS FAUNA AT JELŠANE NEAR ILIRSKA BISTRICA

The autor found a breccia on south east border of the Eocene flysch basin SW from Jelšane near Ilirska Bistrica. The breccia consists of fragments of Cretaceous and Eocene limestone and Cretaceous shells, and is cemented by sandy marl and flysch sandstone. It is underlain by Cretaceous limestone and belongs to Upper Eocene.

The Cretaceous shells belong to only two genera *Chondrodonta* and *Requienia*. They had been washed from an old shore into the Eocene sea; the shore consisted of different horizons of Cretaceous and Eocene limestone.

There are two forms of the genus of *Chondrodonta*. The great one (fig. 1) is flat and has the shape of a tongue, the small one (fig. 2) is a little bended and is of a triangular shape. With both forms the ribs are sharp edged, square (not triangular) in the cross section. They split in several ribs further on. According to Schubert (1902, p. 272), and Protzen (1931, p. 78) the autor ascribes both forms to the *Chondrodonta munsoni* Hill.

At the find spot there were several twisted shells among which no one was completely preserved. The author concludes that it is the species of *Requienia* cf. *ammonia* Goldf (fig. 3 a, b) notwithstanding the fact that the specimen in the picture is slightly too big for the species mentioned. He has found smaller specimens too, but they are not as well preserved as that one.

### LITERATURA

Poleg literature, ki je navedena pri *Ch. munsoni*, sem uporabljal še naslednjo literaturo:

Piveteau, J., 1952, *Traité de Paléontologie*, Tome II, pag. 329, Fig. 165, 172, Paris.



**Lepidocyclinen aus Zagorje und Tuhinjska dolina östlich von Kamnik  
(Slowenien)**

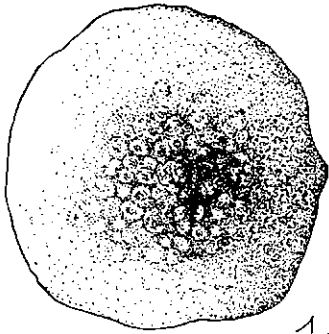
**Lepidocikline iz Zagorja in Tuhinjske doline**

T A F E L 1

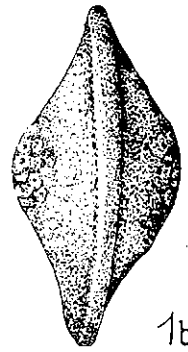
- Fig. 1 a, b — *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine et Douvillé); Fig. 1 a Oberansicht, Fig. 1 b Seitenansicht, marine Tone, Zagorje, Station 152.
- Fig. 2 — wie vor; Embryonalkammern und Nepiont mit 2 HAK und 3 NAK, Zagorje, Station 144 (Nr. 2043).
- Fig. 3 — wie vor; Nepiont mit 2 HAK und 5 NAK (Nr. 2040).
- Fig. 4 — *Eulepidina* sp. Embryonalkammern, marine Tone, Zagorje, Station 144 (Nr. 2041).
- Fig. 5 a, b — *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine et Douvillé); Fig. 5 a Oberansicht, Fig. 5 b Seitenansicht, Lithothamnienkalk Tuhinjska dolina (E Kamnik).
- Fig. 6 — wie vor, Embryonalkammern und Nepiont mit 2 HAK und 2 NAK (Nr. 2006).
- Fig. 7 — wie vor, Nepiont mit 2 HAK und 3 NAK (Nr. 2010).
- Fig. 8 — wie vor, Nepiont mit 2 HAK, 2 NAK und 1 AAK (Nr. 2007).
- Fig. 9 — wie vor, Nepiont mit 2 HAK und 4 NAK (Nr. 2008).
- Fig. 10 — wie vor, Nepiont mit 2 HAK und 6 NAK (Nr. 2009).
- Fig. 11 — wie vor, Nepiont mit 2 HAK und 6 NAK (Nr. 2011).

T A B L A 1

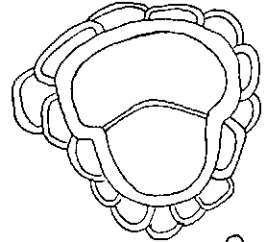
1. a, b slika — *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine et Douvillé). 1. a slika: pogled od zgoraj; 1. b slika: pogled od strani. Nahajališče 152 v morski slivici v Zagorju.
2. slika — isto; embrionalni kamrici in nepiont z 2 glavnima in 3 stranskimi auksiliarnimi kamricami. Nahajališče 144 v Zagorju.
3. slika — isto; nepiont z 2 glavnima in 5 stranskimi auksiliarnimi kamricami.
4. slika — *Eulepidina* sp. Embrionalni kamrici. Nahajališče 144 v morski slivici v Zagorju.
5. a, b slika — *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine et Douvillé). 5. a slika: pogled od zgoraj; 5. b slika: pogled od strani. Nahajališče v litotamniskem apnencu v Tuhinjski dolini.
6. slika — isto; embrionalni kamrici in nepiont z 2 glavnima in 2 stranskimi auksiliarnimi kamricami.
7. slika — isto; nepiont z 2 glavnima in 3 stranskimi auksiliarnimi kamricami.
8. slika — isto; nepiont z 2 glavnima, 2 stranskimi in 1 aksesorno auksiliarno kamrico.
9. slika — isto; nepiont z 2 glavnima in 4 stranskimi auksiliarnimi kamricami.
10. slika — isto; nepiont z 2 glavnima in 6 stranskimi auksiliarnimi kamricami.
11. slika — isto; nepiont z 2 glavnima in 6 stranskimi auksiliarnimi kamricami.



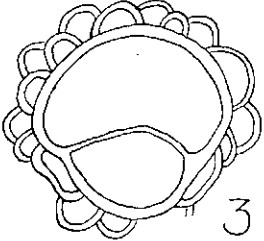
1a



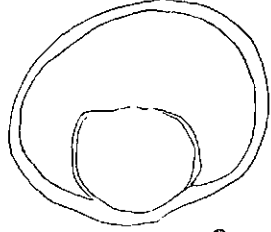
1b



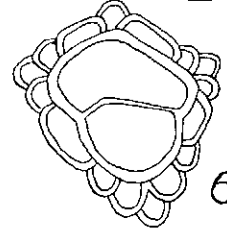
2



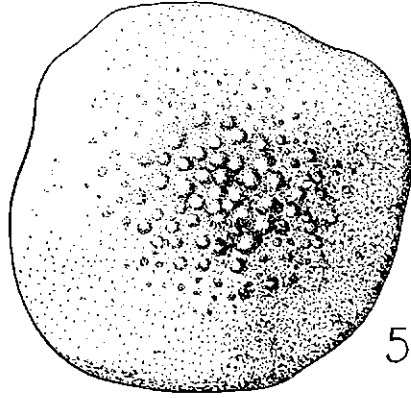
3



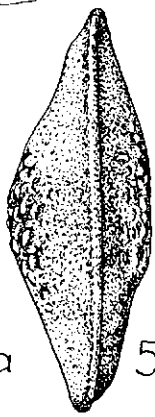
4



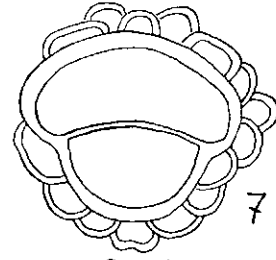
6



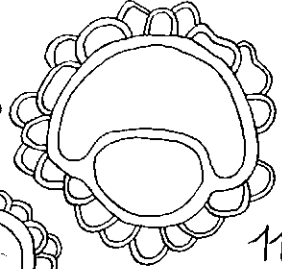
5a



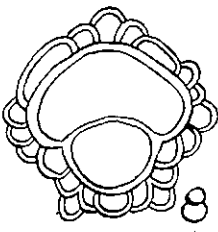
5b



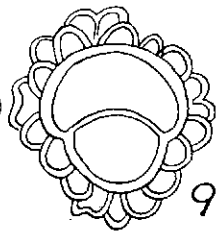
7



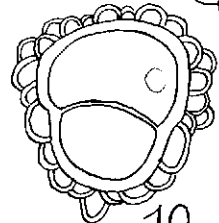
11



8



9



10

0 1  
 Millimeter  
 Vergr. Fig. 1a,b und 5a,b  
 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5  
 Millimeter  
 Vergr. Fig. 2-4 und 6-11.

# LEPIDOCYCLINEN AUS ZAGORJE UND TUHINJSKA DOLINA ÖSTLICH VON KAMNIK (SLOWENIEN)

von A. Papp.

Paläontologisches Institut der Universität Wien

## Vorwort

In vorliegender Studie sollen weitere Großforaminiferen beschrieben werden, welche von Herrn D. Kuščer aufgefunden wurden. Diesen Foraminiferen kommt dadurch eine gewisse Bedeutung zu, weil sie aus den gleichen Tonen stammen, etwa 50 m über dem »Hangendmergel« der Sotzka Schichten bei Zagorje (Sagor), aus welchen bereits die Mio-gypsinen (Papp, 1954) beschrieben wurden. Durch Bearbeitung weiteren stratigraphisch wertvollen Materials war zu erwarten, daß die Altersstellung der Fundschichten schärfer zu präzisieren sein würde. Außerdem stand weiteres schönes Material aus Tuhinjska dolina zur Verfügung.

Für die Erlaubnis das hier angeführte Material bearbeiten zu dürfen, möchte der Verfasser Herrn D. Kuščer auch an dieser Stelle herzlich danken.

## Vorkommen und Erhaltung

Die Lepidocyclinen aus Zagorje stammen aus den Proben des Querschlages von Meter 495 und 455 (Probennummer 144 und 152 nach D. Kuščer) aus blaugrauen Tonen etwa 50 m über dem Hangendmergel der Sotzka Schichten. Von Probe 144 lagen insgesamt 14, von Probe 152 15 Exemplare vor. Das Material war stark verkiest. Durch die Fossilisation wurden die Pfeiler etwas stärker resorbiert wodurch die Zwischenwände erhaben hervortreten. Zahlreiche Exemplare zeigten eine starke seitliche Pressung wodurch die Embryonalkammern im Zentrum verzerrt sind. Derartige Exemplare waren für eine spezifische Bestimmung ungeeignet. In anderen Fällen waren die Kammern im Nepiont nur unvollständig auskristallisiert, weshalb nur relativ wenige Anschliffe die Form der Auxiliarkammern zeigten.

Das Material aus Tuhinjska dolina stammt aus einem Aufschluß an einem Weg im Norden der Ortschaft Buč. Die Großforaminiferen fanden sich in Kalkmergeln, die Lithothamnienkalken zwischen gelagert waren. Durch Schlämmen waren die Foraminiferen relativ leicht zu isolieren. Sie waren durch Calcit voll auskristallisiert. Die Embryonalkammern und der Nepiont wurden durch Dünnschliffe sichtbar gemacht.

Anschließend mögen noch einige Bemerkungen über den Bauplan von Lepidocyclinen und die Bezeichnungsweise einiger Merkmale folgen. Lepidocyclinen sind linsenförmige, zyklisch gebaute, Großforaminiferen. Im senkrechten Schnitt wird die Medianschichte mit den Mediankammern getroffen, oberhalb und unterhalb davon befinden sich Lateralpartien mit einem Gefüge von Pfeilern und Lateralkammern. Die Pfeiler sind im Zentrum der Lateralpartien massiver als am Rande.

Der waagrechte Schnitt, für die taxonomische Beurteilung von besonderem Interesse, wird durch die Mitte der Medianschichte geführt. In ihrem Zentrum befinden sich die Embryonalkammern mit einer kleineren 1. Initialkammer = Protoconch, darüber liegt die meist größere 2. Initialkammer = Deuteroconch. Der innerste Kranz von Mediankammern die dem Protoconch oder Deuteroconch anliegen wird als Nepiont bezeichnet. Im Nepiont werden Auxiliarkammern unterschieden, sie haben durch einen Stolo direkte Verbindung zu den Embryonalkammern. Hauptauxiliarkammern = HAK liegen sowohl dem Protoconch wie dem Deuteroconch, Nebenauxiliarkammern — NAK nur dem Deuteroconch, accessorische Auxiliarkammern = AAK nur dem Protoconch an. Auxiliarkammern sind durch ihre symmetrische Gestalt oder bedeutendere Größe von den Interauxiliarkammern zu unterscheiden.

### Beschreibung der Lepidocyclinen

#### A. Material aus Zagorje

Das Material aus den Stationen 144 und 152 ist gleichartig, weshalb es im Folgenden nicht getrennt beschrieben wird. Der Durchmesser der Gehäuse beträgt 2,0 bis 3,5 mm, die Dicke 1,2 bis 1,4 mm (Durchmesser eines charakteristischen Exemplares Taf. 1, Fig. 1a, b: 3,0 mm, Dicke 1,35 mm). Die Außenseite zeigt in dem am stärksten erhobenen zentralen Teil (Umbo) grubchenartige Vertiefungen von einem Durchmesser von  $\pm 0,2$  mm, getrennt durch schmale wenig erhobene Leisten. Gegen die Peripherie nimmt die Skulptur ab.

Der Medianschnitt zeigt bei einem Exemplar den Protoconch und Deuteroconch mit 2 Haupt- und 3 Nebenauxiliarkammern (Taf. 1, Fig. 2). In einem anderen Schliff 2 Haupt- und 5 Nebenauxiliarkammern am Deuteroconch (Taf. 1, Fig. 3).

Bei 10 weiteren Schliffen war ein Exemplar mit 2 Haupt- und 2 Nebenauxiliarkammern zu beobachten, bei 3 Exemplaren war die Form der Embryonalkammern ähnlich jenen von Taf. 1, Fig. 2, bei 6 Exemplaren war die Embryonalkammer stark verzerrt bzw. die Zentralpartie des Gehäuses umkristallisiert.

Ein Schnitt war gegenüber den bereits beschriebenen abweichend. Der Protoconch wurde fast allseitig vom Deuteroconch umfaßt, der Nepiont war leider nicht mit der gewünschten Deutlichkeit zu erkennen (Taf. 1, Fig. 4).

## B. Material aus Tuhinjska dolina

Das an sich geringe Material aus Zagorje ließ zwei Typen innerhalb der Lepidocyclinen (Taf. 1, Fig. 2 und 3) erkennen; es war nun von einigem Interesse, an einem reicheren Vorkommen die Variabilität der Kammern im Nepiont zu beobachten. Aus diesem Grunde stellt das hier geschilderte Material eine organische Ergänzung dar.

Der Durchmesser der Gehäuse beträgt 3,0 bis 5,0 mm, ihre Dicke 1,0 bis 1,4 mm. Sie sind im Umbo erhoben, wo sich die Pfeiler mit mehr oder weniger rundlichen Umrissen abzeichnen. Die Pfeiler können am gleichen Exemplar auf der Oberseite deutlicher, auf der Gegenseite weniger deutlich in Erscheinung treten. Nach dem Medianschliff handelt es sich bei der geschilderten Form um megalosphärische Exemplare (Taf. 1, Fig. 5 a, b).

Mikrosphärische Exemplare sind seltener. Sie haben einen Durchmesser von 6,0 bis 9,0 mm. Ihre Randpartie ist dünn und meist zackig ausgebrochen. Der Umbo ist weniger deutlich erhoben, die Pfeiler erscheinen von der Außenseite ebenfalls undeutlicher.

Die Variabilität der Schalenform und Skulptur ist relativ groß, doch läßt sie sich nach unseren Beobachtungen, da Ober- und Unterseite bereits beachtliche Abweichungen zeigen können, für taxonomische Belange nicht auswerten.

Der mediane Schnitt zeigt bei mikrosphärischen Exemplaren eine sehr kleine Initialkammer, darüber eine symmetrische Auxiliarkammer und eine Serie von spiral gereihten Mediankammern, die dann den Charakter typischer Mediankammern annehmen.

Megalosphärische Exemplare zeigen im wagrechten Schnitt Formen mit verschiedener Form des Deuteroconchs und einer größeren Variabilität der Auxiliarkammern. Zu beobachten waren:

- 2 HAK, 2 NAK -- 1 Exemplar
- 2 HAK, 2 große NAK — 1 Exemplar (Taf. 1, Fig. 6)
- 2 HAK, 3 NAK -- 3 Exemplare (Taf. 1, Fig. 7)
- 2 HAK, 2 NAK (eine AAK am Protoconch) — 1 Exemplar (Taf. 1, Fig. 8)
- 2 HAK, 4 NAK -- 4 Exemplare (Taf. 1, Fig. 9)
- 2 HAK, 6 NAK — 3 Exemplare (Taf. 1, Fig. 10, 11)

Bei Exemplar Taf. 1, Fig. 11 ist der Deuteroconch bedeutend größer als der Protoconch obwohl beide, die relativ hohe Anzahl von 8 Auxiliarkammern zeigen. Wir können daraus schließen, daß die Größe des Deuteroconch nicht im gleichen Verhältnis wie die Zahl der Nebenauxiliarkammern zunehmen muß.

Bei einigen Exemplaren sind Nebenauxiliarkammern relativ groß und ausgedehnt. Derartige Auxiliarkammern besitzen, ähnlich wie bei Orbitoides und Lepidorbitoides, 2 Stolonen, es sind also 2 benachbarte Nebenauxiliarkammern, bei welchen keine Trennungswand gebildet wurde. Eine Entscheidung, welche von derartigen Nebenauxiliarkammern tatsäch-

lich 2 Stolonen besitzt, ist nur in Fällen günstiger Fossilisation möglich. Stolonen der Auxiliarkammern ebenso wie jene der Mediamkammern waren an dem Material von Tuhinjska dolina nicht erhalten.

Die große Variabilität der Auxiliarkammern im Material von Tuhinjska dolina zeigt, daß die Exemplare von Zagorje (mit Ausnahme von Taf. 1, Fig. 4) zwanglos in die Variationsbreite einzuordnen sind.

### Systematische und stratigraphische Stellung

Die systematische Gruppierung der *Lepidocyclinen* wurde, je nach dem Merkmal dem für eine Artdefinition der Vorzug gegeben wurde, verschieden vorgenommen. Wir beobachten Unterschiede in der Skulptur bei dem Material aus Zagorje und jenem aus Tuhinjska dolina. Diese Unterschiede dürften jedoch zum Teil durch die Fossilisation bedingt sein, sie können aber auch schon im Vorkommen ihre Ursache haben. In Tonen sind die Skulpturen an Kalkschalen oft zarter, die Gehäuse selbst kleiner und dünnschaliger, als in küstennaher Fazies mit Grobsanden und Lithothamnienkalk.

Für die systematische Beurteilung sind die Formen der Embryonalkammern und die Verhältnisse im Nepiont von größerer Bedeutung. Die Taf. 1, Fig. 4 dargestellten Embryonalkammern sind für Angehörige der Gattung *Eulepidina* typisch. Eine Zuordnung zu einer bestimmten Art kann im vorliegenden Fall nicht mit Sicherheit erfolgen. *Eulepidina* wird aus dem Oligozän angegeben.

Die aus Zagorje und Tuhinjska dolina geschilderten Embryonalkammern decken sich in der Form weitgehend mit der Variabilität die Brönnimann 1940, S. 48 von *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine u. Douvillé) schilderte. Diese Art zeigt auch die große Variabilität der Auxiliarkammern, die mit der von uns beobachteten übereinstimmt.

Die stratigraphische Verbreitung von *Lepidocyclina tournoueri* wird bei Renz u. Küpper 1946 im »Stampien« (= Rupel und Chatt) angegeben. Nach C. W. Drooger (freundliche Mitteilung) fehlt *Lepidocyclina (N.) tournoueri* in dem Typusprofil des Aquitaniums, sie ist in der Liegendserie dagegen häufig, die man als Ober-Oligozän bzw. Katt oder oberes Stampien bezeichnen kann.

Aus Zagorje wurden bereits die Miogypsinen beschrieben (Papp, 1954). Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse der Evolution der Miogypsinen würde ein Vorkommen von Typen der Spezialisationshöhe von *Miogypsina (Miogypsinoidea) formosensis* Yabe u. Hanzawa ebenfalls im Schichtglied zwischen Aquitan und Mitteloligozän (Rupel) zu erwarten sein. Dies würde eine genauere Altersdefinition der Vorkommen von Zagorje und Tuhinjska dolina ermöglichen. Bei Bearbeitung der Miogypsinen (Papp, 1954) wählte der Verfasser die Bezeichnung »prä-aquitantisches Alter«. Sie wäre demnach durch die untere Begrenzung »post — Mitteloligozän« zu ergänzen. Für diese Zeitspanne steht allgemein die Bezeichnung »Katt« im Gebrauch.

*Lepidocyclinen* wurden erstmalig aus Slowenien durch Schubert 1908 von Briše bei Kamnik (Stein) erwähnt. Diese Vorkommen konnten

jedoch, nach Mitteilung von D. Kuščer und L. Rijavec noch nicht wiedergefunden werden. Von Schubert wurden kleine Nummuliten, Lepidocyclinen und Miogypsinen erwähnt, wobei auf ein aquitanisches Alter der Fauna geschlossen wird. Da eine Überprüfung der von Schubert gegebenen Hinweise zur Zeit nicht möglich ist (auffällig wäre z. B. das Vorkommen kleiner Nummuliten im Aquitanium Europas) so möge vorerst nur die Altersbestimmung in Frage gestellt werden.

### Zusammenfassung

In vorliegender Studie werden Lepidocyclinen aus Zagorje und Tuhinjska dolina beschrieben. Sie wurden als *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* (Lemoine et Douvillé) und als *Eulepidina sp.* bestimmt.

Gemeinsam mit dem Vorkommen von *Miogypsina (Miogypsinoidea)* cf. *formosensis* Yabe u. Hanzawa wird die Altersbestimmung der Fundschichten als Katt präzisiert.

## LEPIDOCIKLINE IZ ZAGORJA IN TUHINJSKE DOLINE

### Uvod

Razprava je nadaljevanje študije o velikih foraminiferah, objavljene v 2. knjigi naše revije (Papp, 1954). Lepidocikline je našel docent Kuščer v glini v istem prečniku zagorskega premogovnika — okrog 50 m nad soteškimi lapornatimi plastmi — kakor miogipsine. Iz vzorca št. 144 je dobil avtor 14, iz vzorca št. 152 pa 15 primerkov. Material je močno silificiran. Nekateri primerki za določitev niso bili uporabni, ker so od strani močno sploščeni, zaradi česar so embrionalne kamrice stisnjene. V drugih primerih kamrice v nepiontu niso popolnoma zapolnjene, tako da je le na nekaterih obrusih vidna oblika auksiliarnih kamric.

Avtor je obdelal tudi material, ki ga je nabral v apnenem laporju med plastmi litotamnjskega apnenca v Tuhinjski dolini, in sicer v golici ob poti severno od kraja Buč. Iz apnenega laporja je bilo sorazmerno lahko izprati velike foraminifere, ki so popolnoma kalcitizirane. Embriionalno kamrico in nepiont je bilo možno lepo opazovati na zbruskah.

Lepidocikline so lečaste, ciklično grajene velike foraminifere. Navpični preseki poteka skozi mediane plasti z medianimi kamricami. V lateralnih delih zgoraj in spodaj pa se nahajajo stebrički in lateralne kamrice. Stebrički so v sredini lateralnih delov masivnejši kakor na robu.

Vodoravni preseki, ki je za taksonomično določitev posebno važni, poteka skozi sredino medianih plasti. V njegovem središču sta embrionalni kamrici — manjša, prva inicialna kamrica (protokonh) in nad njo večja, druga inicialna kamrica (deuterokeh). Notranji venec medianih kamric, ki se naslanja na protokonh ali deuterokeh, imenujemo nepiont. V nepiontu razlikujemo auksiliarne kamrice, ki so s stolonom neposredno zvezane z embrionalnimi kamricami. Glavne auksiliarne kamrice leže ob protokonhu kakor tudi ob deuterokeh, stranske auksiliarne kamrice



le ob deuterokonhu, akcesorne auksiliarne kamrice pa le ob protokonhu. Auksiliarne kamrice so simetrične in večje ter se tako ločijo od vmesnih auksiliarnih kamric.

### Opis lepidociklin

#### A. Material iz Zagorja

Material obeh vzorcev št. 144 in 152 je enak, zato ga avtor skupno opisuje. Premer hišic znaša 2,0 do 3,5 mm, debelina 1,2 do 1,4 mm (premer značilnega primerka 1. a, b slika je 3,00 mm, debelina 1,35 mm). Na zunanji strani vidimo na centralnem, najbolj vzbočenem delu (umbo) jamičaste vdolbinice premera  $\pm 0,2$  mm, ki jih ločijo ozke, nekoliko vzbočene letvice. Mediani presek primerka na 2. sliki kaže protokonh in deuterokonh z 2 glavnima in s 3 stranskimi auksiliarnimi kamricami. Na drugem preseku (3. slika) pa vidimo 2 glavni in 5 stranskih auksiliarnih kamric ob deuterokonhu.

Od nadaljnjih 10 primerkov je avtor opazoval pri enem 2 glavni in 2 stranski auksiliarni kamrici, pri treh je bila oblika embrionalnih kamric podobna kot na 2. sliki, pri šestih je embrionalna kamrica zelo spačena, oziroma je centralni del hišice prekrystaliziran.

Presek na 4. sliki se razlikuje od doslej opisanih: protokonh je krog in krog obdan z deuterokonhom, nepionta pa žal ni bilo možno zadosti razločno opazovati.

#### B. Material iz Tuhinjske doline

Material iz Zagorja vsebuje le dve značilni obliki lepidociklin (2. in 3. slika). Pri foraminiferah iz Tuhinjske doline pa je avtor opazoval večjo variabilnost kamric v nepiontu.

Premer hišic znaša 3,0 do 5,0 mm, debelina 1,0 do 1,4 mm. Na vzbočenem umbu hišic opazujemo okroglaste obrise stebričkov, ki so pri istem primerku na zgornji strani navadno bolj izraziti kakor na spodnji. Na podlagi značilnosti medianega preseka avtor sodi, da gre pri opisanih primerkih za megalosferične oblike (5. a, b slika).

Mikrosferične oblike so redkejšje. Premer njihovih hišic znaša 6,0 do 9,0 mm. Obrobni del hišic je tanek in zobčast. Umbo je manj vzbočen in obrisi stebričkov na zunanji površini so tudi manj izraziti.

Variabilnost v obliki in skulpturi hišic je sorazmerno velika. Toda po avtorjevih opazovanjih je ni možno uporabiti pri taksonomičnih določitvah.

Mediani presek kaže pri mikrosferičnih oblikah zelo majhno inicialno kamrico, nad njo pa simetrično auksiliarno kamrico in serijo spiralno razvrščenih medianih kamric, ki dobe potem značaj tipičnih medianih kamric.

Megalosferični primerki kažejo na vodoravnem preseku različne oblike deuterokona in večjo variabilnost auksiliarnih kamric. Avtor je opazoval:

- 2 glavni in 2 stranski auksiliarni kamrici pri 1 primerku;
- 2 glavni in 2 veliki stranski auks. kamrici pri 1 primerku (6. slika);

2 glavni in 3 stranske auks. kamrice pri 3 primerkih (7. slika);  
2 glavni in 2 stranski auks. kamrici (1 akcesorno ob protokonhu) pri 1 primerku (8. slika);

2 glavni in 4 stranske auks. kamrice pri 4 primerkih (9. slika);  
2 glavni in 6 stranskih auks. kamric pri 3 primerkih (10., 11. slika).

Pri primerku na 11. sliki je deuterokonh pomembno večji kot protokonh, čeprav kažeta oba sorazmerno precej auksiliarnih kamric, in sicer 8. Iz tega sklepamo, da velikost deuterokona ne raste v sorazmerju s številom stranskih auksiliarnih kamric.

Pri nekaterih primerkih so stranske auksiliarne kamrice sorazmerno velike in razpotegnjene. Takšne auksiliarne kamrice imajo 2 stolona; gre torej za dve sosednji stranski auksiliarni kamrici, pri katerih se vmesna stena ni izoblikovala. Le v primerih ugodne fosilizacije je možno ugotoviti, katera od teh stranskih auksiliarnih kamric ima v resnici 2 stolona. Pri materialu iz Tuhinjske doline stoloni auksiliarnih in medianih kamric niso ohranjeni.

Velika variabilnost auksiliarnih kamric pri materialu iz Tuhinjske doline kaže, da moramo zagorske oblike z izjemo primerka na 4. sliki uvrstiti v variacijsko širino.

### Sistematska in stratigrafska opredelitev

Za sistematsko opredelitev so največjega pomena oblike embrionalnih kamric in razmere v nepiontu. Embrionalne kamrice, ki jih kaže 4. slika, so značilne za pripadnike rodu *Eulepidina*. Vrste avtor ni mogel z gotovostjo določiti. *Eulepidina* navajajo v oligocenu.

Embrionalne kamrice primerkov iz Zagorja in Tuhinjske doline po obliki dobro ustrezajo variabilnosti, ki jo je opisal Brönnimann (1940, str. 48) pri vrsti *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* Lemoine in Douvillé.

Stratigrafsko uvrščata Renz in Küpper (1946) vrsto *Lepidocyclina tournoueri* v »stampien« (= rupel in kat). Po Droogerju manjka ta vrsta v akvitanu; v talmini akvitana, ki jo označujemo kot zgornji oligocen oziroma kat ali zgornji »stampien«, pa je, nasprotno, pogostna.

V razpravi o miogipsinah (Papp, 1954) je avtor stratigrafsko opredelitev označil kot »preakvitan«. Na podlagi preiskanih lepidociklin in miogipsin sedaj točneje precizira starost ustreznih plastí in jih uvršča v kat.

### SCHRIFTTUM

Brönnimann, P., 1940: Über die tertiären Orbitoididen und die Miogypsiniden von NW Marokko. Schweiz. Pal. Abh. 63, Basel.

Papp, A., 1954: Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje. Geologija — Razprave in poročila, 2, Ljubljana.

Renz, O. u. Küpper, H., 1946: Über morphogenetische Untersuchungen an Großforaminiferen. Eclog. Geol. Helvetiae, 39, Basel.

Schubert, R. J., 1908: Beiträge zu einer natürlicheren Systematik der Foraminiferen. N. Jb., Beilage — Bd. 25, Stuttgart.

## TRIADNI CEPHALOPODI IZPOD PECE

Ljubo Žlebnik

Z 2 fotografijama v prilogi

Pri geološkem kartiranju okoli Pece na Koroškem sta zbrala ing. Boris Berce in ing. Milan Hamrla v temnosivem triadnem apnencu precej fosilnega materiala, med njim tudi nekaj odlomkov hišic cephalopodov. Okamenine so slabo ohranjene, tako da v večini primerov ni bilo mogoče določiti vrste, v nekaterih pa niti rodu. Vsi primerki so z istega mesta, ki se nahaja na južnem pobočju Pece, 500 m severovzhodno od kmetije Končnik.

Zastopane so naslednje vrste:

*Ceratites trinodosus* Mojs.

*Ceratites* sp. ind.

*Ptychites* sp. ind.

*Sturia* sp. ind.

*Nautilus* sp. ind.

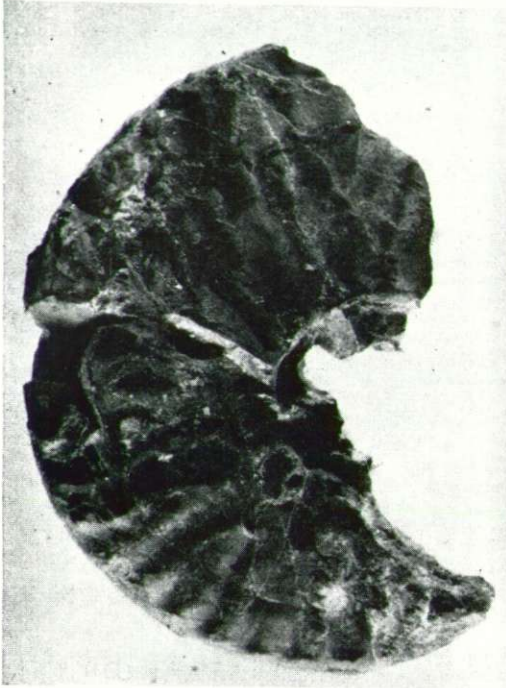
Genus: *Ceratites* de Haan

*Ceratites trinodosus* Mojs.

- 1882 *Ceratites trinodosus* E. v. Mojsisovíc: Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz p. 29 Taf. VIII. Fig. 5, 6, 7, 9.
- 1888 *Ceratites trinodosus* Fr. v. Hauer. Die Cephalopoden der bosnischen Muschelkalkes von Hag Bulog bei Sarajevo. L. c. pag. 26.
- 1896 *Ceratites trinodosus* Fr. v. Hauer. Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien II. L. c. pag. 252.
- 1896 *Ceratites binodosus* G. v. Arthaber. Die Cephalopodenfauna der Reiflinger Kalke. L. c. pag. 197, Taf. IV. Fig. 3 a, b, c, Taf. XXIII (XI) Fig. 1.
- 1914 *Ceratites trinodosus* R. Kraus. Cephalopodi ljuštarnog vapnenca kraj Gacka u Hercegovini. Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini. Sarajevo 1914, p. 507.

Najbolje sta ohranjena dva primerka, ki pripadata vrsti *Ceratites trinodosus* Mojs. Žal sta to le odlomka zadnjega zavoja, vendar sem ju lahko določil, saj je lobna črta prav lepo razkrita. Razumljivo je, da na podlagi teh odlomkov ni mogoče podati točnih dimenzij fosilov, skušal pa sem rekonstruirati vsaj glavne. Premer doseže pri prvem primerku

Triadni cephalopodi izpod Pece  
Triassic Cephalopods from Peca



1. sl. — Fig. 1.

*Ceratites trinodosus* Mojs.  
Jedro iz temnosivega apnenca na južnem pobočju Pece. 2 × povečano.  
Core of dark grey limestone on the southern slope of Peca-Mountain. 2 × enlarg.



2. sl. — Fig. 2.

*Ceratites trinodosus* Mojs.  
Odlomek kamenega jedra iz temnosivega apnenca na južnem pobočju Pece. 2 × povečano.  
Fragment of core of dark grey limestone on the southern slope of Peca-Mountain. 2 × enlarg.



3. sl. — Fig. 3.

*Ceratites trinodosus* Mojs.  
Lobna črta primerka na 1. sliki v naravni velikosti.  
Lobal line of the specimen of 1st fig. in natural size.

okrog 55 mm, pri drugem pa približno 47 mm, višina zadnjega zavoja pri prvem 23 mm, pri drugem 18,5 mm, širina pa (od rebra do rebra) pri prvem 14 mm, pri drugem 11,5 mm. Širina popka je pri prvem primerku okrog 15 mm, pri drugem popek ni ohranjen. Sicer pa je, kot sem razbral iz Mojsisoviczeve razprave »Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz«, velikost posameznih primerkov zelo različna. Eksterni del zavoja je gladek, brez reber ali vozlov, le greben je prav lahko izražen, posebno pri drugem, manjšem primerku. V tem je precej podoben vrsti *Ceratites elegans* Mojs., vendar je po drugi strani širina zavoja našega primerka precej manjša, kot ustreza tej vrsti. Na lateralni strani zavoja imamo glavna rebra, ki segajo od popka do eksternega dela zavoja in imajo po tri vozle (trne). Vmes imamo še drugotna rebra, ki segajo približno od sredine boka do eksternega dela in imajo tu en vozle. Pripomniti moram, da so vozli na robu popka, posebno na prvem, večjem primerku, slabše izraženi, tako da na prvi pogled dobimo vtis, kot da jih sploh ni. Razen tega moram navesti še eno značilnost, po kateri se loči *Ceratites trinodosus* od ostalih vrst. Število lateralnih vozlov pri vrsti *C. trinodosus* je namreč za polovico manjše kot število vozlov na eksterne delu, razen tega je število vozlov na robu popka enako številu lateralnih vozlov. Tako razporeditev vozlov posebno lepo vidimo pri manjšem primerku, malo slabše pa pri večjem.

Rebra so radialna, v eksterne delu rahlo, komaj opazno upognjena naprej.

Lobna črta je tipična ceratitna z globokimi, nazobčanimi lobi. Od eksterne delu do popka se razvrste eksterni lobus, lateralni, ki je najgloblji, ter dva sukcesivna (auksiliarna) loba.

#### *Ceratites* sp. ind.

Razen opisanih, razmeroma dobro ohranjenih primerkov, imamo še nekaj odlomkov precej slabše ohranjenih amonitov, ki vsaj po zunanem videzu sodeč pripadajo rodu *Ceratites*. Kaj natančnejšega pa ni mogoče reči, ker so preslabo ohranjeni.

#### Genus: *Sturia* Mojs.

#### *Sturia* sp. ind.

Na razpolago sem imel le del odtisa lupine. Po značilnih spiralnih rebrih in po komplicirani amonitni lobni črti, ki pa je razkrita le v fragmentih, sklepam, da gre v tem primeru za rod *Sturia*. Vrste seveda samo na podlagi tega ni mogoče določiti, kajti ohranjen ni niti popek, niti ni bilo mogoče vsaj približno rekonstruirati dimenzij. Gotovo je le to, da je primerek precej velik, tako da se v tem oziru najbolj približuje vrsti *Sturia sansovinii* Mojs. Razen tega pa ustreza tej vrsti tudi medsebojna oddaljenost reber kakor tudi oblika reber. Na podlagi vseh teh dejstev lahko trdim, da gre v našem primeru za rod *Sturia*, ne pa morda za rodova *Cladiscites* ali *Procladiscites*, ki imata tudi spiralna rebra.

Razlika je v tem, da so rebra pri obeh rodovih enaka tako v eksternem kot v lateralnem delu zavoja, nasprotno pa so rebra pri rodu *Sturia* v eksternem delu ozka in ostro izražena, v bližini popka pa široka. Ravno to opazimo tudi na našem primerku.

Genus: *Ptychites* Mojs.

*Ptychites* sp. ind.

Najden je bil le en primerek in še to le del zadnjega zavoja. Zaradi tega tudi nisem mogel točno izmeriti širine zavoja, niti nisem mogel natančno izmeriti premera lupine. Višine zavoja pa sploh nisem mogel določiti.

Premer lupine, ki sem ga rekonstruiral, doseže okrog 76 mm, širina zadnjega zavoja (od rebra do rebra) pa okrog 17 mm. Rebra imajo obliko črke s. Poleg izrazitih in širokih reber imamo tudi številna finejša rebra, ki so ravno tako valovita. Eksterni del zavoja ima obliko ne preostrega grebena.

*Nautiloidea*

*Nautilus* sp. ind.

Razen amonitov so zastopani med okameninami tudi nautiloidi. Ti so še slabše ohranjeni kot amoniti. Lepo pa je razkrita lobna črta, ki je primitivna in nenazobčana. Zato lahko z gotovostjo trdim, da gre vsaj pri dveh primerkih za rod *Nautilus*.

Na lobni črti opazimo le eksterni lobus ter prvi in drugi lateralni lobus. Lobi so plitvi, malo globlji je le prvi lateralni lobus.

Na podlagi določenih fosilov lahko uvrstimo horizont, v katerem so bili fosili najdeni, v oddelek *trinodosus* anizične stopnje triade. Kot vemo, pripadajo skladi *trinodosus* zgornjemu delu anizične stopnje in so torej tudi skladi tega horizonta iste starosti.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

### TRIASSIC CEPHALOPODS FROM PECA

Fossil remains of Triassic cephalopods found by Ing. Boris Berce and Ing. Milan Hamrla on the southern slope of Peca, 500 m north of the farm Končnik, are being discussed.

The cephalopods belong to the following species:

*Ceratites trinodosus* Mojs.

*Ceratites* sp. ind.

*Ptychites* sp. ind.

*Sturia* sp. ind.

*Nautilus* sp. ind.

*Ceratites trinodosus* Mojs. (Fig. 1 and 2)

The species is represented by two fragments of the posterior convolution. The suture line is well preserved and typically ceratitic. As to other details the two fragments agree with those described in Mojsisovicz's paper "Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz".

*Ceratites* sp. ind.

Beside the described, relatively well preserved shells there are several fragments of ammonites of the genus *Ceratites*. No exact classification was possible as the fragments are very poorly preserved.

*Sturia* sp. ind.

Only a fragment of the shell impression is preserved. The characteristic spiral ribs being ventrally narrow, and clear-out as well as laterally broad and flattened seem to indicate that the species is related to *Sturia sansovinii* Mojs., and should not be classified with the genus *Cladiscites* or *Procladiscites*.

*Ptychites* sp. ind.

The poorly preserved fragment of the posterior convolution shows numerous broader as well as finer ribs in the form of the letter S. The ventral part of the convolution has the form of a not too sharp ridge.

Beside the ammonites there are several nautilidae which, however are so poorly preserved that it was impossible to classify them. Only the nautiloid suture line indicates that they belong to this subclass.

Conclusion

On the basis of these fossil remains the horizon in which they were found should belong to the Upper Anisian Triassic i. e. the so-called *Trinodosus*-horizon.

LITERATURA

Mojsisovicz, E. v., 1882, Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abhandlungen der Geologischen Reichsanstalt. Wien, Band X.

Hauer, Fr. v., 1887, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften Math. nat. Cl. Bd. LIV. Wien.

Hauer, Fr. v., 1896, Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien, Neue Funde aus dem Muschelkalk von Han Bulog bei Sarajevo. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Math. nat. Cl. Bd. LIX. Wien.

Salopek, M., 1918, Monografija trijadičke cefalopodne faune Kuna-Gore. Odštampano iz 13. sveska »Prirodoslovnih istraživanja«, Zagreb.

Kraus, R., 1914, Cefalopodi ljuštarnog vapnenca kraj Gacka u Hercegovini. Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini. Sarajevo.



## ZAPISKI O GEOLOGIJI BLEDA

*Anton Grimšičar*

Z eno karto

Da bi dobili geološko podlago za raziskavo toplih vrelcev na Bledu, smo detajlno kartirali bližnjo okolico. Na osnovi tega podajamo stratigrafski in tektonski pregled okolice Bleda in nekaj pripomb o nastanku vrelca Toplice na Bledu.

### Geomorfološki opis

Blejska kotlina kot sestavni del radovljiške in ljubljanske kotline v širšem smislu leži na robu periadriatskega loka Alp. V tem delu se očitujejo prve zasnove Dinaridov, ki dajejo pokrajini topografske značilnosti. Na severu je antiklinalni gorski niz Karavank, ki mu sledijo zahodni odrastki Savinjskih Alp od Most proti Begunjam in Trziču. Od teh dveh geoloških enot se izrazito loči radovljiška kotlina kot pretežno ravninsko ozemlje, ki se razprostira na severozahodu do Slovenskega Javornika, na zahodu do Krnice, na jugozahodu do Obrn pri Bohinjski Beli in na jugovzhodu nekako do Podnarta. Ta ravninski pas obroblija na južni strani predalpske visoke planote Mežakla, Pokljuka in Jelovica, iz njega pa molijo kot otoki od ledeniške erozije predelani osamelci Blejski grad, Bledec, Straža, Dobra gora, Strgavnik in še ostali manjši griči južnega obrobja.

Pestro sliko pokrajini dajeta dolini Save Dolinke in Bohinjke s terasami ter številne morenske kope od Slovenskega Javornika do Dobrave in od Gorij do Radovljice.

Doline Sav in Radovne povezujejo blejsko okolico z ostalimi našimi pokrajinami in gorskim svetom.

### Stratigrafski pregled

Geološka zgodovina blejske kotline je razmeroma stara in jo lahko zasledujemo od zgornjega paleozoika dalje.

Najstarejši so permski skladi. Zastopajo jih svetli sivkasti apnenci in delno tudi pisana breča. Ni izključeno, da smemo šteti k permu tudi pas svetlega zrnatega dolomita, ki pokriva apnenec na primer na zahodnem pobočju blejskega gradu. Permski apnenci vsebujejo foraminifere, brahiopode, školjke in brahiozoe. Med foraminiferami so tudi tipične

vrste za neošvagerinski horizont. Več o tem poročata Kochansky-Devidé in Ramovš (1955).

Spodnjo triado tvorijo werfenski skladi, ki jih predstavljajo laporasti skrilavci in laporasti peščeni apnenci. Razviti so zlasti v severozahodnem kotu Zake, v manjšem pasu pa pod Gradom. V teh skladih je našel Rajko Gradnik značilne werfenske fosile (Šuklje, 1939).

Werfenskim skladom sledi pretežno temen anizični drobljiv dolomit, ki je navadno precej bituminozen, zlasti ob cesti na postajo Bled-Jezero in v hribu zahodno od Gradu. Tu je razvit med bituminoznim dolomitom in werfenskimi skladi svetel zrnat dolomit s prehodi v apnenec.

Na vzhodnem vzhodju Osojnice, na Straži in na ostalih mestih med permškimi apnenci oziroma dolomiti ter verjetno triadnimi dolomiti in werfenskimi skladi ni bituminoznih anizičnih dolomitov, zato jih nismo mogli natančno opredeliti. Verjetno spada znaten del dolomitov v triado, ki je delno narinjena čez perm.

Srednjetriadni dolomit in dolomitni apnenec predstavlja verjetno glavni del dolomita v Osojnici, na Straži, Kozarcu, Obroču, Dobri gori, Strgavniku, na Kuhovnici, hribu zahodno od Gradu in v ostalih osamelcih. Večina avtorjev ga je uvrstila v schlernski facies.

Ladinsko stopnjo verjetno zastopa nekoliko skladovit svetel apnenec z roženci v majhnem hribu za osnovno šolo na Bledu. Drugod ga nismo našli.

Spodnji zasip je za zdaj stratigrafsko še nezadostno določena formacija. Pod njim so v dolini Jezernice plasti rdečkastorjave gline. Oboje spada verjetno že v starejši pleistocen (mindel-ris).

Riške morene so ob Bohinjski Savi le slabo zastopane in še to v netipični obliki. Izrazite pa so posebno ob Savi Dolinki, kjer smo jih morali razdeliti celo v dve fazi, ki ju loči temnosiva plastovita jezerska glina in pesek. Okrog bivše farne lisic je riška morena razvita v precejšnji debelini in sega še pod današnjo strugo Save.

Progaste gline in peski, ki so nad spodnjim zasipom, so povezani z jezersko kreda in pasovito glino v dolini Save Bohinjke pri Bohinjski Beli in v Ribnem. Tu jezerska kreda pripada spodnjemu jezerskemu horizontu, ki je ločen od zgornjega s plastjo moren. Potemtakem lahko štejem spodnji del, to je jezersko kreda, v neki starejši interstadial ali celo v interglacial.

Ob Savi Dolinki zastopa spodnji del jezerski pesek ob cesti v Lesce, zgornji del pa plast sive gline ali peska, ki prehaja v deltaste plasti na ovinku ceste zahodno od križišča pri Lescah.

Zgornji zasip sledi pasoviti glini in je stratigrafsko njen nekoliko mlajši člen jezersko-rečne faze. Na mnogih mestih je razvit v obliki delte, tako ob Jezernici, ob Savi Dolinki kakor tudi ob Bohinjki. Dali smo ga v mlajši pleistocen (verjetno ris — würm).

Würmske morene pokrivajo zgornji zasip in zavzemajo velik del površine okrog Blejskega jezera kot robni ali čelni morenski nasipi. Tvorijo podlago in dajejo osnovno obliko Blejskemu jezeru.

Robno glacialne tvorbe spadajo v zadnjo ledeno dobo (würm) in tvorijo zmes moren z gruščem ali subglacialnim prodrom.

Fluvioglaciacalni prod tvorijo preložene, izprane morene. Ponekod ga težko omečimo od zgornjega zasipa.

Jezerske naplavine so sedimenti postglacialnega Blejskega jezera v nekdanjem stadiju. Zavzemajo pomemben del kartiranega ozemlja. Zastopajo jih v spodnjem delu peščene glinaste plasti, ki so nad talno moreno. Više prehajajo v pesek s prehodom v droben prod, naložen v obliki delte. Taki profili so bili razkriti zlasti v usekih nove ceste za hotelom Toplice, pri kopanju kleti v hišah pod Gradom in v gramoznici pod postajo Bled-Jezero. Zanimivo je, da so delte povsod nagnjene bolj ali manj stran od današnjega jezera, kar dokazuje, da je bila oblika prejšnjega jezera precej drugačna od današnje. Spremenili so jo subglacialni in robno glacialni tokovi proti koncu zadnje ledene dobe, ko so ledeniški melj in glino odnašali proti sredini jezera, na robu pa so odlagali pesek in prod. V gramoznici pod postajo pokrivajo jezerske plasti talne morene, ki so bile sem sekundarno preložene z bližnjega pobočja zaradi plazovitosti, ali pa predstavljajo te jezerske plasti neki starejši stadij.

Barjanska glina pokriva manjše površine med morenskimi nasipi, ki so preprečevali odtok vode ter so zato nastala manjša barja in močvirja verjetno tudi kot ostanek nekdanjega jezera.

Pobočni grušč je zastopan le z manjšim delom površine na vznožju strmih pečin Ojstrice in Gradu. Med Kozarcem in Obročem je nastala več metrov debela plast lehnjaka, ki se zdaj ne tvori več.

Aluvialni prod zavzema nižje terase ob Savi Bohinjki in Dolinki. V njem so pogosto večji bloki kot ostanek moren. Le redko prehaja v pesek ali vsebuje glinaste primesi.

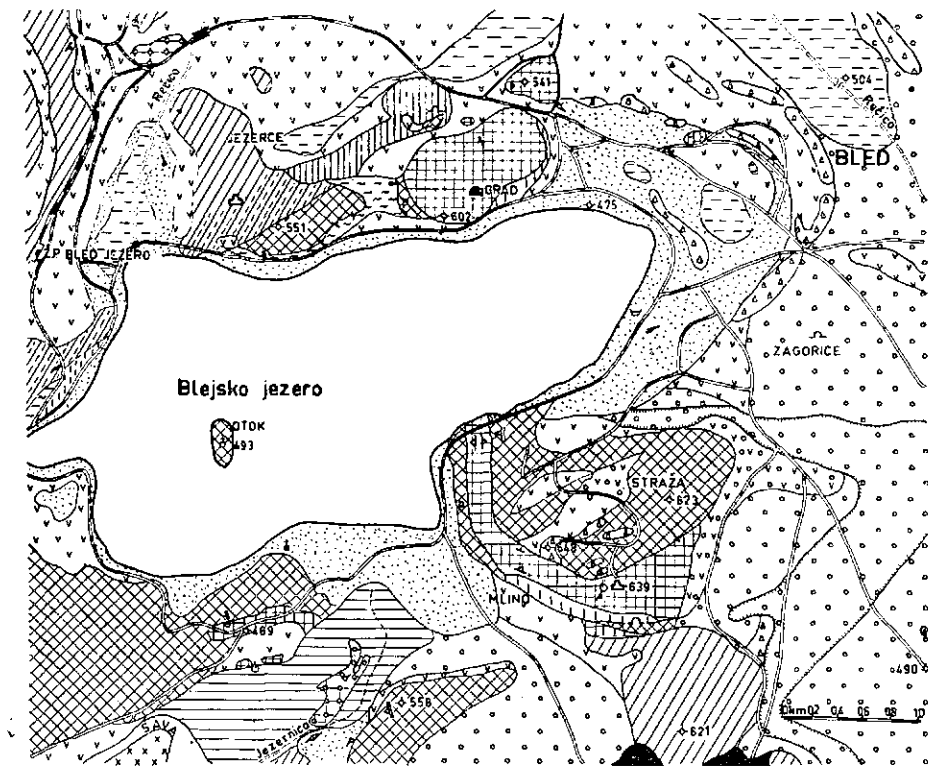
### Tektonske osnove

Blejska kotlina je kot tektonska enota na precepu periadriatskega loka nujno v zvezi z njegovim nastankom. Še pred tem so se razvijali tektonski procesi, ki so za to ozemlje enako pomembni. V glavnem so jih raziskali že Kossmat (1913), Härtel (1920), Winkler (1924) in Rakovec (1928—1946).

Znak najstarejšega gubanja že v permu je breča ob permskem apnencu v Zaki.

Srednjetriadni klastični skladi v okolici (Mežakla, Kropa) kažejo na podzemna tektonska dviganja. Te sklade zastopajo pri Bledu apnenci z roženci. Tedaj so privrele na dan ob dolgi vulkanski črti porfirirne in kremenove keratofirsko-porfirske lave od Krnice in Bohinjske Bele do Kroepe. Mandlji v prodorninah pri Kamni gorici jasno kažejo na podmorske erupcije. Na to vulkansko črto je vezana glavna, za nas važna termalna črta Bled—Kamna gorica—Besnica. Še danes se uveljavljajo ob njej postvulkanski pojavi, ki jih omenjamo posebej.

Naslednja gubanja, ki pa v našem območju ne pridejo do izraza, so bila verjetno v juri in kredi. Vsa ta premikanja so ustvarila osnovno zgradbo, ki je bila nato v začetku terciara pahljačasto razkosana in nagubana ter močno premaknjena tudi v horizontalni smeri. Tedaj je najbrž nastal nariv Zlatenske plošče, ki pokriva Mežaklo in Pokljuko.



- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | barjanska glina, pesek in šota<br>Moore clay, sand, and peat |  | svetel drobljiv dolomit<br>Light crushable dolomite         |
|  | prod, grušč<br>Gravel, scree                                 |  | bituminozni dolomit<br>Bituminous dolomite                  |
|  | jezerske gline in peski<br>Lake-bed, clay and sand           |  | siv apnen skrilavec<br>Grey calcareous shale                |
|  | fluvioglacialni prod<br>Fluvioglacial gravel                 |  | siv masiven apnec<br>Grey massive limestone                 |
|  | pasovita glina<br>Laminated clay                             |  | zrnat dolomit in apnec<br>Saccharoid dolomite and limestone |
|  | robne morene z gruščem<br>Marginal moraines with scree       |  | neosvagerinski apnec<br>Neoschwagerinae limestone           |
|  | talne morene<br>Ground moraines                              |  | termalni vrelc — Thermal spring                             |
|  | čelne morene<br>Terminal moraines                            |  | nahajališče fosilov<br>Find-spot of fossils                 |
|  | konglomerat<br>Conglomerate                                  |  | ledeniški obrusi — Glacial striae                           |
|  | apnec z rožencem<br>Limestone with hornstone                 |  | jezerska delta — Lake delta                                 |
|  | keratoporfiritski tuf<br>Keratoporphyrite tuff               |  | vpad razpok<br>Strike and dip of fissures                   |
|  |  |  | vpadi plasti<br>Strikes and dips of beds                    |
|  |  |  | terasa stare Jezernice<br>Terrace of old Jezernica-River    |

1. sl. Geološka karta Bleda  
Fig. 1. Geologic map of Bled

Mogli smo ugotoviti, da je nariv oziroma podriv napredoval v glavnem v smeri vzhod-zahod. Verjetno šele za tem narivom je bila radovljjska kotlina luskasto razklana v več delov. Najgloblje se je pogreznil osrednji del med savskim prelomom (Moste—Begunje—Tržič) in blejsko-besniškim prelomom, ki naj bi se odcepil od savskega preloma južno od Slovenskega Javornika. Blejska kotlina je torej nekako pogreznjeno jedro v pahljačastem razcepu alpsko in dinarsko usmerjenih prelomnic ob istočasnem dvigu grude Bled—Bohinjska Bela.

Manj pomembni so vzporedni prelomi, bolje rečeno globlje razpoke, ki se dajo omejiti le na krajšo razdaljo, nato pa izginejo pod mlajše naplavine. Mladi tektonski pojavi tukaj niso še dokončno obdelani. V glavnem jih je prikazal že Rakovec (1928).

### Pripombe o nastanku vreca Toplice na Bledu

Na osnovi študija zlasti tektonskih razmer je bilo mogoče ugotoviti, da pripadajo topli vreli na Bledu verjetno isti skupini kot mineralni vrelci Toplica z izločanjem  $\text{CO}_2$  pri Kamni gorici in topli vrelci z izločanjem  $\text{CO}_2$  pri Besnici. Zlasti vrelci pri Besnici je po svojem značaju podoben vrelcu na Bledu. Ni izključeno, da je bilo pod dnom radovljjske kotline tudi mlajše vulkansko ognjišče od triadnega, na kar kažejo andezitni tufi na vzhodu kotline.

Dejstvo, da tudi vrelci na Bledu vsebuje agresiven  $\text{CO}_2$ , kaže na to, da moramo iskati pomemben vir toplote v pritoku juvenilne vode, ki se v površinskem delu meša z meteorsko. Značaj razpok in prelomnic je tak, da lahko upoštevamo tudi možnost dotoka meteorske vode v večje globine.

Glede na pojavljanje kalcitnih žil v apnenem dolomitu ob cesti pri predoru med Želečami in Mlinom smemo domnevati, da so verjetno posledica postvulkanskih pojavov. Kalcitne žile so debele do 1,5 do 4 cm in usmerjene od spodaj navzgor. Njih debelina je spodaj večja kakor zgoraj. Podobne kalcitne žile najdemo še ob Toplici pri Kamni gorici, drugod pa jih nismo ugotovili.

Kakor smo zvedeli od Gradnika in zidarskega mojstra Pangerca, priteka termalni vrelci Toplice iz skale (dolomit). To skalo pokriva plast talne morene, ki ji sledijo jezerske naplavine v debelini več metrov. Pri razstreljevanju za nov steber hotela Toplice je temperatura terme padla za približno  $1^\circ\text{C}$  (od  $23^\circ$  na  $21,8^\circ$ ).<sup>\*</sup> Menimo, da ni bilo toliko krivo razstreljevanje, ampak to, da so pri tem najbrž odstranili vodonepropustno plast talne morene in se je zato povečal pritok površinske vode v razpoke blizu toplega izvira.

Na osnovi tektonike in dviganja grude Bled—Bohinjska Bela, po značaju termalne črte Bled—Besnica in smeri mladih kalcitnih žil sklepamo, da žarišče toplote v grobem nakazujejo vulkaniti okrog Bodešč ter triadna vulkanska črta Krnica—Bohinjska Bela—Kropa.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

<sup>\*</sup> Za to sporočilo se tov. Rajku Gradniku z Bleda najlepše zahvaljujem.

## NOTES ON THE GEOLOGY OF BLEĐ

On the basis of the mapping recently carried out the geological situation of the environs of Bled with special regard to the origin of thermal springs, is discussed.

A study of tectonic conditions leads to the conclusion that the thermal springs around Bled belong to the same group as the mineral spring at Toplica near Kamna gorica and the thermal spring at Besnica. The nature of the latter is especially similar to that of the spring at Bled.

All three springs contain free CO<sub>2</sub> which would indicate that they are connected with juvenile water and that they mix with the meteoritic water as soon as they come to the surface. Numerous fissures and faults readily permit percolation to the deeper lying strata.

In view of the fact that veins of calcite occur in the dolomitised limestone along the road east of Toplice, it is held that they are the result of postvolcanic activity. Similar calcite veins occur also near Toplica at Kamna gorica. They could not be established in the Basin of Radovljica elsewhere.

During the blasting for a new column of the hotel Toplice the temperature of the spring dropped from 23° to 21,8°. We suppose that the drop was due to the removal of a relatively extensive impervious bed of a ground moraine the result of which was an increased flow of surface water to the fissures near the thermal spring rather than to blasting.

We suppose further that the thermal spring of Toplice is very likely connected with the thermal line Bled—Kamna gorica—Besnica running along the northern margin of the Triassic effusive rocks at Bodešče, Kamna gorica and Besnica i. e. the fault between the Basin of Radovljica and Jelovica.

## O SULFIDIH V POMURSKIH SLATINAH TER NJIHOVEM POMENU ZA NASTANEK SLATIN

*Ciril Šlebinger*

Letos sem imel priliko opazovati pri dveh slatinskih nahajališčih metamorfne kamenine, namreč pri rogaševski slatinski skupini in pri vrtini v bližini vasi Hrastje-Mota. Ker imata obe slatinski nahajališči važne skupne lastnosti, ki jih pri Radencih in pri slovenjegoriških slatinah ne opazimo, bi rad te posebnosti poudaril posebno še zato, ker jih doslej še nihče ni registriral, a še manj tolmačil.

V vrtini pri Hrastju-Moti izvira slatina že v metamorfnih kameninah, ki so prekrute z mlajšimi skladi. Podobne so razmere tudi v rogaševski slatinski skupini. Metamorfne kamenine so sicer na obeh krajih različne, vendar to ni važno za samo genezo slatin. Kameninske razlike bi morali upoštevati edinoole pri podrobnejšem določanju kemizma slatin, krov mlajših nepropustnih kamenin pa zopet vpliva le na množino  $\text{CO}_2$  in ostalih plinastih sestavin. Poleg tega moramo še upoštevati, da imamo pri Moti material iz ene same vrtine; metamorfne kamenine pa se v dislociranem ozemlju hitro menjavajo; končno pa te kamenine tudi niso matične kamenine slatine.

Važni sta dve drugi ugotovitvi, ki nam mnogo povesta o genezi teh slatin.

Pri metamorfnih kameninah v Rogaševcih in Moti nastopajo na ploskvah majhni kristali pirita, ki so mlajši od kamenine in torej epigenetski. Take kristale pirita sem dobil n. pr. pri Sotini severno od Rogaševcev prav na zemeljskem površju, morda le 2 m od slatinskega izvira, ki se nahaja poleg potoka na strmem zahodnem pobočju doline. Izvir so domačini obdali z večjimi, grobo obdelanimi kosi metamorfnih kamenin. V strugi potoka zraven slatinskega izvira nahajamo sericitne skrilavce, ki so na površini precej mehki, spodaj svetli, zgoraj pa temni (zaradi vlage). Kjer so slatini najbliže, vpadajo proti SE za  $40^\circ$ . Cepijo jih strmo stoječe diaklaze, ki gredo približno pravokotno na smer vpada. Mesto, kjer sem opazoval to lego, leži na levem bregu potoka, nasproti slatine; nizvodno se lega plasti kmalu spremeni. V smeri diaklaz oziroma paraklaz v skrilavcih se vlečejo preko struge potoka vložki svetlega, trdega kvarcita ali podobne kamenine, skrilavci sami pa vsebujejo pirit. Da li se tudi slatinske žile vežejo na paraklaze, nisem mogel videti, ker bi moral za to razkopati obod vrelca.



Zahodnejša slatina v metamorfnih kameninah je v Ocinju, zelo blizu državne meje. Izvir prihaja na dan pod kolovozom v dolini in ga obdajajo zloženi kamni, a prekriva ga velika kamenita plošča. Nad slatino je cdkep skrčlavca, ki vpada proti NW za 37°, a proti severu preide v vrsto majhnih, ostrih gub. Tudi tu križajo kamenino diaklaze, ki vpadajo strmo proti jugu. Zdi se mi, da bi diaklaze pri ocinjski slatini mogle priključiti istemu sistemu diaklaz kot pri sotinski slatini, saj je njihova strma lega blizu navpične, tako da se lahko prevesijo na eno ali na drugo stran, ali pa bi oboje imel za odcepke navpične dislokacije v smislu Mohrovih ploskev. Pirita tu nisem opazoval; kamenina pa je bila ponekod močno limonitizirana. Kar se tiče limonitizacije, sem opazoval na drugih krajih, da nasleduje pirit; teh tvorb se mora tu precej nahajati, ker prihajajo iz pobočja marsikje na dan proge goste koloidne rjaste raztopine, medtem ko so zopet drugod izviri popolnoma bistri. Dobil sem pa plošče, kjer so ležala zrnca pirita z rjasto prevleko, a zraven njih rjaste, že popolnoma limonitizirane proge ali »brade«. Ker drugih spojin z železom tod nisem opazil in ker se pojavljajo limoniti poleg včasih že načetega pirita, se mi zdi upravičeno trditi, da limonit tu nastaja po razkrajanju pirita. Nekaj opazovanj, ki potrjujejo to mnenje, nam bodo nudile še slatine same.

Pripomniti moram, da se v Slovenskih goricah in po Murskem polju pojavljajo slične limonitne ali okraste oborine pri marsikaterih slatinskih izviri v mladih usedlinah. Posebno čudno pa je, da najbližji vreli te oborine včasih ne kažejo ali pa le v malenkostni meri. Železo je torej precej nestalna sestavina tukajšnjih slatin, čeprav se morda kemizem bližnjih slatin ne loči dosti. Kaj bi bilo vzrok temu, da železo ponekod nastopa, drugod ne? Ali moramo zaradi tega sklepati na različne slatinske žile kljub temu, da te slatine izvirajo v neposredni bližini?

Praden odgovorim na to vprašanje, bi opozoril še na drugo kemično razliko, ki se pojavlja ravno tako med bližnjimi slatinskimi vreli, namreč to, da nekateri vsebujejo  $H_2S$ , a drugi ne. Dasi prisotnost ali odsotnost žvepla v vrelih ne koincidira s prisotnostjo ali odsotnostjo železa, se mi vendar zdita oba elementa v slatinah med seboj v genetski zvezi ali odvisnosti, in sicer ravno preko pirita oziroma sekundarnih limonitno-okrastih oborin v okolišnih kameninah.

Menim, da je pirit recentnega postanka. K temu mnenju me navajajo naslednje okoliščine:

Pirit je navadno svež. Ta svežost je naravnost presenetljiva spričo okoliščin, v katerih pirit nastopa: stalni pretok mineralizirane vode poleg njega, odprte ploskve, na katerih so vzbrsteli piritni kristali; često tudi pristop zraka — in končno prisotnost sekundarnih Fe-mineralov, ki so nastali na razkrojenih primarnih Fe-mineralih, najverjetneje ravno pirita.

Podoba je, da imamo v tem primeru pred seboj neprestano in razmeroma hitro nastajanje in razkrajanje mineralne snovi. Tako rekoč neprestano prihajanje in odhajanje. Oboje, nastajanje in razpadanje rudnin, pa je delo pretakajoče se vode, rudnice, oziroma slatine. Nasprotno tuje si učinek rudne vode bi tolmačil s spremenljivo temperaturo pretakajoče se vode ter z zakonom učinkovanja mas, kar bi bistveno

vplivalo na koncentracijo in na obarjanje nekaterih sestavin in zopetno topljenje — pojav, kakor ga vidimo tudi pri rudnih žilah. Pojavljanje včasih že razkrojenega pirita pa nam lahko razloži, zakaj se pri nekaterih slatinskih vreclih čuti zadah po  $H_2S$ , pri drugih ne. Ravno tako moremo izvajati iz tega dejstvo, da se ob nekaterih vreclih pojavlja železnata oborina, pri drugih ne.

Kaj pa pot slatine — oziroma rudnice — iz globine do mesta, kjer se nahaja pirit?

Zcpet nastane vprašanje, ali nimamo pred seboj različnih in med seboj primarno ločenih slatinskih žil glede na to, da se pirit ob nekaterih slatinskih žilah pojavlja, pri drugih ne. Zdi se mi, da moremo to vprašanje gladko zanikati spričo mnogih opazovanj po slatinskem ozemlju. Vedeti namreč moramo, da je dvoje sestavin v rudnicah ali slatinah posebno labilnih: prvič plini, drugič sóli — sestavine v koloidnem stanju. Torej dvoje skrajnosti, kar se tiče fizikalno-kemijskega stanja. Sredina med tema skrajnostima — prave, več ali manj ionizirane raztopine — pa je obratno najkonstantnejša.

Poroznost krovne kamenine, širina in hitrost pretoka pri slatini, vse to lahko povzroči, da se plini iz slatine v globini izgube do nezaznavnosti. Kar se tiče sólov moramo upoštevati kemizem kamenin, temperaturni gradient med slatino in kamenino ter z njim v zvezi različno naglo ohlajanje raztopine, zastajanje slatinskega toka, a v zvezi z vsem tem spremembo slatinske koncentracije; ves ta pisani in skoraj nepregledni kompleks fizikalno-kemijskih prilik lahko bistveno vpliva na nenadno obarjanje koloidov. Že zgolj morfološke prilike ali oblika poti slatinskega pretoka, oziroma posameznih slatinskih žil, nam na ta način modificirajo kemizem slatine, posebno pa njenih labilnejših sestavin.

V zvezi z nastopanjem pirita in  $H_2S$  pri slatinah bi za pomurske slatine vseeno zavrnil »piritno teorijo nastanka  $CO_2$ «. Zdi se mi, da je količina žvepla in njegovih spojin preneznatna v primeri z obilnimi ekshalacijami  $CO_2$ . To teorijo bi tudi zavrnil po analogiji s slatinami ob vzhodnem robu Alp (Gradišćanska, Gleichenberg), kjer jasno opazujemo izviranje slatin iz mladih magmatskih kamenin.

Druga ugotovitev se tiče pritiska, ki se pojavlja pri slatinah in njihovem  $CO_2$ , kadar jih na novo zajamemo ali navrtamo.

Pri pomurskih slatinah opazujemo vedno znova značilni pojav, da je v začetku pritisk visok; nato pa v kratkem popusti — včasih v nekaj dneh, včasih že v nekaj urah. Tak pojav poznajo drugje, tako pri vodi kakor pri nafti, kot bruhanje iz rezervoarja majhnega obsega. Če je krovina nepropustna, ne dopušča uhajanja; voda oziroma plin stoji v globini pod visokim pritiskom, iz globine pa se morda javlja še nov priliv. Vsaj pri pomurskih slatinah je tako. Te rezervoarje v globini si moramo predstavljati kot lege poroznih kamenin vmes med nepropustnimi plastmi. Pri klastični sedimentaciji tukajšnjih mladih geoloških tvorb (neogenkvartar) se izmenjavata prod in pesek s finejšim in gostejšim materialom, ki vode ne propušča, pač pa često  $CO_2$ , kot to lahko vidimo na mnogih primerih.

Katera bi bila matična kamenina slatin? Pri odgovoru na to vprašanje najprej pomislimo, da tvorba slatine ni enkratna, niti enoten pojav. Slatina nastaja nekako v etapah, kakor pač postopoma pridobiva svoje sestavine. Slatina često na svoji poti tudi oddaja neke snovi ali jih pa vsaj izmenjava. Za postanek in kroženje slatine pa je predvsem važno topilo, in sicer poleg visoko ionizirane vode plini — v našem primeru  $\text{CO}_2$ . Prav po izvoru tega plina se moramo vprašati, če hočemo govoriti o izvoru in matični kamenini slatine. Dejstva kažejo, da slatinski  $\text{CO}_2$  ne izhaja niti iz omenjenih metamorfnih kamenin (vrtina pri Moti, Dobra) niti iz mladih usedlin Murskega polja ter Slovenskih goric. Alkalne slatine Murskega polja in alkalne-zemnoalkalne slatine Slovenskih goric morajo izhajati le iz enakih mladih magmatskih kamenin kakor pri Gleichenbergu (bazalti; alkalne slatine; trahiti in andeziti; alkalne-zemnoalkalne slatine). Ustrezni dve magmatski telesi morata biti tudi tukaj in oddajati  $\text{CO}_2$  počasi, a stalno, čeprav sta že ohlajeni (fosilni plin!). Omenjeni manjši »slatinski rezervoarji« pa sestojijo iz plasti propustnih kamenin med nepropustnimi ter vsebujejo predvsem mnogo  $\text{CO}_2$ , ki počasi, a nenehno kipi tjakaj iz globin; zato doteka slatina oziroma  $\text{CO}_2$  najprej naglo in močno, a nato počasneje iz globin, če te rezervoarje načnemo in navrtamo.

K tehnični strani zajetja slatin v tukajšnji skupini hočem pripomniti naslednje:

Napačno je tu skonstruirati za slatine neke prelomnice, po katerih bi naj sledili slatino in  $\text{CO}_2$ . Glede njih je važna le ena proga na terenu, kjer je pritisk  $\text{CO}_2$  močan in stalen, in sicer je to proga Radenski vrh—Zemljičeva slatina (v Boračovi) — zabetonirana vrtina severozahodno od petanjske slatine (pod bivšo Voglerjevo vilo). Ta proga predstavlja sleme antiklinale in pod njenim nepropustnim krovom se nabira na vrhu  $\text{CO}_2$ . Čisti plin se tu pojavlja tako visoko, da ponekod celo ne pride več do tvorbe rudnih raztopin — torej do prave koncentrirane slatine. Tu je pritisk  $\text{CO}_2$  tudi konstanten. Vsi ostali izviri slatine in  $\text{CO}_2$  temelje edinole na petrografskih posebnostih tal — torej na lokalnem razporedu propustnih in nepropustnih kamenin. Kar je prelomnic, leže tu globoko v spodnjih plasteh ter jih zgornje že popolnoma zabrišejo. Od propustnosti tal zavise tudi izogase  $\text{CO}_2$ . Vse konstrukcije po umetno skonstruiranih prelomnicah in vrtanja, da bi dosegli veleobrate, ne bodo imele zaželenega in predvsem ne trajnega uspeha. Dognati pa moramo detajlno petrografsko-stratigrafsko sliko ozemlja.

Sprejel uredniški odbor dne 3. februarja 1956.

## ÜBER DIE SULFIDE IM MINERALWASSERGEBIETE DES UNTEREN MURTALES UND ÜBER DIE MINERALWASSERBILDUNG

Das von J. Höhn beschriebene Mineralquellengebiet des unteren Murtales befindet sich südlich von jenem von Gleichenberg und ist grösser als jenes von Gleichenberg, weist aber im Gegenteil zu ihm oberflächlich keine Eruptivgesteine auf. Über die Herkunft dieser Murtalesmineralwasserquellen hat man somit mehrere Hypothesen ins Feld geführt, deren eine, die »Pyrithypothese«, die Entstehung von  $\text{CO}_2$  auf die Wirkung von Schwefelmineralien an die Karbonatgesteine erklären will.

Die Mineralquellen treten grösstenteils in mürben, neogenen oder quartären Ablagerungen auf, doch findet man sie auch in metamorphen Gesteinen in ihrer Grundlage. Gerade bei diesen Quellen stiess ich an die Pyritbildungen, so z. B. bei Hrastje-Mota und bei Sotina.

Im Bohrloch von Hrastje-Mota, wo man in einer Tiefe von 395 m auf metamorphe Gesteine gestossen hatte, quoll aus derselben Tiefe ein stark mineralisiertes Sauerwasser hervor. Auf den Gesteinplatten konnte man kleine aufgewachsene Pyritkristalle beobachten. Dasselbe fand ich auch bei der Quelle von Sotina bei Rogoševci, welche jedoch zur Gleichenberger Mineralquellengruppe gehört. Neben frischen Pyritkristallen fand ich dabei auch mehr oder weniger limonitisierte. Die Pyrite habe ich als vorübergehende rezente epigenetische Bildungen betrachtet und ich erachte auch, dass mit ihnen auch  $\text{H}_2\text{S}$ -Gehalt der Quellen und deren ookerige Quellerze genetisch im Zusammenhange stehen. Diese Bildungen treten aber nicht bei allen Quellen, nicht einmal bei naheliegenden Quellen auf und sind nie in grösseren Mengen vorhanden. Für die Mineralwasserbildung aber wird das Fe- und S-Gehalt als belanglos und nur als ein späterer Bestandteil erachtet. Die Pyrithypothese der hiesigen Mineralwasserbildungen lehne ich damit ab. Für die Bildung dieser Sauerwässer ist  $\text{CO}_2$  massgebend, welcher als fossiler Gas aus der in der Tiefe verborgenen jungen Eruptivgesteinen entquillt und sich unterwegs mit Wasser mischt und sich mit gelösten Stoffen anreichert. Die ganze Gegend weist starke  $\text{CO}_2$ -Exhalationen auf. Die wasserundurchlässigen Sedimentlagen stellen die Dichtung dar, indem die Sand- und Schotterlagen Mineralwasser- und Gasreservoirs sind, welche bei ihren kleineren Ausmassen nur eine intermittente oder jedenfalls schwächere Mineralwasserzufuhr erlauben.

Eine flache Antiklinalaufwölbung in der Mitte des Radeiner Quellengebietes stellt aber eine besonders reiche und dabei auch konstante Gaszone dar, wo die Mineralwässer am gasreichsten, dagegen aber schwach mineralisiert sind.

## POROČILO O GEOLOŠKEM PREGLEDU OKOLICE LAZ IN KODRAŠČA

Z dvema kartama

*Anton Grimšičar*

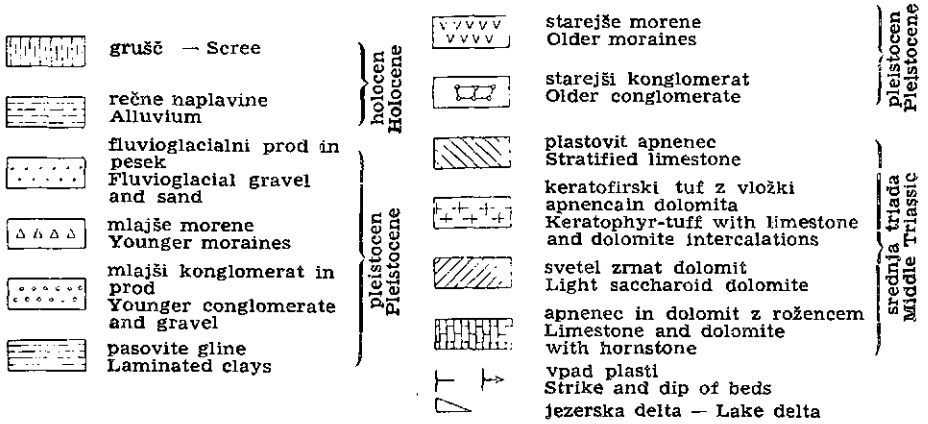
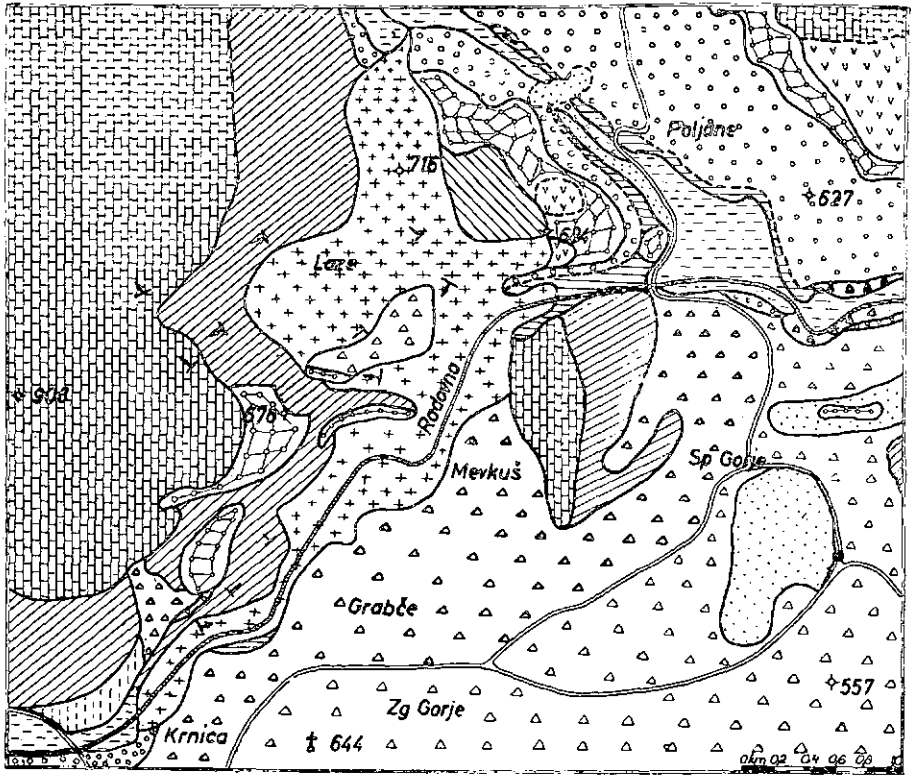
Ozemlje, ki ga obsega geološka karta lista Radovljica v merilu 1:75.000, sta kartirala Teller in Kossmat, vendar ga nista uspela dokončno raziskati. Tik pred drugo svetovno vojno je z delom nadaljeval Suklje, o čemer je objavil dve kratki poročili v Godišnjaku geološkega inštituta kraljevine Jugoslavije za leto 1938 in leto 1939.

Da bi dobili jasnejšo sliko o geološkem položaju nekaterih plasti, sem podrobneje pregledal okolico Laz in Kodrašča.

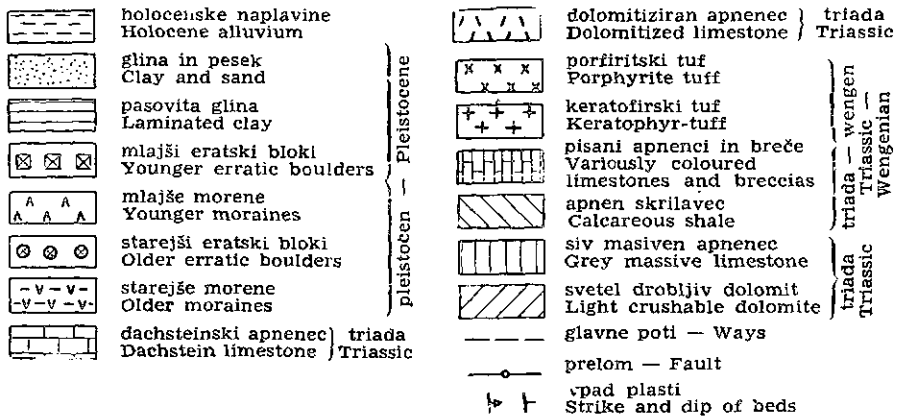
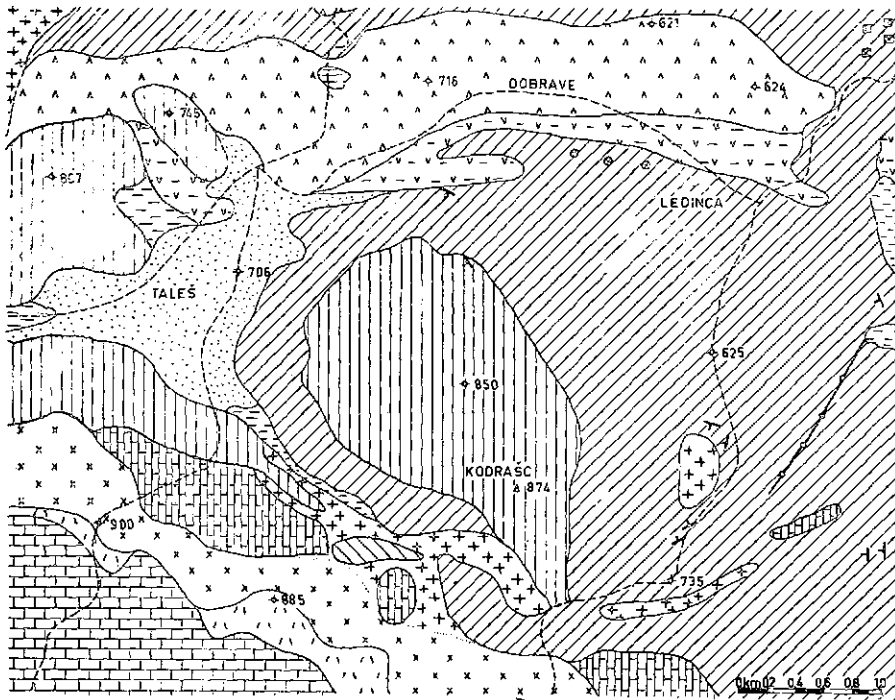
Ozemlje Laz (1. karta) zavzema pas ob Radovni severozahodno od Bleda in geomorfološko predstavlja vzhodno Mežakle, ki ga je Radovna v mlajšem pliocenu in kvartarju močno preoblikovala. Razen najrazličnejših pleistocenskih jezerskih, rečnih in ledeniških usedlin je tu na majhnem prostoru razvita pestra skupina srednjetriadnih plasti, med katerimi zavzemajo pomemben delež zlasti psevdofiljski skladi, tektonsko stisnjeni med anizične apnence z roženci. Med svetlorožnatimi dolomitnimi apneneci in apnenimi dolomiti, ki pogosto ravno tako vsebujejo rožence, se pojavljajo plasti pietra verde in zeleni peščeni tufi. Na Lazah najdemo na površju tudi posamezne zelenkaste in rdečkaste zaobljene bloke tufov in prodornin, ki jih je verjetno že v riškem glacialu tja prinesel bohinjski ledenik. Morene, med katerimi nastopajo, so jasno fere-tizirane; zato se nam zdi ta starost utemeljena.

Severozahodno od Laz je zraven omenjenih plasti sivkast neskladovit dolomit v schlernskem faciesu, ki kmalu preide v plastovit bituminozen dolomit z roženci. Ta prevladuje v jugovzhodnem kotu Mežakle. Po Kossmatovih, Winklerjevih in Seidlovih raziskovanjih poteka v bližini narivni rob Zlatenske plošče.

Drugo raziskano ozemlje leži jugovzhodno od Bleda na Jelovici v okolici Kodrašča (Kodrasti vrh). Okolico kote 877 (avstr. spec.) pokriva svetlosiv dachsteinski apnenec, ki leži na slabo skladovitem svetlem dolomitu schlernskega faciesa. Južno od navedene kote preide apnenec na dvojni pas tufov z vmesno cono delno kristaliziranih rdečkastih apnencev. V severnem delu pasu so pelitno peščeni tufi s prehodi v tufitske apnence in plasti pietra verde, v južnem delu pa rdečkasto-zelenkasti tufi s sledovi hematita in z izdanki rdečkastega drobnozrnatega porfirita, ki ga je ugotovil tudi prof. Duhovnik.



1. sl. Geološka karta okolice Laze  
Fig. 1. Geologic map of Laze-area



2. sl. Geološka karta okolice Kodrašca  
Fig. 2. Geologic map of Kodrašč-area



Na osnovi teh najdb je podana zveza med kremenovim keratofirsko-porfirskim tufom v Tolstem vrhu in pri Kamni gorici, ki na dosedanjih geoloških kartah skoraj v celoti manjka. Dalje je bilo mogoče ugotoviti, da enotno zarisane prodornine med Kolnico in Kropo prekinjajo otoki apnenega dolomita in dolomitnega apnenca.

Tudi na Jelovici med Martinčkom in Vodici smo našli prodornine s tufi na več mestih, kjer doslej niso bile znane. Tukaj so prodornine v neposrednem kontaktu z dachsteinskim apnencem: verjetno obstajajo tektonske ploskve kot podaljšek luskastih dislokacij, ob katerih naj bi se severni deli pogreznili.

Vse te dislokacije pa so vezane na veliko dislokacijo, ki poteka ob jugovzhodnem robu gorenjske kotline.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

### **REPORT ON THE GEOLOGICAL SURVEY OF THE ENVIRONS OF LAZE AND KODRASTI VRH (KODRAŠC)**

The report presents some conclusions arrived at during the survey of several hitherto insufficiently explored areas represented in the manuscript geological map of Radovljica (1:75.000, Teller, Kossmat, Vetter).

The designation "Porphyre and Tuffen" in the region of Laze (NW of Bled) is correct. Northwest of Laze, however, Schlern dolomite and gray dolomite with hornstone, have been found also.

On Jelovica near Talež south of Kodrasti vrh the actual situation is basically different from that depicted in the map in which porphyrites and tuffs are missing.

In the light of these findings a connexion has been established between the quartz keratophyric effusive rocks on Tolsti vrh and those occurring at Kamna gorica. Further it has been found that amid effusive rocks isles of dolomitised limestones occur frequently.

Hitherto overlooked effusive rocks with tuffs have been found here and there on Jelovica between Martinček and Vodice. Effusive rocks are covered by Dachstein limestones which are considerably shattered along the contact planes.

## POROČILO O KARTIRANJU JUŽNOVZHODNEGA OBROBJA LJUBLJANSKEGA BARJA

*Cveto Germovšek*

Pri geološkem kartiranju južnovzhodnega obrobja Ljubljanskega barja, ki sem ga začel leta 1952, sem našel dokaj drugačne geološke razmere, kot jih prikazujejo dosedanje geološke karte (Lipold, 1858, Kramer, 1905, Kossmat, 1913). Zlasti velja to za zahodni del preiskanega ozemlja, kjer se pokažejo najstarejši stratigrafski členi.

**Karbonske plasti** najdemo na treh krajih. Južno od Škofljice je ozek pas temnosivega, drobnozrnatega kremenovega peščenjaka s sljudo in glinastega skrilavca. Pod barskim holocenom so zvezane s karbonskimi skladi severno od Škofljice.

Mnogo zanimivejši je karbonski izdanek pri Kladi zahodno od Želimelj. Sestavlja ga v glavnem kremenov konglomerat; peščenjaka in glinastega skrilavca je mnogo manj. Prodniki so pretežno kremenovi, precej je tudi črnih rogovcev. Prodniki metamorfni kamenin, apnenega peščenjaka in tufa so redki.

Konglomerat je na mnogih mestih preprežen s prelomi, ob katerih so se plasti premaknile za nekaj centimetrov. Prelomne razpoke so zapolnjene s sivo glino.

Ob zahodnem robu karbonskega izdanka je debelejša plast sivega kremenovega peščenjaka s sljudo. Med peščenjakom je več po nekaj metrov debelih pol konglomerata, v katerem najdemo tudi rdeče prodnike. Med peščenjakom je nekaj pol zelenega glinastega skrilavca. Podobne peščenjake opazimo tudi pod Skopačnikom in pri Plešah severno od Želimelj.

**Spodnjemu werfenu** prištevamo samo rdeč in zelen skrilavec, ki lečasto obroblja karbonske plasti pri Kladi.

**Zgornjowerfenski skladi** so mnogo bolj razširjeni. Najdemo jih na dveh krajih na veliki površini. Zahodno od Klade leže diskordantno na karbonu in spodnjewerfenskih plasteh, južno od Škofljice pa diskordantno na karbonu. Menjavajo se apnene, klastične in dolomitne kame-nine. Više končno prevlada dolomit, ki preide brez izrazite meje v srednjetriadni dolomit.

Med Sarskim na severu in Rebolovo kmetijo na jugu vidimo strnjen kompleks sivega in rdečega sljudnatega lapornega skrilavca s polami rdečega oolitnega apnenca. Pogostne so tudi pole rdečega apnenega pešče-

njaka s premerom zrn okoli 1 mm in pole temnosivega jedrnatega apnenca raznobarvnih oolitnih apnencev. Dolomitni vložki so za razliko od razvoja zgornjega werfena na drugih krajih zelo maloštevilni in tanki. V sivem laprnem skrilavcu sem dobil mnogo školjk.

Na pobočju zahodno in južno od Rebolcve kmetije je le še ozek pas teh kamenin. Više se začne skladovit dolomit z redkimi vložki zgornjeverfenskega skrilavca in končno svetlosiv ali siv dolomit. Klastične vložke v dolomitu opazimo zopet na cesti, ki pelje z Iga na Golo in ob vzhodnem robu Škrilj.

Za senikom Rebolove kmetije in okoli Skopačnika vidimo temnosiv, debeloploščast dolomit, ki je verjetno tudi werfenske starosti.

Drugo večje nahajališče werfenskih plasti leži južno od Škofljice med Klancem, Glinjekom, Šmarjem in Tlako. Tu opazamo enake kamenine kot južno od Sarskega. Prevladuje dolomit. Najdemo še rožnat dolomit, kateremu dajo barvo rdeči ooliti. V polji rdečega oolitnega apnenca sem našel drobne polžke. Ploščast dolomit je lepo viden v kamnolomu južno od železniške proge pri Škofljici. Dolomitni skladi so debeli od enega do nekaj centimetrov. Dolomit je svetlosiv in jedrnat, tako da je na prvi pogled podoben apnencu. V tem se loči od srednjetriadnega dolomita, ki ni tako drobnozrnat. Le v nekaterih lezikah vidimo 1—2 cm debele pole sljudnatega lapornega skrilavca. Debelina zgornjeverfenskih plasti znaša nad 100 m.

Nad zgornjeverfenskimi plastmi se začneja debela serija srednjetriadnih dolomitov, ki so povečini svetlosivi, debeloskladoviti ali neskladoviti. Menjavanje različnih vrst dolomitov je tako nepravilno, da jih kartografsko ni mogoče ločiti. Med dolomiti najdemo tanke leče ali pole svetlosivih in rdečkastih apnencev.

V useku kolovoza, ki pelja iz Kremenice proti Igu, najdemo wengski tuf kot lečo v srednjetriadnem dolomitu. Med zelo drobnozrnatim tufom so pole debelejše zrnatih tufskih plasti. Vidimo okoli 1 mm debela kremenova in glinenčeva zrna ter luske biotita, ki so deloma že preperle v muskovit. Med pelitskim tufom najdemo tudi pole temnosivega roženca. Pri cerkvi na Kremenici se pojavijo med dolomitom še pole sivega apnenca.

**Rabeljski skladi** so razviti v podobnem faciesu kot na Kočevskem med Mozljem in Knežjo lipo (G e r m o v š e k, 1953). Prav malo pa so podobni rabeljskim skladom ob zahodnem obrobju Ljubljanskega barja. Prevladujejo rdeči kremenovi ali apneni peščenjaki in rdeči glinasti ali laporni skrilavci brez sljude. Ponekod opazimo med zrni peščenjakov tudi zrna preperelih glinencev. Pri Hudi polici najdemo še rdeče kremenove železnate oolite, ki so podobni oolitom na zahodnem obrobju Ljubljanskega barja. Izdanki teh oolitov so prekriti z ilovico.

Klastične rabeljske usedline dobimo kot pole in leče v svetlosivem dolomitu. Torej moramo šteti tudi del tega dolomita v karnijsko stopnjo, podobno kot na Kočevskem.

Zelo težko je potegniti mejo med srednjetriadnim in **zgjornjetriadnim** dolomitom, razen če je razvita karnijska stopnja z rabeljskimi skrilavci in peščenjaki. Vendar se rabeljske klastične kamenine pogosto lečasto

izklinjajo, tako da meji srednjetriadni dolomit neposredno na zgornjetriadnega. Med dolino vzhodno od Dobravice in Igom je zgornjetriadni dolomit razvit v velikem delu kot pasoviti dolomit in ga tako ločimo od starejših dolomitov. Na preiskanem ozemlju je zgornjetriadni dolomit v večjem delu podoben starejšim dolomitom. Le severovzhodno od železniške proge pri Gajničah, vzhodno od Želimelj in še ponekod najdemo gorce pasovitega dolomita.

K jurskim skladom štejem svetlosiv apnenec, katerega je Kramer (1905) prišteval rablju. Fosilov v njem sicer nisem našel, vendar govore vložki drobnoolitnih apnencev bolj za juro kot za rabelj.

Ilovice je na preiskanem ozemlju malo. Največ je je okoli Hude police, kjer prekriva triadne dolomite in rabeljske sklade. V ilovici najdemo kose in bloke rabeljskih kamenin, predvsem rdečih kremenovo-železnatih oolitov.

**Tektonske razmere.** Na južnovzhodnem obrobju Ljubljanskega barja ni dinarsko usmerjenih gub. V severovzhodnem delu preiskanega ozemlja, to je med Želimeljsko dolino in Gajničami, vpadajo skladi proti vzhodu oziroma jugovzhodu. Diskordantno na karbonu leže zgornjeverfenske plasti, nad njimi pa konkordantno srednjetriadni dolomiti, rabeljske plasti in zgornjetriadni dolomit. Med Škofljico in Glinekom prevladuje prečnoalpska smer, od tu proti jugu in jugozahodu pa prečnodinarska smer. Južno od Pijave gorice je krajevno zastopana tudi alpska smer.

Večjih tektonskih premaknitev v tem delu ni. Na severu je karbon odrezan s prelomom, ki loči to ozemlje od karbonskega ozemlja okoli Škofljice. Zgornjeverfenski skladi so močnejše zmečkani le ob severnovzhodni meji. Tu stoje navpično. Verjetno so bili ob tej meji znatni tektonski premiki, tako da meji zgornji werfen že na glavni dolomit.

Vse preiskano ozemlje vzhodno od Želimeljske doline moremo imeti za vzhodno oziroma južnovzhodno krilo prečnoalpske oziroma prečnodinarske antiklinale.

Severni del Želimeljske doline bi si mogli razlagati kot ozko tektonsko udorino, ki še pripada Ljubljanskemu barju in je ob dveh približno vzporednih prelomih zaostala v dviganju. Celotna Želimeljska dolina je važna tektonska črta. Tektonske razmere zahodno od tod se bistveno razlikujejo od pravkar opisanih.

Karbonske plasti pri Kladi imajo alpsko smer in vpadajo proti severu. Opazamo tudi poznejši vpliv prečnodinarske smeri. Triadni dolomiti, ki leže na karbonskih plasteh, pa imajo pretežno prečnoalpsko smer in vpadajo proti zahodu. Na ta način je izražena izrazita diskordanca med karbonskimi in triadnimi plastmi. K temu so največ pripomogli horizontalni premiki karbonatnih triadnih skladov preko plastičnih karbonskih plasti.

V alpski smeri slemeniti tudi večji del zgornjeverfenskih plasti južno od Sarskega, ki vpadajo proti severu. V osrednjem delu zgornjeverfenskega izdanka opazimo že vpliv prečnodinarske smeri, zahodno od tod pa preide prečnodinarska smer v prečnoalpsko. Po dolini z Rebolovo

kmetijo teče prelom, verjetno v prečnodinarski smeri. Zahodno od njega opazimo le prečnodinarsko smer slemenitve s prehodom v prečnoalpsko. V smeri proti Škriljam prevlada prečnoalpska smer.

Ob severni in zahodni meji vpadajo zgornjeverfenske plasti Sarskega konkordantno pod srednjetriadni dolomit. Ob južni meji so pa narinjene na srednjetriadni dolomit. Ob vzhodni meji nad Skopačnikom opazimo obratno zaporedje plasti: Pod starejšimi lapornimi peščenjaki zgornjega werfena leže stratigrafsko mlajši ploščasti dolomiti zgornjega werfena oziroma anizika. Ti pa leže na karbonskih peščenjakih.

Del zgornjeverfenskih skladov ter vsi mlajši triadni in jurski skladi grade tektonsko deformirano antiklinalo v prečnodinarski smeri. Kaže se pa tudi močan vpliv prečnoalpske smeri. Karbonski skladi in del werfenskih plasti pa slemeni v istem območju v alpski smeri.

Zahodno in vzhodno obrobje Ljubljanskega barja se facialno delno razlikujeta. Za vzhodno obrobje je značilen podoben razvoj rablja kot na Kočevskem in zelo šibak razvoj klastičnih wengenskih skladov. Spodnjetriadni in mlajši zgornjetriadni skladi so pa na obeh obrobjih enaki.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

#### **NOTE ON THE GEOLOGICAL MAPPING OF THE SOUTHEASTERN MARGIN OF THE MOOR OF LJUBLJANA**

In 1952 the writer started a geological mapping of the southeastern margin of the Moor of Ljubljana which yielded some new geological data.

The Carboniferous strata at Klada were found to consist of quartz conglomerates, sandstones, and clayey slates, in order of abundance. The gravels are predominantly quartzose, those containing black hornstone occur less frequently, and gravels of metamorphic rocks, calcareous sandstones, and tuffs are even scarcer.

The opinion is held that only the red and green slates lenticularly inclosing the Carboniferous strata at Klada, belong to the Lower Werfen.

The Upper Werfenian strata are more frequent. The dolomites alternate with clastic calcareous sediments. Toward the top dolomite becomes predominant and grades, without showing a well-marked division plane, into the Middle Triassic dolomite. The dolomites are poorly bedded, fine grained and predominantly light grey.

At Kremenica lenticular Wengenian tuffs were found dispersed in the Middle Triassic dolomite.

At several places occur Rabelj-strata of a facies similar to that found in the vicinity of Kočevje. They consist mainly of red quartz-calcareous sandstones and clayey and shaly slates without mica.

The clastic Rabelj-sediments form beds and lenses in the light gray dolomite. Consequently part of the dolomite is considered to belong to the Carnian and Norian stage.

Part of the limestones considered by Kramer (1905) to belong to the Rabelj, are held to be of Jurassic age. Although fossil remains are absent the intercalations of oolitic limestone point to the Jurassic rather than to the Rabelj.

Along the southeast margin of the Moor of Ljubljana no folds trending in the Dinaric direction occur.

Between the valley of Želimlje and small village of Gajniče the folds trend either in transverse Dinaric or in the transverse Alpine direction. All of these strata belong to the eastern or southeastern wing of the anticline.

Between Dobravica in the northwest and Želimlje in the southeast one group of folds trends in the Alpine, the other in the transverse Alpine direction. The Carboniferous strata at Klada trend in the Alpine direction and dip northward. A later influence of the direction oblique to the Dinaric can also be discerned. The Triassic dolomites overlying the Carboniferous strata trend predominantly in the transverse Dinaric direction and dip westward. As a result of this there exists a marked unconformity between the Carboniferous and Triassic strata to which horizontal shifts of the Triassic carbonate strata over the plastic Carboniferous layers, have greatly contributed.

If only the measured dips of the dolomites occurring on either side of the fault of Želimlje, are taken into consideration then the region can be said to represent a deformed anticline trending to the transverse Dinaric direction. At the same place, however, the Carboniferous and part of the Werfenian strata trend in the Alpine direction.

The western margin of the Moor of Ljubljana differs from the eastern also in respect of facies. A characteristic feature of the eastern margin is in that the development of the Rabelj-strata is similar to that of the same strata occurring in the region of Kočevje, and in that the clastic Wengen-strata are only poorly developed. The older and younger Triassic strata occurring along the two margins, are similar.

#### LITERATURA

Germovšek, C., 1953, Poročilo o geološkem kartiranju lista Novo mesto 1, 2, 3, v letu 1951 in 1952, *Geologija*, 1, 284—287.

Kossmat, F., 1904, Überschiebungen im Randgebiete des Laibacher Moores, C. R. IX. Sess. Congr. Geol. Int. Vienne, 1903, 507—520.

Kossmat, F., 1905, Über die tektonische Stellung der Laibacher Ebene, *Verh. Geol. R. A.* 71—85, Wien.

Kossmat, F., 1913, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion, *Mitt. Geol. Ges.* 6, 61—165, Wien.

Kramer, E., 1905, Das Laibacher Moor, 1—205, Laibach.

Lipold, M. V., 1953, Manuskriptna karta Višnja gora—Cerknica (1:75.000).

Melik, A., 1929, Pliocensko porečje Ljubljaniče, *Geogr. vest.*, 4, 69—88.

Melik, A., 1952, Zasnova Ljubljaničinega porečja, *Geogr. zb.*, 1, 5—31.

Rakovec, I., 1938, K nastanku Ljubljanskega barja, *Geogr. vestnik*, 14, 3—22.

Slebinger, C., 1952, Manuskriptna karta južnega dela Ljubljanskega barja.

Wentzel, J., 1922, Zur Bildungsgeschichte des Laibacher Feldes und Laibacher Moores, *Lotos*, 70, Prag, 68—110.

## VZORČEVANJE ŽIVOSREBRNIH RUD

*Boris Berce*

S štirimi skicami

Vzdrževanje enakomerne kvalitete rudne izkopenine, perspektivni razvoj posameznih objektov, načini odkopavanja, stopnja zmanjšanja odstotka kovine v izkopenini ter še posebej preiskovanje kvalitete novih rudnih nahajališč zahtevajo dobro organiziran način jemanja in obdelave vzorcev. Pri tem je važno, da poiščemo najcenejšo in najtočnejšo metodo vzorčevanja, ki bo finančno čim manj obremenila podjetje ali raziskovalno delo.

Teoretičnih osnov vzorčevanja ne moremo točno matematično izraziti. Zato uporabljamo več empiričnih enačb in tabel, ki omogočajo, da približno izračunamo gostoto in najprimernejšo težo vzorcev. Pri tem si pomagamo tudi s podatki genetsko podobnih rudišč. Vrednosti so odvisne od kvalitete rude, načina orudenja in drugih pogojev, ki jih moremo približno oceniti. V *Brunthonovi* enačbi moramo najprej poznati nekatere odnose tež, odnos med povprečnim odstotkom koristne kovine v vzorcu in odstotkom iste kovine v mineralu ter število delcev, ki jih je več oziroma manj od povprečnega števila delcev v vzorcu. *Vezi nova* enačba zahteva, da najprej poznamo faktor proporcionalnosti. Isto napako ima tudi *Richard-Czeczotova* enačba. S temi enačbami moremo torej samo približno najti najprimernejše teže. Z določitvijo tež še nismo izčrpali vseh zahtev, ki se postavljajo pri vzorčevanju. Določiti moramo še območje, v katerem velja najprimernejša teža. Tu moremo razlikovati vzorčevanje v rudiščih in vzorčevanje toka rude n. pr. v separaciji. V prvem primeru moramo določiti območje, v katerem nam vzorec predstavlja resnični povpreček rude z — dopustno napako, v drugem primeru pa časovno enoto, v kateri moramo na ustrezen način vzeti določeno količino rude, ki predstavlja povprečni vzorec z — dopustno napako. Nadaljnji problem je pravilno zmanjšanje teže pri ustreznem drobljenju vzorca. Ta problem je relativno enostaven, kolikor uporabljamo strojno mešanje in deljenje vzorca, ker ga moremo matematično izraziti. Pri tako organiziranem vzorčevanju moremo ves čas zasledovati verjetne napake, ki se nam pojavljajo pri posameznih fazah dela. Končnemu vzorcu izračunamo tudi napako, s katero smo določili povprečen odstotek koristne komponente.

Navedel bom nekaj teoretičnih podatkov, ki sem jih uporabil pri vzorčevanju živosrebrnih rud in bom šele nato podal rezultat dela.



### Določanje razdalj med posameznimi vzorci, točnost vzorčevanja načinov združevanja ter zmanjšanja teže vzorca

Vzorčevati moremo po različnih metodah. Običajno vzorčujemo z brazdami, točkasto, z vrtnami in z odstreljevanjem. Katero metodo bomo uporabili v posameznem primeru, določamo običajno s poizkusom. Posamezni načini vzorčevanja, ki na videz niso ugodni, morejo dati pri nekaterih tipih orudenja zelo dobre rezultate. Pri kompaktnih rudnih telesih, ki vsebujejo enakomerno razpršeno drobno kristalizirano mineralno komponento, je najenostavnejši način vzorčevanja z brazdo. Njene dimenzije so običajno različne in variirajo od 0,6 cm do 8 cm krat 3 cm do 20 cm.

Impregnacijske rudne cone je najbolje vzorčevati z vrtnami ali točkasto. Vzorčevanje z odstreljevanjem uporabljamo samo v izjemnih primerih, ker je dokaj drago. Pri točkastem vzorčevanju moramo paziti, da so posamezni kosi, ki jih odbijamo na vozlih poljubno izbrane mreže, približno enaki. V tem primeru daje metoda dobre rezultate. Brazda zahteva več priprav. Najprej moramo izravnati površino, kjer jo name ravamo izdelati in nato jo moramo izsekati v točno naprej določeni obliki. Zato je brazdanje dokaj zamudno delo. Ponekod seka brazda kompaktnjše in trše kamenine, a ponekod drobljive ali mehke cone (n. pr. tektonsko porušene predele ali mehke kamenine). V mehkih kameninah je storilnost delavca, če izdeluje brazdo 5-krat 10 cm, okrog 20 m na dan, dočim je v kvarcitih komaj 1 m. Izkušnje iz rudišča Idrije so dale naslednji rezultat:

1. v kompaktnem dolomitu za brazdo do 1,5—2 m okrog 30',
2. v zdrobljenem dolomitu za brazdo od 1,5—2 m okrog 20',
3. v kremenovem peščenjaku za brazdo do 1,5—2 m okrog 35',
4. v glinastih in apnenih skrilavcih za brazdo do 1,5—2 m okrog 15'.

Brazde so izdelali z odkopnim kladivom in jih poravnali ročno z dletom. Včasih ne moremo zaradi različne krojitve kamenin izdelati popolnoma ravnih brazd. Brazde delamo pravokotno na žilo ali lečo, dočim so brazde v rudnih conah različne. Ponekod so vertikalne ali horizontalne, drugje v obliki spirale in podobno. Oblika in velikost brazde sta odvisni od gostote vzorcev, zahtevane točnosti vzorčevanja, oblike rudnih teles in načina nastopanja koristne komponente. Ker se točnost vzorčevanja spreminja zaradi naštetih pogojev, ki jih posamezno ne moremo matematično določiti, je uveden pojem faktorja variacije ali faktorja reprezentativnosti (točnosti). Izračunavamo ga s pomočjo aritmetične sredine odstotka koristne komponente v rudni coni in srednje kvadratne napake v odnosu na aritmetično sredino. Če označimo aritmetično sredino s  $C$  in srednjo kvadratno napako s  $\sigma$ , je faktor variacije

$$V = \frac{\sigma}{C} \cdot 100\% \quad (\text{Kreiter, 1940}) \quad (1)$$

srednja kvadratna napaka posameznega vzorca znaša

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} \quad (\text{Kreiter, 1940}) \quad (2)$$

kjer je razlika med aritmetično sredino in posamezno analizo. Faktor variacije je odvisen od parageneze rude, od velikosti rudnega telesa ali cone, od načina vzorčevanja in od tega, ali smo izračunali faktor V iz posameznih ali iz združenih vzorcev. Napako pri določanju aritmetične sredine izraža enačba

$$m = \pm \frac{\sigma}{n} \quad (3a)$$

ali če jo izrazimo v odstotkih

$$P = \pm \frac{m}{C} \cdot 100\% \quad (\text{Kreiter, 1940}) \quad (4)$$

Jahnsovi (1952) poizkusi so pokazali, da moramo poleg napake m upoštevati še neznano vsoto vseh enostranskih napak. Podrobneje moremo določiti napako m, če analiziramo vzorce dvojno. Tedaj računamo s kvadratom razlike med posameznimi analizami in celotnim številom analiz. Napaka znaša tedaj

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{2n}} \quad (3b)$$

V teh primerih daje enačba 3a preveliko vrednost napake.

Število potrebnih vzorcev za naprej določeno ali znano variacijo znaša po enačbah 1, 3a in 4

$$n = \left(\frac{V}{P}\right)^2 \quad (5)$$

Če označimo dolžino rovov, s katerimi odkopljejo določeno količino rude v enem mesecu, z L, potem znaša največja razdalja med posameznimi brazdami, če želimo mesečno ugotoviti povprečen odstotek kovine

$$l = \left(\frac{V}{P}\right)^2 L \quad (6)$$

Po mnenju nekaterih raziskovalcev mora znašati verjetnost določanja enačb 5 in 6 najmanj 68 %, po mnenju drugih pa vsaj 95 %. V Nemčiji zahtevajo točnost določanja, n. pr. za Fe 90 % in Au 99,9 % (Graf in Henning, 1952). Točnost določanja odstotka posameznih prvin v Sovjetski zvezi je odvisna od povprečne aritmetične sredine koristne komponente. Podatke za železo in zlato po Bariševu (1943) kaže 1. tabela.

1. tabela

Komponenta	C	± P	C	± P	C	± P
železo	5 - 10	4 - 8	10 - 30	2 - 4	nad 30	1 - 2
zlato	5 - 20	5 - 10	20 - 50	3 - 5	nad 50	1 - 3

Če določamo odstotek komponente v istih vzorcih, dobimo krivuljo, katere enačbo je postavil Gauss. Dopustne napake ( $T_s$ ) znašajo ( $T_s = 2 \cdot \lambda_s \cdot \sigma$ ), če je

$$S = 90 \% \quad \text{je } \lambda_s = 1,64$$

$$S = 95 \% \quad \text{je } \lambda_s = 1,96$$

$$S = 99 \% \quad \text{je } \lambda_s = 2,58$$

$$S = 99,9 \% \quad \text{je } \lambda_s = 3,29 \quad (\text{Graf, Henning, 1952})$$

Če želimo torej določeno točnost, moramo v enačbi 5 in 6 poleg faktorja  $V$  vstaviti ustrezne vrednosti. Pri običajnih pogojih imata enačbi 5 in 6 točnost 95 %, zelo redko pade vrednost pod 90 %. Izračunavanje srednjega odstotka koristne komponente je na ta način dokaj enostavnejše, kakor če bi uporabili Richard-Czeczotov sistem. V bistvu pa je ta način modificiran in poenostavljen Czeczotov sistem. Če se odstotek kovine izpreminja enakomerno, potem je izračunano število vzorcev po enačbi 6 za tri- do pet-krat večje od resnično potrebnega števila vzorcev  $n$ . Če so spremembe odstotka koristne komponente periodične, znaša razlika med  $n$  in  $n'$  komaj 15—20 %. Enačb 5 in 6 torej ne moremo uporabiti v vseh primerih. Običajno se odstotek kovine v rudnem telesu tako izpreminja, da nam enačba 6 daje pravilen rezultat. Prevelike vrednosti dobimo samo pri nekaterih sedimentnih rudiščih ali pa v rudiščih, kjer enakomerno narašča ali pada odstotek koristne komponente. Za rudišča, kjer ne poznamo vrednosti  $V$ , ne moremo uporabiti enačbe 6. Tedaj določimo gostoto vzorcev po izkušnjah in nato izračunamo faktor  $V$ . Če je njegova vrednost majhna, upoštevamo v naslednjih računih samo vsak drugi, tretji, četrti itd. vzorec. Šele ko na ta način dosežemo mejo točnosti, ki smo si jo predhodno določili, vemo tudi, kolikšne naj bodo razdalje med posameznimi vzorci. V idrijskem rudišču sem primerjal teoretično izračunane vrednosti  $n$  in eksperimentalno dobljene vrednosti ter ugotovil, da med njimi ni bistvenih razlik. Torej sta se enačbi 5 in 6 brez korekture približali praktično ugotovljenemu številu vzorcev.

V začetni fazi raziskovanj moremo največkrat samo približno ugotoviti odstotek koristne komponente. Tedaj si pomagamo z ustreznimi tabelami in nato šele izračunamo faktor  $V$ . Točnost vzorčevanja pri enakem številu vzorcev navadno narašča od brazde preko točkastega vzorčevanja na vrtine in vzorčevanje z odstreljevanjem. Seveda pa je možen tudi drugačen vrstni red. Da zmanjšamo število analiz, združujemo večkrat po več vzorcev. Združimo lahko takoj na mestu, kjer smo vzorce vzeli, ali pa po drobljenju. Obakrat moramo izpolniti naslednje pogoje:

- a) vzorci morajo predstavljati enak tip rude;
- b) vzorci morajo biti enakih dimenzij;
- c) teže vzorcev morajo biti proporcionalne dimenzijam rudnih teles.

Ugodno je, če so razdalje med vzorci več ali manj enake. Točke a) ne moremo matematično izraziti. Če vzorci nimajo enakih tež in dimenzij,

moramo računsko izenačiti njihove vplive s pomočjo odstotka koristne komponente in teže vzorca po enačbi

$$c = \frac{c_1 \cdot g_1 + c_2 \cdot g_2 + \dots + c_n \cdot g_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n} \quad (7)$$

kjer je  $c$  srednji odstotek koristne komponente v združenem vzorcu,  $c_1$  in  $c_2$  odstotki koristne komponente v posameznih vzorcih in  $g_1$  in  $g_2$  teže vzorcev. Napaka znaša tedaj

$$mf = \frac{(c_1 - c_m) \cdot (g_1 - g_m) + (c_2 - c_m) \cdot (g_2 - g_m) + \dots}{g_1 + g_2 + \dots} \quad (8)$$

kjer je  $c_m$  povprečen odstotek in  $g_m$  povprečna teža vzorca (Jahns, 1952). Obstojte tabele, s katerimi določimo število vzorcev, ki jih smemo združiti, in tabele o najmanjšem številu združenih vzorcev, ki jih moramo vzeti v enem rudnem telesu (Barišev, 1943).

Posamezne in združene vzorce pripravljamo nato za analizo. To pomeni, da jim v odvisnosti od drobljenja zmanjšujemo težo. Torej moramo določiti za vsak premer zrn najprimernejšo težo vzorca. Ker nimamo v začetku vzorčevanja nikakršnih podatkov, na podlagi katerih bi mogli podrobneje določiti težo, uporabimo Richard-Czeczotovo enačbo

$$Q = Kd^2 \quad (9)$$

kjer je  $Q$  teža vzorca,  $K$  koeficient, ki je odvisen od značaja rude, in  $d$  premer največjega delca v vzorcu. Če uporabljamo to enačbo, določamo koeficient  $K$  ali težo  $Q$  po grafikonu ali tabeli (Czeczot, 1931). Zato sta Detmond in Halferdall izrazila zadnjo enačbo v spremenjeni obliki

$$Q = Kda \quad (10)$$

Oba koeficienta moremo določiti po Kalistovi metodi. Tako zmanjšujemo teže vzorcev, ne da bi v njih spremenili povprečen odstotek kovine. Po enačbi 10 moremo izračunati tudi število vzorcev, ki so potrebni za določitev srednjega odstotka koristne komponente, čeprav ne poznamo faktorja  $V$  (Kreiter, 1940).

Obširne raziskave v zadnjih 20 letih na tem področju, so dale nekaj posplošenih pravil. Zato je Barišev sestavil tabelo za vrednosti  $K$ , dočim jemlje za  $a$  vrednost 2 (1943).

Stopnjo drobljenja moremo izračunati:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \varepsilon$$

Če označimo odnos  $Q_1/Q_2 = S$  (stopnja deljenja), dobimo, da je

$$\varepsilon = \sqrt{S} \quad (11)$$

Pri krajšanju vzorca se nam zaradi različne zdrobljenosti in stopnje mešanja dogaja, da pade v posamezen vzorec nekaj delcev več ali manj od povprečno izračunanega števila delcev. Napako v številu delcev moremo izraziti z

$$m_s = -n \cdot p \cdot q \quad (12)$$

kjer je  $n$  število delcev enega kupa,

$p$  verjetnost, da bomo delec srečali prav v tem kupu,

$q$  verjetnost, da delca ne bomo srečali v tem kupu.

S to enačbo izračunamo tudi resnično srednjo napako po pravilu, da je resnična napaka v 997 primerih od 1000 manjša, kakor trojna vrednost srednje napake. Napaka v številu delcev vpliva na povprečen odstotek komponente v kupu; na ta način moremo najti napako zrnatosti ( $m_z$ ). Pri obdelavi vzorca vplivajo na spremembo povprečnega odstotka tudi ostanki vzorca v strojih. To napako izračunamo po enačbi

$$m_f = \frac{R}{100} D \quad (13)$$

$D$  = razlika med odstotkom starega in novega vzorca,

$R$  = kontrolna analiza (Jahns, 1952b). Če bi hoteli določiti napako  $m_f$ , bi morali analizirati in pripravljati vzorce dvojno. To moramo narediti samo v posebnih primerih, navadno pa pri vzorčevanju napake  $m_f$  ne upoštevamo.

### Analiza vzorčevanj

#### Prprava vzorca iz izkopane rude

Za pripravo jamskega vzorca rabimo podatke o koeficientih  $K$  in  $a$  iz enačbe 10. Zato sem v živosrebrnih rudiščih Podljubelj in Idrija naredil ustrezne poizkuse.

V idrijskem rudišču sem določal koeficienta  $K$  in  $a$  v siromašni in bogati rudi. Siromašno rudo sem razdelil na tri dele. Del A je imel okrog 2000 kg s premerom zrn do 10 mm; del B je imel okrog 1500 kg s premerom zrn do 5 mm in del C je imel 500 kg s premerom zrn 2,5 mm. Vsak del sem razdelil na 5 serij po 16 vzorcev. Za izračunavanje sem torej imel na razpolago 270 analiz. Posamezne vzorce sem nato zdrobil na 2,5 mm in reduciral z razdelilcem do minimalne teže 4 kg. Vzorcev, ki bi z redukcijo bili lažji kot 4 kg, nisem razdelil, temveč sem jih drobil skupaj z reduciranimi vzorci na 1,5 mm. Pri tej stopnji zdrobljenosti sem jih reduciral na 1 kg. Nato sem vsak vzorec vprašil, reduciral in dal

v kemično analizo. Izračunane vrednosti koeficienta V in napake teh analiz za siromašno rudo kaže 2. tabela.

2. tabela

	Število vzorcev	Povprečni odstotek Hg	$\sigma$	V	m	P
A <sub>1</sub>	16	0,28	0,0206	7,35	0,005	1,79
A <sub>2</sub>	16	0,29	0,0180	6,18	0,005	1,72
A <sub>3</sub>	16	0,28	0,0175	6,25	0,004	1,43
A <sub>4</sub>	16	0,28	0,0205	7,32	0,005	1,79
A <sub>5</sub>	16	0,29	0,0536	19,16	0,013	4,48
B <sub>1</sub>	16	0,30	0,0171	5,7	0,004	1,33
B <sub>2</sub>	16	0,29	0,0262	9,04	0,007	2,42
B <sub>3</sub>	16	0,31	0,0148	4,77	0,004	1,29
B <sub>4</sub>	16	0,31	0,0148	4,77	0,004	1,29
B <sub>5</sub>	16	0,30	0,0184	6,13	0,005	1,66
C <sub>1</sub>	16	0,28	0,0130	4,65	0,003	1,07
C <sub>2</sub>	16	0,29	0,0141	5,04	0,004	1,38
C <sub>3</sub>	16	0,32	0,0263	8,20	0,007	2,13
C <sub>4</sub>	16	0,31	0,0106	3,42	0,003	0,97
C <sub>5</sub>	16	0,30	0,0235	7,81	0,006	2,00

Faktor variacije je zelo majhen. Samo v nekaterih serijah je nekoliko večji, kot n. pr. v A<sub>5</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>. V pripravi serije smo torej dosegli dobro točnost. Če znaša napaka kemične analize okrog 7 %, potem znašata istosmerni napaki kemične analize in priprave vzorca v najslabšem primeru okrog 12 % srednjega odstotka Hg. Tudi v tem, najslabšem primeru smo še vedno v mejah dopustnih napak, ki znašajo za rudo z

0,06—0,25 % Hg	P = 15—30 %
0,25—2,00 % Hg	P = 7—15 %
nad 2,00 % Hg	P = 4—7 %

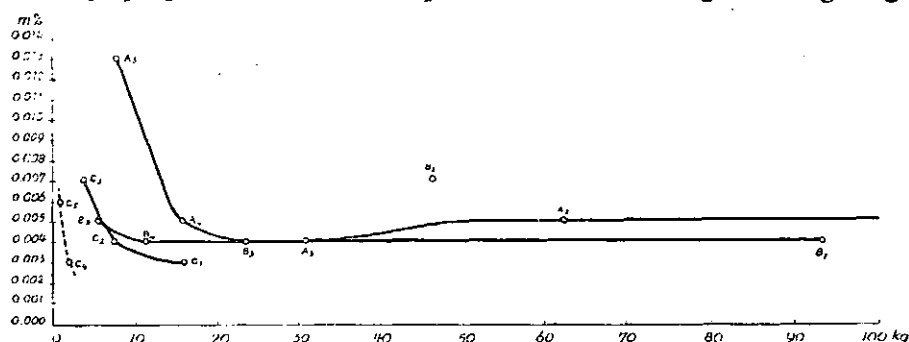
Z analizami moremo izračunati tudi koeficiente K in  $a$ . Vrednost napak m vsake serije nanesimo na ordinato. Napaka m je nastala pri razdelitvi dela A, ki smo ga namerno manj točno razdelili kakor posamezne vzorce. Tako moremo zasledovati vpliv teže vzorcev na napako m. Na absciso smo nanegli vrednosti tež vzorcev. Točke v diagramu leže na krivulji, ki se na področju vzorcev z večjimi težami približa abscisi, nato pa zavije in se približuje ordinati. Pregibna točka krivulje je točka, ki označuje najmanjšo težo vzorca (z zaželeno točnostjo). V našem primeru leže vse točke posameznih serij v mejah dopustnih napak, vendar sem vzel točko pregiba zaradi sigurnosti za izhodišče pri izračunavanju

koeficientov K in  $\alpha$ . Če logaritmiramo enačbo 10 dveh serij in odštejemo ter uredimo, dobimo, da je

$$\alpha = \frac{\log Q_1 - \log Q_2}{\log d_1 - \log d_2}$$

Vstavimo vrednost  $\alpha$  v eno izmed enačb in izračunamo K s pomočjo krivulj, ki so razvidne iz 1. slike.

Nekaterih serij ne moremo uporabiti za konstrukcijo krivulj. To so serije B<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> in C<sub>5</sub>. Odstopanja so nastala zaradi ročnega mešanja in deljenja. Pri strojni pripravi serij in vzorcev bi takšne napake odpadle. Območje pregiba leži za različne premere zrn med 25 kg in okrog 8 kg.



1. slika — Fig. 1

Krivulje napak m v odvisnosti od teže vzorcev siromašne Hg rude  
Diagram showing faults m depending on weight of low grade Hg-ore-samples

Če primerjamo ta podatek z Richardovo tabelo, ki določa teže vzorca pri teh premerih in kvaliteti rude, vidimo, da je na ta način določena teža vzorca vsaj štirikrat manjša kot v Richardovi tabeli pri premerih okrog 10 mm in nekoliko večja kot teže v isti tabeli pri manjših premerih zrn. Faktorja K in  $\alpha$  kaže 3. tabela.

3. tabela

	K	$\alpha$
Serijs A in B	1,4	1,25
Serijs B in C	1,7	1,20
Serijs A in C	1,6	1,20

Sprememba koeficienta  $\alpha$  je minimalna; variira šele v stotinkah. Povzročajo jo verjetno premalo točno prevzete teže vzorcev iz diagrama.

Podljubeljsko rudo smo na enak način analizirali; po načinu nastopanja cinabarita je podobna idrijski. Količina cinabarita v njej je zelo



majhna (nekaj stotink ‰). Prvi del je obsegal 4 serije v skupni teži okrog 2000 kg s premerom zrn do 10 mm, drugi del je bil za polovico lažji in je imel 3 serije s premerom zrn 5 mm. Vsako serijo smo razdelili na 16 vzorcev. Priprava vzorcev je bila enaka kot pri rudi iz Idrije. Variacije v posameznih serijah so bile tako minimalne, da je napaka P znašala komaj 0,12—0,03 ‰. Zaradi tega preračunavanje koeficientov K in  $\alpha$  ni bilo potrebno. Napaka, ki jo delamo s kemijsko analizo, popolnoma prekriva napake deljenja, mešanja itd.

Bogato idrijsko rudo smo razdelili na dva dela. Del D je imel okrog 1500 kg s premerom zrn do 5 mm; del E pa je imel okrog 500 kg in premer zrn do 1,5 mm. Vsak del smo razdelili na 5 serij po 8 vzorcev. Posamezne vzorce smo drobili na 1,5 mm in reducirali na 4—4,5 kg, nato smo ponovno drobili na 0,5 mm in reducirali na 0,5 kg, končno na 0,25 mm ter 0,25 kg. Vzorce smo nato vprašili in dali v analizo. Rezultat računa kaže 4. tabela.

4. tabela

	Število vzorcev	Povprečni odstotek Hg	$\sigma$	V	m	P
D <sub>1</sub>	8	3,13	0,0762	2,43	0,029	0,90
D <sub>2</sub>	8	3,07	0,1422	4,64	0,054	1,75
D <sub>3</sub>	8	3,11	0,1603	5,15	0,061	1,95
D <sub>4</sub>	8	3,24	0,0858	2,03	0,032	1,00
D <sub>5</sub>	8	3,16	0,0574	1,81	0,022	0,69
E <sub>1</sub>	8	3,11	0,0824	2,64	0,031	1,00
E <sub>2</sub>	8	3,23	0,1246	3,85	0,047	1,46
E <sub>3</sub>	8	3,10	0,0936	3,02	0,036	1,15
E <sub>4</sub>	8	3,12	0,0794	2,54	0,030	0,96
E <sub>5</sub>	8	3,10	0,1681	5,43	0,064	2,05

Tudi tu je koeficient variacije zelo majhen. Napaka P skupaj z napako kemične analize, ki bi bila iste smeri kot napaka P, znaša v najslabšem primeru komaj polovico dopustne napake. Na isti način kot pri siromašni rudi sem preračunal tudi koeficienta K in  $\alpha$ . Vrednosti optimalnih tež vzorcev sem dobil iz diagrama, ki ga kaže 2. slika.

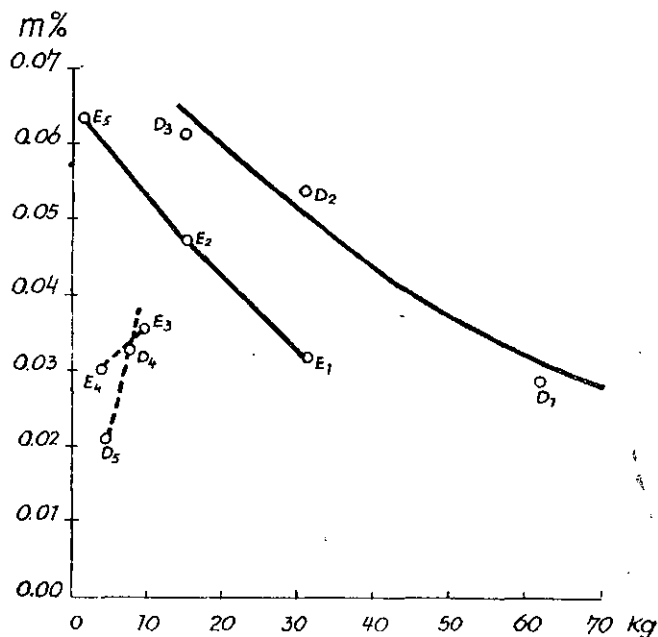
Tudi tu ne moremo uporabiti nekaterih serij za konstrukcijo krivulje.

Preračunane vrednosti K in  $\alpha$  znašajo:

$K = 8,9$  in  $\alpha = 1,2$ . Čeprav nam krivulja kaže stalno naraščanje napake m in nismo našli pregibne točke krivulje, moremo vseeno prevzeti, da sta koeficienta določena dovolj točno. Vse točke serij leže namreč v mejah točnosti, ki se zahteva za to rudo. Zato koeficienta K verjetno ne bo treba popraviti pri praktični uporabi rezultatov. Velikost korekture K bi mogli ugotoviti šele, ko bi stalno vzorčevali.

Določanje koeficientov K in  $\alpha$  je pokazalo naslednje: Koeficient  $\alpha$  se v rudišču Idrija ne spreminja. Manjše variacije so verjetno posledica

premalo točne določitev optimalne teže vzorca. Zato moremo za koeficient  $\alpha$  prevzeti vrednost 1,2 in jo uporabiti v vsakem primeru. Koeficient K običajno popravljamo, velikost korekture je odvisna od različnih pogojev in znaša 3- do 6-kratno vrednost izračunanega koeficienta. Ker smo koeficient K preračunali v točkah, ki leže globoko v tolerančnem območju, smo s tem v bistvu že korigirali koeficient K.



2. slika — Fig. 2

Krivulje napak  $m$  v odvisnosti od teže vzorcev bogate Hg rude  
Diagram showing faults  $m$  depending on weight of high grade Hg-ore-samples

Razlika med težami vzorcev, ki smo jih dobili s pomočjo Richardove tabele, Bariševljevih podatkov in z eksperimentalno določenimi koeficienti K in  $\alpha$  kaže 5. tabela.

5. tabela

teža vzorca	Siromašna ruda		Bogata ruda		
	$\phi = 10$ mm	$\phi = 5$ mm	$\phi = 2,5$ mm	$\phi = 5$ mm	$\phi = 1,5$ mm
po Richardu	ca 80 kg	ca 20 kg	4,5 kg	225 g	22 g
po Bariševu	ca 60 kg	ca 15 kg	3,7 kg	25 g	ca 23 g
eksperimentalno določeno	ca 27 kg	ca 12 kg	5,1 kg	ca 60 g	ca 23 g

V območju zrn z večjim premerom, kjer so potrebni večji vzorci, nam eksperimentalno določena koeficienta močno zmanjšujeta težo reprezentativnega vzorca, pri drobnejših frakcijah pa jo povečujeta. Tudi tu so količine optimalnega vzorca tako majhne, da razlika v teži ne zahteva posebnih priprav za nadaljnjo obdelavo vzorca.

Vrednosti koeficienta K so spremenljive. To kaže tudi rezultat poizkusov. Zato ni mogoče naprej določiti točne vrednosti koeficienta K, ker se izpreminja v odvisnosti od nihanja odstotka koristne komponente v vzorcu. Potrebno bi jo bilo določiti za vsak primer posebej. Kontrolne analize bi povedale, katero vrednost koeficienta K moramo uporabiti v posameznem primeru.

Poglejmo še eventualne napake (če sta oba koeficienta točno določena), ki smo jih naredili pri obdelavi vzorca, preden smo poznali koeficienta. Najmanjše količine siromašne rude pri  $a = 1,2$  in  $K = 1,7$  kaže 6. tabela.

6. tabela

$\varnothing$ mm	Teža v kg
10	27
5	12
2,5	5,1
1,5	2,75
0,25	0,5

Težo posameznih serij siromašne rude kaže 7. tabela.

7. tabela

	Del A v kg	B v kg	C v kg
serija I	62,5	46,8	15,6
serija II	31,2	23,4	7,8
serija III	15,6	11,6	3,9
serija IV	7,8	5,8	1,9
serija V	3,9	2,9	0,98

Torej so bile začetne teže vzorcev iz serij  $A_I, A_{II}, B_I, B_{II}, B_{III}, C_I, C_{II}$  nad zahtevano najprimernejšo težo vzorcev. Vse ostale serije so bile pod njo. Stalno napako smo delali tudi pri nadaljnjem drobljenju. To kaže naslednja 8. tabela.

8. tabela

$\varnothing$ mm	Najprimernejša teža vzorca v kg	Teža vzorca pri eksperimentu
2,5	5,1	do 4
1,5	2,75	do 1
0,25	0,5	do 0,25

Če upoštevamo, da so najprimernejše teže določene z napako  $\frac{3}{10}$  seđanje teže (K variira od 1,4 do 1,7) in da so bili naši vzorci navadno nad to težo, potem se nam je pojavila manjša napaka šele pri drobljenju na 1,5 mm oziroma 0,25 mm. Ta napaka ni bistveno vplivala na napako v eksperimentaciji in preračunavanju.

Najprimernejše teže vzorcev bogate rude pri koeficientih K 8,9 in  $a = 1,2$  kaže 9. tabela.

9. tabela

$\varnothing$ mm	Najprimernejša teža vzorca v kg
5	61,5
1,5	14,5
0,5	6,2
0,25	2,7

Pcsamezne serije bogate rude so imele teže, ki jih kaže 10. tabela.

10. tabela

	Del D v kg	Del E v kg
serija I	93,5	31,2
serija II	46,8	15,6
serija III	23,4	7,8
serija IV	11,6	3,9
serija V	5,8	1,9

Torej so bile serije  $D_I$ ,  $E_I$ ,  $E_{II}$  nad najprimernejšo težo vzorcev. Napako v teži, ki smo jo delali pri nadaljnjem drobljenju in deljenju vzorcev, kaže 11. tabela.

11. tabela

$\varnothing$ mm	Najprimernejša teža vzorca v kg	Teža vzorca pri eksperimentu v kg
1,5	14,5	do 4
0,5	6,2	do 0,5
0,25	2,7	do 0,25

Razlike v teži so zelo velike. Zato nimamo v diagramu normalnih krivulj, niti nismo mogli uporabiti vseh serij za izračun koeficienta. Če bi vzorčevali redno, bi šele ugotovili točnost določitve obeh koeficientov.

Ferjančičeva (1950) vzorčevanja debele in drobne siromašne rude v letih 1947 do vključno 1950, ki so obsegala od 2 do 10 % toka rude v časovni enoti, so pokazala, da so bile te količine rude prevelike za vzorec. Njihove izračunane napake so minimalne. To dokazuje, da moremo še z manjšimi količinami, kot sta 2 % toka rude, vzorčevati dovolj točno. Če je mesečna produkcija 2000 ton debele siromašne rude s sestavo, ki ustreza eksperimentalno določenim vrednostim koeficienta K, potem znaša velikost vzorca približno 30 ton, to je okrog 1,5 % od celokupnega mesečnega toka rude. Za drobno siromašno rudo s produkcijo 3000 ton mesečno znaša mesečni vzorec okrog 15 ton, to je okrog 0,5 % mesečnega toka rude. Pri produkciji 300 ton bogate rude znaša vzorec okrog 12 ton ali 4 % rude.

### Vzorčevanje v jami

Pri jamskem vzorčevanju smo skušali ugotoviti najugodnejšo metodo, vpliv različnih rudnih koncentracij in spremembe, ki nastanejo zaradi različnega petrografskega sestava kamenin. Vzorčevali smo z vertikalnimi in horizontalnimi brazdami ter z vrtnami. Na ta način smo zbrali preko 900 vzorcev, ki so omogočili dokaj podrobno izračunavanje točnosti in možnosti vzorčevanja.

V letu 1946 so vzeli nekaj vzorcev z brazdami na IV., XI. in XII. obzorju. Ker je število teh vzorcev relativno majhno, niso mogli z njimi odkriti metode vzorčevanja. Rezultat kaže 12. tabela.

12. tabela

Lokacija	Število vzorcev	Aritmetična sredina % Hg	$\sigma$	V	m	P
IV horizont točke 4087—4137	18	0,12	0,260	213	0,060	50
XI horizont 11145	4	0,11	0,143	130	0,070	63
XI horizont 11101	7	0,24	0,447	198	0,180	75
XI horizont Jašek Borba	35	0,34	0,395	115	0,067	18
XII horizont	98	0,28	0,631	225	0,060	22,5

Položaja in načina izdelave brazd ne poznam. Prav tako ne vem, ali so bile brazde enako velike in ali je bila razdalja med posameznimi brazdami enaka. Rezultat kaže, da so napake P zelo velike; s takim vzorčevanjem ne moremo izračunati povprečnega odstotka vzorčevanega rudnega bloka.

Sedanje jamsko vzorčevanje na odkopnih poljih Rop, Talnina in Frančiška je pokazalo, da moremo z zelo majhnimi stroški dobro določiti povprečen odstotek Hg v posameznem rudnem telesu. Rezultate tega jamskega vzorčevanja kaže 13. tabela. Iz njih vidimo naslednje:

13. tabela

Lokacija	St. vz.	Aritmetična sredina % Hg	$\sigma$	V	m	P	Pripombe
Odkopno polje Rop	200	0,10	0,266	266	0,018	18	vertikalne brazde
Odkopno polje Frančiška	113	0,54	1,145	212	0,100	18,5	vertikalne brazde
Frančiška	130	0,18	0,292	153	0,028	13,7	vertikalne brazde
Frančiška	243	0,35	0,8664	248	0,056	16	skupaj
Odkopno polje Talnina	219	0,57	1,126	198	0,076	13,3	vertikalne brazde
Talnina	98	0,78	1,610	206	0,163	20,9	horizont. brazde
Talnina	144	0,65	0,627	96	0,052	8	vrtine

a) Zaradi petrografske različnih kamenin (dolomit, skrilavci) in različnega orudenjenja (bodisi s cinabaritom ali s samorodnim živim srebrom) se pogoji vzorčevanja ne izpreminjajo.

b) Premajhno število vzorcev v rudnem telesu, ki se nam je pojavilo pri vzorčevanju s horizontalnimi brazdami, daje preveliko napako v določanju iskane komponente. Če primerjamo število vzorcev in napako P, ki jo dopuščamo pri določenih koeficientih variacije, vidimo, da moremo naprej izračunati najmanjše število vzorcev, ki so potrebni za preračunavanje povprečnega odstotka rudnega bloka. 14. tabela kaže izračunano število vzorcev pri določenem faktorju V in napaki P.

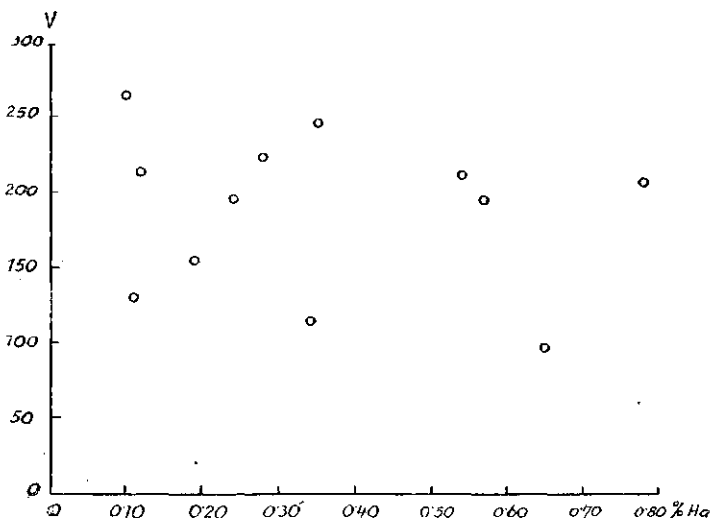
14. tabela

P	V									
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
8 %	100	156	225	305	400	506	625	755	900	1056
10 %	64	100	144	196	256	324	400	484	576	676
12 %	44	69	100	137	179	225	280	335	400	470
15 %	28	44	64	87	114	144	177	215	256	301

Torej moremo, če poznamo faktor variacije rudnega bloka, naprej določiti potrebno število vzorcev, ki nam bodo dali povprečen odstotek koristne komponente pri določeni napaki P. Težave nastopajo pri določanju faktorja V. V rudiščih, ki so že delno vzorčena, moremo naprej določiti približno vrednost faktorja V za posamezni rudni blok. V primeru, da smo ga napačno določili, moramo dopolniti vzorčevanje z naknadnimi analizami.

c) Koeficient variacije V se močno spreminja. Ker ostalih faktorjev, ki povzročajo variiranje koeficienta, ne moremo spremeniti, lahko odklo-

nimo samo vpliv, ki ga imajo različni načini vzorčevanja. Tu daje najugodnejši rezultat vzorčevanje z vrtinami. Poleg zmanjšanja koeficienta V (kar pomeni zmanjšanje števila potrebnih analiz) je ta način vzorčevanja tudi najlaže izvedljiv. Pri preiskovanju rudnega telesa ali pa pri pripravah moremo dobiti dovolj veliko število analiz, ki nam omogočajo podroben izračun srednjega odstotka kovine v vzorčevanem bloku. Če primerjamo podatke vzorčevanja v odkopnem polju Talnina, kjer smo jemali



3. a slika — Fig. 3 a

Sprememba koeficienta variacije v odvisnosti od odstotka Hg v rudi.  
Changes of the variation-coefficient depending on Hg-percent in the ore

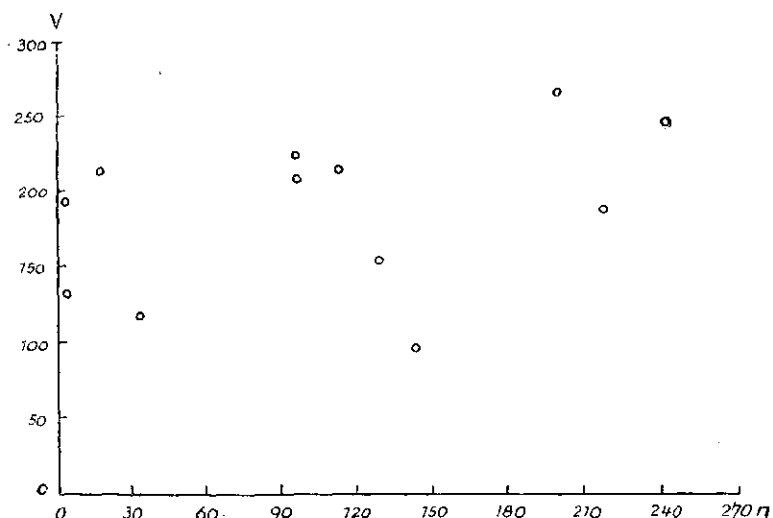
vzorci s horizontalnimi in vertikalnimi brazdami ter vrtinami, vidimo, da so vzorci, ki smo jih vzeli z vrtinami, dali srednji odstotek kovine med vrednostmi, ki smo jih dobili z brazdami. Zato je vrednost koeficienta V pri vzorcih, ki smo jih vzeli na ta način, najnižja.

d) Spremembe koeficienta V niso odvisne od povprečnega odstotka kovine v rudnem bloku. To kažeta 3. a in 3. b sliki.

Pri približno enakem odstotku Hg v rudi, n. pr. 0,10—0,20 %, imamo razpon koeficienta V od 100 preko 250. Poleg tega kaže vzorčevanje v odkopnem polju Frančiška, da koeficienta variacije ne moremo zmanjšati s povečanim številom analiz

Torej vplivata na vrednost koeficienta V samo značaj rude ter točnost in način vzorčevanja, seveda če nismo vzorčevali s premajhnim številom vzorcev. Če izberemo ustrezno metodo, moremo z minimalnimi stroški dobiti dovolj točne podatke o kvaliteti rude. Pri vzorčevanju z vrtinami odpadejo problemi gostote in velikosti vzorcev, predhodnega določanja koeficienta variacije, posebne organizacije vzorčevanja in priprave vzorcev.

e) Če primerjamo potrebno minimalno število analiz, ki jih rabimo za vsako rudno telo, vidimo, da jih moremo zmanjšati s pravilnim vzorčevanjem na  $\frac{1}{4}$  (glej 15. tabelo). Tako bi rabili za vsako rudno telo okrog 100 do 300 analiz, ki bi nam dale orientacijo o odstotku Hg v rudi. Seveda je število analiz odvisno tudi od velikosti rudnega bloka, ki se v naših računih izraža v vrednosti V. Barišev (1943) predlaga, da izračunamo število mesečnih vzorcev po tabeli, ki jo je sestavil. Tako bi n. pr. za



3. b slika — Fig. 3 b

Sprememba koeficienta variacije v odvisnosti od števila vzorcev  
Changes of the variations-coefficient depending on samples-numbre

Idrijo pri produkciji okrog 20.000 ton rude mesečno in pri povprečni debelini rudnih con okrog 2 m zadostovalo za vzorčevanje okrog 60 analiz mesečno. Posamezni vzorec za analizo bi moral imeti vsaj 3 kg; v eno analizo bi morali združiti 30 do 40 vzorcev enega delovišča. Torej bi analizirali na približno vsakih 40 m. Z vsakega metra bi po Bariševu morali vzeti samo en vzorec. Če primerjamo zgornje, srednje in spodnje vzorce iz vrtin med seboj, dobimo vrednosti, ki jih kaže 15. tabela.

15. tabela

Lokacija	Srednji % Hg	$\sigma$	V %	m	P %
zgornji	0,56	0,88	157	0,1285	23
srednji	0,72	0,995	138	0,145	20,2
spodnji	0,66	1,005	152	0,146	22
skupaj	0,65	0,627	96	0,052	8



Napake, ki jih dobimo, so prevelike, da bi mogli vzorčevati na ta način. Zato Bariševljeve tabele v našem primeru ne moremo uporabiti. Na vsakem mestu moramo torej vzeti približno 3-krat toliko, kot predlaga Barišev.

f) Del napak, ki so nam povečale odstopanja, smo povzročili sami, ker nismo imeli pravih proporcev pri kvartiranju in drobljenju vzorcev. To napako sem že obravnaval. Zato je dalo vzorčevanje z vrtnami še toliko bolj ugoden rezultat, ker so vzorci, ki smo jih vzeli na ta način, že dovolj zdrobljeni.

Iz rezultatov poizkusa jamskega vzorčevanja sledi, da moremo v idrijskem rudišču z relativno enostavno metodo in majhnimi stroški detajlno ceniti povprečni odstotek živega srebra v rudi.

Analiza vzorčevanja v jami in separaciji kaže, da moremo tudi pri razpršenih rudah slabe koncentracije doseči zelo dobre rezultate z enostavnimi metodami. Tak način obdelave vzorčevanja omogoča tudi podrobno kontrolo dela in napak, ki so se pojavile med obdelavo vzorcev. V idrijskem rudišču bi bilo potrebno zaključiti te poizkuse z ustrežno kontrolo. S tem bi dobili podatke o potrebnih napravah in stroških, ki bi jih zahtevala takšna organizacija vzorčevanja. Če primerjamo naše podatke z rezultati podobnih preiskav v Šuplji Steni in Brskovu (Jankovič, 1953, 1954), vidimo, da še tako neugodni pogoji nastopanja rude ne predstavljajo nikakršnih težav pri ustreznem vzorčevanju. Seveda pa moramo takšno vzorčevanje uveljaviti samo tam, kjer je to nujno. Vzorčevati moramo rudišča v preiskovanju, nova rudna telesa, delo novih obratov pri predelovanju rud, kjer se približamo rentabilnostni meji izkoriščanja, ali če zahteva tehnološki proces enakomerno kvaliteto izkopanine. V ostalih primerih moremo uvesti samo občasna vzorčevanja ali pa celo delati brez tega. Uvajanje vzorčevanja bo naletelo na nekatere objektivne in subjektivne težave, vendar je to problem, ki ga ne moremo pustiti nedotaknjena. Če upoštevamo obstoječe predpise o cenitvi rudnih zalog, ki so sicer v tem pogledu nekoliko pomanjkljivi, moramo vendar v vsakem rudnem bloku določiti povprečni odstotek kovine. To pa bomo dosegli samo z dobro organiziranim vzorčevanjem.

Analize, na podlagi katerih sem računal, je naredil ing. M. Babšek v kemičnem laboratoriju Geološkega zavoda v vsaj dveh paralelkah. Poleg tega so nekatere vzorce, ki so kazali manjše ali večje razlike, analizirali tudi po šestkrat. Nekatere analize je kontrolirala s paralelnimi vzorci tudi ing. R. Jager v analitskem laboratoriju rudnika Idrija.

Za to obširno delo izreka avtor vsem sodelavcem, ki so sodelovali pri pripravi in analiziranju vzorcev, svojo prisrčno zahvalo. Rezultate moremo uporabiti v praktične namene pri določanju načina vzorčevanja in pri ustreznih napravah v novi separaciji.

Sprejel uredniški odbor dne 8 februarja 1956.

## SAMPLING OF MERCURY ORES

In the first part of the paper some theoretical data used in sampling, are given. In addition several methods of sampling and the applicability of various equations for the determination of optimal sample weights, are discussed.

In the second part of the paper a tentative sampling of Idrija ores is described and an attempt is made to determine the most suitable method of sampling for this region, the influence of different ore concentrations, and the changes due to the differences in the petrographic composition of the gangue.

In the preparation of samples the Detmond-Halferdall equation  $Q = Kd^a$  was used, in which  $Q$  is the optimum weight of the sample,  $d$  the diameter of the largest grain, and  $K$  and  $a$  coefficients dependent on the nature of the ore and the mode of sampling. Both coefficients were determined by the following experiments: Low grade ore was divided in three heaps of 2000, 1500, and 500 kgs containing grains of 10, 5, and 2,5 mms in diameter, respectively. Each heap was further divided in 5 series of 16 samples each. These samples were crushed, reduced, and analyzed. By means of the obtained data the two coefficients for the low grade ore were determined. The same procedure was used also for the high grade ore. Heap D contained 1500 kgs grains of up to 5 mms in diameter and heap E 500 kgs grains of up to 1,5 mms; from each series 8 samples were taken. The results of the experiments show that the value of the coefficient  $a = 1,2$  is invariable. The coefficient  $K$  for high grade ore is 8,9 and for low grade ore from 1,4 to 1,7. Thus only the determination of the coefficient  $K$  will be necessary in the future. Determined by this method the coefficients for grains of larger diameters considerably lessen the weight of samples as compared with the weights employed by Richard and Barišev. With smaller diameters this relation is reverse. But here the amounts of the optimum samples are so small that the difference in weight calls for no special devices for a further treatment of the samples. In the preparation of the samples smaller errors occurred because to two coefficients  $K$  and  $a$  were determined later. The errors were due to the fact that in single fractions the weights of samples were below the optimum. These errors, however, were negligible and did not influence the computations.

The experiments show that:

- a) petrographically different rocks and the differences in mineralization have no influence on the conditions of sampling,
- b) with a given factor of variation an adequate number of samples should be used. Too few samples make computation impossible,
- c) in the ore deposit of Idrija the coefficient of variation is very changable. Since the other factors influencing this variability cannot be changed only the influences due to different modes of sampling, can be eliminated. Most satisfactory results are obtained by sampling ore taken

from boreholes. Beside reducing the coefficient K (which likewise requires a smaller number of analyses) this sampling is also the simplest.

d) the changes of the coefficient V are independent of the average amount of metal in the ore. A greater number of analyses does not reduce the coefficient.

e) correct sampling can considerably reduce the number of analyses.

In the washery and the mine sampling can be carried out relatively simply and with a small number of analyses. It is, of course, impossible to steer clear of lesser errors which always occur in sampling. These errors together with those occurring in chemical analyses are, however, negligible.

#### LITERATURA

Barišev, N. V. in Belov, P. S., *Kratkoe rukovodstvo po oprobovanju zolotorudnih mestoroždenij*, Moskva, 1943.

Barnitzke, E., *Über Probenahme zur Ermittlung des Durchschnittmetallgehaltes von Roherzen u. des Aufbereitungserfolges*. Metall u. Erz. 1930.

Bonschendorf, F., *Neue Erfahrungen in der Beurteilung gangförmiger Pb-Zn Erzlagerstätten*. Zt. f. Erzberg. u. Metallhütt. Stuttgart, 1952.

Borchert, H., *Einfluss der Lagerstättenverhältnisse auf die Probenahme*. Metall u. Erz. August-November 1952.

Compania Mercurio en Sein Alto and Beneficiadora de Mercurio SA — Mexico. *Denver Equipment index II. edition. Volume 1.*

Czczot, H., *Branie prob i ich badanie*, Warszawa, 1931.

Ferjančič, S. I., *Vzorčevanje — strokovni izpit*, 1950.

Förster, dr. ing. K., *Probenahmen und Erzreserven-Beurteilung in den Goldfeldern Transvaals*, 1914.

Gould, G. J., *Quecksilber (prevod Lindella)* Metall u. Erz. 1930.

Graf, U. in Henning, J., *Mat.-statist. Grundlagen bei der Probenahme und Probewertung von Erzen, Metallen und Rückständen*. Zt. f. Erzber. u. Metallhütt. April 1952.

Janković, S., *Karakteristike eksperimentalnog oprobavanja Brskovskog olovno-cinkovog ležišta*. Zbornik radova geol. i rud. fak., Beograd, 1952.

Janković, S., *Istraživanja u olovno-cinkovom rudištu Šuplje Stijene (Crna gora)*. Zbornik radova geol. i rud. fak. Beograd, 1952.

Jahns, dr. H., *Der Einfluss des grössten Stücks bei der Probenverteilung und der in den Geraten zurückbleibenden Reste auf die Genauigkeit der Probenahme*. Glückauf, Essen, 1952. b.

Jahns, dr. H., *Die Genauigkeit der Probenahme von Kohlen und Erzsendungen*. Glückauf, Essen, 1952.

Kapus-Jäger, R., *Fotometrično določanje malih množin Hg v živo-srebrnih rudah*. Diplomsko delo, 1953.

Keil, K., *Grundzüge der praktischen Durchführung von Erzvorratsberechnungen*. Metall u. Erz, Februar 1942.

Kreiter, V., *Poiski in razvedki poleznih iskopaemih*. Moskva, 1940.

Landry, A. B., *Fundamentals of Coal Sampling*. Washington, 1944.

Langhlin, D. Mc.; *Geological Factor in the Valuation of Mines*. Econ. Geol. 1939.

Maar, H., *Probleme der Probenahme von Erzen und Konzentraten*. Metall u. Erz. Oktober 1952.

*New Minings Methods Tested*. Min. Eng. Junij 1951.

Niggli, P., *Gesteine und Minerallagerstätten*, Basel, 1948.

*Open Pit Forum., Ore Control at Inspiration*. Min. Eng. Apr. 1951.

Planinšek, S., Dosadašnja iskustva o uzimanju proba u rudnicima obojenih metala NR Srbije. Rud. i met. št. 6, god. IV. Beograd, 1953.

Perry, Spravčnik inženera kemika II. tom, Moskva, 1947.

Plaksin, I. N., Oprobovanje i probirni analiz, Moskva, 1947.

Probenahme von Erzen und anderen metallhaltigen Verhüttungsmaterialien. Selbstverl. Ges. Deutschen Metallhütt. u. Bergleute, 1931.

Smirnov, Geol. služba na odnom od rutnih rudnikov. Rudnična Geologija, Moskva—Leningrad, 1946.

Šulin, M., Osnovne kovinske bilance pri dobivanju Hg v Idriji. — Diplomsko delo, 1950.

Zenkov, D. A., Rukovodstvo po metodike rudničkoj geol. dlja, Au rudnih mestoroždenij, Moskva, 1941.

## NOVA OPAZOVANJA O SAVSKI FAZI

Dušan Kuščer

V zadnjih letih so nam preiskave terciarja v Gorenjski kotlini, Posavskih gubah in njihovem podaljšku proti vzhodu dale nekaj novih podatkov, ki so važni ne le za stratigrafijo, temveč tudi za tektoniko. V Posavskih gubah se prične terciar s sladkovodnimi oziroma brakičnimi soteškimi plastmi, nad katerimi šele slede morski sedimenti. Spodnji del teh sedimentov tvori nenavadno homogena, modrikastosiva, laporasta glina, za katero se je udomačil izraz sivica. V severozahodnem delu Gorenjske kotline soteških plasti ni. Morski sedimenti leže tu neposredno na triadi; v tem primeru leži pod sivico še bazalni konglomerat.

Makrofavna sivica je redka in tako slabo ohranjena, da je ne moremo točneje določiti. Večina avtorjev je sivici doslej pripisovala miocensko starost. Teller (1907) jo je na geološki specialki Celje--Radeče označil skupaj z više ležečimi govškimi peščenimi plastmi kot »spodnje miocenske gline, peščeni laporji in peski«.

V nasprotju z zelo redko makrofavno pa vsebuje sivica zelo bogato foraminiferno favno. Preiskali smo številne vzorce iz raznih nahajališč, predvsem iz okolice Zagorja, Medvod in Radovljice. Mikrofavna je precej enotna, med njo nahajamo zlasti naslednje značilne oblike:

*Cyclammia acutidorsata* (Hant.)  
*Spiroplectammia carinata* (d'Orb.)  
*Clavulinoides szabói* (Hant.)  
*Karrerriella hantkeniana* Cush.  
*Lagenonodosaria intersita* (Franz.)  
*Nodosaria latejugata* Gümb.  
*Nodosaria acuminata* Hant.  
*Dentalina consobrina* d'Orb.  
*Vaginulinopsis pseudodecorata* Hagn  
*Vaginulinopsis gladius* (Phil.)  
*Marginulina behmi* (Reuss)  
*Robulus arcuatostriatatus* (Hant.)  
*Robulus inornatus* (d'Orb.)  
*Robulus limbosus* (Reuss)  
*Planularia kubinyi* (Hant.)  
*Cibicides ungerianus* (d'Orb.)  
*Cibicides aff. dutemplei* (d'Orb.)

*Cibicides perlucidus* Nuttall  
*Planulina osnabrugensis* v. Münster  
*Gyroidina girardana* (Reuss)  
*Uvigerina hantkeniana* Cushman

Ta favna se zelo dobro ujema s srednje- in zgornjeligocensko favno na Madžarskem (Hantken, 1875, Majzon, 1933). Sivica je torej oligocenska in ne miocenska. Do istega zaključka je prišel Papp (1954, 1955), ki je preiskal velike foraminifere iz sivice v zagorskem rudniku. *Clavulinoides szabói* je našel tudi Hamrla (1954) v sivici vzhodno od Laškega.

Po Bittnerjevih preiskavah (1844) naj bi sivica ležala diskordantno na soteških plasteh. Njegov opis diskordance temelji na opazovanjih dnevnega kopa trboveljskega rudnika in severnega roba terciarne kadunje pri Zagorju. Ustrezno orogenetsko fazo je Stille kasneje (1924, p. 176) imenoval savsko fazo. To ime se danes splošno uporablja za vsa orogenetska premikanja med oligocenom in miocenom.

Spremenjen stratigrafski položaj sivice zahteva ponovno proučitev savske faze. Diskordanca, ki jo je opisal Bittner, bi kazala na orogenetsko fazo v oligocenu. Toda medsebojna lega soteških plasti in sivice ne kaže diskordance. Terciarno ozemlje Posavskih gub je malo razgaljeno, zato na površini ne moremo nikjer opazovati meje med krovnim laporjem in sivico. V jami zagorskega premogovnika pa opazujemo na več mestih neprekinjeno serijo plasti od premoga do sivice. O diskordanci ni nobenega sledu, niti ni peščenih vložkov, ki bi kazali na dviganje morskega dna. Sladkovodni in brakični sedimenti postopoma preidejo v morsko sivico. To kaže, da diskordanca, ki jo je opisal Bittner, ne obstoji. Tudi Rakovec (1933) je ugotovil, da leži sivica pri Medvodah konkordantno na soteških plasteh. Diskordance, ki jih je opisal Bittner, danes niso več vidne. V dnevnem kopu v Trbovljah je bila diskordanca verjetno posledica starejših plazov sivice na erodirano površino krovnih laporjev, ob severnem robu zagorske kadunje pa posledica zamotane tektonike.

Postopen prehod med krovnim laporjem in morsko glino so v trboveljskem premogovniku opazovali že prej (Bittner 1884, p. 482). Morsko glino so na teh mestih opisovali kot oligocensko morsko krovino, ki naj bi jo savska diskordanca ločila od miocenske sivice. Na podlagi novo določene oligocenske starosti sivice in njene konkordantne lege s soteškimi plastmi sklepamo, da sta prvotna morska krovina in miocenska sivica identični oligocenski tvorbi.

Nad sivico sledi miocenski govški pesek, ki je ponekod razvit kot peščenjak ali celo konglomerat. Ti sedimenti kažejo na diskordanco. Za to govori tudi neenakomerna debelina sivice, ki doseže ponekod več kot 200 m, drugod pa je bila pred sedimentacijo govških plasti toliko erodirana, da leži miocenski bazalni konglomerat neposredno na soteških plasteh. Savska faza ustreza torej tej diskordanci, ki pa nikjer ni toliko izrazita, kakor bi pričakovali na podlagi večine geoloških del o terciarju slovenskega ozemlja. V glavnem je lega oligocenskih in miocenskih plasti vzporedna. Deformacije in erozija, ki jih je povzročila savska faza, so torej manjšega

obsega. Glavna orogenetska premikanja pa so bila na tem območju po sarmatu, na kar kažejo na mnogih mestih močno deformirane in celo prevržene sarmatske plasti. To dokazuje prevrnjena sinklinala pri Kamniku in nariv litavskega apnenca na sarmat pri Krastniku.

## NEUE BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE SAVA-PHASE

Untersuchungen im Tertiär des Oberkrainer Beckens, der Sava-Falten und ihren Fortsetzungen nach Osten, gaben in den letzten Jahren nicht nur stratigraphisch, sondern auch tektonisch interessante Resultate. Das Tertiär beginnt in den Sava-Falten mit den limnischen und brakischen Sotzka-Schichten, über denen erst marine Sedimente folgen. Den unteren Teil dieser marinen Serie stellt fast überall ein ungewöhnlich homogener, bläulichgrauer Tegel dar. Im nordwestlichen Teile des Oberkrainer Beckens fehlen die Sotzka-Schichten. Die marinen Schichten liegen hier auf der Trias und beginnen mit einem basalen Konglomerat über dem dann derselbe Tegel folgt.

Die Makrofauna des Tegels ist selten und schlecht erhalten, so daß eine Bestimmung gewöhnlich nicht möglich ist. Man nahm meistens ein miozänes Alter des Tegels an. Teller kartierte auf dem Blatt Celje—Radeče (Cilli—Ratschach) der geologischen Spezialkarte 1:75.000 den Tegel sogar zusammen mit den darüber liegenden sandigen Schichten als »Untermiozäner Tegel, sandiger Mergel und Sandstein von Gouze«.

Im Gegensatz zur seltenen Makrofauna, tritt im Tegel eine sehr reiche Foraminiferenfauna auf. Die Untersuchung zahlreicher Proben, meistens aus der Umgebung von Zagorje, Medvode und Radovljica, zeigten daß die Fauna ziemlich einheitlich ist. Folgende Formen sind recht häufig:

- Cyclammia acutidorsata* (Hant.)
- Spiroplectammia carinata* (d'Orb.)
- Clavulinoides szabói* (Hant.)
- Karrieriella hantkeniana* Cush.
- Lagenonodosaria intersita* (Franz.)
- Nodosaria latejugata* Gümb.
- Nodosaria acuminata* Hant.
- Dentalina consobrina* d'Orb.
- Vaginulinopsis pseudodecorata* Hagn
- Vaginulinopsis gladius* (Phil.)
- Marginulina behmi* (Reuss)
- Robulus arcuatostratus* (Hant.)
- Robulus inornatus* (d'Orb.)
- Robulus limbosus* (Reuss)
- Planularia kubinyi* (Hant.)
- Cibicides ungerianus* (d'Orb.)
- Cibicides aff. dutemplei* (d'Orb.)
- Cibicides perlucidus* Nuttall

*Planulina osnabrugensis* v. Münster  
*Gyroidina girardana* (Reuss)  
*Uvigerina hantkeniana* Cush.

Diese Fauna entspricht sehr gut der mittel- und oberoligozänen Fauna Ungarns (Hantken, 1875, Majzon 1939). Das Alter des Tegels ist also oligozän und nicht miozän. Auch Papp (1954, 1955) bestimmte bei der Untersuchung der großen Foraminiferen von Zagorje ein oberoligozänes Alter des Tegels. *Clavulinoides szabói* fand auch Hamrla (1954) im selben Tegel östlich von Laško.

Nach Bittners Untersuchungen sollte der Tegel diskordant auf den Sotzka-Schichten liegen. Die Diskordanz beschrieb er aus dem Tagbau von Trbovlje und vom Nordrand der tertiären Mulde bei Zagorje. Die entsprechende orogenetische Phase nannte Stille (1924) die Sava-Phase. Dieser Name wird jetzt allgemein für orogenetische Bewegungen an der Grenze Oligozän-Miozän gebraucht.

Durch die veränderte stratigraphische Stellung des Tegels wird auch eine Besprechung der Sava-Phase notwendig. Eine Diskordanz, wie sie Bittner beschrieben hat, würde auf eine orogenetische Phase im Oligozän, nicht aber an der Grenze Oligozän—Miozän zeigen. Diese Diskordanz besteht aber nicht. In der Grube des Kohlenbergwerks von Zagorje kann man an mehreren Stellen ein vollkommenes Profil vom Kohlenflöz der Sotzka-Schichten bis hoch hinauf in den marinen Tegel beobachten. Weder eine Diskordanz noch sandige Lagen, die auf eine Senkung des Meeresspiegels zeigen würden, sind zu beobachten. Der limnische und brakische Hangendmergel gehen stetig in den marinen Mergel über. Auch Rakovec (1933) stellte bei Medvode eine vollkommen konkordante Lage des Tegels auf den Sotzka-Schichten fest. Leider sind die Lokalitäten, wo Bittner die Diskordanz beschrieben hat, heute nicht mehr zugänglich. Im Tagbau von Trbovlje kam die diskordante Lage des Tegels auf dem Hangendmergel wahrscheinlich durch eine Rutschung zustande, am Nordflügel der Mulde von Zagorje wird aber die diskordante Lage nur durch die hier sehr verwickelte Tektonik vorgetäuscht.

Einen stetigen Übergang vom Hangendmergel zu marinen mergeligen Tönen beobachtete im Kohlenbergwerk von Trbovlje schon Bittner (1884, p. 482). Diese Tone wurden als oligozäne marine Hangendschichten beschrieben, man glaubte aber, daß sie vom »miozänen« Tegel durch die Sava-Diskordanz getrennt wurden. Auf Grund des neu bestimmten oligozänen Alters des Tegels und seiner konkordanten Lage über den Sotzka-Schichten kann man schließen, daß beide identische oligozäne Bildungen sind.

Über dem marinen Tegel folgen diskordant die miozänen sandigen Schichten von Govce, die oft besonders im unteren Teile konglomeratisch entwickelt sind. Stellenweise wurde der Tegel vor der miozänen Transgression vollkommen erodiert und die sandigen und konglomeratischen Schichten liegen direkt auf den Hangendmergeln der Kohle. Die Sava-Diskordanz ist also in den Sava-Falten doch entwickelt, aber nicht in der



Form, wie sie ursprünglich beschrieben wurde. Die fast parallele Lage der miozänen und oligozänen Schichten zeigt, daß der Betrag der Deformationen und Erosion an der Grenze Oligozän—Miozän nur gering war. Die Haupt-Phase spielte sich erst nach dem Sarmat ab, wie uns die steil eingefalteten oder sogar überschobene sarmatische Schichten bei Kamnik, Hrastnik und anderen Orten zeigen.

#### L I T E R A T U R A

Bittner, A., 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. *Jahrb. d. geol. R. A. Wien.*

Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje. *Geologija*, 2. knjiga, Ljubljana.

Hantken, M., 1875, Die Fauna der Clavulina Szabói-Schichten. *Földtani Közlöny*, 4. Budapest.

Majzon, I., 1939, Foraminiferen der Chatien-Schichten in der Umgebung von Budapest, *Évi Jelentés 1933—35 ról.* Budapest.

Papp, A., 1954, Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje, *Geologija*, 2. knjiga, Ljubljana.

Papp, A., 1955, Lepidocyclinen aus Zagorje und Tuhinjska dolina östlich von Kamnik (Slowenien). *Geologija*, 3. knjiga, Ljubljana.

Rakovec, I., 1937, Razvoj terciarja pri Medvodah. *Vesnik geol. inšt. Kralj. Jugoslavije*, knjiga V. Beograd.

Stille, H., 1924, Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin.

Teller, F., 1907, Geologische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, 1 : 75.000, Cilli-Ratschach. Wien.

## POROČILO O DELU GEOLOŠKEGA DRUŠTVA V LJUBLJANI

V poslovnem letu 1953/54 je Geološko društvo v Ljubljani priredilo na Bledu od 23. do 27. maja 1954 I. kongres geologov FLR Jugoslavije. Člani društva so imeli na kongresu devet referatov ter so vodili ekskurzije v razne kraje Slovenije. Pripravljalni odbor kongresa bo izdal posebno kongresno publikacijo.

Društvo se je zavzelo za spremembo učnega načrta na Geološkem oddelku za študente, ki se žele posvetiti praktični službi, in to zadovoljivo rešilo. Nadalje je poskrbela študentom geologije prakso in reševala druge probleme mladega geološkega naraščaja.

V naslednjem navajamo predavanja v poslovnih letih 1953/54 in 1954/55:

M. Pleničar: O geoloških razmerah naftnega območja pri Lendavi — november 1953.

D. Kuščer: Geološke preiskave za vodnogospodarsko osnovo Soče — januar 1954.

C. Germovšek: Stromatoporoidea iz zgornje jure v okolici Novega mesta — marec 1954.

I. Rakovec: O bizonih v Sloveniji — april 1954.

A. Grimšičar: Montmorillonitne glinice v Sloveniji — maj 1954.

L. Rijavec: O mikropaleontoloških preiskavah v Sloveniji — oktober 1954.

C. Germovšek in A. Ramovš: Mednarodni paleontološki kongres na Dunaju — december 1954.

J. Duhovnik: O novoodkritih rudiščih v Jugoslaviji — december 1954.

B. Berce: Železnoboksitna nahajališča na Dolenjskem in Notranjskem — februar 1955.

A. Budnar-Tregubov: O paleobotaničnih ekskurzijah po severni Franciji — marec 1955.

M. Brodar: Postojnska kotlina v pleistocenu — april 1955 (gl. kratko vsebino predavanja).

F. Jenko: Kraška hidrogeologija in geomorfologija v luči novih raziskav na Dinarskem krasu — maj 1955 (gl. vsebino predavanja).

M. Pleničar: O rudistih v Sloveniji — maj 1955 (gl. kratko vsebino predavanja).

## Kratka vsebina predavanj

Člani Geološkega društva v Ljubljani in drugi obiskovalci predavanj so večkrat izrazili željo, da bi društvo objavljalo vsaj kratko vsebino predavanj, ki jih prireja. Zaenkrat moremo le delno ustreči tej želji s tem, da objavljamo vsebino zadnjih treh predavanj. Da bi mogle biti te objave v bodoče redne, prosimo predavatelje, da pripravijo kratko vsebino predavanj.

### Postojnska kotlina v pleistocenu

Predavanje M. Brodarja dne 19. aprila 1955

Obsežna paleolitska raziskovanja v Postojnski kotlini so dala tudi mnogo podatkov o poteku pleistocena:

Sedimentov iz njegovega prvega dela doslej še ne poznamo. Mogoče so priče tega razdobja vsaj najnižje skalne police in žlebovi v jamah. Sedimenti se začnejo verjetno v mindel-riškem interglacialu z velikim flišnim zasipom, ki je zapolnil vso dolino. Višine zasipa in pa najdbo povodnega konja si lahko razlagamo le z večjim jezerom v kotlini. Poznejša erozija že ni dosegla globine, na kateri je voda tekla že pred zasipom.

Po tej ponovni eroziji so se v jamah pričeli na ostankih flišnega peska odlagati mlajši sedimenti. Zasedujemo lahko sklenjen razvoj do postglaciala. Sedimenti kažejo, da je bila kotlina tudi v tem času večkrat preplavljena.

### Kraška hidrogeologija in geomorfologija v luči novih raziskav na Dinarskem krasu

Predavanje F. Jenka dne 10. maja 1955

Vzlic obilni prirodni dostopnosti krasa tudi v globino ter obsežnim raziskovanjem, ki so bila izvedena v zadnjih letih, je ostajala kraška hidrogeologija nedognana, kar se neugodno odraža v raziskavah, v načrtih in ukrepih na krasu.

Kakšni so odnošaji med kameninami in vodo v krasu in kako odtekajo vode? Domačini so uverjeni, da vode tečejo sklenjeno tudi pod zemljo, za vsa ponicanja domnevajo izvire. Istega mišljenja so se navzeli prvi raziskovalci krasa. Po letu 1890 so se najprej v Belgiji pojavili dvomi glede na okolnosti tamkajšnjega plitkega krasa. Nastalo je nazaranje, da se vode skozi votline in pokline stekajo v skupno talno vodo, ki se v obrhkih preliva na površino. Zatem sta na Dinarskem krasu vznikli znani dve teoriji, *Grundova* o talnici, kolebajoči kraški vodi in *Katzerjeva* o tektonskih pravotlinah na poljubnih globinah. Pravotline so povezane z vodoravnimi in navpičnimi erozijskimi rovi. Obe teoriji imata svoje pristaše. *Lehmann* utemeljuje *Katzerjevo* teorijo, vendar zagovarja podzemno raztapljanje karbonatov v vodi in

zanikuje vlogo erozijskih osnov za kras. Zagonetna pa so mu pogostna ponicanja in redka iztekanja voda. Po Bocku kanaliziranje krasa ne more globlje od erozijskih osnov. Kadar pa vode prihajajo iz globlin pod erozijskimi osnovami, je to posledica tektonike, preplave morij, grušča in slično.

Novejše raziskave kažejo, da imamo na krasu tri vrste voda: podtalnice, ponornice in globinske tokove.

Podtalnice so odvisne od lastnosti kamenin ter od napajanja in dreniranja. Karbonati so pretrti, vendar so jih vode različno izprale, zasigale in zaglinile. Zaradi tega je njihova propustnost različna. Sondaže kažejo prekinjene, stopnjaste, etažne podtalnice na raznih globlinah, vedno pa na erozijskih terminantah.

Ponornice so podaljški vodnih tokov, ki prihajajo z vododržnih vložkov in površin ter z ledenikov. To so torej »viseči vodotoki« v propustni kraški gmoti, ki nastajajo ob preobilju vode v delno zasiganih in zaglinjenih strugah ter prehajajo v hidravličnih drčah v globinske tokove, redkeje pa izvirajo na površinah (n. pr. Savica). Zanje erozijske osnove torej ne veljajo.

Globinski tokovi so osnovni dreni krasa. Njihove piecometrične gladine so pri nizkih vodostajih na erozijskih terminantah pripadajočih erozijskih osnov. Ti tokovi so vzrok, da v sušah izginja na ogromnih kraških ozemljih vsaka sled za vodo. V Dinarskem krasu se tako preko krajevnih erozijskih osnov stopnjasto odvajajo vse male in pretežno ostale vode proti Jadranskemu morju ter Panonski nižini. Takšen globinski tok je na primer podzemni Timav, ki je doslej najbolj preiskan. Globinski tokovi se vijugajo poljubno, vodoravno in sifonsko navzdol tudi do 1000 m. Njihovi skoraj vodoravni piecometri nizkih vodostajev (od 1 do 0,1‰) pa asimptotično prehajajo na erozijske osnove in so nanje brezpogojno vezani.

Po vsem tem je bil Grund bliže stvarnosti kot K a t z e r, ker je vsaj slutil dogajanja v globini, čeprav si ni mogel zamisliti v podtalnici vodnih žil, dočim je K a t z e r j e v togi sistem, ne glede na nesmiselnost tektonskih jam, hidrogeološko nekoristen.

Ves trojni kraški vodni sistem različno medsebojno komunicira v odvisnosti od vodostajev; načelno so možna tudi križanja vodotokov, čeprav doslej na Dinarskem krasu še niso dokazana. Trojni sistem kraških voda pojasnjuje tudi značilno hidromehaniko voda na stiku krasa z morjem (»vrulje«), kjer zaman iščemo »klasičen sifon« v obali.

Raziskave na Dinarskem krasu zanikujejo posebne geomorfološke ciklese ter dokazujejo, da velja Davisov geomorfološki cikel tudi za kras, le da so tekoče vode zdrknile skozi propustno gmoto do erozijskih terminant, kjer zaradi ravnotežja med trenjem in padcem ter zaradi odsotnosti prodonosnosti ni več ne globinske ne bočne erozije. Na površju pa prevladuje raztapljanje z nekaj preperevanja in odplakovanja. Geomorfološki proces je torej svojevrstno razpadel na že doseženi »ravniki tekočih voda« in na korozijo kamenin nad erozijskimi osnovami.

Pri površinskem krasu so bili ugotovljeni povsod v breznih in pod vrtačami presušujoči vodni curki, ki drenirajo vlago v prepereli površini v skledasto gladino, s čimer nastajajo vrtače. Kotlični niso zametek vrtač; razne skledaste oblike površinskega krasa so odvisne predvsem od gostote vtočnih poklin na površini. Na krasu namreč ni starostnih stadijev, ker podzemno izpiranje ni stalno, le korozija na površini je trajna. Različne starosti krasa so posledica raznodobnih razgolevanj vododržnih krovlin. Dinarski kras torej ni enotne starosti iz pliocena, temveč neprestano nastaja, oziroma se širi z razgolevanjem krednega in v sedanjosti predvsem eocenskega fliša ponekod že od dobe izpred pliocena do danes.

Za kraška polja raziskave potrjujejo rečncerozijski nastanek, ker so tudi njihove skalne podlage izredno izravnane ter za blizu 0,2 do 0,4% nagnjene v smeri vodnega pretoka. Korozijsko teorijo zanikuje dejstvo, da obstajajo kraška polja tudi na nedolomitnih csnovah (n. pr. majhno kraško polje pri Mosteh pod Ratitovcem na glinastih skrilavcih).

K vprašanju ojezeritve kraških polj predvsem v pleistocenu pripominjam, da načelno prave ojezeritve kraških polj niso mogoče in da gre po hidrološki opredelitvi za poplave, brez ozira, ali presušujejo vsakoletno ali pa na daljša sušna in mokra obdobja (slično kot je bilo Cerkniško polje že vse leto suho ali pa do tri leta pod vodo). Mašenja podzemnih pretokov so hidravlično možna samo po podorih in tektonskih premaknitvah, a ne po dračju in produ, ki se odlaga le v mrtvih conah (v ponore odplavljeni hlodi še nikdar niso bili na obrhkih izplavljeni, vodna energija jih zmelje v drobir). Po podorskih zamašitvah podzemnih odtokov nastajajo samo višje in dolgotrajnejše poplave, uravnotežene z odtokom skozi propustna pobočja kraških polj, kolikor ne odtekajo vode po drugih odtokih ali pa si ne izpirajo novih rovov. Ojezeritve, ki jih domneva prof. Brodar v Postojnski kotlini, lahko tolmačimo edino kot po podorih podzemne Pivke pojačane poplave. Te poplave so nastajale predvsem v mokrih medledenih dobah ter so se prelivale delno v Predjamski sistem, delno pa v Postojnsko-javorniški podzemni tok, ki more odvajati že sam večje vode od povprečnega dotoka Pivške kotline. Pri nadmorski višini 540 m pa bi pri današnji izoblikovanosti Pivške kotline nastalo tudi že prelivanje v Predjamo. Današnje brezvodne jame so krajevne vode različno zapolnile s flišem. Tudi pri spodmolih Pivške kotline gre lahko za takšne drugotne naplavine.

Ker na Dinarskem krasu skoraj ni ledeniških sledov in torej ni bilo plastičnega premikanja vode, pleistocen ni mogel imeti nekega posebnega učinka na podzemne razmere v krasu. Zaradi močnejšega zmrzovanja je bilo preperevanje na površini močnejše. Tudi korozija bi mogla biti pojačana, ker hladne vode vsrkavajo več CO<sub>2</sub> (zimске vode so bolj trde od poletnih). Toda zaradi šibkejših padavin je bilo odplavljanje v ledenih dobah šibkejše, v medledenih pa močnejše. Pleistocen je torej na površinski kras vplival samo z različnim naplavljanjem, globinski kras pa je že v bistvu mehanskega nastanka.

## **Rudisti v zgornji kredi na Slovenskem**

Predavanje M. Pleničarja dne 31. maja 1955

Na Slovenskem sta doslej paleontološko obdelala rudiste Futterer leta 1893 in Wiontzek leta 1934. Po drugi svetovni vojni smo nabrali precej fosilnega materiala, ki ga obdelujemo. Splošne značilnosti teh fosilov so: srednja velikost, od biološko različnih rudistnih tipov se javlja predvsem »forma cylindrica«, le v manjši meri »forma conica«. »Forma lata« se pri nas ne pojavlja. Na podlagi zaključkov O. Kühna v razpravi Stratigraphie und Paläogeographie der Rudisten, V. Die borealen Rudistenfaunen (Neues Jahrbuch f. Min., Geol. und Paläont., Band 90, Stuttgart, 1949, p. 267), ni velikost rudistnih oblik odvisna od temperature, ampak od biološke forme, ta pa zopet od podlage, na kateri so bili rudisti pritrjeni na morskem dnu. Pri nas so se sedimentirali v kredi samo apnenci, dolomiti in apneno-dolomitne breče. Glede na te vrste sedimentov sta se mogli razviti samo »forma cylindrica« in »forma conica«, nikakor pa ne »forma lata«, ki rabi lapornato podlago. Pri rudistih, posebno pri »forma cylindrica«, opazamo tudi na Slovenskem zasukanje in ukrivljene lupine, ploščaste izrastke in druge sekundarne spremembe, ki kažejo, kako se rudisti lahko prilagodijo spremenjenemu okolju ali prisilni legi.

Spremljevalna favna so pri nas pretežno druge pahodontne školjke, zlasti iz skupine ostrej; nekaj je tudi koral, krinoidov in foraminifer. Rudisti močno prevladujejo nad vso ostalo spremljevalno favno.

**Geološko društvo v Ljubljani**

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.