

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1954

## 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 naslednjih jezikov: ruski, francoski, angleški, nemški. 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. Nujno besedilo na skicah in kartah naj bo dvojezično, t. j. v istih jezikih kakor članek in povzetek.

Fotografije naj bodo na gladkem, svetlem papirju.

Pri velikosti vseh priloge upoštevajte format revije.

Kratka pojasnila k prilogam pišite dvojezično na poseben list.

Sprejemanje prispevkov za 3. knjigo je že zaključeno. Članke za 4. knjigo pošljite do konca leta 1955.

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

2. KNJIGA



LJUBLJANA 1954

---

**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, Stefan Kolenko / Urednik — Editor: Stefan Kolenko, Geološki zavod Ljubljana, Par-mova 33 / Založila — Published by Državna založba Slovenije — Ciril Vidmar / Natisnila — Printed by Tiskarna »Ljudske pravice« v Ljubljani**



## VSEBINA — CONTENTS

<i>Jelenc, D.</i>	
Poročilo o Geološkem zavodu v Ljubljani za leto 1953 . . . . .	5
Report on the State Geological Survey in Ljubljana in 1953 . . . . .	26
<i>Pleničar, M.</i>	
Obmurska naftna nahajališča . . . . .	36
Oil Fields in the Obmurje . . . . .	83
<i>Rakovec, I.</i>	
O novi najdbi mastodontovih ostankov na Slovenskem . . . . .	94
On the New Find of Mastodont Remains in Slovenia . . . . .	107
<i>Duhovnik, J.</i>	
O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica . . . . .	113
On the Origin of Molybdenum in the Lead-Zinc Ore-Deposit of Mežica . . . . .	115
<i>Hamrla, M.</i>	
Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje . . . . .	118
Geological Relations along the Northern Border of the Laško Syncline East the Savinja-River . . . . .	140
<i>Barič, Lj.</i>	
Biotitnokordijeritni škrljavac sa andaluzitom i silimanitom iz Jaske potoka u Moslavačkoj gori . . . . .	145
Andalusit- und Sillimanitführender Biotitcordieritschiefer aus dem Jaska-Bach in Moslavačka gora . . . . .	157
<i>Papp, A.</i>	
Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje . . . . .	168
Miogypsinidae iz oligocena v Zagorju . . . . .	174
<i>Berce, B.</i>	
Kremenov porfirit v ožji okolici rudnika Sv. Ana nad Tržičem . . . . .	179
Quartz-Porphyrte in the Near Surroundings of Sv. Ana Mine above Tržič . . . . .	189

<i>Germovšek, C.</i>	
Petrografske preiskave na Pohorju v letu 1952 . . . . .	191
Petrographic Examinations on Pohorje-Mountain in 1952 . . .	203
<i>Ramovš, A.</i>	
Karbonski konglomerati na vzhodnem obrobju Ljubljanskega polja . . . . .	211
Karbonische Konglomerate am Ostrande des Ljubljana-Feldes	217
<i>Ramovš, A.</i>	
Mladopaleozojski skladi na Konjiški gori in južno od Žič . . .	221
Upper Palaeozoic Strata on Konjiška gora-Mountain and South of Žiče (Eastern Karavanke) . . . . .	223
<i>Miklič, F.</i>	
Magnetna deklinacija v Ljubljani za leto 1954,5 . . . . .	225
The Magnetic Declination of Ljubljana 1954,5 . . . . .	231
<i>Grimšičar, A.</i>	
O montmorillonitnih glinah na Dolenjskem . . . . .	233
Montmorillonite Clay in Dolenjsko . . . . .	241
<i>Pleničar, M. in Ramovš, A.</i>	
Geološko kartiranje severovzhodno od Brežic . . . . .	242
Geological Mapping Northeast of Brežice . . . . .	248
<i>Berce, B.</i>	
Hematitna mineralizacija v Hrastnem . . . . .	254
Iron Mineralisation at Hrastno . . . . .	259
<i>Germovšek, C.</i>	
Obvestilo o preiskavah prodornin v Sloveniji . . . . .	261
Note on the Petrographic Examinations of the Slovenian Eruptive Rocks . . . . .	264
<i>Ramovš, A.</i>	
Geološko kartiranje specialke Ljubljana . . . . .	269
Report on the Geological Mapping of the Sheet Ljubljana . . .	271
<i>Dolenc, M.</i>	
Nahajališča manganove rude v Maroku . . . . .	273
Les gisements marocains de manganèse . . . . .	294



Ob zaključku knjige smo prejeli žalostno vest, da  
se je pri zajetju vodovoda v Dobljčah pri Crnomlju  
8. julija 1955 smrtno ponesrečil  
geolog

**CVETO GERMOVŠEK**

13. X. 1923 — 8. VII. 1955

# GEOLOGIJA

GEOLOGICAL  
TRANSACTIONS  
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Leto 1955 • 2. knjiga • Volume 2.

## POROČILO O GEOLOŠKEM ZAVODU V LJUBLJANI ZA L. 1953

*Danilo Jelenc*

### SPLOŠNO POROČILO

GEOLOŠKI ZAVOD je v letu 1953 posloval kot finančno samostojna ustanova. Za geološka raziskovanja v LR Sloveniji so bila prvotno predvidena sredstva v družbenem planu, ki pa so pozneje izpadla. Zavod je zaradi tega delno preusmeril svoj program in ga izvedel s pomočjo gospodarskih podjetij ter okrajnih in mestnih ljudskih odborov. Železarna Jesenice je omogočila rudarske raziskave železovih, Cinkarna Celje pa cinkovih rud. Tovarna dušika Ruše in OLO Črnomelj sta v manjšem obsegu finansirala vzorčevanja boksitov, Proizvodnja nafte v Lendavi pa geofizikalno merjenje v Prekmurju. Vrtalci so bili v Sloveniji zaposleni predvsem pri raziskavah tal za gradnjo hidroelektrarn. V večjem obsegu pa so vrtali na Kosovem polju (lignit) in v Štipu (termalni vreli). Zavod je iz lastnih sredstev nadaljeval regionalno geološko kartiranje.

Geologi Zavoda, ki jih je bilo ob koncu leta 19, in 4 zunanji sodelavci, so v letu 1953 opravili 1269 terenskih dni. Najnižje zaznamovano število terenskih dni na posameznega zavodovega geologa je bilo 15, najvišje pa 167. Povprečno odpade na 1 geologa 93 in pol terenskih dni. Pod tem povprečjem so geologi, ki delajo predvsem v laboratorijih ter inženirski geologi, nad povprečjem pa so rudarski geologi. Na 1 dan terenskega dela odpade pri geologih, ki delajo v laboratorijih, 19 dni, pri inženirskih geologih 4 dnevi, pri geologih za kartiranje 2 in pri rudarskih geologih 1,5 dneva notranjega dela.

Glede na vrste opravljenega dela odpade na oddelek za regionalno kartiranje, ki ga je vodil Š. Kolenko, 93 (35)\* dni, na oddelek za ekonomsko geologijo, ki ga je vodil direktor D. Jelenc, 672 (54) dni ter na oddelek za inženirsko geologijo in hidrogeologijo, ki ga je vodil M. Breznik, 387 (58) dni. Razne manjše preiskave, strokovne komisije, konference, tečaji in kongresi pa so zahtevali 117 dni. Štirje geološki tehniki zavoda so opravili skupno 150 dni, od tega odpade na sodelovanje pri kartiranju 64, pri vrtanju 67 in pri geofizikalnih meritvah 19 dni.

\* V oklepaju navedena števila pomenijo terenske dni zunanjih sodelavcev.

Zavod je omogočil terensko geološko prakso 9 študentom in 7 študentkam prirodoslovno matematične fakultete v Ljubljani ter 2 študentoma beograjske geološke fakultete. Skupno so opravili 522 dni prakse, povprečno 1 študent 29 dni. V mikropaleontološkem laboratoriju je prakticirala 1 študentka prirodoslovno-matematične fakultete 30 dni.

Podroben pregled o opravljenih terenskih dnevih geologov zavoda in zunanjih sodelavcev kaže, da so po številu terenskih dni na prvem mestu barvne kovine, kjer je bilo 362 (21) dni ter hidrogeološka raziskovanja z 234 (24) dnevi in gradbeno geološka raziskovanja s 153 (24) dnevi. Premalo je bilo raziskovanj naftonosnih terenov z 51 dnevi in premagišč z 19 dnevi. Tudi glede glin in ostalih nekovin se stanje z 52 opravljenimi dnevi napram preteklim letom ni zboljšalo. Na železu je bilo opravljenih 131 dni, na boksitih pa 46 (11) dni.

Za izdelavo geološke karte Slovenije je bilo opravljenih le 93 (35) dni. To število bi se nekoliko zvišalo, če bi upoštevali kartiranje, ki so bila potrebna pri reševanju gospodarskih problemov. Toda ta kartiranja so bila raztresena na področjih raznih listov geološke karte Slovenije. Zato bo prihodnje leto potrebno koncentrirati kartiranje na tistih listih, ki so kot prvi določeni za tisk.

Geofizikalna skupina, ki jo je vodil F. Miklič, je samostojno gravimetrično in magnetometrično izmerila del naftonosnega ozemlja v Prekmurju in na severnem obrobju Krškega polja, magnetometrično pa rudonosno področje med Olimjem in Podčetrtkom. Z geoelektričnim merjenjem je sodelovala pri raziskovanjih tal v gradbene namene in za oskrbo s pitno vodo.

Ker še nimamo lastne seizmične aparature, nam je v tem pogledu pomagala pri raziskavah za temeljenje pregrad bodočih hidroelektrarn seizmična skupina beograjskega geološkega zavoda.

Geofizikalna skupina je pričela z delom šele v preteklem poslovnem letu; v bodoče jo bomo morali še bolj razviti, da bo mogla s praktično preizkušenimi sredstvi pomagati pri raziskovanju in izkoriščanju ležišč mineralnih surovin, pri temeljenju večjih gradbenih objektov in pri oskrbi naših pokrajin z vodo, kar je posebno aktualno na Krasu. Za dosego tega cilja bo treba v bodoče izpopolniti našo geofiziko s seizmiko.

Uporaba nove opreme, nabavljene v letu 1952, je omogočila delno izboljšanje geoloških ekspertiz. Elaborati so bili bolj dokumentirani kot prejšnja leta, vendar ne moremo biti še popolnoma zadovoljni. Vkljub uporabi spektrografa, rentgena in drugih instrumentov so ostale metode geološkega raziskovanja še vedno v glavnem klasične. Zato bo treba še dalje razvijati nove načine dela n. pr. detritalno mineralogijo, metodo netopkih ostankov, Sanderjevo metodo, za raziskavo glin opazovanja z elektronskim mikroskopom, pri obdelavi vrtin pa vse načine globinskih sondaž (radioaktivno, električno, jemanje usmerjenih vzorcev). Šele uvedba teh načinov dela bo omogočila korelacijo zemeljskih plasti v primerih, kjer odpove korelacija z vodilnimi fosili oziroma mikrofosili. Interpretacija podatkov, ki nam jih morejo dati vrtine, jaški in rovi, je možna le v primeru, če se uporabi vsa sodobna raziskovalna tehnika. Osvojitve te tehnike je pri nas vprašanje bližnje bodočnosti.



## PODROBNO POROČILO

### A. Regionalno geološko kartiranje

#### List Brežice—Samobor

Tu je pričel z delom geolog M. Pleničar s svojim sodelavcem asistentom A. Ramovšem. Skupno sta pregledala 100 km<sup>2</sup> terena v severnem obrobju Krškega polja s posebnim ozirom na možnost naftnih nahajališč. Podrobnejše poročilo sta priobčila v tej knjigi.

#### List Lož—Čabar

Gozdno gospodarstvo v Postojni želi imeti geološko karto svojih gozdnih revirjev, na podlagi katere bo moglo usmeriti gojitev gozdnih kultur. M. Pleničar je kartiral dva gozdna revirja: Leskova dolina in Mašun, to je okolico Snežnika s skupno površino 55 km<sup>2</sup>.

Na stari manuskriptni karti je za vse ozemlje zarisana le zgornja kreda. Pleničar je severno od Snežnika našel fosilne ostanke brahiopodov, ki dokazujejo jursko starost. Tako imamo tudi tu poleg zgornejekrednih jurske sklade, ki so zastopani s tipičnim faciesom notranjske jure.

Ob tej priliki so bili najdeni tudi sledovi boksita. Analiza je pokazala, da gre za boksite z visokim odstotkom kremenice — 20 % SiO<sub>2</sub>.

#### List Železna Kapla—Kokra

Geolog K. Grad je kartiral na območju Medvodje—Podlog, Podlog—Zgornje Jezersko—državna meja. Skupno znaša kartirana površina 28 km<sup>2</sup>. Kartiranje je bilo izvedeno predvsem zaradi pojavov mineralizacije v Karavankah. Starejši raziskovalci imajo za najstarejšo geološko formacijo v Karavankah silur, h kateremu prištevajo glinaste skrilavce in kremenove peščenjake. Facialno so te kamenine zelo podobne karbonskim skrilavcem in peščenjakom v Posavskih gubah. Med silurskimi skladi so vgubani devonski apnenci. Na kontaktu skrilavcev in peščenjakov z devonskimi apnenci so pojavi mineralizacije z bakrom in živim srebrom.

Od mlajših formacij je bil preiskan zgornji karbon, perm in werfen. Pojav mineralizacije z galenitom imamo v permskem dolomitu ob kontaktu s karbonskimi kameninami.

Na Zgornjem Jezerskem v grapi severno od kmetije »pri Anku« je izvir mineralne vode, ki so jo že včasih uporabljali kot pitno vodo.

V grapi pod Virnikovo planino je med permskimi dolomiti najti manjše vložke sadre.

Na Spodnjem Jezerskem je pod Virnikom nahajališče lehnjaka, v katerem ima občina Jezersko kamnolom.

Sledovi starih rudarskih del so na severni strani Stegovnika v višini 1315 m, v devonskih apnencih na severni strani Ruša v višini okrog

1280 m. Zarušen rov je tudi v grapi Komenda ravno ob koncu ceste, ki so jo zgradili po osvoboditvi.

K. Grad je kartiral tudi dolino Črne od Stahovice do Črnilca. Teren obsega 12 km<sup>2</sup>. Podrobno je pregledal temne skrilavce, po katerih je dobila dolina Črne svoje ime. Podcbrni skrilavci pogosto vsebujejo redke kovine. V dolini Črne se menjavajo s kloritnimi in sericitnimi skrilavci, ki preperevajo v kaolin.

Južno od Podhoma nastopa v strugi Črne okrog pol metra debel vložek metamorfoziranega apnenca s tankimi žilami galenita.

Zanimivo je, da nahajamo na nekaterih mestih: vzhodno od kmetije Osolnik, južno od prelaza Črnilec denudacijske ostanke oligocena, ki v geološki literaturi še niso omenjeni in kažejo na zvezo oligocena pri Novi Štifti (Gornji grad) z oligocenom pri Kamniški Bistrici.

### **List Trst**

Po naročilu Okrajnega ljudskega odbora v Kopru je skupina 4 geologov (Pleničar, Nosan, Grad, Germovšek) kartirala ozemlje med Sečovljami in Izolo z nalogo, da oceni zaloge eocenskega laporja. Podrobno so pregledali 80 km<sup>2</sup>. To ozemlje tvori veliko sinklinale. Jedro je iz eocenskega fliša, na severnem in južnem robu sinklinale pa prihajajo na površino tudi starejše eocenske plasti, zlasti numulitni apnenci. Pod njimi leži tanka plast kozinskih apnencev, ki spadajo delno že v paleocen. Vsa ta serija skladov leži diskordantno na kredi. Diskordanca je tektonskega značaja. Verjetno so se terciarni skladi premikali po kredi; pri tem so nastale breče na meji krede in kozinskih plasti. Nad brečami in v samih brečah so različno debele leče premoga, ki ga odkopavajo v južnem krilu sinklinale v Sečovljah. Ni še preiskano, kako daleč proti sredini kadunje sega premog. Zato bi kazalo vrtati še nekoliko severneje od dosedanjih raziskovalnih del. Glede na premog bi bilo zanimivo preiskati tudi severno krilo kadunje.

Na stiku fliša z apnenci so debelejšje plasti laporja. Na površino pridejo ob severnem robu doline Dragonje. Primerna mesta za odpiranje kamnolomov so pod vrhom Dovin in na pobočjih severozahodno od tod.

Večje zaloge laporja so pri Izoli. Opekarna jugovzhodno od Izole izdeluje iz njega opeko. Primerna mesta za odkopavanje so zlasti v osrednjem delu lapornega pasu pri Izoli.

### **List Ajdovščina—Postojna**

M. Pleničar je zaradi nahajališč boksita podrobno kartiral skrajni jugovzhodni rob Trnovskega gozda ter kredno področje Nanosa in Hrušice.

V gozdnem območju Nadrt jugovzhodno od vasi Lome pri Črnem vrhu so v izdankih oolitne boksitne rude plitve zaseke. Poleg tega poteka v smeri vpada plasti raziskovalni rov, ki je dobro ohranjen v dolžini 40 m, od tam naprej pa je zalit z vodo. Rov naj bi bil dolg 90—120 m.

Vzhodno od Podkraja so pri Trševju plitve zaseke, rov in vpadnik, s katerimi so raziskovali isto boksitno plast kot v Nadrti. Vendar je tu boksit slabše kakovosti in nastopa le v manjših lečah.

Rov je od 70 m dalje zalit z vodo, vpadnik pa že od 27 m dalje.

Sledovi zelo starih rudarskih del na železo so na Korenovem vrhu vzhodno od Cola. Komaj vidni so še sledovi 4 rovvov. Tu se nahajajo ob poteh kosi limonita, ki so se raztresli pri odvozu rude v Pale pri Ajdovščini, kjer je bil plavž.

Izdanki oolitne železne rude so pod Nanosom v skalnatem gozdnem področju, ki se imenuje Ledenice.

### **List Novo mesto**

Zunanji sodelavec Zavoda, strokovni sodelavec Slovenske akademije znanosti in umetnosti C. G e r m o v š e k je s petimi študenti geologije in petrografije kartiral ozemlje med Krko na jugu, Kronovim in Bučko na vzhodu, Kresinjim vrhom in Mirno na severu ter med Trebnjem in Mirno pečjo na zahodu. Skupno so pregledali okrog 200 km<sup>2</sup>. Od geoloških formacij nastopajo triada, liada, malm in zgornja kreda. Omejili so tudi pliocenske in holocenske naplavine, niso pa preiskali miocenskih skladov.

V okolici Bučke nastopajo sledovi manganove in železovih rud.

Ista skupina je s posebnim ozirom na boksit kartirala v Beli krajini med Dragatušem in Vinico. Vzorci, ki jih je tu vzel za kemično analizo ing. T i r i n g e r, so dali zelo različne rezultate. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se giblje v mejah od 40 do 51 %, SiO<sub>2</sub> 5—21 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4—22 %, TiO<sub>2</sub> 1%.

### **List Rogatec—Kozje**

Geolog A. N o s a n je v avgustu nadaljeval s kartiranjem na severnem pobočju Bohora. Preiskal je površino 5 km<sup>2</sup> zahodno od Fužin. V maju in juniju je kartiral ozemlje od Skolice na zahodu do Kozjega na vzhodu — skupno 45 km<sup>2</sup>. Geološka formacija, ki tu nastopa, je triada. Za podrobno horizontacijo bo potrebno kartirati še južno pobočje Bohora. Značilne kamenine so avgitporfiriti, psevdoziljski skrilavci z vložki ploščatega apnenca in pietra verde ter dve vrsti dolomitov: temni dolomit z roženci in svetli dolomit. Na kontaktu dolomitov in avgitporfiritov, ki je tektonskega značaja, imamo pojave pirita in markazita ter limonita, ki je produkt oksidacije sulfidov.

Sledovi starih rudarskih del so v Fužinah — dva rova na koti okrog 520 m ter vpadnik v Hudičevem grabnu na koti okrog 700 m.

A. N o s a n je pregledno kartiral tudi severno obrobje Bohora. Tu nastopajo kamenine iz wengenskega oddelka ladinske stopnje. Na kontaktu dolomitov in dolomitiziranih apnencev z magmatskimi kameninami, ki so jih doslej imeli za diabaze, imamo rudne pojave. Nastopata limonit in siderit. Da bi mogli oceniti gospodarsko vrednost teh rudnih pojavov, bodo sledile še podrobne geološke in geofizikalne raziskave.

S severne strani prekrivajo triado terciarni skladi, v katerih so nahajališča montmorilonitne glin.

### **Okolica rudnika Mežice**

Ing. B. Berce in ing. M. Hamrla sta kartirala zahodno in južno obrobje Uršlje gore ter ozemlje Topla—Peca—Mala Peca—Najbrž. Skupna površina kartiranega ozemlja je okrog 30 km<sup>2</sup>. Pri tem pa je treba upoštevati velike višinske razlike.

B. Berce je pričel z mikroskopskimi preiskavami magmatskih kamenin s področja Pece in Uršlje gore. Mikroskopske preiskave granitita, ki nastopa na južnem robu kartiranega ozemlja, kažejo, da je porfiroidni značaj granitita verjetno posledica naknadnih hidrotermalnih procesov, kar govori za genetsko zvezo granitita z orudenenjem v Mežici. Preiskave se bodo še nadaljevale.

### **Wengensko in rabeljsko ozemlje**

Na podlagi preglednega kartiranja v letu 1952 so geologi A. Nosan, K. Grad in L. Žlebnik izdelali geološki karti wengenskega in rabeljskega območja med Drenovim gričem, Št. Joštom in Butajnovu ter med Idrijo in Rovtami. Karti sta izdelani v merilu 1 : 10.000 in bosta rabili pri prospekcijski terena glede na pojave železa.

### **Okolica Tolmina**

M. Pleničar je sestavil geološko karto okolice Tolmina v merilu 1 : 50.000. Kot topografsko podlago je vzel specialko Geografskega inštituta JLA. Karta bo rabila v urbanistične namene.

### **Porečje Soče**

Ing. J. Drnovšek je sestavil geološko karto porečja Soče v merilu 1 : 100.000. Za topografsko podlago je vzel specialko, ki je izšla v izdaji Geografskega inštituta JLA.

Karta obsega porečje Soče do izliva potoka Palude v Sočo pri Gorici. Površina znaša 1593,2 km<sup>2</sup>. Karta s pojasnilom bo rabila kot geološka podlaga k osnovnemu projektu energetske izrabe Soče in njenih pritokov do Gorice.

Docent D. Kuščer je izdelal geološko karto Soške doline od izvira do Tolmina v merilu 1 : 25.000 ter profile Trenta I in Trenta II, Kršovec, Kuntra in Kobarid v merilu 1 : 2000 do 1 : 5000. Za dovodne rove raznih akumulacijskih variant je preiskal profile Čezsoča—Trnovo, Čezsoški Log—Kobarid in Kobarid—Vrsno—Tolmin.

### **Porečje Save**

Pri izdelavi geološke karte za porečje Save smo vzeli kot topografsko podlago karto v merilu 1 : 150.000, ki jo je izdala Osvobodilna fronta ob priliki proslave 10-letnice obstoja. Žal smo dobili le tri izvode te karte.

## B. Ekonomska geologija

### Karavanke od Jezerskega do Stegovnika

Že Teller omenja v Karavankah horizont, ki vsebuje cinabarit in bakreno medlico. Poskusna izpiranja v naplavinah so pokazala magnetit, ilmenit, pirit, hematit, granat, epidot, turmalin, rutil, stavrolit, klorit, kalcit, kremen in glinenec. Sistematična nadaljnja izpiranja bodo pokazala, koliko je »kontakt« devonskih apnencev in silurskih skrilavcev orudenjen tudi na tistih mestih, ki so prekrita z gruščem in naplavinami.

### Idrija

B. Berce je izdelal končno poročilo o jamskem kartiranju v Idriji, ki obsega mikroskopske, mikropaleontološke in kemične preiskave kaminin, opis posameznih obzorij, rezultate dosedanjih raziskovalnih vrtanj ter opis zgradbe rudišča. To delo ima osnovni pomen za oceno zalog koristnih mineralov v tem rudišču.

B. Berce je kartiral tudi raziskovalni rov jugozahodno od ustja Antonovega rova, s katerim so prišli do kontakta karbonskih skrilavcev z mendolskim dolomitom ter do kontakta karbonskih skrilavcev z zgor-njowerfenskim apnenimi plastmi. Te razmere kažejo, da leže »skonca« skladi pod Antonovim rovom.

V nadaljevanju raziskav ob glavni idrijski dislokaciji so od 1. avgusta do 17. decembra 1953 izvrtali v Vojkovi ulici 418,78 m globoko vrtino, ki je dosegla kreda. Ta vrtina je skupno z dosedanjimi pokazala, kakšna je površina krede. Proti pričakovanju je vpad krednih plasti majhen. To kaže, da leži idrijsko rudišče na malo nagnjeni kredni plošči, ki šele ob robovih, kjer pride na površino, preide v bolj strmo lego.

### Sv. Ana pri Tržiču

Rudarska skupina Geološkega zavoda je tu nadaljevala z obnovo starih rogov, ki jih je kartiral B. Berce. V zvezi z jamskim kartiranjem je pregledal tudi površino v neposredni okolici rudišča.

Po geoloških najdbah moremo pričakovati orudenjenje tudi na drugih mestih v okolici rudišča.

Z brazdanjem je bilo vzetih 10 vzorcev na starih odkopih. Kemična analiza dveh vzorcev je pokazala pomembno vsebino 0,37 % in 0,59 % Hg. Naslednja dva vzorca sta dala 0,11 % in 0,18 % Hg, preostalih 6 vzorcev pa le 0,07—0,09 % Hg.

Pričelo se je tudi vzorčevanje starih odvalov in zasipnega materiala v jami ter mletje vzorcev. Kemične analize teh vzorcev še niso narejene.

### Velika Reka

Rudarska raziskovanja izvaja naša rudarska skupina, geološko obdelavo pa univ. prof. dr. ing. J. Duhovnik.



S podkopnim rovom smo prišli v območje starih del. Prvo skromno orudenenje je bilo najdeno v prelomnici 68,5 m od vhoda. 209,5 m od vhoda poteka do 6 cm debela žila galenita. Najvažnejša pa je plast s cinobrom v južnozahodnem boku starega jaška 216—218 m od vhoda. Debelina plasti, v kateri je bilo možno opazovati močnejšo koncentracijo cinobra, znaša največ 20 cm; ni pa izključeno, da nastopa cinober tudi v širšem pasu. Povprečna vzorca sta dala 0,55 % in 0,2 % Hg.

O gospodarskem pomenu tega rudišča ni možno podati končne sodbe, dokler ne bodo izvedena raziskovalna dela na nižjih obzorjih.

V raziskovalnem rovu 9 m pod obzorjem glavnega rova je bilo možno določiti obseg orudenenja, ki nastopa v glavnem ob prelomih. Rudna telesa, ki jih predstavljajo leče in gnezda v debelini do 15 cm, so neenakomerno porazdeljena. Orudenenje obsega cinabarit in samorodno živo srebro. Razen tega nahajamo še pirit, v manjši meri pa galenit in sfalerit. V zvezi z galenitom in sfaleritom nastopata halkopirit in bakrova medlica, bolj redko pa tudi v zvezi s cinobrom in živim srebrom.

Rudarska dela se bodo še nadaljevala, ker je verjetno, da se pas peščenjakov, ki so ugodni za orudenenje, nadaljuje proti jugozahodu.

Vzorčevanje je bilo otežkočeno zaradi nepravilnega nastopanja rudnih teles.

#### Sledilna dela na Bohoru

S pomočjo celjske cinkarne, ki želi imeti cinkovo rudo z nizkim odstotkom železa zaradi mešanja s trepčansko rudo, so se pričela raziskovanja na Bohoru. Geološki nadzor pri odpiranju rudišča ima J. D u h o v n i k. Tudi ta dela imajo namen raziskati rudišče 30 m niže od mesta, kjer se je v prejšnjih desetletjih odkopavalo.

Rudarska skupina je obnovila 402 m dolg podkopni rov, pretesarila 42,10 m slepega jaška, ki poteka iz podkopnega rova navzgor in obnovila 20 m višje ležeči rov s prečnikom v skupni dolžini 200 m. S površine na koti zgornjega rova je nato obnovila še vpadnik med obema horizontoma v dolžini 15,20 m.

Vzorci rude s starih odvalov kažejo naslednji kemični sestav:

	Pb	%	Zn
Vzorec št. 1 . . . . .	34,41		24,75
Vzorec št. 2 . . . . .	0,00		0,40
Vzorec št. 3 . . . . .	46,28		7,12

#### Nahajališče železove rude na južnem pobočju Rudnice

M. H a m r l a je podrobno kartiral južno pobočje Rudnice. Na podlagi geološke karte je ing. A. Z d o u c magnetometrično izmeril 2150 točk na površini 3,5 km<sup>2</sup>. Pri merjenju so se pokazale znatnejše anomalije v območju starih rudarskih del ter ob prelomnici, ki je bila ugo-

tovljena že pri geološkem kartiranju in globinskem vrtanju. Geološka in geofizikalna raziskovanja bo treba nadaljevati ter razširiti še na sosednje ozemlje, kjer nahajamo limonit in siderit.

### **Železova nahajališča v okolici Bohinja**

B. Berce je kartiral okolico Srednje vasi v Bohinju. Redki in majhni izdanki z limonitom sekundarnega nastanka nastopajo na površini  $100 \times 400$  m. Pregledal je tudi Rudno polje.

### **Svinčevo rudišče Litija**

B. Berce je kartiral hodnike v rudniku Sitarjevec. Na podlagi geoloških razmer, ki jih je pri tem našel, je predlagal iskanje novih rudnih teles v smeri proti jugovzhodu od sedanjega rudišča. Obstajajo znaki, ki kažejo na horizontalni premik v višini Savskega rova, ob katerem se izklinjajo rudna telesa, ki leže nad Savskim rovom. Zato je upravičena domneva, da se rudna telesa v globini nadaljujejo.

### **Boksitna nahajališča Slovenije**

Iz strokovnega arhiva Geološkega zavoda in literature je ing. J. Tiringer zbral podatke o boksitnih nahajališčih Slovenije in jih predložil posebni komisiji, ki obravnava raziskovanja teh boksitov za potrebe industrije.

## **C. Inženirska geologija**

### **Hidroelektrarne**

**Bohinj—Soča.** Pri raziskavah sta sodelovala J. Drnovšek in D. Kuščer.

Projekt Bohinj—Soča predvideva izrabo naravne akumulacije vode v Bohinjskem jezeru v energetske namene. Vsi projektirani objekti so v gorovju med Bohinjskim jezerom in Sočo. Ti objekti so:

- a) vtok v Bohinjskem jezeru,
- b) 15 km dolg dovodni rov do vodostana pri Prapretnem z oknom v dolini Lipuščka,
- c) tlačni jašek ali tlačni cevovod do podzemeljske ali nadzemeljske strojnice ob akumulacijskem bazenu HE Dobljar,
- č) pregrada pod Mostnico.

Za izdelavo idejnega projekta so bile izvršene naslednje raziskave:

- a) Zaradi izbire mesta za vtok v južnem bregu Bohinjskega jezera so bile izvrtane 4 vrtine; 2 v profilu pri Šterovi skali, 2 pa v profilu pri Naklovi glavi. Raziskovanja so pokazala, da je mesto v Šterovi skali geološko ugodnejše za vtok kot pri Naklovi glavi. Vtok in nanj priključen dovodni tunel bosta po varianti s Šterovo skalo v kompaktnih,

zelo malo vodopropustnih apnencih, ki imajo ugoden elastični modul, kakor so pokazala geoseizmična raziskovanja. Šterova skala strmo vpada proti jezeru in omogoča enostavno izvedbo priključka med vtokom in jezerom.

Pri Naklovi glavi je neugodno to, da je skalnata podlaga prekrita z gruščem v veliki debelini. Toda rov po varianti z vtokom pri Naklovi glavi bi bil za 850 m krajši.

b) Glede na dve možnosti vtoka obstajata tudi dve varianti za dovodni tunel, ki pa se združita pri oknu v dolini Lipuščka.

Na podlagi geološkega kartiranja je D. Kuščer izdelal geološki profil po trasi dovodnega rova.

V Prapretnem so preiskali dve varianti za strojnico in vodostan. Končane so bile tri vrtine s skupno globino 185 m. Razmere za izgradnjo podzemne ali nadzemne strojnice so zelo ugodne. Volčanski apnenci izkazujejo veliko trdnost in visok elastični modul, ugodno plastovitost ter zelo majhno vodopropustnost. Slabše so razmere, kjer je predviden vodostan. Tudi tu sta obstajali dve varianti. Po obeh bi bil vodostan v tektonsko porušeni, precej vodopropustni jurjski laporjih, sorazmerno plastičnih z majhnim elastičnim modulom. Glede na to, da je predviden premer vodostana velik — 16 m — so razmere zelo neugodne za gradnjo vodostana. J. Drnovšek je predlagal, da se študira možnost vodostana pod cesto, ki pelje iz Ljubinja v Lom nad Ljubinjem.

**Idrija.** Za projekt energetske izrabe Idrije obstajata dve varianti. Po prvi varianti s pregrado v Tilniku in s strojnico v Trebuši, bi bila vsebina akumulacijskega bazena 150 milij. m<sup>3</sup>, po varianti s pregrado v Trebuši in s strojnico v Idriji pri Bači pa 286 milij. m<sup>3</sup>.

Zaradi izdelave idejnega projekta so bile doslej izvršene sledeče raziskave:

J. Drnovšek je geološko kartiral porečje Idrije v okolici akumulacijskega bazena, ob trasi dovodnega rova ter v profilih pregrad. Geološko kartiranje je bilo dopolnjeno z geoelektričnim merjenjem, da se je ugotovil značaj in lega preloma v Tilniku ter z geoseizmičnim raziskovanjem elastičnega modula kamenin v profilih projektiranih pregrad. V profilih pregrad Tilnik I in Tilnik II je bilo izvršanih pet vrtin s skupno globino 291,10 m. Med vrtnanjem je bila merjena vodopropustnost kamenin.

Raziskave v Tilniku so pokazale, da so geološke razmere v profilu Tilnik II ugodnejše za pregrado kot v profilu Tilnik I. V profilu Tilnik I je geometrijski profil nesimetričen, elastični moduli kamenin na desnem in levem bregu Idrije so različni. Profil Tilnik II pa kaže simetrično geometrijsko in geološko sliko z enako homogenostjo kamenin na levem in desnem bregu Idrije.

Profil Trebuša je predviden 200 m nizvodno od sotočja Idrije in Trebuše.

Akumulacijski bazen razdelimo v dva odseka. Prvi odsek od Travnika do Želina v werfenskih in permskih plasteh označimo kot vodonepropusten. Drugi odsek med Želinom in Trebušo leži v mendolskem in glavnem dolomitu. V conah, kjer je dolomit porušen, moramo računati z določeno vodopropustnostjo. Toda ugodno pri tem je, da je gladina podtalnice na obeh bregovih Idrijce, to je v šebreljski in šentviškogorski planoti, višja kot je predvidena zaježba do kote 280 m. Izviri v grapah se pojavljajo vedno nad to koto. Kraški pojavi na obeh planotah so torej sorazmerno plitvi.

Izvrtno so bile tri vrtine s skupno globino 160 m. Rezultati kažejo, da so fundacijski pogoji sorazmerno ugodni; računati pa je s tesnilnimi deli; vodopropustnost dolomita znaša 3—8 l/m min. Idrijska dislokacija nad vasjo Trebuša je bila preiskana geoelektrično in geoseizmično. Geoelektrične raziskave so pokazale, da so v različnih conah kamenine različno porušene. Cona maksimalne porušnosti ima debelino okrog 30 m. Pri lokaciji vtočnega objekta je težiti, da bo čimbolj oddaljen od te cone. Prelivni objekt naj bo izveden z nizvodno in uzvodno tesnilno oblogo.

**Čezsoški log.** Raziskovalne vrtine v profilu vodomera pri Čezsoškem logu so pokazale, da so fundacijski pogoji za izgradnjo kamnite pregrade na tem mestu zelo neugodni. Geoelektrična in seizmična merjenja niso dala uporabnih podatkov.

**Dravski sistem elektrarn.** V I. polletju je bilo v Ožbaltu na Dravi izvrtanih 25 vrtin, delno v strugi, delno na bregovih s skupno globino 459,65 m. Profile vrtin je obdelal ing. M. Breznik.

Dosedanja raziskovanja so pokazala, da je v nameravanem odseku možno izgraditi pregrado. Od petih raziskanih profilov v strugi Drave sta dva dobra, dva neuporabna, eden pa deloma uporaben.

M. Breznik je izdelal tudi predlog za geološka raziskovanja naslednjih akumulacijskih stopenj: HE Hajdoše, HE Lehen in HE Lobnica.

## **Komunikacije**

M. Breznik je sodeloval pri raziskavah v zvezi s preložitvijo ceste Maribor—Dravograd. Izdelal je poročilo o ogledu sondaž in o fundacijskih razmerah za mostove na odseku ceste od elektrarne Vuhred do Radelj, za most čez Dravo v Vuhredu ter o podporu nasproti gradu Bukovje v preperelih amfibolitnih skrilavcih. Ti skrilavci so drobljivi, po ploskvah skrilavosti se tvorijo drsne ploskve. Z izkopom je bila naravna opora amfibolitnih skrilavcev pretrgana, zaradi česar so prešli v premikanje.

J. Drnovšek je izdelal poročilo z geološkim mnenjem o izgradnji mostu čez Savo v Kresnicah na podlagi štirih vrtin globine 15—17,10 m. Skupna globina vrtin je 64,80 m. Prodnata plast je debela 1,40—5,10 m. Pod prodom je mivka in nato slede karbonski glinasti skrilavci s pešče-

nimi vložki. Fundiranje se bo moralo izvršiti v kompaktnih karbonskih glinastih skrilavcih. Točno globino fundiranja bo možno določiti ob priliki izkopa.

Pri projektiranju tunela pod Ljubljanskim gradom Geološki zavod ni sodeloval. Ko so se v septembru 1952 pojavile prve razpoke v tunelu v coni tektonsko porušenih karbonskih skrilavcev ter v priključnem rovu k vodnjaku in v grajskem poslopju, je bila sestavljena komisija, ki naj razloži vzrok teh pojavov. V komisiji je sodeloval kot zastopnik Geološkega zavoda ing. M. Breznik, ki je izdelal tudi geološki profil ogroženega mesta v tunelu.

J. Drnovšek je dal mnenje o možnosti gradnje železniškega odcepa na Jesenicah, ki bi vezal bohinjsko in karavanško železnico po trasi ob vznožju Mežaklje na desnem bregu Save.

M. Breznik se je udeležil ogléda trase za žičnico na Veliko Planino. Žičnica ima dobre fundacijske pogoje. V gornjem delu pa bi jo mogli ogrozati snežni plazovi. Zato je predlagal, naj se v letošnji zimi opazujejo snežne razmere in naj se trasa v gornjem delu na majhno razdaljo preloži.

### Visoke gradnje

J. Drnovšek je na podlagi dveh vrtin globine po 15 m dal geološko mnenje o nehomogeni zgradbi tal, kjer je predvidena fundacija nove tovarne krmil v Ljubljani. Predlagal je, da se pred betoniranjem v vsaki izkopani jami sondira 5—6 m in da se ilovica, ki nastopa med prodom, geomehansko preišče.

J. Drnovšek je dal nadalje mnenje o nosilnosti tal za gradnjo nove tkalnice pri tovarni »Inteks« v Kranju, skladišča za razstrelivo v Velenju ter za gradnjo šolskih stavb v Brezovici pri Ljubljani in v Šmarju-Sap.

### Pitna in industrijska voda

Izviri za zajetje vodovoda v Ožbaltu na Dravi so v strmem južnem pobočju Kozjaka nad novim Gasilskim domom. M. Breznik je izdelal geološko poročilo o zajetju, o izdatnosti izvirov, kvaliteti in potrošnji vode. Izdatnost izvirov bo v poletnih sušnih dobah in ostrih zimah premajhna. V normalno mokrih dobah pa bo vode dovolj. Voda je mehka, kakor povsod na Kozjaku in Pohorju.

Zajetje za **kamniški vodovod** je v Stranjah in v Godiču. Na obeh mestih je zajet kraški izvir. Izdatnost izvirov zadovoljuje, toda voda bakteriološko ne ustreza. Okolica zajetja doslej ni bila zaščiten.

J. Drnovšek je izdelal poročilo o ogledu zajetij sedanjega črpalnega jaška ter dal predloge za asanacijo zaradi izboljšanja kvalitete vode ter za gradnjo novega črpalnega jaška.



Na **Kočevski Reki** je predvidena gradnja jezua, ki bi ustvaril akumulacijo okrog 50.000 m<sup>3</sup> vode za preskrbo državnega posestva Snežnik. J. Drnovšek je izdelal poročilo o geoloških pogojih za fundacijo jezua in o vodopropustnosti bazena ter dal predloge za sondažne in geomehanske preiskave.

Pri raziskavah je sodeloval F. Miklič z geoelektričnim merjenjem. Izvedel je 152 opazovanj, ki so pokazala majhen naklon podtalnice na desnem bregu Kočevske Reke.

**Postojno** oskrbuje z vodo delno nanoški vodovod, delno pa zgornji šibki vodni horizont v flišu, ki leži pod mestom in južno od mesta. Ta flišni vodni horizont daje le malo vode in tudi bakteriološko ne ustreza.

Že pred leti so domnevali, da se zbira voda iz Javornikov v vodnem toku, ki poteka vzporedno z robom fliša med Staro vasjo in Postojno. Ozemlje med Staro vasjo in Postojno je geološko kartiral M. Pleničar. F. Miklič z geoelektričnim merjenjem išče podzemni tok, ki naj bi ga izkoristili za napajanje postojnskega vodovoda. Dosedanjih 4415 opazovanj je pokazalo, da vodni tok ni enoten, temveč se cepi in dobiva še dodatni dotok izpod bližnjega hriba Jelovica. Jasnejšo sliko o izdatnosti vodnega toka bo dal črpalni poizkus.

V severnem krilu **velenjske kadunje** leži debel sloj lignita neposredno na vodonosni triadni podlagi. Zato je treba puščati ob triadi varnostni steber lignita. Z odvodnjavanjem triade bi mogli odkopati tudi ta del sloja.

M. Hamrla in J. Drnovšek sta izdelala predlog za geološke in hidrogeološke raziskave, ki so potrebne za izdelavo projekta za odvodnjavanje.

M. Hamrla je izdelal poročilo o geologiji širše okolice velenjskega rudnika s posebnim ozirom na hidrogeološke razmere. Raziskovanja so zaenkrat obsegala le vzhodno polovico premogovega ozemlja, ki je bila bolje preiskana z vrtnami kakor zahodna.

Za primer jamskega odvodnjavanja triade je važna predpostavka, da vodonosna triada ni v zvezi z vodonosnim pliocenom in da imamo opraviti s Krasom. Apnenčevo in dolomitno ozemlje južno od antiklinale Hrastovec—Sv. Bric naj bi bilo glavno napajalno območje za triadne zbiralnice. Poleg pronicajoče padavinske vode pridejo v poštev še Paka, Lepena in Sopota. Predvsem Paka je glavni napajalni vir za podzemne vode, ki bi se drenirale v jamo.

Izveden je bil popis določenih hidroloških točk na površini. Potrebna so še nadaljnja opazovanja in merjenja.

Novi izvozni jašek v Velenju je bil zgrajen brez drenaže in izolacije. Zmrzovalna cona se zaradi tega vsako zimo pomakne 28 m globoko. To povzroča zmrzovanje in luščenje betonske površine. S tem se nosilni plašč betona stalno tanjša, kar ogroža stabilnost objekta. Istočasno koro-

zija jekla zaradi vode ogroža novo mehanizacijo. J. Drnovšek je izdelal predlog za asanacijo, ki naj bi obstajala v drenaži, vodotesnilni površinski oblogi ter v vertikalnih drenažnih vrtinah.

### **Mineralni in termalni vreli**

**Rogaška Slatina.** Z vrtinami v letu 1952 so dosegli vodo z nižjo mineralizacijo tipa Tempel in Styria. Vrtalna skupina je po načrtu in g. J. Bača izvrtala 12 vrtin, katerih profile je izdelal A. Nosan.

**Tuhinjska dolina.** Po naročilu kmetijske zadruge v Srednji vasi pri Kamniku sta si A. Nosan in J. Drnovšek ogledala pri vasi Vaseno termalni vrelce ob rečnem koritu Nevljice. Temperatura Nevljice je bila na dan ogleda  $+9^{\circ}\text{C}$ , termalni izviri pa so imeli temperaturo  $+19^{\circ}\text{C}$ .

Gostinska zbornica Ljubljana okolica je na podlagi tega ogleda z ročno garnituro Geološkega zavoda izvrtala v zaselku Vaseno v občini Srednja vas v Tuhinjski dolini sedem vrtin globine 3—13 m, ki so vse ostale v aluvialnih naplavinah. Pri tem je z globino naglo naraščala temperatura: v globini 6 m  $27^{\circ}\text{C}$ , v globini 13 m  $32,5^{\circ}\text{C}$ . Merili so temperaturo materiala, ki se je nabral na konici svedra. Ta material pa se je pri izvlečevanju gotovo nekoliko ohladil, tako da je možno sklepati na temperaturo  $35^{\circ}\text{C}$ .

**Bled.** Komisija, v kateri so bili poleg direktorja Geološkega zavoda D. Jelenca še J. Bač, zastopnik MLO Bled J. Kapus ter R. Gradnik, si je ogledala termalne vrelece v hotelu Toplice, izvire za hotelom Park ter vodnjak pri bivši Staretovi vili. Glede na važnost Bleda kot letoviškega in turističnega središča je komisija predlagala predhodna raziskovalna dela, na podlagi katerih bi se moglo pristopiti k rekaptazi vrelcev, ki naj prepreči mešanje termalne vode s hladno.

**Zgornja Besnica.** J. Drnovšek in A. Nosan sta si ogledala pri Zg. Besnici ob Nemiljščici več izvirov tople vode, ki pa se mešajo pri pronicanju skozi naplavine s hladno vodo. Temperatura potoka je bila na dan ogleda  $11^{\circ}\text{C}$ , temperatura termalne vode pa  $21^{\circ}\text{C}$ . Tudi tu so potrebna raziskovanja z vrtanjem.

**Nevo selo pri Štípu (LR Makedonija).** Ob Bregalnici je vrtalna skupina Geološkega zavoda po načrtu J. Bača iz Sarajeva izvrtala šest vrtin s skupno globino 270,02 m. Globina posameznih vrtin se je gibala med 36,52 in 58,95 m. Profile vrtin je obdelal A. Nosan.

Od šestih vrtin so štiri zadele na termalno vodo. Vrtina št. 1 je dajala okrog 100 l/min. Voda se je prelivala preko roba obložne kolone in je imela temperaturo  $62^{\circ}\text{C}$ ; vrtina št. 3 je dajala 95 l/min s temperaturo  $57^{\circ}\text{C}$ ; vrtina št. 4 220 l/min s temperaturo  $65^{\circ}\text{C}$  in vrtina št. 6 320 l/min s temperaturo  $50^{\circ}\text{C}$ .

Skupna količina termalne vode je znašala 442 l/min. Prelivni nivo termalne vode je le 40 cm nad gladino Bregalnice. S črpanjem se bo voda odvajala v višje ležeči zbiralnik in od tam po cevovodih na mesto, kjer se bo uporabljala. S črpanjem so dosegli 1500 l/min.

## Gradbeni material

V okolici Zalega Joga so znana nahajališča glinastih skrilavcev, ki se lepo koljejo in so jih zato že od nekdaaj uporabljali za kritje streh. V novejšem času se odpirajo nove možnosti pri njihovi uporabi. Zaradi odpornosti proti atmosferilijam ustrezajo v zdrobljenem stanju kot primes mešanici za asfaltiranje cest ter pri izdelovanju salonitnih izdelkov. V tej zvezi se bo mogel izkoristiti tudi material, ki so ga v preteklih letih odvrkli.

Nahajališče je kartiral geolog Lj. Žlebničnik. Na podlagi geomehaniških preiskav bo možno točneje opredeliti lastnosti skrilavcev in njihovo uporabnost.

Vzporedno je izdelal J. Tiring er projekt za odpiranje skriloloma.

M. Plenič ar je pregledal teren za kamnolom apnenca v **Solkanu**, kjer je bilo predvideno vrtanje, J. Drnovšek pa kamnolom apnenca **Pečovnik pri Celju**.

## Č. Geofizikalna raziskovanja

Geofizikalna skupina je z magnetno metodo sodelovala pri raziskavah nahajališč železne rude na Rudnici, z električno metodo pa pri iskanju pitne vode za postojnski vodovod, za akumulacijo na Kočevski Reki ter pri raziskavah za temeljenje pregrad hidroelektrarn na Soči in Idriji. Pri preiskavah za hidroenergetske objekte na Idriji in Soči je s seizmično metodo sodeloval tudi Zavod za geološka in geofizikalna raziskovanja v Beogradu, ker naš zavod še nima seizmične aparature. Podatki o rezultatih vseh teh raziskovanj so omenjeni že v poročilih oddelkov za ekonomsko in inženirsko geologijo.

Gravimetrična in magnetometrična skupina pa sta razen tega izvedli še naslednja merjenja:

Po naročilu podjetja za proizvodnjo nafte v Lendavi sta in g. I. Urh in in g. A. Z d o u c izmerila ozemlje **Tešanovci—Bogojina** vzhodno od Murske Sobotice in s tem kontrolirala regionalno karto.

Podrobna meritev je potrdila točnost regionalne karte, na podlagi katere se predvideva grebenasta oblika osnovnega gorstva z maksimumom 2—3 km južno od Tešanovcev, z lahkim padcem grebena proti severu. Zahodno krilo strukture je strmejšše kot vzhodno. Gravimetrični maksimum je glede na magnetnega za 1—2 km premaknjen proti severu. Isto je pokazalo že regionalno merjenje. Ta problem bi mogli pojasniti samo s podatki o spremembah deklinacije in horizontalne intenzitete magnetnega polja. Teh podatkov ne moremo dobiti, ker nimamo ustreznega instrumentarija. Na podlagi terenskih rezultatov je pričakovati majhno teraso med vasmí Bogojina, Filovci in Bukovnica. Na tem območju bi bilo potrebno pričeti s strukturnim vrtanjem.

Terensko delo je bilo opravljeno od 24. IV. do 10. VIII.; izmerjenih je bilo 1082 točk na površini 110 km<sup>2</sup>.

Podjetje Proizvodnja nafte v Lendavi je naročilo gravimetrično merjenje terena **Murski gozd**, na katerem je že bila začetna raziskovalna vrtna.

Izmera je natančno pokazala pobočje pekleniško-selniške antiklinale, katere greben pada od vasi Križevac proti severovzhodu in se ob državni meji začena širiti v teraso. Jugovzhodno pobočje pada zelo enakomerno.

Merjenje je trajalo od 11. VIII. do 12. IX. in od 1. X. do 21. X; izmerjenih je bilo 453 točk na površini 35 km<sup>2</sup>.

Gravimetrična skupina je izmerila od 7. X. do 8. XII. 271 točk na površini 100 km<sup>2</sup> v severnem obrobju **Krškega polja**. Da bi dobili zaokroženo sliko o geoloških razmerah Krškega polja, bo treba izmeriti vse ozemlje med triadnim grebenom Bohora na severu in Gorjanci na jugu.

I. U r h je z našim gravimetrom sodeloval pri regionalnem merjenju LR Makedonije v območju **Ovčega polja**. Obdelavo terenskih rezultatov je prevzel Zavod za geološka in geofizikalna raziskovanja v Beogradu.

Po geoelektričnih meritvah so bila določena najugodnejša mesta za izkop poizkusnih vodnjakov za tovarno »Titan« Kamnik in za vodovod za mesto Kranj. V ta namen je bilo izvršenih 1345 oz. 700 opazovanj.

#### D. Laboratorijska raziskovanja

##### 1. Analitsko kemični laboratorij

Vrsta analiz	Število analiz
silikatne . . . . .	21
karbonatne . . . . .	21
Fe-rude . . . . .	32
Pb- Zn-rude . . . . .	7
Hg-rude . . . . .	10
Cu-rude . . . . .	4
boksiti . . . . .	40
razne rude . . . . .	15
voda . . . . .	2
premog . . . . .	5
razna določevanja . . . . .	27
kvalitativne analize . . . . .	5

Pregled kemičnih analiz kaže, da je bilo težišče dela v določevanju železovih rud in boksitov. Vendar so analize bolj orientacijskega značaja, ker so bili preiskani vzorci nabrani pri kartiranju ali pri kratkotrajnih geoloških ogledih. Rudarska raziskovalna dela v nahajališčih železovih rud še niso toliko napredovala, da bi mogli vzeti povprečne vzorce, v boksitnih nahajališčih pa tudi letos ni bilo rudarskih del.

Analitsko kemični laboratorij vodi ing. M i r a n B a b š e k.

## 2. Petrografski laboratorij

Nahajališče	Vrsta in število preparatov			
	petrografski	rudni	obrus	premog
1. Bohinj	7	—	—	—
2. Brsleče	4	—	—	—
3. Hrastno	5	52	—	—
4. Idrija	114	23	—	—
5. Jezersko	7	14	—	—
6. Laško	28	—	—	—
7. Mežica	91	—	—	—
8. Ožbalt na Dravi	17	—	—	—
9. Pohorje	100	41	—	—
10. Raša	—	—	—	2
11. Rogaška Slatina	1	—	—	—
12. Rudnica	7	7	—	—
13. Sv. Ana	22	—	—	—
14. Štip	11	—	—	—
15. Velika Reka	6	—	—	—
16. Vuhred	113	—	—	—
17. Razno	—	—	4	—
	533	137	4	2

## 3. Fizikalno-kemični laboratorij

V zvezi s spektrografskim raziskovanjem so bile urejene naprave za vzbujanje spektrov s pomočjo iskre. To omogoča kvalitativne in kvantitativne analize kovinskih in raztopljenih vzorcev. Manjka nam še priprava za vzbujanje električnega loka. V ta namen bo treba uvoziti motor in generator za istosmerni lok, transformator za izmenični lok pa nam izdeluje domače podjetje.

V nadaljnjem je nujno nabaviti še zbirko spektralno čistih kemikalij ter urediti poseben prostor za pripravo vzorcev, kjer bo možno izvajati kemične operacije v semimikro obsegu.

Rentgenski aparat omogoča tudi preiskovanje usmerjenosti kristalov ter deformacij zaradi obdelave in podobno. Pri tem bi Zavod mogel sodelovati z Rudarsko metalurško fakulteto.

Z rentgenom je bilo doslej napravljenih 40 posnetkov.

Fizikalno-kemični laboratorij vodi ing. Saša Kandare.

## 4. Inženirsko-geološki laboratorij

Uredili smo vodovodno in električno instalacijo. Namen laboratorija so predvsem raziskovanja v zvezi s konsolidacijskimi in vodotesnilnimi



deli ter preiskave kamenin v zvezi z nosilnostjo tal in stabilnostjo brežin. Poleg ostale najnujnejše opreme je bil nabavljen enoaksialni polski aparat, precizna tehtnica, v zavodovi mehanični delavnici pa so izdelali atterbergov aparat in sita.

### 5. Mikropaleontološki laboratorij

Nahajališča in formacija	Število vzorcev		
	izpranih	pregledanih	določenih
1. Dolina (Lendava) spodnji panon	30	30	8
2. Hrastnik sarmat in torton	14	14	—
3. Kog panon, sarmat, torton	121	121	82
4. Medvode oligocen	24	24	—
5. Mežica triada	37	37	—
6. Murski gozd (Lendava) abichi plasti	12	12	10
7. Petišovci (Lendava) spodnji panon	30	30	8
8. Pilštanj oligocen	26	26	—
9. Podčetrtek oligocen	9	9	—
10. Sitnica (Lendava) panon, sarmat, torton	78	78	44
11. Sromlje (Brežice) torton	9	9	9
12. Šoštanj oligocen	11	11	—
13. Razna nahajališča	94	94	—
	495	495	161

J. Rijavec je izdelala poročilo za 15 petišovskih vrtin in 1 dolinsko ter dva mikropaleontološka profila za vrtine na Kogu. Za območje Koga je bilo določenih razen zgoraj navedenih še 167 vzorcev, ki so bili izprani v letu 1952.

V dneh 12. in 13. oktobra sta obiskala Zavod dr. Rudolf Grill z dunajskega geološkega zavoda in dr. Adolf Papp z dunajske

univerze. Pri tej priliki sta določila nekaj vrst foraminifer, na podlagi katerih bi morali prišteti spodnjemiocensko sivico v oligocen. Tako bi morali soteške sklade premakniti vsaj v srednji oligocen. Raziskovanja v tej smeri nadaljuje D. Kuščer.

## E. Dokumentacijska služba

### 1. Knjižnica

	Ku- pljeno	Da- rovano	Za- menjava	Skupno	Skupno štev.
	sign.zvez.	sign.zvez.	sign.zvez.	sign.zvez.	sign.zvez.
Knjige in separati	75 81	87 99	69 112	231 292	1325 1523
Periodika	15 186	— —	— —	15 186	126 995
Geološke karte:					
1 : 25.000	— —	— —	— —	— —	3 6
1 : 75.000	— —	— —	— —	— —	103 995
1 : 100.000	— —	1 1	— —	— —	43 47
Razne karte	— —	— —	— —	— —	7 7
Tolmači h kartam	— —	— —	— —	— —	50 93
Topografske karte:					
1 : 25.000	40 40	— —	— —	40 40	161 198
1 : 50.000	— —	— —	— —	— —	69 145
1 : 75.000	— —	— —	— —	— —	100 163
1 : 100.000	60 60	— —	— —	— —	86 145
1 : 200.000	— —	— —	— —	— —	5 5

Prejemali smo 8 domačih revij, dve nemški, 1 angleško, 4 ameriške, 4 francoske, 4 avstrijske. Poleg tega smo nabavili nekaj starejših letnikov nekaterih domačih, nemških in avstrijskih publikacij.

V letu 1953 je bilo skupno izposojenih 662 knjig in revij, 254 geoloških kart in razlag h kartam.

### 2. Strokovni arhiv

V letu 1953 je arhiv prejel skupno 229 raznih geoloških poročil, kemičnih analiz, kart in ostalih strokovnih dokumentov; od tega:

52 o rudah, 23 o nemetalih, 6 o premogih, 2 o nafti, 4 o geološkem kartiranju ter 60 o vrtninah in 5 geofizikalnih, 48 inženirsko geoloških in 29 hidrogeoloških poročil.

### 3. Kartografija

V kartografskem oddelku so izdelali doslej:

- a) 51 matric na podlagi fotografskih povečav kart merila 1 : 25.000 na 1 : 10.000,
- b) 24 matric na podlagi fotografskih povečav kart merila 1 : 50.000 na 1 : 10.000,
- c) s projekcijskim aparatom so povečali 8 kart z merila 1 : 25.000 na 1 : 10.000,
- č) 11 fotografskih povečav kart 1 : 25.000 na 1 : 10.000 na transparentnem papirju.

Vsaka izmed izdelanih povečav v merilu 1 : 10.000 obsega 35 km<sup>2</sup> ozemlja. Skupno so torej pripravili za ozemlje Slovenije karte v merilu 1 : 10.000, ki obsegajo 6790 km<sup>2</sup>, to je okrog 33 % celotne površine LR Slovenije. Od tega so izdelali do konca leta 1952 karte za 5300 km<sup>2</sup>, v letu 1953 pa za 1490 km<sup>2</sup>

Geoloških kart v merilu 1 : 10.000 je bilo do konca leta 1952 izdelanih za ozemlje okrog 1000 km<sup>2</sup>, v letu 1953 pa za 3800 km<sup>2</sup>, skupno za 4800 km<sup>2</sup> to je 24 % celotne površine Slovenije.

V risalnici so izdelali 3443 kopij, ki obsegajo skupno 1450 km<sup>2</sup>.

### 4. Zbirka

V zbirkah imamo naslednje število vzorcev:

1. Paleontološka . . . . .	355 kos.
2. Stratigrafska . . . . .	485 kos.
3. Petrografska . . . . .	258 kos.
4. Rudišča . . . . .	564 kos.
5. Mineraloška . . . . .	136 kos.

Paleontološka in stratigrafska zbirka sta na novo preurejeni, vzorci so oštevilčeni in opremljeni z listki.

### E. Vrtanje

V letu 1953 je vrtalna skupina, ki jo je vodil ing. E. Petrič, izvrtala s 13 vrtalnimi garniturami 16.151,44 m na 185 vrtinah; od tega je 29 vrtin do globine 10 m, 25 do 20 m, 21 do 50 m, 36 do 100 m, 57 do 200 m, 15 do 400 m in 2 nad 400 m.

V LR Sloveniji je bilo izvrtano 2635,29 m ali 16,3 %, in sicer za raziskave na projektiranih hidroenergetskih objektih 2146,85 m, za druge gradbene objekte 142,80 m in za mineralne vrelce 345,64 m.

Povprečni učinek na vrtalno garnituro je znašal 101 m na mesec.

Učinek na delavca-vrtalca je znašal povprečno letno 10,6 m.

V kameninah prve trdotne skupine (silikatne kamenine) je bilo izvrtano 3,64 %, v kameninah druge trdotne skupine (karbonatne kamenine) 12,46 % in v kameninah tretje trdotne skupine (pretežno glinaste in lapornate kamenine) je bilo 83,90 % celotne dolžine vrtanja.

Povprečna vrtnanja na dan, upoštevajoč tudi čas, ki je porabljen za prevoze, montažo, cevitve in demontažo, znašajo v kameninah prve trdotne skupine 3,46 m/dan, za kamenine druge trdotne skupine 5,85 m/dan in za kamenine tretje trdotne skupine 14,90 m/dan.

Za doseženo dolžino vrtnanja je bilo porabljeno 69.220 delovnih ur. Od tega odpade na produktivni čas 34.622 ur ali 50 0/0; od tega 18.085 ur ali 26,1 0/0 na vrtnanje. Ostali produktivni čas je bil porabljen za izvlačenje in spuščanje vrtalnega orodja, izmenjavo jedrnika ter za meritve in preiskave vrtin.

Neproductivni čas znaša 18.770 ur ali 27,1 0/0, na instrumentacije odpade 2140 ur ali 2,9 0/0, na popravila strojnih naprav in opreme 4080 ur ali 5,8 0/0, na straže 8166 ur ali 10,9 0/0. Zaradi pomanjkanja materiala, vode in električne energije ter zaradi neprehodnosti terena, mraza, poplav in drugih podobnih nepravil je izgubljen 7,5 0/0 delovnega časa.

Za pripravo terena, montažo, transport in demontažo je porabljeno 15.830 ur ali 22,9 0/0 delovnega časa.

Od stroškov vrtnanja odpade na:

Vrtalni material . . . . .	9,0 0/0
Vzdrževanje strojev . . . . .	9,3 0/0
Ostali material . . . . .	6,6 0/0
Energijo . . . . .	2,7 0/0
Plače . . . . .	20,0 0/0
Amortizacijo . . . . .	30,0 0/0
Transport . . . . .	6,6 0/0
Riziko . . . . .	2,2 0/0
Upravno režijo . . . . .	13,6 0/0
Skupaj . . . . .	100,0 0/0

Iz tega pregleda sledi, da so sorazmerno visoke postavke amortizacija, stroški vzdrževanja strojev, materialni stroški in upravna režija. Če primerjamo našo strukturo z inozemskimi stroški vrtnanja, so materialni stroški pri nas za 7,5 0/0 nižji, vendar moramo upoštevati, da drugod uporabljajo v trdih kameninah diamantne krone in da so v materialnih stroških vračunani izdatki za zaščitne in vrtalne cevi; amortizacijski stroški so visoki, ker je nabava vezana na inozemstvo. Upravna režija je visoka, ker vsebuje del neposrednih stroškov, ki bi morali biti v obratni režiji.

V inozemstvu je bila v letu 1953 nabavljena oprema v znesku 67.637 US dolarjev in 24.816 šved. kron oziroma 24,418.000 din.

V teh nabavah so zajete 3 vrtalne garniture »Pioneer«, dvojnostenski jedrniki in razni vrtalni pribor.

Za rezervne dele strojev je bilo porabljeno 1762 US dolarjev, 3024 obr. in 2401 DM, oziroma 10,776.600 din.

Pri nabavi domače opreme je bilo porabljeno 5,862.000 din. V tem iznosu vključeni stebrični vrtalni stroj za delavnico, centrifugalne črpalke, razni vrtalni pribor in oprema za delavnico ter barake s strojniciami.

## F. Rudarska dela

Skupina za rudarska raziskovalna dela, ki jo vodi ing. A. Rogl, je 9. marca pričela obnavljati Karlov rov v Savskih jamah nad Jesenicami. Ko je obnovila 123 m starega rova, ga je zaradi zruškov preusmerila. Odcep je v desnem boku pri 80 m starega rova v smer W 80° O. Do konca leta je izkopala v novi smeri 47,50 m rova. Poleg tega je izdelala 25 m rovnega skladišča za razstrelivo.

Do sideritnega rudišča, ki po starih kartah še ni odkopano, bo treba izkopati okrog 1000 m novega rova.

V začetku julija so se pričela pripravljalna dela za raziskovalni rov, ki naj podkoplje opuščeno sideritno rudišče v območju Lepene nad Javorniškimi rovtom. Rov je v začetku potekal v starem odvalu in je po 23,80 m prišel v oligocenski lapor.

Dela rudarske raziskovalne skupine pri Sv. Ani nad Tržičem, v Veliki Reki in na Bohoru so omenjena v poročilih o ekonomski geologiji.

Na vseh petih obratih je povprečno 44 delavcev obnovilo in vzdrževalo 1854,60 m prog v 3563 dneh s storitvijo 0,52 m, izkopalo 302,70 m v 2317 dneh s storitvijo 0,13 m, 97,6 m jaškov v 611 dneh in storitvijo 0,16 m, 15,20 m vpadnikov v 179 dneh s storitvijo 0,08 m in na površinskih razkopih 5 m v 23 dneh in s storitvijo 0,22 m. Skupno je bilo v povprečnih 152 delavnikih opravljeno 2275,10 m, to je 14,97 m/delavnik po kalkulacijski ceni 7470 din in s čistim donosom okroglih 660 din/m.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## REPORT ON THE STATE GEOLOGICAL SURVEY IN LJUBLJANA IN 1953

### General Report

In 1953 the STATE GEOLOGICAL SURVEY was managed as a financially independent institution.

The geologists, 19 of them at the end of the year, and part-time personnel worked 1269 days in the field in 1953. The smallest number of field days for an individual geologist at the institution was 15, and the largest 167. On the average each geologist performed 93,5 working days in the field.

As for the kind of work done areal mapping took up 93 (35\*) days, mining geological explorations 672 days (54) and engineering geological and hydrological explorations 387 (58) days. Various small examinations, committees of experts, conferences, courses and congresses took up 117 days.

---

\* Numbers in brackets are field working days performed by part-time personnel.

## Detailed Report

### A. Regional Geological Mapping

**Brežice—Samobor.** Here the work was begun by geologist M. Ple-  
ničar and assistant A. Ramovš.

A more detailed report on this mapping was published by M. Ple-  
ničar and A. Ramovš in this book on page...

**Lož—Čabar.** M. Pleničar mapped two forest sections: Leskova  
dolina and Mašun in the area of Snežnik.

On the old manuscript-map covering the whole area only the Upper  
Cretaceous has been shown. Pleničar, however, found north of  
Snežnik fossil remains of Brachiopods testifying to the Jurassic age.  
Thus in addition to Upper Cretaceous there are Jurassic strata with  
the typical facies of the Notranjsko Jurassic.

**Železna Kapla—Kokra.** Geologist K. Grad mapped the area Med-  
vodje—Podlog (south-western border), Podlog—Zgornje Jezersko—state  
frontier. The earlier explorers consider the Silurian as the oldest geo-  
logical formation in the Karavanke mountains including clay slates and  
quartz sandstones. Facially these rocks are very similar to Carboniferous  
slates and sandstones in the Posavske gube — area (Sava-folds). In the  
Silurian strata the Devonian limestone is infolded. At the tectonic contact  
of slates and sandstones with Devonian limestone the mineralisation  
by copper- and mercury-minerals is effected.

Traces of old mining works can be found on the northern side of  
Stegovnik at the altitude of 1315 metres in Devonian limestone and on  
the northern side of Ruša at the altitude of about 1280 metres. A caved-in  
adit lies in the Komenda cleft just at the end of the road that was built  
after the end of World War II.

K. Grad also mapped the valley of Črna from Stahovica to Črnilec.  
He examined in detail the dark slates after which the valley of Črna  
was named. These slates alternate with chlorite and sericite slates being  
decomposed into kaolin slates.

South of Podhom along the river Črna-stream there is a half a metre  
thick intercalation of metamorphosed limestone with small veins of  
galena.

It is interesting that east of the farmstead Osolnik and south of  
the Črnilec—Pass there are denudation remains of Oligocene which have  
not been mentioned in geological literature so far and point to a con-  
nection of the Oligocene near Nova Štifta (Gornji grad) with the Oligo-  
cene near Kamniška Bistrica.

**Trst.** By the order of the District People's Committee of Koper (FTT  
zone jugoslav) a group of four geologists (Pleničar, Nosan, Grad,  
Germovšek) mapped the area between Sečovlje and Izola. This area  
is a large syncline. The core consists of Eocene Flysch, and on the

northern and southern border of the syncline older Eocene strata, especially nummulitic limestone, appear on the surface. A narrow stratum of Kozina limestone is underlying them belonging partly to the Paleocene. All this series of strata lies unconformably on Cretaceous. This unconformity is of tectonic nature. Probably the Tertiary strata moved on the Cretaceous causing breccias at the contact of Cretaceous and Kozina limestone. Above the breccias and in themselves there are lenses of coal of various thickness.

At the contact of Flysch with limestone there are thicker strata of marl. They appear on the surface at the northern border of the valley of Dragonja. Suitable areas for opening quarries are below the Dovin-peak and on the slopes northwest thereof.

**Ajdovščina—Postojna.** M. Pleničar mapped in detail the extreme southeastern border of Trnovski gozd and Cretaceous region of Nanos and Hrušica.

**Novo mesto.** C. Germovšek with five students of geology and petrography mapped the area between the Krka river in the south, Kronovo and Bučka in the east, Kresinji vrh and Mirna in the north, and Trebnje and Mirna peč in the west. Triassic, Lias, Malm and Upper Cretaceous have been mapped. They delimited also Pliocene and Holocene alluvial deposits, though they did not examine Miocene formation. The same group mapped the area between Dragatuš and Vinica in Bela Krajina.

**Rogatec—Kozje.** A. Nosan continued his mapping of Triassic on the northern slope of Bohor. Characteristic rocks are augite-porphyrates, Pseudo-Ziljan slates with intercalations of platy limestone and porphyritic tuffs as well as two kinds of dolomite: the dark dolomite with hornstones and the light dolomite. At the tectonic contact of dolomites and augite-porphyrates, there appear pyrite, marcasite and limonite formed by the oxidation of sulphides.

**The surroundings of the Mežica-mine.** B. Berce and M. Hamrla mapped the western and southern foothills of Uršlja gora as well as the area Topla—Peca—Mala Peca—Najbrž.

**Wengian and Rabelj-Areas.** On the basis of the general mapping in 1952 A. Nosan, K. Grad and Lj. Žlebnik completed two geological maps of the Wengian and Rabelj-areas between Drenov grič, Št. Jošt and Butajnova as well as between Idrija and Rovte.

**The surroundings of Tolmin.** M. Pleničar made a geological map of the surroundings of Tolmin which will be used in town planning.

**The Soča river basin.** J. Drnovšek made a geological map of the Soča basin on a scale of 1:100,000, and lecturer D. Kuščer mapped the Soča valley from the source of the river to the town of Tolmin on a scale of 1:25,000.

## B. Economic Geology

**Karavanke from Jezersko to Stegovnik.** Experimental washings in alluvial deposits turned up the following minerals: magnetite, ilmenite, pyrite, hematite, garnet, epidote, tourmaline, rutile, staurolite, zircon, sphene, apatite and in some places cinnabar, and frequently biotite, muscovite, chlorite, calcite, quartz and feldspar.

**Idrija.** B. Berce drew up a final report on geologic mapping of Idrija mercury-mine containing microscopic, micropaleontologic and chemical examinations of rocks, description of individual horizons, results obtained hitherto by exploration borings as well as a description of the structure of mercury-ore-deposit.

During further explorations along the main Idrija dislocation-line a bore-hole was effected in Vojkova ulica (street) reaching 418,78 metres in depth as far as Cretaceous. Thanks to this and other bore-holes it was possible to determine the relief of Cretaceous. According to expectation the dip of Cretaceous strata is small. This suggests that the ore-deposit of Idrija lies on a slightly inclined Cretaceous sheet, which only at its edges where it appears on the surface, assumes a steeper position.

**Podljubelj near Tržič.** The mining group of the Geological Survey tube carried on here the reopening of old adits mapped by B. Berce. In connection with the geological mapping of the underground workings he surveyed also the immediate surroundings of the ore deposit.

**Velika Reka.** Mining explorations are conducted by our mining group, geological map by J. Duhovnik. Through an undermine drift we reached the area of old mining works. The first small ore-vein was found in the fissure 68,5 metres from the portal. 209,5 metres from the portal follows a vein of galenite reaching as much as 6 cm in thickness. The most important, however, is the ore formation with cinnabar in the southwestern part of the old shaft about 216—218 metres from the portal. A stronger concentration of cinnabar could be observed at most 20 cm thick. The assays of samples show 0,55 and 0,2 per cent of Hg.

In the drift 9 metres below the horizon of the main adit it was possible to determine the extent of mineralisation occurring generally along fissures. Ore bodies, represented by lenses and nests reaching up to 15 centimetres in thickness, are unevenly distributed. Mineralisation comprises cinnabar and native mercury. Beside pyrite and to a lesser extent galena and sphalerite can be found. Chalcopyrite and tetrahedrite appear associated with galena and sphalerite as well as with cinnabar and native mercury sometimes.

Underground workings will be carried on as it is probable that the sandstones zone, favourable for mineralisation, continues to the south-west. It will be possible to assess the economic value of the ore-deposit when examinations will be also carried into the depth.

**Bohor.** Geological inspection over the exploration of this ore-deposit has been entrusted to J. Duhovnik. By these works too it will



be possible to explore the ore-deposit 30 metres under the old mine workings where in the past decades mining works have been carried out.

**Iron-ore-deposits.** M. Hamrla mapped in detail the southern slope of Rudnica. On the base of a geological map 2150 stations have been occupied in magnetical prospecting.

B. Berce mapped the surroundings of the Srednja vas-village in Bohinj near Bled where rare and small outcrops of limonite appear. He has explored Rudno polje as well.

**Litija.** B. Berce mapped the underground workings in the lead-ore-deposit of Sitarjevec. On the basis of geological conditions prevailing there he suggested prospecting of new ore bodies southeastwards from the present workings. There are signs suggesting horizontal movement at the level of the Sava adit along which the ore bodies lying above the Sava adit pinch out.

## C. Engineering Geology

### Hydroelectric Plants

**Bohinj—Soča.** J. Drnovšek and D. Kuščer took part in the explorations for the realization of this design.

The project Bohinj—Soča provides the utilization of natural water accumulation in the Bohinj-lake for energetic purposes.

For the lay-out of design the following explorations were necessary;

a) Four bore holes were drilled on the southern shore of the lake of Bohinj to ascertain the spot most suitable for inflow. Explorations revealed that the location at Šterova skala is geologically more favourable for inflow than that at Naklova glava. According to the variant of Šterova skala the inflow together with the water power main tunnel will be situated in compact, almost impervious limestones with a good elasticity module as it has been checked by geoseismic explorations. Šterova skala is steeply inclined toward the lake and thus makes possible a simple construction of the connection between the inflow and the lake.

On the basis of geological mapping D. Kuščer made a geological section along the water power main tunnel-line as far as the stilling basin at Prapretno. At Prapretno two variants of the power-house pressure tunnel and the stilling basin were examined.

**Idrijca.** To make the design J. Drnovšek geologically mapped the Idrijca-river basin in the vicinity of the projected reservoir along the water tunnel-line as well as the dam-sections. Geological mapping was supplemented by drilling and geoelectric measurement.

**Čezsoški log.** Drilling in section of the hydrograph of stream flow at Čezsoški log revealed that the foundation conditions for building a large impounding earth dam at this spot are not favourable.

**Ožbalt na Dravi.** During the first half of the year 1953 25 bore holes were drilled, partly in the river-bed and partly on the banks reaching a total depth of 459,65 metres. The sections of the bore holes were treated by M. Breznik.

Explorations so far have shown that in the projected area a dam can be built. Two of the five explored geologic sections in the Drava-river bed are favourable, two are unfavourable, and one partly good.

M. Breznik has proposed the geological exploration of the following hydraulic structures of the development programme on the Drava-river: Melje, Hajdoše, Lehen, and Lobnica hydroelectric plants.

### **Communications**

M. Breznik took part in exploration work in connection with the relocation of the Maribor—Dravograd road.

J. Drnovšek gave a geological report on the building of a bridge across the Sava river at Kresnice on the basis of 4 bore holes. The gravel is 1,40—5,10 metres thick. Under the gravel is silt followed by Carboniferous clay slates with sandstone interbeds in which foundations will have to be carried out.

M. Breznik, as the expert of the Geological Survey, took part in the explorations for the construction of the road tunnel through the Ljubljanski grad-hill (Ljubljana castle). Also he worked out a geologic section of the threatened spot in the tunnel which passes through a tectonic shattered zone in Carboniferous clay slates with arenaceous intercalations.

J. Drnovšek gave a geologic report on the possibility of building a railway junction at Jesenice connecting the Bohinj and Karavanke railway along the foot of Mežaklja high plateau on the right bank of the Sava river.

M. Breznik took part in the inspection of the trace along which a areal rope-way to Velika planina will be built.

### **Factory and School Building Foundations**

J. Drnovšek on the base of two bore holes reaching a depth of 15 metres gave geologic opinion on the heterogeneous fabric of the soil where foundation of a new forage plant in Ljubljana is projected, on the building of a new weaving mill near the textile factory at Kranj, as well as on the building of school-houses at Brezovica near Ljubljana and at Šmarje-Sap.

### **Water Supply**

The sources for collecting the aqueduct at Ožbalt na Dravi are situated on the steep southern slope of Kozjak above the new firemen's house. M. Breznik gave a geological report on the collecting, quantities of the sources as well as on the quality and consumption of water.

J. Drnovšek composed a report on the inspection of the collecting of the present pump-shaft for the aqueduct of Kamnik and gave suggestions concerning the improvement of the quality of water and for the building of a new pump-shaft.

**Postojna** is supplied with water partly by the Nanos aqueduct and partly by the small water-bearing horizon in Flysch situated below the town and south of the town.

Several years ago it was suggested that water is collected by the carstic subsurface water flow from Javornik running parallel with the Flysch boundary between the village of Stara vas and Postojna. The area between Stara vas and Postojna was geologically mapped by M. Pleničar. F. Miklič, on the other hand, is taking geoelectrical measurements in an effort to locate the carstic subsurface water flow which could be used for the aqueduct of Postojna. 150 stations so far have shown that the water flow is divided branching off and getting an additional supply from the nearby hill of Jelovica.

### Drainage

M. Hamrla and J. Drnovšek worked out a proposal for geological and hydrological investigations necessary for projecting drainage in the area of the Velenje colliery.

M. Hamrla drew up a report on the geology of the Velenje colliery. So far only the eastern half of the lignite territory has been investigated, as the western part has not been so well examined by bore holes than the eastern one.

J. Drnovšek gave a suggestion for the drainage-system of the new winding shaft at Velenje which should consist of an impervious surface coating as well as of vertical draining wells.

### Mineral and Thermal Springs

At **Rogaška Slatina**, in 1952, water with a high mineralisation of the type Donat was reached with bore holes, while in 1953 water with a lower mineralisation of the type Tempel and Styria were reached. According to the plan by J. Bač the drilling crew made 12 wells whose sections were mapped by A. Nosa n.

By order of the peasant cooperative at the village of Srednja vas A. Nosa n and J. Drnovšek inspected near the village of Vaseno in the Tuhinjska dolina a thermal spring along the stream bed of Nevljica. On the day of the inspection the temperature of Nevljica amounted to +9° C, while thermal spring reached +19° C.

On the basis of this inspection at the village of Vaseno, in the community of Srednja vas, 7 wells were drilled all remaining in the Holocene sediments. With greater depth temperature was rising fast: at the depth of 6 and 13 metres the temperature amounted 27° C and 32,5° C respectively.

A commission formed by the director of the Geological Survey D. Jelenc, of J. Bać, assistant professor at the Faculty of Agronomy and Forestry in Sarajevo, J. Kapus, representative of the Town's Council of Bled and of R. Gradnik inspected at Bled the thermal springs at Toplice-Hotel, the springs behind Park-Hotel and the well near the former Stare-villa.

A proposal has been made for carrying out investigations which should reveal whether there is a chance of preventing thermal water from mixing with ground water.

J. Drnovšek and A. Nosan inspected several springs of thermal water along the Nemiljščica stream near the Zgornja Besnica village. They mix, however, with cold water while percolating through sediments. The temperature of the stream on the day of inspection amounted to 11° C, while the temperature of thermal water was 21° C.

**Novo selo near Štip (Macedonia).** According to the plan by J. Bać from Sarajevo the drilling crew of the Geological Survey made 6 wells reaching a total depth of 270.02 metres. The sections of the wells were geologically recorded by A. Nosan. Four of them hit upon the thermal water. Well No. 1 produced about 100 l/m. Water overflowed the border of the casing and had a temperature of 62° C. Well No. 3 produced 95 l/m — temperature 57° C. Well No. 4 produced 220 l/m — temperature 65° C, and well No. 6 produced 32 l/m — temperature 50° C.

### **Building Stones**

Lj. Žlebnik has mapped the roofing slates deposit near the village of Zali log. At the same time J. Tiringner made a project for the quarry.

M. Pleničar mapped the limestone quarry at Solkan in connection with drilling proposed. J. Drnovšek inspected the limestone quarry of Pečovnik near Celje.

### **Geophysical Prospecting**

Geophysical group using magnetic method took part in explorations of the iron-ore-deposit on Rudnica. The second group using geoelectrical methods searched for drinking water for the aqueduct of Postojna, and for the water accumulation at Kočevska Reka. They explored the foundation of the dam of the hydro-electric plants on the Soča- and Idrijca-rivers also.

By gravimetric and magnetic methods the following areas have been measured:

**Tešanovci.** By the order of the Oil production firm at Lendava I. Urh and A. Zdouc measured the area east of Murska Sobota.

Detailed measurements have confirmed the accuracy of the regional map on the basis of which is suggested anticlinal structure of bedrock with the maximum 2—3 kilometres south of Tešanovci, while the anti-

cline-axis inclines northwards. The western flank of the structure is steeper than the eastern one. In relation to the magnetic maximum the gravimetric maximum is situated 1—2 kilometres northwards. The same results were already obtained by regional measurements.

**Murski gozd.** The Oil production firm at Lendava ordered a gravimetric measurement of the area of Murski gozd where exploratory drillings had been already started.

The measurement revealed the slope of the Peklenica—Selnica anticlinal whose axis inclines from the village of Križovec northeastwards. Along the state frontier it begins to widen in a terrace. The dip of the southeastern slope is subhorizontal.

**Krško polje.** General gravimetrical measurements were effected at the northern border of the Krško polje in the Globoko—Brežice-area.

**Ovče polje.** I. Urh using gravimeter took part in regional geophysical measurement of the People's Republic of Macedonia.

**Kamnik—Kranj.** On the base of geoelectric measurements exploration wells were located to get water supply from underground water for the factory »Titan« as well as for the town of Kranj. Works were carried out under F. Miklič.

### Laboratory Investigations

The main task of the chemical laboratory was assaying iron ores and bauxites. Analyses were made for orientation only as the examined samples were gathered during mapping or short geologic inspections. Next year these analyses will serve as a basis for systematic sampling.

At the petrographic laboratory 533 thin sections and 137 polished sections of ore samples, 4 polished carbonate-rocks and 2 polished sections of coal samples were prepared, 40 Debye-Sherrer-röntgenograms were taken.

During the last year the engineering-geological laboratory began to operate. Its task is above all to conduct investigations in connection with waterproofing works as well as with foundations and stability of slopes.

At the micropaleontological laboratory 495 samples were washed, 495 examined and 161 determined.

15 oil wells of the Petišovci oil field have been micropaleontologically examined as well as 1 valley cross-section and 2 bore holes at Kog. 167 additional samples have been determined for the Kog area.

On the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> of October Rudolf Grill of the Vienna Geological Institute and Adolf Papp of the Vienna university visited our institution. On this occasion they determined some species of Foraminifera on the basis of which the Lower Miocene marine clay might be attributed to Oligocene. Accordingly the Socka strata could be moved at least into Middle Oligocene. Investigations in this direction are being carried on.

### **Drilling and Mine Workings**

The drilling division of the Geological Survey has drilled a total of 16.151,44 metres. The mine workings group carried out mine investigation works following general and detailed mapping as well as according suggestions of mining geologists.

### **Auxiliary Geological Service**

The cartographic division produced maps on the scale of 1:10.000 for an area covering 1490 sq. kms on the basis of photographic enlargements. Altogether maps covering a total area of 6790 sq. kms are now ready, that makes 33 per cent of the whole territory of the People's Republic of Slovenia. Geological maps on the same scale were produced for an area of 3800 sq. kms. All the maps made up to date cover 4800 sq. kms, making 24 per cent of the whole territory of Slovenia.

The paleontologic and stratigraphic collections were rearranged.

The library has 1523 volumes, 995 periodicals, 255 geological maps, 93 commentaries to geological maps as well as 656 various topographical maps.

# OBMURSKA NAFTNA NAHAJALIŠČA

*Mario Pleničar*

## Uvod

V tej razpravi bom podal pregled geoloških in geofizikalnih raziskovanj ter globinskega vrtanja na naftonosnem ozemlju Prekmurja, Medjimurja in vzhodnega dela Slovenskih goric od prvih poizkusov pridobivanja nafte v sredini preteklega stoletja do danes. V drugem delu bom opisal geološko sliko, dobljeno na podlagi raziskovanj.

## Geomorfološki opis

Slovenske gorice preidejo proti jugovzhodu v Ljutomerske gorice in še dalje proti vzhodu v nizko Medjimursko gričevje. Na jugu omejuje to gričevje Drava, na severu Mura. Severno od Mure je ravnina, ki sega do Goriškega in Lendavskih goric v Prekmurju. Medtem ko se ozemlje Medjimurskih gričev počasi in položno spušča proti jugu v nižino ob Dravi in proti severu v nižino ob Muri, se Lendavske gorice zelo strmo dvigajo iz Murske ravnine.

Slovenske gorice, ki se končujejo v Medjimurskih gričih, pripadajo še nedvomno alpidom in sicer njihovemu najvzhodnejšemu odrastku.

Lendavske gorice, ki predstavljajo denudacijski preostanek med Krko in Muro, pripadajo že k panonskemu obrobju. Melik (1935, str. 23) prišteva Prekmurje, Slovenske gorice, Dravsko polje in Medjimurje v subpanonsko območje. Po eni strani torej ne šteje Slovenskih goric k Alpam, po drugi strani pa nižinskih vzhodnih delov še ne vključuje v tipično panonsko območje. Na podlagi novejših raziskovalnih del, zlasti vrtin pri M. Soboti, bo morda treba alpsko mejo premakniti vendarle nekoliko proti vzhodu.

V Ljutomerskih goricah, Medjimurskem gričevju in Lendavskih goricah lepo opazujemo razna pleistocenska in pliocenska površja. Griči in gorice, ki so zgrajeni iz slabo vezanih kamenin, največ iz peskov in peščenih laporjev, kažejo značilno geomorfološko sliko. Vzporedno z Muro in Dravo potekajo osrednji grebeni, ki so obenem razvodnice med obema rekama. Pravokotno na glavne grebene potekajo doline, po katerih so nekoč tekli potoki ali pa še danes tečejo. Med dolinami so razvrščeni stranski grebeni. V teh goricah, zgrajenih iz peskov in mehkih laporjev,

ni bilo nobenih smeri, ki bi jih predpisovale petrografsko različne kamnine. Na petrografsko homogenem in geološko razmeroma enostavnem ozemlju so se razvila porečja in s tem oblika goric z nekako simetrično pravilnostjo.

Južno Prekmurje ali Dolinsko ima popolnoma ravninski značaj. Že od pleistocena dalje je to ravnino ustvarjala Mura s svojimi naplavinami. Številne sipine, mrtvi rokavi in močvirja, ki so tem pogostnejša in večja, čim bliže prihajamo Muri, pričajo, da se naplavljanje ravnine nadaljuje še danes.

### Sledovi nafte in plina na površini

Jugozahodno od medjimurske vasi Peklenica ob vaškem potočku Brodec so izdanki peščene naftonosne plasti. Če izkopljemo na travniku plitvo jamo, se ta takoj napolni s črno asfaltno nafto. V vzhodnem Medjimurju, v Murskem gozdu in pri Križovcu prihaja na več mestih na dan podobna asfaltna nafta. Navadno opazijo prebivalci nafto pri kopanju vodnjakov, temeljev za hiše in podobno.

V srednjem in zahodnem delu Medjimurja so znani izdanki lahkega, svetlega mineralnega olja na travniku pri zaselku Sitnice, južno od Murskega Središča, in ob potoku Kamenica v Selnici. Dalje dobijo kmetje sledove nafte pri kopanju vodnjakov zahodno od Selnice in na številnih mestih v dolinah, največ ob potokih od Selnice do Ormoža. Izdanek v Selnici omenja tudi geolog J. Nöth leta 1885. Pravi, da so ob severnem koncu vasi Selnica izdanki lahko tekoče nafte v peščenjakih, ki se menjavajo s sivomodro glino.

Ko smo kartirali okoli Koga, so nam kmetje večkrat pokazali mesta, kjer naj bi bili naftni izdanki. Nafte na teh mestih nisem videl, vendar obstaja možnost, da se sledovi nafte tam res pokažejo v določenih razdobjih, ker gre tam za plasti, ki so včasih vsebovale večje množine nafte. Ker so odprte, ni v njih nafta pod pritiskom, ampak le še v sledovih. Kadar potok zareže globlje svojo strugo, odnese preperino s teh plasti in tako pride nekaj nafte na dan.

L. 1894 je našel Dreger (1898) nahajališče bitumena četrte ure zahodno od Vuzmetincev. Blizu je bil tudi izvir slane vode. Ko sem bil leta 1951 na tistem mestu, sem videl le majhno močvirje. Voda ni bila slana. Ker tudi Höfer (1894) omenja nahajališče bitumena in slane vode, je oboje verjetno takrat obstajalo. Höfer je še dodal domnevo, da vsebuje štajerski neogen plin in tekoč bitumen povsod tam, kjer nastopajo plasti II. mediteranske stopnje, bogate s foraminiferami *Amphistegina* sp.

Največji izdanek nafte je pri Peklenici ob potočku Brodec, iz katerega še danes dobivajo majhne količine asfaltna nafte.

Izdanki plasti z zemeljskim plinom so znani v zahodnem in srednjem delu Medjimurja. Ivo Tomašić, nekdanji uslužbenec selniškega obrata, navaja v poročilu iz leta 1945 dva izdanka plina, in sicer na



travniku v Sitnicah in pri kraju Vučkovec. Izdanek v Vučkovcu sem si ogledal v maju 1953. Severno od ceste, ki vodi iz Sv. Martina mimo kopališča v Vučkovcu, je v bližini kopališča večji močvirni travnik, na katerem je bilo več plitvih kotanj z vodo. V eni izmed kotanj, ki je imela površino kakih 10 m<sup>2</sup>, je voda brbotala, kot bi močno vreła. Ko sem prižgal vžigalico in jo vrgel v kotanjo, je šinil čez površino visok plamen, ki je takoj ugasnil. Kmet, ki me je tja peljal, je dejal, da se pojavlja plin sedaj v eni, sedaj v drugi kotanji, včasih pa kar v vseh naenkrat.

Plin se je pojavljal tudi v vodnjaku gostilničarja Turka tik ob kopališču v Vučkovcu.

Vsi ti znaki plina in nafte so bili znani že zdavnaj; zlasti velja to za izdanek nafte v Peklenici, na kar kaže tudi krajevno ime. Kmetje so uporabljali nafto zlasti za razsvetljavo in za izdelovanje kolomaza.

### Prvi poizkusi pridobivanja nafte

Grof Djuro Festetić iz Čakovca je dobil l. 1860 po tedanjem splošnem rudarskem zakonu koncesijo na naftnem polju jugozahodno od Peklenice s površino 360.93 m<sup>2</sup>. Njegova koncesija se je imenovala »St. Georg«. Na podlagi te koncesije je kopal jaške, globoke 10 m, v katerih se je nabirala nafta. V 12 urah je dobil 6 meric zemeljskega olja.

Istočasno so našli vodo z nafto v Selnici pri iskanju premoga v jašku, globokem 6 do 8 sežnjev.

Prvi je geološko raziskoval Medjimurje geolog Matyasovsky, član madžarskega Geološkega zavoda l. 1877. Nafto je spravljval v zvezo z lignitom v zgornjih kongerijskih plasteh.

Prvi večji naftni podjetnik je bil W. Singer z Dunaja. V letih 1884—1885 je dal izvrtati tri vrtine pri Peklenici. Ena od teh, globoka 350 m, je dajala zelenkasto nafto, podobno selniški; obe drugi sta bili plitvejši in sta dajali črno katransko nafto. Pravico izkoriščanja ali »rovno pravico na nafto« je dobil od madžarske oblasti. Vrtine je postavil tik ob meji koncesije grofa Festetića.

Približno v istem času je H. Stavenov zastavil pri Selnici štiri vrtine, globoke 52 m, 231 m, 274 m in 280 m. Vsa produkcija se je omejila na nekaj vagonov nafte, nakar je Stavenov prenehal z delom.

Singer je leta 1899 kot naslednik Stavenova nadaljeval delo v Selnici. Pekleniška težka nafta ni bila primerna za pridobivanje petroleja, ki so ga rabili za razsvetljavo. Mnogo boljša je bila selniška nafta. Singerju je bilo podeljenih v letih 1895—1900 dvanajst polj, in sicer deset v Selnici in dve v Peklenici. Z madžarsko državno pomočjo je izvrtal med leti 1899 in 1905 v Selnici 31 vrtin (oznaka vrtin »Si«). Podatki o teh vrtinah so ob koncu prve svetovne vojne zgoreli. Tudi takratne pozitivne vrtine so bile ob tej priliki uničene. V knjigi Engler-Höfer, Das Erdöl, Band II., Leipzig 1930, 2. Auflage, pa je bila ohranjena tabela o vrtinah.

1. tabela

## Singerjeve vrtine v Selnici

Vrtina	Globina m	Leto vrtanja	m <sup>3</sup> nafte do 1905	Geološka formacija
Si- 1	491,0	1899	—	panon in II. mediteran
Si- 2	509,0	1900	13,8	panon in II. mediteran
Si- 3	210,0	1900	45,0	panon
Si- 4	112,0	1900	232,5	panon
Si- 5	778,7	1900	24,0	panon in II. mediteran
Si- 6	177,0	1900	68,9	panon
Si- 7	174,6	1901	924,6	panon
Si- 8	549,7	1901	1,0	panon in II. mediteran
Si- 9	206,2	1901	504,1	panon
Si-10	610,0	1901	—	panon in II. mediteran
Si-11	178,6	1901	246,3	panon
Si-12	168,4	1901	700,7	panon
Si-13	219,0	1901	87,1	panon
Si-14	186,9	1901	162,4	panon
Si-15	163,4	1901	128,3	panon
Si-16	262,4	1902	61,6	panon
Si-17	238,2	1902	74,9	panon
Si-18	171,0	1902	404,6	panon
Si-19	174,6	1902	316,5	panon
Si-20	401,5	1902	4,5	panon
Si-21	200,2	1902	—	panon
Si-22	203,2	1902	1,3	panon
Si-23	191,0	1902	2,0	panon
Si-24	166,9	1902	175,4	panon
Si-25	203,0	1902	13,1	panon
Si-26	179,0	1902	301,0	panon
Si-27	180,4	1902	7,7	panon
Si-28	343,0	1902	—	panon
Si-29	397,3	1904	2,1	panon
Si-30	733,0	1904	—	panon in II. mediteran
Si-31	802,0	1904	—	panon in II. mediteran

Štiri od 31 vrtin je izvrtal Singer ob potoku Kamenica. Ker še ni obvladal tehnike vrtanja, je vdrla v mnoge vrtine voda iz zgornjih plasti in zalila naftonosne plasti. Tako so bile uničene vse štiri vrtine ob potoku Kamenica, ki bi bile ob pravilnem postopku pri vrtanju verjetno pozitivne. Na to kaže poročilo I. Tomašiča, ki pravi, da je prihajala še dolgo vrsto let iz teh vrtin na površino poleg vode nafta, čeprav so bile zadelane z glino. Po starih zapiskih sklepam, da so bile tri od teh štirih vrtin — Si-5, Si-31 in Si-1 — vrtane skozi pliocen v

II. mediteran. Potemtakem bi bil v tem delu produktiven tudi II. mediteran (torton).

Ostale vrtime so bile vzhodno od Selnice na tako imenovanem Singerjevem polju. 16 jih je bilo pozitivnih, ostale so bile negativne zaradi tehničnih napak pri vrtanju in osvajanju. Leta 1919 so bile, kot beremo v Lipoldovem poročilu iz leta 1920, pozitivne in urejene vrtime Si-9, Si-12, Si-15, Si-18, Si-19 in Si-24, leta 1930 pa le še Si-17, Si-19 in Si-24. Nafto so dajale iz II. selniškega naftnega horizonta, ki pripada panonu.

Leta 1901 je geolog R. Zuber ugotovil, da pripada nafta Selnice in Peklenice antiklinali, katere os poteka od zahoda proti vzhodu in pada proti vzhodu (Böhm, 1939).

Tik pred prvo svetovno vojno v letih 1911—1913 je vrtala madžarsko-angleška družba z imenom London-Budapest Oil Lt. ob Kamenici, na Singerjevem polju in na hribčku, pozneje imenovanem »Rakyjev breg« (oznaka vrtin »E«). Pri tem vrtanju je bil soudeležen tudi neki baron Schul (Lipold, 1920). Od treh globokih vrtin je bila ena v Peklenici, katere globina ni točno znana, ena pri Selnici, globoka več kot 550 m. Vse ostale vrtime so bile plitvejše. Od vseh osemnajstih ali devetnajstih vrtin jih je bilo pozitivnih menda samo pet na Rakyjevem gričku. Podrobnih profilov angleških vrtin nimamo. Po Moosu je ohranjen le en profil čez naftno polje pri Selnici, kjer so upoštevani podatki štirih angleških vrtin.

Zanimiva je zgodovina angleške vrtine E-17 v Vučkovcu. Vrtati so pričeli leta 1913 3 km jugozahodno od Sv. Martina. Pri 550 m so zadeli na toplo vodo. Plasti z vodo so zacevili in zaprli, vendar so delo slabo opravili; plast se je ponovno odprla, zato je bilo nadaljnje delo onemogočeno. Kljub temu se jim je posrečilo vrtino še nekoliko poglobiti. Kot končno globino navajajo prebivalci iz okolice Sv. Martina 830 m. Voda je iz vrtine nekaj časa prosto tekla. Ker je bila topla in slana, se je raznesel glas, da je zdravilna. Imeli so jo celo za mineralno jodno vodo. Napravili so kopališče z zaprtim in odprtim bazenom, ki še danes stoji. Ljudje trdijo, da je voda sedaj bolj hladna, kot je bila prvotno.

Februarja 1952 sem bil v Vučkovcu z ing. Killerjem, kemikom Inštituta za nafto v Zagrebu. Ugotovila sva, da uhaja iz vrtine razmera topla voda z vonjem po žveplovem vodiku. Iz vrtine so napeljane tri cevi. Iz ene pred kopališčem se voda mirno izliva. Od tu smo vzeli vzorec za analizo. Drugi dve vodita vsaka v poseben bazen. Skozi ti dve cevi prihaja voda v sunkih. Med dvema sunkoma prihaja iz cevi plin, ki sva ga prižgala. Gorel je z brezbarvnim plamenom. Nov sunek vode je plamen pogasil.

Analiza vode, ki jo je napravil Inštitut za nafto v Zagrebu 12. junija 1950, je naslednja:

SiO <sub>2</sub>	13,8 mval/l.	2,97 %
Ca <sup>++</sup>	5,54 mval/l	2,21 %
Mg <sup>++</sup>	4,52 mval/l	2,30 %
Na <sup>+</sup>	107,50 mval/l	35,30 %

K'	1,40 mval/l	0,78 ‰
SO <sub>4</sub> '	2,02 mval/l	0,14 ‰
Cl'	41,63 mval/l	25,90 ‰
Li'	5,50 mval/l	0,50 ‰

joda ni  
saliniteta 24,4 g NaCl/l  
amonijaka ni  
nitratov ni  
agresivnega CO<sub>2</sub> ni.

Iz analize je razvidno, da je to navadna slojna voda naftnih ležišč. Čeprav je bila steklenica z vzorcem vode zalita s pečatnim voskom, je bil čas, od kar smo vzeli vzorec in analizo vendar predolg. Zato nam je analiza dala le približne rezultate.

Spomladi 1953 sem bil ponovno v Vučkovcu. Takrat je po izjavi upravnika kopališča priteklo v bazen na minuto 900 l vode. Pritok vode je trajal 2—3 ure, nàkar je prenehal za 1—1½ ure. V vmesnem času je uhajal iz vrtine plin.

Prepričan sem, da prihaja plin iz plinskega horizonta, ki prihaja na površino jugozahodno od vrtine. Vrtina v Vučkovcu je zadela v ta horizont verjetno v globini okoli 40 m. Geološke razmere nam pojasnjuje geološka skica, izdelana na podlagi Moosovih in Janoschekovih podatkov ter profil, ki sem ga izdelal na podlagi te skice (2. in 3. sl.).

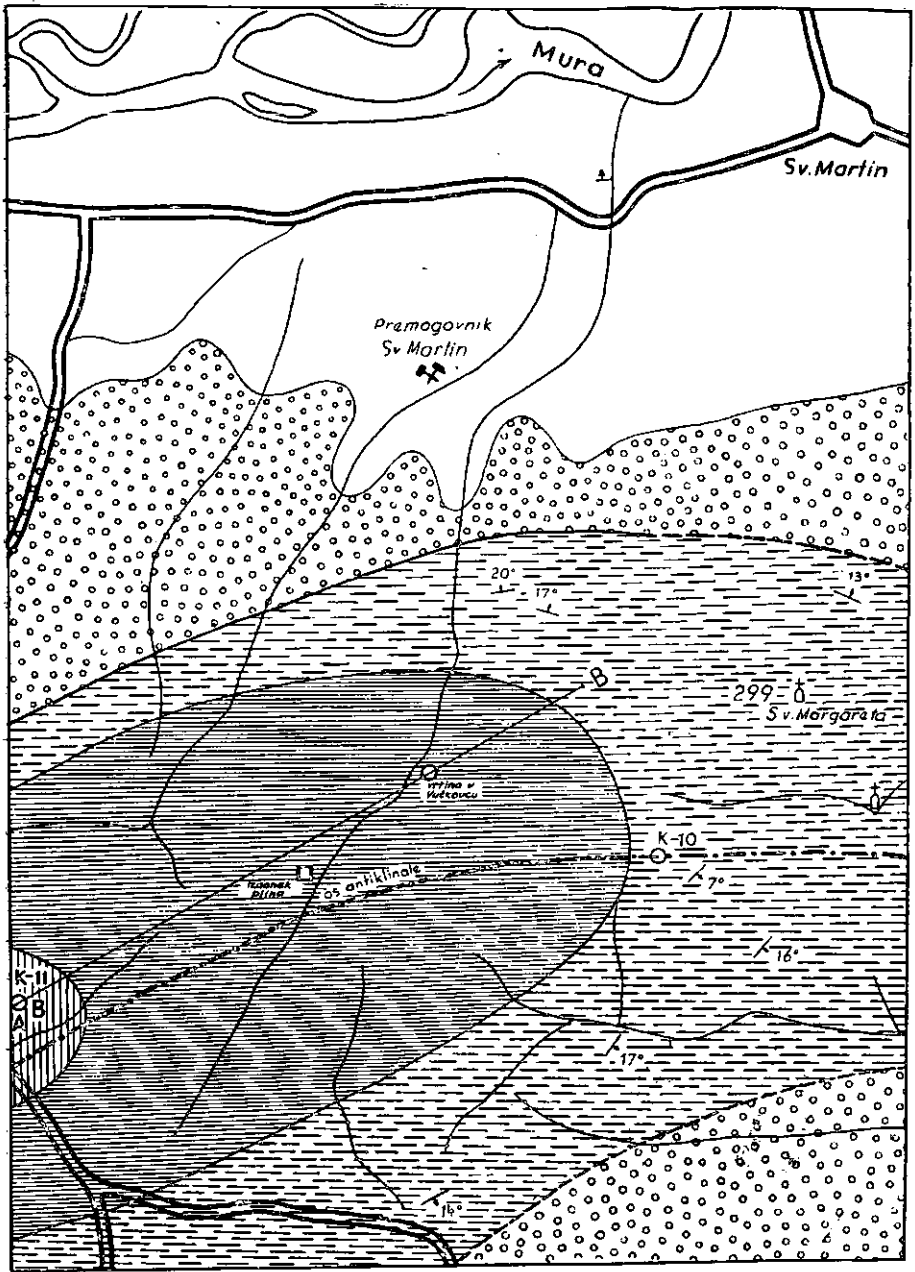
Med prvo svetovno vojno niso v Medjimurju ničesar vrtali. Ko je prevzela oblast jugoslovanska državna oblast, so najprej očistili stare vrtine in nato v letih 1919—1922 izvrtali šest novih (oznaka »SHS«), od katerih so bile tri pozitivne. Lipold (1920) poroča, da so prvo vrtino SHS izvrtali v letih 1919 in 1920. Ta vrtina je dajala skupno z obnovljenimi šestimi Singerjevimi vrtinami v letu 1920 mesečno približno 13.360 l nafte.

SHS-2 so vrtali najprej do 128 m, nato pa so jo poglobili. Ostale podatke vsebuje 2. tabela, ki jo je izdelal D. O cep ek, tedaj študent rudarstva (1952).

2. tabela

Vrtine »SHS«

Štev. vrtine	Globina m	Pozitivna + Negativna —	V proizvodnji da + ne —	Naftni horizont v globini
SHS 1	190	+	+	130,5 m
SHS 2	241			
SHS 3	170,4	+	+	170,4 m
SHS 4	133	+	+	133—134 m
SHS 5	200	—	—	112 m
SHS 6	148,8	—	—	129—130 m



plasti rhomboidea in  
horizont Unio Wetzleri  
Rhomboidea strata and  
horizon Unio Wetzleri



plasti abichi  
Abichi strata



provalenciensijske plasti  
Provalenciensia strata



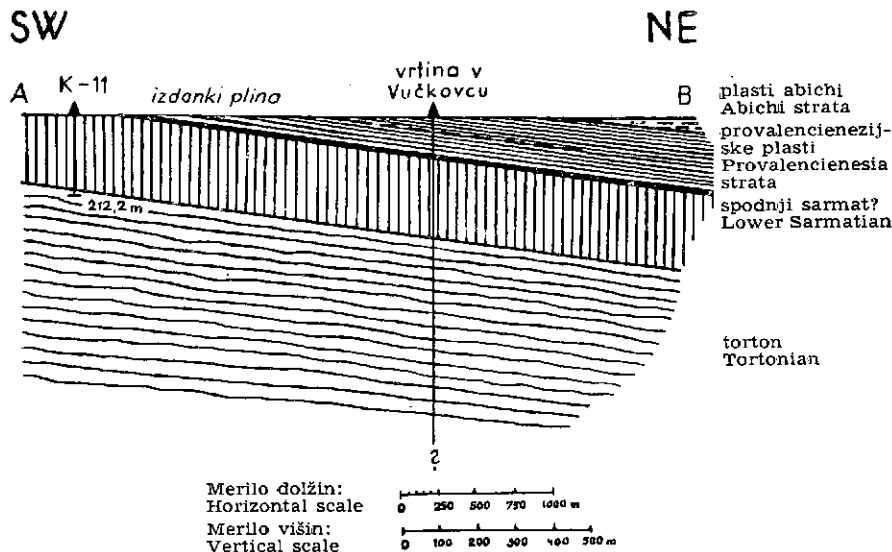
sarmat  
Sarmatian

2. sl. Geološka skica okolice Vučkovec

Fig. 2. Geological sketch showing the vicinity of Vučkovec

Leta 1921 so podelili R. Pašiču, sinu takratnega ministrskega predsednika petrolejske koncesije v južnem delu Medjimurja, ki so bile pozneje prenesene na Panonia a. d. Na tem področju se ni nikdar raziskovalo.

Leta 1923 je bila ustanovljena Medjimurska petrolejska d. d., ki je dobila poleg novih tudi vse nekdanje Singerjeve koncesije. Skupno je imela ta družba 34 raziskovalnih polj po 8 km<sup>2</sup> površine. Takrat je geolog K. Friedel raziskal gričevje selniške antiklinale in domneval,



3. sl. — Fig. 3

Profil A — B skozi vrtini K-11 in Vučkovec (E-17)  
Section A — B through boreholes K-11 and Vučkovec (E-17)

da se nahaja pod gričem Raky doma. Pozneje se je izkazalo, da ni tako. Medjimurska petrolejska d. d. je na Friedelov predlog izvrtala na jugovzhodnem delu griča dve vrtini (oznaka MM 1 in MM 2), ki sta dajali le 40 kg nafte na dan.

### Sistematična raziskovalna dela

Sistematično raziskovanje je pričel geolog A. Moos, ki je v letih 1927—1930 geološko kartiral okolico Selnice. Kopal je plitve jaške, od koder je dobival pliocenski material izpod holocena. Skrbno je raziskoval jedra iz vrtin, ki jih je v tistem času vrtal A. Raky. Narisal je geološko karto okolice Selnice in Peklenice.

Raky je v sklopu Medjimurske petrolejske d. d. izvrtal 22 vrtin in izkopal dva jaška (oznaka vrtin »R«). O nekaterih vrtinah so se ohra-

nile v arhivu geološkega oddelka pri Proizvodnji nafte v Lendavi originalne *M o o s o v e* skice profilov v nemščini, ki jih priobčujem v slovenskem prevodu:

#### R-1

- 0,00— 11,20 m diluvij (ilovica, glinast pesek, kremenov prod)  
11,20—140,95 m valencienezijski lapor (peščeni laporji z vonjem po nafti in glinasti laporji s kongerijami ter limnokardiji; nagnjenost plasti 8—10°)

#### R-2

- 0,00— 21,00 m diluvij (glinasta in peščena ilovica, pesek, prod)  
21,00—193,00 m peščen valencienezijski lapor (peščeni bituminozni laporji, peski in peščenjaki s sledovi nafte; nagnjenost plasti 8—9°, 184,55—190,30 m selniški naftni horizont)  
193,00—399,00 m peščeni in glinasti laporji z vonjem po nafti (*Planorbis* sp., *Cypris* sp., *Limnaeus* sp., *Congeria* sp., *Cardium* sp., rastlinski ostanki, nagnjenost plasti zgoraj 12—14°, v zadnjih 10 m 6—7°)  
399,00—501,30 m II. mediteranska stopnja (peščenjaki, peski, lapornati apnenci; foraminifere, *Pecten* sp., *Cardium* sp.; nagnjenost plasti 11—24°)

#### R-3

- 0,00—268,00 m siva lapornata glina  
268,00—580,00 m siva lapornata glina s posameznimi sloji peščenjaka (na globini 320 m slabi sledovi nafte in plina)  
580,00—700,00 m prevladujejo peščenjaki nad lapornato glino (na globini 680 m so plasti nagnjene 52°)

#### R-4

- 0,00— 85,00 m ni bilo vrtano na jedro  
85,00—128,10 m lapornate glinice s tankimi vložki peska (vidne so številne tektonske drse, nagnjene 40—60°; plasti so nagnjene 15—20°; *Congeria* sp., *Limnocardium* sp.)

#### R-6

- 0,00— 17,00 m diluvij (glina, peščena glina, kremenov prod)  
17,00—140,00 m valencienezijski lapor (siva lapornata glina z vložki naftnih peskov; *Congeria* sp., *Limnocardium* sp.; plasti so nagnjene 8—14°)

#### R-7

- 0,00— 12,50 m diluvij (deloma peščena glina, sivomoder, glinast pesek, droben, kremenast pesek)

12,50—156,80 m valencienezijski lapor (siv, peščen lapor in siva, lapor-nata glina s tankimi peščenimi vložki; *Congeria* sp., *Valenciennesia* sp, *Limnocardium* sp.; impregnacije z zeleno nafto na globini 102,50—103,30 m, pri 111,60 m asfaltna plast; nagnjenost plasti 10—16°, nagnjenost tekt. drse 45°)

#### R-9

- 0,00— 19,00 m diluvij (siva ilovica, glinast in kremenov pesek, kremenov prod)
- 19,00—138,90 m valencienezijski lapor (lapornata glina, peščen lapor, peščena lapornata glina, vložki naftnega peska; *Limnocardium* sp., *Congeria* sp., *Valenciennesia* sp.; nagnjenost plasti 7°).

Vse vrtine na Rakyjevem gričku so izkoriščale zgornji selniški naftni horizont. Segale so v razne globine od 100 do 1083 m. Naftni horizont se nahaja pod Rakyjevem gričem v globini 120—189,7 m. Raky je vrtal tudi zahodno od tega mesta ob potoku Kamenica.

Medjimurska petrolejska d. d. je v letih 1931—1941 izvrtala v Peklenici 69 plitvih vrtin (40—100 m) ter dve globoki vrtini (1130 m in 323,50 m). Od 69 plitvih vrtin jih je bilo 41 pozitivnih. Izkoriščale so že znani pekleniški naftni horizont s težko asfaltno nafto, katerega izdanke nahajamo ob potoku Brodec. Obe globoki vrtini sta bili negativni; prva je bila postavljena verjetno v prelom, pri drugi pa niso dosegli zadostne globine, ker so začeli vrtati s premajhnim premerom. Še danes domnevamo, da so v Peklenici naftni horizonti tudi v tortonu, ki še niso bili raziskani.

V septembru leta 1938 je začela Medjimurska petrolejska d. d. vrtati med Selnico in Murskim Središčem, 450 m severno od osi antiklinale med trigonometričnima točkama 184 in 175 vrtino Sitnica-1. Imenovali so jo tudi Marica-1. Končali so jo 27. junija 1939 v globini 1103,6 m. Jedra je pregledoval Friedel. Körössy L. (1946) omenja v svojem poročilu, da so med vrtanjem opazili sledove plina in da so prevrtane plasti pregledovali zelo površno. Ohranil se je tudi elektrokarotažni diagram. Ostale podatke črpam iz poročila F. Ožegovića (1946).

Jedra so jemali od 380 m dalje na vsakih 50 m. Od 505—507 m je bil siv, peščen, glinast lapor, od 723—725 m mestoma zelo peščen lapor. Pri 727,5 m, 898 m in 908 m so vzeli bočno jedro, ki so ga označili kot siv, srednjezrnat pesek z vodo brez vonja po nafti.

15. VI. 1939 je budimpeštanski oddelek družbe Schlumberger posnel elektrokarotažni diagram, ki kaže velik upor v globinah 502—514 m, 707—729 m in 888—928 m. V prvi relaciji 502—514 m jedro ni imelo niti vonja po nafti. Za plasti 707—729 m je bila družba Schlumberger mnenja, da vsebujejo sladko vodo. Toda v selniški antiklinali ni v teh horizontih sladke vode, zato je vprašanje, če je domneva o sladki vodi pravilna. Po drugi strani je ista družba izjavila, da bi tolikšen upor v Lispe



označeval nafto in plin. Zapisek o jedru, ki je bilo dobljeno iz te globine in o bočnem jedru, prav tako ne omenja niti vonja po nafti.

O zadnji relaciji 888—928 m imamo samo podatke, da je bilo bočno jedro iz globine 908 m brez sledov nafte. Vrtino so proglasili za negativno. Zacevili je niso, v njej je ostala uvodna kolona. Napolnili so jo do vrha s težko izplako in nametali vanjo še kose gline.

V maju 1940 so opazili, da teče iz vrtine nafta. Izplaka se je usedla za 30 m. Ta prostor je izpolnila nafta in se je pričela prelivati. Dve leti je teklo iz vrtine dnevno 200 kg nafte. Sredi leta 1945 je priteklo le še 40 kg nafte dnevno. Majhne količine nafte so prihajale iz vrtine še v začetku leta 1952. Na podlagi tega upravičeno dvomimo v resničnost podatkov, da jedra niso imela niti vonja po nafti.

V Lendavi sem govoril z vrtalnim mojstrom R. Premušem, ki je delal na vrtini Sitnica-1 kot vrtalec. Trdil je, da je bilo vrtalno drogovje, ko so ga izvlekli, na globini 890—900 m mastno od nafte. Nafta se je kazala tudi v izplaki. Jedro, ki so ga nato vzeli, je bilo nasičeno z nafto. K temu je še dodal, da so mazali navoje drogovja z lojem in ne z mazivnimi olji, da ne bi prišlo do pomote, če bi zadeli na nafto. Na elektrokarotajznem diagramu imamo v teh globinah zabeležene res večje upore in poroznosti.

Ob jugoslovansko-madžarski meji je imel svoje koncesije jugoslovanski državni monopol. V letih 1934—1937 so za državni monopol raziskali geologi Luković, Petković in Mihajlovič skrajni vzhodni del ormoško-selniške antiklinale. Že naslednje leto, t. j. 1938, je izvršil Vojnogeografski inštitut geofizikalna merjenja vzhodnega dela antiklinale s torzijsko tehtnico. Istega leta jeseni (16. XI.) je pričel jugoslovanski državni monopol vrtati vrtino Križovec-I, o kateri imamo ohranjen le geološki profil. Dosegla je globino 435,5 m, kjer se je zlomilo vrtalno drogovje. V vrtini je ostal vrtalni sveder in del vrtalnega drogovja. Iz profila je razvidno, da je vrtina zacevljena do globine 14,5 m s kolo-nami premera 14", do globine 26,5 m 12" in globine 198,7 m 10,5". Vrtali so skozi trdo, peščeno, lapornato glino, v kateri so bile 5—10 m debele plasti peščenjaka. Med 210 in 220 m je v profilu označen premog. Profil je sedaj v arhivu geološkega oddelka pri Proizvodnji nafte v Lendavi.

Točnejše podatke imamo o vrtini Križovec-II, ki so jo pričeli vrtati 2. IX. 1939 in so jo prvotno imenovali Medjimurje-1. Na Geološkem zavodu v Ljubljani so zbrana tedenska poročila o vrtanju. Poročilom je dodan geološki profil, situacija vrtine in razni tehnični diagrami o poteku vrtanja. Vrtino je lociral geolog Milojković na levi strani glavne poti, ki pelje iz Peklenice proti Križovcu, in sicer 22 m od ceste, ravno pri križišču, kjer pride na glavno cesto vaška pot iz Vratišincea.

Vrtina je obtičala v globini 1563,7 m v pontskih plasteh, ker se je zlomilo vrtalno drogovje. Znaki nafte ali plina niso zabeleženi.

Leta 1940 je nemška petrolejska družba »Elverath A. G.« iz Hannovra osnovala v Jugoslaviji podjetje »Jugopetrol A. D.«, ki je dobilo vse petrolejske koncesije v Hrvatski, Baranji, Bački. Poleg tega so mu bile podeljene vse koncesije v Prekmurju. Jugopetrolu sta predala svoje konce-

sijske pravice Medjimursko petrolejsko d. d. in Panonia a. d. 15. avgusta 1940 pa je vzel Jugopetrol od Medjimurskega petrolejskega d. d. v najem obrat Selnice in Peklenice. V Selnici so bile takrat produktivne vrtine R-4, R-20, SHS-4 in E-15. Vse skupaj so dajale mesečno 2—3 tone nafte, ki so jo dobivali z zajemanjem. V Peklenici pa je 20 plitvih vrtin dajalo 2000—2500 kg nafte dnevno.

Jugopetrol si je izdelal obširen raziskovalni program v Selnici, Peklenici in Sitnicah. Predvsem je raziskal teren geofizikalno.

Novembra 1940 je preiskovala družba Seismos iz Hannovra s torzijsko tehtnico koncesijsko območje Medjimurske petrolejske d. d., ki ga je v tem času vzel v najem Petrolej d. d. Geofizikalna skupina W. Bitterja je do marca 1941 izmerila 670 točk.

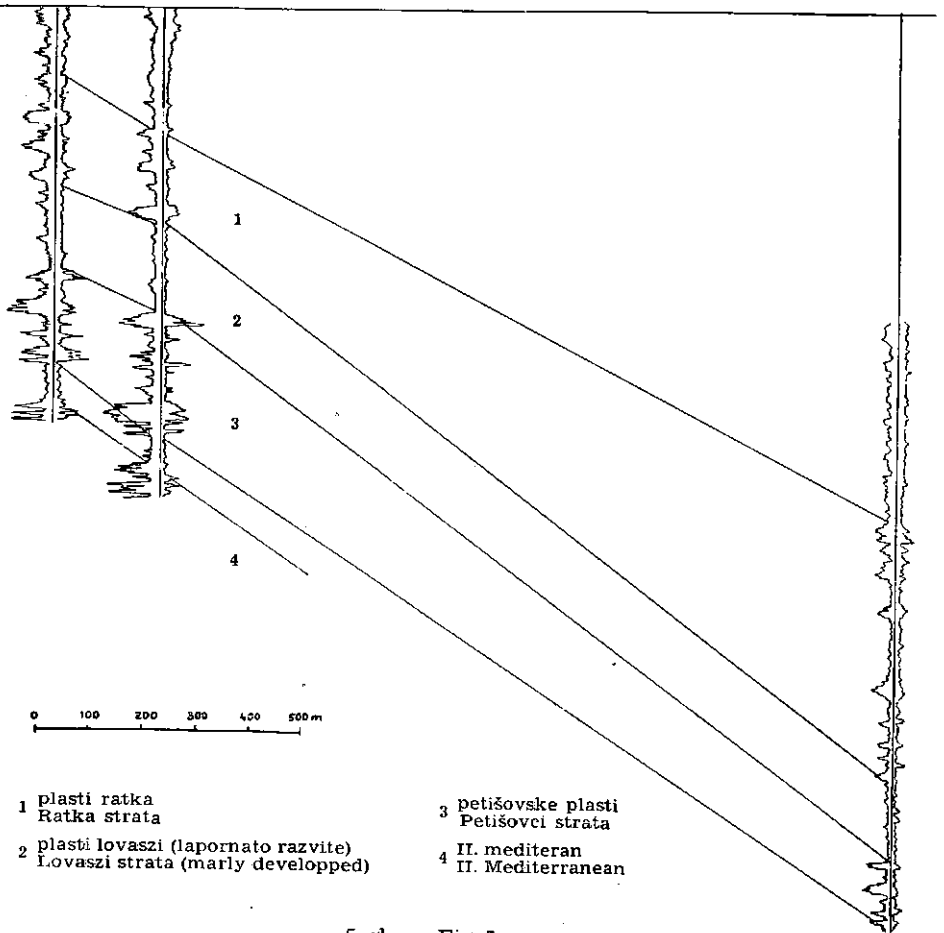
Gravimetrična slika Peklenice in Selnice kaže močno dvignjen težnostni maksimum od središča Rakyjevega griča proti Peklenici, torej v smeri vzhod—zahod. Od tam dalje pa se opaža razširjenje jedra težnostnega maksimuma in razcepljenje antiklinalne osi v več paralelnih smereh. Istočasno se glavna os močno pogreza proti vzhodu, torej pod panonsko nižino. Antiklinala, ki so jo geološko ugotovili okoli Selnice, se torej nadaljuje čez Peklenico dalje proti vzhodu.

Vprašanja prečnih prelomov niso mogli zadovoljivo rešiti. Ker je os precej nagnjena, ni vedno gotovo, če so neznatni gravimetrični skoki v tej smeri že pomenili prelom. Vendar je verjetno, da potekata en večji in en manjši prelom v smeri sever—jug.

Ze geofizikalne meritve Vojnogeografskega inštituta so segale delno na območje koncesij Medjimurske petrolejske d. d. Sedaj so ponovno merili z gravimetrom območje vzhodnega dela koncesij Medjimurske petrolejske d. d., da so zgostili nekdanjo mrežo gravimetričnih točk. Pri dopolnilnih merjenjih območja Selnice in Peklenice se je pokazalo, da se glavna os nadaljuje daleč proti vzhodu in pada v smeri Lendva Ujfalu. Pri Lendva Ujfalu je MAORT vrtal 630 m globoko vrtino. Tam so našli težko asfaltno nafto pekleniškega naftnega horizonta. Severovzhodno od Murskega Središča poteka gravimetrični greben v smeri sever—jug (4. sl.). Ta greben ali hrbet so ugotovili že s torzijsko tehtnico. Na njem je bilo pozneje odkrito naftno polje pri Petišovcih. Današnje strukturne karte petišovskih naftonosnih plasti, napravljene na podlagi vrtin, so pokazale, da struktura nima smeri sever—jug, temveč jugozahod—severovzhod.

Precej močan maksimum na petišovskem naftnem polju so geofiziki povezali s temenom ormoško-selniške antiklinale, ne da bi upoštevali vmesni jarek. Tako so dobili napačno predstavo o zgradbi terena. Geofizične meritve niso registrirale dviganja petišovske strukture od SW proti NE, ki so ga pozneje zelo jasno pokazale strukturne karte naftonosnih horizontov.

Glede na pozitivno stanje vrtine Sitnica-1 in na podlagi geofizikalnega merjenja je geološki oddelek Jugopetrola lociral vrtino Mur-1, 350 m jugozahodno od Sitnice-1. Računali so, da bo dajal nafto drugi selniški naftni horizont na globini 509 m, vrtali pa so še v drugi mediteran.



5. sl. — Fig. 5

Profil skozi vrtine Mur-1, Si-1 in Pt-11 na podlagi elektrokarotažnih diagramov  
Section through boreholes Mur-1, Si-1, and Pt-11 on the basis of the electric log

Geološki zavod v Ljubljani ima o vrtini Mur-1 geološka poročila E. Böhma in elektrokarotažni diagram (5. sl.). Ohranjen je tudi profil o jedrih. Iz poročila ni razvidno, da bi bila napravljena pri vrtanju kakšna tehnična napaka.

Vrtati so pričeli 6. XI. 1940. Od 150 m dalje so vrtali na jedro. Končna globina vrtine je 895 m. Prvič so posneli elektrokarotažni diagram že takrat, ko so bili na globini 500 m, in sicer 14. in 15. XII. 1940. Od vrha do 500 m so posneli diagram v merilu 1 : 1000, od 400—500 m pa še v merilu 1 : 200.

Preglednica plasti v Obmurju

Formacija	Oddelki in horizonti	Facies	Naziv peščenih horizontov v Petišovcih	Debelina plasti	Petrografski sestav	Fosili	Povprečna		Spec. teža kamene	V sloju je			Povpr. saliniteta vode			
							poroznost	propustnost		nafta	plin	voda				
pleistocen		s l a d k o v o d n i		do 30 m	ekvivalent puhlice, rjava ilovica, siva glina, rečni prod							talna voda	sladka voda			
			dakijski prod		50—70 m	rečni kremenov prod in pesek							skladovni studenci	sladka voda		
			nedoločene plasti (na Kogu)		300 m	sivorjava glina z vložki kremenovega peska	Vivipara ex gr. viminatica Brus. Eytinia sp.						arteška voda	sladka voda		
			horizont Unio wetzleri (na vsem območju)		v Petišovcih 400—500 m, na Kogu 1200 m	kremenov pesek, droben kremenov prod, peščena zelenkasta glina, vložki lignita, peščen lapor	Helix doderleini Brus. Helix pilari Brus. Planorbis ex gr. cornu Unio sp.									
			sp. del plasti rhomboidea (na vsem območju)		v Petišovcih 400—450 m, na Kogu do 650 m	sivi sljudnati peščeni laporji, trdi lapornati peščenjaki	Congerina brandenburgi Brus., Congeria ornithopsis Brus., Congeria turgida Brus., Dreissensioya croatica Brus., Limnocardium baraci Brus., Paradacna cf. okrugliča Brus.				v Peklenici			v Petišovcih, na Kogu	saliniteta ni znana	
			prehodne plasti med abichi in rhomboidea (samo na Kogu)		do 200 m	sivi glinasti sljudnati laporji in peski z vložki trdnih lapornatih peščenjakov	Planorbis homalosomus Brus., Pisidium sp., Dreissensia cf. auricularis Fuchs., Limnocardium sp. ex gr. apertum Münt., Limnocardium secans Fuchs., Limnocardium cf. otio-phorum Brus., Paradacna ex gr. okrugliča Brus., Paradacna cf. abichi Hoern.							na Kogu	saliniteta ni znana	
			plasti abichi (v Selnici, Peklenici, Petišovcih, Dolini)		paka	450—600 m	slabo vezani skrilavi kremenovi peščenjaki, trdi peščeni laporji, trdi lapornati peščenjaki	Provalenciennesia pauli Hoern., Radix kobelti Brus., Valenciennius altus Kr. Gorj., Valenciennius cf. reussi Hoern., Congeria banatica Hoern., Congeria zagrabiensis Brus., Congeria sp., Dreissensia sp., Limnocardium asperocostatum Brus., Limnocardium lenzi, Limnocardium otio-phorum Brus., Monodacna laticostata Stef., Monodacna pseudodactylus, Paradacna okrugliča Brus., Paradacna abichi Hoern.					v Dolini	v Petišovcih	saliniteta ni znana	
					zg. ratka	v Petišovcih 500—650 m, v Sitnicah 400 m				2,45	v Dolini	v Dolini				
					sr. ratka				20 %	50—300 mD	2,3—2,4	v Selnici in Dolini	v Petišovcih		1,2 g NaCl/lit.	
					sp. ratka				20 %	50 mD	2,3	v Selnici in Dolini	v Petišovcih		2,5 g NaCl/lit.	
			lovaszi				17 %	20 mD	2,25	v Dolini	v Petišovcih		7,7 g NaCl/lit.			
provalencienski	kongerijski ostrakodni in kardijski laporji z vložki kremenovih peščenjakov v Petišovcih	petišovske plasti (pet naftnih horizontov)	na Kogu do 300 m, v Petišovcih 200 m, v Selnici 350 m	sivi kompaktni in skrilavi laporji in lapornati peščenjaki, porozni kremenovi peščenjaki in peski	Ostracoda sp. div. Provalenciennesia arthaberi Kr.-Gorj., Velutinopsis velutina Desh. Limnaeus sp., Planorbis sp., Congeria digitifera Andrus., Congeria zagrabiensis Brus., Limnocardium otio-phorum Brus., Limnocardium trifkoviči Brus.	na Kogu 30 % v Petišovcih 10—17 %	na Kogu 100—200 mD v Petišovcih 10—50 mD	2,5	v Petišovcih	v Petišovcih	na Kogu in v Selnici	10—25 g NaCl/lit.				
	beli laporji (samo na Kogu)		250 m	svetli, trdi apneni laporji, sivi glinasti laporji	Cardium cf. cekuški Kramb.-Gorj. Cardium sp.											
sarmat			150—200 m	tankploščasti apneni laporji, trdi lapornati peščenjaki, glina, kremenov pesek	Ervilia podolica Eichw. Ervilia sp.	15 %	2 mD		sledovi na Kogu			na Kogu	2 g NaCl/lit.			
	torton		?	lapornati peščenjaki in peščeni laporji z vložki zelo trdega kremenovega peščenjaka, apnenega peščenjaka in litavskega apnenca; v nižjih plasteh so že zelo debeložrnati kremenovi peščenjaki, ki prehajajo v konglomerate	foraminifere Cassidaria echinophora Lam., Conus mercati Broc., Melanopsis martiniana Fer., Turitella sp., Pecten latissimus Broc., Pectunculus pilosus Lin., Cardium sp., Venus sp., morski ježki, Meletta sp. in ostanki ribjih zob in lusk	na Kogu 15 %	na Kogu 30—300 mD	na Kogu 2,4	sledovi na Kogu in v Selnici	na Kogu in v Sitnicah	na Kogu, v Sitnicah, Selnici in Petišovcih	na Kogu 6—20 g NaCl/lit.				

Poročilo Petroleja d. d. navaja naslednji geološki profil:

0,00— 31,00 m	31,00 m	diluvij
31,00—130,00 m	99,00 m	kongerijske plasti
130,00—408,00 m	278,00 m	zgornje valencienezjske plasti
408,00—611,50 m	203,50 m	spodnje valencienezjske plasti
611,50—834,00 m	222,50 m	provalencienezjske plasti
834,00—895,00 m	61,00 m	II. mediteran

Zacevitev:

0,00— . 4,40 m	s kolono	premera 21"
4,40— 72,10 m	s kolono	premera 16"
72,10—406,00 m	s kolono	premera 11 3/4"
406,00—656,00 m	s kolono	premera 8 5/8"

Vrtanje so končali marca 1941. Zadnji dve koloni so zacementirali. Zaključno poročilo o vrtini Mur-1 je datirano z dnem 27. VI. 1941. Iz njega je razvidno, da so posamezne horizonte raziskavali deloma že med vrtanjem z zajemanjem, deloma pa pozneje, ko so sloje nastreljevali. Zajemali so na globinah 421—428 m, 432—442 m in 467—476 m. Sledove nafte so našli v globini 421 do 474 m. Z nastreljevanjem so raziskali dva horizonta, in sicer na globini 611,50—620 m in 656—672 m. Obakrat je pritekla slana voda z neznatnimi sledovi nafte.

Da bi preiskali sloja, ki sta bila v vrtini Mur-1 dobro razvita na globinah 671 m in 774 m — vendar brez nafte — so izvrtali še vrtino Mur-2, v kateri bi morala omenjena sloja ležati 70 m višje.

O vrtini Mur-2 imamo sledeče podatke: vrtali so jo z garnituro Dea M 14 Rotary od 28. II. do 22. VII. 1942. Ko jo je od Petroleja d. d. prevzela nemško-madžarska družba MANAT, je bila globoka 473 m, končna globina pa je bila 774,3 m.

Geološki profil:

0,00— 32,20 m	pleistocen
32,20—501,50 m	zg. panonske valencienezjske plasti (horizonta selniške nafte na globinah 305—344 m in 371—375 m)
501,50—729,90 m	sp. panonske provalencienezjske plasti
729,90—774,30 m	sarmat

Zacevitev:

0— 15 m	s kolono	premera 16"
15— 81 m	s kolono	premera 11 3/4"
81—313 m	s kolono	premera 8 5/8"

Na sledove nafte so naleteli na globini 550—544 m. Poizkus eksploatacije je bil brezuspešen.

Jugopetrol je vrtal v Peklenici eno globoko raziskovalno vrtino. Čeprav je bilo v Peklenici že 20 produktivnih vrtin, niso imeli takrat o tem polju nikakršne strukturne karte. Tudi za obrobno vodo niso vedeli. Poleg ene globoke vrtine so vrtali še 14 plitvih (oznaka vrtin JPF, 3. tabela).

Na podlagi meritev s torzijsko tehnicco so ugotovili, da poteka antiklinalna os severneje od do tedaj domnevanega mesta. Glede na to so vrtali vrsto novih vrtin v Selnici. Prva je bila vrtina z oznako JPF-3, ki je iz globine 182—184 m dajala v začetku 460 kg nafte. Nato je sledilo še nadaljnjih 26 vrtin (oznaka vrtin »S«). O selniških vrtinah imamo precej točne podatke v poročilih Jugopetrola. Pregledno nam jih kaže 4. tabela.

V vzhodnem delu Slovenskih goric na tem območju ni bilo večjega zanimanja za nafto vse do leta 1923, ko je družba Bitumen vrtala pri Humu, severovzhodno od Ormoža. Vrtina je bila globoka 960 m in je bila negativna.

Približno v istem času je vrtala anglo-perzijska družba tudi v bližini Huma štiri vrtine, od katerih je bila ena globoka 800 m. Pozitivnih rezultatov ni bilo.

Od 1. julija 1943 do konca leta 1944 je družba Rohöl Gewinnungs A. G. izvršila obsežna raziskovanja v Prekmurju, Slovenskih goricah in na Dravskem polju.

Ozemlje okoli Koga je gravimetrično in seizmično preiskala deveta gravimetrična ekipa družbe Seismos G. m. b. H. iz Hannovra od 1. do 18. maja 1944. Izdelala je gravimetrično karto »Vuzmetinci—Kog« v merilu 1:25.000. Na podlagi teh meritev vidimo, da pripada Kog veliki antiklinali, ki sega iz smeri Donačka gora—Haloze proti severovzhodu čez Ormož, Kog, Selnico in Peklenico na Madžarsko. Med Ormožem in Kogom ima antiklinalna os smer SW—NE, na Kogu pa se obrne v smer W—E, ki jo v glavnem obdrži do madžarske meje.

V juniju 1944 je napravila družba Seismos seizmični profil od Brebrovnika preko poznejše vrtine Kog-1 v Vuzmetincih. S tem profilom so ugotovili, da se na globini 800—1000 m petrografski sestav kamenin zelo izpremeni. V tej globini so pričakovali predterciarno osnovno gorstvo. Domneva se je pozneje izkazala resnična le toliko, da je tam res izprememba kamenin. Prevladujejo peščeni laporji in trdi kremenovi konglomerati v nasprotju z mehкими peščenimi laporji, ki ležijo više. Nikakor pa se v tej globini še ne pričinja predterciarno osnovno gorstvo, ampak je tam še vedno zgornji torton.

Iz dobe nemških meritev obstajata še dve geofizikalni deli, in sicer karta z naslovom »Gerechtsame der Monopolverwaltung im Murgebiet« v merilu 1:75.000 in elaborat o magnetometričnih meritvah bogojinske antiklinale s karto.

Okolico Koga so raziskovali površinsko in s strukturnimi vrtinami. Winkler je prvi generalno pregledal vse Slovenske gorice in Kog. Dognanja je objavil v razpravi iz l. 1944 in 1945. Na Kogu je domneval

tudi sarmat. Panon je delil v zgornji, srednji in spodnji panon. Ugotovil je diskordanco med srednjim in spodnjim panonom. Mladi pliocenski prod, ki leži prav zgoraj in skoraj horizontalno, je štel v dak. Ker leži ta prod diskordantno na panonu, je sodil, da se je gubanje strukture Koga in potemtakem celotne ormoško-selniške antiklinale izvršilo v starejšem daku. Predlagal je podrobno kartiranje Koga.

Pod Janoschekovim vodstvom sta Kog podrobno kartirala Holy in Starch. Janoschek v svojem poročilu na kratko omenja iste ugotovitve, kot jih je že nakazal Winkler.

Po končanem geofizikalnem raziskovanju sta podjetji Rumpel A. G. in pozneje Rohöl A. G. začeli z vrtnjem strukturnih vrtin na Kogu, v okolici Sv. Jurija ob Ščavnici in zahodno od Sv. Jurija pri Sv. Antonu. Po nepotrjenih podatkih so vrtali plitve vrtine tudi v okolici vasi Bučevci, Vučja ves in Hrastje—Mota ob cesti Ljutomer—Gornja Radgona (Duhovnik 1954). Vrtali so najprej ročno, pozneje pa si je podjetje Rumpel A. G. nabavilo vrtalne naprave sistema Counter flash. Vse vrtine so vrtali do globine 220 m.

Iz nemških poročil o vrtnanju na Kogu je razvidno, da so leta 1943 raziskovali torton s strukturnimi vrtinami. Pričeli so na jugovzhodnem krilu antiklinale. Od tam so šli z vrtinami proti severu. Janoschek je izdelal strukturno karto tortonskega horizonta s foraminifero *Dentalina* sp.

V strukturnih vrtinah, ročni št. 8 in strojnima CF-15 in CF-35, so bile neznatne naftne erupcije iz majhne globine.

Januarja 1952 sem našel mesto, kjer so Nemci vrtali vrtino CF-15. Vrtina je ob cesti nekoliko severno od križišča cest v Vuzmetincih. Iz vrtine curlja še sedaj voda, pomešana v malem razmerju z močno oksidirano nafto z nekaj malo plina. Skoraj gotovo prihajata nafta in plin iz tortona, ker stoji vrtina na skrajnem jugovzhodnem robu sarmata. Plasti sarmata in tortona vpadajo proti severu. Pri vrtini CF-35 v ozki dolinici ob potoku med hišama Smodič in Orešnik je na mestu nekdanje vrtine mlaka, iz katere uhaja gorljiv plin v majhnih mehurjih. Vrtina je bila vrtana nedvomno v torton.

Še med strukturnim vrtnjem so 12. julija 1944 vrtali tudi globoko vrtino Kog-1 tik ob jugozahodnem robu gravimetričnega maksima, in sicer ob cesti, ki vodi iz Dravskega Središča v Ljutomer, v Lači vasi blizu Vuzmetincev (1. sl.). Medtem so vrtali še nekatere strukturne vrtine, med njimi CF-15 in CF-35.

Kog-1 so vrtali s težko garnituro Rotary tipa Wirth DH 204, ki je bila last družbe Rohöl Gewinnungs A. G., 20. julija so bili na globini 143 m. Vgradili so kolono 18 5/8" do globine 141,30 m in jo zacementirali s 17.500 kg cementa. 24. julija so nadaljevali z vrtnjem. 15. avgusta so bili na globini 515,40 m in so vgradili kolono 13 3/8" do globine 511,25 m. Zacementirali so jo s 25.000 kg cementa. Preizkusili so hermetičnost in 26. avgusta nadaljevali z vrtnjem. 9. novembra so dosegli globino 1176,50 m, kjer so nehali vrtati zaradi vojnih razmer. 18. novembra so vgradili še kolono 9 5/8" do globine 1173,50 m in jo zacementirali s 13.500 kg cementa.

Od globine 160 m dalje so jemali jedro na vsakih 30 m. Kopije tedenskih poročil ima Geološki zavod v Ljubljani. Posnet je bil tudi elektrokarotažni diagram, iz katerega je razvidna le ena porozna plast v globini 577—590 m, kjer znaša upor največ 36 Ohm/m in lastni potencial največ 95 mV. Upor in lastni potencial izven tega intervala dosežeta povprečno le 10 Ohm/m, oziroma 30 mV. Vrtina je bila zacevljena, da bi se vrtnje lahko pozneje nadaljevalo.

Po vojni je Proizvodnja nafte v Lendavi poglobila vrtino Kog-1. Preden so nadaljevali z vrtnjem, so 16. avgusta 1950 v globini 578—588 metrov perforirali porozno plast. Dobili so vodo, izplako in cement. Vodo so preiskali in ugotovili, da spada po Palmerju v I. razred med alkalne vode. Perforiranega dela niso zacementirali.

Vrtati so pričeli 18. julija 1951 z rusko garnituro UZTM. Določeno je bilo, da bodo jemali jedra na vsakih 50 m in ob vsaki spremembi materiala. To se ni zgodilo. Vrtali so skoraj 400 m, jedra pa so vzeli le štirikrat. Vedno je bil to siv, trd, tektonsko zelo porušen, peščen lapor. V dobljenih jedrih ni bilo fosilnih ostankov. 18. avgusta 1951 se je vrtalno drogovje prvič zataknilo na globini 1170 m. Takrat so vrtali že na globini 1530 m. Do 2. novembra 1951 se je vrtina v prelomni coni približno v globini 1175—1195 m še večkrat zarušila, dokler se ni zlomilo vrtalno drogovje, ki ga niso mogli več rešiti. Vrtino so končali v januarju 1952 v globini 1552,50 m in jo zaprli s cementnim čepom v globini 40 m. 20. avgusta 1952 so opazili, da preliva vodo, pomešano z nafto in mehurčki plina. Saliniteta vode je bila dvakrat določena in je septembra znašala 7,03 g NaCl/l, oktobra pa 6,65 g NaCl/l. O nafti domnevajo, da je preostanek tiste nafte, ki je bila včrpana v vrtino ob priliki instrumentacije. Plin pa še danes uhaja iz vrtine.

Sledovi nafte in plina so bili v sledečih globinah: 114 m plin in vonj po nafti, 143 m vonj po nafti, 257 m impregnacija z nafto, 288 m plin v izplaki, 289 m impregnacija z nafto, 322 m impregnacija z nafto, 323 m impregnacija z nafto, 354 m impregnacija z nafto, 356 m impregnacija z nafto, 357 m impregnacija z nafto, 385—387 m impregnacija z nafto, 483,50 m glinast lapor, slabo impregniran z nafto.

Elektrokarotažni diagram ni registriral na teh globinah večjega upora ali lastnega potenciala.

Glede geoloških formacij, skozi katere je vrtina potekala, je Janoschek najprej domneval od vrha do 600 ali 800 m torton, globlje pa helvet. Torton je ugotovil z makro- in mikrofosili. V spodnjem delu ni našel nobenih makrofosilov. Na podlagi petrografske podobnosti s helvetom v Halozah, kjer je helvet dokazan s fosili, je sklepal, da imamo tudi tukaj opravka s to stopnjo. Pozneje je svoje mnenje popravil in domneval torton do tedanje končne globine vrtine 1173 m. Na podlagi mikropaleontoloških raziskav vzorcev iz sosednjih vrtin, ki jih je pozneje vrtalo podjetje Proizvodnja nafte v Lendavi, lahko tudi mi trdimo, da je vrtina do končne globine 1552,50 m ostala v tortonu.

Nemška družba Petrolej d. d. (bivši Jugopetrol d. d.), ki je imela prej v Medjimurju lastne koncesije in v zakupu koncesije Medjimurske petrolejske d. d., je ustanovila novo nemško-madžarsko družbo MANAT



(Magyar-Német Ásványolajipar R. T., kar slovensko pomeni Madžarsko-nemška d. d. za proizvodnjo mineralnega olja). Tako je Petrolej pod drugim imenom nadaljeval raziskovalno delo v Medjimurju in Prekmurju. Deloma je delal sam, deloma pa skupaj z italijansko družbo AGIP (Azione generale italiana petroli), ki je svoje interese podobno rešila kot Petrolej, da je ustanovila italijansko-madžarsko družbo MART (Muravidéki Ásványolaj R. T.; Medjimurska petrolejska d. d.). AGIP, ki je bila prej 50 % delničar Medjimurske petrolejske d. d. MANAT in MART, sta delali v novih razmerah pod skupnim imenom ONART (Olasz-Német Ásványolajipar R. T.; Italijansko-nemška petrolejska d. d.).

MANAT je vrtal vzhodno od Lendave v Dolini šest vrtin, 1200 do 1700 m globoko. Pozitivne so bile le tri. Na globini okoli 1260 m so v prvi vrtini zadeli na peščeni horizont, v katerem je bil plin pod pritiskom 120 atm. V drugi in tretji vrtini so v nižjih horizontih našli tudi nafto. Tako so odkrili naftno ležišče v Dolini, ki danes daje samo še plin. Prvotno so ta plin uporabljali tudi za liftiranje, sedaj pa le še za pogon parnih vrtalnih garnitur ter za ogrevanje mesta Lendave, naselja Podjetja za proizvodnjo nafte in vasi Doline.

V Petišovcih je od 29. januarja do 7. avgusta 1943 ONART izvrtal 1749 m globoko vrtino.

Že med vrtanjem so ugotovili, da so zadeli na naftonosne horizonte. Nafto niso opazili v sami izplaki, pač pa v drobcih kamenine, ki jo je izplaka nosila iz vrtine. Takoj po prvih sledovih nafte so vrtali na jedro.

Po končanem vrtanju so posneli elektrokarotažni diagram, ki se nam ni ohranil.

Najprej so nastreljevali sloj od globine 1726 do 1734 m. Ker je bilo razmerje med vodo in nafto neugodno, so sloj zacementirali. Nato so poizkusili v globini 1698 do 1704 m. Ta sloj je dal v 11 dneh 34,5 m<sup>3</sup> nafte in 45,4 m<sup>3</sup> vode. Zato so ga zacementirali. Končno so nastrelili še interval od 1668 do 1673 m. Iz tega sloja so dobili dnevno 10 m<sup>3</sup> nafte in 2,5 m<sup>3</sup> vode. Ponovno so odprli sloj od 1698—1703 m. Oba sloja skupaj sta dajala v oktobru 1943 dnevno 10 ton nafte in 2 toni vode. Produkcija je sedaj potekala z globinsko črpalko; vrtina je še danes v proizvodnji.

Poleg prve petišovske vrtine so vrtali med okupacijo še drugo in tretjo in pa vrtino Lendvarét, vzhodno od Petišovcev. Druga petišovska vrtina je globoka 2271,1 m in sega skozi sarmat v torton. Ostrakodni laporji, ki predstavljajo v Prekmurju in Medjimurju talnino panona, segajo do globine 1758 m. Od tu dalje predpostavljamo sarmat. Kot možno mejo panon—sarmat jemljejo tudi globino 1780 m. Pod panonom ni bil najden do globine 2110,6 m noben fosil. Šele na tej globini so našli odtis nesimetrične školjke z močnimi rebri. Drugo školjko so našli na globini 2245 m. Pri 2216 m so našli peščenjak s sledovi nafte. Sicer pa je vrtina v spodnjem panonu pozitivna in je še danes v produkciji. Elektrokarotažni diagram se nam je ohranil le od vrtine Lendvarét 1, pa še ta je posnet le do globine 1300 m. Dva sloja so perforirali, dala sta le vodo.

MANAT je vrtal tudi pri M. Soboti dve vrtini; podatke sem dobil v poročilu L. Körössy. Prva je bila locirana v Črnelavcih, 1,7 km

zahodno od M. Sobote ob cesti proti Radgoni. Zahodno od Radgone prihajajo na površino tortonske plasti, pri Radgoni na avstrijsko-jugoslovanski meji sarmat in pri M. Soboti pliocen. Pri M. Soboti so vrtali zaradi gravimetričnega maksima. Seizmične meritve leta 1942 so potrdile gravimetrična merjenja.

Murska Sobota-1 (Črnelavci) so vrtali z garnituro Wiag 38 od 7. decembra 1942 do 11. marca 1943.

Zacevitev:

18 <sup>5</sup>/<sub>8</sub>" 21,5 m

13 <sup>5</sup>/<sub>8</sub>" 259,9 m

Geološki profil:

0,00— 18,00 m aluvij in diluvij

18,00—ca. 678,00 m zg. panon

ca. 678,00— 791,00 m spodnji panon

791,00— 791,90 m gnajs

Na sledove nafte in plina niso zadeli. Spodnji panon je na skrajnjem zahodnem obrobju panonskega bazena še slabo razvit.

Vzhodno od Murske Sobote so na podlagi seizmičnih raziskovanj pričakovali osnovno gorstvo šele na globini 1400 m. Zato so vrtali še eno vrtino — Murska Sobota-2 (prvotno Bogojina), vzhodno od Murske Sobote, in sicer 20 m južno od prvega cestnega ovinka pri Rakičanskem gradu. Vrtali so z vrtalno garnituro Dea 38 od 6. julija 1943 do 8. septembra 1943.

Geološki profil:

0,00— 18,00 m aluvij in diluvij

18,00—ca. 988,00 m zg. panon

ca. 988,00— 1183,00 m sp. panon

1183,00— 1184,60 m temeljno gorovje

Tudi tukaj sp. panon ni dovolj razvit. Sledov nafte in plina ni bilo.

Končno je raziskovalno podjetje MANAT vrtalo v Murskem gozdu med Peklenico in jugoslovansko-madžarsko mejo, zahodno od majhnega naftnega polja pri Lendva Ujfalu.

Murski gozd-1 leži 1,7 km jugozahodno od vrtine Lendva Ujfalu-1. Na sledove nafte so naleteli med 543—547 m. Končna globina nam ni znana; verjetno ni preseгла 700 m. Poskusi eksploatacije so bili brezuspešni.

Murski gozd-2 je bila vrtana 860 m jugovzhodno od vrtine Murski gozd-1. Vrtali so jo z vrtalno garnituro Dea šte. 14 od 15. marca do 22. aprila 1943.

3. tabela

## PREGLEDNICA JUGOPETROLOVIH VRTIN V PEKLENICI, VRTANIH V LETIH 1940—41

Vrtina	Dno vrtine	Globina pekleniškega naftnega horizonta	Produktivnost	Opomba
JPF- 1	70,5 m	70 m	v vodi	locirana za razjasnitev razmer na južnem robu
JPF- 2	97,9 m	97 m	v vodi	isto
JPF- 4	73,8 m	67—70 m	v vodi	na severnem robu
JPF- 5	62,4 m	62 m	zač. produkcija 300 kg/dan	na zahodnem robu
JPF- 6	56,8 m	56,8 m	zač. produkcija 250 kg/dan	isto
JPF- 7	325,1 m	82—87 m		
JPF- 8	58,8 m	56,7 m	v vodi	
JPF- 9	50,0 m	44—55 m	zač. prod. 100—200 kg/dan	isto
JPF-10	60,0 m		isto	isto
JPF-11	41,2 m		isto	isto
JPF-12	45,4 m		isto	isto
JPF-13	51,0 m		negativna	tehnično ponesrečena
JPF-13a	50,0 m		zač. prod. 100—200 kg/dan	na zahodnem robu
JPF-14	85,9 m		v vodi	

4. tabela

## PREGLEDNICA JUGOPETROLOVIH VRTIN V SELNICI

Vrtina	Lokacija	II. selniški horizont	Dno vrtine	Produkcija
S- 1	60 m W od JPF-3	173,5—178,8 m	183,85 m	zač. 1500—2000 kg/dan, po 14 dneh 300 kg
S- 2	60 m N od JPF-3	199,4—205,0 m	205,70 m	2. III. 1941 prišla v produkcijo in dala 2000 do 4000 kg/dan, pozneje pa 1000 kg/dan
S- 3	60 m E od JPF-2	193,5—200,0 m	205,00 m	zač. produkcija 100 kg dnevno, nato 50 kg/dan
S- 4	60 m N od S-2	214,5—220,1 m	220,10 m	
S- 5	80 m N od JPF-3	189,5—193,0 m	197,20 m	zač. produkcija 5000—7000 kg/dan
S- 6	SE od delavnic		144,70 m	zajemanje iz sp. horizonta je dalo 200 kg nafte s 160 l vode na dan
S- 7	60 m W od S-5	179—184,1 m	190,00 m	zač. produkcija 2000 kg/dan
S- 8	SE od S-7	195—198 lapornat	203,00 m	zač. produkcija le 100 kg/dan
S- 9	E od S-7	196—199 v rob. vodi	204,50 m	negativna
S-10		173—175 lapornat	228,70 m	suha
S-11		177,5—180 m lapornat	186,00 m	suha
S-12	SW od starega Sing. polja in S-6	100—125 m	159,90 m	2000—3000 kg/dan
S-13	isto	lapornat	140,50 m	suha
S-14	60 m W od S-2	201—206 m	215,00 m	voda
S-15		lapornat	163,00 m	

S-16		138—142 m	145,00 m	600—800 kg
S-17			155,50 m	začetna produkcija 7 ton
S-18	300 m E od S-10		188,00 m	pozitivna vrtina
S-19			151,80 m	pozitivna vrtina
S-20			158,00 m	pozitivna vrtina
S-21		180—181 m zelo lapor- nat z mnogo vode	354,00 m	poskus zajemanja je dal 180 kg nafte in mnogo vode
S-22	60 m N od S-6	248—254 m	153,00 m	plin, sledovi nafte
S-23	S del naftnega polja Selnice	lapornat	153,60 m	suha vrtina
S-24		143—144	155,50 m	pozitivna vrtina
S-25	centralni del	144—147 zelo lapornat	154,00 m	200—300 kg/dan
S-26			156,60 m	
JFP-3			187,70 m	

Od 25 vrtin jih je bilo 16 pozitivnih; 6 jih je bilo vrtanih skozi lapor in zato suhih, 3 pa v robni vodi. Ugotovili so, da selniški horizont ni enoten, marveč deloma lečasto razvit. Ponekod se izklini v lapor-natem razvoju. Tudi prelomi so možni. Tako poteka med vrtinami S-24 in S-17 oziroma S-15 in S-12 prelom.

Zacevitev:

18  $\frac{5}{8}$ " —21,00 m

11  $\frac{3}{4}$ "—151,20 m

Geološki profil:

0,00— 1,20 m aluvij

1,20— 24,00 m diluvij

24,00—325,60 m zg. panon

Na globini 483—486,90 m so zadeli na sledove nafte.

Po osvoboditvi je prešla nafta 21. decembra 1945 z odločbo okrožnega sodišča v Zagrebu št. KZ-653/45 iz privatnega sektorja Medjimurske petrolejske d. d. v državno posest. Do 8. aprila 1947 je s podjetjem upravljal Kombinat za nafto in plin iz Zagreba, ko je bilo podjetje podrejeno z odločbo vlade FLRJ št. 3907/47 Generalni direkciji za nafto in plin v Beogradu. 24. septembra 1950 je pričel podjetje upravljati delavski svet. V pristojnost republike Slovenije je prešlo podjetje 1. aprila 1951 z odredbo vlade FLRJ št. 282 z dne 31. marca 1951.

10. januarja 1946 so pričeli vrtati vrtino Pt-4 (Petišovci-4), s tem so obnovili delo pri odkrivanju in razširitvi tega naftnega polja. Vrtali so z garnituro Trauzl, ki so jo pripeljali iz Kreke. Do konca leta 1952 so izvrtali 81 vrtin. Sedaj pa je v območju Petišovcev že nad 100 vrtin.

Kombinat za nafto in plin pa ni le obnovil del na petišovskem polju, ampak je hotel ponovno preiskati celotno ormoško-selniško antiklinalo. Ta dela sta vodila geologa Ožegović in Rubinić, ki sta prva sistematično obdelovala geološke razmere v Petišovcih in s tem opravila podobno nalogo kot Moos v Selnici in Peklenici.

V arhivu geološkega oddelka v Lendavi sem našel zapiske o 14 raziskovalnih plitvih vrtinah z oznako »K«, ki so jih vrtali v letih 1945 in 1946 na temenu ali blizu temena ormoško-selniške antiklinale (1. sl.).

Pri opisu jeder so navedeni tudi fosilni ostanki, ki so bili v njih, in vse druge posebnosti. V produkcijo jih je prešlo le nekaj okoli Selnice. S temi vrtinami so ugotovili, da so panonske plasti na temenu ormoško-selniške antiklinale že izčrpane. Sp. sarmat in tořton v zgornjih plasteh tudi ne kažeta pozitivnih rezultatov.

### Geološki profili nekaterih kombinatovih vrtin

(Po Ožegoviću in Rubiniću)

#### K-1

0,0— 18,0 m diluvij (ilovica in pesek)

18,0—177,7 m srednje plasti abichi (sivi, peščeni laporji z vložki peska, ki je imel šibek vonj po nafti; školjka; nagnjenost plasti 20°)

### K-8

- 0,0—263,0 m plasti abichi (sivi, peščeni laporji z vložki peska; nagnjenost plasti 4-17°)
- 263,0—381,0 m provalencienezijske plasti (siv, bituminozen, skrilav lapor; v spodnjem delu so v njem vložki peščenjaka; plasti so nagnjene 8—16°)
- 381,0— ? m sarmat (siv peščenjak)
- ? —400,0 m torton (siv peščenjak z ostanki litotamnij; *Pecten* sp., *Amphistegina hauerina* d'Orb.; plasti so nagnjene 20°)

### K-10

- 0,0—164,8 m plasti abichi (sivorjav, peščen lapor s *Paradacna abichi*; plasti so tektonsko zdrobljene)
- 164,8—243 m provalencienezijske plasti (svetlosivi, neplastoviti, malo peščeni, apneni laporji in siv, bituminozen, skrilav lapor; nagnjenost plasti 8—10°)
- 243,0—252,0 m sarmat (siv, apnen lapor z *Ervilia podolica*)
- 252,0—346,2 m torton (siv peščenjak z ostanki litotamnij, *Pecten* sp., *Amphistegina hauerina*, korale, nagnjenost plasti 6°; v spodnji polovici so sivi, malo peščeni, plastoviti laporji)

### K-13

- 0,0— 4,0 m diluvij (ilovica)
- 4,0— 24,0 m sp. panon (peščen lapor)
- 24,0—400,0 m II. mediteran (peščeni laporji, peščenjaki; nagnjenost plasti 8—10°)

### K-16

- 0,0— 21,0 m diluvij in aluvij (ilovica in prod)
- 21,0—110,0 m plasti rhomboidea (peščen lapor)
- 110,0—590,5 m plasti abichi (peščeni laporji z vonjem po nafti; nagnjenost plasti 16—25°)
- 590,5—631,3 m provalencienezijske plasti (glinasti in peščeni laporji; nagnjenost plasti 18°; navpični prelomi)

Obenem z vrtnanjem so pričeli tudi z regionalnimi in podrobnimi geofizikalnimi meritvami. Okolico Lendave, Selnice in Peklenice je izmeril z gravimetrom tipa Graf Zavod za geofizička ispitivanja iz Beograda pod vodstvom D. Prosenca. Delali so od avgusta do novembra leta 1946, od aprila do oktobra 1947 in od aprila do septembra 1949. Izdelali so regionalno karto v merilu 1:25.000 za ožje območje petišovskega naftnega polja pa še regionalno karto na podlagi detajlne izmere 1:10.000.

V letu 1951 so merili v zahodnem delu Slovenskih gor; geofizikalna skupina ljubljanskega Geološkega zavoda pod vodstvom F. Mikliča je izmerila s torzijsko tehtnico Apaško kotlino in izdelala karto v merilu 1:25.000. Gorice južno od Apač pa je merila skupina Zavoda za geofizička ispitivanja v Beogradu pod vodstvom T. Kitanovića z gravimetrom »Worden 63« in »Graf 53« ter izdelala karto v istem merilu.

Tam je istočasno geološko kartirala skupina ljubljanskega Geološkega zavoda pod vodstvom docenta C. Šlebingerja.

V letu 1952 je Geofizikalni zavod iz Zagreba z gravimetrom izmeril Dolgoveške gorice in Murski gozd, s torzijsko tehtnico pa ozemlje med cesto Lendava—Mursko Središče ter kraji Kot, Kapca, Hotiza in Dolgoveške gorice. Jeseni leta 1952 in spomladi leta 1953 je isti zavod izdelal seizmični profil od Kota čez Gaberje, Zg. Lakoš, Lendavo in Gorice. Geološki zavod v Ljubljani je v letu 1953 izmeril z gravimetrom Worden najprej okolico Lakoša, nato pa še ravninski del zahodno od polja Petišovci in Murski gozd.

Na podlagi teh meritev je Proizvodnja nafte pričela v letu 1953 s ponovnim raziskovalnim vrtanjem na severnem krilu ormoško-selniške antiklinale in sicer 325 m vzhodno od ceste Čakovec—M. Središče in 400 m od vrtine Sitnica-1. Nova vrtina ima naziv Sitnica-2. 12. aprila 1954 so dosegli globino 1937 m. Vrtajo pa še dalje.

Geološki profil do globine 1662 m, napravljen na podlagi mikro-paleontoloških raziskav, ki jih je izvršila Rijavec Julija na ljubljanskem Geološkem zavodu, je sledeč:

0,00— 962,50 m panon  
962,50—1088,80 m sarmat  
1088,80—1662,00 m torton

Na globini 270—276 m je bil najden še fosil *Congerina rhomboidea*, na globini 335 m pa *Paradacna abichi*. Ker se »bela foraminifera«, značilna za horizont abichi, pojavlja že na globini 276 m, bomo mejo med rhomboidea in abichi plastmi postavili prav na to globino. Celoten geološki profil se torej glasi:

0,00— 276,00 m plasti rhomboidea  
276,00— 962,50 m plasti abichi  
962,50—1088,80 m sarmat  
1088,80—1662,00 m torton

Tortonske plasti so v spodnjem delu nagnjene celo 60°.

Elektrokarotazni diagram se da vzporejati z diagramom vrtine Sitnica-1. Ugotovimo lahko dobro razvito pečeno serijo s sledovi plina in nafte v sp. panonu od globine 700—885 m in v sarmatu od 955—1072 m (eventualno do 1110 m) z neznatnimi sledovi nafte v jedrih. Torton je slabše razvit, vendar so pokazala jedra na nekaterih intervalih sledove nafte, posebno jasno na globini 1257—1280 m, kjer so se svetila v ultravijolični svetlobi z močno fluorescenčno svetlobo. Slabše znake nafte



so opazili v jedrih še od 1280—1295 m. EK-diagram kaže v intervalu 1257—1280 m upore do 30  $\Omega$ /m in precejšnje poroznosti. Dno vrtine je v globini 2160,8 m v tortonu. V globini okrog 2000 m je bil že med vrtanjem plinski pritisk okrog 350-atm.

Predhodnice vrtin, ki naj bi raziskale skrajni vzhodni podaljšek ormoško-selniške antiklinale, so bile vrtine Križovec-1 in Križovec-2, ki ju je vrtal jugosl. monopol, Mg-1 in Mg-2, ki ju je vrtal MANAT in vrtina Pince-1, ki jo je vrtalo lendavsko naftno podjetje po vojni. Vse so bile negativne, vendar iz raznih razlogov. Vrtini monopola sta bili tehnično ponesrečeni, MANAT-ovi vrtini sta bili vrtani preplitvo, vrtina Pince-1 pa je bila postavljena prenizko na severno krilo antiklinale.

V Murskem gozdu so locirali v letu 1953 Mg-3 in Mg-4. Vrtina Mg-3 je bila postavljena v gravimetrični minimum, ker v času lokacije še niso poznali interpretacij najnovejših geofizikalnih meritev.

Iz opisa jeder razvidimo, da sega mlajši pliocen, v katerem dobimo tudi plasti lignita in mnogo rastlinskih ostankov, do globine ca. 480 m. Za horizont rhomboidea, ki ga pričakujemo pod 480 m, nimamo nobenih vodilnih fosilnih ostankov. Od globine 1006 m dalje se pojavlja zelo pogosto *Paradacna abichi*. Zadnjikrat jo dobimo na globini 1155 m, globlje makrofosili niso zabeleženi. Pri mikropaleontološki raziskavi je Rijavčeva ugotovila »bele foraminifere«, značilne za horizont abichi še na globini 1161,20 m. Žal niso bila od tod dalje poslana jedra v raziskavo. Končna globina vrtine je 1755,10 m, verjetno v panonu. Sledovi plina so bili na globini 950—956 m, 1252,50—1258,50 in 1544,40 m. EK-diagram kaže veliko večje upore in poroznosti na teh intervalih oziroma nad njimi, vendar premajhne, da bi se izplačalo sloj preiskati. Neznatne sledove nafte so opazili na mnogih mestih. Pomembnejša sled je edino na globini 1643,10—1649,10 m, kjer so jedra fluorescirala v ultravijolični svetlobi zlatorumeno, z vseh drugih mest pa samo z neznačilno vijolično barvo. Geološki profil vrtine:

0,00—480,00 m horizont Unio Wetzleri  
480,00—1006,00 m plasti rhomboidea  
1006,00—1755,10 m plasti abichi

Med tem so pričeli vrtati vrtino Mg-4, ki daje iz globine okrog 1540 m asfaltno pekleniško nafto.

Geofizikalna skupina ljubljanskega Geološkega zavoda je od maja do avgusta 1953 z gravimetrom Worden podrobno izmerila bogojinsko antiklinalo in izdelala gravimetrično karto v merilu 1:10.000. Teren so izmerili tudi magnetometrično. Nato so locirali vrtino Fi-1 severno od vasi Filovci. Vrtati so jo pričeli 24. marca 1954. V juliju 1954 so bili na globini 1631,6 m. Vrtino bodo vrtali do temeljnega gorovja. Na podlagi mikropaleontoloških raziskav je K. Zajc ugotovila naslednji geološki profil do globine 1157,40 m:

0—636,00 m paludin?  
636—1159,40 m zg. in sr. panon

Zgornji in srednji panon je ugotovljen na podlagi ostrakodov, ki po Fahrionu pripadajo formi D.

Raziskovalna dejavnost Proizvodnje nafte pa se je nadaljevala tudi na Kogu. Da bi kontrolirali podatke Kog-1, so še pred nadaljevanjem te vrtine pričeli vrtati Kog-2, ki so jo locirali 1200 m NW od vrtine Kog-1 pri križišču cest, od katerih ena vodi iz Dravskega Središča v Ljutomer, druga pa pride iz Ormoža preko Sv. Miklavža.

Vrtati so pričeli 27. oktobra 1950, končali pa 9. maja 1951. Končna globina je 621,20 m. Vrtino so zacevili do globine 87,12 m s kolono premera 8 5/8". Ta kolona je zacementirana do vrha. Do globine 618,80 m je zacevljena s kolono premera 4 1/2". Ta kolona je zacementirana do 400 m.

Geološko poročilo o vrtini omenja, da je bilo vzeto jedro le štirikrat

240,00—245,40 m drobnozrnat, trd, lapornat peščenjak  
245,40—247,80 m isto  
247,80—248,50 m siv, lapornat peščenjak  
248,50—248,80 m isto

Elektrokarotažni diagram ne kaže nič izrazitega.

Vrtino so nastrelili od 605—685 m in so dobili slano vodo (saliniteta 20 g NaCl/l) ter od 465—473 m in so dobili 8260 l sladke vode. Kolono s premerom 4 1/2" so torpedirali na globini 310 m in jo izvlekli. V vrtino so položili dva cementna čepa, in sicer na globini 300—320 m in 8 m pod površino.

Kog-3 so locirali med vrtino Kog-1 in Kog-2, in sicer na najvišjem delu strukture, ki jo kažejo geofizikalna merjenja. Vrtati so pričeli 21. avgusta 1951, končali so 27. oktobra 1951 na globini 624 m. Zacevili so do 64 m s kolono premera 8 5/8". Ta kolona ni bila zacementirana.

Pregledal sem jedra, ki so jih dobili iz vrtine. Prevladuje rjavosiv lapor, ki je ponekod nekoliko peščen. Drobnozrnate kremenove peščenjake, ki so se menjavali z lapornatimi peščenjaki in laporji, sem našel le v intervalih 350—360 m in 378—382 m. Peščenjaki so imeli vonj po nafti. Od 480 m dalje se še pojavljajo svetlosivi in temneje sivi, zelo porozni kremenovi peščenjaki, vendar brez sledov in vonja po nafti. Makrofavna je bila slabo ohranjena. Mikrofavno je določila J. Rijavec na Geološkem zavodu v Ljubljani.

Mikrofavna do globine 320 m je značilna za srednji torton, od te globine dalje pa za starejši torton.

Za spodnji tortonski horizont je značilna *Robulus cultratus* Montf.

Elektrokarotažni diagram ni pokazal nobenih večjih uporov in lastnih potencialov, zato so vrtino proglasili za negativno.

Vrtino Kog-4 so locirali na južnem krilu antiklinale, vendar je še niso vrtali.

Vrtino Kog-5 so locirali na severni rob sarmata, ki vpada proti severu. Z njo bi morali prevrtati torej celoten sarmat, predno bi prišli

v torton. Vrtina stoji okoli 100 m severno od strukturne vrtine CF-15, v kateri so bile majhne naftne erupcije. Kog-5 so pričeli vrtati dne 7. maja 1952. Vrtali so na jedro do globine 1200 m. Nato so kremenov konglomerat prebijali z dletom, sicer pa so naprej vrtali na jedro. Med vrtanjem se je na globini okoli 700 m zlomilo vrtalno drogovje. Pri reševanju so včrpali v vrtino nafto. To okolnost omenjam zato, ker so se pozneje kazali v debeložrnatih kremenovih peščenjakih sledovi nafte. Ni izključeno, da izvirajo od te včrpane nafte, posebno še zato, ker so se jedra svetila v ultravijolični svetlobi z močno fluorescenčno svetlobo na obodu, v sredini pa mnogo manj. Vendar moramo upoštevati, da so izplako po instrumentaciji zamenjali in da je bilo takrat izvrtano šele 700 m. Sledovi nafte pa so se kazali 300 m niže. 29. marca 1954 se je drugič zlomilo vrtalno drogovje. Dosežena globina znaša 1977,80 m.

Od 950—1977,80 m se vrste debeložrnati kremenovi peščenjaki in drobnozrnati, zelo trdi kremenovi konglomerati s trdimi lapornatimi peščenjaki in peščenimi laporji. Sledovi nafte so se prvič pojavili v rumenem kremenovem pesku na globini 160—165 m. Nadaljnji sledovi nafte v vložkih debeložrnatih kremenovih peščenjakov v intervalih

1043,40—1049,80 m, 1120,50—1155,60 m, 1180,00—1187,00 m,  
1223,90—1225,90 m, 1274,70—1280,10 m, 1321,40—1327,50 m,  
1339,60—1342,00 m, 1358,80—1364,30 m, 1377,40—1390,30 m

so zaradi prejšnje instrumentacije nekoliko problematični.

Na podlagi podrobnih mikropaleontoloških preiskav, ki jih je napravila Rijavčeva, smo postavili končno stratigrafsko mejo med sarmatom in tortonom na vrtini Kog-5. Nekatere oblike kažejo na spodnji sarmat, n. pr. *Cibicides lobatulus*, ki pa je značilen tudi za zg. torton. Po drugi strani ni do globine 198,80 m značilnih tortonских mikrofosilov. Zato predpostavljamo sarmat.

V globini 198,80 m se javljajo poleg *Cibicides lobatulus* še *Elphidium crispum*, *Uvigerina* sp., *Asterigerina* sp., *Globigerina* sp., in *Amphistegina* sp., ki kažejo že na torton.

Zgornji torton, za katerega sta značilna *Cibicides lobatulus* in *Bolivina dilatata*, sega nedvomno do globine 271,00 m, kjer je *Cibicides lobatulus* še pogosten. Pozneje se javlja le v posameznih primerkih, kar ni več zadostno za stratifikacijo. Za srednji in spodnji torton nimamo značilnih oblik. Le po odsotnosti številnih vrst *Cibicides lobatulus* in *Bolivina dilatata* sklepamo, da nimamo več opravka z zgornjim tortonom.

#### Geološki profil:

0,00— 198,80 m sarmat  
198,80— 217,00 m zg. torton  
217,00—1692,00 m sr. in sp. torton

Rezultatov od 1692 m do dna še nimamo.

Vrtino Kog-6 so locirali na severnem krilu antiklinale v spodnjem panonu. Stoji na vrhu klanca pri odcepu ceste na Kog od ceste Mursko Središče—Ljutomer. Vrtati so jo pričeli 24. februarja 1952 in končali 3. avgusta 1952 na globini 625,20 m.

Vrtina je bila v celoti vrtana na jedro, vendar je bilo mnogo jedra izgubljenega. Do 320 m smo našli le ostrakode in en primerek *Limnocardium* sp. med 112—115 m. To zgornjo serijo štejemo v panon. Niže smo našli foraminifere, značilne za najzgornejši torton ali eventualno sarmat.

Peščeno serijo od 440 m dalje in vse naslednje plasti do dna smo prišteli v torton.

Plasti so nagnjene od 20° do 55°. Posebno močna kotna diskordanca se kaže nekje pri 450 m, torej na meji sarmat-torton. Peščenjaki so le ponekod imeli zelo šibak vonj po nafti.

Geološki profil vrtine:

0,00—323,00 m sp. panon  
323,00—440,00 m sarmat  
440,00—(dna) 623 m torton

Pozitivnih rezultatov ni bilo. V vrtini so perforirali in preiskali vse peščene horizonte od dna do globine 250 m. V vseh primerih je pritekla samo slana voda.

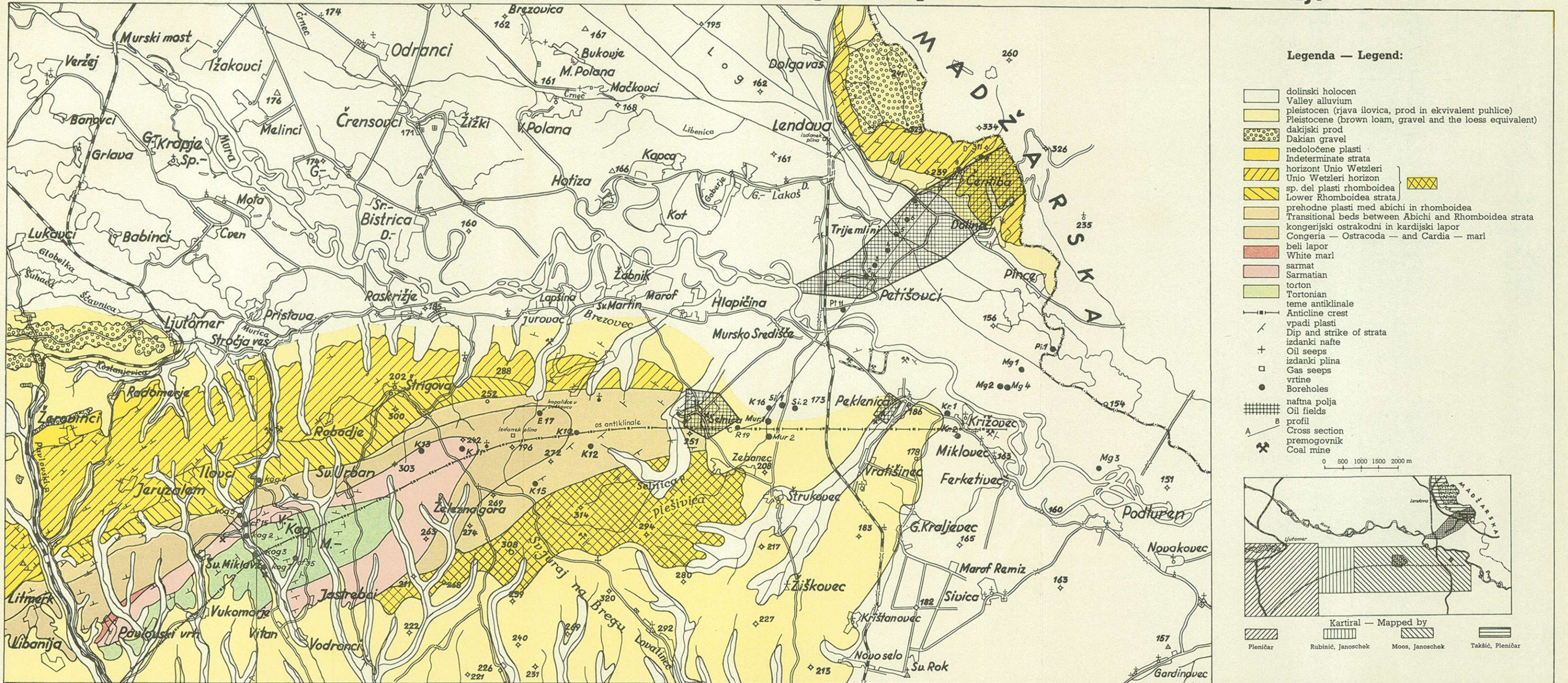
Julija in avgusta leta 1951 je skupina Geološkega zavoda iz Ljubljane kartirala območje Koga. Splošne ugotovitve so bile v glavnem iste, kot jih je nakazal Winkler in za njim Janoschek. Šlo nam je za stratigrafske meje in primerjavo geoloških razmer v Lendavi in Selnici z geološkimi razmerami na Kogu. Torton smo ugotovili z makro in mikrofosili. Raziskave so pokazale, da gre pri Ormožu za spodnji del torton, kjer se pač ta pokaže izpod pleistocenske odeje, na Kogu pa za zgornji del torton. To bi bil tudi eden izmed dokazov, da se os antiklinale dviga proti zahodu oziroma jugozahodu. Starost raznih tortonskih horizontov je bila določena na podlagi mikropaleontološke preiskave. Sarmat je verjeten. Na terenu nismo našli nič točnejših podatkov, kot so navedeni v vrtinah. Zelo problematičen pa je panon. Favna, ki smo jo našli, se ne da primerjati z nobeno favno sosednjih območij.

Pri pliocenskih sedimentih na Kogu gre za poseben obrežni facies, ki je le v prav kratkih razdobjih kazal znake globljega morja. Zaradi stalne oscilacije morske gladine in zaradi vplivov s kopnega (reke), se je razvijala posebna favna. Posamezne horizonte težko primerjamo z ostalimi območji panonskega bazena. Razlike se kažejo že med Kogom in Selnico. V geološkem delu bomo to vprašanje podrobneje obravnavali.

Junija in julija 1954 je geofizikalna skupina Geološkega zavoda v Ljubljani gravimetrično in magnetometrično izmerila ozemlje med Sv. Trojico in Radgono. Na tem ozemlju bo pričelo podjetje Proizvodnja nafte v Lendavi z raziskovalnim vrtanjem.



# Geološka karta obmurskih naftnih ležišč - Geological Map of the Oil Fields in the Obmurje





# GEOLOŠKA SLIKA

## Tektonika

Na pregledni geofizikalni karti vzhodnega dela Slovenskih goric, Medjimurja in južnega Prekmurja najprej opazimo veliko antiklinalo, ki sega od Ormoža čez Kog, Selnico in Peklenico na Madžarsko. Imenovali smo jo ormoško-selniška antiklinala. Že Moos (1939, p. 2) je pisal, da se antiklinala odcepi od najsevernejše proge Posavskih gub, to je od proge, ki jo predstavljajo Konjiška gora, Plešivec, Rogaška gora, Macelj in Ravna gora. Obenem je antiklinalo imel za južni rob Graškega zaliva. Moosove trditve se ne skladajo z Dienerjevimi (1903), po katerih je smer Konjiška gora—Ravna gora nadaljevanje južnega krila Karavank.

Ostale antiklinalne strukture, ki jih vidimo na priloženi geofizikalni karti (4. sl.), so med Radgono in Dobrovnikom; imenujemo jih po vrsti radgonska, soboška in bogojinska antiklinala. Radgonska antiklinala prehaja proti jugozahodu v cmureško antiklinalo, ki je na priloženi geofizikalni karti ne vidimo več. Ker ni bilo še celotno Prekmurje podrobno geološko in geofizikalno raziskano, ne vemo, ali gre res za tri samostojne antiklinale ali pa za vrsto stopenj ali grud, razdeljenih s prelomi. Za vse te strukture je značilna smer jugozahod—severovzhod. Ta antiklinalni sistem je delno še podaljšek Centralnih Alp. Njegov severovzhodni del predstavlja panonsko udorino. Razlika v podlagi antiklinalnih sistemov se kaže po tem, da so sestavni deli plina v ormoško-selniški antiklinali s triadno podlago ogljikovodiki, dočim v soboško radgonskem sistemu s kristalinsko podlago ogljikov dvokis. Ker pripadajo severne strukture še nedvomno Centralnim Alpam, južne pa še Južnoapneniškim Alpam (ormoško-selniška antiklinala), sklepamo, da so podlaga prvih kristalasti skrilavci, drugih pa triadni apnenci.

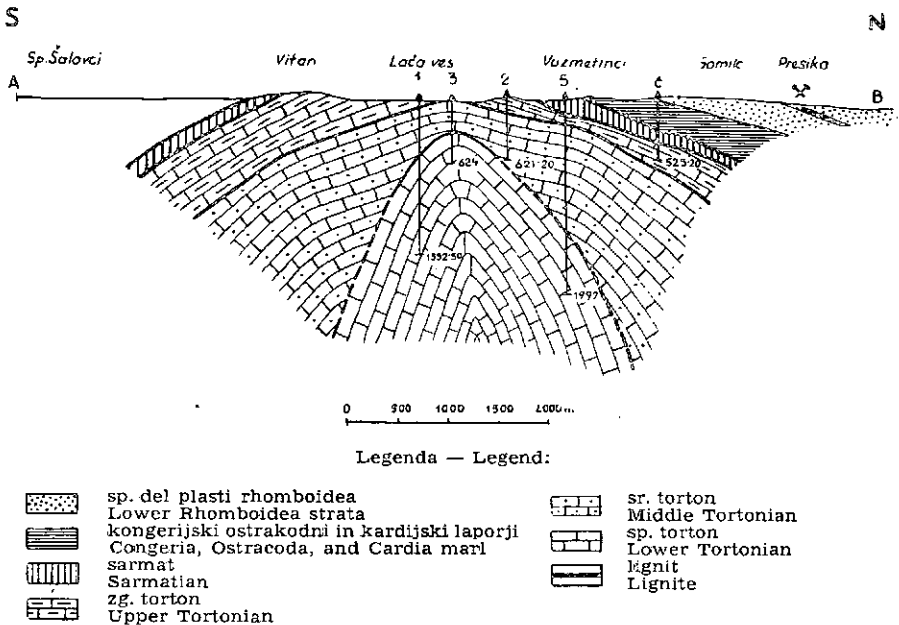
Prekmurje leži v južnem delu Štajerskega bazena ali v Graškem zalivu. Tektoniko Štajerskega bazena je razlagal že Winkler (1951). Svoja izvajanja je omejil na njegov severni del. Vendar bi po nekaterih analogijah, ki vladajo v Prekmurju, sklepali, da se je tudi tukaj gubala mlada terciarna odeja v pliocenu. Najnovejša geofizikalna raziskovanja kažejo, da ima temeljno gorovje pod terciarno odejo neke vzbokline. Te vzbokline si razlagamo na dva načina. Po prvi razlagi so to erozijske oblike, po drugi pa predstavljajo tektonske grude.

Vrtini, ki so ju vrtali med vojno pri Murski Soboti kažeta, da je temeljno gorovje tam razmeroma blizu površine. Pri Črnelavcih so zadeli nanj v globini 791,9 m, pri Rakičanu v globini 1184,6 m. Še več pa nam bo povedala o geološki zgradbi Prekmurja vrtina v Filovcih, ki jo vrtajo na vzhodnem delu »bogojinske antiklinale«.

Za boljše razumevanje geološke zgradbe navajam še Vajkove podatke o geoloških razmerah v zahodni Madžarski, posebno v bazenu Lenti-Őrszentpéter. Podlago tvori kristalinično temeljno gorovje, ki se pokaže na površini vzdolž madžarsko-avstrijske meje. Ob prelomih, ki potekajo v smeri NE—SW in pravokotno na to smer, so premaknjeni

bloki kristalinika. Ker meji bogojinska antiklinala neposredno na ta bazen, je verjetno, da so geološke razmere tam enake kot na Madžarskem. Bogojinska antiklinala bi tudi po tej primerjavi bila kristalinična gruda, ki jo prekrivajo pliocenske plasti.

Od Budafapuszte proti Blatnemu jezeru se dviga os antiklinale. Pri Blatnem jezeru zavije iz prvotne smeri E—W v smer NE—SW, ki je vzporedna jezeru. Tam prehaja v strukturni nos, ki pada proti SW in ga razlagajo kot mezozojsko grudo sistema Bakonya. Vrtina na tem nosu



6. sl. — Fig. 6

Profil antiklinale Kog na podlagi vrtin

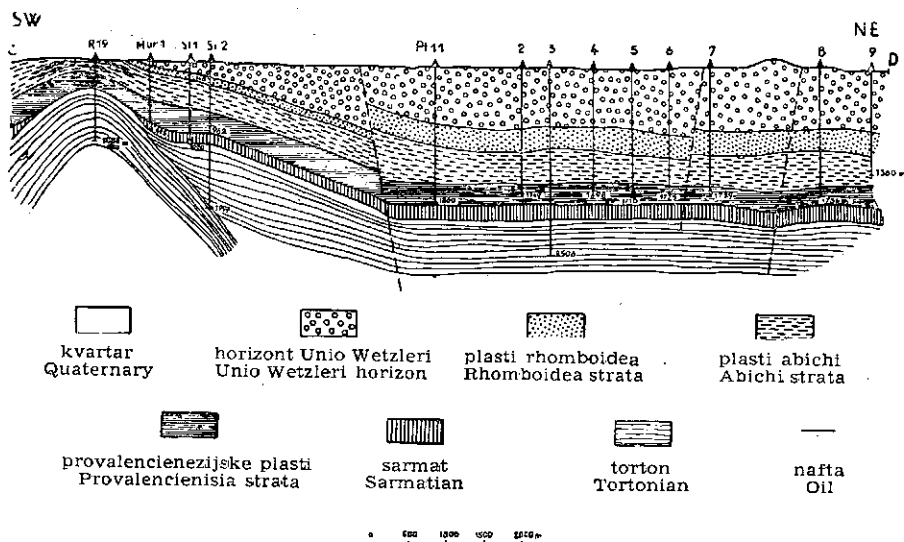
Section across the Kog anticline on the basis of the boreholes data

pri mestu Ujudvar je dosegla globino 2200 m in je še vedno ostala v zgornjem miocenu. Tako niso po podatkih, ki jih imam na razpolago, doslej nikjer prišli do mezozojske podlage na vsej antiklinali Ormož-Selnica-Budafapuszta-Lispe. Os antiklinale na naši strani pada proti vzhodu. Najnižjo lego ima nekje med Lendva Ujfalu in Lispe, od koder se dviga v smeri proti vzhodu in zahodu. Na vzhodu preide v gorovje Bakonya, na zahodu v Haloze.

Če gledamo pod temi novimi vidiki na našo ormoško-selniško antiklinalo, vidimo, da so naftna polja Selnica, Peklenica, Petišovci, Lovaszi, Lendva Ujfalu in Lispe vsa enakega geološkega tipa, nekake podolgovate

dome na glavni antiklinali. Petišovci so celo v sinklinalnem območju med vzporednima grebenoma Selnica-Peklenica in Lovaszi (7. sl.).

Petrografska in facialna podobnost kamenin petišovskega in dolinskega naftnega polja, ki je zahodni del strukture Lovaszi, potrjuje domnevo o enakem nastanku teh polj. Podobnosti med petišovskim in selniškim poljem pa bomo še posebej obravnavali v stratigrafskem delu. Posamezna naftna polja so ločena med seboj s prelomi in s conami, kjer postajajo peščeni horizonti bolj lapornati ali pa se propustnost peščenih sedimentov bistveno spreminja. Propustnost kamenine je za razporeditev nafte in vode v posameznih strukturah Panonskega bazena mnogo odločilnejši faktor kot oblika struktur. To se je posebej pokazalo še v naših pliocenskih strukturah, kjer padajo plasti zelo položno.



7. sl. — Fig. 7

Profil Selnica — Petišovci — Dolina  
Selnica — Petišovci — Dolina — section

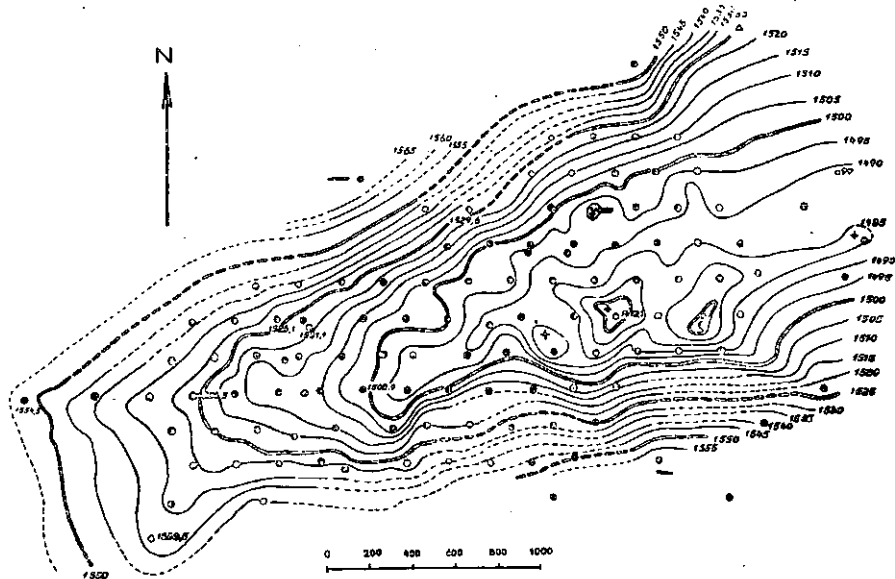
Ormoško-selniška antiklinalna zgradba prehaja na severu v ljutomersko, na jugu pa v čakovsko sinklinalo.

Izredno strmo padajoče, starejše tortonske plasti v vrtnah Kog-5 in Sitnica-2 potrjujejo, da leži pod ormoško-selniško antiklinalo res nekaka gruda. Ker ležijo že mlajše tortonske plasti bolj položno, sklepamo, da se je gruda dvigala v starejšem tortonu (7. sl.). Ta ugotovitev se precej sklada z Winklerjevimi trditvami (1951), da tvorijo podlago panonskim gubam starejše gube, ki so nastale v predtortonu. Antiklinalne osi teh gub padajo proti vzhodu, kar se kaže zlasti v Slovenskih goricah. Njih vzhodni podaljšek predstavlja po Winklerju



antiklinala Bakonjskega gozda. Ozemlje med reko Zala in murskim območjem tvori po Winklerju vmesno zvezo. Winkler domneva, da se dajo v postumnih panonskih gubah madžarskih naftonosnih antiklinal Budafapuszta-Lispe ugotoviti spodaj ležeče miocenske gube, ki segajo sem iz južnih Alp in se proti vzhodu razcepijo.

Razlika je torej le v tem, da predvideva Winkler gube, po novjših dognanjih pa so verjetno tedaj nastopale grude. Čas nastajanja moramo tudi pomakniti v nekoliko mlajšo dobo: iz predtortona v starejši torton.



8. sl. — Fig. 8

Strukturalna karta petišovskega naftnega polja po krovlini drugega petišovskega sloja (provalencienezjske plasti) iz leta 1952

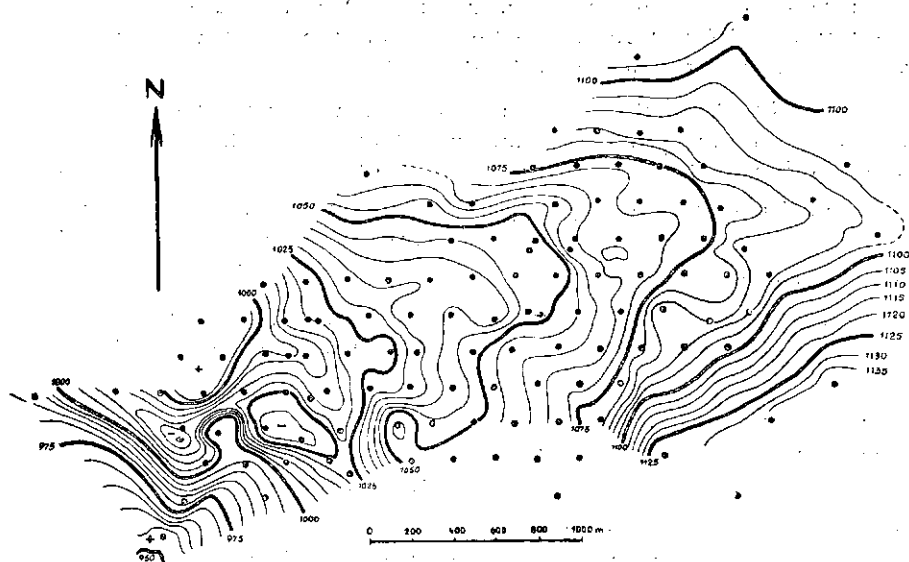
Structure map showing the hanging wall of the second Petišovci oil seam Provalencienezia strata, year 1952

Pozneje so sledila še pliocenska gubanja, ki so zajela Prekmurje in Slovenske gorice. Ta gubanja so se pričela po Winklerju (1951) v Štajerskem bazenu že v zgodnjem panonu in so bila zaključena v srednjem pliocenu. To potrjuje diskordanca v petišovskem naftnem polju, ugotovljena s pomočjo strukturalnih kart raznih horizontov (8. in 9. sl).

V vzhodnem delu Slovenskih goric, to je na Kogu, se kažejo sledovi zgornjepanonskega gubanja, na kar kaže skoraj horizontalna lega dakijjskega proda nad nagnjenimi plastmi horizonta Unio Wetzleri.

Vzhodno nadaljevanje ormoško-selniške antiklinala je antiklinala Budafapuszta-Lispe. Zanimiva je razlaga o tej antiklinali, ki jo navaja

Vajk (1952) v svoji razpravi o geofizikalnem raziskovanju v jugozahodni Madžarski. Nekateri sodijo, da je terciarna guba brez triadnega ali kristaliničnega jedra, ker terciarna gubanja v jugozahodu niso zajela mezozoika in starejših plasti. Drugo mnenje pa pravi, da je pod to antiklinalo triadna gruda po analogiji strukture Hahot zahodno od Blatnega jezera. Sicer pa predstavlja antiklinala Budafapuszta—Lispe magnetni minimum; zato sklepamo, da podlaga ni iz magmatskih kamnin, temveč iz triadnih sedimentov.



9. sl. — Fig. 9

Strukturna karta petišovskega naftnega polja po talnini plasti paka (abichi) iz leta 1952

Structure map showing the footwall of the Paka (Abichi) strata in the Petišovci oil field, year 1952

### Stratigrafija

**Torton.** Razne stratigrfske horizonte od zgornjega miocena do najmlajšega pliocena najlaže proučimo na ormoško-selniški antiklinali. Rekli smo že, da pada njena os proti vzhodu. Zato pričakujemo v smeri proti zahodu oziroma jugozahodu izdanke najstarejših plasti. Res smo našli v Ormožu blizu kopališča na Dravi in v grapah med železniško postajo in bolnišnico golice tortonskega laporja in litavskega konglomerata, ki se kažejo izpod pleistocenskih sedimentov. V tortonskih laporjih je našla Rijavčeva mikrofavno, značilno za spodnji torton.

To je očitno stopnja spodnjertortonskih litavskih apnencev in konglomeratov, ki ustreza Spielfeldskim laporjem (W i n k l e r 1951, p. 436, 442).

Torton, toda mlajši, se kaže na Humu, severovzhodno od Ormoža. Severozahodno pobočje tega griča je zgrajeno iz litavskih apnencev srednjertortonske starosti.

Na Kogu je torton preiskan površinsko in z vrtinami. V površinskih izdankih smo našli mikrofavno, značilno za zgornji torton, v vrtini Kog-3 pa za srednji in spodnji torton. Na plasti spodnjega tortonu smo zadeli v tej vrtini v globini 320 m. Kaže, da smo zadeli na iste plasti, ki se pokažejo na površini pri Ormožu. Smer Ormož—Kog-3 predstavlja os antiklinale (glej geološko karto). Os antiklinale pada torej proti severovzhodu pod kotom komaj 2—3°.

Vrtina Kog-3 je bila vrtana na jedro žal le v nekaterih intervalih. Stoji na temenu antiklinale v srednjem tortonu. Jedrovali so jo od 121 m naprej. Petrografski profil vrtine je naslednji:

- 121,00—124,50 m sivorjav lapor s foraminiferami in svetlosiv, sljudnat, tankoskrilav lapor z vlcčki litotamnij
- 124,50—250,00 m vrtano z dletom
- 250,00—255,30 m svetlosiv, tankoskrilav, sljudnat lapor z odtisi školjk, s foraminiferami in z rastlinskimi ostanki; nagnjenost plasti 15°
- 255,30—289,00 m vrtano z dletom
- 289,00—292,00 m svetlosiv, peščen lapor z odtisi morskih ježkov, s školjkami in foraminiferami; nagnjenost plasti 20—30°
- 292,00—320,00 m vrtano z dletom  
meja med srednjim in spodnjim tortonom
- 320,00—333,00 m enak lapor kot prej z mnogimi tektonskimi drsami, ki so nagnjene za 45°; v laporju je mnogo foraminifer
- 333,00—350,00 m vrtano z dletom
- 350,00—355,00 m menjavanje svetlosivih, peščenih laporjev s svetlosivimi peščenjaki, ki imajo vonj po nafti
- 355,00—360,00 m menjavanje laporjev in peščenjakov kot prej; v jedrih se kažejo znaki preloma; peščenjaki imajo vonj po nafti
- 360,00—370,00 m prevladuje siv, peščen lapor; med 368,50—370,00 m je 20 cm lapornega peščenjaka z vonjem po nafti; na jedrih so tektonske drse; fosilnih ostankov ni
- 370,00—378,20 m vrtano z dletom
- 378,20—383,00 m prevladuje svetlosiv, lapornat peščenjak s šibkim vonjem po nafti
- 383,00—479,50 m vrtano z dletom

- 479,50—482,70 m prvih 40 cm zelo svetlosiv, porozen, slabo vezan peščenjak z mnogo sljude, brez vonja po nafti, nato sledi lapornat peščenjak kot prej, ob koncu temnosiv, lapornat peščenjak z rastlinskimi ostanki
- 482,70—610,00 m vrtano z dletom
- 610,00—613,00 m siv, drobnozrnat peščenjak s temnimi lisami in šibkim vonjem po bitumenu
- dno vrtine 624 m

V vrtini Kog-5, ki je bila globoka 1977,50 m, ni bilo do globine 1187 m foraminifer, značilnih za spodnji torton. Iz tega sklepamo, da je anti-klinala na Kogu precej stisnjena pravokotno na podolžno os. To potrjuje tudi nagnjenost plasti v vrtini Kog-5 na globini 1200—1900 m, ki znaša 45—55°. Čim globlje so vrtali, bolj so bile plasti nagnjene.

Od makrofavne, najdene na Kogu, bom omenil *Cassidaria echinophora* Lam., *Conus mercati* Br., *Melanopsis martiniana* Fer., *Turitella* sp., *Pecten latissimus* Br., *Pectunculus pilosus* Lin., *Cardium* sp. in *Venus* sp. V vrtini smo našli v globini 220 m odtis ribe *Meletta* sp., ki jo hranijo na geološkem oddelku v Lendavi.

Šlira in helvetskih sedimentov sploh nismo našli med Ormožem in Kogom niti na površini niti v vrtinah.

Strukturno in globinsko vrtanje na Kogu je pokazalo, da so v tortonu sledovi plina in nafte. Iz strukturne vrtine CF-35 še danes prihaja v majhnih količinah plin. Na vrtini Kog-1 se je pojavil plin pri vrtanju v globinah 114,50 m in 288,00 m. V vrtini Kog-2 je bil plin po izjavi vrtalnega mojstra I. P r e m u š a med 350 in 380 m. Sledovi nafte so bili v vrtini Kog-1 na enajstih mestih, v vrtini Kog-3 na globinah 350—360 m in 378,20—379,50 m, v vrtini Kog-5 pa so sledovi nafte v peščenjakih na globinah 1050—1400 m. Pod 1600 m se je pojavil tudi plin. Elektrokarotažni diagrami teh vrtin niso pokazali pomembnejših uporov in lastnih potencialov.

V smeri proti vzhodu prehaja torton pod mlajše sedimente. Prav tako ga prekrivajo mlajši sedimenti tudi na severnem in južnem krilu. Meja med tortonom in mlajšimi sedimenti, pa tudi meje med posameznimi stopnjami teh mlajših sedimentov imajo zato obliko stisnjene podkve.

Torton so iskali tudi na temenu vzhodne polovice anti-klinale. Med Štrigovo in Železno goro je vrtal Kombinat za nafto in plin vrtini K-13 in K-11 (1. sl.). V vrtini K-13 so zadeli v torton nekako na globini 260 m, v vrtini K-11 pa na globini 180 m. Točne meje je danes težko podati. Določil jih je O ž e g o v i ć na podlagi fosilnih ostankov, ki so navedeni pri opisu jeder. Seveda je možno, da je meja tordona niže.

Kombinatova vrtina K-10 pri Koncovčaku (1. sl.) je prav tako dosegla torton. Zgornjo mejo tordona so postavili na globini 255 m. Tam so dobili litotamnije in *Pecten* sp.

V Selnici so torton delno raziskali s petimi vrtinami, od katerih je vrtina R-19 prevrtala 250 m tortona, S-5 pa je segla v torton kakih 230 m. Iz vrtine S-5 je eruptiralo 7 ton nafte. Domnevajo, da je bila to tortonska nafta iz globine 708—719 m. Krovna tortona leži v Selnici že 400—600 m globoko. V Peklenici leži torton že 1500 m globoko. Os antiklinale je proti vzhodu vedno bolj nagnjena.

V Petišovcih sta bili vrtani v torton vrtini Pt-2 in Pt-7. O vrtini Pt-2 imamo malo podatkov. O globljih horizontih vemo samo to, da segajo ostrakodni laporji, ki predstavljajo najspodnjejši pliocen, nekako do globine 1760 ali 1780 m. Od te meje do globine 2110,6 m ni bilo nobenih sledov nafte in tudi noben fosil ni bil najden. V tem intervalu verjetno nastopajo tudi sarmatske plasti. Šele na globini 2110,6 m so našli odtis nesimetrične školjke z močnimi rebri. Pri 2216 m so našli zrnat peščenjak s sledovi nafte. Končna globina vrtine je 2271,1 m. Verjetno je bila vrtina še vedno v tortonu.

O vrtini Pt-7 imamo nekaj podatkov o jedrih in elektrokarotajni diagram. Torton se prične v globini okrog 1770 m. Dno vrtine je na 2506,3 m. Tortonska plast, ki so jo nastrelili, ni bila dovolj raziskana, ker niso izčrpali iz vrtine vode zaradi prekrajke vrvi za zajemanje. Jedro so vzeli sedemkrat. O jedrih so ohranjeni sledeči zapiski:

1766,60—1768,60 m	jedro izgubljeno
1768,60—1775,30 m	dobljeno 4,6 m jedra
6,7	0,6 m srednjezrnat peščenjak 1,7 m temnosiv, nekoliko peščen lapor 0,3 m srednjezrnat peščenjak 2,0 m lapor kot zgoraj s 15 cm debelimi vložki peščenjaka pri 1170 m meja pliocen(panon)-miocen
1775,30—1780,80 m	dobljeno 1,8 m jedra
5,5	razmeroma krhek peščenjak, ob koncu 10 m trdega peščenjaka
1780,80—1787,10 m	dobljeno 2,3 m jedra
6,3	1,3 m krhek peščenjak 2,0 m nekoliko peščen lapor z vložki prhkega peščenjaka; skladi so nagnjeni 5°
1787,10—1793,60 m	dobljeno 0,2 m jedra
6,5	isti lapor s peščenimi vložki
1793,60—1798,80 m	dobljeno 0,1 m jedra
5,2	temnosiv lapor s tankimi vložki peščenjaka
1798,80—2273,40 m	474,6 m vrtano z dletom

2273,40—2274,70 m dobljeno 0,9 m jedra

1,3 trd, temnosiv, apnen lapor z vložki trdega litotamnijskega peščenjaka

2274,70—2506,10 m 231,4 m vrtano z dletom.

Kot glavni kriterij za ločitev miocenskih peščenjakov od panonskih so jemali odstotek glinencev. Miocenski peščenjaki imajo menda več glinencev kot panonski.

Zanimivo je, da v obeh vrtinah pri Murski Soboti niso našli miocenskih sedimentov. Tam leži spodnji panon na osnovnem gorstvu. To bi si lahko razlagali le z izredno močno erozijo ali pa, da je ozemlje okoli Murske Sobotice bilo v času miocena dvignjeno nad vodno gladino Panonskega morja, kar je bolj verjetno.

**Sarmat.** Nad tortonom leži serija plasti, ki vsebujejo odtise *Ervilia* sp., *Mactra* sp. in *Tapes* sp. Slabo ohranjene odtise teh fosilov smo našli pri geološkem kartiranju Koga.

Že Winkler (1944, p. 32) je predvideval, da pripadajo te plasti na Kogu sarmatu. V vrtini Kog-5 smo našli v globini 127—198,80 m zelo siromašno favno, na podlagi katere le predpostavljamo sarmat. V vrtini Kog-6 pa je ugotovila Rijavčeva na podlagi foraminifer *Elphidium josephinum* d'Orb. in *Nonion granosum* d'Orb. sarmat. Meje je težko točno določiti. Verjetno sega sarmat na vrtini Kog-6 od 323,2—440,0 m, torej je debel okoli 120 m.

V Kombinatovi vrtini K-8 je Ožegović na globini 370—380 m zabeležil *Ervilia podolico*, v vrtini K-10 pa na globini 243,4—249,0 m *Ervilia* sp. Obe vrtini ležita zahodno od Selnice.

V vrtini Sitnica-2 je ugotovila Rijavčeva na podlagi mikropaleontoloških raziskav sarmat, debel 126 m.

Moos trdi (1939), da jedra v Selnici niso dokazala sarmata, kar se je že njemu zdelo težko razumljivo, ker je bil takrat že dokazan sarmat pri Radgoni. Kaj naj si mislimo šele sedaj, ko je sarmat dokazan na Kogu v vrtini Kog-6 ali celo v vrtini Sitnica-2. Moos je razlagal izostanek sarmatskih plasti pri Selnici tako, da je bilo teme selniške antiklinale v sarmatu dvignjeno nad gladino Pontoškega morja.

Podatki o Kombinatovih vrtinah in o Kogu, na podlagi katerih domnevamo in celo dokažemo sarmat, niso v nasprotju z Moosovo domnevo. Otok, ki je moel iznad morja, je bil pač omejen le na ozemlje okoli Selnice in morda je segal še dalje proti vzhodu. Na vrtini Kog-5 so domnevne plasti sarmata debele 198 m, na vrtini Kog-6 120 m, na vrtini Kog-1 pa samo 27 m. Vendar moramo jemati podatke o sarmatu v Kombinatovih in selniških vrtinah z rezervo, ker se niso niti Moos niti Ožegović in Rubinič podrobneje ukvarjali z vprašanjem sarmata na ormoško-selniški antiklinali. Vrtina Sitnica-2, ki so jo vrtali že zelo blizu temena antiklinale pri Selnici, nasprotuje Moosovim podatkom, ker je bilo v njej 126 m sarmata. Lahko predpostavimo,

da je sarmat razvit tudi pri Selnici. Dokončno sodbo si bomo ustvarili, ko bo v kratkem izvrtana v Selnici nova globoka vrtina.

V vrtini Kog-5 je na globini 160 m okoli 4 m debela plast rumenih kremenovih peskov, impregniranih z bitumenom. Domnevamo, da je iz te plasti eruptirala nafta v strukturni vrtini CF-15.

Iz profilov Kombinatovih vrtin med Železno goro in Selnico se vidi, da so bile impregnacije z nafto in sledovi plina v sarmatu in tortonu. Ožegovič navaja v profilih teh vrtin večkrat bituminozne lapornate skrilaevce.

Pri raziskovanju sarmata omenimo še vrtine Sitnica-1, Mur-1 in Sitnica-2. Prvi dve vrtini sta lahko prevrtali le zgornji del peščenih sarmatskih plasti. Vrtina Sitnica-2 je bila natančneje raziskana. Mikropaleontološki podatki, ki jih je dala Rijavčeva, kažejo, da sega sarmat na tej vrtini od 962,50—1088,80 m; torej je debel 126,30 m. Vrtina leži še razmeroma visoko na severnem krilu ormoško-selniške antiklinale, vendar je debelina sarmata še znatna.

Na podlagi Ožegovičevih podatkov (1944, p. 391) je medjimurski sarmat močno podoben sarmatskim plastem pri Gojlu in Janjalipi.

Po vseh podatkih, ki sem jih mogel zbrati, je v ormoško-selniški antiklinali razvit spodnji sarmat v obliki ervilijskih laporjev in peskov. V zahodnem delu Slovenskih goric pa je Šlebingger (1952) našel sarmat, ki je bogat na ceritijih. Tam je sarmat razvit popolneje in v debelejših plasteh. Šlebingger (1952) navaja srednji in spodnji sarmat s prodi karintijske delte v sredi.

**Pliocen.** Pliocenske plasti na Kogu, pri Selnici in v Petišovcih bomo lažje med seboj primerjali, ker so boljše raziskane kot miocenske plasti. Pliocen ormoško-selniške antiklinale je prvi obdelal Moos pri Selnici in Peklenici.

Najdbe polžev rodu *Valenciennesia* so ga navedle, da je imenoval spodnje pliocenske plasti v Selnici »valencienezijske plasti«. Po petrografskem videzu jih je delil v spodnje glinaste in zgornje peščene. Debelino glinastih valencienezijskih plasti je cenil 200—250 m.

Nad temi plastmi sta selniška peščena naftna horizonta, debela le nekaj metrov, nad tema horizontoma pa »peščene valencienezijske plasti« debele po njegovih cenitvah okoli 240 m.

V poročilu iz leta 1939 Moos še ni stratigrafsko ločil zgornjih in spodnjih valencienezijskih plasti. To sklepam iz dejstva, da navaja fosilne ostanke za obe vrsti plasti skupno. Med fosili navaja tudi vrsto *Paradacna abichi* Hoern., ki je vodilna le za spodnje, »peščene valencienezijske plasti« ali kot jih imenujemo sedaj, »plasti abichi«.

Domneval je, da pripadajo k peščenim valencienezijskim plastem morebiti tudi plasti s pekleniškim naftnim horizontom. Po Ožegoviču štejemo te plasti med plasti rhomboidea.

Posebno natančno je Moos pozneje razdelil panon na osnovi rodu *Valenciennesia* (1944, p. 341).

Za lažje razumevanje nadaljnjih izvajanj priobčujem preglednico razdelitve panona po Moosu, Ožegoviču in Jenku.

po Moosu		po Ožegoviču	po Jenku
zg. panon	valencienezijske plasti	plasti rhomboidea	zg. panon
	plasti rhomboidea	plasti rhomboidea	plasti rhomboidea
	zg. plasti abichi		
s p r. l p a n o n b e	provalencienezijske plasti ali sp. plasti abichi	plasti abichi	s p o d n j i
s l p. i p h a l n a o p n o r j e v	stopnja Undolotheca	provalencienezijske plasti	p a n o n
	stopnja Velutinopsis		
	stopnja Radix croatica		plasti croatica ali plasti belih laporjev

V referatu se bomo držali razdelitve po Ožegoviču. Za naše razmere, kjer se še nismo mogli radi maloštevilnih najdb fosilov spuščati v podrobnosti, se mi zdi ta razdelitev primerna za Petišovce, manj pa ustreza razmeram na Kogu.

Za provalencienezijske plasti, ki so pretežno iz glinastih laporjev, navaja Moos (1944, p. 346) najdbo fosila *Velutinopsis velutina* Desh. v vrtini Mur-1 v globini 787,5 m in v vrtini Selnica-5. Poleg rodu *Velutinopsis* pa so našli še sledeče (Filjak 1949):

- Congerina zagrabiensis* Brus.
- Congerina digitifera* Andrus.
- Limnocardium otiophorum* Brus.
- Limnaeus* sp.
- Planorbis* sp.



Poleg teh so našli še številne ostrakode. Posebno sta zanimiva roda *Limnaeus* in *Planorbis*, ki so ju dobili v višjih, to je v mlajših horizontih provalencienezijskih plasti pri Selnici. Nadalje so pomembni ostrakodi v spodnjem panonu. Zelo številne ostrakode najdemo v laporju, ki leži v spodnjem delu panona tudi v Petišovcih in na Kogu. Laporje imenuje Winkler v Slovenskih goricah »ostrakodni laporji« in jih ima za značilen horizont v vsem štajerskem bazenu (Winkler 1944). V Selnici in Petišovcih predstavljajo ostrakodni laporji spodnji del pliocena.

V Petišovcih ne najdemo v provalencienezijskih plasteh samo laporjev, ampak več 2—10 m debelih plasti svetlosivih, srednjezrnatih, poroznih kremenovih peščenjakov. Ti peščenjaki so glavni kolektorji nafte in plina v petišovskem polju. Imenujejo jih petišovske plasti. Zgornje so enakomerno debele in imajo velik obseg, spodnje pa se pogosto izklinjajo in tvorijo zapleten sistem leč.

Nad petišovskimi plastmi sledi okoli 20 m debela plast trdnih apnenih laporjev, v katerih dobimo fosilne ostanke

*Provalenciennesia arthaberi* Kr. — Gor.

*Provalenciennesia* sp.

*Velutinopsis* sp.

*Congerina zagrabensis* Brus.

*Limnocardium otiothorum* Brus.

*Limnocardium* sp. div.

Te laporje imenujejo v zadnjem času lendavske laporje. Nad lendavskimi laporji sledi zopet serija peščenih horizontov z imenom serija lovaszi. V nekaterih delih naftnega polja vsebujejo ti peščenjaki plin pod pritiskom čez 100 atm.

Nad serijo lovaszi so dajali mejo med provalencienezijskimi plastmi in plastmi abichi. Na podlagi najdb v zadnjih dveh letih bi mogli pomakniti to mejo niže, in sicer vsaj tik pod plasti lovaszi. V vrtini, ki stoji sredi naftnega polja, smo našli v laporjih pod peščenimi plastmi lovaszi školjko *Paradacna abichi* Hoern. Poleg tega je Rijavčeva našla v laporjih med peščenimi plastmi serije lovaszi tako imenovane »bele foraminifere«, ki jih ima Wicher za značilne fosile plasti abichi v Slavoniji in Banatu.

Provalencienezijske plasti segajo v Petišovcih do globine kakih 1760 m in so debele okoli 250 m.

Nad provalencienezijskimi plastmi ali glinastimi valencienezijskimi plastmi leže v Selnici peščene valencienezijske plasti ali plasti abichi, h katerim prištevamo oba selniška naftna horizonta. Za plasti abichi je tu značilna školjka *Paradacna abichi* Hoern. V selniških vrtinah je bila pogostna. Prav tako je bila zelo številna v vrtinah Murski gozd in Sitnica-2, ki so ju vrtali v letih 1953 in 1954. Redka je v petišovskem naftnem polju, kjer še najuspešneje določamo plasti abichi s pomočjo značilne »bele foraminifere«.

Poleg *Paradacna abichi* so v Selnici še:

*Congeria zagrabiensis* Brus.  
*Limnocardium otiophorum* Brus.  
*Cardium* sp.  
*Congeria* sp.  
*Limnocardium* sp.

V Petišovcih dobimo:

*Congeria banatica* Hoern.  
*Congeria zagrabiensis* Brus.  
*Limnocardium* sp.  
*Dreissensia* sp.  
*Valenciennesia* sp.

V Kombinativih vrtinah med Selnico in Kogom dobimo še primerke

*Paradacna abichi* Hoern.  
*Congeria zagrabiensis* Brus.  
*Limnocardium asperocostatum* Brus.  
*Valenciennesia reussi* Neum.  
*Congeria* sp.  
*Limnocardium* sp.

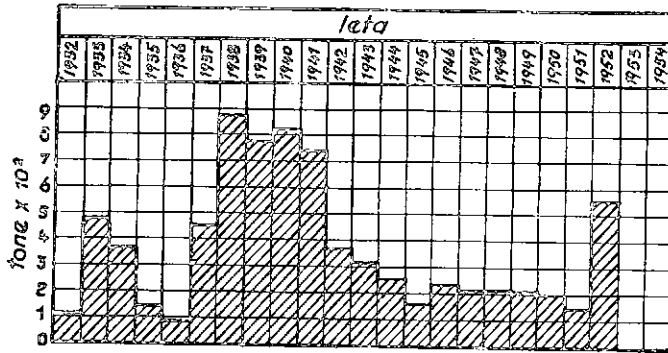
Na temenu ormoško-selniške antiklinale poznamo v plasteh *abichi* dva peščena naftna horizonta. V Selnici ju imenujemo prvi in drugi selniški horizont. V Petišovcih imamo v plasteh *abichi* zelo številne peščene horizonte, ki jih združujemo pod imeni spodnja, srednja in zgornja ratka, ter paka. Po novih najdbah bi priključili med plasti *abichi* tudi spodaj ležečo serijo lovaszi. V Petišovcih so našli v peščenih plasteh ratka ponekod sledove plina.

Na vprašanje, katerim peščenim serijam v Petišovcih ustrezata oba naftonosna selniška horizonta, moremo danes že odgovoriti: »S primerjavo elektrokarotajnih diagramov in fosilne favne jugozahodnih petišovskih vrtin, vrtin Sitnica-1 in Sitnica-2, z geološkimi profili selniških vrtin smo ugotovili, da ustreza prvemu (zgornjemu) selniškemu naftnemu horizontu v Petišovcih srednja ratka, drugemu selniškemu naftnemu horizontu pa spodnja ratka.«

Druga zanimiva ugotovitev je nastala pri izdelavi strukturnih kart po krovninah in talninah posameznih peščenih plasti. Peščene horizonte petišovskih plasti, serije lovaszi ter spodnje in srednje ratke se dvigajo proti severovzhodu, zgornja ratka in paka pa se dvigata proti zahodu. Obstoji očitna diskordanca v sredini plasti *abichi*. Ta diskordanca ne ustreza popolnoma diskordanci med spodnjim in srednjim panonom, ki jo omenja Winkler (1946), ampak se pojavlja nekoliko pozneje, nekako med srednjim in zgornjim panonom po Winklerjevi razdelitvi pliocena.

Peščene plasti abichi segajo torej prav na teme ormoško-selniške antiklinale, čeprav so na krilu mnogo bolje razvite. Provalencienezijske plasti so peščeno razvite izključno na krilu antiklinale. Struktura Lovaszi, katere zahodni del sega pri nas v Dolino, je facialno enako razvita kot petišovska struktura. V njej zasledimo vse peščene serije od petišovskih pa do pake. Petišovske plasti so že v vodi. V plasteh lovaszi, ratka in paka pa dobimo plin. Zgornji del peščenih horizontov plasti abichi se dviga tudi v dolinsko strukturo in vsebuje tam plin. Zelo verjetno se v teh plasteh pojavlja plin v Vučkovcu, južno od Sv. Martina. Plasti pake in zgornje ratke se dvigajo tudi proti zahodu. Plinski izdanek je tudi v Kobiljanskem potoku pri mostu ob mehanični delavnici Nafta v Lendavi.

Verjetno tvorijo zgornji, peščeni horizonti plasti abichi nekak kotel z dnom pri Petišovcih. Pobočja tega kotla se dvigajo v antiklinali Lovaszi, v ormoško-selniški antiklinali in proti zahodu. Proti vzhodu pa razmere še niso znane. V teh pobočjih so povsod opazili plin, v Dolini celo



10. sl. — Fig. 10

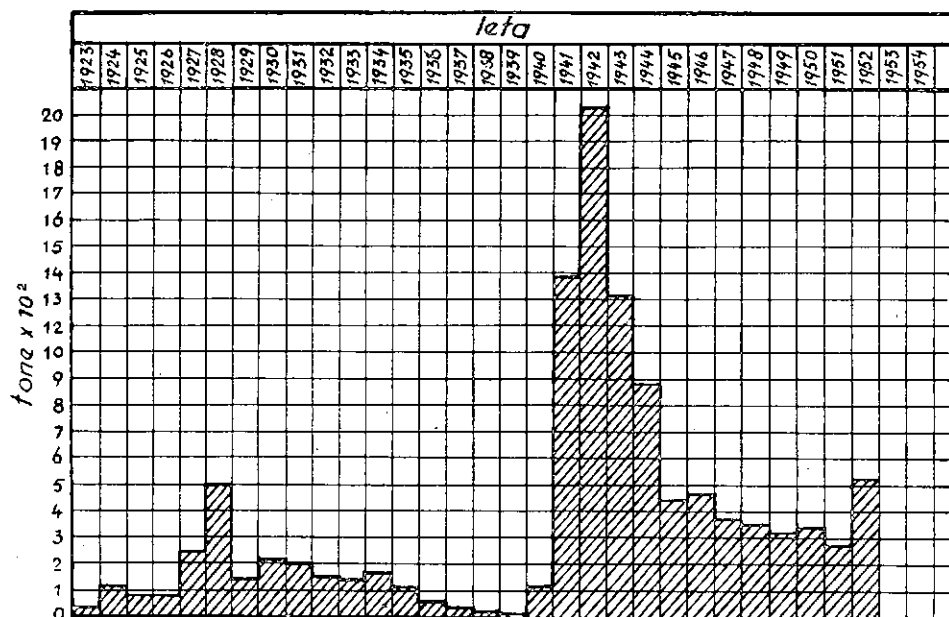
Proizvodnja nafte v Peklenici  
Oil production in Peklenica

v ekonomskih količinah. V sredi kotla pri Petišovcih je verjetno v teh plasteh samo voda. Ni izključeno, da sta ormoško-selniška antiklinala in antiklinala Lovaszi po teh zgornjih plasteh v medsebojni zvezi. Debelina plasti abichi znaša pri Petišovcih 500—600 m.

Primerjava sedimentov spodnjega panona pri Selnici, Peklenici in Petišovcih s sedimenti spodnjega panona na Kogu je težavnejša. Najprej opazimo popolno pomanjkanje tipičnih plasti abichi z vodilno školjko *Paradacna abichi*, ki je pri Selnici in Peklenici zelo številna. Tudi o značilnih provalencienezijskih plasteh na Kogu ne moremo več govoriti. Spodnji panon je na Kogu razvit v posebnem faciesu. Ti sedimenti se dajo skoraj bolje vzporejati z razvojem spodnjega pliocena v Dunajski kotlini kot z razvojem na Hrvaškem in Madžarskem. Meja med obema

razvojem poteka med Kogom in Selnico. Selniško-petišovski facies bi imenovali še tipični panonski, facies na Kogu pa že obalni panonski.

V začetku pliocena se je obala Panonskega morja premaknila na ozemlje današnjih Slovenskih goric močno proti vzhodu. Kog je postal obrežje s plitvo vodo. Blizu so se izlivala reke, predhodnice današnje Mure in Drave. Voda je bila razmeroma sladka.



11. sl. — Fig. 11

Proizvodnja nafte v Selnici  
Oil production in Selnica

Preostanke sedimentov globlje vode najdemo na jugozahodnem pobočju Pavlovskega vrha v obliki svetlih, trdih, apnenih laporjev, ki leže tik nad sarmatom. V njih sta bila najdena

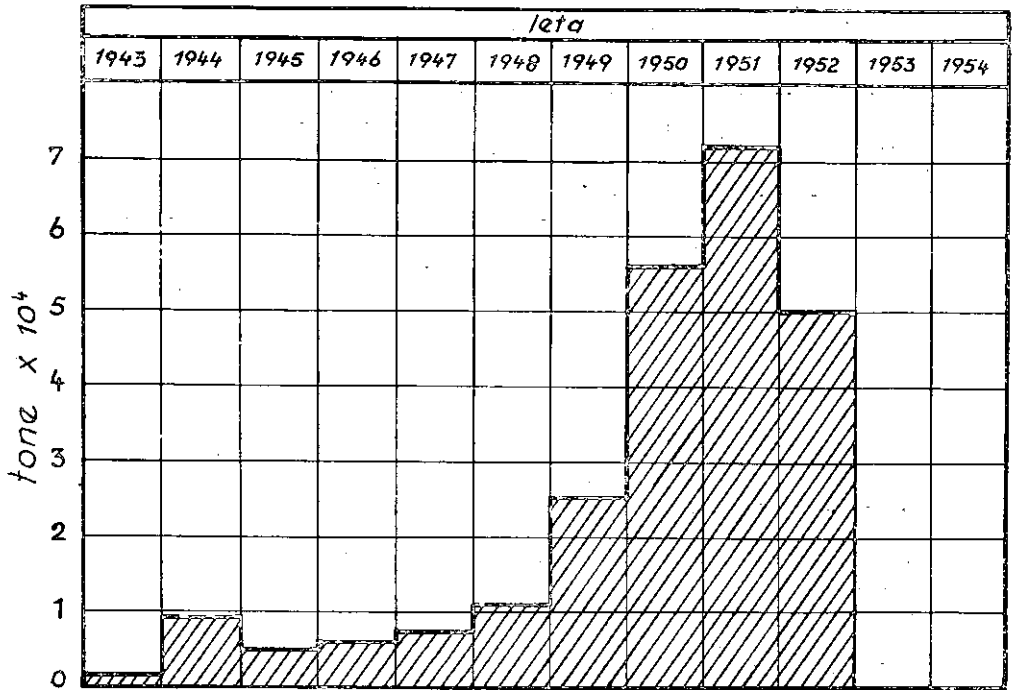
*Cardium cf. cekuš* Gor.-Kr.

*Cardium* sp.

Po prvem fosilu sklepamo na ekvivalent Gorjanovičevih belih laporjev ali Jenkovič (1944, p. 95) plasti croatica, ki ustrezajo provalencijskim plastem. Med usedanjem teh plasti je segal vpliv tipičnega panonskega faciesa še čez Kog, pozneje pa se je ta facies umaknil proti vzhodu.

Takoj nad svetlimi, trdimi laporji leže kompaktne, sive gline, peščeni, sljudnati laporji in kremenovi peski. Laporji vsebujejo ostrakode. V zgornjem delu je bil najden fosil *Limnocardium trifkoviči* Brus. Peščena pri-

mes v glinah in laporjih in debeli, peščeni skladi kažejo, da se je globina morja tedaj znatno zmanjšala. Te plasti primerjamo z ostrakodnimi in kardijskimi peščenimi laporji v Dunajskem bazenu (Winkler, 1951), kjer tudi spadajo v spodnjeapanonski obalni razvoj.

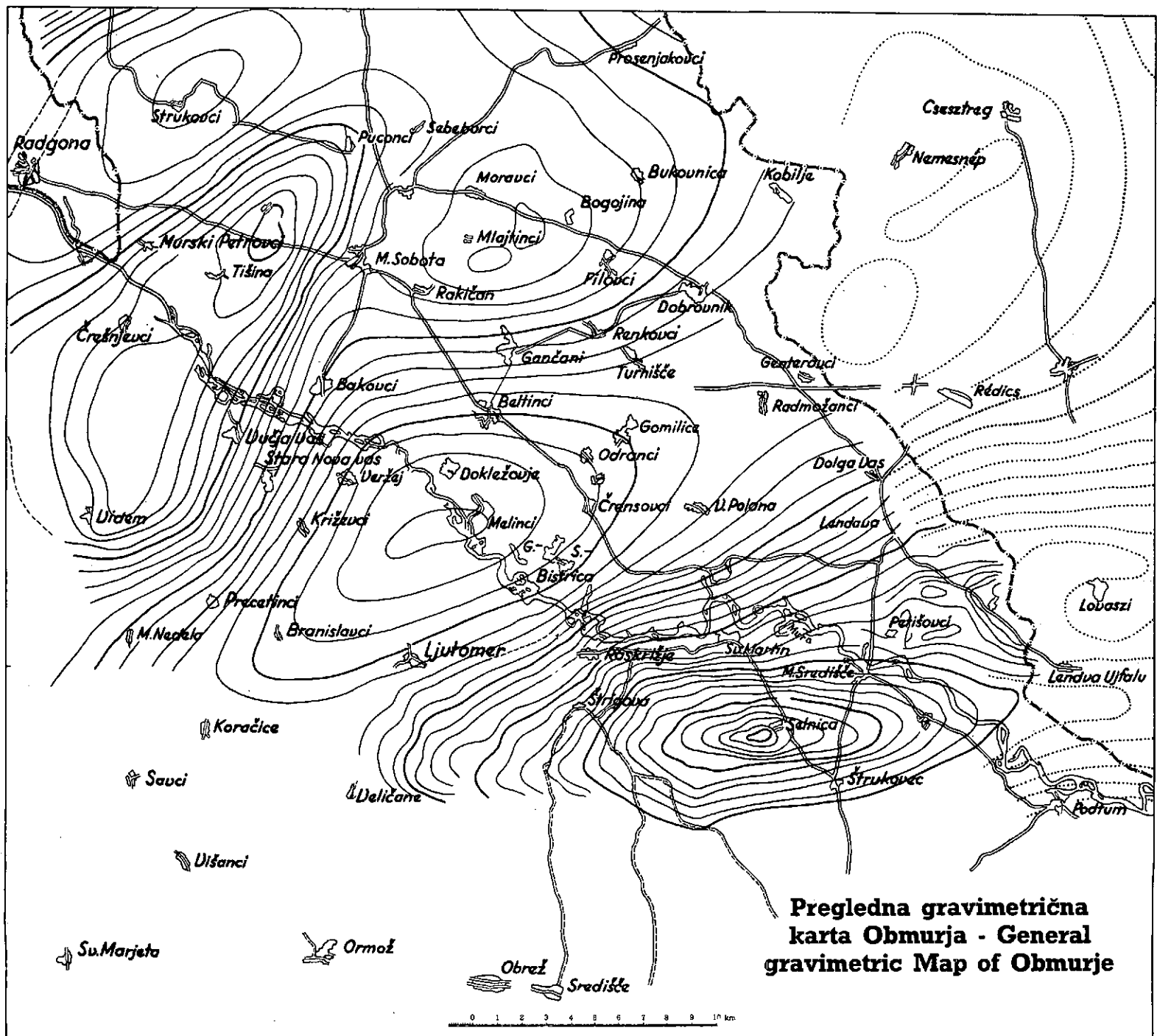


12. sl. — Fig. 12

Proizvodnja nafte v Petišovcih.  
Oil production in Petišovci

Nad ostrakodnimi laporji sledi na Kogu pas glinastih sljudnatih laporjev, peskov in peščenjakov. Petrografsko je torej enako razvit kot horizont ostrakodnih laporjev, peskov in peščenjakov. Ločita se po favni. Južno od Svetin, pri koti 295 m, smo našli fosile:

- Planorbis* sp.
- Paradacna* ex gr. *okrugiči* Brus.
- Dreissensia* cf. *auricularis* Fuchs.
- Limnocardium* sp. ex gr. *apertum* Münst.
- Limnocardium* *secans* Fuchs.
- Limnocardium* cf. *otiophorum* Brus.
- Planorbis* *pachychilus* Brus.
- Planorbis* *homalosomus* Brus.
- in razne vrste ostrakodov.



Jugovzhodno od Svetin med kotama 233 in 311 ob poti, ki pelje od kote 315 m proti zahodu—severozahodu, so bili najdeni:

*Limnocardium cf. secans* Fuchs.

*Limnocardium* sp.

*Pisidium* sp.

Na podlagi vseh teh najdb je domneval Stevanovič, da gre za neke prehodne plasti med plastmi abichi in plastmi rhomboidea.

Nad plastmi abichi slede plasti rhomboidea. V selniškem delu antiklinale jih na temenu ne najdemo, pač pa leže na severnem in južnem krilu antiklinale. Vzhodno od Selnice se plasti z obeh kril na temenu združijo. V Peklenici so dobivali težko asfaltno nafto iz plasti rhomboidea. Tem plastem pripadajo tudi naftni izdanki ob potoku Brodec.

Janoschekova geološka skica (1. sl.) nam kaže, kako si sledijo na ormoško-selniški antiklinali na obeh krilih mlajše plasti, ki se na temenu proti vzhodu z obeh kril združujejo. Tako tvorijo na geološki karti slike nekakšnih podkev, obrnjenih s konveksnim delom proti vzhodu. Mlajši skladi, zlasti plasti rhomboidea, so prvotno prekrivali verjetno celo teme antiklinale do Koga. V mlajšem pliocenu in v pleistocenu so bile te plasti delno odstranjene z denudacijo.

Plasti rhomboidea so doslej pomembne za naftno industrijo le v Peklenici. V Petišovcih in Dolini jih še niso raziskali, vendar bi na podlagi elektrokarotajnih diagramov sodili, da niso produktivne. Zgrajene so podobno kot provalencienezijske in plasti abichi iz laporjev z vmesnimi tanjšimi vložki svetlih kremenovih peščenjakov. Zgradbo plasti rhomboidea lahko še najbolje vidimo iz profila čez pekleniške vrtine.

Plasti rhomboidea so še brakične. V Petišovcih znaša njihova debelina okoli 400 m, pri Peklenici in na Kogu pa 400 do 650 m. V Petišovcih niso našli v njih fosilnega materiala, ker v teh plasteh niso nikoli vrtali na jedro. Tudi Moos ne omenja nikakih fosilov iz teh plasti na temenu selniške antiklinale. Preostane nam torej edino Kog, kjer smo pri površinskem geološkem kartiranju nabrali precej fosilov. Pripomniti moram, da je bilo nabranega materiala razmeroma mnogo, toda različnih vrst je bilo zelo malo. Najpogostnejša od vseh je bila *Congeria brandenburgi* Brus. Ta vrsta je izredno pogostna v plasteh rhomboidea v obalnih delih Panonskega morja, ki nastopajo v Sloveniji. Naše plasti rhomboidea, ki se pojavljajo v Slovenskih goricah na severu in na Krškem polju na jugu (Pleničar, Ramovš, 1954), prav posebno karakterizira školjka *Congeria brandenburgi*. Poleg te vrste smo našli na Kogu še naslednje:

*Congeria ornithopsis* Brus.

*Congeria turgida* Brus.

*Dreissensionya croatica* Brus.

*Limnocardium baraci* Brus.

*Paradacna cf. okrugiči* Brus.

Ti fosili so bili najdeni jugovzhodno od Temnega, severozahodno od kote 290 m, dalje jugovzhodno od Jeruzalema in pod Plavščkom.

Čim više prihajamo, tem bolj so stratigrafski horizonti facialno enotni v Slovenskih goricah in Prekmurju. To je razumljivo, ker so mlajše pliocenske plasti sladkovodne in ni bilo torej več razlik med obalnimi in globljimi deli Panonskega morja.

Nad plastmi rhomboidea sledi sladkovodni horizont, zgrajen v glavnem iz peskov in prodov. Vmes so vložki glin z lignitom. Številni premogovniki od Jeruzalema čez Presiko, Robadje, Sv. Martin, M. Središče do Peklenice, od katerih so nekateri odprti, drugi pa zaprti ali opuščeni, nam kažejo razprostiranje tega horizonta. Na plasti lignita v tem sladkovodnem horizontu so zadeli z vrtino Mg-4 na globini 10—22 m.

Na Kogu smo našli v številnih fosilnih nahajališčih vrste

*Helix doderleini* Brus.

*Helix pilari* Brus.

*Planorbis ex gr. cornu*

in odlomke školjke *Unio* sp. Enake fosile sem našel tudi v Lendavskih goricah pri vrtini nad naseljem Nafta in v usekih ob cesti, ki vodi iz Lendave mimo naselja Nafta dalje proti Pincam. Mnenja sem, da pripadajo te sladkovodne plasti horizontu *Unio wetzleri*.

V petišovskem polju nam je dala o teh plasteh nekaj podatkov le vrtina Pt-4, ki so jo v zgornjem delu vrtali na jedro. Nadalje vemo, da južne vrtine na petišovskem polju zadenejo na globinah 450 do 550 m na nekoliko debelejšje plasti lignita.

Profil Pt 4 v zgornjem delu je naslednji:

- 0,00— 28,80 m pleistocen
- 28,80— 35,20 m ?
- 35,20— 40,13 m svetlosiv, nekoliko peščen, glinast lapor z vložki peska, debelimi 1 cm
- 40,13— 46,00 m menjavanje sivozelene gline z apnenimi konkracijami in sivim, peščenim, glinastim laporjem
- 46,00— 92,30 m siva, peščena, lapornata glina s tankimi vložki peska
- 92,30—101,00 m nekoliko trši, peščen, siv lapor
- 101,00—110,00 m siv peščenoglinast lapor z vložki sivozelene gline in peska; ostanki *Unio* sp.; nagnjenost plasti 6°
- 110,00—115,50 m pretežno kremenov pesek z glino in lapor z rastlinskimi ostanki; nagnjenost plasti 6—8°
- 115,50—118,50 m isto s 15 cm vložkom lignita
- 118,50—122,70 m kremenov pesek in sivozelena glina
- 122,70—137,00 m sivozelena, peščena glina in pesek
- 137,00—206,00 m peščen in glinast lapor z rastlinskimi ostanki in dvema vložkoma lignita v globini 191—195 m; prvi debel 20 cm, drugi 15 cm. Dalje so vrtali z dletom.

Zelo verjetno so zgrajene tudi gorice v severnem Prekmurju iz sedimentov horizonta *Unio wetzleri*.



Omembe vredna je še najdba dveh zob *Mastodon* sp. v goricah pri Čentibi. Leta 1951 ju je našel kmet Marton Franc pri rigolanju vinograda.

Nad horizontom Unio wetzleri je debelejša plast kremenovega proda. Winkler ga je prišteval k dakijskemurodu (1944). Leži diskordantno nad ostalim pliocenom. Posebno močno je razvit ta prod pri Ljutomeru, kjer je iz njega zgrajen hrib Kamenščak. Enak prod prekriva tudi severozahodni del Lendavskih goric in pretežni del Goriškega (severno Prekmurje).

Pri Ljutomeru smo zasledili pod dakijskim prodom še neke sivozelene gline s polžem *Vivipara* ex gr. *viminatica* Brus. in *Bythinia* sp. Starost te gline ni določena.

Mlajše pliocenske prode je težko ločiti med seboj in od pleistocenskih prodov. Po petrografskem sestavu so navadno enaki. Močno prevladujejo kremenovi prodi. Vmes dobimo prodnike metamorfnihi kamenin, ne najdemo pa prodnike karbonatnih kamenin.

S tem smo nakazali v glavnih obrisih geološko sliko Prekmurja in Slovenskih goric. Odgovore na številna nerešena vprašanja, ki se nam pri tem postavljajo, nam bodo dajale nove raziskovalne vrtine, ki se že vrtajo ali pa se še bodo. Ravno ta perspektiva nam daje pobudo za nadaljnji študij geoloških problemov Slovenskih goric in Prekmurja, kjer lahko tudi prvenstveno pričakujemo nova naftna ležišča v Sloveniji.

## OIL FIELDS IN THE OBMURJE

### Preface

In this paper the author gives a survey of the geological and geophysical exploration as well as of the drilling carried out in the oil fields of Prekmurje, Medjimurje, and the eastern part of Slovenske gorice (Slovene Vineyard hills) from the earliest attempts to obtain oil in the middle of last century up to the present day. In the second part he presents the geological feature obtained on the basis of research.

### Oil and Gas seeps

Oil and gas seeps have always been known to occur in the eastern part of Slovenske gorice and in Medjimurje. The most abundant oil seeps occur near the villages of Peklenica and Selnica, whereas gas seeps at Vučkovec near St. Martin. Beside these seeps, the geologist Dregger (1838) and Höfer (1844) mention outcrops of bitumen and a salt water spring near Vuzmetinci in the eastern part of Slovenske gorice. Inhabitants of the Prekmurje and Slovenske gorice point out many spots, especially along the courses of streams, where oil seeps up from time to time. Oil and gas have also been found incidentally at the digging of wells

all over the Prekmurje from the Hungarian frontier to Kog in the Slovenske gorice.

The most important outcrops are shown in Fig. 1.

#### First attempts to obtain Oil

The earliest attempts to exploit the Medjimurje oil fields commercially date back to the middle of last century. In 1860 Djuro Feste-tić of Čakovec, began to dig shafts near Peklenica, 10 m deep, in which the oil collected. Regular drilling for oil began in 1877 after the prospecting carried out in the Medjimurje by the Hungarian geologist Matyasovsky. In 1884—1885 Willim Singer, of Vienna, sank three oil wells near Peklenica, one of them 350 m deep. This boring yielded greenish, paraffin base-oil, whereas the other two, shallower, oil wells yielded asphalt oil.

In the same year H. Stavenov sank four borings at Selnica, 52 m, 231 m, 274 m, and 280 m deep respectively. Shortly afterwards, Stavenov gave up the work and W. Singer continued drilling at Selnica in 1899, but abandoned work at Peklenica. Between 1899 and 1905 he sank 31 borings at Selnica (See Table I). 16 borings were successful, the rest remained negative because of technical errors in the drilling and piping. Six of these oil wells were still yielding oil in 1920, and three in 1930 (Lipold, 1920).

In 1901, the geologist R. Zuber was the first to observe that Selnica and Peklenica are both situated on an anticline with an East-West axis and an eastward inclination (Böhm, 1939).

Between 1911 and 1913 the Hungaro-British Company London-Budapest Oil Ltd. sank one deep boring (624 m) at Selnica and 18 or 19 shallow ones. Only five of all these borings were successful. The same Company sank one deep boring at Peklenica and another at Vučkovec near St. Martin. The boring at Peklenica proved unsuccessful, but the boring at Vučkovec, about 800 m deep, is still yielding both gas and hot water, and public baths have been built in connection with it. An analysis of the water, made on April 12, 1950 by the Oil Institute (Institut za naftu) in Zagreb, is given on p. 40—41. This analysis goes to show that this water probably rises in the strata of the oil deposits. In 1953 it flowed from the boring into the swimming pool at the rate of about 900 litres of water per min. Besides water, inflammable gas escapes from the bore hole. Figs. 2 and 3 show the geological conditions of this bore hole.

Between 1919 and 1922, the Yugoslav State Authorities sank six new wells and cleaned out the old ones. Three of the new wells were successful. In 1920 the monthly yield was 13.360 litres of oil (Lipold, 1920).

Table 2 gives a survey of the Yugoslav oil wells.

1923 saw the constitution of the Medjimurska petrolejska d. d. (Medjimurje Oil Co.) with owned 34 claims with a surface extent

of 8 km<sup>2</sup> each. It was under the administration of this Company that prospecting for oil in the Medjimurje was for the first time systematically undertaken. Karel Friedel and August Moos were employed as geologists, especially Moos has thoroughly explored the Medjimurje oil fields and laid the foundations for all subsequent research. Between 1927 and 1930 he mapped the surroundings of Selnica geologically. He excavated shallow shafts from which he recovered pliocene material from below Holocene and Pleistocene strata. He carefully examined the cores taken from the wells which he sank during those years. Working for the Medjimurska petrolejska d. d., Anton Raký sank 22 borings and excavated two shafts. All these borings were drilled round Selnica. They were of various depths — 100 m to 1030 m; but they exploited only the upper oil horizon of Selnica to a depth of 120 to 189.7 m.

Between 1931 and 1941, the Medjimurska petrolejska d. d. engaged in extensive boring operations at Peklenica. They sank 69 shallow borings, deeper ones ranging from 40 m to 100 m and two deep wells of 1130 and 323.50 m respectively. Of the 69 shallow bore holes 41 were successful. They exploited the Peklenica oil horizon of heavy asphalt oil which wells up southwest of Peklenica. The two deep bore holes proved unsuccessful.

In 1938, the Medjimurska petrolejska d. d. (Medjimurje Oil Co.) opened up the boring Sitnica-1 between Selnica and Mursko Središče. The well was 1103.6 m deep. Despite several auspicious symptoms it was pronounced negative and filled up with clay. In May, 1940, oil was seen to flow from this well. During the course of two years it yielded 200 kg of oil daily, and oil in small quantities continued to seep from this boring up to the beginning of 1952.

On the basis of preliminary geophysical and geological exploration, the Yugoslav State Monopol sank the borings Križovec-I and Križovec-II close to the Yugoslav-Hungarian frontier. They sank these borings in 1939. The first to a depth of 435.5 m, and the second to a depth of 1563.7 m. They gave up work on both borings because of an accident to the drilling machinery which broke and remained at the bottom of the borings, neither of which yielding any results.

In 1940, the German Oil Company "Elverath A. G.", of Hannover, founded the "Jugopetrol A. D". in Yugoslavia. This company was later renamed "Petrolej".

"Jugopetrol" undertook an extensive programme of exploration in the Medjimurje. First of all the terrain was geophysically explored. The geophysical measurements were taken by the Seismos Company of Hannover, which drew up a gravimetric map of the Medjimurje. These geophysical measurements confirmed the anticlinal structure of the region between Ormož, Selnica, and Peklenica. In view of the positive results yielded by the boring Sitnica-1, and on the basis of geophysical measurements, the Geological department of "Jugopetrol" located the bore hole Mura-1, 350 m southwest of Sitnica-1. The final depth of this

bore hole was 500 m. In spite of careful work there were no positive results. A little higher up on the anticlinal they sank another boring — Mura-2 — to a depth of 474.3 m, but without success. In the bore holes Mura-1 and Mura-2 they found only traces of gas and oil of no commercial value.

Besides these borings they sank some additional shallow borings at Peklenica and Selnica — 14 at Peklenica, and 25 at Selnica. (See tables 3 and 4.) At Peklenica they sank one deep bore hole as well.

In the eastern part of Slovenske gorice there was no special interest in oil before 1923, when the Bitumen Co. began boring at Hum, northeast of Ormož. The bore hole was 900 m deep, and results were negative. About the same time the Anglo-Persian Oil Co. sank four bore holes in the neighbourhood of Hum, one of them to a depth of 800 m, but without obtaining positive results.

In 1943 and 1944 the Seismos-Company m. b. H., of Hannover, undertook the gravimetric, magnetometric, and seismic explorations of Slovenske gorice, Medjimurje, and the southern Prekmurje. The Petrolej Co. devoted specially intensive research to the Tortonian strata in the eastern part of Slovenske gorice round Kog. First they sank structural borings and established the anticlinal structure on the basis of the leading horizon containing *Dentalina* sp. (Janoschek, 1945).

Winkler was the first who explored the whole of the Slovenske gorice geologically in 1944 and 1945. After him, Holy and Starch led by Janoschek, devoted special attention to the eastern part of that range.

They drilled structural bore holes also in the surroundings of Sv. Jurij on the Ščavnica and west of Sv. Jurij at Sv. Anton (Duhovnik, 1945).

"Petrolej" began with drilling at Kog, where they sank the first bore hole Kog-1, close to the southeastern limit of the gravimetric maximum, beside the road leading from Dravsko Središče to Ljutomer (Fig. 1). They bored down to 1173.50 m, but abandoned the work because of the war. Every 30 m they took cores. They bored through the Tortonian strata. They also made an electric log which shows at least one porous stratum at a depth of 577 to 590 m.

After the war, the "Proizvodnja nafte Lendava" (Oil Production Lendava) continued the drilling down to 1552.5 m, where the drilling rod broke and could not be recovered. They explored the bore-hole as far as possible but without positive results. They found only traces of oil and gas. Gas still rises in small bubbles in the abandoned bore hole.

The mixed Hungaro-German Company MANAT (Magyar-Német Ásványolajipar R. T.) was more fortunate with 6 bore holes which it sank in 1942—1944, east of Lendava at Dolina. These bore holes were from 1200 to 1700 m deep. In the first bore hole, under pressure of 120 atmospheres, they struck gas at a depth of 1260 m. In the second and third oil wells they struck oil as well at lower horizons. In this way they discovered the Dolina oil field which, however, today yields only gas.

A similar mixed Italian-German Co. ONART (Olasz-Német Ásványolajipar R. T.) drilled at the village of Petišovci, southeast of Lendava. The first oil well was drilled from Jan. 29. till July 7, 1943. It was 1749 m deep. The site of the boring was determined by Böhm, geologist on the staff of "Petrolej", on the gravimetric projection on which the village of Petišovci is situated (Fig. 4). From the layers of sand at depths of 1668 to 1673 m and 1698 to 1703 m respectively they obtained, in October, 1943, as much 10 tons of oil a day and 2 tons of water. The oil was pumped. This oil well is still yielding, thanks to a secondary method of exploitation introduced in the Petišovci oil field.

Besides this first oil well at Petišovci, a second and a third were drilled, and then the Lendvarét bore hole, east of Petišovci. The second oil well at Petišovci is 2271.1 m deep and goes down to the II. Mediterranean strata. The second and third oil wells at Petišovci yielded positive results, but Lendvarét proved negative.

In 1942 and 1943, MANAT also sank two bore holes near Murska Sobota. The first was at Črnelavci, 1.7 km west of Murska Sobota on the road to Radgona. At a depth of 791.9 m they came upon gneiss. They bored through both Upper and Lower Pannonian, but failed to find traces of either oil or gas.

At the same time, MANAT sank two bore holes in the Murski gozd (Mura Forest), east of Peklenica. The borings, about 600 m deep, failed to yield positive results.

Thus, by the end of the war in 1945, new oil fields had been discovered in Dolina and at Petišovci, while the oil fields at Selnica and Peklenica continued to yield about 0,5 tons a day each of them.

Prospecting in Slovenske gorice, round Murska Sobota and in the Murski gozd remained unsuccessful.

Both the "Jugoslovanski kombinat za nafto in plin" (Yugoslav Co-operative for Oil and Gas) and, later on, the enterprise "Proizvodnja nafte" (Oil Production) in Lendava extended the oil fields at Dolina and Petišovci and organised the production.

They also continued prospecting. The Kombinat za nafto in plin sank a series of shallow borings along the Ormož—Selnica anticline. Several of these bore holes round Selnica proved productive. The Kombinat also had gravimetric and seismic measurements carried out around Lendava, Selnica and Peklenica by the Geophysical Institute of Belgrade.

The "Proizvodnja nafte" (Oil Production) enterprise was even more systematic in its prospecting operations which extended over the whole of Slovenske gorice, Medjimurje and the southern Prekmurje.

From 1950 to 1954, the geophysical crews of the Geophysical Institute in Zagreb, the Geological Survey in Ljubljana and the Institute for Geophysical Research in Belgrade have been at work in this district. The Ptujsko polje (Plain of Ptuj), Apaška kotlina-basin and the area between the Lendava—Mursko Središče road and Kot, Kapca and Dolgoveške gorice have all been measured with a torsion balance. Gravimetric measurements were carried out in Dolgoveške gorice, the

Murski gozd (Mura Forest), the ground between Kot, Kapca, Lendava and the Lendava—Mursko Središče road; in hills south of Apače, the Bogojina anticline and Slovenske gorice between Radenci and Sv. Andraž. The Bogojina anticline and the Radenci and Sv. Andraž-area were measured magnetometrically as well.

The seismic profile was performed from Kot via Gornji Lakoš and the western part of Lendava up to the Hungaro-Yugoslav frontier.

In 1951, two crews of the Geological Survey of Ljubljana jointly drew up a geological map of the district — one of the western part of Slovenske gorice near Cmurek and another of the eastern part around Kog.

On the basis of all this research the enterprise Proizvodnja nafte of Lendava, proceeded to sink both deep and shallow borings for purposes of exploration. At Kog, they carried the German bore hole Kog-1 down to 1552.5 m in depth and sank three shallow bore holes as well, each of them to a depth of about 620 m and fourth one to a depth of 1977,3 m. Of all these bore holes the last-mentioned deep bore hole proved the most hopeful. It was thoroughly examined during drilling operations and is now ready for perforation. It is expected to yield gas. Meantime a new bore hole has been located on Kog, the southern flank of the anticline, where boring will be carried down through tertiary formation to bedrock.

Two deep bore holes in the Mura Forest in 1953—1954 are drilled. The bore hole Mg-3 proved unsuccessful, whereas the second oil well yielded from the depth about 1540 metres oil on asphalt basis.

In 1954, an exploratory bore hole was sunk at Filovci on the Bogojina anticline. In September 1954, they had reached the Abichi strata at a depth of more than a 2200 metres. They intend to continue drilling right down to bedrock.

At Sitnica N of Mursko Središče a new bore hole — Sitnica-2 — is being drilled beside the old Sitnica-1 sunk by Jugopetrol. Drilling is to be continued down to 2160,8 m in Tortonian. Strong gas pressure (350 atmospheres) has been noticed already during drilling operations, but no perforation was made there as yet.

### Tectonics

On the geophysical map of the Obmurje (Fig. 4) we at the first view perceive the well developed anticline extending from Ormož over Kog, Selnica and Peklenica. It branches off from the line represented by Konjiška gora, Plešivec, Rožaška gora, Macelj and Ravna gora. According to Diener (1903) this line forms an extend of the Karavanke, Moos, however, assigns it to the Posavske gube (Posavje folds). The axis of the Ormož—Selnica anticline descends from Kog through Selnica and Peklenica towards Budafapuszta and then rises again towards the Balaton. The anticline extends from Haloze to the Bakonya Forest. On either side of it Triassic emerges from under Tertiary for-

mations, from which we conclude that also in the middle section of the anticline Triassic sediments form the substratum of Tertiary formations.

The oil fields of Selnica, Peklenica, Petišovci, Lovaszi, Lendva Ujfalú and Lispe form a kind of elongated domes on the main Ormož—Selnica—Budafapuszta anticline. Petišovci is at a very low structural terrace in the synclinal area between the parallel ridges of Selnica—Peklenica and Lovaszi (Fig. 7). The oil fields are separated from each other by faults and zones in which the porosity of the oil collectors differs essentially. Towards the North, the Ormož—Selnica anticline passes into the Ljutomer syncline, and southward into the syncline of Čakovec.

The exceptionally steep inclination of the Middle Tortonian strata in the bore holes Kog-5 and Sitnica-2 show that there may be a kind of horst below the Ormož—Selnica anticline. From the less inclined position of the Upper Tortonian strata (Figs. 6 and 7) we conclude that the presumed horst rose into the Lower Tortonian. A second, and more important discordance is noticeable in the Pannonian region, from which we deduce the existence of older, Pliocene folds. According to Winkler (1951) these Pliocene folding processes began in the Styrian basin in the Upper Pannonian and ended in the Middle Pliocene. Geophysical structure maps confirm the discordances in the Pannonian in the Petišovci oil field. (Figs. 8 and 9). Traces of Upper Pannonian folding are noticeable in the eastern part of Slovenske gorice. It is indicated by the almost horizontal position of the Dakian gravel above the inclined strata of the *Unio Wetzleri* horizon.

The remaining anticlinal formations shown in Fig. 6 take place between Radgona and Dobrovnik. For the moment we still call them anticlines; drilling will show whether it is not perhaps a case of some other tectonic structure, separated by faults. The southwest to northeast direction is characteristic of all of them. Drilling at Murska Sobota has shown that Pliocene strata lie directly on gneiss. Under the Ormož—Selnica anticline we expect to find Triassic sediments. The difference between the substrata of both anticlinal systems is apparent also from the fact that the main constituent of the gases of the Ormož—Selnica anticline are carbo-hydrates, whereas carbon dioxide prevails in the Sobota—Radgona system with its crystalline bed-rock.

### Stratigraphy

**Tortonian.** Various stratigraphical horizons from the Upper Miocene to the youngest Pliocene can be conveniently studied in the Ormož—Selnica anticline. The earliest strata are those of Lower Tortonian which we found at Ormož near the bathing place on the Drava. In it microfauna may be found characteristic for Lower Tortonian. It is a stage of Lower Tortonian limestone formation and conglomerates corresponding with Spielfeld marl (Winkler, 1951, pp. 436, 442). We came upon the same horizon in the bore hole Kog-3 at a depth of 320 m. We find Middle Tortonian at Hum, northeast of Ormož and in the bore holes Kog-1, Kog-3, and Kog-5. Concerning Kog-2 we lack sufficient data.

Upper Tortonian appears on the surface on the Kog. There, too, we found numerous species of macrofauna (see p. 71). We found neither shleer nor Helvetian sediments either on the surface or in the bore holes anywhere between Ormož and the Kog.

Structural and deep drilling revealed traces of both gas and oil in the Tortonian.

Eastwards the Tortonian disappears under more recent sediments, beneath which the northern and southern branches are likewise buried. To the east at Železna gora and at Selnica exploratory borings were sunk by Kombinats, and even earlier similar bore holes were sunk at Selnica by Raky and Jugopetrol. At Petišovci two bore holes were sunk into the Tortonian, viz. Pt-2 (to a depth of 2271,1 m) and Pt-7 (to a depth of 2506,1 m). The upper limit of the Miocene formations was presumed to be at a depth of about 1780 m. The Tortonian at Petišovci has not yet been explored.

It is interesting to note that no Miocene sediments were found in either of the bore holes at Murska Sobota. There the Lower Pannonian strata lie on bedrock. This is explicable only on the assumption of exceptionally violent erosive action or, alternatively, that in the Miocene age the region round Murska Sobota was raised above the level of the Pannonian Sea. Petrographically, Tortonian appears in the form of grey marly sandstone formations and hard darkgrey sandy marls. Here and there you find small intercalations of Lithotamnian limestone.

**Sarmatian.** Above the Tortonian a series of strata containing *Ervilia* sp., *Mactra* sp. and *Tapes* sp. lies. We found faintly preserved these fossils during our geological mapping of the Kog. It was already assumed by Winkler (1944, p. 32) that these strata on Kog were Sarmatian. His assumption was confirmed by the bore holes Kog-5 and Kog-6 where we identified Sarmatian by the presence of certain microfauna. The stratum had a thickness of 150 to 200 m. In the bore hole Sitnica-2 we likewise identified 126 ms of Sarmatian by means of these microfauna. Far less Sarmatian was found in the Kombinats bore holes K-8 and K-10 west of Selnica. According to Moos (1939) no Sarmatian was found in Selnica-bore holes. This fact seemed to him hardly explainable as the presence of Sarmatian was at that time established at Radgona. He explained the absence of Sarmatian strata at Selnica by the assumption that the crest of the Selnica anticline had been raised above the level of the Pontic Sea. The deep bore hole at Selnica projected by the Proizvodnja nafte (Oil Production) in Lendava will show whether Sarmatian occurs in Selnica as well, as it seems very likely. But until such proof is given we will keep to data established hitherto.

Sarmatian beds are very sandy. Between sands there are intercalations of sandy-clay, bituminous marly-shales and sandy marls. I think, that in the Ormož—Selnica anticline Lower Sarmatian is developed in the form of Ervilian marl and sands. In the western part of Slovenske gorice, Sarmatian formation is far more completely developed and occurs in thicker strata as well. Šlebinge (1952) mentions Middle and Lower Sarmatian with gravel of the Carinthian Delta between.



## Pliocene

**Lower Pannonian.** These strata begin with Ostracoda-marls rich in small *Cardia*. At Petišovci we find between these marls, some 2 to 10 m thick beds of light grey, medium grained, porous quartz sandstone embedded in it. These strata are main oil and gas collectors in the Petišovci oil field. The upper strata are uniformly thick and very extensive; the lower ones form a complicated lenticular system. For the moment we may include these marls and sandstones in the Provalenciennesia strata. But there are many indications which render this stratification doubtful; because it appears that here we have to deal exclusively with Abichi strata. The discovery of shells of the *Paradacna abichi* species at depths at which we had hitherto assumed that we should strike Provalenciennesia strata, and the presence of "White Foraminifera" close above the Petišovci strata and even within them, compels us to conclude that there are no Provalenciennesia strata at Petišovci. These "White Foraminifera" belong to the species which Wicher found in the Abichi strata in the Banat.

On the Kog we find Ostracoda and *Cardita* marls containing far less sandstone than those at Petišovci. Below these we observed at Pavlovski vrh a small outcrop of hard calcareous marl in which we found *Cardium* cf. *cekuši* sp. Gor.-Kr. We conclude that here we have to deal with the equivalent of the white marl of Gorjanović and Jenko (1944, p. 95), the Strata Croatica, which correspond to the Provalenciennesia strata.

Above the Petišovci strata there are marls about 20 m thick and rich in fossils (see p. 76). We call them Lendava marl. Above them lies Lovaszi sandstone. All these series we have hitherto included in the Provalenciennesia strata.

*Paradacna abichi* Hoern. is the leading shell in the Abichi strata, in which we include both oil horizons of Selnica. This shell is very common in the Ormož—Selnica anticline at Selnica and Peklenica, but rare at Petišovci. We failed to observe this horizon on Kog. There we have a transition between Abichi- and Rhomboidea-strata. At Petišovci there are numerous arenaceous beds with lenticular oil intercalations and smaller quantities of gas in these Abichi strata. These beds are known as Ratka- and Paka-sandstones. "White Foraminifera" are common in these horizons.

In the middle of these Abichi strata there is an angular unconformity ascertained on the basis of structural maps.

Whereas the Abichi strata sandy horizons extend from Petišovci right up to the crest of the Ormož—Selnica anticline, marl is the only rock of the Provalenciennesia strata in the crest of the anticline; in the synclinal region of Petišovci they include sandy horizons which are the chief oil collectors in the Petišovci oil field. Finally it is interesting to note that on the crest of the Ormož—Selnica anticline (the Selnica oil horizon) the Abichi strata are productive as well as in the Lovaszi structure (the gas fields at Dolina) and in the Petišovci field.

The total thickness of the Lower Pannonian amounts from 700 to 800 metres.

**Upper Pannonian.** Above the Abichi strata we find Rhomboidea strata. These are oil-productive only at Peklenica where they yield heavy asphalt oil. The Rhomboidea strata are still brackish. At Petišovci they did not yield much fossils. Moos mentions no fossils in those strata on the crest of the Ormož—Selnica anticline. During our geological surface mapping of the district we found some species of fossil fauna on Kog. The most common form found was *Congerina brandenburgi* Brus. This species is specially common in the Rhomboidea strata in the littoral region of the Pannonian Sea in eastern Slovenia. The rest of the fauna is mentioned on p. 81. These Rhomboidea strata are about 400 ms thick.

All Lower and Upper Pannonian strata are petrographically equal. Between hard sandy and clay marls and marly sandstones strata of light grey porous quartz sandstones are embedded rich in mica and containing 10 to 20 % calcium carbonate partly cementing them.

Above the Rhomboidea strata follows the horizon formed mainly of sand and gravel, containing clay intercalations with lignite. The lignite in these strata is regularly mined. Their fossil fauna consists of snails of the genus *Helix* and *Planorbis* and shells of *Unio* sp. These strata form around the Ormož—Selnica anticline as well as the Lendava Vineyard-hills and the hills of Goričko in the northern Prekmurje. I think these strata 500 to 650 ms thick are equivalent of the *Unio wetzleri* horizon.

The *Unio wetzleri* horizon is covered with a thick bed of quartz gravel. Winkler (1944) included it in Dakian gravel. It lies unconformably above the rest of the Pliocene. This gravel is specially evident near Ljutomer, where the Kamenščak-Hill is built up of it. Similar gravel covers the northeastern part of the Lendava Hills and the greater part of Goričko northern of Prekmurje.

Below the Dakian gravel near Ljutomer we came upon some greyish-green clay containing *Vivipara* ex Gr. *viminatica* Brus. and *Bythinia* sp. The age of this clay has not yet been determined.

It is difficult to distinguish the younger Pliocene gravels from each other and from the Pleistocene gravels. Petrographically they are very similar. Quartz pebbles predominate. Some metamorphic rocks-pebbles are found, but no carbonate pebbles.

## LITERATURA

- Böhm, K. E., 1940, Das Erdölvorkommen der Murinsel (Jugoslawien): Oel und Kohle, Berlin.
- Diener, C., 1903, Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes, Wien.
- Dreger, J., 1898, Erläuterungen zur geologischen Karte Pettau und Vinica, Wien.
- Duhovnik, J., Ljubljana, 2. julij 1945, Poročilo o raziskovanju na nafto v okolici Bolfenka pri Ormožu (tipkano poročilo).
- Filjak, R., Tektonski i stratigrafski odnosi samostalne strukture Petišovci prema antiklinali Selnica—Peklenica (diplomsko delo, tipkana kopija).
- Gorjanović, Kr., 1890, Die praepontischen Bildungen des Agramer Gebirges; Glasnik hrv. nar. društva 5, Zagreb.
- Höfer, K., 1894, Das Tertiär im nordosten von Friedau in Steiermark, Verlag der geol. R. A., Wien.
- Janoschek, R., Wien 10. VII. 1946, Bericht über den gegenwärtigen Stand der Aufschlussarbeiten im Raume der ehemaligen von Deutschland besetzten Untersteiermark (tipkana kopija).
- Jenko, K., 1944, Stratigrafski i tektonski snošaj pliocena južnog pobočja Požeške gore i Kasonje Brda; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.
- Körössy, L., 1946, Kratki pregled medjimurskog istraživanja nafte; geološko tehnički pregled (tipkan prevod v hrvaščino).
- Lipold, 1920, Službeno poročilo o vrelcih kamenega olja v Medjimurju (tipkano poročilo).
- Melik, A., 1935, Slovenija, Ljubljana, p. 23.
- Moos, A., 1939, Geologische Gutachten über das Erdölgebiet Selnica—Peklenica in Kroatien etc., Hannover, 25. julij (tipkan izvod).
- Moos, A., 1944, Neue Funde von Lymnaeiden, insbesondere von Valenciensiiden im Pannon Kroatien; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.
- Ocepek, D., 1951, Jamsko pridobivanje nafte v Selnici in Peklenici, Lendava.
- Ožegović, F., 1944, Prilog geologiji mlađeg terciara na temelju podataka iz novijih dubokih bušotina u Hrvatskoj; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.
- Ožegović, F., 1946, Nafta u Medjimurju-Prekmurju (tipkan izvod).
- Pleničar, M., — Ramovš, A., 1954, Poročilo o kartiranju pri Brežicah, Geologija 2, Ljubljana.
- Rijavec, J., 1951, Poročila o mikropaleontoloških raziskovanjih materiala iz vrtin Kog-3, Kog-5, Kog-6, Mg-3, Mg-4, Pt-93 itd.
- Schaffer, X., 1951, Geologie von Oesterreich, Winkler, p. 436.
- Šlebinger, C., 1952, Poročilo o geološkem kartiranju terena Jakobski dol, Cmurek in Ščavnica, Ljubljana (tipkan izvod).
- Tomašić, I., 1945, Nalazišta petroleja u Murskom području. Opis petrolejskih nalazišta na Medjimurju, Prekmurju, Slovenskim goricama in na mađarskoj granici (tipkan izvod), Zagreb.
- Vajk, R., 1952, Geofizično ispitivanje jugozapadne Mađarske, Geophysics, april, Vol. XVII., št. 2.
- Winkler, A., 1944, Tertiärbereiche des mittelsteierischen Beckens; Sonderdruck aus Berichte des Reichsamts für Bodenforschung; Wien.
- Winkler, A., 1951, Die jungtektonischen Vorgänge im Steirischen Becken; Vorgelegt in der Sitzung am 21. juni.
- Zajec, K., Poročilo o mikropaleontološkem raziskovanju materiala iz vrtine Fi-1.

## O NOVI NAJDBI MASTODONTOVIH OSTANKOV NA SLOVENSKEM

I. Rakovec

Z 2 tablama slik

V Čentibskih goricah vzhodno od Lendave je našel posestnik Franc Marton konec decembra 1951 pri rigolanju v svojem vinogradu ostanke dveh mastodontovih molarjev ter drobce kosti, ki izvirajo bržkone od reber. Ostanke so ležali v kremenovem, kakor mivka drobnem pesku, in sicer 60 cm pod površjem najnižje, 20—30 m visoke terase.\* Drobci kosti so bili raztreseni na prostoru ca. 4 m<sup>2</sup>. Marton je na istem mestu kopal še 60 cm globlje, da bi odkril nadaljnje ostanke, a ni našel ničesar. Pač pa so po pripovedovanju domačinov že pred prvo svetovno vojno dobili v dolinici pod omenjeno teraso okrog 1 m dolgo kost, ki je verjetno pripadala isti živalski vrsti.

Kremenov pesek vsebuje mnogo muskovitne sljude, karbonatov skoraj nič, pač pa nekaj redkih mineralov (cirkon, titan itd.). Pesek je na površju in še v globini 10 m ali kaj več rumenkastorjav, medtem ko je globlje svetlosiv. Plasti peska so 10—15 m debele in se menjajo z  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  m debelimi plastmi temnosive peščene gline, mestoma pa tudi s plastmi peščenega laporja.

Po dosedanjih ugotovitvah pripadajo vse te plasti srednjemu pliocenu in morda tudi še najmlajšemu oddelku spodnjega pliocena.

Molarja ne kažeta nobenih takih poškodb ali oglajenosti, ki bi govorile za daljši transport ali za drugačne plasti, kot so v najdišču in njegovi okolici, namreč za bolj debelozrnate naplavine, po katerih bi mogli sklepati, da sta bila pozneje odplavljena bliže k takratni obali. Kljub temu moremo reči, da so bili mastodontovi ostanke preloženi s prvotnega nahajališča na drugotno mesto. Mehkejša plasti okoli najdišča sicer niso mogle pustiti kakih vidnih sledov na molarjih, toda okolnost, da so bili deli okostja (mišljene so tu tudi kosti, ki jih pogrešamo) razmetani daleč naokrog, govori vsekakor za to. Nobenega razloga pa ni, da bi ne smeli imeti najdbe za paravtohtono in sinhrono.

Ravnateljstvo Geološkega zavoda v Ljubljani, v katerega zbirki sta molarja sedaj shranjena, mi ju je rade volje prepustilo v obdelavo, za kar se mu najlepše zahvaljujem.

\* Geologu M. Pleničarju se iskreno zahvaljujem za podatke o najdišču in tamkajšnjih plasteh.

### Opis ostankov

Na bolje ohranjenem molarju (tab. I, sl. 1 a, b) so odbite vse korenine. Na aboralnem delu je alveolarna duplina na široko odprta, medtem ko je na oralnem prečna stena med koreninskima kanaloma še ohranjena. Sama zobna krona je skoraj popolnoma nepoškodovana, če odštejemo malenkostno odkrušenost sprednjega talona na posttritni strani, neznatno oškrbljenost prvega prečnega grebena na praetritni polovici in odrgnjenost prvih dveh prečnih grebenov na žvekalni ploskvi posttritnih polovic.

Horizontalni obris molarja je v splošnem pravokotne oblike. Oralna in posttritna stran sta ravni. Praetritna stran je v sredini (ob drugem prečnem grebenu) tako konkavna, da je na videz molar na tem mestu povprek nekoliko stisnjen. Aboralna stran je lahko zaokrožena in prehaja v polkrogu v lingvalno, medtem ko tvori na bazi ob prehodu v bukalno stran skoraj pravi kot.

Na sprednjem talonu je dobro vidno od sosednjega molarja obtiščano mesto. Na zadnjem talonu kaj takega ni opaziti, saj naš primerek še ni tako obrabljen, da bi mogel za njim sledeči molar stopiti v funkcijo.

Prva dva prečna grebena in praetritna polovica tretjega prečnega grebena so že tako načeti, da se je na žvekalni ploskvi pokazal dentin. Posttritna polovica tretjega grebena in četrti greben pa sta le toliko obrabljena, da na oralni strani vzboklin ne opazimo drugega kakor samo poševno navspred nagnjene fasete. Faseta na posttritni polovici četrtega prečnega grebena je še ostro omejena, medtem ko so robovi vseh ostalih faset že močno zglajeni. Na zadnjem talonu ni nobenih sledov kakršnekoli obrabljenosti, saj mamile še daleč ne dosega višine pred njimi stoječega prečnega grebena.

Po Lehmannu naj bi bile pri bunodontnih mastodontih najvišje ležeče točke prečnih grebenov in zapornih vzboklin najprej načete (1950, 224), toda molar iz Čentibskih gorik kaže, da so bile na zadnjem prečnem grebenu obrabljene že nekatere nižje vzbokline, medtem ko so ostale nekatere najvišje še povsem nenačete.

Razlika med obrabljenostjo praetritne in posttritne polovice je precejšnja. Dentin na žvekalni ploskvi praetritne strani ne zavzema samo precej večjega obsega, marveč je tudi bolj izjeden kot na posttritni polovici krone.

Sklenina je pretežno črne barve. Na nekaterih mestih, kakor na primer v prečni dolini med tretjim in četrtim grebenom ter med slednjim in talonom, prehaja v modrikasto barvo. Na močnejše oguljenih delih zobne krone so posebno bukalna ter lingvalna pobočja glavnih vzboklin in bazalni del posttritne strani sivkastomlečne barve. Dentin je na žvekalni površini temne sivorjave barve.

Sprednji talon je na posttritni strani močnejše razvit kakor na praetritni. Deloma je bil temu vzrok večji pritisk sprednjega molarja na praetritno stran, saj je na tej strani zob znatno bolj obtiščan kakor na posttritni. Sprednja zaporna vzboklina prvega prečnega grebena se je na že precej obrabljeni žvekalni ploskvi spojila s srednjim delom talona.

Cingulum je na lingvalni strani bolj razvit kot na bukalni. Povsem zapira izhod doline med prvim in drugim prečnim grebenom na lingvalno stran, zaradi česar je ta dolina kotanjasta. Ob izhodu doline med drugim in tretjim grebenom je cingulum naznačen samo z eno bradavico, prav tako med tretjim in četrtim grebenom, vendar je tamkajšnja bradavica nekoliko manjša.

Rob bazalne odebeline na bukalni strani ne doseže take višine kakor na lingvalni. Vrh tega je odebelina tu znatno manj hrapava kot na lingvalni strani. Med prvim in drugim prečnim grebenom sega cingulum na bukalni strani daleč v notranjost doline, kjer se končuje s precej močno razvito bradavico, prislonjeno ob pobočje prvega grebena. Na bazi krone postaja cingulum v aboralno smer čedalje slabši, podobno kot na lingvalni strani. V dolini med drugim in tretjim grebenom opazimo enako vrsto bradavic kakor v dolini med prvim in drugim grebenom, le da so tu mnogo manjše in hkrati prekrite s cementno plastjo. Morebitne bradavice v dolini med tretjim in četrtim grebenom prekriva debela plast cementa.

Podolžne brazde so dobro izražene na pobočjih prvih treh prečnih grebenov na oralni in deloma tudi aboralni strani. Klähsn je mogel med številnimi primerki ugotoviti take brazde posebno na zgornjih sprednjih dveh molarjih (1922, 106).

Prvi prečni greben obstoji na praetritni strani iz glavne, stranske in dvojne zaporne vzbokline. Sprednja zaporna vzboklina je tako stisnjena od spredaj stoječega zoba, da sega še nekoliko na posttritno stran. Na stransko vzboklino se priključuje zadnja vzboklina, ki se tišči zaporne vzbokline naslednjega (drugega) prečnega grebena. Zaradi precejšnje obrabljenosti so vse navedene vzbokline na žvekalni ploskvi spojene, tako da tvori njih dentin enotno ploskev. Na posttritni strani imamo glavno in stransko vzboklino ter precej slabše razvito zadnjo zaporno vzboklino. Ta se prav tako dotika sprednje zaporne vzbokline drugega grebena kakor ona praetritne polovice. Zavaljo nekoliko manjše obrabljenosti posttritne strani sta na žvekalni ploskvi docela spojeni le glavna in stranska vzboklina. Zaporna vzboklina še ni tako obrabljena, da bi se tudi že na njej pokazal dentin.

Drugi prečni greben sestoji na praetritni strani, kot je iz žvekalne ploskve prav dobro razvidno, iz štirih vzboklin, glavne, stranske in dveh zapornih. Greben te polovice je bil močno potisnjen navspred, hkrati pa tudi proti sredini krone. To je bil po mojem mnenju tudi vzrok, da je baza krone na lingvalni strani prav na tem mestu konkavna. Sprednja zaporna vzboklina se tišči obeh zadnjih zapornih vzboklin na praetritni in posttritni strani prvega prečnega grebena in tako popolnoma zapira dolino med prvima dvema grebenoma. Od vseh vzboklin na praetritni strani je zadnja zaporna vzboklina najslabše razvita. Na posttritni polovici zoba imamo glavno in stransko vzboklino. Slednja ima na aboralni strani precejšnjo nabrekliho, ki jo moremo označiti kot zadnjo zaporno vzboklino.

Tretji prečni greben obstoji v obeh polovicah krone iz treh vzboklin, glavne, stranske in zaporne. Na praetritni strani je glavna vzboklina

največja in najvišja. Sprednja zaporna vzboklina je nekoliko manjša in ne zapira povsem prečne doline, marveč jo v sredini le močno zoži, to se pravi, da se samo z vznožjem dotika sprednjega grebena. Stranska vzboklina, ki je najmanjša, še ni tako obrabljena, da bi se tudi na njeni žvekalni ploskvi pokazal dentin, kakor se je na ostalih dveh vzboklinah. Na posttritni strani je glavna vzboklina prav tako največja. Nekoliko manjši stranski vzboklini je priključena na aboralni strani še manjša zadnja zaporna vzboklina. Njena konica ne sega do žvekalne površine. Meja med njo in stransko vzboklino je jasna, izrazitejša kot na drugem grebenu.

Četrti prečni greben sestoji na praetritni strani iz glavne vzbokline, nekoliko manjše sprednje zaporne in še manjše stranske vzbokline. Vse tri so na vrhu razcepljene v dvoje. Zaporna vzboklina se sicer tudi z vznožjem ne dotika sprednjega (tretjega) grebena, vendar dolino močno zožuje. Na posttritni polovici sta le dve vzboklini, večja glavna in stranska. Na slednji opazimo na mediani strani podolžno zarezo; po njej ločeni manjši del nas spominja na zadnjo zaporno vzboklino prvih treh prečnih grebenov, le da tu ni obrnjena navzad, marveč v mediano smer. Vzboklini na posttritni strani četrtega prečnega grebena ne stojita več pravokotno na podolžno os krone kakor ostale v posttritni polovici, marveč poševno navspred.

Zadnji talon sestoji iz petih različno velikih mamil, od katerih je druga, od lingvalne strani šteto, največja. Talon doseže nekaj nad polovico višine zadnjega prečnega grebena.

Zadnja zaporna vzboklina, ki je razvita na praetritni strani samo na prvih dveh grebenih, doseže na drugem grebenu komaj polovico tiste velikosti, kakor jo ima na prvem. Na posttritni strani je zadnja zaporna vzboklina na prvih treh prečnih grebenih dobro vidna, na četrtem, se zdi, je le malenkostna sled. Na prvih dveh grebenih je ta vzboklina nekoliko slabše razvita kakor na praetritni strani. Praetritna stranska vzboklina je razvita na vseh grebenih približno enako močno, medtem ko je na posttritni polovici krone na četrtem grebenu nekoliko manjša kot na sprednjih treh.

Prečne doline so na bukalni (posttritni) strani nekoliko širše kot na praetritni, kar je nedvomno v zvezi z alternacijo.

Vzbokline posttritne polovice so zaradi manjše obrablenosti precej višje od onih na praetritni strani, izvzemši pri zadnjem prečnem grebenu, kjer je glavna vzboklina praetritne polovice nekoliko višja od enake vzbokline posttritne strani. Višinska razlika med obema polovicama je pri sprednjih grebenih največja. Tako je žvekalna ploskev nagnjena v poševni smeri od zadaj navspred proti prvemu prečnemu grebenu praetritne strani.

Pobočja posameznih prečnih grebenov so na lingvalni kakor bukalni strani skoraj enako strma. Še bolj strma so pobočja v prečnih dolinah.

Štirje prečni grebeni so razviti le na intermediarnih molarjih. V eno o sicer omenja M<sup>2</sup> s 5 prečnimi grebeni (1950, 52, 54), toda pri tem ima zadnji talon za peti greben, medtem ko naj bi zadnji talon zaradi nedoraslosti manjkal (1950, 52, 54). Glede na to, da je na molarju

iz Čentibskih goric praetritna polovica prečnih grebenov pomaknjena navspred, pripada zob zgornjemu intermediarnemu molarju, čeprav ni opaziti na zobni kroni v longitudinalni smeri potekajoče konveksne površine. V transverzalni smeri je žvekalna ploskev v sredi krone nekoliko konkavna. Ker se nahaja praetritna polovica vedno na lingvalni strani molarja, imamo opravka z zobom iz leve čeljusti.

Molar je dolg 108 mm. Prvi greben je na bazi 64 mm širok, drugi 61 mm, tretji 64,5 mm in četrti 61 mm. Največjo širino doseže torej na tretjem prečnem grebenu. Širina prvega grebena na žvekalni ploskvi meri 47 mm, drugega 41 mm, tretjega 35 mm in četrtega ca. 29 mm. Indeks, to je razmerje med dolžino krone in njeno največjo širino znaša 59,7 ‰. Sklenina je debela 3,5 mm.

Take dimenzije, kakor jih ima naš primerek, dosežejo pri vrsti *Anancus arvernensis* M<sup>1</sup> in M<sup>2</sup>. Klähn navaja za M<sup>1</sup> dolžine 91,5—101,0 mm, največje širine pa 58,0—66,0 mm. Pri tem je upošteval tudi zob iz železniškega predora pri Lassnitzu na srednjem Štajerskem, ki ga je Bach opisal kot M<sup>2</sup> (1910, Taf. X, Fig. 3) ter zob iz Bribira v Hrvatskem Primorju, ki ga je Vacek prav tako določil za M<sup>2</sup> (1877, Taf. VII, Fig. 2). Za M<sup>2</sup> navaja Klähn dolžine 120,0—161,0 mm, največje širine pa 74,0—88,5 mm. Dimenzij zoba iz predora pri Lassnitzu, ki ga Klähn tu pomotoma zopet navaja (medtem ko ga iz Bribira ne več), nisem upošteval. Če dodamo k tem dimenzijam za M<sup>1</sup> in M<sup>2</sup> še tiste, ki jih navajajo Schlosser (1907), Toulou (1911), Gorjanović (1912), Schlesinger (1921, 1922) in Venzo (1950), katerih Klähn ni ali ni mogel upoštevati, vidimo, da znaša variacijska širina pri dolžinah za M<sup>1</sup> 87—116 mm, pri največjih širinah pa 53—79,5 mm, medtem ko pri dolžinah za M<sup>2</sup> 100—145 mm, pri največjih širinah pa 63—88 mm.

Med številnimi M<sup>2</sup> navajata le Weithofer (1891) in Toulou (1911) po enega z dolžino 100 mm. Razen teh dveh so vsi ostali doslej znani M<sup>2</sup> daljši od našega primerka. Potemtakem je verjetneje, da pripada obravnavani molar iz Čentibskih goric M<sup>1</sup>.

Na našem primerku alternacija na prvem prečnem grebenu sicer ni razločna, vendar poteka podolžna os praetritne polovice za 1—2 mm bolj spredaj kakor os na posttritni strani. Na drugem grebenu je alternacija nekoliko jasneje izražena, na tretjem je dokaj razločna, medtem ko je na četrtem zopet manj jasna.

Glede na razmeroma slabo izraženo alternacijo utegne molar pripadati prehodni obliki *Tetralophodon longirostris* — *Anancus arvernensis*, na kar bi kazali še nekateri elementi zobne krone, o katerih bomo govorili v naslednjem poglavju. Toda na zgornjih molarjih, ki so vrh tega še malo obrabljeni, ni alternacija skoraj nikoli dovolj jasno izražena. Pa tudi če bi bili glede alternacije nekoliko v dvomu, nas sprednja zaporna vzboklina praetritne polovice na prvem grebenu, ki sega čez mediano črto na posttritno stran, prepričuje, da je bil mastodont mnogo bliže vrsti *Anancus arvernensis* kot *Tetralophodon longirostris*. Schreuder celo meni, da je razen alternacije predvsem ta znak odločilen za pripadnost k mlajši vrsti (1944, 43). Tako moremo torej molar upravičeno pripisati vrsti *Anancus arvernensis* (Croiz. et Job.).



Zadnji prečni greben še ni skoraj nič obrabljen, zavoljo česar smemo molar glede na intermediarno pozicijo pripisati mlademu individuu. Če sklepa V e n z o po skoraj enako obrabljenem molarju iz italijanskega najdišča Adda di Paderno na zelo mlado žival, čeprav pripada predzadnjemu molarju (1950, 51, 54, Fig. 2), velja to toliko bolj za naš primerrek M<sup>1</sup>.

Razen tega sta še dva fragmenta iz istega najdišča, ki pripadata nedvomno istemu zobu. Oba se po enakomerni svetlosivi barvi močno ločita od prej opisanega molarja. Iz naslednjega bo pa razvidno, da ju moremo pripisati isti živali kot obravnavani M<sup>1</sup>.

Na večjem fragmentu (tab. II, sl. 2 a, b) imamo sprednji talon ter prva dva prečna grebena. Drugi prečni greben je skoraj v celoti ohranjen, pri prvem pa manjka večina praetritne polovice. Določitev praetritne in posttritne strani je na fragmentu nekoliko težavna, ker so vse ohranjene vzbokline skoraj povsem neobrabljene. Na manjkajočem delu prvega grebena, kjer bi utegnila biti posebno glavna vzboklina kolikor toliko obrabljena, pa imamo na razpolago le majhen ostanek sprednje zaporne vzbokline. In prav na njem je zaslediti tisto mesto, kjer je zaporna vzboklina sicer malenkostno obrabljena, a vendar tako razločno, da moremo imeti levo stran krone za praetritno. Tako pripada molar isti strani zgornje čeljusti kakor prej opisani molar.

Ohranjeni del sprednjega talona ni prav nič obtiščan od sosednjega zoba, marveč je oralna stran posttritne polovice precej izbočena. Na eni strani prehaja, polagoma dvigajoč se, v sprednjo zaporno vzboklino praetritne polovice prvega grebena, na bukalni strani pa se močno zniža in prehaja v cingularno tvorbo. Ta je na bazi prvega grebena slabo razvita, pri vходу v prečno dolino pa se okrepi s precej močnimi bradavicami, ki segajo še v dolino samo.

Od praetritne polovice prvega grebena je ohranjen le tisti del, ki meji na posttritno polovico. Aboralna stran stranske vzbokline na praetritni polovici kaže precejšnjo odebelino, ki ni drugega ko slabo razvita zadnja zaporna vzboklina. Posttritna polovica prvega prečnega grebena sestoji iz precej velike glavne vzbokline, razcepljene v dvoje. Zareza je na njenem vrhu dobro vidna, na sprednjem pobočju navzdol se kmalu izgubi, na aboralni strani pa preide v precej globoko brazdo, ki sega skoraj do dna doline med prvim in drugim grebenom. Prav zategadelj ne moremo imeti glavne vzbokline za dve samostojni tvorbi. Nekoliko manjša stranska vzboklina ima na aboralni strani večji bradavici podobno odebelino, ki jo moremo imeti za močno zmanjšano zadnjo zaporno vzboklino.

Praetritna polovica drugega prečnega grebena sestoji iz treh različnih vzboklin, glavne, stranske in zaporne. Konica glavne vzbokline sega najvišje, konica zaporne najnižje. Na aboralni strani stranske vzbokline opazimo podobno odebelino kakor na prvem prečnem grebenu, le da je tu precej manjša in da je pravzaprav prislonjena na zarezo med glavno in stransko vzboklino. Potemtakem imamo tudi tu zadnjo zaporno vzboklino. Sprednja zaporna vzboklina popolnoma zapira prečno dolino in jo tako loči v dva dela. Za glavno vzboklino, a že na dnu naslednje

prečne doline, je ohranjena bradavičasta tvorba, ki pripada bazalnemu delu lingvalne strani. Posttritna polovica drugega prečnega grebena obstoji iz glavne vzbokline, stranske in zadnje zaporne vzbokline, ki je precej močnejša od one na praetritni strani, a tudi od one na posttritni polovici prvega grebena. Tudi tu je glavna vzboklina najvišja, zaporna najnižja.

Prečna dolina med prvima dvema grebenoma je na praetritni strani zaradi alternacije precej ožja od one na posttritni. Stopnjo alternacije moremo na tem fragmentu presojeti le na drugem prečnem grebenu, kjer je pa manj jasno izražena kot na drugem grebenu prej obravnavanega molarja, čemur je deloma vzrok neobrabljenost zoba.

Manjši fragment (tab. II, sl. 1 a, b) sestoji iz zadnjega prečnega grebena in talona. Pred zadnjim grebenom je ohranjen na posttritni strani še bukalni del prečne doline s precej močno bradavico na njenem dnu in del glavne vzbokline, ki pripada posttritni polovici predzadnjega grebena. Cingulum je prekrit s cementom in se zato komaj razloči. Praetritna stran zadnjega grebena obstoji vsaj navidezno iz treh vzboklin, ki stoje vse pravokotno na podolžno os. Največja je nedvomno glavna vzboklina. Ostali dve pripadata bržkone stranski vzboklini, ki je razcepljena. O sprednji zaporni vzboklini priča le ohranjeni mediani del. Posttritna stran sestoji iz treh vzboklin. Glavna vzboklina je dokaj nižja od one na praetritni polovici. Na oralni strani stranske vzbokline se nahaja razmeroma močna sprednja zaporna vzboklina, medtem ko je na aboralni strani opaziti le malenkostno sled zadnje zaporne vzbokline.

Zadnji talon je zgrajen iz štirih mamil. Največja in najvišja je prva na praetritni strani, najmanjša je v sredini, a pripada že posttritni strani.

Aboralna stran molarja ima številne drobne bradavice, ki postajajo proti bazi krone čedalje manjše.

Molar je imel vsaj 4 prečne grebene. Dolžina večjega fragmenta (prva dva grebena s talonom) znaša 70 mm, dolžina manjšega (zadnjega grebena z zadnjim talonom) pa 37 mm. Natančne širine drugega grebena zaradi poškodovanosti ni mogoče določiti. Ohranjeni del drugega grebena meri ca. 73 mm, prava širina pa utegne biti za 1—2 mm večja. Širine predzadnjega prečnega grebena prav tako ni mogoče izmeriti, ker mu na lingvalni strani manjka precejšen del.

Po širini drugega grebena sodeč, bi mogel molar pripadati M<sup>2</sup>. Po neznahtni obrabljenosti ohranjene praetritne polovice prvega grebena moremo reči, da zob še ni bil v rabi. To potrjuje tudi nerazvita zobna krona in neobtiščani proksimalni del M<sup>1</sup>.

### O razvojni stopnji molarjev

Kjer najdišče ni stratigrafsko dovolj natančno označeno, da bi ga mogli vzporediti z drugimi, se moremo opreti le na presojo specializacijske stopnje, kolikor jo je možno ugotoviti na ohranjenih ostankih zob. Tudi v našem primeru smo primorani ubrati to pot, da pokažemo, koliko je z mastodontovimi molarji moči dognati geološko starost najdišča v Čentibskih gorica.

Za ugotovitev razvojne stopnje, ki jo je dosegel mastodont iz Čentibskih goric, je potrebno razen primerjave z molarji iste vrste iz drugih najdišč in različnih horizontov tudi vzporejanje z molarji njenih prednikov, predvsem neposredne predniške vrste *Tetralophodon longirostris*. Sicer trdita Osborn (1936, 630) in Arambourg (1945, 483), da se *Anancus arvernensis* ni razvil iz navedene vrste, marveč bržkone iz vrste *Tetralophodon perimensis* ali iz *T. properimensis*, toda večina paleontologov se s tem ne strinja. Upravičene pomisleke je bil navedel že Dietrich (Neues Jb. Min. etc., Ref. III. 1937, 588), v zadnjem času pa posebno Lehmann odločno zavrača Osbornovo stališče (1950, 218, 224).

Od vseh elementov zobne krone so za razvoj molarjev najvažnejše zaporne vzbokline. Bach celo trdi, da odločajo te pri določanju zgornjih molarjev v primeru, da je alternacija, ki je sicer najvažnejši znak, slabo izražena (1910, 109).

Najstarejša evropska vrsta *Trilophodon angustidens* ima zadnje in sprednje zaporne vzbokline še enako močno razvite, in to spredaj kakor zadaj. Pri prehodnih oblikah *Trilophodon angustidens* — *Tetralophodon longirostris* zadnje zaporne vzbokline na zadnjih prečnih grebenih polagoma izginjajo.

Na zgornjih molarjih vrste *Tetralophodon longirostris* so na praetritni strani bolj razvite sprednje zaporne vzbokline, na spodnjih zadnje, in sicer postajajo od drugega grebena navzad manjše. Po Klähnu so na zgornjih molarjih zadnje zaporne vzbokline na sprednjih grebenih praetritne polovice vedno razvite, čeprav so mnogokrat zelo majhne (1922, 113), po Schlesingerju je pa na sprednjih grebenih zgornjih molarjev razen zadnje zaporne vzbokline tudi sprednja tako slabo razvita, da ne sega nikdar v dolino samo (1922, 73).

Schlesinger je prišel na podlagi bogatega materiala iz madžarskih najdišč do zaključka, da je pri vrsti *Anancus arvernensis* na praetritni strani zgornjih molarjev razvita samo sprednja zaporna vzboklina, kjer more postati poleg glavne vzbokline najmočnejši element, medtem ko je na posttritni strani zadnja zaporna vzboklina. Na zadaj stoječih prečnih grebenih so te vzbokline reducirane (1919, 138; 1922, 73, 264).

Tudi na  $M^2$  vrste *Anancus arvernensis* iz najdišča Adda di Paderno (Venzo, 1950, 53, Fig. 2) vidimo na praetritni strani grebenov razvito samo sprednjo zaporno vzboklino, medtem ko sta na posttritni polovici zastopani na prvem grebenu dve zadnji zaporni vzboklini, na drugem ena sama, na tretjem je pa ta že tako majhna, da je komaj še vidna. Sprednje zaporne vzbokline na praetritni polovici so precej večje od zadnjih zapornih vzboklin na posttritni strani grebenov.

Kot primer naj navedem še  $M^2$  iste vrste iz angleškega najdišča Ramsey (Falconer, 1857, Pl. XII, Fig. 1), ki ima na praetritni strani prav tako le sprednjo zaporno vzboklino, na posttritni pa zadnjo in še to samo na prvem grebenu. Toda na  $M^3$  iz najdišča Firladani v Besarabiji (Macarovic, 1936, 361, Pl. XII, Fig. 12) opazimo na praetritni strani tudi zadnjo zaporno vzboklino, a le na prvem grebenu.

M<sup>1</sup> iz Čentibskih goric se loči od dobro razvitih intermediarnih molarjev vrste *Anancus arvernensis* po tem, da sta na prvih dveh prečnih grebenih praetritne strani razviti obe zaporni vzboklini, sprednja in zadnja. Od teh je sprednja močnejša. Na drugem grebenu je zadnja zaporna vzboklina že za polovico manjša od one na prvem grebenu. Na tretjem in četrtem grebenu je zastopana samo sprednja zaporna vzboklina. Na posttritni strani pa je zadnja zaporna vzboklina razvita na prvem, drugem in tretjem prečnem grebenu, medtem ko sprednje sploh ni.

Na večjem fragmentu M<sup>2</sup> iz istega najdišča je na obeh prvih dveh prečnih grebenih razvita zadnja zaporna vzboklina na obeh straneh, sprednja pa samo na praetritni strani. Na manjšem fragmentu istega molarja, to je na četrtem prečnem grebenu, je na obeh straneh dobro razvita sprednja zaporna vzboklina, medtem ko je zadnja, ki je naznačena le z neznatno odebelino, zastopana samo na posttritni strani.

Glede na zadnje zaporne vzbokline, izražene na praetritni polovici zobnih kron, predstavljata oba naša primerka razmeroma primitivno razvojno stopnjo.

Za nadaljnjo presojo razvojne stopnje obravnavanih molarjev je pomembna alternacija prečnih grebenov. Lehmann je zasledoval nastanek alternacije in dognal, da se njeni prvi znaki pokažejo že pri vrsti *Trilophodon angustidens*. Pri mlajši *Tetralophodon longirostris* je na zgornjih molarjih praetritna stranska vzboklina tako potisnjena navspred, da postane praetritna glavna vzboklina izolirana. Pri prehodnih oblikah *Tetralophodon longirostris* — *Anancus arvernensis* sledi praetritna glavna vzboklina stranski. S tem je vsa praetritna polovica postavljena pred posttritno. Da je bila praetritna polovica pri tem res potisnjena navspred, dokazuje nespremenjena razdalja med prečnima grebenoma na posttritni strani. Lehmann si razlaga ta proces s tem, da so se molarji polagoma večali, medtem ko je ostala lobanja sama enako velika. Pri tako nastali stiski za prostor so se mogli molarji povečati le z alternacijo. Dognal je, da se je začela alternacija javljati najprej na zadnjih molarjih, nato šele na intermediarnih (1950, 216, 217). Lehmann ne omenja, ali se je ta proces izvršil na spodnjem in zgornjem zadnjem molarju hkrati ali ne. Bržkone se je to dogajalo pri spodnjih molarjih znatno prej kot pri zgornjih, ker je pri slednjih alternacija pogosto slabo izražena.

Glede na to, da je pri prehodnih oblikah in pri vrsti *Anancus arvernensis* izražena alternacija najbolj na zadnjih prečnih grebenih, medtem ko se javlja navspred čedalje slabše, se je moralo pričeti premikanje praetritne polovice pri zadnjem prečnem grebenu in ne pri prvem.

Prava alternacija se torej prvič pojavi pri prehodnih oblikah *Tetralophodon longirostris* — *Anancus arvernensis*, in sicer na vseh prečnih grebenih razen na prvem ali celo drugem, saj je to po Schlesingerju tudi glavni znak, po katerem se ločijo od tipične vrste *Anancus arvernensis* (1921, 125, 127; 1922, 58). Med primitivnimi in specializiranimi tipi vrste *Anancus arvernensis* je Pontier videl glavno razliko v tem, da imajo prvi le slabo izraženo alternacijo (1923, 156).

Na  $M^3$  iz Firladanija je alternacija slabo izražena, nič bolje ni na  $M^2$  in  $M_3$  iz madžarskega najdišča Ajnácskó, da spominjata, kakor pravi Schlesinger, že na vrsto *Tetralophodon longirostris* (1922, 65, 70, Taf. XIII, Fig. 2). Zelo razločna pa je na  $M_3$  iz najdišča Rákoskeresztúr (Schlesinger, 1922, Taf. XI, Fig. 2) in na  $M^2$  iz najdišča Ramsey (Falconer, 1857, Pl. XII, Fig. 1). Na  $M^2$  iz najdišča Adda di Paderno je alternacija od drugega grebena navzad zelo razvita, medtem ko je na prvem zaznavna le po sprednji zaporni vzboklini (Venzo, 1950, 53, Fig. 2). Že zelo specializirani *Anancus arvernensis* iz najstarejšega pleistocena vzhodne Afrike ima na  $M^1$  in  $M^2$  povsem razločno alternacijo (Dietrich, 1943, Abb. 3, 4).

Primerka iz Čentibskih goric z alternacijo prečnih grebenov še nista dosegla tiste specializacijske stopnje, kakršno kažejo popolnoma razviti molarji vrste *Anancus arvernensis*, vsekakor pa že tako, da ju moramo prišteti k tej vrsti.

Praetritne polovice prečnih grebenov so pri vrsti *Tetralophodon longirostris* skoraj za dve tretjini večje od posttritnih. Tako ima  $M^1$  te vrste na posttritni strani po 2—3 vzbokline, medtem ko na praetritni po 3—4 (cf. Schlesinger, 1921, 81, 91, 125). Pri vrsti *Anancus arvernensis* pa vidimo, če vzamemo za primer  $M^2$  iz najdišča Adda di Paderno (Venzo, 1950, 53, Fig. 2), da so praetritne polovice enako velike kot posttritne ali celo nekoliko manjše.

Na obeh molarjih iz Čentibskih goric so praetritne polovice znatno večje od posttritnih, kar kaže nedvomno na primitivnejšo razvojno stopnjo tega mastodonta.

Kläh n je dognal, da so posttritne vzbokline pri vrsti *Tetralophodon longirostris* v horizontalnem, z žvekalno ploskvijo vzporednem prerezu okrogle, medtem ko so pri *Anancus arvernensis* trikotne. Trikotniki se zaradi odebelitve sekundarnih posttritnih vzboklin, na katere se prislanjata sprednja in zadnja zaporna vzboklina, razširijo navznoter. Marsikdaj se nahaja baza trikotnika na zunanji strani, če je glavna vzboklina širša od sekundarne (1922, 106). Naša primerka imata v prerezhih praetritnih prečnih grebenov bolj ovalno kot trikotno obliko.

Po Schlesingerjevi trditvi kažeta slabo razvit zadnji prečni greben in zadnji talon na primitivno stopnjo. Zgornji molarji so glede tega na splošno primitivnejši od spodnjih. Za višjo specializacijsko stopnjo govori predvsem močnejši razvoj talona (1921, 100, 129—130, 134).  $M^2$  vrste *Anancus arvernensis* iz najdišča Rákoskeresztúr ima na primer zelo razvit zadnji talon (Schlesinger, 1922, 64, Taf. XI, Fig. 6), na  $M^2$  iz najdišča Ramsey pa je zadnji talon sicer razmeroma slabo razvit, toda zadnji prečni greben doseže enako širino kot vsi pred njim stoječi (Falconer, 1857, Pl. XII, Fig. 1).

$M^1$  iz Čentibskih goric ima zadnji prečni greben precej slabše razvit od sprednjih. Prav tako zaostaja zadnji talon po širini, dolžini, predvsem pa po višini močno za zadnjim prečnim grebenom, saj dosega komaj polovico njegove višine. Na fragmentarno ohranjenem  $M^2$  iz istega najdišča moremo ugotoviti le, da je zadnji talon dokaj manjši od zadnjega prečnega grebena in da slednji po velikosti zaostaja za drugim grebenom.

Pri vrsti *Tetralophodon longirostris* je bazalna odebelina na zunanji strani zobne krone jasna, na notranji ne tako ali celo manjka (Schlesinger, 1921, 99). Za zadnje ostanke bazalnega pasu pri prehodnih oblikah ima Bach vzboklinice na izhodu prečnih dolin, ki jih zapirajo (1910, 110). Za vrsto *Anancus arvernensis* je tipično pomanjkanje bazalnega pasu, tako da kaže močan razvoj tega na primitivno stopnjo (Schlesinger, 1921, 128, 129). Arambourg pravi, da imajo zgornji molarji bolj ali manj rudimentarni cingulum samo na lingvalni strani (1945, 481), medtem ko Klähn celo trdi, da pri zgornjih molarjih vrste *Anancus arvernensis* sploh izginje (1922, 108).

Na  $M^2$  iz najdišča Ramsey (Falconer, 1857, Pl. XII, Fig. 1) je bazalna odebelina razvita samo na lingvalni strani, a še tu slabo.

Ugotovljeno pa je, da more bazalni pas manjkati že pri vrsti *Tetralophodon longirostris* (Schlesinger, 1921, 96) ali pa se more dobro razviti pas pojaviti še pri vrsti *Anancus arvernensis* (Weithofer, 1891, 126). Toda to so izjemni primeri, ki jih pač vrednotimo ali kot specializirane ali kot primitivne tipe.

Na naših primerkih je bazalna odebelina razvita na obeh straneh krone, vendar na lingvalni strani bolj kot na bukalni. Cingulum bukalne strani, čeprav nekoliko slabše razvit, kaže torej na primitivnejšo razvojno stopnjo molarjev.

Medtem ko je Schlesinger bil še mnenja, da je opaziti glede brazdaste površine na zobni kroni veliko variabilnost in da zato ni posebnega upoštevanja vredna (1921, 134), je mogel Klähn dognati tako površino samo na molarjih vrste *Anancus arvernensis*. Pri zgornjih molarjih je opazil razločnejše brazde kot pri spodnjih, predvsem na  $M^1$  in  $M^2$ . Kjer take površine ni, je po Klähnovem mnenju izginila zaradi preperelosti ali zavoljo transporta v vodi (1922, 97, 98). Edinole na zadnjih zgornjih molarjih brazde večinoma manjkajo (Klähn, 1929, 239).

Na vseh prečnih grebenih  $M^1$  iz Čentiških goric je brazdasta površina lepo izražena. Na fragmentih  $M^2$  iz istega najdišča pa, ki bi bila za tako presojo primernejša, ker še nista skoraj nič obrabljena in tudi sicer le malo zglajena, ni opaziti razločnih brazd.

Molarja iz Čentiških goric sta glede zapornih vzboklin in alternacije, torej prav tistih elementov zobne krone, ki so za presojo razvojne stopnje najvažnejši, pa tudi glede razmerja velikosti praetritne ter posttritne polovice krone in razvoja bazalnega pasu vsekakor še na primitivni stopnji razvoja in se prav v tem približujeta predniški vrsti *Tetralophodon longirostris*.

Ob tej priložnosti primerjajmo obravnavane molarje še s primerkoma iz Slovenske Bistrice ter iz okolice Sv. Andraža v Slovenskih goricah. Alternacija prečnih grebenov na  $M^3$  iste mastodontove vrste iz Slovenske Bistrice je izrazitejša kot na  $M^1$  iz Čentiških goric. Razliko med obema molarjema opazimo predvsem na drugem prečnem grebenu. Še jasneje je alternacija izražena na  $M_3$  iz Slovenskih goric (Rakovec, 1951, 182, 190), kar je pa glede na spodnji molar samo po sebi razumljivo.

Na molarju iz Slovenske Bistrice je zadnja zaporna vzboklina na praetritni polovici krone zaznavna le na prvem prečnem grebenu, medtem

ko je na  $M^1$  in  $M^2$  iz Čentibskih goric tudi na drugem. Toda na spodnjem zadnjem molarju iz okolice Sv. Andraža v Slovenskih goricah je zaporna vzboklina razvita še na četrtem prečnem grebenu.

Na  $M^3$  iz Slovenske Bistrice so prečni grebeni daljši na praetritni strani prav tako kot na  $M^1$  in  $M^2$  iz Čentibskih goric, medtem ko so na molarju iz okolice Sv. Andraža na posttritni. Toda na slednjem postajajo praetritne polovice grebenov navzad čedalje slabše in se reducirajo končno na eno samo vzboklino (R a k o v e c, 1951, 191, 192).

Zadnji talon sestoji pri molarju iz Slovenske Bistrice prav tako iz 5 mamil kakor na  $M^1$  iz Čentibskih goric in dosega komaj dve tretjini višine zadnjega prečnega grebena. Na  $M_3$  iz Slovenskih goric je sicer zadnji talon prav tako znatno ožji od sprednjih prečnih grebenov, toda po višini skoraj dosega sprednje prečne grebene. Tudi so tri vzbokline, iz katerih sestoji talon, močno razvite.

Bazalni pas na  $M^3$  iz Slovenske Bistrice ni razvit, na  $M_3$  iz Sv. Andraža pa je samo na labialni strani. Molar iz Čentibskih goric ima cingularno tvorbo razvito tudi na lingvalni strani.

Iz te primerjave razvidimo, da sta molarja iz Čentibskih goric razvojno primitivnejša od  $M^3$  iz Slovenske Bistrice in  $M_3$  iz okolice Sv. Andraža v Slovenskih goricah. Razvojna stopnja obeh slednjih molarjev je približno enaka.

### O geološki starosti najdbe

Tipični *Anancus arvernensis* se nikjer ne pokaže pred srednjim pliocenom. Po A r a m b o u r g u se pojavi primitivnejša podvrsta *Anancus arvernensis brevirostris* od spodnjega pliocena dalje (1945, 483, 484). Glede na njegovo delitev pliocenske dobe v dva dela, spodnjega in zgornjega, je tu nedvomno mišljeno razdobje od (začetka) srednjega pliocena dalje. Toda ta primitivni tip je znan samo iz najdišč Montpellier in spada potemtakem v srednji pliocen (cf. M o t t l, 1953, Beil. 4).

S c h l e s i n g e r je sprva trdil, da je živel tipični *Anancus arvernensis* v Evropi izključno samo v srednjem pliocenu, pri čemer je upošteval tudi geološko najmlajša najdišča kakor Val d'Arno v srednji Italiji ali Mosbach oz. Biebrich ob Renu v srednji Nemčiji (1919, 148, 155—157). S c h m i d t g e n je sicer navedel razloge za mlajšo geološko starost najdišča pri Mosbachu (1910, 135, 137), toda S o e r g e l je dokazal, da so ležali mastodontovi ostanki pri Mosbachu res na drugotnem mestu (1916, 161); njemu se je pridružil tudi S c h l e s i n g e r. M o t t l se je sprva (1939, 289) omejevala le na možnost, da je živela ta vrsta v južni Evropi še v spodnji polovici zgornjega pliocena, kar je bil svoj čas trdil že S o e r g e l (1916, 160). Enakega mnenja je bil nekaj časa tudi S c h l e s i n g e r, a je pozneje spet zavzel svoje prvotno stališče (1922, 236). K l ä h n je prav tako vztrajal na tem, da je bila vrsta *Anancus arvernensis* omejena samo na srednji pliocen (1932, 162).

Šele v novejšem času so prišli paleontologi do zaključka, da *Anancus arvernensis* ni živel samo v srednjem in zgornjem pliocenu, marveč še celo v najstarejšem pleistocenu. Deloma je bilo vzrok temu, da se je

v zadnjem času premaknila meja med pliocenom in pleistocenom navzdol na bazo villafranchija. Pozneje so se med raziskovalci sicer še pojavljale razlike glede geološke starosti te mastodontove vrste, vendar so temeljile večinoma le na različnem pojmovanju o pliocensko-pleistocenski meji. V tem smislu navajajo Osborn (1936), Anthony in Friant (1941), Schreuder (1944), Arambourg (1945) in Venzo (1950) zgornji pliocen kot najmlajše razdobje, v katerem je še živel *Anancus arvernensis*.

Papp in Thenius ugotavljata sicer, da se je *Anancus arvernensis* ohranil skupno z vrsto *Zygodon borsoni* kot terciarni relikv za nekaj časa še v kvartarno dobo, kljub temu ga imata še za značilno vrsto za srednji in zgornji pliocen, tako da govorita celo o »arvernensis-horizontu« (1949, 766, 771, 772, 775). V zadnjem času omenja tudi Mottl, da je *Anancus arvernensis* zastopan med vodilnimi vrstami za srednji pliocen. Toda najdišče Ajnácskő na Madžarskem, iz katerega je znanih največ najdb te vrste in ki ga je imel Schlesinger za srednjepliocenskega, uvršča v zgornji pliocen ali, kakor ga sama nazivlje, v »prehodni horizont« med pliocenom in pleistocenom. V isto dobo naj bi spadala tudi romunsko najdišče Malusteni in angleški Red Crag. Po njenem mnenju je bil *Anancus arvernensis* zastopan še v vsem villafranchiju, ki naj bi obsegal günz I in sledeči interstadial günz I/II. V günz I stavlja najdišča Norwich Crag na Angleškem, Laaerberg pri Dunaju in Rákospalotya na Madžarskem (1953, Beil. 4), medtem ko uvršča Zeuner najmlajše ostanke iz Anglije (Norwich Crag in Red Crag) v interstadial günz I/II (1945, 259; 1952, 185).\*

Osborn mastodonta iz günške dobe, ki ga je imel Falconer še za *Anancus arvernensis* (1857, 333, Pl. XII, Fig. 3, 4), ne prišteva več k isti vrsti, marveč k posebni, bolj specializirani, *Anancus falconeri* Osborn, ki naj bi se ločil od vrste *Anancus arvernensis* po tem, da so prečni grebeni pri njem poševneje nagnjeni navspred, posamezne vzbockline pa hkrati v mediano smer (1936, 632, 633, 636). Vprašanje pa je, ali more biti posebna vrsta utemeljena samo z nagnjenostjo prečnih grebenov ali vzboklin (upoštevajoč vrh tega tudi večjo nagubanost sklenine, ki naj bi se javljala le na mlečnem zobovju), saj je nagnjenost navspred po mnenju nekaterih raziskovalcev prav karakteristična za spodnje molarje, h katerim spada tudi holotip iz Suffolka. Zato poznamo med pliocenskimi primerki vrste *Anancus arvernensis* doslej mnogo spodnjih molarjev z močno nagnjenimi prečnimi grebeni. Mednje spada na primer tudi molar iz okolice Sv. Andraža v Slovenskih goricah, na katerem pa njih nagnjenost zaradi precejšnje obrabljenosti ne pride toliko do izraza (Rakovec, 1951, 189, sl. 2).

Če je torej *Anancus arvernensis* veljal kot vodilen sprva le za srednji pliocen, pozneje za ves mlajši, to je srednji in zgornji pliocen, ga moramo

\* Tudi z afriških tal poznamo najstarejše ostanke *A. arvernensis* iz srednjega pliocena (Depéret, Lavauden et Solignac, 1925, 22), najmlajše pa iz najstarejšega pleistocena (Dietrich, 1943, 48).



danes v marsikaterem delu Evrope upoštevati tudi kot sestavni del najstarejše pleistocenske favne.

Pri določanju geološke starosti bi bilo treba upoštevati geografsko lego najdišča kljub veliki razširjenosti te mastodontove vrste. Nedvomno je, da so bili mastodonti kot reprezentanti pliocenske favne prilagojeni predvsem na toplo in razmeroma vlažno podnebje. Ob prehodu pliocenske dobe v pleistocensko pa so se zaradi poslabšanja klimatskih razmer morali umikati proti jugu. Že Soergel je mogel dognati, da so se mastodonti najdalj vzdržali na Apeninskem in Pirenejskem polotoku (1916, 160). Toda najdišča vrste *Anancus arvernensis* iz najmlajšega pliocena in najstarejšega pleistocena so tako redka, da na podlagi njih še ni mogoče napraviti zanesljivih zoogeografskih zaključkov za večje dele Evrope ne glede na to, da v marsikaterem najdišču ni izvedljivo podrobnejše horizontiranje.

Po Dietrichu se pojavijo specializirani mastodonti šele od zgornjega pliocena dalje. Pri tem ima v mislih predvsem močno reducirane mlečne zobe (1943, 47, 48). Glede na razvoj alternacije pa dosežejo zadnji stadij šele primerki iz najstarejšega pleistocena, kakor je pokazala primerjava molarjev iz zgornjeliocenskih najdišč z onimi iz najstarejšega pleistocena.

Mastodontovi ostanki iz Čentibskih gorik kažejo vsekakor že tako stopnjo specializacije, da jih moremo pripisati tipični vrsti in jih zato nikakor ne smemo staviti v spodnji pliocen. V posameznih elementih zobne krone pa kaže ta mastodont še primitivne znake, tako da se v tem približuje vrsti *Tetralophodon longirostris*. Po razvoju bi mogli ostanke primerjati z  $M^3$  iz najdišča Firladani v Besarabiji, ki ga Macaroviči stavlja v najmlajši del srednjega pliocena (1936, 361, Pl. XII, Fig. 12), glede na slabo izraženo alternacijo pa je možna primera tudi z  $M^1$ ,  $M^2$  in  $M_3$  iz zgornjeliocenskega najdišča Ajnácskó (Schlesinger, 1922, 62, 65, 70, Taf. XI, Fig. 4, Taf. XIII, Fig. 2). Spričo tega moremo mastodonta iz Čentibskih gorik uvrstiti v srednji pliocen ali kvečjemu še v starejšo polovico zgornjega. Natančnejšega horizonta na podlagi ohranjenih fosilnih ostankov ni mogoče določiti.

Molarja iz Slovenske Bistrice in iz okolice Sv. Andraža v Slovenskih goricah, ki sta znatno bolj specializirana od molarjev iz Čentibskih gorik, pa lahko stavimo v še mlajšo dobo.

Sprejel uredniški odbor 16. junija 1954.

## ON THE NEW FIND OF MASTODONT REMAINS IN SLOVENIA

Toward the end of 1951 the remains of two mastodonts molars as well as bone-fragments, belonging probably to the ribs, were found in Čentibske gorice east of Lendava ( $16^{\circ} 30' 30''$  east of Greenwich, and  $46^{\circ} 33' 00''$  northern latitude). The remains were lying in a quartz-silt, 60 cm below the surface of the lowest terrace reaching 20—30 metres in

height. The quartz sand beds are 10—15 metres thick alternating with  $\frac{1}{4}$  to  $\frac{1}{2}$  a metre thick layers of dark-grey sandy clay as well as with sandy marl in some places. According to the facts known so far all these strata belong to the Middle Pliocene and perhaps even to the youngest stage of the Lower Pliocene.

In the better preserved molar (Plate I, Figs. 1 a, b) the first ridge on the pretrite side consists of the main cone, inner cone, and double buttress. The anterior buttress is so pressed by the tooth in front of it that it protrudes slightly on the posttrite side. The inner cone is followed from behind by the posterior buttress. On the posttrite side there are the main and inner cones as well as the posterior buttress which is much less developed.

The second ridge consists on the pretrite side of the main cone, inner cone and two buttresses. The anterior buttress presses closely to the two posterior buttresses of the pretrite and posttrite sides of the first ridge and so completely shuts off the valley. Of all the cones on the pretrite side the posterior buttress is the least developed one. On the posttrite side of the crown the main and the inner cones are represented. There is a considerable swelling on the latter on the aboral side that may be called the posterior buttress.

The third ridge consists in both halves of the crown of the main cone, inner cone, and buttresses. The anterior buttress does not interrupt completely the transversal valley though narrowing it considerably in its middle. On the posttrite side the inner cone is followed on the aboral side by the posterior buttress.

The fourth ridge consists on the pretrite side of the main cone, of a slightly smaller anterior buttress, and still smaller inner cone. On the posttrite half there are only the main and inner cones. In the latter the posterior buttress of the first three ridges can be observed.

The posterior talon consists of 5 mamillae and reaches a height which is slightly above the half of that of the posterior ridge.

The posterior buttress, which is developed on the pretrite side only on the first two ridges, is on the second ridge hardly half the size of that observed on the first one. On the posttrite side the posterior buttress on the first three ridges can easily be seen, while on the fourth one only a small trace seems to have been left. On the first two ridges on the posttrite side this cone is somewhat less developed than on the pretrite side. The pretrite inner cone is fairly equally developed on all ridges, while on the posttrite side of the crown on the fourth ridge it is a little smaller than on the three anterior ones.

The grinding surface is inclined obliquely from behind toward the anterior in direction of the first ridge of the pretrite side.

The molar is 108 mm long. The first ridge is 64 mm thick at its base, the second 61 mm, the third 64,5 mm, and the fourth 61 mm.

Such dimensions as measured in our specimen are reached by  $M^1$  and  $M^2$ . Among numerous  $M^2$  only Weithofer (1891) and Toulou (1911) mention each one reaching 100 mm in length. The specimen from Lassnitz described by Bach (1910) as  $M^2$  and having the same length,

is considered by Klähn (1922) as M<sup>1</sup>. All hitherto known M<sup>2</sup> are longer than our specimen. Therefore it is more probable that the molar from Čentibské gorice discussed here belongs to M<sup>1</sup>.

In this molar the alternation on the first ridge cannot be clearly distinguished, it is true, yet the longitudinal axis of the pretrite half lies for 1—2 mm in front of the axis of the posttrite side. On the second ridge the alternation is somewhat more clearly marked, on the third it is fairly discernible, while on the fourth one it is less clear again. Owing to the fact that the alternation is not clearly discernible the molar may belong to the transitional form of *Tetraophodon longirostris* — *Anancus arvernensis* which may be shown also by some elements of the tooth crown (posterior buttresses, cingulum). However, on the upper molars the alternation is hardly anywhere clearly discernible. Besides, the anterior buttress of the pretrite half on the first ridge, protruding across the median line on the posttrite side, suggests that the Mastodon was much closer to the species of *A. arvernensis* than to that of *T. longirostris*.

Judging from the position and preservation of the tooth crown the molar belongs to a young individual.

From the same locality came another two fragments belonging to the same tooth and even to the same animal as the described molar. In the larger fragment (Plate II, figs. 2 a, b) is preserved only the part of the first ridge of the pretrite half bordering on the posttrite side. The aboral side of the inner cone on the pretrite half displays a considerable swelling which is nothing but a badly developed posterior buttress. The latter displays on the aboral side a larger mamilla-shaped swelling which can also be considered as a considerably reduced posterior buttress. The pretrite half of the second ridge consists of the main cone, inner cone and buttresses. On the aboral side of the inner cone a swelling similar to that on the first ridge can be observed with the exception that it is considerably smaller. This too may be considered as the posterior buttress. The posttrite half of the second ridge consists of the main cone, inner cone and posterior buttresses which is more clearly marked than that on the pretrite side and that on the posttrite half of the first ridge as well.

The degree of alternation in this fragment can be measured only on the second ridge, though it is less expressed than that on the second ridge of the above discussed molar the cause of which may partly be the preservation of the tooth.

The smaller fragment (Plate II, figs. 1 a, b) consists of the posterior ridge and talon. The pretrite side seems to consist of the posterior ridge and of three cones all standing rectangularly to the longitudinal axis. The largest is undoubtedly the main one, while the other two belong probably to the lateral cone which is split. Only the preserved medial part bears witness to the anterior buttress. On the posttrite side the main cone is considerably lower than that on the pretrite side. On the oral side of the inner cone there is a fairly strong anterior buttress, while on the

aboral side only a slight trace of the posterior buttress can be observed. The posterior talon is built of four mamillae.

There were at least 4 ridges on the molar. The length of the larger fragment (the first two ridges with talon) is 70 mm, and the length of the smaller (of the posterior ridge with the posterior talon) is 37 mm. Owing to damages the exact width of the second ridge can not be determined. The preserved part of the second ridge is about 73 mm long, and the real width may be 1—2 mms greater. Judging from the width of the second ridge the molar may belong to  $M^2$ . On the strength of the slightly damaged pretrite half of the first ridge which is preserved it may be asserted that the tooth had not been used which is borne out by the undeveloped crown of the tooth and the unpressed proximal part of  $M^1$ .

In judging the stage of evolution reached by the mastodont from Čentibské gorice of all the elements making up the crown of the tooth the most important are the posterior buttress, alternation, the relationship between the sizes of the pretrite and posttrite halves, the relationship between the sizes of the posterior ridge and the talon and the rest of the ridges and the cingulum. In view of the posterior buttresses, displayed on the pretrite half, both our specimens make for a relatively primitive stage of evolution. Also as regards alternation they had not yet reached that specialization stage which can be observed in the completely developed molars of the species *Anancus arvernensis*, though sufficiently developed to warrant their inclusion in this species. Furthermore, the pretrite halves on both molars are considerably larger than those on the posttrite ones which also points to a rather primitive evolutionary stage of this mastodont. On the base of the Schlesinger's statements the badly developed posterior transversal ridge and talon suggest a rather primitive stage and consequently both our specimens can in this respect too be considered as primitive. Finally, the cingulum of the buccal side, though it is slightly underdeveloped also suggests a more primitive evolutionary stage of the molars.

It is true that the mastodont's remains from Čentibské gorice bear witness of specialization to such a degree that they have to be included in their typical species and cannot belong to the Lower Pliocene, but in individual elements of the tooth crown this mastodont still displays primitive signs thus approaching the species of *Tetraolophodon longirostris*. According to their evolution the remains could be compared to  $M^3$  from the locality Firladani in Bessarabia which according to Macarovici dates from the earliest part of the Middle Pliocene (1936, 361, Pl. XII, fig. 12), whereas in view of the unsufficiently expressed alternation a comparison with  $M^1$ ,  $M^2$  and  $M_3$  from the Upper Pliocene locality Ajnácskő (cf. Schlesinger, 1922, 62, 65, 70, Taf. XI, Fig. 4, Taf. XIII, Fig. 2) is also possible. In view of all this the mastodont from Čentibské gorice may be put in the Middle Pliocene or at the most in the later half of the Upper Pliocene.

## LITERATURA

- Anthony, R. et Friant, M., 1941, Introduction à la connaissance de la dentition des Proboscidiens. Mém. Soc. Géol. Minér. Bretagne 6, Rennes.
- Arambourg, C., 1945, *Anancus osiris*, un Mastodonte nouveau du Pliocène inférieur d'Égypte. Bull. Soc. Géol. France (5) 15, Paris.
- Bach, F., 1910, Mastodonreste aus der Steiermark. Beitr. Paläontol. Geol. Österr. Ung. Orient. 23, Wien.
- Dawkins, B. W., 1903, On the discovery of an ossiferous cavern of Pliocene age at Doveholes. Quart. J. Geol. Soc. London 59.
- Depéret, Ch., Lavauden, L. et Solignac, M., 1925, Sur la découverte du *Mastodon arvernensis* dans le Pliocène de Ferryville (Tunisie). C. R. Bull. Soc. Géol. France (4) 25, Paris.
- De Guidi, G., 1940, Nuovi resti di *Mastodon arvernensis* Croiz. et Job, del Valdarno in Toscana. Atti Soc. Toscana Sci. Nat. Pisa, Mem. 48.
- Dietrich, W. O., 1943, Über innerafrikanische Mastodonten. Z. Deutsch. Geol. Ges. 95, Berlin.
- Falconer, H., 1857, On the Species of Mastodon and Elephant occurring in the fossil state in Great Britain. Part I. Mastodon. Quart. J. Geol. Soc. London 13.
- Gorjanović-Kramberger, (K), 1912, Fosilni proboscidi Hrvatske i Slavonije. Djela Jugoslav. akad. znan. umjet. 21, Zagreb.
- Klähn, H., 1922, Die badischen Mastodonten und ihre süddeutschen Verwandten. Berlin.
- Klähn, H., 1929, *Mastodon longirostris* — *arvernensis* von Leopoldsdorf in Niederösterreich. Verh. Geol. B. A. Wien.
- Klähn, H., 1932, *Mastodon arvernensis* Croiz. et Job. aus dem Mittelpliozän von Willershausen und die Bedeutung des Vorkommens für Pliozänfragen. Neues Jb. Min. etc., Beil.-Bd. 68, Abt. B, Stuttgart.
- Lehmann, U., 1950, Über Mastodontenreste in der bayerischen Staatssammlung in München. Paläontographica 99, A, Stuttgart.
- Macarovici, G. N., 1936, Restes de mammifères fossiles de la Bessarabie méridionale. Ann. Sci. Univ. Jassy 22,
- Mottl, M., 1939, Die mittelplozäne Säugetierfauna von Gödöllö bei Budapest. Mitt. a. d. Jb. Ungar. Geol. A. 32, Budapest.
- Mottl, M., 1953, Eiszeit und eiszeitliche Fauna-Entwicklung. Z. Gletscherk. Glazialgeol. 2, Innsbruck.
- Osborn, H. F., 1936, Proboscidea. I. Moeritherioidea, Deinotherioidea, Mastodontoidea. New York.
- Papp, A. und Thenius, E., 1949, Über die Grundlagen der Gliederung des Jungtertiärs und Quartärs in Niederösterreich unter besonderer Berücksichtigung der Mio-Plio- und Tertiär-Quartär-Grenze. S.-B. Österr. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abt. 1, 158, Wien.
- Petronijević, Ž., 1951, O nalasku ostataka *Mastodon arvernensis* Croizet et Jobert u Sremskim Karlovcima. Glasnik Prirodnj. muz. srp. zemlje, ser. A, 4, Beograd.
- Pontier, G., 1923, Étude sur certains points intéressants de l'Évolution des Dinotherium et des Mastodontes européens. Ann. Soc. Géol. Nord 47, Lille.
- Rakovec, I., 1951, O najdbah mastodonta (*Mastodon arvernensis* Croiz. et Job.) na Štajerskem. Razpr. Slov. akad. znan. umet., razr. prirod.-medic. ved. 1, Ljubljana.
- Schlesinger, G., 1919, Die stratigraphische Bedeutung der europäischen Mastodonten. Mitt. Geol. Ges. Wien 11.
- Schlesinger, G., 1921, Die Mastodonten des Naturhistorischen Staatssammlungs. Denkschr. Naturhist. Staatsmus. 1, Geol.-paläontol. Reihe 1, Leipzig u. Wien.
- Schlesinger, G., 1922, Die Mastodonten der Budapester Sammlungen. Geologica hungarica 2, Budapest.
- Schlosser, M., 1907, Über Säugetiere und Süßwassergastropoden aus Pliozänablagerungen Spaniens. Neues Jb. Min. etc. II, Stuttgart.

Schmidtgen, O., 1910, *Mastodon arvernensis* aus dem Mosbacher Sande. Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt 4, Folgeheft 31.

Schreuder, A., 1944, Upper-Pliocene Proboscidea out of the Scheldt and the lower-Rhine. Leidsche Geol. Meded. 14.

Soergel, W., 1916, Die pliozänen Proboscidier der Mosbacher Sande. Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N. F. 5, Karlsruhe.

Toula, F., 1911, Paläontologische Mitteilungen aus der Sammlung von Kronstadt in Siebenbürgen. Abh. Geol. R. A. Wien 20.

Vacek, M., 1877, Über österreichische Mastodonten und ihre Beziehungen zu den Mastodonarten Europas. Abh. Geol. R. A. Wien 7.

Venzo, S., 1950, Rinvenimento di *Anancus arvernensis* nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno, di *Archidiskodon meridionalis* e *Cervus* a Leffe. Stratigrafia e Clima del Villafranchiano Bergamasco. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. 89, Milano.

Weithofer, K. A., 1891, Die fossilen Proboscidier des Arnothales in Toskana. Beitr. Paläontol. Österr.-Ungar. Orient. 8, Wien.

Zeuner, F. E., 1945, The Pleistocene Period, its Climate, Chronology and Faunal Successions, London.

Zeuner, F. E., 1952, Dating the Past. An Introduction to Geochronology, 3th edition, London.

### Besedilo k slikam Explanation of the Figures

*Anancus arvernensis* (Croiz. et Job.) iz Čentibskih goric pri Lendavi  
*Anancus arvernensis* (Croiz. et Job.) from Čentibske gorice near Lendava

#### I. TABLA — PLATE I.

- 1 a sl. Levi M<sup>1</sup>, žvekalna ploskev  
Fig. 1 a. The left M<sup>1</sup>, the grinding surface  
1 b sl. Levi M<sup>1</sup>, od bukalne strani  
Fig. 1 b. The left M<sup>1</sup>, from the buccal side

#### II. TABLA — PLATE II.

- 1 a sl. Levi M<sup>2</sup>, fragment z zadnjim prečnim grebenom in talonom, žvekalna ploskev  
Fig. 1 a. The left M<sup>2</sup>, fragment with the posterior ridge and talon, grinding surface  
1 b sl. Levi M<sup>2</sup>, fragment z zadnjim prečnim grebenom in talonom, od bukalne strani  
Fig. 1 b. The left M<sup>2</sup>, fragment with the posterior ridge and talon, from the buccal side  
2 a sl. Levi M<sup>2</sup>, fragment s prvim in drugim prečnim grebenom, žvekalna ploskev  
Fig. 2 a. The left M<sup>2</sup>, fragment with first and second ridge, from the grinding surface  
2 b sl. Levi M<sup>2</sup>, fragment s prvim in drugim prečnim grebenom, od bukalne strani  
Fig. 2 b. The left M<sup>2</sup>, fragment with first and second ridge, from the buccal side.

Vse slike v naravni velikosti.  
All figures in natural size.

Original je shranjen v zbirki Geološkega zavoda v Ljubljani.  
The original makes part of collection of the State Geological Survey in Ljubljana.

Vse slike je izdelal V. Finžgar, kartograf v Geografskem inštitutu univerze v Ljubljani.  
All figures by V. Finžgar, cartographer with the Geographical Institute at the University of Ljubljana.

I. TABLA — PLATE I.



1a sl. — Fig. 1a



1b sl. — Fig. 1b



II. TABLA — PLATE II.



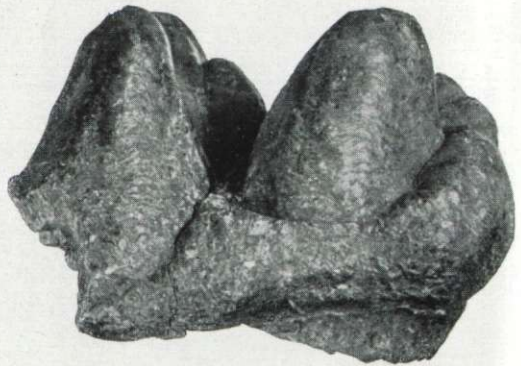
1a sl. — Fig 1a



2a sl. — Fig. 2a



1b sl. — Fig. 1b



2b sl. — Fig. 2b



**O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica**  
**On the Origin of Molybdenum in the Lead-Zinc Ore-Deposit of Mežica**

1. slika

Galenit z molibdenitom v skrilavcu, Mežica. Severni del 3h rudišča — obzorje Barbara: pol., 150 ×, galenit (g), molibden (m), skrilavec (s), luknjice (v).

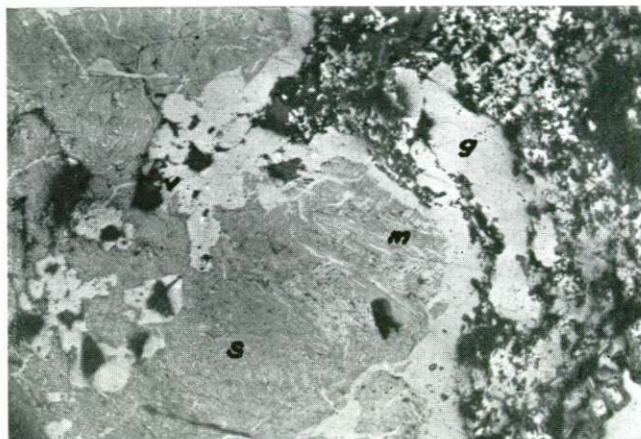


Fig. 1.

Galena with molybdenite in the Cardita-Shale, Mežica. The northern part of the 3h ore-deposit — the Barbara-horizon: pol., 150 ×, (s), Vugs (v).

2. slika

Galenit z molibdenitom v skrilavcu, Mežica. Severni del 3h rudišča — obzorje Barbara: pol. 0°, 300 ×, galenit (g), molibdenit (m), skrilavec (s), luknjice (v).

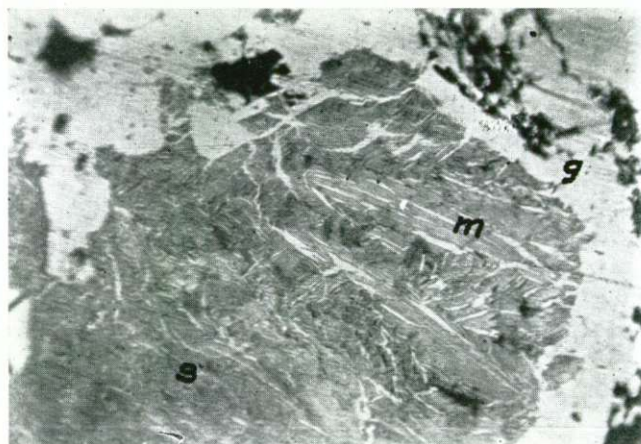


Fig. 2.

Galena with molybdenite in the Cardita-Shale, Mežica. The northern part of the 3h ore-deposit — the Barbara-horizon: pol. 0°, 300 ×, Galena (g), Molybdenite (m), Shale (s), Vugs (v).

3. slika

Galenit z molibdenitom v skrilavcu, Mežica. Severni del 3h rudišča — obzorje Barbara: pol. 90°, 300 ×, galenit (g), molibdenit (m), skrilavec (s), luknjice (v).

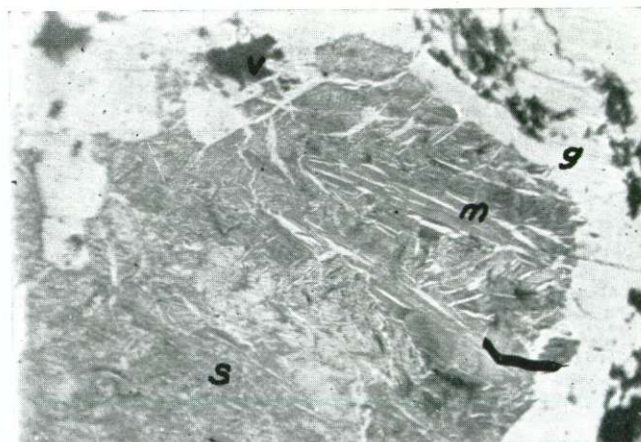


Fig. 3.

Galena with molybdenite in the Cardita-Shale, Mežica. The northern part of the 3h ore-deposit — the Barbara-horizon: pol. 90°, 300 ×, Galena (g), Molybdenite (m), Shale (s), Vugs (v).

## O IZVORU MOLIBDENA V SVINČEVEM IN CINKOVEM RUDIŠČU MEŽICA

Jože Duhovnik

S 3 fotografijami

Obširna literatura (Schroll, 1949) obravnava vprašanje nastanka vulfenita v svinčevih in cinkovih rudiščih Koroške (Mežica, Rute—Bleiberg in druga), pri čemer prihajajo avtorji do zaključka, da je mogel vulfenit nastati s koncentracijo v skrilavcih prvotnega molibdena ali pa neposredno iz hidrotermalnih raztopin, ki so pozneje z obogatitvijo z drugimi prviniami povzročile nastanek teh rudišč.

Vulfenit teh rudišč je značilen oksidacijski mineral, nikjer ga namreč ne najdemo pod spodnjo mejo oksidacije, ki se z napredkom rudarskih del premika vedno globlje. Vendar nam prav zato nastopanje vulfenita ne poda nobenega dokaza niti za eno niti za drugo teorijo o izvoru prvotnega molibdena.

Kristalne oblike vulfenita so v mežiškem rudniku izredno pestre, vendar siromašne s kristalnimi ploskvami, ki so razen tega še nepopolno razvite. Glavna razlika med temi kristali, ki so po navadi ploščičasti po pinakoidu (001), je v tem, da nastopajo na višjih obzorjih kristali, ki so debelejši, tako da moremo opaziti tudi jasne piramide, visoke do 8 mm. Na spodnjih obzorjih najdemo samo kristale, ki so izredno tanki po ploskvah istega pinakoida (15. obzorje), drugih likov ne najdemo. Debelina takih ploščic znaša samo 0.1 mm. Kristali se ločijo med seboj tudi po barvi, ki pa ni odvisna od debeline ploščic. Kristali vulfenita z višjih obzorij so rjavkastordeči — oranžni, kristali s spodnjih obzorij so pa medenorumeni.

Po vseh teh podatkih bi si mogli predstavljati, da je nastanek vulfenita povezan predvsem z napredkom rudarskih del, za kar govori manjša debelina ploščic s povečanjem globine. Kristali so nepravilno razviti ter imajo le redko jasne kristalne ploskve. Tudi to govori za hitro rast, ki si jo moremo predstavljati pod pogoji oksidacije, povezane z napredkom rudarskih del. Podobno hitro rast oksidacije v odkopani rudi podaja za Rute Jelenc (1953).

Podrobna mikroskopska preiskovanja ing. Petra Graška (1952) so pokazala, da nastopa v rudišču tudi molibdenit, ki so ga delno po pomoti označevali za jordizit. Poznejša preiskovanja na rudniku samem, posebno s kemičnimi analizami, kakor tudi mikroskopska preiskovanja

v našem inštitutu, so pokazala, da so podatki, ki jih je navedel, pravilni in da je tudi jordizit v glavnem molibdenit. Redki so primeri, ko jordizita nismo mogli prištevati molibdenitu, ker v obruskih nismo opazovali refleksijskega pleohroizma, značilnega za molibdenit.

Kemična analiza vzorca, v katerem je bil prvič v mežiškem rudišču določen molibdenit, daje sledeče podatke:

Vzorec je analiziral prof. dr. ing. Lad. Guzelj, za kar se mu najlepše zahvaljujem.

Pb	50.36	50.12 %	PbS	58.11 %	Pb	50.36	76.16
Mo	9.38	9.01	MoS <sub>2</sub>	15.67	Mo	9.38	— 60.85
Fe	1.11	nd.	FeS <sub>2</sub>	2.38	Fe	1.11	15.31 S 15.86
CaO	6.49	5.35					
MgO	0.84	0.30		76.16		60.85	
S	15.86	17.15					
CO <sub>2</sub>	2.64	nd.					
SiO <sub>2</sub>	0.30	nd.					
H <sub>2</sub> O	2.99	nd.					

Vsota: 89.97

Analiza ni popolna, kar kaže vsota vseh oksidov, vendar nas zadovolji, ker jasno kaže molibden, ki smo ga v obliki molibdenita našli pod mikroskopom. Razlika za S je verjetno dopolnjena s sadro, ki se razvija v obrusku. Po vsem tem moremo sklepati, da je mineral, ki sta ga Matija Drovenik in Peter Grašek označila po optičnih lastnostih za molibdenit, res **molibdenit** ter da ta mineral istočasno predstavlja prvotno obliko nastopanja molibdena v mežiškem rudišču. Vulfenit je mogel nastati iz molibdenita šele po oksidaciji, ki je v mežiškem rudišču zaradi močnih tektonskih porušitev izredno močna. Te tektonske porušitve so nastale delno pred, delno pa po orudnenju z molibdenitom in drugimi minerali.

Po nastopanju molibdenita in njegovem odnosu do galenita moremo sklepati, da je molibdenit starejši od galenita ter da je verjetno nastal v isti mineralizacijski fazi, seveda pri višji temperaturi. Posebno jasno dokazuje to nastopanje galenita (sl. 1, 2, 3) v razpokah v molibdenitu, ki so mlajše od molibdenita in starejše od galenita.

To razlago podpira tudi dejstvo, da so našli sorazmerno majhne količine molibdenita (Germovšek, 1954) tudi v pirometasomatskih magnetitnih rudiščih na zahodnem Pohorju skupno s pirotinom, halkopiritom, sfaleritom in galenitom na področju Male Kope. Pirotina in halkopirita do sedaj še niso našli v mežiški rudi, našli pa so arzenopirit (Jičha, 1951), ki prav tako predstavlja visokotemperaturni mineral.

Na področju Male Kope ni usedlin, ki bi bile prvotno najbolj bogate z molibdenom (Schroll, 1949) in v katerih naj bi prišlo do nastopanja molibdenita po obogatitvi. Rudišča so na kontaktu med dacitom in marmorom. Vsi došednji preiskovalci, ki zagovarjajo sedimentarni izvor molibdena, navajajo najvišje koncentracije v glinastih in laporastih

plasteh. Tudi v tem rudišču nastopa molibden v sulfidni obliki kot v Mežici.

Drugo dejstvo, ki govori za drugo teorijo in razlago, je majhna debelina rabeljskih karditskih skrilavcev. Če bi nastopal prvotni molibden v teh skrilavcih v tako majhnih količinah, kot jih navaja Schroll, bi bila količina molibdena premajhna za ves vulfenit, ki so ga že do sedaj nakopali v mežiškem rudišču (ca. 30.000 t koncentrata po podatkih, ki jih je zbral ing. Lojze Zorc).

Po teh dokazih je za nastanek molibdenita in vulfenita v mežiškem rudišču in verjetno tudi v ostalih koroških rudiščih mogoča samo druga teorija, po kateri si predstavljamo izvor molibdena v hidrotermalnih raztopinah, ki so pozneje z izpremembo sestava povzročile nastanek celotnih svincovo-cinkovih rudišč. Petrascheck (Schroll, 1949) in ostali avtorji zastopajo isto teorijo, ki je bila dokazana že z nastopanjem molibdenita v Bleibergu.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

#### ON THE ORIGIN OF MOLYBDENUM IN THE LEAD-ZINC ORE-DEPOSIT OF MEŽICA

Numerous authors have yet discussed the question of origin of molybdenum in the lead-zinc ore-deposits in Koroška (Carinthia) (Mežica, Rute, Bleiberg and others). Some of them concluded, the wulfenite has been formed out of primary molybdenum in shales by its concentration. The others have found the origin of molybdenum in the hydrothermal solutions forming later on the lead- and zinc deposits, when enriched by latter elements.

The wulfenite is significant for the oxidation-zone of the deposit. It has not been found yet below the boundary of oxidation zone. This gets deeper and deeper because of the progress of mining works. Thus the occurrence of wulfenite does not prove any of theories mentioned above.

The crystals of wulfenite are very badly formed and they are poor in crystal faces. They differ between themselves in a great degree. The main difference between the crystals, which are usually tabular on pinacoid (001), is their thickness. On upper horizons we can find well developed pyramidal forms of crystals up to 8 mm in height. On the lower horizons we find thin crystals representing just pinacoids without any other form. They are only 0,1 mm thick. The crystals differ also in colour. Those from the upper horizons are brownish red to orange and those of the lower horizons honey-yellow.

According to all these data we can suppose, the forming of the wulfenite crystals was in connection with the progress of the mining works. The decrement of the thickness with the increasing depth of the deposit developed is the best proof of that. The crystals are very irregular with

very rare well developed crystal faces (on upper horizons). That proves the fast crystal growth under the oxidation conditions caused by the progress of mining works. Similar fast oxidation of the mined ore has been found by Jelenc (1953).

Detailed microscopic examinations of the Mežica-ores by P. Grašek have shown, the molybdenite occurs in the deposit also. It was partly falsely determined as jordizite. Later examinations at the mine itself, especially by means of the chemical analysis as well as the microscopic examinations in our institute have proved, all the data for molybdenite are correct as well as that the jordizite belongs mainly to molybdenite. In exceptional cases only we were not able to observe the reflexion pleochroism characteristic for molybdenite on the polished surfaces.

The chemical analysis of the sample, in which the molybdenite in the Mežica lead-zinc ore-deposit was stated first, is as follows:

The author wishes to thank Prof. L. Guzelj, Technical High School in Ljubljana for the chemical analysis.

Pb	50.36	50.12 %	PbS	58.11 %	Pb	50.36	76.11
Mo	9.38	9.01	MoS <sub>2</sub>	15.67	Mo	9.38	— 60.85
Fe	1.11	n. d.	FeS <sub>2</sub>	2.38	Fe	1.11	15.31 S 15.86
CaO	6.49	5.35					
MgO	0.84	0.30		76.16		60.85	
S	15.86	17.15					
CO <sub>2</sub>	2.64	n. d.					
SiO <sub>2</sub>	0.30	n. d.					
H <sub>2</sub> O	2.99	n. d.					
	<hr/>						
	89.97						

The analysis data are not complete but they serve us very well, as they show the molybdenum, which we have found in the form of molybdenite in polished surfaces. The difference in S is most probably caused by the occurrence of gypsum determined on weathered polished surface.

According to all these data we can conclude, the mineral determined by M. Drogenik and P. Grašek as molybdenite, according to the optical properties, is molybdenite indeed. It represents at the same time the primary source of molybdenum in the Mežica-deposit. The wulfenite has been formed out off molybdenite by the process of oxidation. The oxydation was very strong due to heavy tectonic processes taking place partly before and partly after the mineralisation by molybdenite and other minerals.

On the base of occurrence of molybdenite and its relation to the galena we can conclude, the molybdenite is older than galena. It has crystallised most probably during the same mineralisation phase at the higher temperature only. A fair proof of that is the occurrence of galena in fractures in the molybdenite. The fractures are thus younger than molybdenite and older than galena.

This explanation is supported by the fact, relatively small quantities of molybdenite have been found (Germovšek, 1954) in the pyrometasmatic magnetite ore-bodies in the Western Pohorje Mountains together with the pyrrhotite, chalcopyrite, sphalerite and galena in the Mala Kopa-area. Pyrrhotite and chalcopyrite have not been found yet in the Mežica-ore, but arsenopyrite has been determined in one specimen (Jičha), representing the high temperature minerals in this deposit.

In the Mala kopa-area there are no sediments in which molybdenite could be formed by the enrichment of the primary molybdenum in the sediments themselves. The deposits are limited to the contacts between the dacite and marble. All the authors, advocating the sedimentary origin of molybdenum indicate the shales and clays as the rocks richest in molybdenum. Such rocks do not occur in the vicinity of the ore-deposits. The molybdenum in the Mala kopa region occur in the form of molybdenite. The form is the same as in Mežica, where the greater part of it has been oxidated to wulfenite.

The second point proving the hydrothermal origin of the molybdenum is the thickness of the Rabelj (Raibl) Cardita Shales. Their quantity is too small, that wulfenite, mined up to time only, could originate in them (ca. 30.000 ts of Mo-concentrate according to data compiled by Ing. Lojzè Zorc). The percent of molybdenum in the shales is too low to form so large a quantity of wulfenite.

On the base of all these data we can conclude, the origin of molybdenite and wulfenite in the Mežica lead-zinc ore-deposit as well as in other deposits of the same type in Koroška (Carinthia) are the hydrothermal solutions, which later on formed the entire lead-zinc ore-deposits occurring in this region. Petraschek (Schroll, 1949) and other authors represent the same theory, proved first by the occurrence of molybdenite in Bleiberg.

Institute of mineralogy,  
University in Ljubljana.

#### LITERATURA

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

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

Jelenc, D., 1953, Nekateri značilnosti orudnenja v rudišču Rute. Geologija, 1. Ljubljana.

Jičha, H. L., 1951, Alpine Lead-Zinc-Ores of Europe. Economic Geology, 46. Lancaster.

Schroll, E., 1949, Über die Anreicherung von Mo und V in der Hutzone der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Verh. der Geol. Bundesanstalt. Wien.

# GEOLOŠKE RAZMERE OB SEVERNEM ROBU LAŠKE SINKLINALE VZHODNO OD SAVINJE

Z 1 karto in 6 mikrofotografijami

*Milan Hamrla*

## UVOD

Med geološko zanimive in ekonomsko pomembne dele naše države spada vsekakor laška terciarna kadunja, v kateri so se na debelem sloju rjavega premoga razvili obsežni rudniki. Premogonost terciarne sinklinale pojema proti zahodu; premogov sloj v ekonomski debelini ne sega dosti zahodnejše od Šemnika v zagorski kadunji. Proti vzhodu so v območju rudnika Laško poznani pojavi premoga vse do Savinje. Po starih podatkih in ustnem izročilu pa se nadaljuje tanjši sloj premoga tudi še na vzhodni strani Savinje.

Z geološko obdelavo ozemlja neposredno vzhodno od Laškega sem v prvi vrsti nameraval ugotoviti možnosti nastopanja ekonomsko pomembnega premoga. Tu zbrani podatki o razmerah v severnem krilu laške terciarne kadunje so tudi prispevek k splošnemu poznavanju tega območja. Rabili bodo pri regionalnem reševanju problemov stratigrafije in tektonike našega terciarja in triadnega vulkanizma v Sloveniji.

Najbolj natančno sem obdelal spodnje terciarne plasti, kjer je bilo pričakovati premog, manj ostali terciar in predterciarno podlago z izjemo novo najdenih magmatskih kamenin. Delo predstavlja nadaljevanje *Mundovega* kartiranja zahodno od Savinje, ki je bilo že objavljeno (*Munda*, 1953).

## STRATIGRAFIJA

Terciarno ozemlje je zahodno od Savinje sorazmerno ozko, od tod proti vzhodu pa se širi in postaja globlje; vedno večja površina je pokrita z najmlajšim miocenom in onstran Sotle tudi s pliocenom. Triadni hrbet Rudnice ga deli na dve sinklinalni območji. Kartirano območje pripada severnemu obrobju severne sinklinale. Terciari laške kadunje se na severu združuje s terciarjem Savinjske doline, na jugu pa je v zvezi s terciarnim pasom, ki se vleče od Podsrede preko Sevnice do Št. Ruperta no Dolenjskem.

## Paleozoik

Paleozojske plasti zastopajo predvsem karbonski skrilačci in peščenjaki. Nad njimi leži na nekaterih mestih rdečkast kremenov peščenjak,

ki je ponekod precej debelozrnat. Prištevamo ga h grödenskemu horizontu. Teller je na svoji geološki karti označil neprekinjen pas permških peščenjakov od Savinje do doline Reke. Na južni strani dolomitnega pasu sem zasledil rdeč permški peščenjak le vzhodno od Huma (585 m) na majhni površini ob kontaktu s psevdofiljskimi skrilavci. Teller ima na tem mestu na svoji geološki karti vrisano znatno večjo površino werfena. Severnovzhodno od Čajevega mlina v dolini Reke proti Lešam so v kontaktu z eruptivno kamenino rdečkasti in vijoličasti skrilavci s sljudo, nato pa slede svetli, ploščasti peščenjaki. Pod njimi se pričenjajo sivorjavi peščenjaki in temni karbonski skrilavci. Peščenjake na tem mestu moremo po videzu prištevati permu, medtem ko skrilavci nad njimi pripadajo po vsej verjetnosti že werfenu. Kot navaja Munda (1953) so si grödenski in werfenski skladi v tem območju litološko zelo podobni ter jih je brez favnistične podlage težko ločiti.

### Triada

**Spodnja triada.** Rdeči in vijoličasti skrilavci s sljudo, ki nastopajo v tesni zvezi s kremenovimi peščenjaki in konglomerati, se pojavljajo praviloma v ozkem pasu pod skladi dolomita. Tellerjeva karta jih pokaže kot ozek pas med permom in svetlim dolomitom v srednjem delu odseka med Savinjo in dolino Reke. Dejansko pa se nadaljujejo v ozkem pasu še dalje proti vzhodu. Nad skrilavimi peščenjaki se pojavljajo tudi rdečkasti in vijoličasti, ploščasti, apneni skrilavci.

Na geološki karti so werfenske plasti zaradi majhnega obsega vključene v paleozoik.

**Srednja triada.** Anizična stopnja. V naslednjem, sorazmerno ozkem pasu, ki spremlja terciar vzdolž severnega roba skoraj po vsej dolžini, je svetel dolomit, ki sledi zgoraj opisanim plastem. Po Mundi (1953, 40) pa tudi po drugih starejših avtorjih (Bittner, Teller) sledi werfenskemu apnencu najprej ozka plast temnosivega apnenca, nad njim pa svetlosiv dolomit. Na Tellerjevi geološki karti se plasti anizičnih apnencev, ki nastopajo v bazi dolomita na vsej dolžini zahodnega in srednjega dela laškega zaliva, končujejo nekje pri Hudi jami. Vzhodneje apnencev najbrž ni več. Na nekaj mestih, kot vzhodno od Huma, severno od Brda, severovzhodno od Čajevega mlina in v okolici Padežev nisem našel temnega apnenca pod dolomitom.

Teller je opredelil svetle apnence in dolomite kot zgornji del srednje triade. Bittner (1884, 478) domneva na podlagi nekaj fosilov da so wengenske starosti. Munda (1953, 41) ima verjetno najbolj prav, ko jih na osnovi stalne zveze temnih apnencev v bazi dolomita s ploščastimi apnenci v zgornjem delu werfena uvršča v anizično stopnjo kot mendolski dolomit. Dopušča pa možnost, da dolomit s svojim zgornjim delom sega v ladinsko stopnjo.

Dolomitni pas, ki tvori pri Hrastniku in Dolu značilni greben, med Hudo jamo in Savinjo ni izrazit ter poteka po severnem pobočju nad dolino Rečice. Neposredno vzhodno od Savinje tvori zopet markanten



vrh in greben Huma (585 m) ter se nadaljuje v Brdu (683 m). Od tu poteka proti dolini Reke in tvori s koto okrog 540 m zadnjo značilno strmo obliko. Naprej v severovzhodni smeri ga sledimo po strmem južnem pobočju Velikega vrha kot neizrazit, precej ozek, mestoma prekinjen pas.

Večinoma svetlosiv dolomit je skoraj povsod drobljiv. Ponekod je zrnat in porozen. Niso ravno redke golice, kjer je dolomit zdrobljen v prah. V rovu mestnega zaklonišča je popolnoma zdrobljen dolomit v kontaktu s keratofinom. V majhnem kamnolomu vzhodno od razvaline laškega gradu najdemo porušen, rdečkast dolomit, ki je na videz ožgan. Ta pojav utegne biti v zvezi s keratofirskim eruptivom, ki je v neposredni bližini. Dalje proti vzhodu je meja dolomita z wengenskim skrilavcem jasno izražena v morfologiji terena. Dolomitni pas je vzhodno od Padežev prekinjen s porfirirno kamenino.

**Ladinska stopnja.** Ozek pas sedimentov te stopnje, ki spremljajo kot krovna dolomita srednji del laškega terciarja ter tvorijo njegovo neposredno podlago, se v istem položaju nadaljuje tudi vzhodno od Savinje. Poleg sedimentov so za to stopnjo značilne eruptivne kamenine.

Usedline so večinoma črni ali sivi pa tudi rjavkasti glinasti skrilavci, ki jih označujemo kot psevdofiljske skrilavce. Opazujemo jih ob vsem obrobju terciarja; kjer se pojavlja keratofir, nastopajo med njim in dolomitom. Tipični črni skrilavci so zlasti lepo razgaljeni v dolini severovzhodno od Klinarja. Precejšnje površino pokrivajo tudi drobno- in srednjezrnati kremenovi peščenjaki, ki so čisto tufski. Pri kartiranju nisem ločil skrilavcev od peščenjakov zaradi medsebojnega menjavanja. Peščeni različki so v nekoliko večji meri zastopani le na južnem in jugozahodnem pobočju Žikovice, najdemo pa jih več ali manj povsod med skrilavci. Peščenjaki so tu in tam razviti tudi konglomeratno. Površinsko se pojavljajo brez vidne plastovitosti ter se nepravilno kroje.

Pod mikroskopom sem preiskal nekaj primerkov od številnih različkov peščenjakov. V njihovem sestavu je poleg prevladujočih kremenovih zrn zastopana še sljuda; ponekod opazimo tudi redka zelenkasta zrna klorita s sferolitno strukturo. Prav povsod opazujemo redka, vendar še precej sveža zrna lamelarnih plagioklazov. Drobnozrnato kremenovo vezivo je deloma železnato.

V psevdofiljskih skrilavcih najdemo ponekod tudi temnejše magmatske kamenine. Na nekaj mestih pa se pojavljajo med skrilavci in peščenjaki tudi manjša, nepravilno oblikovana telesa apnencev in dolomitov. Te karbonatne kamenine so večinoma svetlo- pa tudi temnosive. Često so dolomitizirane ali silificirane ter brečaste, zlepljene s kalcitnim in piritnim lepilom. Po razpokah opazujemo velike kristale kalcita, gomolje pirita in limonitne prevleke. Takšne apnene otoke najdemo v okolici Žikovice in Ojstrega ter v dolini Reke. Značilno je, da se te karbonatne kamenine pojavljajo vedno le v kontaktu z magmatskimi kameninami. Slične plasti belega silificiranega apnenca je opazil na zahodni strani Savinje v psevdofiljskih plasteh tudi Munda (1953, 45).

**Magmatske kamenine.** Kot sta doslej ugotovila po razmerah med Hrastnikom in Laškim Bittner in Munda so magmatske kamenine vezane le na wengenske plasti ter omejene na ozek pas ob severnem robu terciarja. Vzhodno od Savinje je vrisal Teller v svoji specialki zvezen pas eruptivnih kamenin, ki jih je imenoval rogovčev trahit. Ta pas je pri Žikovici prekinjen, nakar se proti vzhodu nadaljuje še preko doline Reke. Bolje je omejil magmatske kamenine vzhodno od Laškega Zollikofer (1859, 193).

Medtem ko so po Tellerjevi in Mundovi geološki karti magmatske kamenine zahodno od Savinje podlaga terciarju oziroma krovna psevdofiljskim plastem, se onstran Savinje v tem položaju nadaljujejo le po pobočju nad Laškim. Pri kmetiji Klinar zavzemajo magmatske kamenine večjo površino. V območju Žikovice, Ojstrega in ob dolini Reke je več manjših eruptivnih teles v psevdofiljskem skrilavcu in ne na kontaktu s terciarjem.

Glede petrografske opredelitve magmatskih kamenin pri Laškem se mišljenja starejših geologov med seboj precej razlikujejo. Novejšega datuma so Nikitinove preiskave, ki je kamenino s Šmihela nad Laškim določil kot kremenov keratofir (Munda, 1953, 44). Tudi starost kamenine je bila sporna ter so ji različni avtorji pripisovali terciarno ali triadno pripadnost.

Magmatske kamenine s tega ozemlja že makroskopsko niso enotne. Poleg znanih keratofirov sem našel neposredno vzhodno od Savinje še temnejše, porfiritske, mestoma mandljaste kamenine, ki doslej niso bile poznane. Zato sem nekaj značilnih primerkov preiskal mikroskopsko po metodi Fedorova; napravljene pa so bile tudi kemične analize 3 različkov.

V rovu zaklonišča v Laškem najdemo rjavkasto in zelenkasto magmatsko kamenino brez vidnih vtrošnikov. Tudi pri razvalini gradu nad Laškim opazimo zeleno kamenino skoraj brez vidnih vtrošnikov. Makroskopsko jo opredelimo kot keratofir. Po videzu je popolnoma enaka kamenini s Šmihela onstran Savinje, ki jo je Nikitin določil kot kremenov keratofir. V masivu pri Klinarju najdemo v majhnem kamnolomu pri kmetiji Knez zelenkasto, mestoma tudi rdečkasto marogasto, svežo kamenino. Makroskopsko opazimo le redke svetle vtrošnike. Kamenina je razpokana in zdrobljena. Pod udarcem večji komadi razpadejo v drobne, ki so omejeni z ravnimi ploskvami in ostrimi robovi.

V mikroskopskem preparatu primerka s tega mesta (vzorec E<sub>1</sub>) vidimo holokristalno oligofirsko strukturo. (1. sl.) Vtrošniki glinencev se pojavljajo pretežno v izometrični, več ali manj idiomorfni obliki. Posamična zrna so večinoma enostavna dvojčična združenja. Robovi zrn so često zaobljeni in po magmatski resorbciji nekoliko korodirani. Nekatera zrna so zlasti na periferiji zdrobljena. Glinenci so večinoma sveži, opazujemo pa tudi nadomeščanja s kalcitom. V preparatu najdemo tudi nekoliko večji kremenov vtrošnik. V neposredni okolici vtrošnikov je osnova nekoliko bolj drobnozrnata in gosta. V njej prevladujejo zrnca kremenega poleg drobnih glinencev. Opazujemo tudi redke, zelo drobne paralelepedne mafite z močnim reliefom, visokimi interferečnimi barvami in s pravo patemnitvijo. V osnovi najdemo drobne kosmiče

zelenkastega minerala, ki je nekoliko polihroičen ter pripada kloritu. Udeležen je tudi rjavkast železov hidroksid, ki daje kamenini mestoma rdečkasto barvo. Prevladujočo zelenkasto barvo kamenine povzroča razpršeni klorit v osnovi.

Sestav glinenčevih vtrošnikov sem določil po metodi Fedorova. Uporabil sem običajno, po Nikitinu vpeljano označbo za kristalografske elemente. Pri računu povprečnega sestava glincev sem vzel za podatek dvojlične osi štirikratno vrednost glede na ostale elemente. Posamezna zrna imajo naslednji sestav:

1. zrno:

B	71°	20°	79,5°	[001]	3 % an	3° NE;	2 V = + 82°
D	17°	74°	83°	⊥ (010)	1 % an	5° NNE;	2 V = + 82°
ar. sr. = 2,8 % an							

2. zrno:

S <sub>1</sub>	85°	20°	74°	⊥ (001)	12 % an	1° NW;	2 V = + 88°
S <sub>2</sub>	86°	66°	25°	⊥ (201)	11 % an	1° W;	
S <sub>3</sub>	89°	82°	8°	⊥ (100)	8 % an	točno	
ar. sr. = 10,3 % an							

3. zrno:

B	76°	15°	83°	[001]	8 % an	1° SW;	2 V = + 88°
D	15°	76°	86,5°	⊥ (010)	8 % an	3° NW;	2 V = + 84°
ar. sr. = 8 % an							

4. zrno:

S <sub>1</sub>	17°	73°	90°	⊥ (010)	3 % an	1° SW;	2 V = + 88°
S <sub>2</sub>	75°	19,5°	78°	⊥ (001)	7 % an	7° SW;	
ar. sr. = 3,5 % an							

5. zrno:

S <sub>1</sub>	62°	87°	33°	⊥ (110)	2 % an	2° S;	2 V = + 76°
----------------	-----	-----	-----	---------	--------	-------	-------------

6. zrno:

B	71,5°	20°	83°	[001]	1 % an	1° NE;	2 V = + 70°
D	18°	72°	89°	⊥ (010)	1 % an	1° SW;	2 V = + 70°
S <sub>1</sub>	60°	85°	31°	⊥ (110)	1 % an	1,5° W;	
ar. sr. = 1 % an							

7. zrno:

B	74°	19°	79°	[001]	3 % an	3,5° N	2 V = + 86°
D	16°	74°	86°	⊥ (010)	2 % an	2,5° NW;	2 V = + 86°
ar. sr. = 2,7 % an							

8. zrno:

S <sub>1</sub>	74°	21°	78°	⊥ (001)	5 % an	7° SE;	2 V = + 86°
S <sub>2</sub>	56°	87°	24°	⊥ (110)	2 % an	3° E	Ng — Np = 0,0098
ar. sr. = 2,9 % an							

## 9. zrno:

S <sub>1</sub>	80°	23°	70°	⊥ (001)	6 % an	1° NW;	2 V = + 90°
K <sub>1</sub>	14°	76°	89°	⊥ (010)	6 % an	0,5° NW;	

ar. sr. = 6 % an

## 10. zrno:

B	12°	79°	90°	$\frac{\perp [100]}{(001)}$	5 % an	0,5° SE;	2 V = + 84°
D=L	73°	20°	73°	001	6 % an	4° SE;	2 V = + 84°

ar. sr. = 5,1 % an

Glinenci pripadajo albitu s povprečnim sestavom 4,4 % an. Vedno pozitivni koti optičnih osi pri vseh merjenih zrnih govore za kisel različek ter izključujejo dvojno interpretacijo podatkov kotnih koordinat, ki mestoma ustrezajo tudi andezinu s povprečjem 37 % an. Kisel glinenec potrjuje tudi Beckejeva črta na meji s kanadskim balzomom. Po mineraloškem sestavu in strukturi prištevamo leukokratno kamenino kremenovemu keratofiru.

Makroskopsko slično zelenkasto keratofirsko kamenino kot pri Knezu sem našel tudi v dolini Reke severovzhodno od Čajevega mlina v kontaktu s temnejšo magmatsko kamenino.

Poleg keratofira se pojavljajo tudi tufi in tufiti. Ti so pretežno svetlosivi ali modrikasti, kompaktni ter večinoma srednje in drobnozrnati, pa tudi izredno drobnozrnati. Slednji so na levi strani potoka pri Klinarju v tektonskem kontaktu z apnenolaporastimi oligocenskimi plastmi. Tik za Klinarjevo domačijo pa se pojavlja groba tufska breča; večji kosi zelenkaste kremenaste kamenine so cementirani z zrnatim tufskim vezivom. Pod mikroskopom opazujemo zrnato kremenasto osnovo tufskih različkov, v katerih se tu in tam pojavlja zrno ali fragment glinenca ter mestoma precej nepravilnih kloritnih zrn.

Poleg keratofira sem našel v psevdoziljskih plasteh še drugo magmatsko kamenino. Ta je temnejša, makroskopsko drobnozrnata ter skoraj brez večjih vidnih vtrošnikov. Mestoma najdemo tudi bele in temne mandlje. Kamenina se pojavlja v obliki manjših otokov v psevdoziljskem skrilavcu, predvsem v območju Žikovice, kjer tvori na pobočju slabše izražena rebra, več ali manj prečno na smer raztezanja plasti. Na sorazmerno večji površini jo najdemo tudi v dolini Reke v neposredni sosesčini keratofira.

Največje telo teh kamenin leži nad kmetijo Helene Podbreznik med Žikovico in Ojstrim. Kamenina (vzorec 4 a) je na prelomu sivomodra in tanko vlaknata, na površini pa preperela in rjavkasta. Pod mikroskopom opazujemo strukturo, ki je podobna ofitski. Zaradi zelo dolgih plagio-klazov se mestoma približuje intersertalni, vendar je snov, ki zapolnjuje prostor med glinenci, drobnozrnata. Podolgovati, paličasti glinenci so v veliki večini brez ravnih kontur ter na periferiji korodirani. V splošnem so sveži, ponekod pa tudi že precej izpremenjeni. Zrna so večinoma enostavna dvojčična združenja. V preparatu najdemo le dva večja gli-

nenčeva vtrošnika, ki pa sta že močno izpremenjena ter nadomeščena z drugotnimi minerali. Femični minerali med glinenci pripadajo večinoma drobnozrnatemu alotriomorfemu agregatu avgita. Redka so nekoliko večja aksialna zrna avgita. Še bolj redka so zrna z močnim reliefom, viskimi interferenčnimi barvami in pravo potemnitvijo, ki pripadajo najbrž olivinu. Tudi kremen se pojavlja v zelo majhni količini v obliki drobnih, nepravilnih zrn. Precj je tudi nepravilnih zrn in krp svetlo-zelenega klorita, ki je le mestoma nekoliko pleohroičen. Del klorita je vsekakor nastal po metamorfozi iz avgita. Med drugotnimi produkti najdemo tudi krpe in vključke kalcita, poleg tega še temna in rjava zrna železovih oksidov. Valovita potemnitev, ki jo opazujemo tudi v zrnih avgita, govori, da je kamenina utrpela znatne pritiske.

Sestav nekaterih glincev sem določil mikroskopsko po metodi Fedorova.

1. zrno:							
B	86,5°	69,5°	20,5°	[001]	48 % an	2° E	2 V = + 80°
D	69°	23,5°	79°	⊥ (001)	39 % an	2° NW	
ar. sr. = 46 % an							
2. zrno:							
B	88°	72°	18°	[100]	47 % an	1° E;	2 V = + 88°
D	69°	22°	79°	⊥ (001)	39 % an	3° NW	
ar. sr. = 46,5 % an							
3. zrno:							
B	80,5°	11°	83,5°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	33 % an	4° NW;	2 V = + 88°
D	11°	79°	89°	⊥ (010)	32 % an	½° S;	
ar. sr. = 32,5 % an							
4. zrno:							
B	73°	16°	82°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	36 % an	3° NW;	2 V = + 84°
D	14°	76°	90°	⊥ (010)	33 % an	2° S;	
ar. sr. = 35 % an							
5. zrno:							
B	74°	41°	54°	[001]	39 % an	2° NW;	2 V = — 88°
6. zrno:							
B	79°	15°	80°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	35 % an	6° NW;	2 V = — 80°
D	11°	78,5°	88,5°	⊥ (010)	32 % an	točno	
ar. sr. = 33 % an							
7. zrno:							
B	75°	18°	79°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	37 % an	5° NW;	2 V = — 86°
D	16°	74°	89°	⊥ (010)	36 % an	2° SSW;	
ar. sr. = 36,5 % an							

Podatki kotnih koordinat nam dajejo skoraj vedno rezultat, ki glede na obliko krivulj v Nikitinovem diagramu za določevanje sestava plagioklazov dopušča včasih celo trojno interpretacijo. Po podatkih o sestavu plagioklazov v naslednjih preiskanih zbruskih sem privzel vedno višjo vrednost vsebine anortita. Nihanje sestava glinencev je znatno. V povprečju vsebujejo 38 % an; pripadajo torej andezinu.

Med femičnimi minerali je pomemben avgit. Optične karakteristike so bile izmerjene na enem zrnu:

$$2V = +60^\circ; \angle(110)(\bar{1}10) = 87^\circ; \angle Ng[001] = 41^\circ; Ng-Np = 0,0248$$

Optične karakteristike treh merjenih zrn z visokimi interferenčnimi barvami kažejo na olivin, vendar zaradi majhnih zrn podatki niso dovolj točni:

	2 V	$\angle(010)(100)$	Ng—Np
1. zrno	78°		0,050
2. zrno	76°	90°	
3. zrno	80	89°	
Povpreč.:	78°	89,5°	0,050

Naslednji primerek drobnozrnate kamenine vzorec 4 b) z istega mesta je svetleje zelenosiv ter nekoliko luknjičav. Osnova sestoji iz aksialnih glinencev v temni rjavkasti snovi, v kateri so razpršene drobne zelenkaste krpe in zrna klorita. V tako izoblikovani intersertalni osnovi nastopa samo na enem mestu skupina velikih, dokaj svežih idiomorfih glinencev z jasnimi obrisi proti obdajajoči snovi (2. sl.).

Sestav glinenčevih vtrošnikov je naslednji:

1. zrno:

B	15,5°	75°	87°	$\perp(010)$	35 % an	točno;	2 V = — 87°
D	16°	75,5°	85°	$\perp(010)$	36 % an	2° NNW;	
					ar. sr. = 35 % an		

2. zrno:

B	16°	74°	89°	[010]	33 % an	1° S;	2 V = + 88°
---	-----	-----	-----	-------	---------	-------	-------------

Glinenci osnove so često nekoliko upognjeni ter brez jasnih ravnih kontur. Njihov sestav je bil določen na 1. zrnu.

3. zrno:

B	77°	14°	83°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	35 % an	2° NW;	2 V = + 84°
D	15°	75°	83°	$\perp(010)$	36 % an	2° NNE;	2 V = — 88°
					ar. sr. = 35 % an		

Za kamenino sta značilni dve fazi kristalizacije glinencev, pri katerih najbrž ni znatnejše razlike v sestavu. Kotne koordinate dopuščajo dvojno interpretacijo njihovega sestava. Koti optičnih osi in ozka zveza z ostalimi primerki govore prej za andezin kot za albit, enako Beckejeva črta na meji glinencev s kanadskim balzomom.

V zbrusku opazujemo tudi drobna zrna kremenca in žarkovitega kalcidona, poleg tega zelenkasta zrna brez pleohroizma, ki pripadajo najbrž serpentinu. Ob teh zrnih ali v njih najdemo še ostanke prvotnega minerala, ki po svojih značilnostih kaže na olivin (3. sl.).

Pod mikroskopom sem pregledal še en primerek kamenine (vzorec 4c) z grebena pri Podbrezniku. Ima holokristalno, netipično porfirsko strukturo ter ne vsebuje večjih vtrošnikov glinencev, pač pa številna manjša, aksialno razpotegnjena, pa tudi izometrična zrna avgita. Umazanozelena zrna pripadajo drugotnemu kloritu ali serpentinu, nekaj pa je tudi neizrazitih olivinovih zrn. Osnova je drobnozrnata in že nekoliko izpremenjena. Vsebuje zrna glinencev, kremenca in drugotnega kalcita. Nekatera kremenova zrna so večja ter jih moremo skoraj imeti za vtrošnike.

Na grebenu pri Podbrezniku najdemo tudi tufske različke.

Jugozahodno od Žikovice sem našel med kompaktnimi psevdofiljskimi peščenjaki zelenkastosivo, drobnozrnato magmatsko kamenino z belimi in temnozelenimi mandlji. Velikost mandljev doseže tudi nekaj milimetrov; njihova porazdelitev v kamenini je precej neenakomerna. Primerek te kamenine (vzorec 19<sub>1</sub>) izkazuje pod mikroskopom ofitsko strukturo. Med podolgastimi, različno razporejenimi plagioklazi so vmesni prostori zapolnjeni z zelenkastim sferolitnim mineralom, ki je pravzaprav osnova kamenine. Ta se pojavlja tudi v mandljih kot agregat žarkovitih sferolitov. Pogosto najdemo v sredini mandljev zrno kalcita z nepravilno vijugastimi obrisi (4. sl.). Nekateri mandlji, ki so skoraj v celoti izpolnjeni s kalcitom, so obdani vsaj z ozkim pasom zelenkastega minerala. Po pravi potemnitvi, nizkih sivih interferenčnih barvah in komaj opaznem pleohroizmu moramo ta različek prištevati kloritu. Temna, neprosojna zrna v zeleni osnovi pripadajo železovim oksidom, najbrž magnetitu. Tudi kalcit se pojavlja v osnovi kot produkt pretvorbe nekih prvotnih mineralov.

Glinenci so številni in že precej izpremenjeni. Procentualno izpolnjujejo vsaj polovico preparata. Večinoma so manjši, aksialno razpotegnjeni z neravnimi obrisi ter v obliki enostavnih dvojčičnih združenj. Sestav glinencev je bil določen na nekaj večjih zrnih.

1. zrno:

B	13°	77°	89°	⊥ [100] (001)	30 % an	1° S;	2 V = + 84°
D	75,5°	19°	88°	⊥ (001)	37 % an	6° NW;	2 V = — 86°
Si	13,5°	76,5°	88,5°	⊥ (010)	32 % an	1° N;	
					ar. sr. = 30,5 % an		

## 2. zrno:

B	77°	15°	82°	⊥ (001)	33 % an	5° NW;	2 V = - 84°
D	77,5°	20°	77°	⊥ (001)	36 % an	8° NW;	
					ar. sr. = 33,5 % an		

## 3. zrno:

B	76°	15°	88°	⊥ (001)	32 % an	1,5° NW;	2 V = 90°
D	77°	21°	76°	⊥ (001)	38 % an	10° NW;	2 V = - 84°
					ar. sr. = 32 % an		

## 4. zrno:

B	15°	75°	88°	[010]	33 % an	točno;	2 V = + 84°
D	17°	74,5°	85°	⊥ (010)	36 % an	1° NNE;	
S	75°	18°	80°	⊥ (001)	36 % an	5° NW;	
					ar. sr. = 33,5 % an		

## 5. zrno:

B	75°	15°	85°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	34 % an	1° NW;	2 V = - 86°
---	-----	-----	-----	-----------------------------	---------	--------	-------------

Glinenci imajo povprečen sestav 32,5 % an in pripadajo enako kot v vseh prej preiskanih preparatih andezinu. Slična kamenina se pojavlja tudi severovzhodno od Čajevega mlina ob dolinici, ki prihaja tu v glavno dolino Reke od leve strani. Že Zollikofer jo omenja na tem mestu ter jo imenuje porfirit (1859, 193). V bližini ustja dolinice in na levem pobočju opazujemo med omenjeno kamenino in psevdoziljskimi skrivilavci tudi zelenkast keratofir z dobro vidnimi vtrošniki. Medsebojna lega obeh magmatskih kamenin ni jasna, ker je površina zaraščena.

Nekaj primerkov kamenine s tega mesta sem pregledal pod mikroskopom. Po naključju mi je uspelo najti kos, kjer sta zelenkasta, keratofirska in sivomodra porfiritska kamenina v medsebojnem kontaktu (vzorec L VIII). Pod mikroskopom vidimo, da zavzema del obrusa drobnorzrnata, večinoma kremenasta osnova z nekaj izrazitimi vtrošniki glinencev. Mikroskopska slika tega dela preparata je popolnoma slična preiskanemu vzorcju keratofira (vzorec E<sub>1</sub>). Ostali del obrusa ima podobno strukturo kot opisana kamenina od Podbreznika, kateri tudi makroskopsko ustreza. Paličaste in drobnorzrnate glinence obdaja sivorjava anizotropna osnova. Femičnih mineralov ni opaziti. Meja obeh kamenin z različno strukturo je ostra. Medtem ko je osnova keratofira povsod enako izoblikovana, je v sosednji kamenini opaziti ob kontaktu manj paličastih glinencev, ki so na tem mestu drobnejši. Ob stiku tudi ni noben glinenec prelomljen (5. sl.). To razmerje kaže na dve erupciji.

V naslednjem primerku (vzorec L III) z istega mesta opazujemo vtrošnike avgita in tudi zrna olivina, ki nikjer ne kažejo idiomorfnih oblik; njihovi drobcji le po svoji skupni legi nakazujejo nekdanjo pripadnost določenemu poedincu. Med zrnji je sivkasta, neprosojna osnova,



ki ponekod spominja še na steklo, večinoma pa je drobnozrnata s prevladujočim kremenom in drugotnim kalcitom. Le redko najdemo nekoliko večja kremenova zrna. Med drobnimi zrnci prav redko opazujemo tudi letvasta dvojčična zrna glinencev. Olivinova zrna kažejo številne razpoke, v katerih najdemo rumenkastozelen mineral. Zrna in fragmenti avgita so večinoma sveži, nekaj pa je tudi zelenkastih, slabo polihroičnih zrn, ki pripadajo produktom metamorfoze mafitov.

Na univerzalnem mikroskopu sem določil karakteristike 3 zrn avgita:

	2 V	$\angle (110) (\bar{1}\bar{1}0)$	$\angle Ng [001]$	Ng—Np
1. zrno	58°	87°	41°	0,032
2. zrno	60°	89°	40°	0,0289
3. zrno	57°	88°		0,0317
Povprečje	58,3°	88°	41,5°	0,0309

Karakteristike olivinovega zrna:

$$2V = +84^\circ; \angle (100) (010) = 90^\circ; Nm I (100); Np = 1,75$$

Vzorec 8 z istega mesta vsebuje le dva večja vtrošnika glinencev v značilno oblikovani osnovi. Nepravilni paličasti glinenci so obdani s sivkastorjavo osnovo (6. sl.). V njej so drobna zrna magnetita, precej drugotnega kalcita ter drobna zelenkasta zrna klorita. Izjemoma opazujemo tudi sveža drobna zrna avgita.

Mikroskopske slike nekaterih nadaljnjih primerkov so v glavnem slične zgoraj opisanim. Poleg glinencev se pojavlja v njih kot vtrošnik tudi avgit, ki je številčno skoraj enako zastopan.

V obravnavanem okolišču nastopa torej poleg poznanega kremenovega keratofira še različek, ki se od tega precej razlikuje po mineraloškem sestavu in strukturi. Paleotipno kamenino z vtrošniki glinencev srednjega sestava in avgita v holokristalni, neizraziti intersertalni ali ofitski osnovi moremo prištevati avgitnemu porfiritu.

Podobna kamenina, ki se pojavlja prav tako v wengenskih plasteh, nastopa tudi na Bohoru ter jo je delno opisal Duhovník (1953, 214). Tudi na Rudnici nastopa makroskopsko zelo slična kamenina. Zanimivo je, da doslej preiskane wengenske magmatske kamenine v Sloveniji vsebujejo od femičnih mineralov skoraj izključno samo biotit (Duhovník, 1953, 214).

Kemično smo analizirali 1 vzorec kremenovega keratofira in 2 vzorca avgitnega porfirita.

Vzorci so bili vzeti: E<sub>1</sub> v majhnem kamnolomu pri kmetiji Knez okrog 2 km severovzhodno od Laškega, 4a pri Podbrezniku in 8 iz jarka nekaj sto metrov severovzhodno od Čajevega mlina.

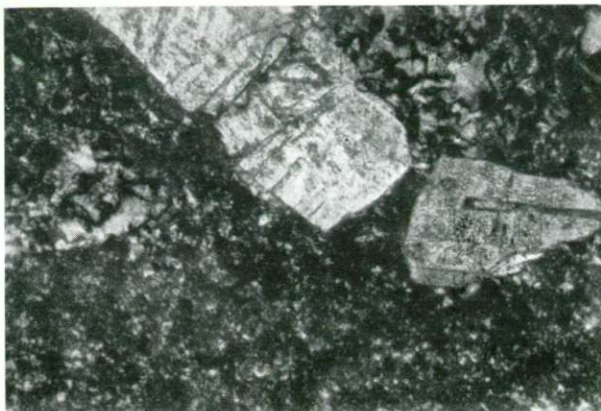
**Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje**  
**Geological Relations along the Northern Border of the Laško Syncline East the Savinja-River**

1. slika

Laško. Kremenov keratofir, vz. E1; vtrošniki albita v drobnozrnati osnovi. + nikoli. 65 X.

Fig. 1.

Laško. Quartz keratophyre; phenocrysts of albite in a finegrained groundmass. Nicols crossed. X 65.



2. slika

Laško. Avgitni porfirit, vz. 4b; vtrošniki andezina v značilni osnovi; 2 generaciji glinencev. + nikoli. 55 X.

Fig. 2.

Laško. Augite-porphyrity; phenocrysts of andesine in a characteristically shaped matrix; two generations of plagioclases. Nicols crossed. X 55.



3. slika

Laško. Avgitni porfirit, vz. 4b; olivinovo zrno z robom drugotnega serpentina ter s kalcedonovim zrnem v značilno oblikovani osnovi. 55 X.

Fig. 3.

Laško. Augite-porphyrity; olivine, marginally altered to serpentine and chalcidony in a characteristically shaped matrix. X 55.

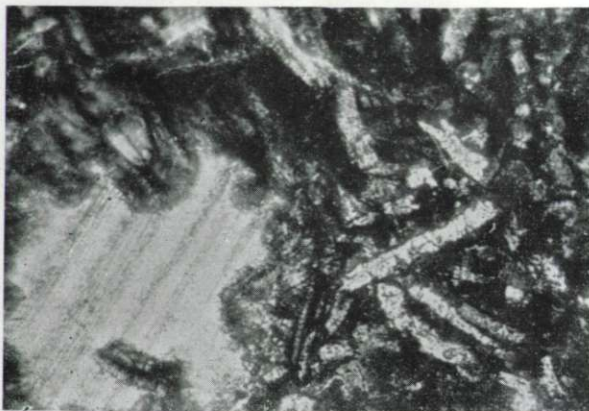


4. slika

Laško. Avgitni porfirit, vz. 19; mandelj kalcita s kloritnim robom ter intersertalna struktura kame-nine. 55 X.

Fig. 4.

Laško. Augite-porphyrite; amygdale of calcite with a border of chlorite in an intersertal matrix. X 55.

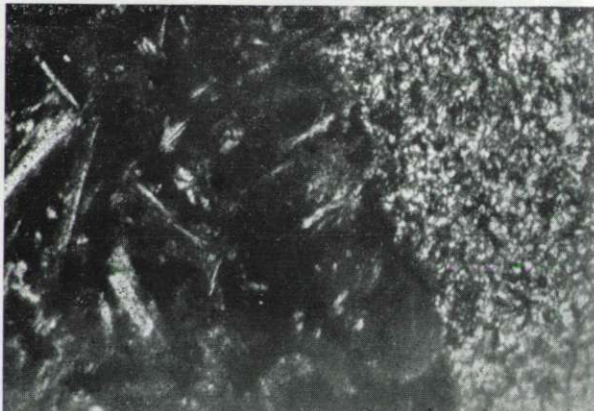


5. slika

Laško, vz. L VIII. Stik avgitnega porfiritu in kremenovega keratofira; le malo glinenčevih zrn neposredno ob stiku. 55 X.

Fig. 5.

Laško. Contact of quartz keratophyre and augite-porphyrite; only a few reduced laths of phenocrysts immediately on contact. X 55.



6. slika

Laško. Avgitni porfirit, vz. 8; značilna struktura kame-nine. 55 X.

Fig. 6.

Laško. Augite-porphyrite; characteristically textured matrix of rock. X 55.





\* Kemični sestav keratofira in avgitnega porfirita kaže 1. tabela.

1. tabela

	E <sub>1</sub> keratofir		4 a		avg. porfirit		8	
	%	mol. kol.	%	mol. kol.	%	mol. kol.	%	mol. kol.
SiO <sub>2</sub>	73,40	12.400	50,25	8.910	52,02	9.128		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,09	1.871	18,42	1.861	16,36	1.682		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,09	68	4,35	280	3,81	250		
FeO	0,66	92	6,49	928	7,15	1.042		
TiO <sub>2</sub>	0,37	46	1,35	174	1,25	164		
MnO	0,005	1	0,13	18	0,12	17		
CaO	0,56	100	9,18	1.695	8,32	1.559		
MgO	0,79	197	4,14	1.064	3,97	949		
Na <sub>2</sub> O	1,09	176	0,98	163	0,92	156		
K <sub>2</sub> O	1,62	173	1,44	157	1,24	138		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	0,29	21	0,22	16		
S	—	—	—	—	—	—		
H <sub>2</sub> O + 110°	1,16	—	2,27	—	4,50	—		
H <sub>2</sub> O — 110°	0,36	—	0,46	—	0,92	—		
	100,195	15.124	99,75	15.454	100,62	15.146		

Kemični sestav vzorcev 4a in 8 je praktično enak. Tudi glede mineraloškega sestava in strukture sta primerka zelo podobna. V primerjavi s keratofinom pa so razlike glede vsebnosti nekaterih oksidov znatno večje. Značilno je, da vsebujejo vse tri kamenine izredno malo natrijevega in kalijevega oksida ter veliko aluminijevega oksida.

Izredno nizka vsebina alkalij v vzorcu E<sub>1</sub> je v nasprotju z zelo visoko vsebino kremenice ter glinice in nizko vsebino femičnih oksidov ter zemljoalkalij. Veliko količino kremenice bi mogli delno pojasniti tudi z naknadno silifikacijo kamenine. Pri računski redukciji visoke vsebine kremenice po tej predpostavki pa se vsebina alkalij le neznatno poveča, enako seveda tudi že itak visoka vsebina glinice.

Tudi za vzorca 4a in 8 je značilno, da vsebujeta malo alkalij in relativno veliko glinice, kljub znatno manjši vsebini kremenice. Kemični sestav kamenine dobro ustreza povprečju za dioritno skupino; vendar je količina alkalij izredno nizka, odstotek glinice pa visok. Ti dve potezi sta tipični tudi za kemični sestav kremenovega keratofira, kar dokazuje sorodnost ter izvor obeh vrst kamenin iz istega magmatskega ognjišča. Velike razlike pa so v količinah kalcijevega, železovega in magnezijevega oksida, na račun katerih je reducirana vsebina kremenice. Še večje razlike so pri sicer podrejenem manganovem in titanovem oksidu.

Znatne razlike med obema kameninama v kemičnem, mineraloškem in strukturnem pogledu kažejo na dve erupcijski fazi, pri čemer so se ohranile značilnosti magmatskega ognjišča. Pri istem ognjišču magem je

\* Analiziral ing. M. Babšek v laboratoriju Geol. zavoda v Ljubljani.

diferenciacija povzročila znatne razlike v kemizmu obeh kamenin. Možno pa bi bilo, da je magma po začetnih erupcijah, ki so dale kremenov keratofir, asimilirala okolišne kamenine ter tako menjala svoj kemični sestav. Pri tem bi se magma obogatila zlasti z železom, kalcijem, aluminijem in magnezijem. Po doslej znanih podatkih nastopajo na Štajerskem v wengenu razmeroma bolj bazične kamenine; zato se mi zdi prva možnost verjetnejša.

Podatke analiz za vse tri primerke sem preračunal v standardne minerale po metodi CIPW. Pri tem dobljene vrednosti so podane v 2. tabeli.

2. tabela

	E	4 a	8
Q — kremen	59,45	15,06	16,91
C — korund	14,50	—	—
or — ortoklaz	9,63	8,73	7,67
ab — albit	9,23	8,54	8,17
an — anortit	2,78	42,84	38,60
il — ilmenit	0,79	2,64	2,50
mt — magnetit	1,09	6,49	5,80
hm — hematit	0,33	—	—
hy — hipersten	1,97	11,24	13,10
ol — olivin	—	3,48	2,67
di — diopsid	—	2,12	2,85
ap — apatit	—	0,65	0,50
Suma	99,77	101,79	98,77
CIPW formula	I223	II443	II443

Račun magmatskih parametrov po Niggliju pa je dal vrednosti, ki so razvidne iz 3. tabele.

3. tabela

	E <sub>1</sub>	4 a	8
al	68,1	29,0	27,6
fm	15,6	40,0	42,0
c	3,6	26,1	25,6
alk	12,7	4,9	4,8
si	450	138	150
k	0,50	0,49	0,47
mg	0,46	0,42	0,39
c : fm	2,3	1,53	1,64

Primerjava analiz in parametrov z drugimi sličnimi kameninami pokaže, da keratofirska kamenina kljub posebnostim odločno pripada granitni magmi ter po Trögerju (1935, 30) ustreza skupini peraciditov. Vzorca porfirite kamenine 4a in 8 pa se po Idingsu (1913) dobro ujemata z različki dioritne magme, po Trögerju (1935, 149) pa še najbolj s hipoabisičnimi oblikami gabrodioritne skupine.

Obe kamenini pri Laškem sta nedvomno vezani le na psevdofilski horizont, vendar sta časovno ločeni. Imamo opravka torej z dvema erupcijskima fazama, med katerima je bila keratofirska efuzija prva. Naslednja erupcija je dala hipoabisično kamenino, ki se strukturno, mineraloško in kemično loči od prve. Razmere pri Laškem torej potrjujejo dokazovanje Rakovca (1946, 166), da imamo v wengenu več erupcijskih faz. Na dve erupcijski fazi v wengenskem oddelku sklepa tudi Duhovnik (1953, 217). Več erupcijskih faz na Štajerskem kažeta tudi najmanj dva izrazita tufska horizonta v wengenskih skladih Rudnice pri Podčetrtku, ki sem jo geološko preiskoval v preteklem letu.

Po pojavih mandljaste teksture kamenine, ki je bila najdena sicer samo lokalno (vzorec 19), moremo sklepati, da so bile erupcije deloma tudi podmorske (Duhovnik, 1953, p. 217).

Pomembnejših pojavov kontaktne metamorfoze nikjer ne opazujemo razen silifikacije in piritizacije manjših blokov karbonatnih kamenin. To je najbrž posledica posteruptivnega hidrotermalnega delovanja.

### **Terciar**

Terciarne usedline zastopa predvsem morski miocen od horizonta glin in peščenjakov do klastičnih brakičnih usedlin sarmata. V bazi miocena leže oligocenske plasti.

### **Oligocen**

Produktivne plasti v laški kadunji prištevamo po starejših avtorjih soteškimi skladom zgornjega oligocena. Delimo jih na talninski del, premogov sloj in krovniški del. Neposredno vzhodno od Savinje najdemo tako talninske kot tudi krovniške plasti, medtem ko premoga na površini ne opazujemo. O njem imamo le nekaj podatkov v zvezi z rudarskimi raziskovalnimi deli. Talninske plasti zasledimo jugozahodno od Žikovice ob psevdofilskem peščenjaku v obliki sivega, drobnozrnatega glinastega peščenjaka z redkimi večjimi prodniki magmatskih kamenin. Na tem mestu vzeti vzorec ni vseboval mikrofavne. Na pobočju pod Žikovico opazimo precej debelo konglomeratno in peščeno plast, ki je razgaljena v večjih golicah na obeh straneh kolovoza proti sedlu Ojstro. Plasti grobega konglomerata s slabo zaobljenimi prodniki, ki dosežejo v premeru tudi do 20 cm, se menjavajo z drobnozrnatimi peščenimi vložki. Prodniki so vezani s peščenim vezivom ter pripadajo izključno sivozeleni, kompaktni, zrnati tufski kamenini. Nekoliko vzhodneje zasledimo v useku kolovoza ponovno podobne konglomeratne in peščene plasti, ki vsebujejo tudi precej dobro zaobljenih kremenovih prodnikov. Apnenih zrn ni

med njimi. Pod temi sedimenti leže triadni skrilavci, nad njimi pa laporaste gline.

Naslednje golice enakih konglomeratnih in peščenih usedlin zasledimo še dalje ob kolovozu na Ojstro za hišo Helene Podbreznik in v okolici. Pripovedujejo, da so pri kopanju za temelje zgradbe naleteli na tanek sloj premoga. Tudi s preiskovalnim rovom, ki je potekal tik pod omenjeno zgradbo, so zadeli na premog. Po teh podatkih moremo imeti klastične peščene in konglomeratne plasti za talnino premogovega sloja.

Na Ojstrem in še dalje proti vzhodu ne opazujemo več talninskih konglomeratov. Možno je, da takšne usedline tu zaradi lokalnih prilik sploh niso bile odložene, ali pa so bile reducirane ob tektonskih premikih. Tudi je mogoče, da jih le na površini ne opazimo, ker so tanke in prekrite z gruščem psevdofiljskih kamenin na strmem, plazovitem pobočju.

Nekaj ostankov bazalnih konglomeratov sem našel zopet v dolini Reke severozahodno od Čajevega mlina. Prodniki s peščenim vezivom leže tudi tu neposredno na wengenski podlagi. Med Reko in Slatno ne najdemo v bazi terciarja nikjer več grobih usedlin.

Pri nobenem od geologov, ki so preiskovali to ozemlje, ne zasledimo opisa navedenih talninskih plasti. Zollikofer (1859, 197) sicer omenja talnino pri Klinarju, vendar jo zamenjuje s tufi.

V bazalnih usedlinah pod Žikovico opazujemo deloma tufsko vezivo. Vprašanje je, ali imamo tu opravka s primarnim ali s presedimentiranim materialom. V tej zvezi je zanimivo, da sem pred nedavnim našel tudi v Zagorju v talninskemrodu polo svetlega, drobnozrnatega tufa. Tufski laporji in vložki v krovniku premoga v Zagorju ter tufske jalovice v premogovem sloju v Zabukovici in Trbovljah pričajo, da je bilo eruptivno delovanje na tem ozemlju že med sedimentacijo premoga, torej v oligocenu.

Zanimivejše so laporate in apnene usedline, ki ustrezajo krovniini premoga. Le-te se pojavljajo na manjši površini pri kmetiji Klinar, vzhodno od Laškega. Poleg tega jih najdemo le še kot majhno krpo med psevdofiljskimi skrilavci in laporastimi glinami pri Slatni. Granigg (1910, 542) navaja še »strmo dvignjene soteške plasti« ob kolovozu proti Žikovici, kjer pa na površini teh usedlin nisem našel.

Krovniinske plasti pri Klinarju omenjajo v literaturi vsi važnejši avtorji kot Bittner (1884, 541), Stur (1871, 545, 597), Granigg (1910, 542), Zollikofer (1861/62, 196) Slednji pripisuje temu mestu veliko teoretično važnost. Te plasti opazimo najprej v strugi potoka nekaj deset metrov zahodno od Klinarja. Proti severovzhodu jih sledimo še nekaj časa v dobro izraženem robu. Plasti padajo v splošnem strmo proti jugu, njih debelina znaša 5—10 m. Na severni strani jih spremljajo zelenkasti tufi, na južni pa siva laporasta glina. Kontakt s tufsko kamenino je tektonski. Zanimivo je, da je Zollikofer (1861/62, 196) imel te tufske kamenine za metamorfoziran terciar in tudi Bittner (1884, 541) navaja kot najnižji člen terciarja zelenkaste tufske usedline. Tudi Stur (1851, 597) je prišteval tufe v horizont premogovega sloja, kar je vse vodilo do napačnega zaključka, da je keratofirska erupcija sinhrona z odlaganjem talninskih plasti. Odsotnost tufskih primesi v krovniini pa

si je Stur razlagal tako, da so bili med odlaganjem krovne sledovi erupcije že povsem zabrisani. Krovne plasti najdemo tudi na desni strani potoka v majhni golici na travniku. Mogoče se nadaljujejo še dalje proti Laškemu, kjer pa jih na površini ne vidimo, ker jih prekriva pobočni grušč izpod strmega Huma. To je toliko bolj verjetno, ker navaja Stur (1871, 541), da moremo »korakoma« zasledovati krovno od tod pa do Šmihela onstran Savinje.

Pri Klinarju so v veliki golici razgaljeni sivorjavi, mestoma temni, skrilavi, tankoploščasti peščeni laporji in peščeni apnenci. V laporjih opazimo tudi nekaj milimetrov debele žilice leskečega se premoga. V teh plasteh sem našel nekaj fosilne favne, poleg tega tudi ostanke rastlinstva. Med slabše ohranjenimi okameninami sem dobil nekaj odtisov *Cerithium margaritaceum* Brocc; cf. var. *calcarata* Grat. Zlasti en primerek razločno kaže skulpturo ohišja z značilnimi bodljami ter se dokaj dobro ujema s sliko pri Mundi (1939, Tab. I). Dobil sem tudi odtis vitkega ceritija, ki ima vzdolžna rebra na gosto posejana z okroglimi, po velikosti nekoliko različnimi zrni. Primerek je bilo mogoče določiti kot *Cerithium margaritaceum* Brocc; cf. var. *moniliforme* Grat.

Našel sem še številne fragmente lupin ceritijev, poleg tega še ostanke školjk *Cyrena* cf. *semistriata* Desh., *Ostrea* sp. in *Cardium* sp.

Na istem mestu najdemo tudi zelo slabo ohranjena jedra visokih vitkih polžev, ki jih je celo generično težko opredeliti. Mogoče pripadajo melanijam.

Vzhodno od Laškega navaja Stur (1871, 545) soteške plasti v krovni premoga v nekdanjem Reyerjevem rovu, ki je bil v neposredni bližini zgoraj opisanega mesta. Tu je našel

*Cerithium margaritaceum* var. *moniliforme* in  
*Cyrena semistriata* Desh.

ter pravi, da so ti fosili edini, ki jih moremo najti na tem mestu. Z grebena pri Šmihelu navaja Stur (1871, 540, 542) *Unio eibiswaldensis*. Bittner (1884, 542) omenja z istega mesta še *Unio* sp., *Melania* sp. in *Cyprina* sp.

V nekaj vzorcih apnenolaporastih kamenin nismo našli mikrofavne, razen nekaj ostrakodov. Kljub nepopolno ali samo generično določeni makrofavni moremo ob odsotnosti morske mikrofavne zaenkrat privzeti, da je značaj apnenolaporastih krovinskih plasti na tem mestu brakičen. Vsekakor bi bilo koristno zbrati boljše ohranjeno favno, ki bi omogočila natančnejšo določitev ter morebiti tudi ožjo razčlenitev plasti.

Stur (1871, 546) je zastopal mišljenje, da se razvoj krovinskih plasti v laškem terciarju izpreminja od sladkovodnega do morskoga od zahoda proti vzhodu. Pri tem naj bi bili isti horizonti razviti v Trbovljah sladkovodno, v Laškem brakično in v Trobnem dolu morsko. Tudi Bittner (1884; 483, 541, 546) je bil istega mišljenja; v prehodu krovnih plasti v Trbovljah od lakustralnih k morskim je našel potrdilo Sturovega mišljenja. Povsod v srednjem delu laške sinklinale, kjer so krovni laporji razviti (ali po njegovem še ohranjeni) v večji debelini, je ugotovil facialne prehode ter morsko favno v njihovih najvišjih delih. Vzhodno



od Dola pri Hrastniku pa morske favne ni več našel. To si je tolmačil z majhno debelino krovnih plasti, ki so bile pred ali med začetkom morskega miocena tudi že denudirane. Zveze z morsko oblikovanim oligocenom pri Trobnem dolu ne more pojasniti. M u n d a (1953, 48) je našel morsko favno v krovni tudi v Hudi jami pri Laškem. Po tem sklepa, da morski laporji segajo tudi vzhodneje od Dolskega potoka.

Krovni laporji in apnenci pri Klinarju zvezno prehajajo navzgor v laporasto glino. Pas laporaste gline sledimo v številnih golicah pod govškimi, pretežno klastičnimi usedlinami. Pod Žikovico sledi glina bazalnim konglomeratom, drugod je v kontaktu neposredno s triadno podlago ali z rumenorjavim, poroznim peščenim apnencem, ki leži na triadi.

V nekaterih golicah, zlasti vzhodno od Reke, najdemo poleg laporaste gline tudi siv, glinast lapor ali glinast peščenjak. Glina se na površini kroji drobno iverasto ali tudi kroglasto. Po tolmačenju Bittnerja in drugih bi morali prištevati laporasto glino že transgresivnemu horizontu miocenske morske svice. Neprekinjen prehod apnenolapornih oligocenskih plasti v laporasto glino in značilna mikrofavna, ki jo le-ta vsebuje, jo opredeljuje kot starejšo od spodnjega miocena. Z a j č e v a je našla med zelo bogato mikrofavno poleg manj pomembnih tudi značilne oblike za oligocen ali še za starejše plasti:

*Vaginulinopsis (Cristellaria) asperula* (Gümbel),  
*Bathysiphon taurinensis* Sacco,  
*Clavulinoides (Clavulina) szabói* (Hantken),  
*Ammodiscus polygyrus* Reuss.

Zgornjeoligocenska starost produktivnih plasti je postala na ta način sporna.

### Miocen

V glavnem moremo opazovati povsod v laškem miocenu pod sarmatom dva horizonta: spodnji, pretežno peščeni, in višji, lapornati. V obeh se ponekod pojavljajo tudi litotamnijski apnenci.

**Govški horizont** (gline, peščenjaki, konglomerati, litotamnijski apnenci). Nad oligocensko laporasto glino leže peščenoglinaste in konglomeratne usedline, ki so bile odložene transgresivno, vendar ne moremo opazovati neposrednega kontakta, ker je ozemlje zelo poraščeno.

V ilustracijo razmer v tem horizontu navedem profil ob stezi iz Laškega na terenski hrbet, ki poteka od mesta proti vzhodu. Laporasti glini sledi prodnate in konglomeratne usedline, nato kompakten apnen peščenjak z ostanki fosilov (15 m), med katerimi so izredno številne ostrige. Nad njim leži siv, višje sivozelenkast in rjavkast, slabo vezan peščenjak, ki na površini preperi v pesek (10 m). Po nekaj metrov debeli vmesni plasti apnenega peščenjaka s številnimi ostrigami sledi siv, drobnozrnat, slabo vezan peščenjak (30 m), ki je na površini rumenorjav, nato pa se prično prodnate in konglomeratne usedline (35), ki segajo do vrha grebena. Tu se pojavi ozka plast kompaktnega apnenega peščenjaka z redkimi litotamnijami, ki predstavlja reduciran horizont »spodnjega litavskega apnenca«.

V govškem horizontu povsod opazujemo, da se menjavajo pole in plasti apnenih peščenjakov s slabo vezanimi glinastimi ali peščenimi plastmi. V slabo vezanih kameninah najdemo številne fosile: *Ostrea* sp., *Pecten* sp., *Venus* sp., *Arca* sp. Popolnejše sezname fosilov iz tega horizonta navajajo starejši avtorji kot *Stur* (1871, 568) in *Bittner* (1884, 489). Točna starost plasti še ni določena (*Munda*, 1953, 50), verjetno pripadajo burdigalu ali helvetu. Pod njimi je torej vrzel, ki obsega spodnji miocen ter morebiti še del oligocena.

Peščene usedline govškega horizonta prehajajo v zgornjem delu v dobro vezane konglomerate in apnene peščenjake. Plasti vpadajo precej strmo približno proti jugu. Razlika v odpornosti kamenin in strm naklon plasti sta vzrok sorazmerno močni razčlenjenosti površine in strmim pobočjem.

Konglomerati so srednjezrnati pa tudi debelozrnati z dobro zaobljenimi prodniki do 5 cm v premeru. Prevladujejo zrna zelenih eruptivnih kamenin in kremenca. Apnenčevih zrn skoraj ni med njimi. Drobnozrnato peščeno vezivo je apneno. Tu in tam najdemo med konglomerati in apnenimi peščenjaki tudi tanke plasti do največ 10 m tipičnih litotamnijskih apnencev.

Govški horizont je sorazmerno širok in enakomeren. Med Hrastnikom in Laškim ponekod nadomešča govške peščenjake litotamnijski apnenec, katerega debelina postaja proti Savinji vedno manjša (*Munda*, 1953, 49). Ako upoštevamo, da je skupna debelina govških peščenjakov in litavskega apnenca več ali manj konstantna, potem je na preiskanem ozemlju tako imenovani »spodnji litavski apnenec« skoraj popolnoma reduciran na račun velike debeline peščenjakov in konglomeratov.

**Laški horizont** (laporji in litotamnijski apnenci). Tankoplastovite ali celo skrilave laporaste kamenine tega horizonta so favnistično kot lito-loško karakteristične tvorbe srednjega miocena. Med sedimentacijo laporjev je miocenska imerzija dosegla največji razvoj. Mestoma precej apneni, sivi ali rumenkasti laporji so v spodnjem delu še nekoliko peščeni. Prepereli se kroje izrazito iverasto, ponekod tudi lupinasto. Med njimi ne opazujemo peščenih plasti ali apnenih vložkov z litotamnijami, kot navaja *Munda* (1935, 51) za ozemlje zahodno od Savinje. To kaže na sorazmerno globoko morje in mirno sedimentacijo. V laporjih najdemo na mnogih mestih številne fosile. (*Bittner*, 1884, *Stur*, 1871).

V severnem krilu kadunje prehajajo laporji navzgor v tipični litotamnijski apnenec, ki mestoma vsebuje tudi laporaste vložke. Posamezne kopeče apnenih alg dosežejo do 20 cm v premeru. Debelina apnenca znaša pri Podvinu okrog 200 m, plast pa se proti zahodu tanjša ter se pri Gabernu izklini. Proti vzhodu jo zasledujemo še preko doline Reke, kjer se enako izklinjuje. Na območju Trojnega in Reke prehaja apnenec navzgor v glinaste in tankoskrilave laporje, ki se lito-loško ne ločijo od laporjev pod njimi. Litotamnijski apnenec je torej nastajal med laporji le kot posledica različnega okolja. Mikrofavna iz apnenca in laporastih vložkov med njimi je tipično tortonska. Tudi v laporastih plasteh nad apnenci je še tortonska mikrofavna, ki pa vsebuje vedno več sarmatskih

oblik. Laporjem nad apnenci sledi modrikastorjava, tankoplastovita glina, ki je spodaj nekoliko prodnata. Mikrofavna v glinasti plasti je prehodna, vendar je *Zajčeva* tu našla še uvigerine, ki jih v sarmatu ni. Laporjem in glinam slede klastične plitvovodne usedline, ki jih prištevam že sarmatu.

V južnem krilu kadunje prehod med laškim laporjem in sarmatom ni tako izrazit. Litotamnijski apnenec se redko pojavlja. Nekoliko več ga najdemo v dolini Reke južno od istoimenskega naselja.

V spodnjem delu doline Reke izdanja izpod klastičnih sarmatskih plasti še sivomoder, peščen lapor s sljudo, v katerem sem nabral zastopnike naslednje favne: *Lucina borealis* Linn., *Lucina* sp., *Natica* cf. *helicina* Brocc., *Corbula gibba* Olivi, *Turritela* sp., *Pecten* sp. Poleg tega sem našel še korale, apnene alge in fragment rakovih klešč. Favna je morska; peščenolaporaste plasti pripadajo torej k laškemu horizontu.

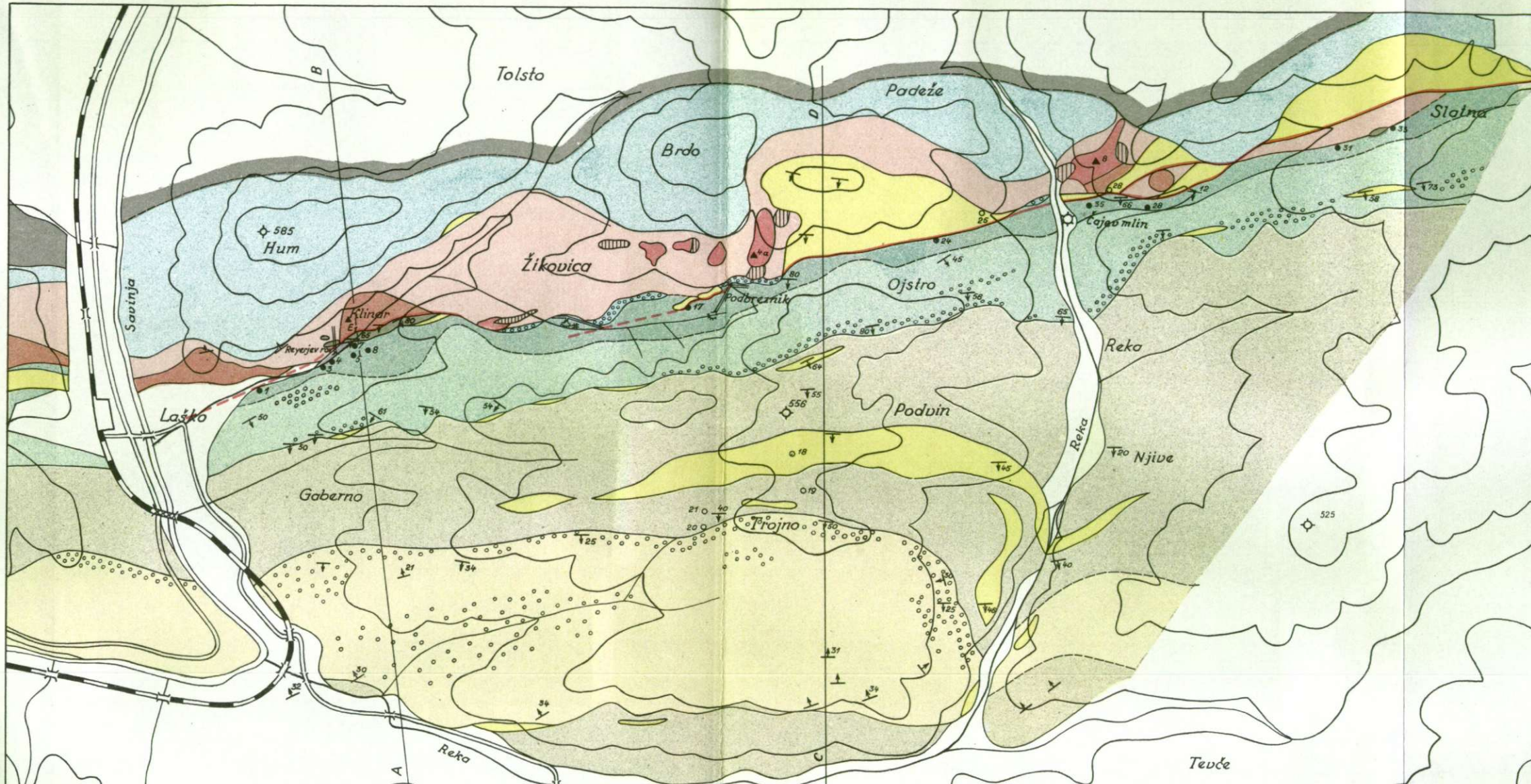
Posebnost za geološko zgradbo terciarnega ozemlja med Hrastnikom in Laškim so peščenoapnene plasti v bazi terciarja neposredno na triadni podlagi. Tudi vzhodno od Savinje nastopajo porozni, peščeni apnenci in peščenjaki s številnimi apnenimi algami v podobnem položaju. Jugovzhodno od Žikovice se pojavi najprej ozek pas rjavega, poroznega apnenca v neposrednem kontaktu s skrilavo oligocensko laporasto glino. V območju Ojstrega najdemo na južnem pobočju kote 600 svetlorjav, apnen peščenjak s številnimi apnenimi algami, dalje svetlorumen litotamnijski apnenec, ponajveč pa svetlorjav, porozen, peščen apnenec. Na izpranih površinah vidimo slabe odtise školjk; tudi poroznost kamenine je vsaj deloma posledica izluženja drobnih lupin moluskov. Pri kmetiji Štigl vzhodno od sedla Ojstro vzeti vzorec te kamenine je pokazal tortonsko mikrofavno, medtem ko nekateri drugi vzorci niso vsebovali tipične favne.

V dolini Reke pri Čajevem mlinu najdemo ponovno ozek pas peščenega apnenca na wengenskem peščenjaku. Takoj nad njim leži siva laporasta glina z oligocensko mikrofavno. Nekoliko dalje, na ovinku kolovoza leži na keratofiru okrog 0,6 m debela plast drobnejšega konglomerata ali breče, ki zvezno prehaja v tanko plast sivorjavega, glinastega peščenjaka. Ta postaja navzgor vedno bolj apnen ter preide v 0,5—1 m debele pole litotamnijskega apnenca, med katerim najdemo skrilavo, peščeno glino. Tudi vzorec s tega mesta je pokazal mikrofavno, ki jo je *Zajčeva* opredelila kot tortonsko. Spodnja, brečasta plast na porušenem keratofiru kaže na tektonske vplive. V teh peščenih sedimentih pogosto zasledimo popolnoma zdrobljeno kamenino, kar je vsekakor posledica močne tektonike.

Dalje proti Slatni leži peščen apnenec precej visoko po pobočju na triadnem dolomitu. Med apnenec in laporasto glino se vključuje ozek pas psevdofiljskega skrilavca in ponekod tudi eruptivne kamenine. Peščen apnenec sega tudi severno od Slatne na triadni dolomit. Na njegovem južnem kontaktu se ponovno pojavljajo psevdofiljski skrilavci in peščenjaki, na njih pa leži oligocenska laporasta glina, ki je na kontaktu nekoliko prodnata. Tektonskega kontakta apnenih plasti z laporasto sivico neposredno nikjer ne opazujemo.



# Geološka karta ozemlja vzhodno od Laškega Geological map of the area east from Laško

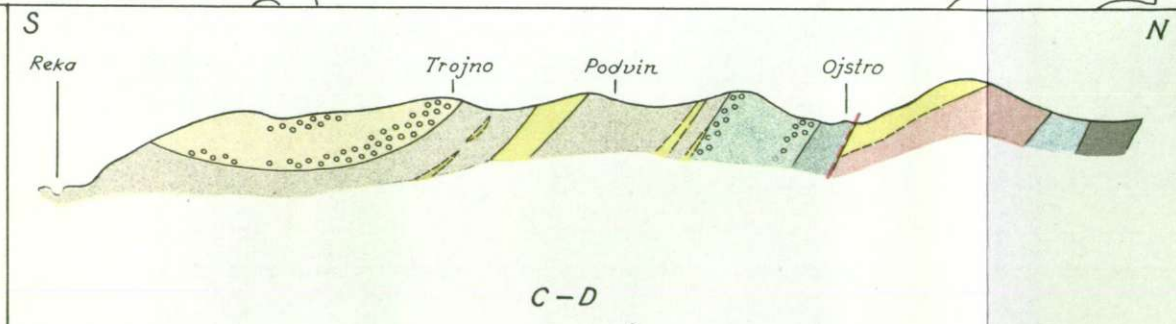
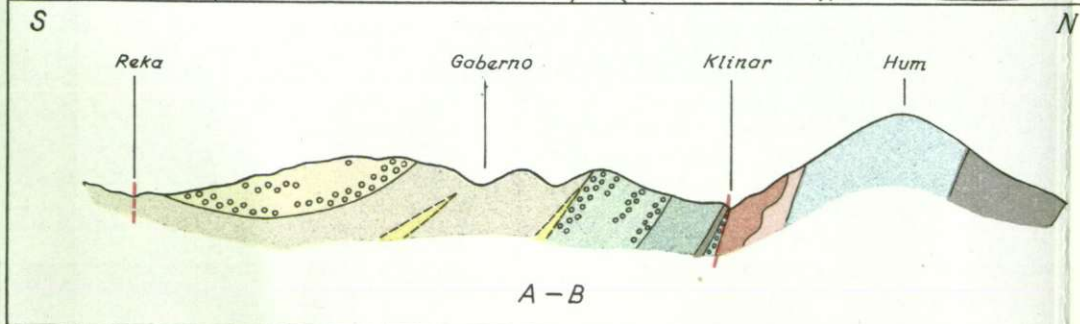
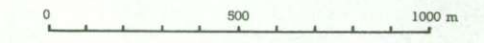


- skrilavci in peščenjaki karbon, perm, werfen  
Slates and sandstones Carboniferous, Permian, Werfenian
- dolomit anizična stopnja  
Dolomite Anisian stage
- psevdoziljski skrilavci in peščenjaki  
Pseudo Ziljan slates and sandstones
- silificiran apnec, breča  
Silicified limestone, breccia
- kremenov keratofir, tuf  
Quartz keratophyre, tuff
- avgitni porfir, tuf  
Augite-porphyr, tuff
- konglomerat, peščenjak  
Conglomerate, sandstone
- peščen lapor, lapor, apnec  
sandy marl, marl, limestone
- laporasta in peščena glina, glinast lapor  
Marly and sandy clay, clayey marl
- peščenjak, konglomerat — govški horizont  
Sandstone, conglomerate — Govce horizon
- litotamnijski apnec  
Lithotamnia limestone
- lapor, peščen lapor — laški horizont  
Marl, sandy marl — Laško horizon
- Konglomerat, peščenjak, apnec, lapor, glina — sarmat  
Conglomerate, sandstone, limestone, marl, clay — Sarmatian
- dolinske naplavine, pobočni grušč  
Valley alluvium, scree
- dislokacijske smeri  
Dislocation lines
- nahajališče oligocenske mikrofavne  
Find-spot of the Oligocene microfauna
- nahajališče tortonske mikrofavne  
Find-spot of the Tortonian microfauna
- vzorci magmatske kamenine za kemično analizo  
Samples of the eruptive rock for chemical analysis

ladinska stopnja  
Ladinian stage

oligocen  
Oligocene

miocen  
Miocene





S položajem teh peščenoapnenih usedlin so se ukvarjali že Zollikofer (1861/62, 340), Stur (1871, 647), Bittner (1884, 544, 595) in Munda (1953, 78), po katerih naj bi tektonsko premeščene plasti pripadale litavskemu apnencu, ki je pri Hrastniku močno razvit neposredno nad govškim peščenjakom .

**Sarmat.** Morsko srednjemiocensko sedimentacijo je nadomestila brakična sarmatska. Prehod k plitvovodnemu faciesu je litološko lepo nakazan. Litotamnijski apnenec se nadaljuje navzgor v lapor, peščen lapor in glinaste usedline. Glinam sledi siv, na površini rumenorjav, kompakten apnen peščenjak, temu pa debelozrnat peščenjak z litotamnijami in s številnimi sarmatskimi ceritiji. Peščenjak prehaja v dobro vezan konglomerat, katerega neenakomerni prodniki dosežejo v premeru tudi 10 cm. Prevladujejo apnene oblice, nekaj je kremenovih in rdečih permških peščenih prodnikov. Vezivo je apneno in drobnozrnato. Kamenina je tako dobro vezana, da pri lomljenju ne popušča cement, pač pa se lomijo zrna. Te odporne kamenine, ki sledijo nad glino in laporjem, tvorijo izrazit hrbet, ki ga zasledujemo od Savinje preko Trojnega in doline Reke še dalje proti vzhodu. V splošnem so sarmatske usedline zastopane pretežno s konglomerati in kompaktnimi apnenimi peščenjaki. Manj je lapornatih in glinastih plasti, ki jih opazujemo v glavnem le v spodnjem delu. Vsebujejo precej favne, med katero sem našel na več mestih *Cerithium rubiginosum* Eichw., *Cerithium pictum* Bast., *Corbula gibba* Oliv., *Turritella turris* Bast., *Ervilia* cf. *podolica* Eichw., *Natica* cf. *helicina* Brocc., *Buccinum* sp., *Cardium* sp., apnene alge ter še druge več ali manj dobro ohranjene primerke. V teh plasteh najdemo mestoma tudi precej številne rastlinske ostanke.

**Kvartar.** Naplavine ob Savinji ima Teller za diluvij. Dolinske naplavine ob Reki so aluvialne, enako tudi pobočni grušč, ki ga najdemo čisto pod strmimi bregovi triadnega dolomita.

## TEKTONIKA

Kartirano ozemlje predstavlja nadaljevanje laške kadunje proti vzhodu. S terciarnimi usedlinami izpolnjena sinklinala je del tektonske enote Posavskih gub. Vzhodno od Savinje karakterizirata geološko zgradbo dve, več ali manj vzporedni sinklinali z vmesno antiklinalno cono, ki je po Mundi (1953, 76) nakazana že pri vasi Turje zahodno od Savinje. Od Šmarjete proti vzhodu je antiklinala vedno močnejše izražena, dokler v Rudnici ne izstopi triadna podlaga. Premajhnen obseg območja ne dopušča širših tektonskih razmotrivanj; več ali manj moremo potrditi le dosedanje ugotovitve in domneve, ki so bile postavljene predvsem na podlagi rudarskih del med Hrastnikom in Laškim (Bittner, 1884, 595, Munda, 1953, 76, Petrascheck, 1927, 17).

Ob severnem robu terciarja potekajo vzdolžne dislokacije v smeri vzhod—zahod, na katere so vezana triadna eruptiva. Prav verjetno je, da so bile te dislokacije aktivne tudi med sedimentacijo terciarja. Vsekakor pa so se vršila premikanja ob istih dislokacijskih linijah v postsar-

matski orogenezi. Samo lokalno pojavljanje oligocenskih apnenolaporastih krovninskih kakor tudi konglomeratnih talninskih plasti na površini bi utegnilo biti v zvezi s tektonskimi premikanji vzdolž prelomnic. Bittner (1884, p. 485) je našel ustrezno razlago z erozijo po odlaganju soteških plasti. Miocen leži transgresivno na oligocenu in na triadi. Toda pri tem je treba upoštevati, da pripadajo debele plasti laporaste pa tudi peščene glinje pod govškim horizontom še oligocenu. Šele prodnati in peščeni govški sedimenti so bili odloženi diskordantno.

Položaj apnenopeščenih in litotamnijskih plasti v bazi terciarja na triadni podlagi je najbrž primaren. Kontakt teh kamenin s starejšo laporasto glino pa je tektonski. Mehanizem premikanj, ki so vodili do današnje situacije, si moremo zamišljati tako, da je prišlo po prvotnih radialnih premikih do znatnejših bočnih pritiskov proti severu. Ti so povzročili občutno zoženje prvotnega sedimentacijskega območja ter narivanje starejših plasti na mlajše.

Razmere med Reko in Slatno, kjer se pojavljajo wengenske kamenine med terciarnimi plastmi, so tudi posledica intenzivne tektonike ob vzdolžnih dislokacijah. Tudi krovnii lapor na kontaktu oligocenske sivice in triade pri Slatni je bil tektonsko reduciran. Zelo verjetno imamo tu opravka z luskasto zgradbo, ki jo za območje Hude jame ugotavlja M u n d a (1953, 80).

Tudi v predterciarni podlagi opazujemo vzdolžne dislokacije in ne-normalne kontakte. V zaklonišču pod laškim gradom sta v tektonskem kontaktu keratofir in močno zdrobljen dolomit. Na površini najdemo med obema še psevdoziljski skrilavec. Zamotane razmere naznačujejo tudi podatki o rudarjenju v nekdanjem Reyerjevem rovu. Na močna tektonska premikanja kažejo številne golice popolnoma milonitiziranega dolomita. Vzhodno od Brda nakazujejo razmere predterciarno prečno prelomnico, na katero bi mogla biti vezana porfiritna eruptiva.

### Premogov sloj

Izdankov premogovega sloja nikjer ne opazujemo. O njem imamo le literaturne in ustne podatke.

Z o l l i k o f e r (1859, 197) omenja Reyerjev rov vzhodno od Laškega, kjer so sredi preteklega stoletja kopali premog. Premog so sledili le na kratko razdaljo levo in desno od glavnega rova, kjer se je končaval ob tufih. Med premogom so našli tudi precej »pijavcita«, \* katerega nastanek tolmači avtor s termometamorfozo premoga. Prodornine naj bi metamorfozirale tudi ostale terciarne plasti. Avtor domneva (1861/62, 346), da obstoji premogov sloj povsod med Laškim in Št. Rupertom.

S t u r (1871, 545) omenja Reyerjev rov ter navaja favno iz krovnine na tem mestu.

G r a n i g g (1910, 542) navaja vzhodno od Laškega raziskovalni rov iz leta 1870, ki je odkril tanek sloj premoga. Izdanek premoga navaja

\* Fosilna smola, ki jo je našel v Krmeljski premogovni kadunji in po vasi Pijavice poimenoval H e i d i n g e r (1844).

tudi ob kolovozu proti Žikovici, kjer je bil v približno 14 m globokem jašku najden najbrž le tanek sloj. Pri temeljenju neke stavbe v bližini so tudi našli premog.

Bittner (1884, 542) pravi, da je premogov sloj vzhodno od Laškega komaj nakazan. Po njegovem mišljenju postaja v Reyerjevem rovu odkrit sloj v globino in proti zahodu debelejši.

Petrascheck (1927, 18) se poslužuje starejših literaturnih podatkov ter pravi, da je o sloju le malo znanega. Omenja rudarska sledenja ter domneva, da je premog močno jalovinat.

Starejši domačini še pomnijo Reyerjev rov ter odvažanje nakopanega premoga. Po ustnih podatkih se je rov nenadno zarušil, nato ga niso več obnovili. To kaže na zelo majhne odprte zaloge premoga, ki niso dopuščale nadaljnega odkopavanja.

Domačini tudi pomnijo raziskovalni rov iz l. 1911 ter še starejši jašek (Granič, 1910, 542) južno od Žikovice. Po njihovih podatkih niso našli premoga. Tudi pod Podbreznikom so preiskovali z več kot 100 m dolgim rovom, ki je imel na koncu 15 m globok slepi jašek. Našli so 0,4 m debel sloj premoga, enako tudi pri temeljenju neke zgradbe na površini nad rovom. Premog so sledili z rovom na desno še nekaj časa, medtem ko se je na levo izgubljal. Rudarji so se umaknili zaradi močnega dotoka vode. Tik pred prvo svetovno vojno so brez uspeha raziskovali s kratkimi rovi na Ojstrem in pri Čajevem mlinu.

Na dobro vidnih odvalih raziskovalnih rogov pod Žikovico nisem našel nikakršnih drobcev premoga, marveč le psevdoziljski skrilavec in prodnike zelene eruptivne kamenine.

Rudarska raziskovalna dela in geološke razmere v splošnem kažejo, da postaja v laškem terciarju premogov sloj proti vzhodu vedno tanjši. Vsa glavna premogišča Laškega zaliva so lakustralna sladkovodna ali vsaj brakična. Vzhodno od Laškega pa so te usedline vedno manj razvite ali celo odsotne. Vzpostopoma prevladujočim morskim razvojem oligocenskih plasti so bili tudi pogoji za nastanek obsežnejših šotišč vedno manj ugodni ter se je mogel v kratkih brakičnih periodah odložiti le tanek premogov sloj. Pri Trobnem dolu, kjer poznamo dva tanka, nepomembna sloja premoga, je facies deloma že morski (Stur; Munda, 1939, 93). Tudi severno od Rudnice pri Babni gori se pojavlja tanek sloj premoga v debelih konkordatnih skladih sivega glinastega peska, peščenjaka, temne glin in laporja s karakteristično morsko-brakično oligocensko favno. Pri preiskavah na Rudnici smo ugotovili, da leže neposredno na triadni osnovi talninske laporastopeščene glin z oligocensko mlirkofavno, podobno kot pri Laškem v krovniški laporasti glini. Razvoj terciarnih plasti je torej tu že v najspodnjem delu morski. Precej više, vendar še nekaj sto metrov pod premogovim slojem v Babni gori, navaja Rakovec (1948, 12) v modrem pesku in peščenjaku morsko oligocensko favno. V neposredni bližini premogovega sloja so po Rakovcu (1948, 11, 12), kakor tudi po Mundi (1942, 5) poleg morskih tudi brakične oblike. Morski oligocen je torej v tem delu razvit v znatni debelini.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## GEOLOGICAL RELATIONS ALONG THE NORTHERN BORDER OF THE LAŠKO SYNCLINE EAST THE SAVINJA-RIVER

The Tertiary basin of Laško is one of the most important economic districts in Slovenia. Some great coal-mines have been developed on a thick seam of subbituminous coal. The thickness of coal-seam gets shorter in the western and in the eastern direction too, where the relatively thin coal seam was found in the exploitation field of the Laško-Coal Mine next to the Savinja River. According to the general geologic situation and some old data, there could be an extending of the coal-seam east of the Savinja-River. By this geological exploration, it was intended to prove mainly the possibility of existence of the coal seam in this region. There were gathered some other data about the geological relations too. Especially interesting were the searchings about the igneous rocks in the Triassic sediments.

The district of the Tertiary area examined is the direct extending of the area westwards from the Savinja-River, investigated by M u n d a in the year 1940. M u n d a's report, completed with some recent data, was published in "Geologija, razprave in poročila", I. knj., Ljubljana, 1953.

There is only a few literature data, refering this region and even a great deal of these are from the past century. Though there were some exploration works in the Laško Tertiary during the last years, the stratigraphic and tectonic relations are not very clear yet. Many essential problems are due to a definite solution.

The Tertiary area east from the Savinja-River forms two parallel synclines. The mapped region belongs to the northern one, where the coal seam might be expected in the prolongation of the coal-bearing Oligocene strata. Generally, the geologic situation is similar to that west of the River.

The Paleozoic beds are represented by Carboniferous clay slates with intercalations of quartz sandstones. The reddish quartz sandstones upon them belong to Permian. The following slates, slaty sandstones and platy marly limestones immediately upon them represent the Werfen-rocks of the Lower Triassic. They are shown together with the older formations on the geological map.

The grey dolomites of Anisian stage follow in a form of a narrow belt, in basis of which dark limestones occur somewhere. The dolomitic beds are locally interrupted, because of the strong tectonic movement the effect of which is a complete mylonitisation of rock here and there. The dolomites are overlain by the rocks of Ladinian stage, which forms nearly everywhere in the Laško syncline an immediately substratum of the Tertiary beds. There are dark clay slates, called Pseudo-Ziljan slates, because of a strong resemblance with the Carboniferous Ziljan slates. Somewhere, beds and intercalations of finegrained and middle-coarse quartz sandstones can be observed. Between constituents of sandstones, some fresh grains of lamellar plagioclases and fine volcanic tuffaceous material are included. In Pseudo-Ziljan beds, there are little



"islands" of silificated limestones and dolomites too, the structure of which is somewhere breccious. They appear always in contact with the magmatic rocks. Igneous rocks are exclusively confined to a narrow belt of the Wengen strata. The greenish keratophyres are usually found as substratum of the Tertiary beds, but the augite-porphyrite occurs in form of small bodies in the Wengen slates themselves. The volcanic rocks in this region have been mentioned by some older authors, who denominated it differently. Only V. Nikitin has microscopically correctly classified the rocks as quartz keratophyres.

East of the Savinja-River, the quartz keratophyre has a relatively small extent. We find it on some separate places. Specimens of the rock were examined by Fedorov's universal-stage. Prevailing fine-grained groundmass is made up of quartz, feldspars and accessory of mafic and secondary minerals too. Phenocrysts of feldspars with an average composition of 4,4 % an, are rare. The idiomorphic grains of lamellar albite appear corroded. They are usually partly altered. Different varieties of mainly fine-grained tuffs accompany the keratophyre.

Up to now it was not known that the augite-porphyrite in the region immediately eastly of Laško occurs beside the keratophyre. The macroscopically gray-blue rock is fine-grained and nearly without any phenocrysts. Here and there the white and greenish amygdales can be observed. By Fedorov's method some specimens of rock the texture of which is intersertal or nearly ophitic, have been examined. The elongate plagioclases are devoid of straight boundaries. They split at the ends and are corroded sometimes. Among the mafic minerals augite strongly prevails. Olivine is accessory. Beside chlorite patches of calcite, iron oxydes and perhaps serpentine after olivine are included as secondary minerals. The quartz grains are very rare too. In such composed matrix, rare bigger plagioclase-phenocrysts occur. They are partly resorbed on periphery too. In composition of plagioclases-phenocrysts and plagioclases in matrix there is no difference. An average in percentage in both is about 35 % an. Big and crushed but pretty fresh phenocrysts of augite could be found in some specimens of rocks. Somewhere the augite phenocrysts make up about a half of all phenocrysts.

The amygdales in the rocks are filled by calcite and spherulitic chlorite.

A directly contact of keratophyre and porphyrite has been found in a piece of rock. Judging from the textural connexion observed under microscope, the quartz keratophyre might be regarded as older.

It is of interest that all hitherto investigated Wengen igneous rocks in Slovenia contain biotite as the prevailing mafic mineral.

The observed circumstances by Laško confirm the view of some other geologists, that there were at last two stages of eruptions in the Wengen age of Middle Triassic in the district of eastern Slovenia.

Accordingly to the microscopic examination, quantitative chemical analysis of a specimen of quartz keratophyre and two specimens of augite-porphyrite have been made in laboratory of Geological Survey. An extremely poor percentage in alkalies and a rich one in alumina is

the significant feature of all three analysis. This fact demonstrates a relationship of both rocks. There are great differences in amounts of lime, iron and magnesia.

Beside the differences in mineralogical composition and texture, the different chemical composition testifies two separate stages of eruption. The differences can be interpreted as effected either by differentiation of primary magma or by assimilation of some wall rocks. The first possibility is more probable as in the eastern Slovenia more basic rocks everywhere appear.

The features of contact metamorphism in adjacent rocks are not observed. The silification and pyritisation of some carbonatic blocks in the Wengen slates might be effected by post-volcanic hydrothermal activity.

Tertiary sediments are represented by a part of Oligocene and Miocene. The coal seam occurs in the so called Soteska beds, considered as belonging to the Upper Oligocene. Only on some points the Triassic substratum is overlain by typical developed conglomeratic and sandy strata of footwall. The conglomerates, composed predominantly of magmatic rocks-pebbles are cemented with a tuffaceous sandy material.

No outcrops of coal seam could be observed during the mapping of area.

Only at two points, the calcareous-marly hanging wall beds are found with an appearance usually known in the mines districts immediately over coal seam. About 1500 m east from Laško there are graybrown thinbedded sandy marls and sandy limestones in a tectonic contact with the tuffs. The bed is about 5—10 m thick and dips sharply towards South. In marls some thin veins of bright coal are comprised. Bad preserved fossil fauna has been gathered in this strata. It was't possible to determine them completely. Microfauna is represented only by Ostracodes. The character of this hanging-wall beds is considered as brackish.

The marls and limestones pass continuously upwards to thick beds of gray marly clays. Microfauna contained in this sediments shows some typical forms, which determine the stratigraphic position of the strata as an older one from the Lower Miocene. Bittner's supposition, that only locally appearance of calcareous marly strata can be interpreted as a consequence of a strong erosion, is wrong. As to the observed situation, it can be concluded that in the eastern direction there was a gradually stronger marine influence. The deposition of lacustrine and brackish sediments to which in Laško basin the coal is bound were reduced eastward. The conditions for deposition of brackish sediments existed only locally in some points, where in the shallow water coal forming materials were accumulated too.

Upwards the marly clays are covered by conglomeratic and sandy-clayey marine Miocene strata, faunistically and lithologically belonging to the Govce horizon. The position of beds is transgressive over the Oligocene marly clays. In the lower part of the Govce horizon there are numerous varieties of sands and sandstones with relatively rich fossil remains. The upper layer contain firm calcareous sandstones and con-

glomerates with some sporadic thin beds or lenses of Leitha limestone. In Laško Tertiary series the Leitha limestones form no independent horizons but occur in forms of layers, lenses or beds.

The next Laško horizon is represented by typical Laško marls, being sandy in their lower part. The beds contain a great deal of Middle Miocene fauna. They pass upwards to Leitha limestones, the thickness of which is locally appreciable.

In the southern trough of syncline the extend of limestones is nearly completely reduced. At the northern border of the Tertiary sediments, a belt of sandy limestones with *Lithotamnia* was found immediately on Triassic substratum. In the beds, some Tortonian microfauna has been determined. The displacement of this beds, however, has been effected tectonically.

Upwards Leitha limestones, marls and clays follow. They pass to the clastic basal Sarmatian sediments. In general, Sarmatian beds are represented by conglomerates and firm calcareous sandstones with a characteristic brackish fauna. Clays and sands may be found on some places too.

As to the tectonic structure, it is interpreted as normal syncline. Some transversal faults have been supposed. A great longitudinal dislocation line follows the northern border of the Tertiary basin along which tectonic movements have taken place most probably in the time from the Wengen age on. At the same line the Triassic volcanic activity has been effected. Partly, however, the local appearance of footwall and hanging wall rocks could be interpreted as a consequence of tectonic activity. On the area Reka—Slatna the features tell for a shuppen structure.

The data about prospecting and mining works show a local existence of a thin coal seam (about 0,4 m). The general conclusion is, that the coal seam becomes continuously thinner towards east, parallel to a prevailing influence of marine sedimentation and decrease in development of brackish and lacustrine facies to which the deposition of coal seam in Laško Tertiary is connected. The coal seam has no economic importance in the district, discussed in this report.

## LITERATURA

- Bittner, A., 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail u. Sagor. — *Jahrb. d. geol. R. A.*, 433—600. Wien.
- Duhovnik, J., 1953, Prispevek h karakteristiki magmatskih kamenin Črne gore, njihova starost in razmerje do triadnih magmatskih kamenin v Sloveniji. *Geologija, razprave in poročila*, 1. knj., 182—222, Ljubljana.
- Granigg, B., 1910, Mitteilungen über die steiermärkischen Kohlenvorkommen am Ostfuss der Alpen. *Ztsch. f. Berg- u. Hüttenwesen*, 58. Wien.
- Idings, I. P., 1913, *Igneous Rocks*, vol. II. London.
- Munda, M., 1939, Stratigrafske in tektonske prilike v Rajhenburški terciarni kadunji. — Inavguralna disertacija. Ljubljana.
- Munda, M., 1942, Poročilo o nahajališču rjavega premoga v Babni gori pri Žusmu. *Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani*.
- Munda, M., 1953, Geološko kartiranje med Hrastnikom in Laškim. — *Geologija, razprave in poročila*, 1. knj., 37—89. Ljubljana.
- Petrascheck, W., 1927, Die Kohlenlager der dinarischen Gebirge Alt-österreichs. — *Ztsch. d. obschl. Berg- u. Hüttenm. Ver.*, 1. Heft. Katowicze.
- Petrascheck, W., 1940, Alter und Bildung der Kohlenflöze von Reichenburg und Trifal in Slowenien. — *Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte*, 88. Bd., 4. H.
- Rakovec, I., 1946, Triadni vulkanizem na Slovenskem. — *Geografski Vestnik X. XVIII*. Ljubljana
- Rakovec, I., 1948, Strokovno poročilo o geološkem kartiranju ozemlja okrog Babne gore, Babnega brda in Babne Reke. (*Arhiv Geol. zavoda v Lj.*)
- Stur, D., 1871, *Geologie der Steiermark*. — Graz.
- Tröger, W. E., 1935, *Spezielle Petrographie der Eruptiv-Gesteine*, Berlin.
- Zajec, K., 1953, Poročilo o mikrofavni iz okolice Laškega. (*Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani*.)
- Zölikofer, v. Th., 1859, Die geologischen Verhältnisse von Unter-Steiermark (Gegend südlich der Sann und Wolska). *Jahrb. d. geol. R. A.*, 10. Bd., 157—200. Wien.
- Zölikofer, v. Th., 1861, 62, Die geologischen Verhältnisse des süd-östlichen Teils von Untersteiermark. — *Jahrb. d. geol. R. A.*, 12. Bd., 311 bis 366. Wien.

## BIOTITNOKORDIJERITNI ŠKRILJAVAC SA ANDALUZITOM I SILIMANITOM IZ JASKE POTOKA U MOSLAVAČKOJ GORI

*Ljudevit Barić*

Pred nedugo vrijeme objavljen je u spomenici Miše Kušpatića (Tućan, 1953) nov prinos poznavanju kristalastih stijena Moslavačke gore. Po želji autora izvršio sam brojna teodolitnomikroskopska određivanja raznih minerala, koji sastavljaju stijene opisane u tom radu i to plagioklasa, amfibola, piroksena, cirkona, andaluzita, silimanita, forsterita i klorita. Posebno sam u stijeni, koja se u spomenutom radu navodi kao andaluzitskosilimanitski biotitski škriljac (Tućan, 1953, p. 58—65 i p. 79—81) uz ostalo odredio za plagioklase, da se tu radi o andezinima. Prema navodu autora taj je glinenac najobilniji mineralni sastojak stijene (Tućan, 1953, p. 58) odnosno pretežni sastavni dio njezin (Tućan, 1953, p. 79). Sa tom tvrdnjom i sa mojim mikroskopskim nalazom nije međutim u skladu kemijska analiza te stijene (Tućan 1953, p. 64 i p. 83, III), koja pokazuje samo 1.07% CaO. Za objašnjenje toga protuslovlja postavljaju se samo ove logične mogućnosti:

1. moja teodolitnomikroskopska određivanja plagioklasa su neispravna;
2. navod autora, da je glinenac — prema mojim određivanjima andezin — najobilniji mineralni sastojak stijene, ne odgovara faktičnom stanju stvari;
3. kemijska analiza stijene je pogrešna;
4. kao četvrtu mogućnost mogli bismo uzeti istodobno djelovanje dvaju od tri pod 1—3 spomenuta faktora ili i svih triju.

Uslijed logične mogućnosti, da se radi spomenutoga protuslovlja mora sumnjati i u moja određivanja plagioklasa, proveo sam reviziju i nadopunu svojih određivanja plagioklasa, koji dolaze u spomenutoj stijeni. Radi potrebe za potpunosti proveo sam uz to i reviziju autorovoga navoda spomenutoga pod 2, kao i reviziju kemijske analize stijene. Prije nego se upustim u samo iznašanje svojih podataka, spomenut ću, da sam radi objašnjenja gore spomenutoga protuslovlja proveo istraživanja ne samo na originalnom materijalu, koji je autor opisao na citiranom mjestu, nego i na materijalu, koji sam u svibnju 1953. godine sam sabrao u Jaski potoku. To je potok, koji sabire svoje vode u kraju jugozapadno od mjesta Šimljanik. Tekući sjevernom stranom ispod brijega Josipovače ulijeva se on kod Novoga Sela uzvodno od Gornje

Garešnice u potok Garešnicu; ovaj idući najprije prema istoku skreće kod mjesta Pašijan prema jugu, da bi južno od mjesta Garešnice ušao u rijeku Ilovu.

Radi se o nalazištu u samom koritu Jaske potoka zapadno od kote 213. Ta se kota nalazi na cesti, koja od Podgarića preko brijega Josipovače vodi u Šimljanik. Stijena, o kojoj je riječ, javlja se na iskonu malo nizvodno od mjesta, gdje se u Jasku potok ulijeva dolazeći od zapada sjeverno ispod kote 260 desni njen pritok.<sup>1</sup> F. Koch (1899, p. 7) spominje tu stijenu kao »vanredno žilav, crn biotitni škrljavac«. Kao mineralne sastojke navodi on za te škrljavce (Koch, 1906, p. 5) biotit, kremen, plagioklas, muskovit, cirkon, granat, rutil, salit, obični augit i apatit spominjući posebno, da glinenca (plagioklasa) ima uvijek, ali u malim količinama.<sup>2</sup> Na toj stijeni škrljava se struktura gotovo ni ne zapaža.

Kao rezultat svih svojih ispitivanja mogu odmah spomenuti, da se tu zapravo radi o biotitnokordijeritnom škrljavcu, koji u dosta znatnoj količini u sebi sadrži andaluzita sa silimanitom.

### I. Teodolitnomikroskopska odredjivanja plagioklasa

Da provedem reviziju svojih odredjivanja plagioklasa, priredio sam od originalnoga uzorka, koji je ispitivao F. Tučan, nove izbruske. Na više pogodnih presjeka odredio sam iznova sastav plagioklasa. Za odredjivanja sam uvijek birao zrna, u kojima je bilo više geometrijskih elemenata, kako bi rezultat teodolitnomikroskopskih odredjivanja bio sasvim jednoznačan. Radi definitivne potvrde svojih prije dobivenih rezultata, koji se iznose u citiranom radu (Tučan, 1953, p. 59—60), opisat ću ovdje podrobnije nekoliko mjerenja.

a) Kao prvo zrno navest ću jedan dvojak. U svakom individuumu dvojka bile su prilično obilato uložene uske lamele, koje su — sudeći po izgledu — stajale gotovo okomito na šav obih sraslih poedinaca. Rješavanjem u stereogramu opažanja mogao sam utvrditi, da se sraslačka os  $B_{1/2}$  obih sraslih poedinaca nalazi u šavu. Očitavanje njenih kutova prema glavnim vibracionim smjerovima Z, Y, X optičkih indikatrisa obih sraslih poedinaca dalo mi je za nju ove sferne koordinate:

$$B_{1/2} \ 18^{1/2}{}^{\circ}; \ 71^{1/2}{}^{\circ}; \ 89^{\circ} \text{ — } [010]; \ 35\% \text{ an}; \ 1^{\circ} \text{ S ili}$$

$$\frac{\perp [100]}{(001)}; \ 35\% \text{ an}; \ 1^{\circ} \text{ S}$$

<sup>1</sup> Dio Jaske potoka nizvodno od utoka toga pritoka zove Koch (1899, 1906) Josipovačom. Narod za taj naziv potoka ne zna.

<sup>2</sup> Koch sam ništa ne govori o svojstvima tih minerala. Kako se iz teksta njegovih radova razabire (Koch, 1899, p. 4; 1906 na više mjesta), služi se on pri citiranju pojedinih minerala podacima o Moslavačkoj gori, koje je objavio M. Kišpatić (1889, 1900) prenašajući rezultate Kišpatićevih mikroskopskih odredjivanja na razne stijene, kako ih je on (Koch) u terenu vidio i shvatio.

Na sličan način je za normalu na šav  $D_{1/2}$  izašlo ovo:

$$D_{1/2} \ 70^{1/2}{}^{\circ}; \ 20^{1/2}{}^{\circ}; \ 83^{3/4}{}^{\circ} \text{ — RS; } 36\% \text{ an; točno ili} \\ \perp (001); \ 36\% \text{ an; } 1^{\circ} \text{ NW}$$

Prema Nikitinovom dijagramu (Nikitin, 1936, Tafel VII) za rješavanje glinenaca ne može se u ovom slučaju jednoznačno odlučiti, o kakvom se sraslačkom zakonu tu radi; o periklinskom ili o manebah-esterelskom. Za kemijski sastav plagioklasa rezultat je međjutim jednoznačan. Isti sastav slijedi i iz uloženi lamela  $L_1$  u prvom odnosno  $L_2$  u drugom sraslom pojedincu. Za njih su očitane ove koordinate:

$$L_1 \ 18^{\circ}; \ 70^{3/4}{}^{\circ}; \ 87^{1/4}{}^{\circ} \text{ — } \perp (010); \ 38\% \text{ an; } 1^{\circ} \text{ SSW i} \\ L_2 \ 18^{3/4}{}^{\circ}; \ 71^{1/2}{}^{\circ}; \ 89^{\circ} \text{ — } \perp (010); \ 38^{1/2}{}^{\circ}\% \text{ an; } 2^{\circ} \text{ SSW}$$

Lamele su dakle u oba srasla pojedince uločene po drugom pinakoidu. Kut između normale na lamele i normale na šav očitani je

$$D_{1/2} \wedge L_1 = 85^{1/2}{}^{\circ} \text{ i } D_{1/2} \wedge L_2 = 86^{1/2}{}^{\circ}$$

Kut optičkih osi određen je iz izmjenoga položaja jedne optičke osi za prvi odnosno drugi individuum

$$2V = + 88^{1/2}{}^{\circ} \text{ odnosno } 2V = - 89^{\circ}$$

b) Na drugom jednom zrnju sa dva sistema uloženi lamela izmjenjen je kut optičkih osi direktnim opažanjem obih optičkih osi

$$V_1 V_2 = + 87^{3/4}{}^{\circ}$$

Po jednom ( $L'$ ) odnosno drugom ( $L''$ ) sistemu lamela, koji su zatvarali kut od  $85\frac{1}{2}{}^{\circ}$ , dobiveni su nakon očitavanja njihovih sfernih koordinata iz stereograma opažanja ovi podaci:

$$L' \ 13^{3/4}{}^{\circ}; \ 75^{1/2}{}^{\circ}; \ 89^{\circ} \text{ — } \perp (010); \ 34\% \text{ an; } 1^{1/2}{}^{\circ} \text{ SSW} \\ L'' \ 71^{3/4}{}^{\circ}; \ 19^{3/4}{}^{\circ}; \ 85^{1/4}{}^{\circ} \text{ — } \perp (001); \ 35\% \text{ an; } 1^{\circ} \text{ NW ili} \\ \text{RS; } 34\% \text{ an; } 1^{1/2}{}^{\circ} \text{ SO}$$

c) Sasma slično kao pod b) dalo je drugo jedno zrnje ove podatke:

$$L' \ 17^{1/2}{}^{\circ}; \ 73^{1/2}{}^{\circ}; \ 88^{\circ} \text{ — } \perp (010); \ 38\% \text{ an; točno} \\ L'' \ 68^{1/4}{}^{\circ}; \ 23^{\circ}; \ 81^{3/4}{}^{\circ} \text{ — } \perp (001); \ 38\% \text{ an; } 1^{\circ} \text{ NW ili} \\ \text{RS; } 38\% \text{ an; } 1^{1/2}{}^{\circ} \text{ NW}$$

Kut optičkih osi iznosi  $2V = - 88^{\circ}$ , a kut između oba sistema lamela očitani je  $85^{1/2}{}^{\circ}$ .

d) U materijalu, koji sam u svibnju 1953. godine sam sabrao u dolini Jaske potoka oko 1 km uzvodno od mjesta, odakle potječe materijal, koji je ispitivao F. Tučan, odredio sam također jedan plagioklas sa dva sistema međusobno gotovo okomitih lamela. Iz stereograma opažanja

očitao sam, da kut medju njima iznovi  $87^{\circ}$ . Slično kao pod b) i c) dobio sam za sastav toga plagioklasa po jednom i drugom sistemu lamela ovo:

L'  $64^{\circ}$ ;  $28^{\circ}$ ;  $78^{\circ} - \perp$  (001); 42 % an; točno ili  
RS; 43 % an; točno  
L''  $22\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $68\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $85^{\circ} - \perp$  (010); 43 % an;  $\frac{1}{2}^{\circ}$  SW  
Kut optičkih osi  $2V = + 89^{\circ}$ .

Nije potrebno navoditi dalje podatke, koje sam dobio za sastav plagioklasa, jer podaci navedeni ovdje pod a)—d) u dovoljnoj mjeri pokazuju, da revizija mojih podataka za sastav plagioklasa, kako su oni publicirani (Tućan, 1953, p. 59—60) ne dovodi ni do kakve izmjene. Pripomenut ću, da sam i ovaj put izvršio određivanje relativne jakosti loma za te plagioklase obzirom na kanadski balzam. Pri tom sam po pomicanju Beckeove linije mogao utvrditi, da im je indeks loma veći od indeksa loma kanadskog balzama.

Plagioklas je u izbruscima lako prepoznati baš po sraslacima odnosno po više manje obilato uloženim sraslačkim lamelama. Prema tomu, kakav presjek zrna u preparatu imamo, vidi se jedan ili dva sistema tih lamela, koji su — kako je to naglašeno u opisu pod a)—d) — gotovo okomiti jedan prema drugomu. Često su te lamele uložene tako gusto, da to smeta mjerenjima.

Plagioklasi su u preparatima rijetki i često nejednoliko raspodijeljeni. U pojedinim preparatima, kako onim, koje je za svoj rad uzimao F. Tućan (1953), tako i u onim, koje sam kasnije radi revizije sam načinio, više puta ćemo se tek tu i tamo namjeriti na gdje koji plagioklas sa karakterističnim lameliranjem. U tom se pogledu moj mikroskopski nalaz bitno razlikuje od podataka, koje je u svojoj publikaciji naveo F. Tućan (1953, p. 58), prema kojemu je glinenac »najobilniji mineralni sastavak« odnosno — kako on u njemačkom sadržaju (Tućan, 1953, p. 79) kaže »Feldspat ist der überwiegende Gemengteil«. On nadalje za glinence na istom mjestu (Tućan, 1953, p. 58) kaže i ovo: »Razvio se u nepravilnom zrnju, pa gdje je svjež, bez sraslaca i bez pukotina kalavosti — a takav je pretežnom česti — možemo ga razlikovati od kremenata samo u konvergentnoj svjetlosti medju unakrštenim nikolima, utvrdivši dvoosnost, odnosno jednoosnost jednoga ili drugoga minerala.« Pokazat ću odmah, da ta pretežna čest glinenaca nije ništa drugo nego kordijerit. I mnogi lijepo izraženi sraslaci — poimence dvojci i trojci — u izbruscima pripadaju tom mineralu. U izbruscima mogu se pri promatranju pod mikroskopom i uz malo povećanje naći pojedine partije, koje gotovo potpuno sastoje od kordijeritnih zrnaca. Prema tome se opis glinenaca, kako ga je autor dao (Tućan 1953, p. 58—60 i p. 79), najvećim dijelom odnosi na kordijerit, a ne na glinence.

### III. Kordijerit u škriljalcima iz Jaske potoka u Moslavačkoj gori

Da se u ovom slučaju doista radi o kordijeritu, to izlazi iz mikroskopskih određivanja, koja sam izvršio. Koliko mi je poznato, to bi bio prvi nalaz kordijerita u Hrvatskoj. On je možda utoliko značajniji, što



kordijerit ovdje nastupa kao pretežni, to jest kao bitni sastavni dio stijene.

Kako u originalnim izbruscima, kojima se služio autor, tako i u izbruscima, koje sam kasnije od istoga materijala načinio, izvršio sam brojna teodolitnomikroskopska određivanja kuta optičkih osi. Ta sam određivanja upotunio i mjerenjima izvršenim na izbruscima priredjenim od materijala, koji sam u Jaski potoku sam sabrao u svibnju prošle godine. Za veličinu kuta optičkih osi dobio sam na zrnima, gdje je bilo moguće taj kut odrediti iz izmjerenoga položaja samo jedne optičke osi, ove podatke:

$$2V = -81\frac{1}{2}^{\circ}; -81^{\circ}; -78\frac{1}{2}^{\circ}; -80\frac{1}{2}^{\circ}; -78^{\circ}; -78\frac{1}{2}^{\circ}; -77^{\circ}; -81\frac{1}{2}^{\circ}; -78\frac{1}{2}^{\circ}; -77^{\circ}; -79^{\circ}; -77\frac{1}{2}^{\circ}.$$

Na zrnima, gdje sam mogao direktno zapažati obje optičke osi, dobio sam za kut optičkih osi ove vrijednosti:

$$2V = -79\frac{1}{4}^{\circ}; -78\frac{1}{2}^{\circ}; -78\frac{3}{4}^{\circ}; -79^{\circ}; -78\frac{3}{4}^{\circ}; -78^{\circ}; -79\frac{1}{2}^{\circ}; -78\frac{1}{4}^{\circ}; -77\frac{1}{4}^{\circ}; -79\frac{3}{4}^{\circ}; -80\frac{3}{4}^{\circ}.$$

Da bi točnost tih opažanja bila veća, priredio sam si deblje izbruske, a pri namještanju glavnoga vibracionoga smjera Y optičke indikatriše kordijerita u os  $A_1$  univerzalnoga stolića kao i pri određivanju položaja optičkih osi služio sam se konvergentnim svjetlom. Kolebanja navedenih vrijednosti nijesu velika i — kako se razumije samo po sebi — ona su manja u slučajevima, kad se moglo direktno opažati obje optičke osi.

Iz svih netom navedenih vrijednosti dobiva se, ako pojedinim vrijednostima za kut optičkih osi dobivenim direktnim namještanjem obih optičkih osi dadnemo dvostruku težinu, ova srednja vrijednost:

$$2V = -79^{\circ}$$

Po kutu optičkih osi kordijerit se dakle razlikuje u našoj stijeni od plagioklasa. Dok se kod plagioklasa taj kut vrti oko  $90^{\circ}$ , kod kordijerita iznosi on  $79^{\circ}$  oko vibracionoga smjera X indikatriše. Po optičkom karakteru kordijerit iz ovoga nalazišta je dakle negativan.

Malo više navedene pojedinačne vrijednosti za kut optičkih osi 2V predstavljaju veličinu toga kuta, kako je ona dobivena direktnim čitanjem vrijednosti na skali instrumenta pri mjerenju medju segmentima sa indeksom loma 1,554 bez uzimanja bilo kakve korekture radi razlike izmedju indeksa loma Nm kordijerita i indeksa loma segmenata. Kako ću naime odmah razložiti, Nm našega kordijerita se tako malo razlikuje od indeksa loma spomenutih segmenata, da bi korektura bila mnogo manja, nego što su granice pogrešaka pri radu po teodolitnomikroskopskoj metodi.

Pri određivanju kuta optičkih osi mogla se u konvergetnom svjetlu na debljim preparatima jasno utvrditi slaba disperzija  $r < v$ .

Za tri glavna indeksa loma Ng, Nm i Np mogao sam ispredjujući ih u bijelom svjetlu pomoću Beckeove linije sa indeksom loma kanadskoga balzama utvrditi, da su indeksi loma Ng i Nm veći od

indeksa loma kanadskoga balzama. Indeks loma Np je naprotiv jednak indeksu loma kanadskoga balzama. To se razabire po tom, što u ovom slučaju Beckeova linija potpuno nestane, a obrisi zrna se tako savršeno izgube, da izgleda, kao da se zrno rasplinulo u balzamu. Na temelju toga možemo reći, da je za kordijerit iz Jaske potoka u Moslavačkoj gori indeks loma

$$N_p = 1,539.$$

Da bih dobio druga dva indeksa loma Nm i Ng, izvršio sam točna odredjivanja triju glavnih dvoloma Ng—Np, Ng—Nm i Nm—Np tako, da sam pomoću univerzalnoga stolića namjestio okomito na os mikroskopa A<sub>5</sub> odnosne simetrijske presjeke indikatriše minerala i nakon toga odredio reducirane razlike u hodu. Za mjerenje razlike u hodu poslužio sam se Ber ek o v i m kompenzatorom. Ako su razlike u hodu bile malene, umetnuo sam u tok svijetla još i gipsnu pločicu sa vlastitom razlikom u hodu od 532 m  $\mu$ . Povećivši na taj način razliku u hodu zrna za 532 m  $\mu$  mogao sam odredjivanje razlike izvršiti točnije, nego što bi to bilo moguće odredjujući direktno malu razliku u hodu bez uložene gipsne pločice. Mjerenja razlike u hodu vršio sam u bijelom svijetlu.

Za odredjivanje debljine izbrusaka poslužio sam se osjetljivom metodom pomoću kremenih zrna u izbrusku (Ber ek , 1924, p. 128—130). Maksimalni dvolom Ng—Np odredio sam na pet zrna. Na dva zrna, kojima je debljina bila 0,0450 mm, dobio sam:

$$\begin{aligned} Ng-N_p &= 0,0114 \text{ i} \\ Ng-N_p &= 0,0122. \end{aligned}$$

Na dalja tri zrna, kojima je debljina bila 0,0950 mm, dobio sam ove rezultate:

$$\begin{aligned} Ng-N_p &= 0,0117 \\ Ng-N_p &= 0,0122 \\ Ng-N_p &= 0,0123 \end{aligned}$$

Srednja vrijednost iz tih pet odredjivanja, čije se podudaranje može označiti kao vrlo dobro, jest:

$$Ng-N_p = 0,0120 \pm 0,0002.$$

Dvolom Ng—Nm odredio sam na tri zrna, od kojih je jedno bilo debelo 0,0950 mm, drugo 0,1207 mm i treće 0,0792 mm. Dobio sam redom:

$$\begin{aligned} Ng-N_m &= 0,0050 \\ Ng-N_m &= 0,0048 \\ Ng-N_m &= 0,0047 \end{aligned}$$

Srednja vrijednost

$$Ng-N_m = 0,0048$$

Dvolom Nm—Np odredio sam na jednom zrnu debelom 0,0950 mm i dobio

$$N_m-N_p = 0,0072$$

Poznavajući indeks loma  $N_p$  možemo sada pomoću odredjenih vrijednosti za dvolome  $Ng-N_p$  i  $Ng-N_m$  odnosno  $N_m-N_p$  zaključiti, da indeksi loma za kordijerit iz Jaske potoka imaju ove vrijednosti:

$$N_p = 1,539$$

$$N_m = 1,546$$

$$N_g = 1,551$$

Točnost tih podataka za indekse loma iznosi obzirom na to, da je vrijednost za  $N_p$  dobivena — možemo reći — metodom imerzije, oko  $\pm 0,003$ .

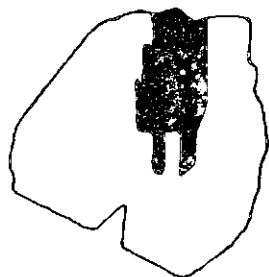
Što se tiče mikrofiziografije kordijerita u našoj stijeni, tu bih u prvom redu ponovio ono, što za nj — misleći da se tu radi o glinencu — u svom radu navodi F. Tućan (1953, p. 58 i 79). Prema njemu kordijerit je najvećim dijelom svjež, bez sraslaca i bez pukotina kalavosti. Zrnca zubičasto zadiru jedna u druga kako međusobno tako i u druge minerale. Redovno je natrunjen kao nekim prahom, a često uklapa u sebi pravilne ili razvučene heksagonske listiće ili oduljene lamele biotita. Uklapa nadalje on u sebi i nepravilna zrnca kremena, glinenca, prutiće silimanita, zrnca andaluzita, ilmenit, vlaknati muskovit i cirkon.

Kao nadopunu tom opisu mogao bih dodati, da se kordijerit često javlja i u sraslacima dvojcima, a rjedje se mogu u preparatima naći i sraslaci trojci. Dosta rijetko možemo se namjeriti i na zrna sa pravilnim šesterostranim obrisima. Teodolitnomikroskopski utvrdio sam, da ti obrisi odgovaraju kombinaciji osnovne prizme (110) i drugoga pinakoida (010). Da se radi o plohama osnovne prizme (110), to se dalo zaključiti po tom, što su normale na te plohe ležale u ravnini YZ optičke indikatriše kordijerita zatvarajući sa glavnim vibracionim smjerom Z, koji se podudara sa kristalografskom osi [010], kut, veličina kojega mi je u nekoliko izmjerenih slučajeva kolebala između  $59^\circ$  i  $61^\circ$ . Drugi pinakoid lako je bilo identificirati po tom, što se njegova normala podudara sa vibracionim smjerom Z optičke indikatriše.

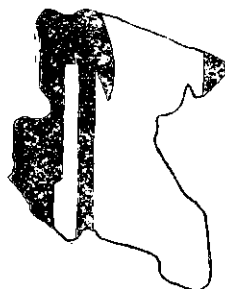
Sraslaci dvojci — kako je već rečeno — dosta se često vide u izbruscima kao jednostavni dodirni sraslaci ili kao sraslaci, gdje jedan manji individuuum zalazi dosta nepravilno u drugi veći (sl. 1). Rijetko se vide i polisintetski dvojci (sl. 2 i 3). Sraslaci trojci takodjer se u izbruscima nalaze rijetko (sl. 4). Kao sraslački šav najčešće sam nalazio plohu (110), a rjedje plohu (130); ova potonja lako se može prepoznati u stereogramu opažanja po tom, što njena normala leži v ravnini YZ optičke indikatriše zatvarajući se smjerom Z kut od  $30^\circ$ . U jednom slučaju mogao sam prizmu (130) utvrditi i kao terminalnu plohu.

U stijeni, koju F. Tućan (1953, p. 58 i p. 79) navodi kao »andaluzitskosilimanitski biotitski škrljac« javlja se kordijerit kao pretežni sastavni dio njezin. Iza kordijerita dolazi po količini biotit, pa andaluzit sa silimanitom i kremen. Ilmenit je čest u sitnom zrnju. Muskovita nema mnogo, a i glinenac (andezin) je dosta rijedak. Rijetko se pojavljuju cirkon i granat. Tu se dakle radi — kako je već spomenuto — o biotitno-kordijeritnom škrljavcu sa andaluzitom i silimanitom.

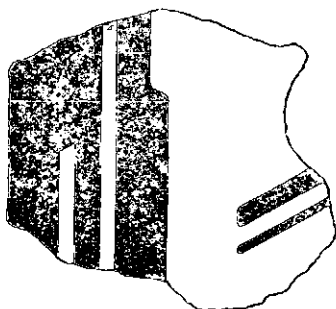
Mikroskopski opis te stijene nadopunio bih u tom smislu, što se u izbruscima, kojima se za svoja ispitivanja služio F. Tućan, rijetko nalaze u biotitu oko cirkona i pleohroitski dvori. Kudikamo češći su pleohroitski dvori u biotitu izbrusaka priredjenih od materijala, koji sam 1953. godine sam sabrao u dolini Jaske potoka uzvodno od onoga mjesta, na kojem se u potoku javlja stijena, koju su opisali F. Koch i F. Tu-



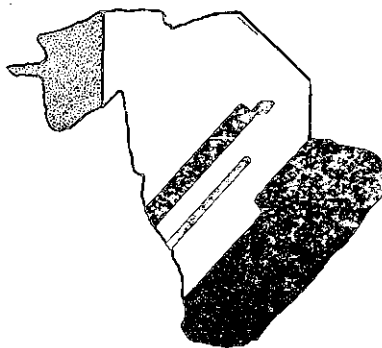
1. sl. — Fig. 1



2. sl. — Fig. 2



3. sl. — Fig. 3



4. sl. — Fig. 4

ćan. Pleohroitski dvori zapažaju se rjeđe oko cirkona i u kordijeritu. Pleohroizam tih dvorova ukazuje se na taj način, da je kordijerit nježno svijetlo žut za svoj vibracioni smjer X, dok je za vibracione smjerove Y i Z bezbojan.

U mnogim preparatima priredjenim od netom spomenutoga uzvodno sabranoga materijala zapaže se još jedan mineral. Andaluzit je naime često u izbruscima okružen gustim vijencem sitnih, lijepo zelenih zrna, koja se ističu visokim reljefom i hrapavom površinom, a među ukrštenim nikolima su izotropna. Van svake sumnje se tu radi o mineralu spinelske skupine (pleonast).

Na temelju svega dosad spomenutoga možemo za škrljavce iz doline Jaske potoka u Moslovačkoj gori reći, da se u njima javljaju karakteristični kontaktnometamorfn minerali i to kordijerit, andaluzit, silimanit, granat (u izbruscima slabo ružičast) i spinel. Ti su škrljavci nastali kontaktnometamorfnim djelovanjem granitne magme, koja je dala materijal za razvitak moslavačkih granita. Da bi se odgovorilo na pitanje, koje su stijene kontaktnim djelovanjem pretvorene u današnje biotitnokordijeritne škrljavce sa andaluzitom i silimanitom, moramo osobito uzeti u obzir to, da su glavni sastavni minerali tih škrljavaca minerali, koji u znatnoj količini sadrže aluminij. S obzirom na to možemo zaključiti, da ti škrljavci u Jaski potoku vuku svoje porijeklo iz negdašnjih glinastih stijena.

To bi bila, kako već spomenuh, prva vijest o kordijeritu u Hrvatskoj. Na području Jugoslavije spominje se on takodjer rijetko. S. Urošević (1900, p. 94 i p. 108—109) utvrdio je njegovo pojavljivanje u tinjčevom škrljavcu (mikašistu) iz potoka Čuprije na južnoj strani planine Bukulje kod Arandjelovca u Srbiji. Kordijerita ima po njemu u toj stijeni veoma mnogo. Drugo nalazište spominje O. H. Erdmannsdorffer (1924, p. 301) u Makedoniji i to u kraju zapadno od Strumice i Dojranskoga jezera. U gnajsima, koji se tu pružaju preko Stojakova, Bogdanaca i Mravinaca te Pirave i Udova uz biotitne gnajse osobito su prošireni kordijeritni gnajsi, koji se već makroskopski mogu kao takvi prepoznati. Kordijerit često pokazuje tipičnu pretvorbu u pinitne agregate, a djelomice dolazi i u svježim ljubičastim zrnima veličine do 1 cm. Kod Rabrova dolazi kordijerit djelomice i u polisintetskim sraslacima.

Pomislmo li na to, da je kordijerit jedan od najraširenijih minerala u kristalinskoj zemljinoj kori (Eskola, 1946, p. 360), tad tri nalazišta na području Jugoslavije predstavljaju zapravo veoma malen broj nalazišta na tom teritoriju. Ne bi bilo zgorega, da se ubuduće pri detaljnijim mineraloško-petrografskim istraživanjima kod nas osobito pripazi na kordijerit i to posebno zbog toga, što se on pri površnijim pregledavanjima u terenu i u mikroskopskim izbruscima može zamijeniti sa kremenom ili glinencima.

### III. O teodolitnomikroskopskim odredjivanjima kordijeritnih sraslaca

O teodolitnomikroskopskim mjerenjima kordijerita odnosno njegovih sraslaca govore C. Burri i Parga-Pondal u svom radu o kordijeritnom andezitu sa granatom od Hoyaza kod Nijara u Španiji (Burri — Parga-Pondal, 1936, p. 238—243). Iznio bih ovdje ponešto iz svojega iskustva pri tim mjerenjima.

Sraslaci kordijerita poznati su po dva zakona: po (110) i (130). Kako za dvojke, tako i za trojke po tim zakonima karakteristično je — kako to naglašuju Burri i Parga-Pondal — da se glavni vibracioni smjerovi X indikatriše svih sraslih pojedinaca podudaraju. To drugačije ne može biti, jer kao sraslačke osi u spomenuta dva zakona funkiraju

normale na (110) odnosno (130), a ti su smjerovi okomiti na vibracioni smjer X indikatrise kordijerita. Taj se vibracioni smjer podudara sa njegovom osi c. Sa osi b kordijerita podudara se vibracioni smjer Z, a sa osi a smjer Y. Normale na (110) odnosno (130) čine sa kristalografskim osima b, a i c odnosno sa glavnim vibracionim smjerovima Z, Y, X kutove, veličinu kojih možemo unaprijed izračunati iz osnih elemenata kordijerita. Poslužimo li se za ta izračunavanja osnim odnosom

$$a : b : c = 0,58709 : 1 : 0,55835$$

kako ga je za kordijerit odredio Miller (Hintze, 1897, p. 918), tad ćemo redom dobiti ove vrijednosti:

$$\perp (110) \dots\dots 59^{\circ} 35'; 30^{\circ} 25'; 90^{\circ}$$

$$\perp (130) \dots\dots 29^{\circ} 35'; 60^{\circ} 25'; 90^{\circ}$$

ili zaokruženo

$$\perp (110) \dots\dots 59\frac{1}{2}^{\circ}; 30\frac{1}{2}^{\circ}; 90^{\circ}$$

$$\perp (130) \dots\dots 29\frac{1}{2}^{\circ}; 60\frac{1}{2}^{\circ}; 90^{\circ}$$

Te kutove možemo medjutim očitati iz stereograma opažanja, ako u njemu raspolavljanjem kutova medju istovrsnim vibracionim smjerovima obih sraslih poedinaca konstruiramo sraslačku os za taj sraslački par. Shvatimo li sad u izbruscima kordijerit zbog sličnosti pogrešno kao plagioklas, tad ćemo za sraslačku os  $B_{1/2}$  krivo shvaćenoga glinenca po prvo navednim koordinatama služeći se Nikitinovim dijagramom za rješavanje plagioklasa (Nikitin, 1936, Tafel VII) dobiti ovo rješenje:

$$B_{2/1} \ 59\frac{1}{2}^{\circ}; 30\frac{1}{2}^{\circ}; 90^{\circ} - \perp (0\bar{2}1); 32\% \text{ an}; 2^{\circ} \text{ SW}$$

Slično bismo po koordinatama sraslačke osi za drugi zakon na kordijeritu, ako ga pogrešno shvatimo kao plagioklas, dobili ovo rješenje:

$$B_{1/2} \ 29\frac{1}{2}^{\circ}; 60\frac{1}{2}^{\circ}; 90^{\circ} - \perp (021); 34\% \text{ an}; \frac{3}{4}^{\circ} \text{ NO}$$

Došli bismo dakle do krivoga zaključka, da se radi o sraslacima po bavenskom zakonu za plagioklas, koji bi u svom sastavu imao 32% odnosno 34% anortitne supstancije.

Iz netom spomenutoga možemo izvesti ovaj zaključak: ako nam pri teodolitnomikroskopskim mjerenjima većega broja sraslaca, za koje možda mislimo, da su sraslaci plagioklasa, prigodom njihovoga rješavanja pomoću Nikitinovoga standartnoga dijagrama (Nikitin, 1936, Tafel VII) kao sraslački zakon izlazi razmjerno rijedak bavenski zakon, i za sastav plagioklasa oko 32—34% an, tad moramo pomišljati na to, da se tu zapravo ne radi o plagioklasima spomenutoga sastava, nego o kordijeritu.

Na taj način nam teodolitnomikroskopska istraživanja daju dalju jednu mogućnost za razlikovanje plagioklasa od kordijerita u mikroskopskim izbruscima.

#### IV. Pravilno srastanje andaluzita i silimanita u biotitnokordijeritnom škrljajvcu iz Jaske potoka

Vijesti o pravilnom srastanju andaluzita i silimanita javljaju se u mineraloškoj literaturi pred šest i po decenija. Prvi je na to upozorio A. Lacroix (1888), opisujući andaluzite u andaluzitnoj stijeni iz Ceylona. Tu je Lacroix već utvrdio tri načina orijentiranoga srastanja obih minerala. Dva orijentirana srastanja su takva, da su kristalografske osi jednoga i drugoga minerala paralelne. U jednom slučaju su paralelne istoimene osi. U drugom slučaju podudara se os a obih minerala, dok su njihove osi b odnosno osi c ukrštene; drugim riječima: u ovom potonjem slučaju se os b jednoga minerala podudara sa osi c drugoga i obratno. Treće pravilno srastanje andaluzita i silimanita sastoji se u tom, da su plohe (100) obih minerala paralelne, t. j. osi a jednoga i drugoga minerala se podudaraju, ali osi c nagnute su pod kutom od 45°. U istoj radnji spominje Lacroix orijentirano srastanje andaluzita i silimanita sa paralelnim istoimenim osima u stijenama od Moulin-vieux u okolici Morlaixa (Finestère), koje su prema geologu Ch. Barrois u nastale djelovanjem granita na devonske škrljajvce. Skoro iza toga utvrdili su to srastanje u kordijeritnom gnajsu sa Mont-Pilata kod Chuperie na putu od Graixa prema Bourg-Argental Michel-Lévy i Termier (1889). Istodobno je A. Lacroix (1889) opisao novo nalazište u metamorfiziranim pješčenjacima od Châlets-Saint-Nérée u dolini Barouse kod Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). Osim oba srastanja sa paralelnim osima dolaze tu i srastanja, gdje su osi c obih minerala nagnute pod 60°. Na taj su način u kratkom vremenskom razmaku bile utvrdjene četiri vrste orijentiranoga srastanja andaluzita i silimanita. Do danas u tom pogledu nema nikakve izmjene (vidi n. pr. Vultée, 1952, p. 339).

Nakon prvih otkrića brzo se povećavao broj nalazišta sa orijentiranim srastanjima andaluzita i silimanita. Tako n. pr. Mügge 1903. godine u svom radu o pravilnim srastanjima raznovrsnih minerala (Mügge, 1903, p. 399) navodi, da prema Saueru (1894) u gnajsimu iz područja rijeke Rench u Badenu (Njemačka) dolaze paramorfoze silimanita po andaluzitu sa paralelnim c-osima. Na istom mjestu navodi Mügge i Salomonov podatak (Salomon, 1898, p. 206) o prekrasnim srastanjima andaluzita i silimanita sa paralelnim vertikalnim osima u rožnacu sa Cima d'Asta te Heddleov podatak (Heddle, prema Mügge, 1903, p. 399) o fino vlaknatom fibrolitu od Clashnaree, koji je često paralelan sa crvenim andaluzitom. Uz to spominje Mügge i rezultate istraživanja provedenih po Vernadskom u (Vernadsky, 1900) o pretvaranju andaluzita u silimanit pri kojih 1350° C. Pretvorene partije potamnjaju pri tom u istom položaju i to paralelno sa osi c prvotnoga andaluzita. Položaj novo nastaloga produkta može dakle odgovarati samo jednom od oba gore spomenuta srastanja andaluzita i silimanita sa paralelnim osima.

Da su obzirom na strukturu tih minerala uslovi za oba njihova orijentirana srastanja sa paralelnim osima dobro ispunjeni, na to su upozorili Spangeberg i Neuhaus (1930, p. 491—492).

Dosad poznatim slučajevima tih srastanja pridolazi novo nalazište iz Jaske potoka, koje je opisao F. Tućan (1953, p. 61 i 81). Budući da se tu međjutim izrijeком ne govori o tom, koje od oba pravilna srastanja sa paralelnim kristalografskim osima — ili možda i oba — tu dolazi, pokušao sam razriješiti taj zadatak. Teodolitnomikroskopski ide to prilično lako. U slučaju orijentiranoga srastanja uz paralelizam istoimenih kristalografskih osi moraju se glavni vibracioni smjerovi X, Y i Z indikatriše andaluzita podudarati redom sa glavnim vibracionim smjerovima Z, Y i X indikatriše silimanita. Mjerenjem sam u nekoliko slučajeva doista mogao utvrditi netom spomenuti međjusobni odnos glavnih vibracionih smjerova obih minerala. Možemo prema tomu tvrditi, da u biotitnokordijeritnim škrljajvcima iz Jaske potoka andaluzit i silimanat dolaze pravilno srašteni sa paralelnim istoimenim osima.

Na drugi slučaj pravilnoga srastanja tih minerala, kad su kristalne osi njihove takodjer paralelne, ali se taj paralelizam ne odnosi — kako je gore spomenuto — na istoimene osi, nijesam se dosad namjerio. U ovom slučaju morali bi se glavni vibracioni smjerovi Z, Y i X andaluzita podudarati redom sa glavnim vibracionim smjerovima X, Z i Y silimanita.

#### V. Kemijska analiza stijene

Da bi revizija podataka, koje je objavio F. Tućan (1953) bila potpuna, proveo sam i kemijsku analizu stijene, o kojoj se radi. Odabrao sam za to materijal od istoga uzorka, od kojega je načinjena i prva, već objavljena analiza (Tućan, 1953, p. 64 i 83, III). Dobio sam ove podatke:

Analitičar: Ljudevit Barić.

SiO <sub>2</sub> . . . . .	51,15 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	27,76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,84
FeO . . . . .	9,38
MnO . . . . .	0,26
CaO . . . . .	1,32
MgO . . . . .	3,28
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,98
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,14
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	0,08
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	0,94
	100,32

Gustoću stijene odredio sam metodom piknometra. Odredjivanje sam vršio uz temperaturu 20° C. Dobio sam  $d_{20^{\circ}\text{C}} = 2,8076$ . Korigiramo li to na vodu od 4° C, dobit ćemo za gustoću stijene  $d = 2,805$ .

Pokušamo li tu analizu isporučiti sa mineraloškim sastavom stijene, kako sam ga dao u razdjelu II ovoga rada, tad ćemo vidjeti, da je jedno s drugim u skladu. Maleni sadržaj CaO (1,32 %) upućuje na to, da ni



u kom slučaju ne može biti mnogo andezina. Pretpostavimo li, da bi sav kalcij bio vezan u obliku toga glinenca, tad bismo ga u stijeni imali 15,87 % ( $1,32 \text{ CaO} + 9,24 \text{ SiO}_2 + 4,21 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 1,10 \text{ Na}_2\text{O}$ ). Pri tom ne smijemo smetnuti s uma, da je to samo teoretski mogući maksimum. Pitanje je naime, da li su svi atomi kalcija doista sadržani u plagioklasu i nigdje drugdje. Možda će od malene količine kalcija, koju pokazuje kemijska analiza, jedan dio biti sadržan u kordijeritu. Obično se uzimlje, da u kordijeritima nema kalcija (Rosenbusch, 1927, p. 374). Ipak treba primijetiti, da analize kordijerita ne doduše uvijek, a ono ipak često pokazuju sadržaj od nekoliko desetinki posto CaO (Thiele, 1940/41, p. 80—82). Na taj način postaje količina plagioklasa još manja, kako je to u skladu sa mikroskopskim nalazom.

Magnezij uz feroželjezo ulaze u sastav glavnih sastojaka stijene, kordijerita i biotita. Za to se troši i velik dio aluminijske. Preostatak ovoga sadržan je kao sastavni dio andaluzita i sillimanita. Visoki sadržaj  $\text{TiO}_2$ , koji analiza pokazuje, ulazi bez sumnje velikim dijelom u sastav stijene kao ilmenit, koji se u izbruscima zapaža često (Tućan, 1953, p. 63 i 81) i to gotovo uvijek u obliku sitnoga zrnja. Jedan dio titana bit će međutim vjerojatno sadržan i u biotitu, koji ovdje pokazuje osebujnu crvenosmedju boju, kakvom se odlikuju biotiti u kontaktnometamorfnim stijenama, kao što je naša (Rosenbusch, 1923, p. 606).

Sprejel urednički odbor dne 16. junijsa 1954.

#### ANDALUSIT- UND SILLIMANITFÜHRENDER BIOTITCORDIERIT-SCHIEFER AUS DEM JASKA-BACH IN MOSLAVAČKA GORA

Vor kurzem erschien ein neuer Beitrag zur Kenntnis der kristallinen Gesteine der Moslavačka gora (Moslavina-Gebirge) in Kroatien (Tućan, 1953). Dieses Gebirge befindet sich in der Ostsüdostrichtung ungefähr 80 Km entfernt von Zagreb. Viele Minerale wurden in dieser Arbeit, dem Wunsche des Autors entsprechend, vor mir theodolit-mikroskopisch bestimmt. Im besonderen habe ich im Gestein, das in der erwähnten Arbeit als Andalusitsillimanitbiotitschiefer zitiert wird (Tućan, 1953, S. 58—65, 79—81), unter anderem auch Plagioklasse als Andesine bestimmt. Nach der Angabe des Autors kommt dieser Feldspat im Gestein am reichlichsten vor (Tućan, 1953, S. 58) beziehungsweise er stellt den überwiegenden Gemengteil des Gesteins dar (Tućan, 1953, S. 79). Chemische Analyse des Gesteins zeigt aber nur 1.07 % CaO (Tućan, 1953, S. 64 und 83, III). Für die Klärung dieses Widerspruches ist logisch nur Folgendes möglich:

1. meine theodolitmikroskopischen Bestimmungen der Plagioklasse sind unrichtig;
2. die Angabe des Autors, Feldspat sei der überwiegende Bestandteil des Gesteins, entspricht nicht dem tatsächlichen Befund;

### 3. chemische Analyse des Gesteins ist fehlerhaft.

Vielleicht wirken sich auch mehrere der angeführten Möglichkeiten gleichzeitig aus. Mich persönlich betrifft besonders die unter 1) angegebene Möglichkeit. Ich habe mich deswegen entschliessen müssen, Revision und Vervollständigung meiner Bestimmungen der in dem Gestein vorkommenden Plagioklase durchzuführen. Der Vollständigkeit halber habe ich auch die Revision der unter 2) erwähnten Angabe des Autors sowie auch der chemischen Analyse ausgeführt. Meinen Untersuchungen habe ich nicht nur das vom Autor in der zitierten Arbeit beschriebene Originalmaterial, sondern auch die von mir im Mai 1953. im Jaska-Bach gesammelten Gesteinstücke unterzogen. Dieser Bach hat sein Quellengebiet im nordöstlichen Teil des Moslavina Gebirges, südwestlich von dem Dorfe Šimljanik. Er fliesst nördlich am Josipovača Berg und mündet bei Novo Selo in den Bach Garešnica ein; der letzt-erwähnte Bach fliesst zuerst nach Osten, bei dem Dorfe Pašijan lenkt er gegen Süden ab und südlich vom Ort Garešnica mündet er in den Fluss Ilova ein.

Das Gestein, über das berichtet wird, kommt im Jaska-Bach westlich von der Kote 213 (siehe die Spezialkarte 1 : 100.000). Diese Kote befindet sich an der Strasse, die aus Podgarić über den Berg Josipovača nach Šimljanik geht. Von der Stelle, wo in den Jaska-Bach — vom Westen herkommend — nördlich unter der Kote 260 sein rechter Zufluss einmündet, ein bisschen der Richtung des Baches entsprechend, kommt das Gestein anstehend vor. F. Koch (1899, S. 7) erwähnt es als »äusserst zähen, schwarzen Biotitschiefer«. Er gibt für solche Schiefer (Koch, 1906, S. 5) folgende Minerale als Bestandteile an: Biotit, Quarz, Plagioklas, Muskovit, Zirkon, Granat, Rutil, Salit, gewöhnlichen Augit und Apatit. Er hebt dabei besonders hervor, dass die Feldspate zwar immer, aber nur spärlich vorkommen. Die schiefrige Textur des Gesteins ist kaum zu bemerken.

Ich möchte sofort hier erwähnen, dass wir nach meinen Untersuchungen mit dem Biotitcordieritschiefer, in welchem in grösserer Menge Andalusit und Sillimanit vorkommen, zu tun haben.

### K. Theodolitmikroskopische Bestimmungen der Plagioklase

Die von mir ausgeführte Revision meiner veröffentlichten Angaben (Tučan, 1953, S. 59—60) über die Zusammensetzung der Plagioklase ergab nichts neues. In dem Gestein kommen die Andesine mit ungefähr 40% An vor. Plagioklase können in Dünnschliffen leicht nach ihren Zwillingen beziehungsweise nach reichlich oder weniger reichlich eingelagerten Zwillinglamellen erkannt werden. Je nach der Art des Schnittes im Dünnschliff kann man ein oder zwei Lamellensysteme, die immer fast senkrecht zueinander stehen, beobachten. Die Lamellen sind öfters so reichlich eingelagert, dass sie manchmal die Messungen erschweren.

Plagioklase sind in Dünnschliffen selten; sie sind sehr ungleichmässig im Gestein verteilt. In den von F. Tučan untersuchten Dünnschliffen

schliffen, sowie in jenen, die ich später der Revision halber selbst gemacht habe, können wir nur hie und da ein Plagioklaskorn mit charakteristischer Lamellierung beobachten. Diesbezüglich besteht zwischen meinem mikroskopischen Befund und den von F. Tućan veröffentlichten Angaben wesentlicher Unterschied. Er gibt nämlich an, der Feldspat sei »der am reichlichsten vorkommende Mineralbestandteil« (Tućan, 1953, S. 58) beziehungsweise »der überwiegende Gemengteil« (Tućan, 1953, S. 79) des Gesteins. An derselben Stelle (Tućan, 1953, S. 58) sagt er über den Feldspat noch Folgendes: »Er entwickelte sich in unregelmässigen Körnern; wenn er frisch, ohne Zwillinge und ohne Spaltrisse vorkommt — und so ist er grösstenteils —, dann kann man ihn vom Quarz nur in konvergentem Licht zwischen gekreuzten Nicols durch das Feststellen der Zweiachsigkeit beziehungsweise der Einachsigkeit unterscheiden«. Dieser eben erwähnte überwiegende Anteil der Feldspate stellt aber — wie ich es feststellen konnte — den Cordierit dar. Viele schön ausgebildete Zwillinge und Drillinge, die man in Dünnschliffen wahrnehmen kann, gehören ebenfalls dem Cordierit an. Unter dem Mikroskop kann man auch mit kleiner Vergrösserung Partien finden, die über das ganze Gesichtsfeld hin fast ausschliesslich aus Cordieritkörnern bestehen. Demzufolge bezieht sich die gegebene Beschreibung der Feldspate (Tućan, 1953, S. 58—60 und S. 79) grösstenteils auf den Cordierit, und nicht auf die Feldspate.

## II. Cordierit in den Schiefen aus dem Jaska-Bach in Moslavačka gora

Aus meinen mikroskopischen Untersuchungen, deren Resultate ich hier wiedergeben will, geht hervor, dass wir in diesem Fall tatsächlich mit Cordierit zu tun haben. Insofern es mir bekannt ist, wäre dies der erste Fundort des Cordierits in Kroatien. Er ist vielleicht um so merkwürdiger, da hier Cordierit als überwiegender, dass heisst also als wesentlicher Bestandteil des Gesteins vorkommt.

Für die Untersuchungen bediente ich mich der Originaldünnschliffe, die auch F. Tućan zur Verfügung standen, sowie der Dünnschliffe, die ich nachträglich von demselben Material selber gemacht habe. Diese Untersuchungen vervollständigte ich ausserdem durch Messungen in den Dünnschliffen, die ich aus dem von mir im Mai 1953. im Jaska-Bach gesammelten Material hergestellt habe. Theodolitmikroskopisch bekam ich an den Körnern, in denen nur eine optische Achse der direkten Beobachtung zugänglich war, folgende Werte für die Grösse des optischen Achsenwinkels:

$$2V = 81\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 81^{\circ}, \quad 78\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 80\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 78^{\circ}, \quad 78\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 77^{\circ}, \\ 81\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 78\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 77^{\circ}, \quad 79^{\circ}, \quad 77\frac{1}{2}^{\circ}.$$

Die Körner, die direkte Ausmessung beider optischen Achsen ermöglichten, ergaben folgende Werte:

$$2V = 79\frac{1}{4}^{\circ}, \quad 78\frac{1}{2}^{\circ}, \quad 78\frac{3}{4}^{\circ}, \quad 79^{\circ}, \quad 78\frac{3}{4}, \quad 78^{\circ}, \quad 79\frac{1}{2}^{\circ}, \\ 78\frac{1}{4}^{\circ}, \quad 77\frac{1}{4}^{\circ}, \quad 79\frac{3}{4}^{\circ}, \quad 80\frac{3}{4}^{\circ}.$$

Um die Genauigkeit dieser Bestimmungen zu vergrössern, bediente ich mich der dickeren Dünnschliffe, als es die normalen Dünnschliffe sind. Ausserdem stellte ich die Hauptschwingungsrichtung Y der optischen Indikatrix des Cordierits in die Achse  $A_4$  des Universaldrehtischchens im konvergenten Licht ein. Dieses Lichtes bediente ich mich auch in der Bestimmung der Lage der optischen Achsen. Die angegebenen Werte für den optischen Achsenwinkel zeigen keine grossen Schwankungen; diese sind selbstverständlich kleiner in den Fällen, wo beide optischen Achsen der direkten Beobachtung zugänglich waren.

Aus allen Einzelwerten folgt, wenn wir den durch direkte Ausmessung der Lage beider optischen Achsen erhaltenen Einzelwerten zweifaches Gewicht zugeben, für die Grösse des optischen Achsenwinkels das Gesamtmittel

$$2V = -79^\circ$$

Der Grösse des optischen Achsenwinkels nach unterscheidet sich also in unserem Gestein der Cordierit von den Plagioklasen. In den Plagioklasen schwankt dieser Winkel um  $90^\circ$  und für den Cordierit beträgt er  $79^\circ$  um die Hauptschwingungsrichtung X der Indikatrix. Seinem optischen Charakter nach ist also Cordierit aus diesem Fundort negativ.

Es soll hier betont sein, dass oben angegebene Einzelwerte für die Grösse des optischen Achsenwinkels  $2V$  des Cordierits die Werte darstellen, die durch das direkte Ablesen der Neigungen an dem Messkreis der Achse  $A_4$  des Universaldrehtischchens zwischen den Segmenten mit Brechungsindex  $n_{Na} = 1,554$  erhalten wurden. Es wurde also keine Korrektur für den Unterschied der Brechungsindices des Minerals und der Segmente genommen. Sie erwies sich als unnötig, da der Brechungsindex  $N_m$  des Cordierits, wie wir dies etwas später auseinandersetzen werden, und der Brechungsindex der Kugelsegmente wenig verschieden sind.

Die Dispersion des optischen Achsenwinkels ist schwach  $r < v$ .

Betreffs der drei Hauptbrechungsindices  $N_g$ ,  $N_m$  und  $N_p$  konnte ich mittels der Beckeschen Linie im weissen Licht feststellen, dass  $N_g$  und  $N_m$  höher als der Brechungsindex des Kanadabalsams sind. Der Brechungsindex  $N_p$  ist im Gegenteil dem Brechungsindex des Balsams gleich. Die Beckesche Linie und die Umrisse der Körner verschwinden nämlich in diesem Fall vollständig. Daraus können wir schliessen, dass für den Cordierit aus dem Jaska-Bach in Moslavačka gora der Brechungsindex

$$N_p = 1,539$$

ist.

Um die Brechungsindices  $N_m$  und  $N_g$  zu bestimmen, bestimmte ich genau die Grösse der drei Hauptdoppelbrechungen  $N_g - N_p$ ,  $N_g - N_m$  und  $N_m - N_p$ , indem ich mittels des Universaldrehtischchens senkrecht zu der Mikroskopachse  $A_3$  die betreffenden symmetrischen Schnitte der Indikatrix stellte und danach die reduzierten Gangunterschiede mittels des Beckeschen Kompensators bestimmte. Im Falle kleiner Gangunterschiede stellte ich in den Strahlengang noch das Gipsplättchen mit

532 m $\mu$  betragendem eigenem Gangunterschied. Dadurch wurde der Gangunterschied des Mineralkornes um 532 m $\mu$  vergrößert und seine Bestimmung in das Gebiet der höheren Genauigkeit gerückt. Messungen wurden in weissem Licht ausgeführt.

Für die Bestimmung der Dicke bediente ich mich der empfindlichen Methode mittels der Quarzkörner im Dünnschliff (Berek, 1924, S. 128 bis 130). Maximale Doppelbrechung bestimmte ich an 5 Körnern. An zwei Körnern, deren Dicke 0,0450 mm betrug, erhielt ich

$$\begin{aligned} N_g - N_p &= 0,0114 \text{ und} \\ N_g - N_p &= 0,0122 \end{aligned}$$

Weitere drei Körner, deren Dicke 0,0950 mm war, ergaben

$$\begin{aligned} N_g - N_p &= 0,0117 \\ N_g - N_p &= 0,0122 \\ N_g - N_p &= 0,0123 \end{aligned}$$

Das Gesamtmittel dieser fünf, gut übereinstimmenden Einzelwerte ist

$$N_g - N_p = 0,0120 \pm 0,0002.$$

Die Doppelbrechung  $N_g - N_m$  wurde an drei Körnern, deren Dicke 0,0950 mm, 0,1207 mm und 0,0792 mm betrug, bestimmt. Der Reihe nach ergaben sich folgende Werte:

$$\begin{aligned} N_g - N_m &= 0,0050 \\ N_g - N_m &= 0,0048 \\ N_g - N_m &= 0,0047 \end{aligned}$$

$$\text{Mittelwert } N_g - N_m = 0,0048$$

Die Bestimmung der Doppelbrechung  $N_m - N_p$  an einem 0,0950 mm dicken Korn ergab

$$N_m - N_p = 0,0072$$

Nachdem jetzt der Brechungsindex  $N_p$  und die Doppelbrechungen  $N_g - N_p$  beziehungsweise  $N_g - N_m$  und  $N_m - N_p$  bekannt sind, können wir den Schluss ziehen, dass die Brechungsindices des Cordierits aus Jaska Bach

$$\begin{aligned} N_p &= 1,539 \\ N_m &= 1,546 \\ N_g &= 1,551 \end{aligned}$$

sind. In Anbetracht dessen, dass der Brechungsindex  $N_p$  eigentlich nach der Immersionsmethode bestimmt wurde, beträgt die Genauigkeit der angegebenen Brechungsindices  $\pm 0,003$ .

In Betreff der Mikrophysiographie des Cordierits in unserem Gestein möchte ich hier am besten das wiederholen, was über ihn — in der Überzeugung, dass hier die Feldspate vorliegen — in seiner Arbeit F. Tuéan (1953, S. 58 und 79) berichtet. Nach ihm ist der Cordierit

grösstenteils frisch, ohne Zwillinge und ohne Spaltrisse. Die Körner greifen zahnartig ineinander und in die Körner anderer Minerale ein. In ihm sind stellenweise mehr oder weniger winzige, unregelmässige staubförmige Körnchen enthalten. Oft sind in ihm regelmässige oder verzerrte hexagonale Blättchen oder verlängerte Lamellen des Biotits eingeschlossen. Als Einschlüsse kommen weiterhin im Cordierit auch unregelmässige Körner des Quarzes, des Feldspats, dann die Sillimanitnadeln, Andalusitkörner, Ilmenit, faseriger Muskovit und Zirkon vor.

Diese Beschreibung könnte ich noch folgendermassen vervollständigen. Cordierit kommt oft in Zwillingen, die aus zwei, selten auch aus drei Einzelindividuen bestehen, vor. Ziemlich selten können wir in Dünnschliffen auch die Körner mit regelmässigen sechsseitigen Umrissen finden. Ich konnte theodolitmikroskopisch feststellen, dass solche Umrisse der Kombination von (110) und (010) entsprechen. Die Flächen des Prismas (110) können dadurch identifiziert werden, dass ihre Normalen in der Ebene YZ der optischen Indikatrix des Cordierits liegen und mit der Hauptschwingungsrichtung Z der Indikatrix, die sich mit der kristallographischen Achse [010] des Cordierits deckt, den Winkel schliessen, dessen Grösse in einigen Fällen mit  $59^{\circ}$ — $61^{\circ}$  gemessen wurde. Das zweite Pinakoid ist leicht dadurch festzustellen, dass seine Normale mit der Hauptschwingungsrichtung Z der optischen Indikatrix zusammenfällt.

Zwillinge, die aus zwei Individuen bestehen, sind — wie schon gesagt — in den Dünnschliffen ziemlich oft anzutreffen und zwar als einfache Berührungszwillinge oder als Zwillinge, in denen das kleinere Individuum ziemlich unregelmässig in das grössere Individuum hineindringt (Fig. 1). Selten sind auch polysynthetische Zwillinge zu finden (Fig. 2 und 3). Drillinge (Fig. 4) sind selten. Als Zwillingsnaht kommt am häufigsten (110), seltener (130) vor; die Flächen der letzterwähnten Form sind im Beobachtungstereogram dadurch leicht festzustellen, dass ihre Normalen in der YZ-Ebene der optischen Indikatrix liegend mit der Hauptschwingungsrichtung Z den Winkel  $30^{\circ}$  schliessen. — Einmal konnte ich (130) auch als Kristallgrenzfläche beobachten.

Im Gestein, welches als Andalusitsillimanitbiotitschiefer beschrieben wird (Tućan, 1953, S. 58 und 79), kommt Cordierit als überwiegender Gemengteil vor. Ihm folgen der Menge nach Biotit und danach Andalusit mit Sillimanit sowie Quarz nach. Ilmenitkörnchen kommen oft vor. Muskovit kommt spärlich vor, Feldspat (Andesin) ist ebenfalls ziemlich selten. Selten kann man Zirkone und Granate beobachten. Hier haben wir also — wie schon erwähnt — mit Andalusit- und Sillimanitführendem Biotitcordieritschiefer zu tun.

Dieser mikroskopischen Beschreibung möchte ich noch Folgendes zugeben. In den Dünnschliffen, deren sich F. Tućan für seine Untersuchungen bedient hatte, kann man selten in den Biotiten um die in ihnen eingeschlossenen Zirkone pleochroitische Höfe beobachten. Diese Höfe sind wesentlich öfters in den Dünnschliffen anzutreffen, die ich mir aus dem Material, welches ich selbst im Jahre 1953. gesammelt habe, hergestellt habe. Die pleochroitischen Höfe können wir um die

eingeschlossenen Zirkone auch im Cordierit beobachten. Sie sind zart zitronengelb gefärbt, wenn das Licht in der Richtung X schwingt; für die Schwingungen parallel Y und Z schwinden diese Höfe vollständig.

In vielen Dünnschliffen, die aus dem von mir gesammelten Material gemacht wurden, konnte ich noch ein Mineral feststellen. Andalusite werden nämlich oft kranzförmig von kleinen, dicht aneinanderliegenden, schön grün gefärbten Körnern umgeben. Das Relief dieses Minerals ist hoch, seine Oberfläche rauh. Zwischen gekreuzten Nicols kann man feststellen, dass dieses Mineral optisch isotrop ist. Zweifellos stellt dieses Mineral ein Mitglied der Spinellgruppe (Pleonast) dar.

Auf Grund des bisher Gesagten können wir für die im Jaska Bach in Moslavačka gora vorkommenden kristallinischen Schiefer sagen, dass in ihnen charakteristische kontaktmetamorphe Minerale und zwar Cordierit, Andalusit, Sillimanit, Granat (in Dünnschliffen schwach rosa gefärbt) und Spinell vorkommen. Diese Schiefer sind durch die kontaktmetamorphe Wirkung des Granitmagma, aus welchem die Granite des Moslaviner Gebirges ihren Ursprung führen, entstanden. Es ist nun die Frage, aus welchen Gesteinen sind durch die Kontaktmetamorphose die gegenwärtigen Andalusit- und Sillimanitführenden Biotitcordieritschiefer entstanden. Um diese Frage zu beantworten, müssen wir besonders die Tatsache beachten, dass die Hauptbestandteile dieser Schiefer Minerale mit bedeutendem Gehalt des Aluminiums sind. Ausserdem zeigt die Bauschalanalyse nur 1,32 % CaO (siehe darüber später). Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass diese Schiefer aus einstweiligen Tongesteinen entstanden sind.

Dies wäre, wie schon gesagt, die erste Nachricht über den Cordierit in Kroatien. Auf dem Gebiet Jugoslaviens wird er bisher selten erwähnt und zwar von S. Urošević (1900, S. 94 und 108—109) in Glimmerschiefern des Bukulja-Gebirges bei Arandjelovac in Serbien und von O. H. Erdmannsdörffer (1924, S. 301) in Gneisen in Mazedonien (in der Gegend westlich von Strumica und Dojran-See). Wenn wir aber bedenken, dass der Cordierit in der kristallinen Erdkruste eines der häufigsten Minerale ist (Eskola, 1946, S. 360), dann werden wir schliessen müssen, dass die drei bisher bekannten Fundorte auf dem Gebiet Jugoslaviens eigentlich nur eine kleine Anzahl der Fundorte auf diesem Gebiete darstellen. In künftigen, eingehenderen mineralogisch-petrographischen Untersuchungen wird man bei uns auf den Cordierit achten müssen und zwar besonders auch deswegen, weil man ihn manchmal in der Schnelle ziemlich leicht mit Quarz oder mit Feldspaten verwechseln kann.

### III. Über die theodolitmikroskopischen Bestimmungen der Cordieritzwillinge

Über die Bestimmung des Cordierits beziehungsweise seiner Zwillinge mittels des Universaldrehtischens berichten zuerst C. Burri und I. Parga-Pondal (1936, S. 238—243). Hier möchte ich meine diesbezüglichen Erfahrungen beschreiben.

Am Cordierit sind bisher zwei Zwillingsgesetze bekannt und zwar nach (110) und (130). Für die Zwillinge und selbstverständlich auch für die Drillinge nach diesen Gesetzen ist es charakteristisch — wie dies schon von Burri und Parga-Pondal betont wurde — dass die Hauptschwingungsrichtungen X der Indikatrices aller verzwillingten Individuen zusammenfallen müssen. Das muss eben so sein, denn in beiden erwähnten Zwillingsgesetzen sind die Normalen auf (110) beziehungsweise auf (130) die Zwillingsachsen; diese Zwillingsachsen stehen aber senkrecht auf die Hauptschwingungsrichtung X der Indikatrix des Cordierits, welche sich mit der c-Achse deckt. Mit der Achse b des Cordierits fällt die Schwingungsrichtung Z und mit der Achse a die Schwingungsrichtung Y zusammen. Die Normalen auf (110) beziehungsweise auf (130) schliessen mit den kristallographischen Achsen b, a und c beziehungsweise mit den (diesen Achsen entsprechenden) Hauptschwingungsrichtungen Z, Y, X die Winkel ein, deren Grösse wir aus den Achsenelementen des Cordierits im voraus berechnen können. Bedienen wir uns zu diesem Zweck des von Miller (Hintze, 1897, S. 918) für den Cordierit bestimmten Achsenverhältnisses

$$a : b : c = 0,58709 : 1 : 0,55835,$$

dan werden wir der Reihe nach folgende Werte erhalten:

$$\perp (110) \dots 59^\circ 35', 30^\circ 25', 90^\circ$$

$$\perp (130) \dots 29^\circ 35', 60^\circ 25', 90^\circ$$

oder abgerundet

$$\perp (110) \dots 59\frac{1}{2}^\circ, 30\frac{1}{2}^\circ, 90^\circ$$

$$\perp (130) \dots 29\frac{1}{2}^\circ, 60\frac{1}{2}^\circ, 90^\circ$$

Diese Winkel können wir aber dem Beobachtungstereogramm jedes Cordieritzwillings entnehmen, wenn wir durch das Halbieren der Winkel, welche von den gleichwertigen Schwingungsrichtungen beider verzwillingten Individuen eingeschlossen sind, die Zwillingsachse konstruieren. Wenn wir nun in den Dünnschliffen wegen ihrer Ähnlichkeit den Cordierit irrtümlicherweise als Plagioklas auffassen, dann werden wir für die Zwillingsachse des irrtümlich angenommenen Feldspatzwillings nach den zuerst angegebenen Winkelkoordinaten mittels des Diagramms von V. Nikitin (1936, Tafel VII) folgende Lösung erhalten:

$$B_{1/2} \ 59\frac{1}{2}^\circ, 30\frac{1}{2}^\circ, 90^\circ \text{ — } \perp (0\bar{2}1), 32\% \text{ An, } 2^\circ \text{ SW}$$

Ähnlich würde aus den Koordinaten für das andere Gesetz des Cordierits, wenn wir ihn irrtümlich als Plagioklas auffassen, folgende Lösung für die Zwillingsachse folgen:

$$B_{1/2} \ 29\frac{1}{2}^\circ, 60\frac{1}{2}^\circ, 90^\circ \text{ — } \perp (021), 34\% \text{ An, } \frac{3}{4}^\circ \text{ NO}$$

Wenn man also den Cordierit beziehungsweise die Cordieritzwillinge irrtümlich als Plagioklase auffasst, dann wird man falsch schliessen müs-



sen, dass die Plagioklaszwillinge nach den Bavenogesetzen  $\perp (021)$  oder  $\perp (0\bar{2}1)$  vorliegen und dass die Plagioklase 32% An beziehungsweise 34% An enthalten.

Aus allem Gesagten können wir folgenden Schluss ziehen: wenn wir durch die theodolitmikroskopische Ausmessung einer grösseren Anzahl der Zwillinge, die wir als Plagioklaszwillinge aufgefasst haben, nach ihrer Lösung mittels des von V. Nikitin konstruierten Diagramms (Nikitin, 1936, Tafel VII) schliessen müssen, dass diese Zwillinge verhältnismässig seltene Bavenozwillinge wären und dass die Zusammensetzung der Plagioklase 32—34% An wäre, dann müssen wir daran denken, dass wir höchstwahrscheinlich keine Plagioklase, sondern den Cordierit vor uns haben.

Auf diese Weise geben uns die theodolitmikroskopischen Untersuchungen eine weitere Möglichkeit für das Unterscheiden der Plagioklase und des Cordierits in Dünnschliffen in die Hand.

#### IV. Regelmässige Verwachsung des Andalusits und des Sillimanits im Biotitcordieritschiefer aus dem Jaska Bach

Ich konnte theodolitmikroskopisch feststellen, dass Andalusit und Sillimanit in den Dünnschliffen manchmal regelmässig mit parallelen gleichnamigen kristallographischen Achsen verwachsen sind. Die Hauptschwingungsrichtungen X, Y und Z der Indikatrix des Andalusits decken sich in solchen Fällen im Beobachtungstereogramm mit den Hauptschwingungsrichtungen Z, Y und X der optischen Indikatrix des Sillimanits.

#### V. Chemische Analyse des Gesteins

Die von mir ausgeführte quantitative chemische Analyse des Gesteins ist an der Seite 156 wiedergegeben.

Die Bestimmung der Dichte des Gesteins nach der Pyknometermethode ergab

$$d = 2,805 \text{ (auf das Wasser von } 4^{\circ} \text{ C korrigiert).}$$

Die chemische Analyse steht im Einklang mit der Mineralzusammensetzung des Gesteins. Der niedrige Gehalt des CaO (1,32 %) weist unbedingt daraufhin, dass Andesin nur in bescheidener Menge im Gestein vorkommen kann. Wäre das ganze Calcium als 40 % An enthaltender Andesin zugegen, dann könnte dieser Plagioklas 15,87 % des Gesteins ausmachen ( $1,32 \text{ CaO} + 9,24 \text{ SiO}_2 + 4,21 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 1,10 \text{ Na}_2\text{O}$ ). Das ist aber nur theoretisches Maximum. Es ist nämlich fraglich, ob eben alle Ca-Atome im Plagioklas enthalten sind; vielleicht ist doch ein kleiner Anteil der Ca-Atome im Cordierit enthalten. Chemische Analysen des Cordierits zeigen nämlich öfters den Gehalt von einigen Zehntel Gewichtsprozent CaO (Thiele, 1940/41, S. 80—82).

Das Magnesium und das zweiwertige Eisen nehmen an der Zusammensetzung der Hauptbestandteile des Gesteins, des Cordierits und des Biotits teil. Dafür wird auch ein grosser Anteil des Aluminiums verbraucht. Das übriggebliebene Aluminium ist im Andalusit und Sillimanit

enthalten. Der hohe  $\text{TiO}_2$ -Gehalt, den die chemische Analyse aufweist, ist zweifelsohne grösstenteils als Ilmenit im Gestein enthalten. Teilweise wird Titan wahrscheinlich auch im Biotit enthalten sein. Biotite in unserem Gestein zeigen eine eigentümliche braunrote Farbe, die für die Biotite solcher kontaktmetamorphen Gesteine charakteristisch ist (Rosenbusch, 1923, S. 606).

#### LITERATURA

Berek, M., 1924, Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden, Berlin.

Burri, C. und Parga-Pondal, I., 1936, Neue Beiträge zur Kenntnis des granatführenden Cordieritandesites vom Hoyazo bei Nijar (Provinz Almería, Spanien). Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen, XVI, 226—262.

Erdmannsdörffer, O. H., 1924, Untersuchungen an mazedonischen Gesteinen. II. Die kristallinen Gesteine des Wardar-Dojrangebotes. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band 50, 289—312.

Eskola, P., 1946, Kristalle und Gesteine, Wien.

Heddle, Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 39, 348. Citirano prema Mügge, O., 1903, p. 399.

Hintze, C., 1897, Handbuch der Mineralogie, Zweiter Band: Silikate und Titanate, Leipzig.

Kišpatić, M., 1889, Kristalinični trup Moslavačke gore. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, knj. 95, Zagreb, 1—27.

Kišpatić, M., 1900, Die krystallinischen Gesteine der Moslavačka Gora in Croatien. Geološki anali Balkanskog Poluostrva, knj. 5., deo 2, Beograd, 1—59.

Koch, F., 1899, Prilog geološkom poznavanju Moslavačke gore. Rad Jugoslavenske akademije, knj. 139, Zagreb, 1—28.

Koch, F., 1906, Geologijska prijedlogna karta kraljevine Hrvatske-Slavonije. Tumač geologijske karte Ivanić Kloštar i Moslavina, Zagreb, 1—22.

Lacroix, A., 1888, Note sur une association de sillimanite et d'andalousite. Bulletin de la Société française de Minéralogie, 11, 150—155.

Lacroix, A., 1889, Andalousite et sillimanite de la vallée de Barousse (Hautes-Pyrénées). Bulletin de la Société française de Minéralogie, 12, 59—60.

Michel-Lévy et Termier, 1889, Note sur un nouvel exemple d'association d'andalousite et de sillimanite à axes parallèles. Bulletin de la Société française de Minéralogie, 12, 56—59.

Mügge, O., 1903, Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Art. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band 16, 335—475.

Nikitin, W., 1936, Die Fedorow-Methode, Berlin.

Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre, Vierte Auflage, Stuttgart.

Rosenbusch, H., 1927, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Band I: Die petrographisch wichtigen Mineralien und die Methoden ihrer Untersuchung. Fünfte, neu bearbeitete Auflage von E. A. Wülfing und O. Mügge. Zweite Hälfte: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Fünfte, erweiterte Auflage von O. Mügge, Stuttgart.

Salomon, W., 1898, Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen. Tschermak's mineralogische und petrographische Mitteilungen, neue Folge, 17, 109—283.

Sauer, 1894, Erläuterungen z. Blatt Gegenbach der geologischen Special-Karte von Baden, p. 12. Citirano prema Mügge, O., 1903, p. 399.

Spangenberg, K. und Neuhaus, A., 1930, Künstlich gefärbte Kristalle als Beispiele sogenannter anomaler Mischkristalle und ihre mineralchemische Bedeutung. *Chemie der Erde*, 5, 437—528.

Thiele, E., 1940/41, Die Beziehung der chemischen Zusammensetzung zu den physikalisch-optischen Eigenschaften in einigen Mineralien des Kontakts. *Chemie der Erde*, 13, 64—91.

Tučan, F., 1953, Nov prinos poznavanju kristalastih stijena Moslavačke gore. 3. Andaluzitskosilimanitski biotitski škrljac. Spomenica Miše Kišpatića povodom stogodišnjice njegova rođenja (Mnemosynon Michaeli Kišpatić ad centesimum eius natalem celebrandum dicatum), Jugoslavenska akademija, Zagreb, 58—65 i 79—81.

Urošević, S., 1900, Venčac, Bukulja, Vagan. *Glas Srpske akademije*, LXI, Beograd, 69—123.

Vernadsky, 1900, *Comp. rend.*, p. 1378. Citirano prema Mügge O., 1903, p. 398.

Vultée, J. von, 1952, Die orientierten Verwachsungen der Mineralien. *Fortschritte der Mineralogie*, Bd. 29 und 30, 297—378.

**Primjedba:** Kad je prednji moj rad već bio u štampi, naišao sam pregledavajući literaturu na još jedno nalazište kordijerita na području Jugoslavije. Radi se o biotitnim rožnacijama (biotit-kornit), koje u planini Boranji (Srbija) u Boranjskoj Reci te sa Čavčića, Triješnice, Dragojeva Dola i Oglavaka spominje S. Urošević na str. 46 i 49 svoga rada: Boranja. *Studija kontaktno-metamorfnih pojava granita*. *Glas srpske akademije* 65 (Beograd 1902) 9—52.

## MIOGYPSINIDAE AUS DEM OLIGOZÄN VON ZAGORJE

(Slovenien, Jugoslawien)

von A. Papp, Wien

### Vorwort

Anlässlich eines Aufenthaltes am Geološki zavod in Ljubljana wurden dem Verfasser von Herrn D. Kuščer reiche Foraminiferenfaunen aus Tonen im Hangenden der Sotzkaschichten vorgelegt. Diese hochmarinen Faunen stammten aus einem Querschlag, der ein etwa 300 m mächtiges Tonpaket im Hangenden der kohleführenden Sotzkaschichten bei Zagorje (Sagor) durchfahren hatte. Bei Station 152 (nach Bezeichnung von D. Kuščer) etwa 50 m über dem Hangendmergel der Sotzkaschichten konnte der Verfasser das Vorkommen von Miogypsinidae feststellen.

In der Erkenntnis der Bedeutung vorliegender Foraminiferenfaunen für die zeitliche Einstufung der fossilführenden Tone und der Sotzkaschichten äußerte der Verfasser die Bitte, die Miogypsinen bearbeiten zu dürfen. Es bot sich hier eine Gelegenheit, die Leistungsfähigkeit einer morphologisch-genetischen Analyse bei einer der bestbekanntesten Familien von Großforaminiferen zu prüfen. Dem Wunsche des Verfassers wurde von Herrn D. Kuščer mit Genehmigung von Herrn Dir. Ing. Jelenc in zuvorkommender Weise entsprochen, wofür der Verfasser zu größtem Dank verpflichtet ist.

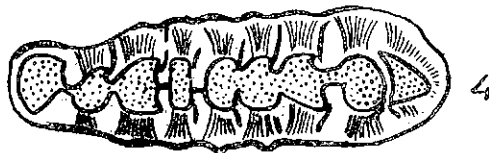
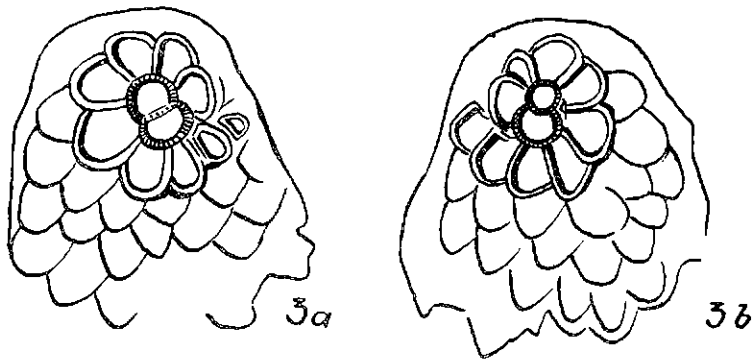
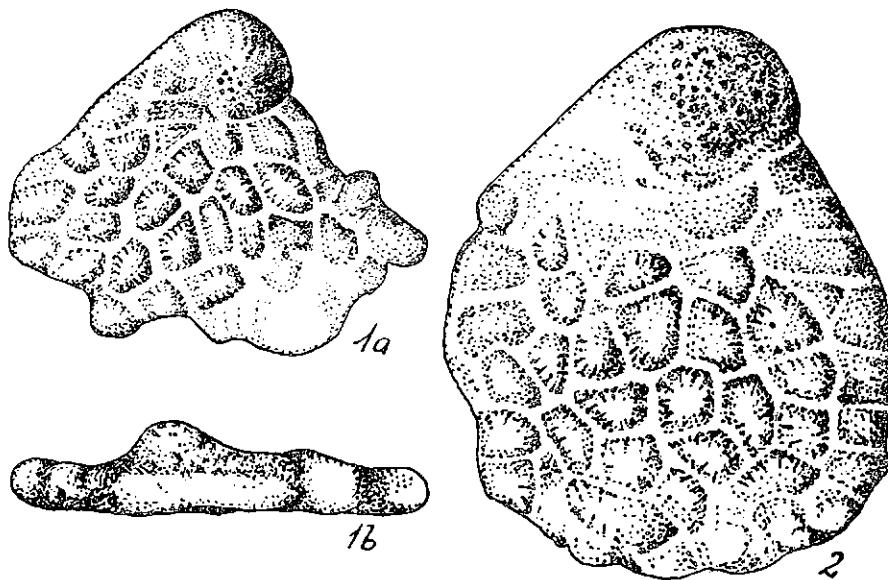
### Vorkommen und Erhaltung

Aus Probe 152 standen dem Verfasser insgesamt 31 Exemplare zur Verfügung. In einer zweiten Probe von Station 144 liegen noch 4 weitere Exemplare vor. Bei diesem an sich geringen Material konnten, da vom Verfasser Wert darauf gelegt wurde, auch nach Möglichkeit die äußere Form zu berücksichtigen, nur verhältnismäßig wenige Schliffe angefertigt werden. Das Material ist stark verkiest. Daher mußte auf spezielle Studien über den Bau der Stolonen verzichtet werden. Anschliffe erwiesen sich in einzelnen Fällen günstiger als Dünnschliffe, wobei der Vorteil bestand, an einem Objekt zwei Schliffebenen auswerten zu können.

Anschließend mögen noch einige Bemerkungen über die Bezeichnungsweise einiger Merkmale folgen. Als Protoconch (P) wird die 1. kreisrunde Embryonalkammer bezeichnet, an die der Deuteroconch (D) als 2. Embryonalkammer anschließt. Durch einen Stolo mit dem Deuteroconch verbunden folgt eine Auxiliarkammer, die sowohl dem Protoconch

TAFEL 1 — 1. TABLA

Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje  
Miogypsinidae iz oligocena v Zagorju



**Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje**  
**Miogypsinidae iz oligocena v Zagorju**

TAFEL 1 — 1. TABLA

- Fig. 1 a, b — *Miogypsina (Miogypsinoides)* sp. Ober und Seitenansicht, mariner Tegel Zagorje, Station 144.
1. a, b, slika — *Miogypsina (Miogypsinoides)* sp. Pogled od zgoraj in od strani. Nahajališče 144 v morski sivici v Zagorju.
- Fig. 2 — Wie vor, größeres Exemplar mit deutlicher Einrollung des älteren Gehäuseteiles.
2. slika — Isto, večji primerek z bolj izrazito spiralo starejšega dela hišice.
- Fig. 3 — Horizontale Anschliffe durch Embryonal- und Spiralkammern eines Exemplares. Fig. 3 b zeigt den tiefer gelegenen Schliff.
3. slika — Vodoravni obrus skozi embrionalne in spiralne kamrice primerka. 3.b slika kaže globlji preseki.
- Fig. 4 — Wie vor, senkrechter Schliff die Mittelkammern Vertikalkanäle und die Faserstruktur der Außenwand zeigend.
4. slika — Vertikalni obrus primerka, na katerem vidimo srednje kamrice, navpične kanale in vlaknato strukturo zunanje stene.

TAFEL 2 — 2. TABLA

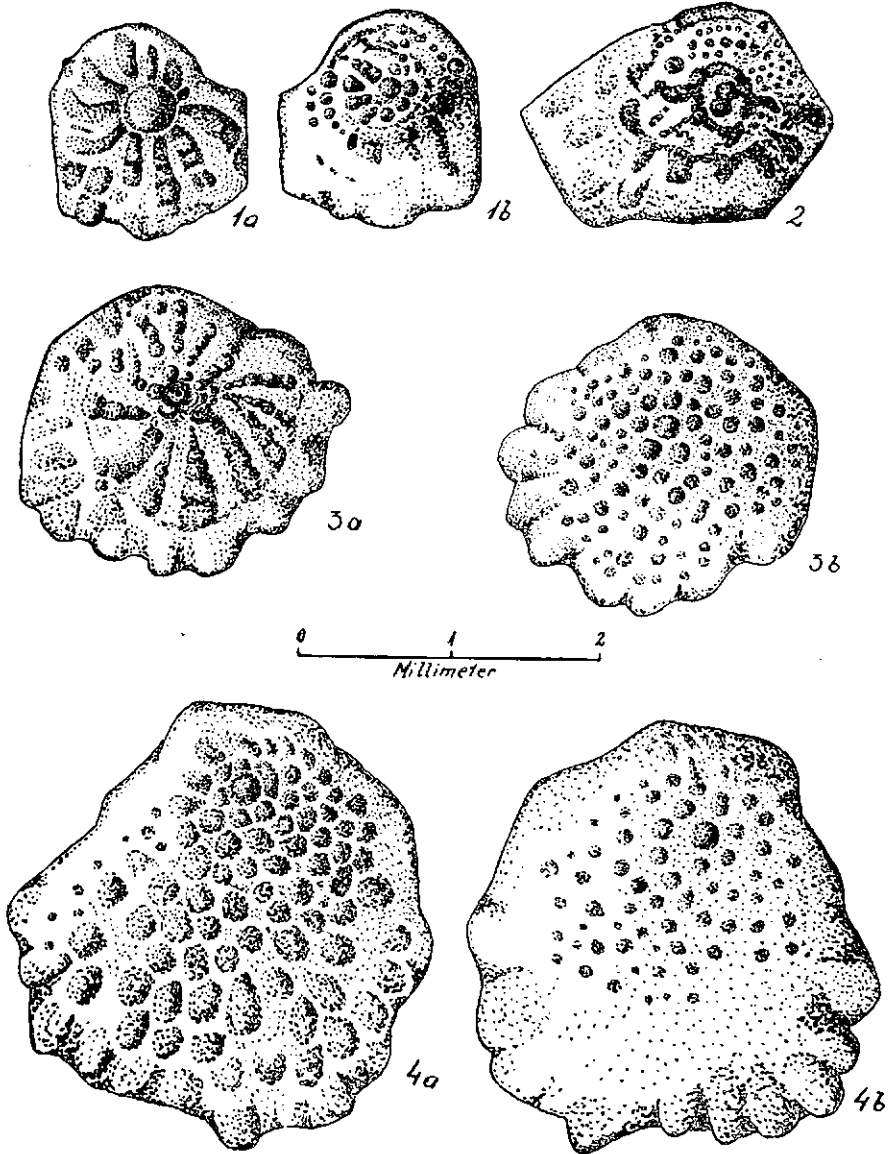
- Fig. 1 a, b — *Miogypsina (Miogypsinoides)* cf. *formosensis* Yabe u. Hanzawa, Ober- und Unterseite, juveniles Exemplar mit rotaloider Gliederung der Oberfläche, mariner Tegel von Zagorje, Station 152.
1. a, b, slika — *Miogypsina (Miogypsinoides)* cf. *formosensis* Yabe in Hanzawa. Zgornja in spodnja stran juvenilnega primerka z rotaloidno členjeno zgornjo površino. Nahajališče 152 v morski sivici v Zagorju.
- Fig. 2 — Wie vor, Oberseite.
2. slika — Isto, zgornja stran.
- Fig. 3 a, b — Wie vor, größeres Exemplar, die rotaloide Gliederung ist nur noch auf der Unterseite zu sehen (Fig. 3 a), die Oberseite (Fig. 3 b) zeigt eine Skulptur kleiner Höcker.
- 3.a, b slika — Isto, večji primerek; rotaloidna členitev je vidna samo še na spodnji strani (3.a slika), zgornja stran (3.b slika) kaže značilno skulpturo rožičkov.
- Fig. 4 a, b — Wie vor, adultes Exemplar mit Körnelung auf Ober- und Unterseite, der rotaloide Anfang ist äußerlich nicht mehr zu erkennen.
- 4.a, b slika — Isto, dorasli primerek z rožički na gornji in spodnji strani; rotaloidni začetek na zunaj ni več viden.

TAFEL 3 — 3. TABLA

- Fig. 1 a—c — *Miogypsina (Miogypsinoides)* cf. *formosensis* Yabe u. Hanzawa, Exemplar mit erhobenem, schwach skulpturisiertem Gehäuse. Fig. 1 a Oberseite, 1 b Unterseite, 1 c Seitenansicht.
- 1.a—c slika — *Miogypsina (Miogypsinoides)* cf. *formosensis* Yabe in Hanzawa. Primerek z vzbóčeno, slabo skulpturirano hišico. 1.a slika zgornja stran, 1.b spodnja stran, 1.c pogled s strani.
- Fig. 2 a, b — Anschliff eines Exemplares in 2 verschiedenen Ebenen, quer zur Längsachse, den Bau der Trochoid-gewundenen Kammer zeigend.
- 2.a, b slika — Obrus primerka v dveh različnih ravninah prečno na vzdolžno os; vidna je zgradba trohoidno zavite hišice.
- Fig. 3 — Exemplar wie Fig. 1, senkrechter Schliff mit Embryonal- und Seitenkammern, Vertikalkanälen und Faserstruktur der Außenwand.
3. slika — Isti primerek kot na 1. sliki; navpični preseki skozi embrionalno kamrico in s stranskimi kamricami, z navpičnimi kanali in vlaknato strukturo zunanje stene.
- Fig. 4—6 — Medianschliffe durch Exemplare entsprechend Taf. 2, Fig. 3 die Embryonal- und Spiralkammern zeigend.
- 4.—6. slika — Mediani preseki skozi primerke, ki ustrezajo 3. sliki na 2. tabeli ter kažejo embrionalno kamrico in spiralne kamrice.

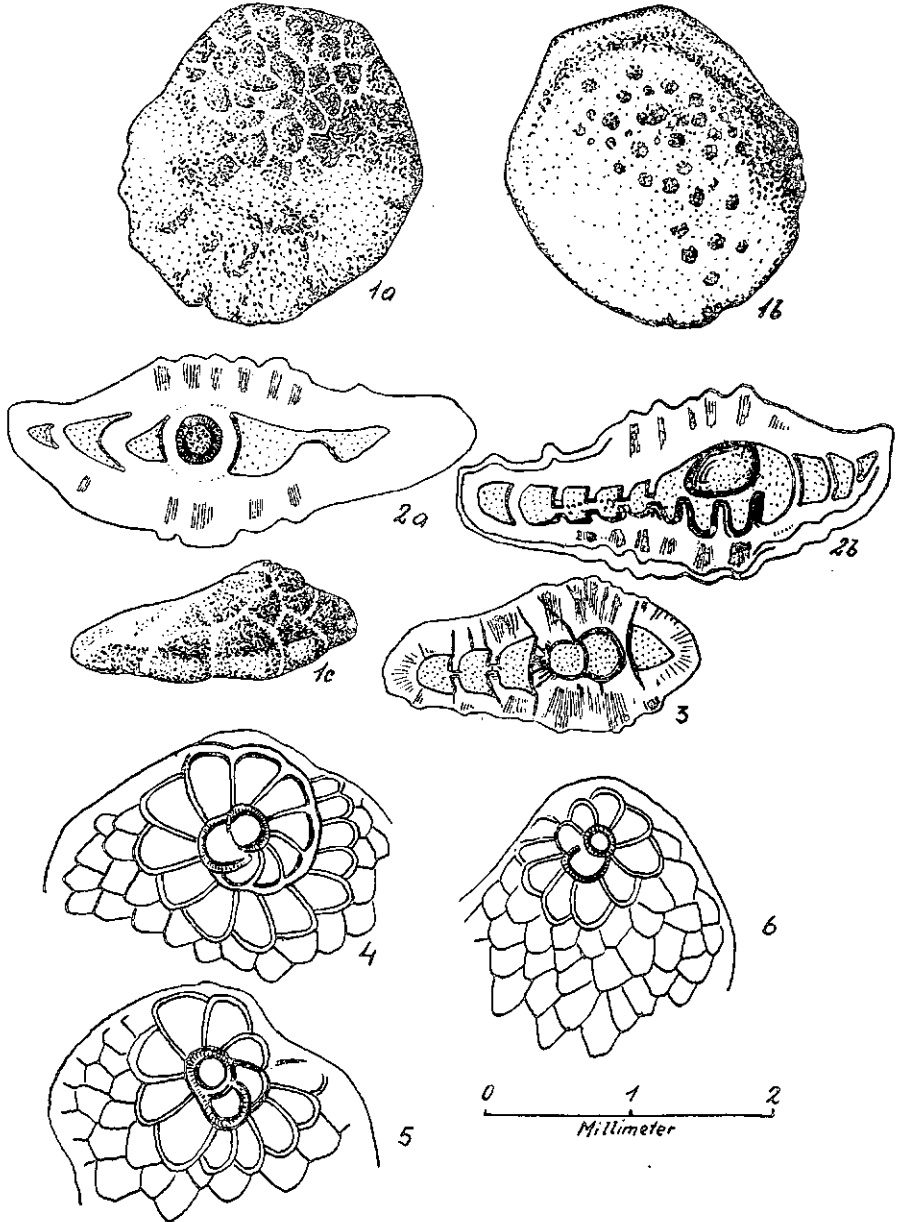
TAFEL 2 — 2. TABLA

Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje  
Miogypsinidae iz oligocena v Zagorju



TAFEL 3 — 3. TABLA

Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje  
Miogypsinidae iz oligocena v Zagorju





wie dem Deuteroconch anliegt. Auf die Auxiliarkammern folgen Spiralkammern und nach ihnen Mediankammern. Die letzte Kammer der Spirale wird Endkammer genannt.

### Beschreibung der Miogypsinen

Wie in den bisherigen Studien des Verfassers an Großforaminiferen, so möge auch bei den Miogypsinen der Gehäuseform und ihrer Skulptur die entsprechende Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. Den von außen sichtbaren Merkmalen sind jene des Innenbaues, an orientierten waagrechten und senkrechten Schliffen beizuordnen. Alle Merkmalsgruppen zusammen ergeben die Grundlage für eine taxonomische und morphologisch-genetische Beurteilung. Die Beschreibung des Materials wird sich deshalb auf folgende Merkmale konzentrieren:

- a) äußere Form,
- b) Ausbildung der Spirale im waagrechten Schriff,
- c) Ausbildung der Mediankammern und der Außenwand im senkrechten Schriff.

#### 1. Material Station 144 (vgl. Taf. 1, Fig. 1—4).

Alle 4 untersuchten Exemplare zeigten einen Umriss, der sich einem Kreissector nähert. Der ältere Gehäuseteil war gegen den jüngeren abgesetzt und ließ die Partie trochoid-spiraler Einrollung erkennen. Die Größe der Gehäuse schwankt zwischen 2,0 und 3,5 mm. Der ältere eingerollte Gehäuseabschnitt hängt von der Größe des Gehäuses ab und sein Durchmesser schwankt zwischen 0,6 und 1,0 mm. Auf ihm sind nur wenige kleine Höcker ausgebildet (siehe Taf. 1, Fig. 1 a und 2). Er ist erhoben und höher als die Zellpartien im jüngeren Gehäuse (siehe Taf. 1, Fig. 1 b).

Im jüngeren Gehäuse sind die einzelnen Zellen durch Furchen voneinander getrennt, die Umrisse der Zellen zeichnen sich auch auf der Oberfläche ab. Die Zellen reihen sich in einer Ebene aneinander, wobei auf der Oberfläche auf den einzelnen Zellen noch deutlich kleine Furchen und Rippen im  $\pm$  regelmäßigen Abständen auftreten. Die Unterseite zeigt die Zellen weniger deutlich gegliedert, ist aber im übrigen der Oberseite ähnlich.

Im waagrechten Schnitt (siehe Taf. 1, Fig. 3 a, b) beobachten wir Protoconch, Deuteroconch und eine Auxiliarkammer, von der eine Spirale mit 8 Zellen ausgeht. Tafel 1, Fig. 3 a zeigt einen Anschliff durch die Mitte des Protoconch, man sieht die Endkammer der Spirale klein, da die Spirale trochoid nach unten gewunden ist. Taf. 1, Fig. 3 b zeigt einen etwas tiefer gelegenen Anschliff des gleichen Stückes, der Protoconch ist kleiner, die Endkammer dagegen größer.

Im senkrechten Schnitt zeigt ein Dünnschliff (Tafel 1, Fig. 4) eine Embryonalkammer, nach der rechten Seite durch eine dünne Wand begrenzt, auf der linken Seite durch einen massiven Gang mit der folgenden Kammer verbunden. Die einzelnen Hohlräume der Zellen sind auskristallisiert, sodaß nicht zu entscheiden ist, was echte Stolonen und resorbierte Wände sind. Es hat den Anschein, als wäre zwischen den

äußeren Kammern jeweils nur ein schmaler Verbindungskanal getroffen. Die Zellen rechts und links neben der Embryonalzelle umfassen diese nur ganz wenig. Aus dem Bereich der Kammerwände gehen sehr feine Vertikalkanäle nach außen. Außerdem entspringt eine gebündelte Faserstruktur auf den Kammerwänden, die sich nach oben verbreitert. Diese Struktur der Wände zeigt also ein sehr primitives Stadium in der Entwicklung der Miogypsinen. Es wurde weder eine tiefe Gliederung der Pfeiler (wie bei *M. complanata* Schlumberger) noch eine Abzeichnung von Parallelschichtung (wie bei *M. deharti* von der Vlerk) noch der Ansatz zur Bildung von Lateralkammern beobachtet.

2. Material Station 152 (siehe Taf. 2, Fig. 1—4, Taf. 3, Fig. 1—5).

Von den 31 zur Untersuchung verfügbaren Exemplaren wurden 5 gerichtete waagrechte Schiffe, 1 senkrechter Dünnschliff und ein Exemplar von 2 Seiten senkrecht angeschliffen. Für die Charakteristik der äußeren Form standen somit 24 Exemplare zur Verfügung. Bei allen Exemplaren war der ältere Gehäuseteil mit den Embryonalkammern extern gelegen. Nur 2 Exemplare waren niedrig und flach, sie erinnerten an jene von Station 144, nur war die Ausbildung der jüngeren Zellen auf der Oberseite undeutlicher.

Die Mehrzahl der Exemplare entspricht jenen von Taf. 2, Fig. 1—4. Der Anfangsteil war bei 8 kleinen Exemplaren von einer Länge zwischen 1,2 und 2 mm auch äußerlich deutlich trochoid-spiral gerollt. Taf. 2, Fig. 1 a zeigt die Gliederung der einzelnen Kammern von der Unterseite, Fig. 1 b von der Oberseite des gleichen Exemplares. Wir beobachten dabei, daß die Oberseite kleine Höcker trägt, während auf der Unterseite nur die Kammern als längliche Wülste hervortreten. Dieses Exemplar ist juvenil und umfaßt nur das von der Spirale eingenommene Gehäuse.

Auf Tafel 2, Fig. 3 a wird ein Gehäuse von der Unterseite gezeigt, das bereits einen Kranz von jüngeren, an die Spirale anschließenden Zellen umfaßt. Hier ist die Gliederung der Spirale noch deutlich zu erkennen, nur sind mehr Höcker entwickelt. Die Oberseite des gleichen Exemplares, Taf. 2, Fig. 3 b zeigt nur mehr Höcker, die Spirale ist nicht mehr zu erkennen. Schließlich sind bei adulten Exemplaren mit einer Länge von  $\pm 3$  mm (Tafel 2, Fig. 4 a, b) die älteren Gehäusepartien ebenso wie die jüngeren von rundlichen bzw. länglichen Höckern bedeckt, der ältere Gehäuseanteil ist höher als der jüngere. Die Kammern sind im jüngeren Gehäuse nicht so deutlich wie bei den Exemplaren aus Station 144. Hierher werden 10 Exemplare zu rechnen sein.

An drei Exemplaren war eine relativ starke Erhebung des jüngeren Gehäuses zu beobachten (siehe Taf. 3, Fig. 1), wobei die Unterseite nahezu eben war (Fig. 1 b) und keine Kammergrenzen zeigte. Bei derartigen Exemplaren ist die Spirale deutlich trochoid aufgerollt, auf ihrer Oberseite sind die einzelnen Kammern im älteren Gehäuseteil noch in ihrer Spiralenanordnung zu sehen.

Im waagrechten Schnitt beobachten wir Protoconch und Deuteroconch mit einer Auxiliarkammer. Die Spirale zeigt eine wechselnde Zahl von

Kammern und zwar einschließlich der Auxiliarkammer bei megalosphärischen Formen.

1. Exemplar (Taf. 3, Fig. 4) mit 18 Kammern
2. Exemplar mit 16 Kammern
3. Exemplar (Taf. 3, Fig. 5) mit 11 Kammern
4. Exemplar (Taf. 3, Fig. 6) mit 11 Kammern.

Daraus ergibt sich ein Durchschnittswert von 14 Kammern.

5. Schliff eines mikrosphärischen Exemplares, das Embryonale ist klein, kugelig, die Spirale enger gedreht, es wurden 25 Spiralzellen gezählt.

Auch bei diesen Exemplaren wurde eine schwach trochoid-spirale Anordnung der Zellen im älteren Gehäuse beobachtet. Die Spirale liegt immer randlich, die jüngeren Zellen gehen nur von den letzten Spiralkammern aus, wodurch die ursprünglich kreisförmige Umrißform. (Taf. 2, Fig. 1 und 3) nach unten verbreitert wird (Taf. 2, Fig. 4).

Im senkrechten Schnitt, Taf. 3, Fig. 3, wurde Protoconch und Deuteroconch in der Längsachse getroffen. Die Wand des Protoconchs ist relativ dick. Die auf das Embryonale folgenden Zellen umfassen es nur wenig. Von den Innenwänden ziehen Vertikalkanäle nach außen. Die Außenwand ist dick, aber nicht gegliedert, nur eine feine Faserstruktur liegt über den Wölbungen der Kammern und führt zu den Höckern (Pfeilern) der Außenseite. Ein Anschliff in der Querachse des Gehäuses (Taf. 3, Fig. 2) zeigt den Protoconch und die mäßig umfassenden beiden Spiralkammern, die Gegenseite des Schliffes liegt weiter in der Gehäusemitte, er zeigt einen Tangentialschnitt durch die Spirale der trochoid gewundenen Kammern. Auch im Anschliff wird die Faserstruktur der Außenwand sichtbar (Taf. 3, Fig. 2 a, b) und ihre Beziehung zu den Höckern der Außenseite.

Im Vergleich zu den Exemplaren aus Station 144 beobachten wir weitgehende Übereinstimmung in allen Merkmalen, als Unterschied kann die stärkere Höcker- bzw. Pfeilerbildung auf der Außenseite und mit Vorbehalt die längere Spirale bei den Exemplaren aus Station 152 angeführt werden. Die Vertikalkanäle mögen hier etwas schwächer sein, als bei Station 144.

### Die systematische Stellung der Miogypsinen von Zagorje

In einer Studie: Outline of the classification of the Miogypsinidae, die dem Verfasser im Manuskript vorlag,\* faßt C. W. Drooger, als eigene Untergattung alle Formen mit einheitlicher Außenschale unter der Bezeichnung *Miogypsinoides* Yabe u. Hanzawa zusammen. Innerhalb dieser Gruppe werden 4 Arten unterschieden:

*Miogypsinina* (*Miogypsinoides*) *bermudezi* Drooger 1951. Diese Art wurde aus dem Mitteloligozän von Kuba beschrieben und stellt einen

\* Herrn Dr. C. W. Drooger möchte der Verfasser auch an dieser Stelle seinen ergebensten Dank für zahlreiche Hinweise und Einsicht in sein Manuskript abstaten.

sehr primitiven Vertreter dar, dessen älterer Gehäuseteil ähnlich wie *Rotalia mexicana* gebaut ist, wobei die embryonalen Kammern von den folgenden weitgehend übergriffen werden. Dieses Merkmal in Verbindung mit der dünnen Gehäusewand unterscheidet sie von den *Miogypsina* aus Zagorje. Die Außenseite ist nahezu eben und zeigt nur die Kammergrenzen. *M. (M.) bermudezi* ist primitiver als unsere Formen. Der Index der spiralen Kammern (Mx) beträgt 13—17.

*Miogypsina (Miogypsinoidea) complanata* Schlumberger 1900. Diese Art wird verschiedentlich zitiert (vgl. Tan Sin Hok 1936, S. 48, 49). Sie wird von Drooger aus dem Raum Mittelamerikas nur aus dem Mitteloligozän angegeben. Die Außenseite zeigt bei Schlumberger 1900, Taf. II, Fig. 13 (Typus nach Tan Sin Hok 1936) gewisse Ähnlichkeiten zu unserem Material von Station 152. Der senkrechte Schliff zeigt aber eine stärkere Pfeilergliederung (noch deutlicher bei Drooger, 1951, Fig. 7). Mx ist nach Drooger bei dieser Art größer als 17.

*Miogypsina (Miogypsinoidea) formosensis* Yabe u. Hanzawa 1928. Diese Art hat eine seitlich gelegene trochoide Spirale und dicke Seitenwände. Mx ist nach Drooger größer als 13 und kleiner als 17.

*Miogypsina (Miogypsinoidea) bantamensis* Tan Sin Hok 1936. Diese Art umfaßt Formtypen deren Mx größer als 10 und kleiner als 13 ist.

Nach der durch Drooger getroffenen Gliederung würde unsere *Miogypsina* aus Zagorje in die Variationsbreite von *M. (M.) formosensis* Yabe und Hanzawa zu reihen sein. Wir beobachten einen Index von Mx bei dem Material von Probe 152 größer als 11 und kleiner als 18. Da jedoch Unterschiede in der Struktur der Außenwand gegenüber der typischen *M. (M.) formosensis* bestehen, wäre die *Miogypsina* aus Zagorje als *Miogypsina (Miogypsinoidea) cf. formosensis* zu bezeichnen, solange über die systematische Bewertung von Wandstrukturen und Merkmalen der Gehäuseformen und Außenseite keine einheitlichen Richtlinien erarbeitet werden. Diese zu fördern ist ein Grund für die Veröffentlichung dieser Studie.

Die 4 Exemplare aus Probe 144 werden vorerst als *Miogypsina (Miogypsinoidea) sp.* bezeichnet.

#### Stratigraphische Bemerkungen

*Miogypsina (Miogypsinoidea) cf. formosensis* Yabe u. Hanzawa stellt innerhalb der *Miogypsinae* zweifellos eine primitive Form dar. Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. C. W. Drooger, von dem in letzter Zeit reiches Material europäischer *Miogypsinae* aus Italien und Südfrankreich bearbeitet wurde, treten Arten der Untergattung *Miogypsinoidea* im Chattian von Süd-West-Frankreich auf, *Miogypsina* (im engeren Sinn) erst im Aquitan. Ähnliches gilt auch für Italien. Demnach würde das Vorkommen von *Miogypsina (Miogypsinoidea) cf. formosensis* Yabe u. Hanzawa für ein prae-aquitantisches Alter der Fundschichten sprechen.

Die Miogypsinen stammen, wie eingangs erwähnt, aus einem marinen Tegel im Hangenden der kohleführenden limnischen Ablagerungen, die auch den Namen Sotzkaschichten führen. Schon bei flüchtiger Durchsicht eines umfangreichen Probenmaterials, das von Herrn Dozent Kuščer aufgesammelt wurde, fiel dem Verfasser das Vorherrschen zahlreicher alttertiärer Faunenelemente auf. Besonders augenfällig war das Vorkommen von:

*Clavulina szabói* Hantken  
*Clavulina cylindrica* Hantken  
*Cyclamina acutidorsatum* Hantken  
*Nodosaria spinicosta* d' Orbigny

und Arten, die Hofker als

*Cristellaria arcuata* Phil.  
*Cristellaria fragaria* Gümbel  
*Robulus limbosus* Reuss.

beschreibt und abbildet.

Ferner Vertreter der Gattung *Uvigerina*, *Globigerina*, *Cibicides*, *Dentalina*, *Nodosaria* u. a. m. die große Übereinstimmung mit Vorkommen in Ungarn (Klein Zell bei Budapest) haben. Eine eingehende Bearbeitung dieser äußerst reichen Faunen wäre ein dankbares und erfolgversprechendes Thema, da diese Faunen nicht nur in Zagorje, sondern an zahlreichen anderen Lokalitäten (z. B. Medvode bei Ljubljana) vorkommen.

Foraminiferenfaunen mit *Clavulina szabói* bestätigen auf alle Fälle ein oligozänes Alter der Fundschichten. Sie gelten darüber hinaus in Mitteleuropa als eine charakteristische Fauna des mittleren, beziehungsweise älteren Oligozäns.

Aus der hier getroffenen Feststellung ergaben sich eine Reihe von paläontologischen und geologischen Problemstellungen. Bisher wurden die marinen Tegel als unteres Miozän angesprochen, die Sotzkaschichten im Liegenden als Oberoligozän bzw. Chattien. Mit der neuen Altersbestimmung der marinen Tegel können die kohleführenden Schichten älteren (prä-chattischen) Datums sein. Es sei hier nur noch erwähnt, daß im ganzen Bereich von der Fruška Gora, in Kroatien und Slavonien bis nach Westbosnien immer wieder von oligo-miozänen Süßwasserschichten berichtet wird. Es stellt sich nun die Frage, nachdem für die Sotzkaschichten eine Auflagerung durch Oligozän erwiesen erscheint, welche von »oligo-miozänen« Schichten oligozänes Alter haben und welche in das Miozän zu rechnen sind, um mit den Eisbäswalder Schichten der Steiermark verglichen zu werden. Eine Klärung dieses Fragenkreises würde wesentlich zur Aufhellung tektonischer Fragen, die auch für praktische Belange Bedeutung haben, beitragen können.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## SCHRIFTTUM

Brönnimann, P., 1940, Über die tertiären Orbitoididen und die Miogypsiniden von Nordwest-Marokko. — Schweiz. Pal. Abh. Basel.

Drooger, C. W., 1952, Study of American Miogypsinidae. Proefschrift, Zeist, Nederland.

Drooger, C. W., 1951, Notes on some representatives of Miogypsinella. Koninklijke Nederl. Akad. Wetensch. 54. Amsterdam.

Hanzawa, S., 1940, Micropaleontological studies of drill cores from a deep well in Kita-Dalto-Zima (north Borodino Island).

Renz, O. und Küpper, H., 1946, Über morphogenetische Untersuchungen an Großforaminiferen. Ber. schweiz. paläont. Ges. in Eclog. geol. Helvetiae, 39, Nr. 2. Basel.

Schlumberger, C., 1900, Note sur le genre Miogypsina. Bull. Soc. Géol. France (3), 28. Paris

Tan Sin Hok, 1936, Zur Kenntnis der Miogypsiniden (mit 1. und 2. Fortsetzung). De Ingenieur in Nederlandsch-Indie, 3. Batavia.

Hier nicht angegebene Schriften sind in dem Catalogue of Foraminifera, herausgegeben vom American Museum of Natural History, bearbeitet von Br. F. Ellis und A. F. Messina, zu ersehen.

## MIOGYPSINIDAE IZ OLIGOCENA V ZAGORJÛ

### Uvod

Ko je avtor obiskal Geološki zavod v Ljubljani, mu je docent D. Kuščer pokazal bogato favno foraminifer, ki jo je našel v glinasti krovniini soteških plasti. Ta bogata morska favna izvira iz prečnika, ki je potekal skozi 300 m debele sklade glin v krovniini premogonosnih soteških plasti v Zagorju. Na mestu, ki ga je D. Kuščer označil s 152, okrog 50 m nad krovnim laporjem soteških skladov, je avtor določil Miogypsinidae.

Zaradi pomena, ki ga imajo te foraminifere za stratigrafsko horizontiranje glin, v katerih so bile najdene, in soteških skladov, je avtor izrazil željo, da bi jih smel obdelati. Tu se mu je nudila priložnost, da preišče, kaj nam more dati morfološko genetična analiza pri eni izmed najbolj poznanih družin velikih foraminifer. Docent D. Kuščer je z odobritvijo direktorja ing. D. Jelenc ustregel njegovi želji, za kar se jima najlepše zahvaljuje.

V vzorcu iz nahajališča 152 je dobil avtor skupno 31 primerkov, v drugem vzorcu iz nahajališča 144 pa še nadaljnje 4 primerke. Ker je imel za važno, da po možnosti upošteva tudi zunanjo obliko, je mogel iz tega sicer skromnega materiala izdelati razmeroma malo preparatov. Material je močno silificiran. Zaradi tega je moral opustiti podrobno preučevanje zgradbe stolonov. Pokazalo se je, da so obrusi v posameznih primerih ugodnejši za opazovanje kot zbruski; pri tem je obstajala še ta prednost, da je bilo možno na istem objektu opazovati dve obrušeni ploskvi.

Naj dodamo še nekaj pripomb glede označevanja posameznih značilnosti. Kot protokonh (P) označujemo prvo okroglo embrionalno kamrico,

na katero se priključi deuterokonh (D) kot druga embrionalna kamrica. Sledi auksiliarna kamrica, ki je s stolonom zvezana z deuterokonhom in se naslanja na protokonh kakor tudi na deuterokonh. Auksiliarnim kamricam slede spiralne in nato mediane kamrice. Zadnja kamrica spirale se imenuje končna kamrica.

### Opis miogipsin

Kakor v svojih dosedanjih študijah o velikih foraminiferah, avtor tudi pri miogipsinah opozarja na obliko hišice in njeno skulpturo. Poleg znakov, ki so vidni na zunaj, moramo upoštevati notranje značilnosti orientiranih vodoravnih in navpičnih presekov. Vsi znaki skupaj dajo podlago za taksonomično in morfološko genetično opredelitev. Opis materiala bo zaradi tega vseboval naslednje značilnosti:

- a) zunanja oblika,
- b) oblika spirale v vodoravnem preseku,
- c) oblika medianih kamric in zunanje stene v navpičnem preseku.

1. Material iz nahajališča 144 (primerjaj 1. tablo, 1.—4. sliko).

Vsi 4 preiskani primerki kažejo obris, ki se približuje izseku kroga. Starejši del hišice je oddeljen od mlajšega, pri njem opazujemo trohoidno spiralni del zavojev. Velikost hišice se spreminja od 2 do 3,5 mm. Starejši spiralni del hišice je odvisen od velikosti hišice, njegov premer niha med 0,6 in 1 mm. Na njem opazujemo le nekaj majhnih rožičkov (glej 1. tablo, 1. a in 2. sliko). Je vzbočen in višji kakor mlajši deli hišice (glej 1. tablo, 1. b sliko).

V mlajši hišici so posamezne kamrice ločene z brazdami, obrisi kamric se izražajo tudi na površini. Kamrice se vrstijo druga za drugo v eni ravnini; pri tem na površini na posameznih kamricah jasno opazujemo majhne brazde in rebra v  $\pm$  enakomernih razdaljah. Spodnja stran kaže manj jasno razčlenjene kamrice, v ostalem pa je podobna zgornji strani.

V vodoravnem preseku (glej 1. tablo, 3 a, b sliko) opazujemo protokonh, deuterokonh in eno auksiliarno kamrico, od katere izhaja spirala z 8 kamricami. 1. tabla, 3. a slika kaže presek skozi sredino protokona, končna kamrica spirale je na videz majhna, ker je spirala trohoidno zavita navzdol. 1. tabla, 3. b slika kaže nekoliko globlji presek istega primerka, protokonh je manjši, končna kamrica je nasprotno večja.

V navpičnem preseku kaže zbrusek (1. tabla, 4. slika) embrionalno kamrico, ki je na desni strani omejena s tanko steno, na levi pa z masivno žilo zvezana z naslednjo kamrico. Posamezne votline kamric so zapolnjene, tako da ni možno razlikovati, kaj so pravi stoloni in kaj resorbirane stene. Zdi se, da je bil med zunanjimi kamricami vsakokrat presekani le ozek zvezni kanal. Leva in desna sosednja kamrica le nekoliko obdajata embrionalno kamrico. Z območja kamričnih sten potekajo navzven zelo ozki navpični kanali. Razen tega izhaja od sten kamric povezana vlaknata struktura, ki se navzgor razširi. Ta struktura sten kaže torej zelo primitivno stopnjo v razvoju miogipsin. Ne opazujemo globlje stebričaste členitve (kot pri *M. complanata* Schlumberger), niti znakov paralelne plastovitosti (kot pri *M. deharti* Vlerk), niti nastavkov za lateralne kamrice.

2. Material iz nahajališča 152 (glej 2. tablo, 1.—4. sliko in 3. tablo, 1.—5. sliko).

Od 31 primerkov, ki jih je imel avtor na razpolago za preiskavo, je bilo izdelanih 5 orientiranih vodoravnih obrusov, 1 navpični zbrusek in 1 primerek z dveh strani navpično obrušen. Za opazovanje značilnosti zunanjih oblik je imel avtor tako na razpolago 24 primerkov. Pri vseh primerkih je bil starejši del hišice z embrionalnim prekatom obrnjen eksterno. Samo 2 primerka sta bila nizka in ploska, spominjala sta na oblike iz nahajališča 144, le da so bile mlajše kamrice na zgornji strani manj jasno izoblikovane.

Večina primerkov ustreza oblikam na 2. tabli, 1.—4. sliki. Začetni del je bil pri 8 majhnih primerkih, dolgih 1,2 do 2 mm, tudi na zunaj jasno trohoidno spiralno zaviti. 2. tabla 1. a slika kaže razvrstitev posameznih kamric na spodnji, 1. b slika pa na zgornji strani istega primerka. Pri tem opazujemo na zgornji strani majhne rožičke, dočim na spodnji strani izstopajo kamrice kot podolgovate vzbokline. To je juvenilni primerek, ki obsega samo spiralni del hišice. Na 2. tabli kaže 3. a slika spodnjo stran hišice, ki že obsega tudi krog mlajših kamric, priključenih na spiralo. Tu še dosti jasno spoznamo spiralno obliko, razvitih pa je več rožičkov. Zgornja stran istega primerka kaže na 2. tabli, 3. b sliki samo več rožičkov, spirale ne opazimo več. Končno so pri doraslih primerkih dolžine  $\pm 3$  mm (2. tabla, 4. a, b slika) starejši kakor tudi mlajši deli hišice pokriti z okroglastimi odnosno podolgovatimi rožički; starejši del hišice je višji kakor mlajši. Kamrice v mlajši hišici niso tako izrazite kakor pri primerkih iz nahajališča 144. Sem prištevamo 10 primerkov.

Pri treh primerkih opazujemo, da je mlajši del hišice relativno močno dvignjen (glej 3. tablo, 1. sliko), pri tem je spodnja stran skoraj ravna (1. b slika) in ne kaže nobenih meja kamric. Pri takih primerkih je spirala izrazito trohoidno zavita; na zgornji strani vidimo posamezne kamrice v starejšem delu hišice še v spiralni razvrstitvi.

V vodoravnem preseku opazujemo protokonh in deuteroakonh z eno auksiliarno kamrico. Spirala kaže različno število kamric, in sicer vključno auksiliarno kamrico pri megalosferičnih oblikah.

1. primerek (3. tabla, 4. slika) z 18 kamricami
2. primerek s 16 kamricami
3. primerek (3. tabla, 5. slika) z 11 kamricami
4. primerek (4. tabla, 6. slika) z 11 kamricami

Povprečno imamo torej 14 kamric.

5. Presek mikrosferičnega primerka; embrionalna kamrica je majhna, kroglasta, spirala je ozko zvita, šteje 25 spiralnih kamric.

Tudi pri teh primerkih opazujemo slabo trohoidno spiralno razporeditev kamric v starejši hišici. Spirala leži vedno obrobno, mlajše kamrice izhajajo samo iz zadnje spiralne kamrice, zaradi česar se prvotno okrogla oblika (2. tabla, 1. in 3. slika) razširi navzdol (2. tabla, 4. slika).

V navpičnem preseku (3. tabla, 3. slika) sta protokonh in deuteroakonh zadeta po vzdolžni osi. Stena protokonha je relativno debela. Kamrice, ki slede embrionalni kamrici, jo obdajajo le malo. Od notranjih sten



potekajo navpični kanali navzven. Zunanja stena je debela, toda ni razčlenjena, nad vzbočenimi kamricami vidimo le tanko vlaknato strukturo, ki vodi do rožičkov (stebričkov) zunanje strani. Obrus po prečni osi hišice (3. tabla, 2. slika) kaže protokoh, ki ga primerno obdajata obe spiralni kamrici; nasprotna stran obrusa leži dalje proti sredini hišice in kaže tangencialni presek skozi spiralo trohoidno zavrtih kamric. Tudi na obrusu je vidna vlaknata struktura zunanje stene (3. tabla, 2. a, b slika) in njen odnos do rožičkov zunanje stene.

Če primerjamo te oblike s primerki iz nahajališča 144, opazimo dalekosežno skladnost v vseh značilnostih. Kot razliko moremo navesti, da so pri primerkih iz nahajališča 152 močnejše razviti rožički odnosno stebrički na zunanji strani in s pridržkom, da imajo daljše spirale. Navpični kanali so tu nekoliko manj izraziti kot pri primerkih iz nahajališča 144.

### Sistematska pripadnost miogipsin iz Zagorja

V razpravi: Outline of the classification of the Miogypsinidae, ki jo je dobil avtor na razpolago, združuje C. W. D r o o g e r v poseben podrod *Miogypsinoides* Yabe in Hanzawa vse oblike z enotno zunanjo lupino. V tej skupini razlikujemo 4 vrste:

*Miogypsina (Miogypsinoides) bermudezi* Drooger 1951.

Ta vrsta je bila opisana v srednjem oligocenu na Kubi in predstavlja zelo primitivnega zastopnika. Starejši del hišice je podobno zgrajen kot pri vrsti *Rotalia mexicana*, pri čemer so embrionalne kamrice v precejšnjem obsegu obdane od naslednjih kamric. Na podlagi te značilnosti in tanke stene hišice se ta vrsta razlikuje od miogipsin iz Zagorja. Zunanja stran je skoraj ravna in kaže samo meje kamric. *M. (M.) bermudezi* je primitivnejša kakor naše oblike. Indeks spiralnih kamric (Mx) znaša 13 do 17.

*Miogypsina (Miogypsinoides) complanata* Schlumberger 1900.

To vrsto različno citirajo (primerjaj Tan Sin Hok 1936, str. 48, 49). D r o o g e r jo navaja z območja Srednje Amerike samo iz srednjega oligocena. Zunanja stran kaže pri Schlumbergerju 1900, tabla II, slika 13 (tip po Tan Sin Hok 1936) določene podobnosti z našim materialom iz nahajališča 152. Navpični presek pa kaže močnejšo razčlenitev stebričkov (še bolj izrazito pri D r o o g e r, 1951, slika 7). Mx je po D r o o g e r ju pri tej vrsti večji od 17.

*Miogypsina (Miogypsinoides) formosensis* Yabe in Hanzawa 1928.

Ta vrsta ima ob strani položeno trohoidno spiralo in debele stranske stene. Mx je po D r o o g e r ju večji od 13 in manjši od 17.

*Miogypsina (Miogypsinoides) bantamensis* Tan Sin Hok 1936.

Ta vrsta obsega oblike, pri katerih je Mx večji od 10 in manjši od 13.

Po D r o o g e r je vi razvrstitvi bi mogli našo miogipsino iz Zagorja uvrstiti v skupino *M. (M.) formosensis* Yabe in Hanzawa. Pri primerkih iz nahajališča 152 opazujemo indeks Mx večji od 11 in manjši od 18. Ker pa obstajajo razlike v strukturi zunanje stene napram tipični *M. (M.) formosensis*, bi mogli miogipsino iz Zagorja označiti *Miogypsina (Miogypsinoides) cf. formosensis*, dokler ne bomo dobili enotnih pravil glede

pomena zgradbe sten, značilnosti oblike hišice in zunanje strani za sistematiko. Namen te razprave je, da bi to pospešila.

4 primerke iz nahajališča 144 zaenkrat označimo kot *Miogypsina* (*Miogypsinoides*) sp.

### Stratigrafske pripombe

*Miogypsina* (*Miogypsinoides*) cf. *formosensis* Yabe in Hanzawa predstavlja med miogipsinami brez dvoma primitivno obliko. Po pismenem sporočilu g. dr. C. W. D r o o g e r j a , ki je v zadnjem času preiskal bogat material evropskih miogipsin iz Italije in južne Francije, nastopajo vrste podroda *Miogypsinoides* v katu jugozahodne Francije, *Miogypsina* (v ožjem smislu) šele v akvitanu. Podobno velja tudi za Italijo. Glede na to bi *Miogypsina* (*Miogypsinoides*) cf. *formosensis* Yabe in Hanzawa govorila za predakvitanško starost skladov.

Miogipsine izvirajo, kakor že v uvodu omenjeno, iz morske sivice v krovniini premogonosnih limničnih sedimentov, ki jih imenujemo tudi soteške plasti. Že pri bežnem pregledu materiala številnih vzorcev, ki jih je zbral docent D. K u š č e r , je vzbudilo avtorjevo pozornost dejstvo, da prevladuje mnogoštevilna staroterciarna favna. Posebno značilna je bila prisotnost:

*Clavulina szabói* Hantken  
*Clavulina cylindrica* Hantken  
*Cyclamina acutidorsatum* Hantken  
*Nodosaria spinicosta* d'Orbigny  
*Cristellaria arcuata* Phil.  
*Cristellaria fragaria* Gümbel  
*Robulus limbosus* Reuss.

Dalje so bili zastopani rodovi *Uvigerina*, *Globigerina*, *Cibicides*, *Dentalina*, *Nodosaria* in dr., ki se zelo ujemajo z najdbami na Ogrskem (Kis Cell pri Budimpešti). Ta favna ne nastopa le v Zagorju, temveč tudi na mnogih drugih mestih, n. pr. v Medvodah pri Ljubljani. Zato bi bila temeljita obdelava te izredno bogate favne hvaležno in mnogo obetajoče delo.

Foraminiferna favna s *Clavulino szabói* vsekakor potrjuje oligocensko starost skladov in velja v srednji Evropi kot značilna favna za srednji ali pa starejši oligocen.

Iz te ugotovitve izvira vrsta paleontoloških in geoloških problemov. Do sedaj so prištevali morsko sivico v spodnji miocen, soteške sklade v njeni talnini pa v zgornji oligocen oziroma kat. Na podlagi nove stratigrafske uvrstitve morske sivice so tudi premogonosne plasti starejše (prekatske). Tukaj naj še omenimo, da z vsega ozemlja od Fruške gore, Hrvaške in Slovenije do zahodne Bosne vedno znova poročajo o sladkovodnih oligo-miocenskih plasteh. Ker leži nad soteškimi skladi še oligocen, nastane vprašanje, katere od teh oligo-miocenskih plasti so oligocenske in katere moremo uvrstiti v miocen ter jih primerjati z ivniškimi skladi. Rešitev teh vprašanj bi bistveno pripomogla k razjasnitvi tektonskih problemov, ki imajo tudi važen praktičen pomen.

## KREMENOV PORFIRIT V OŽJI OKOLICI RUDNIKA SV. ANA NAD TRŽIČEM

*Boris Berce*

V območju rudišča živega srebra Sv. Ana nad Tržičem so dokaj pogostni izdanki magmatskih kamenin, ki so na manuskriptni geološki karti Radovljica označene kot diabazov porfirit. Do danes te magmatske kamenine niso bile podrobno obdelane. Nastopajo v obliki vijoličasto-rdečih, rdečih, temno- in svetlosivih do zelenkastosivih različkov. Mikroskopsko ločimo dva različka, prvega z vtrošniki glinencev in drugega kompaktnega, v katerem opazamo samo kremen. Golice so v glavnem vezane na prelome. Največje površine zavzemajo v Tominčevem grabnu ter na južnem in vzhodnem pobočju Drmalke. Severno od Srednjega vrha imamo tri izdanke približno v smeri W-O. Tudi severno od Potočnikovega grabna kažejo na zvezo s tektoniko; nahajamo jih v močno porušeni werfenskih kameninah.

Samo v severnem delu Drmalke opazamo tudi kontaktni vpliv na skrilave werfenske kamenine. Ob kontaktu skrilavcev z magmatsko kamenino nastopajo zeleni in rožnati skrilavci z vložki temnega rogovca. Mikroskopski preparati kažejo, da sestavljajo osnovo skrilavcev kremena zrna, ki so sekundarno obarvana z limonitom. Poleg redkih porfiroblastov glinencev nastopa v ksenoblastičnih oblikah tudi kremen. Kolikor bolj se približujemo magmatski kamenini, postajajo porfiroblasti večji in raste tudi količina glinencev. Podrejeno zasledimo v tem kontaktnem pasu drobne sericitne luske (Pr. 1887/4, 1895/4, 1892/5, 1891/8.) Metamorfizirani pas vsebuje tudi ostanke barvnih mineralov, ki jih pa ni možno določiti, ker so povečini pretvorjeni v limonit. Mestoma preprezajo opisani pas tanke kremeneve in karbonatne žilice.

### Mikroskopske preiskave

Primerki z južnega vznožja Drmalke in iz Tominčevega grabna: 1881-82-96/1, 1947/10, 1884/11, 1888/12, 1894/13, predstavljajo prodornino s kristalizirano osnovo in z relativno velikimi vtrošniki. Osnova je drobnozrnata, opazujemo pa tudi posamezna večja zrna. Redkeje zasledimo tudi zrna pirita. Kamenina je relativno porozna in pogostoma so posamezni mandlji zapolnjeni s karbonatom. Nekatere mandlje zapolnjujejo agregati kremenovih zrn približno enakih velikosti, ki pripadajo, kot je videti, posebni pozni ali morda celo naknadni fazi izločanja kremena. Meje med osnovo in takšnimi agregati so ostre. Podrejeno nastopa kalcedon.

Vtrošniki so alotriomorfni in samo izjemoma idiomorfni. Vsi vtrošniki pripadajo plagioklazom. Njihove velikosti so razmeroma enakomerne. Nekatera zrna so dokaj sveža. Pretežni del zrn pa je precej razpadel v karbonat in glinasto snov. Nekateri vtrošniki so zdrobljeni, zato jih je bilo težko optično preiskovati.

V preparatu 1888/12 smo opazili nekaj zrn barvnih mineralov, popolnoma razpadlih v amorfnost, ki je še zadržala kristalno obliko in sledove razkolnosti. Majhni delci, ki še niso razpadli, imajo interferenčne barve na prehodu I. in II. reda. Pri zelo veliki povečavi opazamo malenkosten pleohroizem. V kosu 1947/10 so ohranjeni 3 delci femičnega minerala z izrazitim pleohroizmom in majhnim kotom potemnitve. Delci pripadajo verjetno rogovači.

Zanimivo sliko kaže zbrusek 1947/10. V drobno kristalizirani osnovi leže obla kremenova zrna. Pretežno so okrogla, ostala pa eliptična. Nekatera potemnjujejo enakomerno, druga pa valovito. Nekatera vsebujejo prsteno jedro. Mandlji so s kremenom zapolnjeni mehurčki. Ker je dotok kremenja ponehal, še preden so se vse votlinice zapolnile, imamo dva načina zapolnitve. V prvem primeru je kremen izpolnil celotni mandelj, v drugem pa samo delno. V zadnjem primeru je v nezapolnjeni del infiltrirala prstena snov ali pa je ostal prazen. Kremen, ki nastopa kot polnilo votlinic, je pretrpel tektonske porušitve. Na to jasno kažejo valovite potemnitve in zdrobljenost. Odlaganje kremenja ob stenah votlinic je bilo ritmično, kar vidimo po vključkih, ki so razporejeni v kremenju v obliki mandlja (krožno).

#### Zbrusek 1881/1

K = S	⊥ (010)	3°, 87°, 90°	— 1,5° S —	18 % an
K	= ⊥ (001)	89°, 8,5°, 84°	— točno	18 % an

#### Zbrusek 1947/10

##### 1. zrno:

B <sub>1/2</sub>	⊥ (010)	19,5°, 71°, 88°	— 1° SW	— 38 % an	2 V = 90°
					2 V = — 88°

##### 2. zrno:

B <sub>1/2</sub>	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	72,5°, 18,5°, 85°	— 1° SO	— 36 % an	2 V = + 86°
ali	[001]		točno	0 % an	
L = S = D <sub>1/2</sub>	⊥ (010)	20°, 70°, 87°	— 1° SW	— 39 % an	2 V = + 84°
ali			1,5° SO	— 0 % an	

##### 3. zrno:

B <sub>1/2</sub>	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	75,5°, 14°, 88°	— 1,5° SO	— 33 % an	2 V = — 78°
L = S = D <sub>1/2</sub>	⊥ (010)	15°, 76°, 86°	— 1° N	— 35 % an	2 V = — 86°

4. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	74°, 16°, 85°	— točno	— 35 % an	2 V = — 84°
$L = S = D_{1/2}$	$\perp (010)$	17°, 75°, 84°	— 3° NO	— 37 % an	2 V = — 86°

5. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	74,5°, 15,5°, 87°	— 1° SO	— 35 % an	2 V = — 76°
$S = L = D_{1/2}$	$\perp (010)$	17,5°, 75°, 83°	— 4° NO	— 37 % an	2 V = — 82°
$S = K_{1/2}$	$\perp (001)$	17°, 18°, 83°	— 4° NW	— 35 % an	

6. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	79,5°, 10,5°, 88°	— 1° NW	— 31,5 % an	2 V = — 89°
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	11,5°, 80°, 85,5°	— 2,5° N	— 32 % an	2 V = — 88°
Srednje 35 % an					

**Zbrusek 1885/11**

1. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	88°, 19°, 71,5°	— točno	— 20 % an	
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	4°, 87°, 88°	— 1,5° N	— 22 % an	
			ali 1° N	— 18 % an	
$S_1$	$\perp (001)$	82°, 12°, 82°	— 3° N	— 23 % an	
$K_2$	$\perp (021)$	53°, 38°, 82°	— 1,5° NO	— 13 % an	
ali	$\perp (021)$		5° NW	— 23 % an	

2. zrno:

$S = K$	$\perp (001)$	74°, 20°, 80°	— 5° NW	— 38 % an	
---------	---------------	---------------	---------	-----------	--

3. zrno:

$K = S$	$\perp (001)$	84°, 10°, 83°	— 1° NO	— 23 % an	
Ad zrno 1 vrednost 23 % Srednje 22 % an.					

**Zbrusek 1888/12**

1. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	71,5°, 17,5°, 85,5°	— 3° S	— 0 % an	
ali	$\frac{\perp [100]}{(010)}$		3° SO	— 38 % an	
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	18°, 73°, 90°	— 1° S	— 0 % an	
			2° S	— 38 % an	

## 2. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	75,5°, 14,5°, 84,5°	— 2° SW	— 4% an	$2V = -84°$
ali	$\frac{\perp [100]}{(010)}$		2° NW	— 35% an	
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	17,5°, 73,5°, 86°	— 3° N	— 2% an	
			1° N	— 37% an	

## 3. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	75,5°, 32°, 62°	— 2° SO	— 35% an	$2V = -88°$
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	17°, 74°, 85°	— 2° N	— 36% an	

## 4. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	73°, 17°, 84,5°	— točno	— 35% an	$2V = -88°$
	[001]		ali točno	— 1% an	
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	17,5°, 73°, 88°	— točno	— 37% an	$2V = -89°$
				1% an	

## 5. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	71,5°, 19°, 87,5°	— 2° SO	— 37% an	$2V = -86°$
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	19,5°, 71°, 84°	— 2° N	— 38% an	$2V = -84°$

## 6. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	89°, 18°, 72°	— 0,5° NO	— 20% an	$2V = -80°$
					$2V = -84°$

## 7. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	77,5°, 44°, 48°	— 2° O	— 52% an	
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	26°, 58°, 81°	— točno	— 49% an	
			Srednje 36,9% an		

**Zbrusek 1894/13**

## 1. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp (001)$	81°, 14°, 79°	— 5° NO	— 22% an	$2V = -82°$
			ali 4,5° SW	— 14% an	

## 2. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp (001)$	54°, 38,5°, 81°	— 7° SO	— 46% an	$2V = +74°$
$K_1$	$\perp (\bar{1}01)$	66°, 76°, 28°	— 5° O	— 47% an	
$K_2$	$\perp (\bar{1}10)$	67°, 44°, 55°	— 5,5° OS	— 45% an	

3. zrno:

K <sub>1</sub>	⊥ $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	57°, 50°, 56°	— 1° N	— 14 % an
K <sub>2</sub>	⊥ (110)	67°, 73°, 29°	— 5° O	— 8 % an
K <sub>3</sub>	⊥ $(\bar{1}\bar{1}0)$	58°, 84°, 33°	— 4° OS	— 14 % an
K <sub>4</sub>	⊥ (021)	50°, 41°, 82°	— točno	— 15 % an

Srednje 29,1 % an.

V primeru dvojne rešitve % an je odločal kot 2 V. Direktno merjen kot 2 V je debelo tiskam.

Primerki s severnega vznožja Drmalke in iz Potočnikovega grabna: 1889/3, 1876-77/6.

V tej coni ločimo dva različka magmatskih kamenin. Ločita se po količini vtrošnikov glinencev in po velikosti naknadne infiltracije kremenca.

Zahodni del vsebuje redke, dokaj velike, skoraj popolnoma razpadle vtrošnike plagioklazov. Nekateri so tako razpadli, da ne kažejo več optičnih lastnosti, pri drugih pa jih opazujemo v manjši ali večji meri. Osnova je zelo drobnozrnata, sestavlja jo kremen. V njo je naknadno infiltriran kremen III, ki zapolnjuje razpoke in mandlje, delno pa je nastopila prekrystalizacija kremenca iz kalcedona. Silifikacijo opazujemo tudi pri glinencih; v njihovih jedrih in na periferiji najdemo delce, ki jih sestavljajo agregati drobnih kremenovih zrn ali pa posamezna večja kremenova zrna. Procesi, ki so dovajali kremenico, so izluževali femične minerale, od katerih danes opažamo v kamenini samo limonit in v majhni količini pirit.

Vzhodni del je za razliko od zahodnega bogat z vtrošniki glinencev, ki leže v drobnokristalni osnovi. Vtrošniki so alotriomorfni. Pogosto so zaobljeni, kar kaže na manjšo resorbcijo. Glinencev v osnovi ne opazimo. Del glinencev je dokaj svež, dočim pri ostalih opažamo dva načina razpadanja: v prvih je razpadlo jedro zrna, pri drugih pa je razkrojena periferija. Oba načina razpadanja sta posledica tektonske zdrobljenosti. Premer vtrošnikov je zelo različen. Redko opazimo tudi večja kremenova zrna, ki pa so zelo verjetno nastala pozneje. Kamenino prepredajo drobne žilice, sestavljene pretežno iz kremenovih zrn in sledov karbonata.

**Zbrusek 1876—77/6**

1. zrno:

B <sub>1/2</sub>	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	76,5°, 15°, 81°	— 3° NW	— 34 % an	2 = — 77°
D <sub>1/2</sub>	⊥ (010)	13,5°, 77,5°, 88°	— 1° N	— 33 % an	2 V = — 77°

2. zrno:

B <sub>1/2</sub>	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	83°, 63°, 27,5°	— 2° NO	— 33 % an	2 V = — 83°
D <sub>1/2</sub>	⊥ (010)	15°, 75°, 86°	— 1° N	— 35 % an	

3. zrno:

$B_{1/3}$	$\perp (010)$	24°, 66°, 87°	— 2,5° SW	— 43 % an	$2V = + 73^\circ$
$B_{1/3}$	[100]	84°, 73°, 19°	— 6° O	— 47 % an	$2V = + 82^\circ$
$B_{2/3}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	70°, 25,5°, 77°	— 2,5° NW	— 45 % an	
$D_{1/2/3} = S =$	$\perp (010)$	25°, 65°, 85°	— 3° NO	— 45 % an	

4. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp (010)$	23°, 68°, 84,5°	— 1° SW	— 43 % an	$2V = - 88^\circ$ $2V = - 85^\circ$
-----------	---------------	-----------------	---------	-----------	--

5. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	71°, 23°, 81°	— 1° NW	— 41 % an	$2V = + 74^\circ$
$D = B_{1/3}$	$\perp (010)$	22°, 68°, 85°	— 1° SW	— 42 % an	$2V = + 76^\circ$
$B_{2/3}$	[100]	82,5°, 79°, 13°	— 6° O	— 42 % an	

6. zrno:

$B_{1/2}$	[010]	25°, 65°, 85°	— 1° SW	— 41 % an	$2V = + 75^\circ$
$D_{1/2}$	$\perp (001)$	60°, 30°, 84°	— 5° SO	— 40 % an	

7. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	65°, 26°, 87°	— 5° SO	— 40 % an	$2V = - 31^\circ$
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	25°, 65°, 88°	— 4° NO	— 42 % an	$2V = - 86^\circ$

8. zrno:

$S =$	$\perp (010)$	19°, 71°, 88°	— 1,5° SW	— 39 % an	$2V = - 77^\circ$
$X =$	$\perp (001)$	63°, 27°, 83°	— 3° NO	— 39 % an	

9. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	65°, 25°, 83°	— 3° SO	— 42 % an	$2V = 90^\circ$
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	26°, 65°, 87°	— 4° NO	— 43 % an	$2V = - 89^\circ$

10. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp (010)$	13°, 77,5°, 87,5°	— 1° N	— 34 % an	$2V = - 78^\circ$ $2V = - 77^\circ$
-----------	---------------	-------------------	--------	-----------	--

11. zrno:

$B_{1/2}$	$\frac{\perp [100]}{(010)}$	67°, 23,5°, 85°	— 3° NW	— 38 % an	$2V = - 78^\circ$
$D_{1/2}$	$\perp (010)$	21°, 70°, 87°	— 0,5° SW	— 40 % an	Srednje 40 % an.



### Vzhodno pobočje Drmalke

Zvezo med obema opisanimi magmatskima kameninama predstavljata preparata 1883—84/9. Prvi kaže poligo, a drugi oligofirsko magmatsko kamenino.

V razmeroma enakomerno drobnozrnati kremenovi osnovi leže agregati nekoliko večjih kremenovih zrn. Vtrošniki so alotriomorfni in relativno redki ter pripadajo glinencem. Normalno so več ali manj razpadli. Nekateri razpadle vtrošnike sestavlja samo drobnozrnat kremen in prstena snov. Tako moremo ločiti vtrošnike v skupine po stopnji razpadanja.

Drugemu tipu pripada naslednji vzorec, ki je bogat z vtrošniki. Osnova je po količini močno podrejena. Sestavlja jo zemljasta snov in drobno kristaliziran kremen. Kamenino prepredajo karbonatne žilice, katerih zrna so postavljena normalno na stene razpoke. Zaradi poznejših pritiskov so se karbonatna zrna zvila. Vtrošniki pripadajo v glavnem glinencem, vendar so v primeri z ostalimi opisanimi zbruski tu relativno pogostni tudi kremenovi vtrošniki. Nekateri od njih so močno korodirani. Glinence zasledimo tudi v osnovi. Njihovega sestava nismo določili, ker so delci premajhni. Drobna kremenova zrnca osnove veže pogostoma karbonat.

#### Zbrusek 1883—84/9

##### 1. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp$ (001)	79°, 19°, 72°	— 1° SW	— 10 % an	$2V = + 74^\circ$
					$2V = + 73^\circ$

##### 2. zrno:

$S = D = B_{1/2}$	$\perp$ (010)	12°, 79°, 76°	— 2° N	— 10 % an	$2V = + 74^\circ$
			ali 2° N	— 33 % an	$2V = + 76^\circ$

##### 3. zrno:

$S = D = B_{1/2}$	$\perp$ (001)	76°, 19,5°, 77,5°	— 5,5° SO	— 9 % an	$2V = - 86^\circ$
			ali 7° NW	— 36 % an	$2V = - 85,5^\circ$
			ali 10° NO	— 25 % an	

##### 4. zrno:

$B_{1/2}$	[001]	79°, 26°, 67°	— 3° SO	— 29 % an	$2V = - 88^\circ$
$D_{1/2}$	$\perp$ (010)	12°, 78°, 85°	— 1,5° N	— 32 % an	$2V = - 84^\circ$

##### 5. zrno:

$B_{1/2}$	$\perp$ (001)	75,5°, 16,5°, 85,5°	— 4° NO	— 28 % an	$2V = - 85^\circ$
			ali 3° NW	— 32 % an	
$D_{1/2}$	$\perp$ (001)	72°, 22°, 79°	— 4° SO	— 37 % an	$2V = - 78^\circ$

## 6. zrno :

$B_{1/2}$	[001]	77°, 15°, 84,5°	— točno	— 10 % an	2 V = — 85°
$D_{1/2}$	⊥ (010)	13,5°, 77°, 89°	— točno	— 9 % an	2 V = — 83°

## 7. zrno :

$B_{1/2}$	[001]	87°, 18°, 72°	— točno	— 20 % an	
			ali 3° N	— 23 % an	
$D_{1/2}$	⊥ (010)	10°, 84°, 82°	— 7° N	— 26 % an	

## 8. zrno :

$B_{1/2}$	⊥ (010)	14°, 77°, 84°	— 3° N	— 33 % an	
$S_1$	⊥ (001)	79°, 11°, 85°	— 1° NO	— 28 % an	
$K_1$	⊥ ( $\bar{1}11$ )	75°, 50°, 43°	— 2,5° SW	— 30 % an	

Srednje 25,9 % an.

Vrednosti 2., 3. in 5. zrna so dvojne, vendar po kotu 2 V sklepamo na višji % an.

Na južnem pobočju Begunjščice in Velikega vrha izdanja najsevernejši pas magmatskih kamenin, ki vsebujejo enake karakteristike, kakor je do sedaj opisano. Zastopani so vsi prehodi od kamenine, ki je zelo bogata z vtrošniki, do primerkov, ki so skoraj brez njih.

Iz opisanega sledi, da je kamenina holokristalne polifirske do oligofirske strukture z izjemnim kremenom v obliki vtrošnikov. Kalijevih glincev kot vtrošnikov nismo našli. Na podlagi preiskav zaključujemo, da pripadajo preiskana zrna vrsti oligoklaz-andezin ali podrobno:

	Število zrn	%
albiklaz	4	10,0
oligoklaz	5	12,9
andeklaz	21	53,9
andezin	8	22,7
labradorit	1	2,5
	39	100,0

Iz zgornje tabele vidimo, da pripada preko 50 % preiskanih zrn kislemu andezinu, normalnemu andezinu pa ustreza približno enaka količina oligoklaza.

Dvojčični zakoni imajo naslednjo frekvenco:

Dvojčični zakon	Število zrn	%
$\perp [100]$ (010)	13	34,2
[001]	8	21,1
$\perp (010)$	7	18,4
$\perp (001)$	6	15,8
[100]	2	5,3
[010]	1	2,6
$\perp [001]$ (010)	1	2,6
	38	100,0

Zanimivo je poudariti, da v posameznih zbruskih nastopajo več ali manj isti dvojčični zakoni, dočim so med posameznimi preparati večje razlike. Relativno redek kompleksni zakon  $\frac{\perp [100]}{(010)}$  je tu pogosten, nato še sledita karlovarsko in albitno dvojčično zraščanje ter končno manebaško. Vsa ostala zraščanja so zelo redka.

Preiskana zrna so pretežno alotriomorfna, samo izjemoma hipidiomorfna. Zaradi tega so meritve mejnih ploskev zelo redke. Na podlagi vrednosti kota 2 V smo posebno v primerih dvojnega odrejanja na osnovi dvojčične osi in šiva določali procent an. Razen v izjemnih primerih so bili ti podatki dovolj točni. Dasi smo izstop obeh osi merili večkrat direktno v mikroskopu, smo glede na stopnjo razpadanja našli tudi večja odstopanja v vrednosti kota 2 V. Zato smo izdelali diagram merjenih vrednosti kota 2 V, iz katerega je razvidno, da imamo v odstopih dva maksimuma: večjega pri 30 do 40 % an pri negativni indikatrasi in manjšega pri pozitivni indikatrasi pri 40—47 % an.

Kot je razvidno iz dosedanjih opisov, so kremenovi porfiriti dokaj močno porušeni, kar se jasno odraža v obliki zrn, zdobljenosti delcev, načinu razpadanja mineralov in v optičnih anomalijah. Poleg čisto tektonskih vplivov opazamo še naknadne infiltracije.

Razlikujemo štiri generacije kremenca:

1. generacijo, ki nastopa v obliki vtrošnika; ta kremen ima resorbcijske oblike;
2. generacijo ob izlivu magme v bližino površine; danes nastopa v osnovi;
3. generacijo v obliki infiltracije kremenice v razpoke in obstoječe mandlje;
4. generacijo, ki je vezana na rekristalizacijo.

Na osnovi mikroskopskih preiskav moremo kamenino uvrstiti med kremenove porfirite, dočim govore kemične analize bolj za kremenov keratofir. Vtrošniki glincev so po svoji sestavi dokaj bazični, poleg tega pa so kremenovi vtrošniki tako redki, da je težko še zadržati oznako kremenov. Zaradi tega so bile narejene tudi tri kemične analize:

	6	9	11
SiO <sub>2</sub>	60,56	68,85	69,42
TiO <sub>2</sub>	0,36	0,33	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,80	16,69	15,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09	1,81	3,02
FeO	1,39	0,14	0,41
MnO	0,02	0,00	0,04
MgO	0,89	0,82	0,50
CaO	1,72	0,68	0,81
BaO	0,00	0,05	0,05
Na <sub>2</sub> O	5,28	4,62	4,16
K <sub>2</sub> O	4,20	4,80	4,77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,10	0,09
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,72	0,94	0,92
H <sub>2</sub> O	0,36	0,07	0,32
S	0,00	0,06	0,08

Preračunane vrednosti na Nigglijeve parametre in parametre CIPV so:

**Nigglijevi parametri:**

	6	9	11
al	50	48	50
fm	12	10	10,5
c	7	5	4,5
alk	31	37	35
si	230	335	368
k	0,34	0,40	0,43
mg	0,41	0,62	0,38
qz	8	87	149
c/fm	0,583	0,5	0,427

**CIPV:**

	6	9	11
Sal/fem	16,05	33,6	18,2
Q/F	0,12	0,28	0,37
$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'}$	4,22	7,5	7,9
$\frac{K_2O'}{Na_2O'}$	0,52	0,68	0,75

Iz analiz vidimo, da je osnova dokaj bolj kislá kakor to kažejo vtrošniki. Preračunane vrednosti govore za magmo, prenasíčeno s kremenom, razen vzorca št. 6. Vrednosti Nigglievih parametrov približujejo kamenino v sestav prodornin aplitno-granitne skupine. Morali pa bi odbiti precejšnji del kremená, ki je naknadno vnesen v kamenino, da bi dobili právi sestav.

Mikroskopske preiskave kažejo, da se sestav vtrošnikov menja od oligoklaza do andezina. Težišče pa je na kislém andezinu oziroma bazičnem oligoklazu. Poleg tega je osnova, kakor vidimo iz kemičnih analiz, močno kislá. Vse to jasno obeležuje kamenino med kremenovimi keratofiri in kremenovimi porfiriti, vendar je bližja kremenovemu porfiritu.

Na starost prodornin lahko sklepamo samo na osnovi analogije. Na kartiranem ozemlju nahajamo kremenov porfirit samo v werfenskih plasteh; dolomit in apnenec anizične stopnje pa sta z njim v tektonskem kontaktu. Na kremenovem porfiritu je sedimentiran diploporni schlernski dolomit. To je v skladu s pojavi triadnih magmatskih kamenin rabeljske ter jelovške in idrijske skupine. V posameznih skupinah so vladala nekoliko različna vulkanska delovanja (tufi, lave itd.), vendar so vse magmatske kamenine iste starosti. Na severnem pobočju Križne gore pri Tržiču leži porfirit konkordantno pod schlernskim dolomitom, pod njim pa nastopajo ploščasti peščenjaki, apnenci in mendolski dolomit. Torej imamo skoraj enako sliko kakor v okolici Sv. Ane. Na osnovi tega lahko pripišemo kremenovemu porfiritu isto starost.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## QUARTZ-PORPHYRITE IN THE NEAR SURROUNDINGS OF SV. ANA MINE ABOVE TRŽIČ

At the southern foot of Begunjšćica-mountain round Sv. Ana above Tržič outcrops of porphyritic rocks similar to quartz-porphyríte are met frequently. The outcrops are in the main associated with faults.

Quartz-porphyríte are violetish red, dark or light grey or greenish grey. Macroscopically we distinguish two varieties, first one with phenocrysts of feldspars and second one compact in which only quartz-phenocrysts are present.

There are phenocrysts of quartz and plagioclases in the groundmass very well crystallized. Quartz is often resorbed. The rock is porous; some amygdales are filled with carbonate or with aggregates of quartz grains. Under the microscope some thin sections show gas cavities filled with quartz or earthy matter. The texture of the rock varies considerably — all transition stages from polyphyric to oligophyric structure occur. We failed to find phenocrysts of potash feldspar. But chemical analyses have shown that potash feldspar occurs in the groundmass.

Detailed microscopic examination has shown that the phenocrysts belong to oligoclase-andesine. The grains are mainly allotriomorphic and

only exceptionally hypidiomorphic. It is interesting to point out that the comparatively rare multiple law  $\frac{\perp [100]}{(010)}$  is quite common, whereas Carlsbad-twinning law and Albite-twinning law are more scarce.

Quartz-porphyrites have subsequently been considerably broken. The proof for it we can see clearly in the form of the grains, in the manner of mineral disintegration and in optical anomalies.

Quartz occurs in 4 generations:

- a) as phenocrysts,
- b) in groundmass,
- c) forming infiltrations in fissures and amygdales,
- d) recrystallized chalcedony is very scarce.

Rare particles of coloured minerals did not permit more detailed measurements, but according to their general optical properties we may assume they belong to hornblende.

Chemical analyses show that the groundmass is highly acid. The values of the Niggli-parametres and CIPV-parametres have been calculated (page 188).

Contact influence upon Werfenian slates has also been noticed in the field. In contact we find green and brown slates with intercalations of dark siliceous rock. Its groundmass consists of quartz grains secondarily coloured with limonite. In addition to rare porphyroblasts of feldspars quartz also occurs in xenoblastic forms. We also observed sericite in a limited extent. The rock is hornfels.

Quartz-porphyrite is to be found in Werfenian slates. Its contact with Anisian dolomite and limestone is tectonical. The Schlern-dolomite is deposited above them. This corresponds exactly with similar stratigraphical position of other Triassic igneous rocks in Slovenia.

#### LITERATURA

- Barth, T. F. W., Correns, C. W., Eskola, P., 1948, Die Entstehung der Gesteine. Berlin.
- Bešić, Z., 1950, Prilog ka poznavanju starosti porfiritna severne Crne Gore. Geol. An. Balk. Pol. XVIII.. Beograd.
- Dolar-Mantuani, L., 1937, Piračiški tufi. Vesnik Geol. inst. kralj. Jugoslavije, 5. Beograd.
- Dolar-Mantuani, L., 1942, Triadne magmatske kamenine v Sloveniji. Razpr. mat. priir. raz. Akad. znanosti in umetnosti v Ljubljani, 2.
- Drescher-Kaden, F. K., 1948 Die Feldspat-Quartz Reaktionsgefüge und ihre genetische Bedeutung. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Lušickii, V. I., 1947, Petrografija Tom I. Leningrad—Moskva.
- Marić, L., 1945, Sistematska petrografija. Zagreb
- Nikitin, V. V., 1936, Die Fedorow Methode. Berlin.
- Rakovec, I., 1946, Triadni vulkanizem na Slovenskem. Geogr. vestnik 18. Ljubljana.
- Tröger, W. E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptiv-Gesteine. Berlin.
- Winchell, A. N., 1949, Elements of optical Mineralogy. New York.

## PETROGRAFSKE PREISKAVE NA POHORJU V LETU 1952

*Cveto Germovšek*

Z 2 kartama

### Uvod

Po naročilu Geološkega zavoda v Ljubljani sem prevzel v aprilu 1952 nalogo, da izdelam še v istem letu pregledno geološko karto Pohorja v merilu 1 : 25.000 in ustrezeni tolmač. Pri kartiranju mi je pomagala skupina študentov geologije Prirodoslovno-matematične fakultete v Ljubljani.

Podrobno smo preiskali veliko število vzporednih prečnih profilov. Vmesne geološke meje smo interpolirali. Vsa opazovanja smo vnašali na topografsko karto v merilu 1 : 10.000.

Pri kartiranju smo se mogli zanesti le na podatke Kieslingerjeve karte Dravograd (1929) in delno na Tellerjevo karto Mozirje.

### Opis kamenin

#### Gnajsji

Gnajse južnozahodnega Pohorja je opisal že Teller. Zahodni gnajnski kompleks se konča še preden doseže Sv. Kunigundo nad Zrečami. Od tu pa do Slovenske Bistrice je le nekaj ozkih leč gnajsa, ki leže vse ob skrajni južni meji kristalinika. Velik del metamorfnih skrilačev, ki jih je Dregger (1898) uvrstil med gnajse, smo mi uvrstili med navadne, diafaktoritske ali injicirane blestnike.

V okolici Šmartnega na Pohorju imajo gnajsi večji obseg kot je označeno na Dreggerjevi karti (1898). Zahodna meja teh gnajsov gre od Hoč, vzhodno od Planice in južno od Šmartnega vse do tonalitnega masiva. Južna meja teče od Nove vasi do Šentovca, vzhodna pa ob pliocenu in pleistocenu Ptujskega polja.

Na severnem pobočju Pohorja ni nikjer pravih gnajsov. Ponekod se pojavljajo v debelini nekaj metrov močno injicirani ali diafaktorizirani blestniki, ki so na videz podobni gnajsom. Prav tako ne moremo šteti h gnajsom pegmatitnih milonitnih žil, ki so v polah med diafaktoritskimi blestniki.

Gnajnski pas med Hočami in Šmartnim je sestavljen v glavnem iz ortognajsa. Plastovitost je po večini jasno izražena; na številnih mestih

pa je ohranjena prvotna struktura globočnine, verjetno granodioritske skupine. Za sedaj navedem le nekaj podatkov, ker petrografske preiskave še niso zaključene. Gnajs je sestavljen iz približno 20 % kremenca, 40 % glinencev — srednjekislih plagioklazov in alkalnih glinencev; okoli 20 % je muskovita in približno 15 % biotita. Presenetljiva je sorodnost tega gnajsa s tonalitom. Najdemo tudi gnajse z izrazitimi porfiroblasti glinencev, ki so podobni metamorfoziranim granodioritnim porfiritom. Gnajsi osrednjega dela južnega pobočja Pohorja pripadajo po večini paragnajsom.

### Blestniki

Na Pohorju prevladujejo najraznovrstnejši blestniki. Ločimo navadne in diaforitne blestnike, filitaste blestnikove diaforite ter injicirane blestnike. Pri tej razdelitvi se opiram na Kieslingerja (1929, 1935). Na pregledni petrografski karti Pohorja te ločitve še nisem mogel upoštevati, kar bi bilo za tektonsko poznavanje Pohorja nujno. Blestniki pripadajo II. metamorfni coni vzhodnoalpskega kristalinika. Schwinner, 1943.)

Približno polovica vseh blestnikov na Pohorju je navadnih blestnikov. Grade predvsem južno pobočje. Med njimi razlikujemo granatni, čisti, biotitni, distenov in turmalinov blestnik ter cojziti in granatni dvo-sljudni blestnik.

Diaforitne blestnike imenujemo one blestnike, ki so pri geodinamičnih procesih dobili na videz nižjo stopnjo metamorfoze. To se očituje v večji mehanski razdrobljenosti glavnih sestavnih delov blestnika, namreč kremenca in muskovita. Muskovit preide v sericit. Kremen in sericit tvorita zelo drobnozrnato zmes, ki zavzema v zbruskih 20 do 40 %. Poveča se tudi količina cojzita in klorita. Makroskopsko so mnogokrat podobni gnajsom ali filitom.

Po mineraloškem sestavu ločimo tri vrste diaforitnih blestnikov.

a) Granatni diaforitni blestnik je sivkasta ali zelenkasta izrazito skrilava kamenina. Pogosto se v njej jasno opazi menjavanje kremenovih in sljudnatih pol. Nekateri starejši raziskovalci so zamenjavali diaforitni blestnik z gnajsom, ker je zdrobljeni kremen na prvi pogled podoben glinencem.

Vsi zbruski kažejo skrilavo teksturo. Pri nekaterih opazimo menjavanje kremenovih pol s polami sericitno kremenove zmesi, pri drugih pa so minerali razvrščeni brez reda. Granati so predvsem v kremenovih polah. Vsa kremenova zrna kažejo valovito potemnitev. To velja za vse diaforite in za večino navadnih blestnikov.

Vsa zrna kremenca so zobata. V kremenovih polah imajo zrna premer pretežno od 0,2 do 0,5 mm. Kjer je kremen pomešan s sericitom, se premer zrn spreminja od 0,01 do 0,1 mm.

Muskovit je večinoma čisto spremenjen. V vsakem zbrusku je le nekaj večjih lusk s premerom od 0,1 do 1 mm. V nekaj vzorcih smo opazili kot porfiroblaste cojziti in v enem staurolit.

Sestav te diaforitne vrste je naslednji: 40 do 45 % kremenca, 3 do 5 % muskovita, 20 do 40 % sericita in 10 do 20 % granatov. Nekateri



# Pregledna petrografska karta Pohorja

## General Petrographic Map of Pohorje

0 1 2 3 4 5 km

MARIBOR

Hoča

Stivnica

Frani

Sl. Bistrica

Opotnica

Zreče

Vitanje

Tinje

Sv. Kunigunda

Kraina

1517  
Rogla

1335  
Klapni vrh

1845  
Zigrtov vrh

1282  
Sebovec

Mariborska Hoča

Ruše

Lovrenc

Ribnica

Planina

Velka

Vuhrad

Vuzarica

Meža

Šmartna

Slovanigradec

Mishinja

v. Mishinja

1764  
Crač vrh

1786  
v. Kopa

1526  
M. Kopa

### Legenda — Legend:

- gnajsi  
Gneisses
- blestniki in njihovi diaforiti, kvarciti  
Mica schists and their diaphorytes, quartzites
- amfiboliti, kvarcitrno-lojevčevi skrilavci  
Amphibolites, quartz-talc-schists
- eklogiti  
Eclogites
- marmorji  
Marbles
- serpentini  
Serpentines
- filiti  
Phyllites
- diaforiti in filiti  
Diaphorytes and phyllites
- skarni in podobne metamorfne kamenine  
Skarnes and similar metamorphic rocks
- tonalit  
Tonalite
- tonaltni porfirit  
Tonalite-porphyrite
- daciti  
Dacites
- lamprofirji  
Lamprophyres
- apliti in pegmatitni apliti  
Aplites and pegmatitic aplites
- diabaz  
Diabase
- gröden in werfen  
Gröden and Werfenian
- anizični apnenci  
Anisian limestone
- triadni dolomiti in apnenci  
Triassic dolomites and limestones
- gosauska zgornja kreda  
Gosau Upper Cretaceous
- ilovica in boksit  
Loam and bauxite
- rečni terciar in kvartar  
Fluviatil Tertiary and Quaternary



zbruski imajo nekaj odstotkov cojzita, pirita, glinencev ali klorita, nekateri pa tudi nekaj zrn rutila. Le v enem vzorcu smo dobili istočasno večje množine granata in klorita.

Granatni diafторitni blestnik se pojavlja na severnem pobočju Pohorja med Ribnico in Mariborom. Na južnem pobočju ga je malo.

b) Kloritni diafторitni blestnik se loči od prejšnje vrste po tem, da vsebuje večjo množino klorita. Običajno ga ima od 15 do 20 %. Klorit kaže izrazite disperzijske barve. Razen po odsotnosti granatov se makroskopsko ne loči od prve vrste, le nekoliko bolj zelenkast je. Mineralni sestav je približno naslednji: 40 do 50 % kremenca, 1 do 8 % muskovita, 25 do 30 % sericita in 15 do 20 % klorita. Cojzita je do 10 %, glinencev do 5 %. Vedno je tudi okoli 1 % pirita. Te vrste diafторitni blestnik se pojavlja na istih krajih kot granatni diafторitni blestnik.

c) Biotitni diafторitni blestnik se pojavlja na južnem pobočju Pohorja in sicer od Zreč do Šmartnega na Pohorju. Drugje ga je le malo. Nima muskovita ne sericita. Namesto njih ima biotit. Ta je običajno tako zdrobljen kot muskovit pri pravkar opisanih diafторitnih vrstah.

Makroskopsko je podoben biotitnemu blestniku, iz katerega tudi izhaja, le da je diafторit bolj drobnozrnat. V nekaterih kosih je skoraj gost. Obarvan je temno do srednje temnosivo. Pogosto je rjavkast. Skrilavost se slabše opazi kot pri biotitnem blestniku. Kremenove pole so zelo številne. Granate opazimo le redko. Nekateri diafторiti imajo porfiroblaste kremenca, drugi imajo zopet mnogo pirita. Pinitna zrna dosežejo premer do 10 mm.

V zbrusku se skrilavost lepo vidi. Večinoma opazimo tudi drobno slojevitost. Kremen je pogosto zelo droben. Sestav pokažejo naslednji podatki: 55 do 70 % kremenca, 8 do 30 % biotita, 0 do 15 % muskovita, 0 do 9 % cojzita, 0 do 3 % pirita in 0 do 16 % klorita. Redko dobimo še glinence, rutil, sfen in turmalin.

**Filitasti blestnikovi diafторiti** so po Kieslingerju (1929, 1935) metamorfne kamenine, ki so podobne filitu, a se od njega genetično bistveno razlikujejo. Nastali so iz blestnikov. Pri njih je dosegla diafторeza najmočnejši učinek. V južnozahodnem delu Pohorja nismo ločili filitov od filitastih diafторitov. Zato smo vpeljali na geološki karti posebno oznako za ozemlje, kjer delitve nismo izvedli.

Ločimo dve vrsti teh diafторitov.

a) Navadni filitasti blestnikov diafторit je večinoma temnosiv ali svetlosiv. Podoben je filitom, ker so vse mineralne komponente zelo drobne. Vendar to niso prvotna drobna zrna, temveč le zdrobljena zrna nekdanjih blestnikov. Imajo značilen masten sijaj, ki ga opazimo na gladkih drobnonagubanih ploskvah. V diafторitih le redko najdemo večje zrno. To so luske muskovita s premerom do 1 mm. Porfiroblastov nimajo, pač pa imajo do 1 cm debele pole in leče kremenca. Nekateri kosi kažejo izrazito očesno teksturo. Očesa niso enomineralna, temveč agregat zdrobljenih zrn granata, kremenca in klorita. Tudi v zbruskih vidimo, da ima večina zrn manjši premer od 0,1 mm, le nekatera kremenova zrna in nekaj muskovitnih lusk je večjih. Sestav je podoben povprečnemu sestavu

diaftoritnih blestnikov. Kremenena imajo od 35 do 45 %, muskovita od 3 do 5 %, sericita od 30 do 40 %, granatov od 3 do 20 %, cojzita od 0 do 15 % in klorita od 0 do 20 %. Tej vrsti pripada večina filitastih diaftoritov na severnem in severnozahodnem delu Pohorja. Mnogo jih je v okolici Mislinja, Vitanja, Zreč, Ruš, Smolnika in Lovrenca na Pohorju.

b) Biotitni filitasti blestnikov diaftorit ima teksturo in strukturo, podobno kot prej omenjena vrsta, le da vsebuje namesto muskovita znatno množino biotita. Zato je po večini rjavkastosiv. Opazimo različne oblike. Nekateri kosi imajo že zelo veliko kremenena in prehajajo v kvarcitne skrilavce. Debelina in premer sljudnih lističev in debelina kremenovih zrn se spreminja od 0,03 do 0,08 mm.

Povprečen sestav znaša: 65 % kremenena, 15 % biotita, 4 % muskovita, 4 % klorita, 5 % granatov, 5 % sericita in še nekaj klinocojzita ter sfena.

Izdanke te vrste diaftoritov smo našli pri Rakovcu, v okolici Šmartna na Pohorju in nad Slivnico pri Mariboru.

Različne vrste blestnikov prehajajo v kvarcitne skrilavce, če v njih zelo naraste količina kremenena. Na mnogih krajih je primes sljude tako majhna, da nastanejo čisti kvarciti. Na karti jih nismo izločili, ker se pojavljajo vedno v tesni zvezi z blestniki in le redko v debelejših plasteh. Kot vložki so v blestnikovem pasu okoli tonalita. Zlasti jih je mnogo na vzhodnem pobočju Pohorja. Na južnem pobočju okoli Zreč in Oplotnice se pojavljajo navadno le v nekaj metrov debelih polah. Ločimo še kvarcite, skrilave kvarcite, muskovitne kvarcitne skrilavce in biotitne kvarcitne skrilavce.

Pravi kvarciti na videz niso skrilavi, ker nimajo sljudnih lističev. V zbruskih pa opazimo, da so kremenova zrna nepravilno nazobčana, toda vedno nekoliko daljša v smeri skrilavosti. Med kvarciti so pogostne kremenove pole.

Med kvarcitne skrilavce štejemo prehodne kamenine med skrilavimi kvarciti in blestniki, ki so bogati s kremenom. Opazujemo muskovitne in biotitne kvarcitne skrilavce. Premer kremenovih zrn znaša nekaj 0,1 mm. Nekoliko manjša je debelina sljude. Njen premer pa je pogosto preko 1 mm.

### Serpentini

Serpentine najdemo v blestnikih med Tinjami in Šentovcem v obliki podolgovate leče z dolžino več kilometrov in v širini nekaj 100 m. V njej so manjše leče amfibolita in eklogita. Serpentine predira na mnogih krajih aplit. Druga, okroglasta leča leži v dolini Velike Polskave. Premer ima skoraj 1 km.

Serpentini so na površini zelo močno prepereli. V nekaterih zbruskih smo opazili obogatitev z magnetitom, in sicer največ do 15 %. Kot sekundarne minerale smo našli kremen, opal ter zelo malo lojevca in azbesta.

V nekaterih delih serpentinov leče smo našli velike količine bastita, ki ima debele listaste kristale s premerom od nekaj mm do nekaj cm. Med takim serpentinom smo našli prvotni peridotit, iz katerega je nastal vsaj del pohorskega serpentina. Mikroskopske preiskave so pokazale, da

je to tipični harzburgit. Sestavljen je iz približno 35 % olivina, 20 % broncita, 20 % bastita in 20 % serpentina. Pri serpentinovih kristalih se lepo vidi, kako so nastali iz olivina. Magnetita je približno 5 %. Kamenina je porfirsko zrnata. Lističi broncita in bastita so mnogo večji kot zrna olivina, ki imajo premer okoli 1 mm.

Podobni serpentinu in harzburgitu se pojavljajo tudi na osrednjem Balkanskem polotoku (K o s s m a t, 1924). Tam so verjetno mezozojski. Tudi pohorski serpentinu bi torej mogli biti mlajši, kot se je do sedaj mislilo. Vendar kaže njihov položaj, da so enako stari kot blestniki in amfiboliti.

### A m f i b o l i t i

Poleg blestnikov so amfiboliti najrazširjenejše metamorfne kamenine Pohorja. Ne pojavljajo se le kot leče v blestnikih ali gnajjih, temveč tudi kot nekaj 100 m debele plasti na dolžini več km. Največ amfibolitov je na severovzhodnem pobočju Pohorja. Na južnem pobočju so amfiboliti sicer močnejše zastopani, kot kažejo dosedanje karte, vendar ne dosežejo tistih razsežnosti kot na severnem pobočju.

Našli smo navadni, cojziti, granatni, plagioklazov, biotitni in piroksenov amfibolit, ki jih pa na karti še nismo posebej označili.

Pri dosedanjih petrografskih preiskavah smo dobili približno enake podatke, kot so že dolgo znani v literaturi (I p p e n, 1893). Le piroksenov amfibolit se pojavlja zelo redko in ima le majhne količine piroksenov. Starejši raziskovalci govore sicer o številnih izdankih te vrste amfibolita, vendar so ga verjetno zamenjavali z rogovačnim eklogitom. Sami smo ga našli le na Klopnem vrhu in v okolici Vitanja.

### A m f i b o l i t n i d i a f t o r i t n i i n k l o r i t n i s k r i l a v c i

Razširjeni so po vsem Pohorju. Menjavajo se z amfiboliti. Največ jih je na severnem Pohorju, zlasti na njegovem vzhodnem delu.

Amfibolitni diaftoritni skrilavci so v istem razmerju proti amfibolitom kot diaftoritni blestniki proti blestnikom. Pri še močnejši diaftorezi so nastali kloritni skrilavci.

Eni in drugi skrilavci imajo do 25 % cojzita. Prvi imajo mnogo zdobljenih rogovačnih zrn, drugi pa mnogo klorita. Nekateri vsebujejo tudi lojavec.

### E k l o g i t i

Eklogite z južnega pobočja Pohorja je obdelal Nikitin (1941). Našli smo jih tudi na severnem pobočju, vendar le v obliki majhnih leč. Značilni so zlasti eklogiti na severni meji tonalita med Klopnim vrhom in Ruško kočo. Na zahodnem Pohorju jih je malo; več jih najdemo šele med Tinjami in Šentovcem. Tudi med Oplotnico in Tinjami so močne eklogitne leče. Posamezna manjša nahajališča opazimo še na vzhodnih pobočjih Pohorja med Arehom, Hočami in Šmartnim. Meje med amfiboliti in eklogiti so na karti le približne.

Nabrane kose eklogitov smo razdelili na tri skupine: distenov, navadni in rogovačni eklogit.

## M a r m o r i

Za pohorske blestnike so značilne marmorne pole in leče. Tudi tam, kjer smo na priloženi karti zarisali večji obseg marmora, se ne pojavlja sam, temveč le v menjavi z blestnikom. Debelina marmornih leč in pol se spreminja od 1 cm do nekaj 10 m, večja debelina je zelo redka. Najlepša nahajališča pohorskega marmora so okoli Planice. Vendar more doseči serija marmora in blestnika, krajevno tudi amfibolita, v kateri je marmor bistveni sestavni del, tudi debelino več 100 m.

Na Pohorju ločimo genetično tri vrste marmorov. Večji del dinamometamorfnega marmora je iste starosti kot blestniki; manjši del ob severnem robu Pohorja pa je verjetno tudi metamorfoziran zgornjekredni apnenec. Na severnozahodnem Pohorju opazujemo tudi kontaktnometamorfni marmor zgornjekredne starosti ali nekoliko mlajši.

Pohorski dinamometamorfni marmor je debelozrnat in vsebuje močno primes tujih mineralov, kar je neugodno za njegovo gospodarsko vrednost. Neugodna je tudi izrazita ploščatost ali celo skrilavost večjega dela marmorov.

Marmor dobimo na vsem Pohorju; največ ga je med Vitanjem in Kunigundo nad Zrečami ter severno od Šmartna na Pohorju. Na severnem Pohorju je malo marmora. To je popolnoma ali le delno prekristaliziran, verjetno zgornjekredni apnenec. V peščenem marmoru te vrste smo dobili slabo ohranjene fosile, ki bi mogli biti kredne terebratule.

Med blestniki smo našli do sedaj naslednje vrste marmorov: sorazmerno čist debelo in drobnozrnat marmor, muskovitni, meroksenov, volastonitni, granatni, rogovačni in kloritni marmor.

Debelozrnat marmor je mnogo bolj razširjen od drobnozrnatega. Za stavbarstvo uporabni marmor smo našli le v okolici Vitanja, Jurišne vasi in Planice. Muskovitni (cipolini) ima do 15 % muskovita, meroksenov pa celo do 25 % meroksena in do 30 % kremenca. Volastonitni marmor prehaja v okolici Zreč v volastonitovec, ki je sestavljen skoraj izključno iz volastonita. Granatni marmor je zelo mlad. Granati so se izločili verjetno istočasno kot v tonalitem aplitu. Dobi se pod Šumnikom ob Lobnici. Rogovačni in kloritni marmor sta močno razširjena. Običajno sta v zvezi z amfiboliti.

## F i l i t i

Produkt najšibkejše dinamometamorfoze na Pohorju so filiti. Pripadajo tako imenovani tretji coni metamorfnihih kamenin vzhodnoalpskega kristalinika (Schwinn, 1943). Najbolj so razširjeni na zahodnem Pohorju, kjer prekrivajo diskordantno starejše kamenine. Predirajo jih daciiti.

Opazimo več vrst filitov. Delno je temu vzrok različna stopnja metamorfoze, delno pa različen prvotni material. Opazili smo filite, ki so nastali iz glinastih skrilavcev in take, ki so nastali iz kremenovih peščenjakov.

Za vse filite je značilna popolna odsotnost apnene komponente. Vsi so sivkasti ali zelenkasti, od svetlih odtenkov do skoraj črne barve. Po večini so zelo drobnozrnati, posamezna zrna ločimo le pri največjih

povečavah. Sestavljeni so iz muskovita, sericita, kremenca in grafitaste snovi. Nekateri filiti, ki imajo zelo mnogo kremenca, so trši in jih moremo ločiti tudi makroskopsko. Ti so nastali verjetno iz kremenovih peščenjakov. Teh je mnogo manj kot običajnih filitov.

Ob dacitnih prodorih je filit močnejše metamorfoziran; torej je tudi dacit prispeval k metamorfozi filita.

V filitu najdemo na več krajih nekaj dm ali kvečjemu nekaj m debele pole črnega ali temnosivega ploščastega ali skrilavega apnenca z debelimi kalcitnimi žilami. Krajevno se pojavljajo med sivimi filiti pole rdečih filitov. V okolici Št. Janža nad Vuzenico preide apnenec na nekaterih krajih že v polmarmor. V tem območju smo našli v filitih tudi vložke diabaza in njegovih tufov. To govori za večjo starost prvotnih paleozojskih skrilavcev. Verjetno so devonske starosti.

### Kenotipne magmatske in pegmatitne kamenine

Skoraj vse magmatske kamenine Pohorja so nastale od zgornje krede do vključno miocena. Izhodiščna magma je tonalitna, zato je na Pohorju normalna globočina tonalit. Bazični diferenciat te magme je čizlakit, ki se pojavlja le ob južnem robu tonalitnega masiva. Ob severozahodnem robu prehaja tonalit postopoma v tonalitni porfirit, ta pa v dacit. Ob vzhodnem robu tonalitnega masiva opazimo največ aplitnih žil. Ob njegovem južnozahodnem robu so še številne žile lamprofirjev, in sicer predvsem malhita.

**Tonalit** zavzema osrednji del pohorskega masiva. Njegova severna meja poteka ponekod do 3 km južneje kot je označeno na dosedanjih geoloških kartah. Vzhodna meja je v glavnem točna. Proti jugovzhodu se tonalit zoži in sega skoraj do pliocena. Vzhodni del južne meje smo premaknili skoraj za 1 km proti severu. Zahodni del južne meje se v glavnem ujema s starimi podatki. Na severozahodu sega tonalit vse do podnožja Male Kope. Mejo je tu zelo težko potegniti, ker je tonalitni porfirit zelo podoben tonalitu in ju je možno ločiti pogosto le na podlagi mikroskopskih preiskav. Tonalitni porfirit prehaja zvezno v dacit; ker je dacit zgornjekredne do miocenske starosti, je torej tudi tonalit približno iste starosti. To potrjujejo tudi apofize tonalita v dacitu pod Malo Kopo.

Dve tonalitni apofizi smo našli tudi v gnajsu pri Framu in Slivnici. Presenetljiva je velika površinska razdalja od tonalitnega masiva. Ostale tonalitne apofize, tako ob severnem kot ob južnovzhodnem robu, pa nastopajo le v neposredni bližini glavnega masiva.

Poleg že znanega ostanka pokrova metamorfnih skrilavcev na tonalitu pri Velikem vrhu smo našli še podobnega, a mnogo manjšega, v okolici Jurišne vasi.

Mineralni sestav in struktura dokazujeta skupni izvor tonalita in njegove ašistne žilnine — tonalitnega porfirita. Po mineraloškem sestavu se ne loči od tonalita. Le biotita ima nekoliko manj, ker je ta v večji meri spremenjen v klorit. Temu je vzrok večja tektonska porušitev tona-

litnega porfirita. Osnova tonalitnega porfirita je zelo drobnozrnata, s premerom zrn manj kot 0,01 mm do grobozrnata. Tekstura je homogena in skrilavo kataklastična. Pri homogeni teksturi opazujemo v drobnozrnati osnovi večja neporušena zrna glinencev, kremenca in biotita. Le biotit je ponekod rahlo usmerjen. Na podlagi razmeroma maloštevilnih pregledanih vzorcev (40) se zdi, da prevladuje skrilava tekstura. Večji del kremenovih in glinenčevih zrn je zdrobljen, biotit pa stlačen v vzporedne nagubane pasove, ki so pretežno kloritizirani. Kremenova in nekatera glinenčeva zrna kažejo valovito potemnitev.

Študij tonalitnih porfiritov je pokazal, da so se tektonski procesi vršili pred kristalizacijo tonalitnega porfirita, med njo in po njej.

Morebiti se je izvršila kloritizacija biotita istočasno z diaftorezo blestnikov in amfibolitov.

Tonalitni porfiriti na Pohorju so primer žilnine, ki nima žilne oblike. Zavzema postopen prehod med tonalitim lakolitom in dacitnim čokom oziroma med magmatskim vdorom in vulkanskim izbruhom. Izdanki v obliki žil med filiti pa so zgrajeni iz dacita.

Največ tonalitnega porfirita smo našli ob zahodnem, nekaj pa tudi ob južnozahodnem robu tonalita.

Na zahodnem Pohorju zavzema od vseh magmatskih kamenin največjo površino dacit. Dacitni masiv okoli Črnega vrha ter Velike in Male Kope moremo imeti za neposredno nadaljevanje tonalitnega masiva, saj se širi v isti smeri in verjetno ob isti tektonski črti.

Dacit se pojavlja ob tonalitu oziroma tonalitem porfiritu v obliki enotnega masiva, dalje stran pa kot večji ali manjši čoki, žile in pole. Verjetno je le del dacita došel do površine, del pa se je strdil tik pod njo. Različno močno erozijsko delovanje je povzročilo različne oblike dacitnih izdankov. Velike čoke dacita opazujemo tam, kjer je bilo erozijsko delovanje močnejše, tudi tonalit je prišel v istem delu na površje. Kjer je bilo zaradi manjšega dviganja ozemlja erozijsko delovanje šibkejše, se je ohranil filitni pokrov z nešteti konkordantnimi in diskordantnimi dacitnimi žilami.

Vse najdene žile lamprofirjev, razen ene spesartitove, pripadajo malhиту. Večino izdankov nahajamo na južnozahodnem pobočju Pohorja med Dovžami in Mislinjskim jarkom. Nekaj žil se pojavlja v okolici Lovrenca na Pohorju. Sestav malhita je dokaj stalen v vseh izdankih. Opazujemo 55 do 65 % srednjebazičnih plagioklazov, 25 do 40 % rogovače in še nekaj kremenca, biotita, pirita, magnetita, klorita, kalcita, epidota, rutila in apatita. Vsi kosi so enakomerno, ponekod drobno, drugje debelozrnati. Velikost rogovače znaša od  $0,01 \times 0,1$  mm do  $0,2 \times 1,8$  mm, premer plagioklazov pa od  $0,09 \times 0,4$  mm do  $0,4 \times 1,0$  mm. Vendar najdemo v vsakem zbrusku tudi nekaj večjih zrn rogovače in plagioklazov.

Apliti in pegmatitni apliti so zelo razširjene in dobro opisane žilnine Pohorja. Zlasti ob južnovzhodnem koncu tonalitnega lakolita se posamezne aplitne žile združijo v skoraj enotni kompleks, ki sega prav do pliocena.

Okoli 100 m širok, strnjen aplitni pas opazujemo tudi v severno-vzhodnem robu tonalita pri Jelenski peči in Šumniku. V blestnikih so zelo številne manjše aplitne žile, ki so tektonsko le malo premaknjene ali pa sploh nepremaknjene. Zelo številne aplitne žile opazujemo tudi ob vsem južnem tonalitem robu vse do Oplotnice. Zlasti mnogo jih je nad Tinjami.

Granati so v sestavu mnogih aplitnih žil. Dobili smo jih tudi v tonalitu in v pegmatitih. Govore za delno endometamorfozo aplitov. Tudi muskovita je mnogo v nekaterih aplitnih kosih.

Navadni aplit zvezno prehaja v pegmatitni aplit. Sestav in način nastopanja sta ista kot pri aplitih. Pogosto so v robnih delih žile pravi apliti, proti sredini se velikost zrn poveča. Opazimo pegmatitno strukturo s premeri zrn po več cm.

**Pegmatit** tonalitne magme se pojavlja v zvezi z apliti in obdaja ves tonalitni lakolit. Mineraloški sestav je zelo enostaven: alkalni glinenci, plagioklazi, kremen in muskovit. Pojavljajo se še granati, biotit, sfen, ortit, rutil, perovskit in cirkon.

**Milonitni pegmatit** sestavlja bele, nekaj m ali dm debele, gnajsu podobne pole v blestnikih. Verjetno je to starejši pegmatit kot tonalitni. Diafortitni procesi so jih spremenili v milonite. Petrografski sestav ne kaže na izvor iz tonalitne magme (Kieslinger). Največ je kremenovih zrn, od 40 do 60 %. Vsa so zdrobljena. Glinenčevih zrn je od 25 do 50 %. Plagioklazov skoraj da ni. Pojavlja se mikroklin, ortoklaz in albit. Tudi ta zrna so večinoma zdrobljena. Glinenci so bolj ali manj sericitizirani. Kremen in glinenci so v glavnem ločeni v plasteh; na nekaterih krajih je pegmatitna struktura še ohranjena. V večini kosov opazimo tudi muskovit. Reden spremljevalec je še turmalin; zavzeti more do 50 % pegmatitne pole. Njegova velikost se spreminja od nekaj mm do 1 dm. Kot akcesorni minerali se pojavljajo še granat, klorit, cirkon, rutil in cojzit. Večino milonitnih pegmatitov smo našli na severnem Pohorju med Ribnico in Rušami. Na južnem pobočju jih je mnogo manj.

### Usedline

Strnjeno se usedline razprostirajo na severnozahodnem Pohorju, severno od Kremžarjevega vrha. V posameznih grudah jih najdemo še ob severnem robu pohorskega kristalinika od Antona pri Ribnici do Ruš. Na geološki karti smo ločili permotriadne peščenjake, skrilavce in konglomerate, anizične apnenice, triadne dolomite, gosauske apnenice in laporje ter terciarne in kvartarne naplavine.

### III. Kontaktnometamorfno rudišče Planina in Hudi kot

Že pri preiskavah v letu 1950 sem odkril prve kontaktnometamorfne pojave na severnem pobočju Male Kope. Kasnejše preiskave so pokazale, da gre za tipično kontaktnometamorfno rudišče. Na severnem pobočju Velike in Male Kope nahajamo rudna telesa na površini, katere dolžina je 3,5 in širina 3 km.



Železovo rudo so odkopavali v osemnajstem in devetnajstem stoletju. V območju rudišča smo našli naslednje kontaktnometamorfne kamnine:

**Hedenbergitit** smo našli zaenkrat le na treh krajih; od vseh skarnov ga je najmanj.

Pohorski hedenbergitit je temnozelen, vlaknata ali protasta, zelo trdna kamenina. Glavni sestavni del je hedenbergit in hedenbergit s prehodi proti diopsidu. Kot  $Ng \wedge [001]$  se spreminja od 41 do 47°. Hedenbergita je okoli 90 %. Med idiomorfnimi kristali hedenbergita so nakopičena ksenomorfna zrna pirita, pirotina, magnetita in mnogo redkeje bakrenih sulfidov. Ti so deloma že oksidirani v malhit in azurit. Nekaj je tudi kremen, še manj je epidota. Zelo redka so idiomorfna zrna granatov. Nekaj je tudi kalcita, ki zapolnjuje prostore med podolgovatimi hedenbergitovimi kristali. Ta kalcit moramo ločiti od kalcita, ki je nastal pri preperevanju hedenbergita. Pri tem je nastala tudi limonitna snov. Hedenbergit prehaja na nekaterih mestih v čisto sulfidno rudo. Na Prohartovem griču in v jarku za Berghausom opazimo kontakt hedenbergita z belim, debelozrnatim marmorom.

**Granatite** najdemo skoraj povsod, kjer so izdanki skarnov. Največ jih je v osrednjem in južnem delu rudišča; v povprečju zavzemajo eno četrtino vseh skarnov. Sestavljeni so skoraj izključno iz granatov, ki kažejo le izjemoma izotropnost, pretežno so conarno grajeni. Lamelle so vzporedne kristalnim ploskvam in so v odvisnosti od sestava granatov. Opazimo grosular in andradit ter njihovo izomorfnost zmes.

Razen granatov vsebujejo granatiti v podrejeni meri še minerale epidotove skupine, ki se po sestavi približujejo klinocozitu. Kremen, sfen, klorit, kalcit, kalcedon, glinenci in amfiboli nastopajo le sporadično. Poleg tega se pojavljajo isti rudni minerali kot v hedenbergititu. Zanimiv je zlasti malhit, ki zapolnjuje prostore med granati, sestavlja pa tudi lamelle v conarnih granatovih kristalih.

Granati zvezno prehajajo v epidozit z granati, ta pa v običajni epidozit.

**Epidozit** je najrazširjenjša vrsta skarnov na področju Planine in Hudega kota. Najdemo ga v vseh izdankih skarnov. Razmerje med epidozitom in ostalimi skarni se veča v korist prvega, čim bolj gremo proti severovzhodu. V tem delu najdemo tudi goliče samega epidozita in marmora.

Epidozit je drobno- do srednjedrobnozrnat, rumen ali rumenkastozelen. Prevladuje granoblastična struktura. Sestavljajo jo v glavnem minerali epidotove skupine; opazujemo skoraj vse člene zvezne vrste od klinocozita preko pistacita do epidota. Največ je epidota s približno 20 mol %  $Ca_2Fe_3(OH)Si_3O_{12}$ . Epidota, bogatejšega z železom, je le okoli 10 %. Posamezni kosi imajo od 50 do 100 % mineralov epidotove skupine. Epidot je idiomorfen proti ostalim mineralom.

V vsakem zbrusku epidozita najdemo še alotriomorfen kremen. Njegova količina se menja od 0,5 do 20 %. Na podoben način se pojavljajo

tudi glinenci, le da jih je približno pol manj; večji del so plagioklazi. V nekaterih zbruskih opazimo albit, v drugih pa bazične plagioklaze.

Reden sestavni del je tudi kalcit. Zapolnjuje prostore med epidotovimi zrni. V nekaterih zbruskih smo opazili tudi žilice, zapolnjene s kalcitom. Množina kalcita je najrazličnejša, saj prehaja epidozit postopoma v marmor, polmarmor ali celo neposredno v apnenec.

Tudi v tem skarnu so redni spremljevalci rudni minerali. Njihova količina se spreminja od nekaj 0,1 do 100 %. Pogostni so predvsem pirit, pirotin in magnetit oziroma drugotni limonit. Vsi rudni minerali so alotriomorfni.

Pogosto opazujemo tektonsko zdrobljen epidozit, ki je zlepljen z rudnimi minerali. Torej so bili tektonski premiki tudi med nastajanjem rudišča. To je v skladu s preiskovanji magmatskih prikamenin.

Epidozit je s prehodi vezan tudi z granatitom. Te kamenine imenujemo granatni epidozit.

Granati se menjavajo z epidotom brez reda ali pa v plasteh. V epidozitu opazujemo tudi druze granatov. V njih se dobe najlepši granatni kristali s premerom do 15 mm. Med liki prevladujejo rombododekaedri.

Granati pripadajo izomorfnemu nizu grosularja-andradita. Najdemo tudi granate z večjo količino titana, na kar kaže njihova črna barva.

**Marmori.** Imamo predvsem dve vrsti kontaktnometamorfni marmorov: zrnat, bel in drobnozrnat siv ali zelenkast, ki prehaja v apnenec. Drugo vrsto moremo deliti v čist marmor, polmarmor in v marmor s silikatnimi minerali, ki zvezno prehaja v razne vrste skarnov.

Različne vrste marmorov so najočitnejši znak različnega kontaktnometamorfnega delovanja. Kjer je delovala le pirometamorfoza, opazujemo relativno čist marmor, kjer pa je bila pirometamorfoza v zvezi s pneumatolitskim dovodom različnih kemičnih spojin, opazujemo marmor s silikatnimi minerali oziroma njegov prehod v skarne. Pri tem pa moramo upoštevati, da je del silikatnih mineralov nastal iz nečistoč apnenca.

Bel marmor je predvsem v severnem delu kontaktnometamorfnega območja. Ob severnem robu dacita je pretežno čist in skrjav, proti jugu pa vsebuje silikatne minerale in ga spremljajo skarni.

Silikatni minerali v sivkastem ali zelenkastem marmoru so isti kot v skarnih. Le hedenbergita nismo našli. Skoraj vedno je prisoten kremen, pogosto še glinenci. Klorit obarva marmor in polmarmor zelenkasto. Marmori s silikatnimi minerali pogosto vsebujejo tudi pirit, pirotin in magnetit. Sfalerit in bakreni sulfidi so redki.

Kakor prehajajo apnenci v marmor in skarne, tako prehajajo glinaste in laporne usedline v **rogovce**.

Rogovci so večinoma zelo drobnozrnati, tako da v njih težko ločimo posamezne minerale. To se ujema s prav tako drobnozrnatimi rudnimi minerali. Mnogo kosov ima tipični školjkast lom. Pretežno so svetlozeleni do temnosivi. Sestavljeni so v glavnem iz kremena, klorita in kalcita, poleg tega še iz mineralov epidotove skupine in glincev. Najdemo jih skoraj povsod, kjer opazujemo kontaktnometamorfne pojave. Nastajali so ob sorazmerno nizki temperaturi.

Drugačen razvoj kažejo rogovci v dolini severno od Robnika. V bližini so močne pegmatitne žile. Rogovci so tu srednjezrnati. Premer zrnca je nekaj 0,1 mm. Sestavljajo jih v glavnem kremen, glinenci in turmalin.

Rude. Podroben opis vseh rudnih vzorcev, katere smo prinesli iz rudišča Planina in Hudi kot, bo podal ing. B. Berce. Zato mislimo na tem mestu le kratko omeniti nekaj najznačilnejših rudnih mineralov.

Magnetit je vedno drobnozrnat. Redko se pojavlja čist v večjih množinah. Na prvotnem kraju smo ga dobili brez primesi le na nekaterih krajih v obliki nekaj mm ali nekaj cm debelih žilic v skarnih. Na odvalih smo našli kose magnetita, ki so imeli premer do 1 dm.

Večji del magnetita je pomešan s sulfidnimi minerali, predvsem s piritom in pirotinom. Halkopirita, halkozina, bornita in medlice je v tej zvezi mnogo manj. Zdi se, da je zmes magnetita s piritom in pirotinom najrazširjenejša rudna parageniza.

Bakreni sulfidni minerali se pojavljajo tudi samostojno. Najdemo jih v obliki nekaj cm debelih, nepravilno razvejanih žilic v skarnih. Največ jih je na severnem pobočju Velike in Male Kope. Na odvalih so že deloma oksidirali v malahit in azurit. Oksidacija je zajela na nekaterih delih tudi globlje dele skarnov. Malahit je skoraj vedno brezličen. Le na površini dveh kosov smo dobili drobne kristale malahita. Bakrene rude se pojavljajo predvsem v granatih in epidozitih z granati. Orudeneli kosi vsebujejo od 0,1 do 3,5 %, posamezni kosi pa tudi večji odstotek bakra.

Galenit se prav tako pojavlja v žilicah v granatitu. Našli smo ga le na nekaj krajih pod Malo Kopo. Žilice so debele le po nekaj mm in se med seboj prepletajo. Zrna so debela od 0,5 do 1 mm. Le na Pikenajevem rudišču smo našli na odvalu bolj debelozrnat galenit.

Makroskopska in kemijska preiskava je pokazala tudi molibdenit.

Mnogo več je sfalerita, ki je bogat z železnim sulfidom (marmatit). Pojavlja se na podoben način kot bakreni minerali.

Iz vseh dosedanjih podatkov je razvidno, da je Planina in Hudi kot pneumatolitsko in metasomatsko kontaktnometamorfno rudišče. Nastalo je na kontaktu biotitnega in rogovačnega dacita, tonalitnega porfirita in tonalita s karbonatnimi kameninami verjetno zgornjekredne starosti. Pretežni del kontaktnometamorfne kamenine je nastal iz zgornjekrednega apnenca. Metamorfizirani so bili verjetno še zgornjekredni laporji, triadni dolomiti in filiti, morebiti tudi apnene leče v filitih.

Kontaktnometamorfne kamenine se pojavljajo v obliki zelo številnih ločenih teles, ki so obdana od vseh strani z magmatsko kamenino, ali pa so že prvotno ležala na njej. Prvemu primeru ustrezajo razmere v na pol zarušenem rovu v dolini Berghausa. V dacitu leži več 10 m debelo telo, sestavljeno iz epidozita z granati. V njem je bilo šibko magnetitno orudnenje. V sredini leče opazimo še bel marmor, kot najmanj spremenjen ostanek prvotnega apnenca.

Pri kmetiji Ribniški Kopnik pa opazujemo drugačne razmere. Na vzhodni strani te kmetije se dviga nekaj 10 m visok grič, ki je le eden od vrhov grebena v smeri od vzhoda proti zahodu. Grič je dolg približno

100 m in širok nekaj 10 m. Zgrajen je iz krpe na pol prekristaliziranega apnenca, ki prehaja v marmor. Oblika apnene krpe je podobna številnim nahajališčem zgornjekrednega apnenca v okolici. Skoraj od vseh strani je v podlagi tonalitni porfirit. Ob kontaktu z njim opazujemo v marmoru obogatitve s silikatnimi minerali, manj z rudnimi minerali, predvsem s piritom. Med silikatnimi minerali pa prevladujejo granati, epidoti, glinenci in kremen.

Rdušče Planina in Hudi kot je nastalo v tektonsko zelo razgibanem ozemlju. Tektonski procesi so bili pred, med in po orudenenju. Rudišče leži na križišču alpskih, dinarskih in prečnodinarskih prelomov.

Tektonski procesi so povzročili, da je prav na tem kraju prodrla na zemeljsko površino dacitna lava. Isti procesi so povzročili, da so plinske raztopine dospele do karbonatnih in drugih usedlin ter povzročile kontaktnometasomatsko oziroma pneumatolitsko metamorfozo.

Rudišče ima skoraj vse rudne minerale, ki se pojavljajo v kontaktno-metamorfnih rudiščih. Pojavljajo se tudi mnogi tipični kontaktnometamorfnji silikatni minerali: conarni granati iz vrste grosular-andradit, diopsid-hedenbergit, minerali skupine epidota in grafit.

Tektonski procesi, ki so delovali še med orudenenjem, in tanek pokrov so povzročili hitro ohladitev rudnih raztopin oziroma plinov. Zato je pretežni del rudnih mineralov drobnozrnat. Nastanek granata, hedenbergita in dela epidotnih mineralov je starejši od rudnih mineralov.

Vulkanski izbruhi in istočasni tektonski premiki so raztrgali verjetno že močno denudiran sedimentni pokrov. Posamezni bloki apnencev in mogoče tudi drugih usedlin so prišli globlje v lavo in se tam metamorfozirali. Torej obstaja možnost še neodkritih rudnih teles v dacitu.

Rudišče je nastalo ob koncu zgornje krede ali najkasneje v miocenu in je v genetični zvezi z drugimi pohorskimi rudišči, z mežiškim rudiščem ter s številnimi miocenskimi štajerskimi žilnimi rudišči.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## **PETROGRAPHIC EXAMINATIONS ON POHORJE-MOUNTAIN IN 1952**

Author generally mapped Pohorje in 1952. This report contains following most important constatations.

### **Metamorphic Rocks**

Gneisses are mentioned by the author only in the southern part of Pohorje, since the other parts have already been described by Teller (1898) and others. A major part of schists, which Dregger had placed among gneisses, the author has assigned to simple, diaphrotitic or injection mica schists. Gneisses in the surroundings of Šmartno on Pohorje are represented to a greater extent than those recorded on Dregger's map (1898). In the northern part of Pohorje there are no true gneisses.

In some places, strongly injected or diaphthorized mica schists appear reaching a thickness of a few metres, resembling gneisses. Neither pegmatitic mylonitic dykes, found among diaphthoritic mica schists, can be assigned to gneisses.

The gneiss zone between Hoče and Šmartno is composed mainly of orthogneiss. In most cases the foliated structure is clearly visible. There are, however, numerous places where the structure of the parent plutonic rock has been preserved, probably belonging to the granodioritic group. Gneiss is on the average composed of approximately 20 per cent quartz, 40 per cent medium acid plagioclases and alkali feldspars, 20 per cent muscovite, and 15 per cent biotite. This gneiss is surprisingly related to tonalite. Gneisses with pronounced porphyroblasts of feldspars can also be found.

**Mica schists** are the predominant rock on Pohorje. The author distinguishes simple mica schists, diaphthoritic mica schists and phyllite-like mica schists diaphthoryte. By using this division he relies on Kieslinger (1929, 1935).

On the southern slope simple mica schists predominate. The author classifies them into: garnet-mica schists, muscovite schists, zoisite-muscovite-biotite-schists, garnet-muscovite-biotite-schists, biotite-schists, disthene-mica schists, and tourmaline-mica schists.

Diaphthoritic mica schists have crushed constituents. Muscovite passes into sericite. Very fine-grained quartz and sericite take up 20 to 40 per cent. There is also an increase in the amount of zoisite and chlorite. Macroscopically they often resemble gneisses or phyllites. The author distinguishes between three groups: garnetdiaphthoritic mica schists, chlorite diaphthoritic mica schists, and biotite-diaphthoritic mica schists.

He calls phyllite-like mica schists-diaphthorites after Kieslinger (1929, 1935) metamorphic rocks which genetically are essentially different from phyllite. They resulted from mica schists as a product of the strongest diaphthoresis. In the southwestern part of Pohorje the author has not yet carried out the division between the phyllite and phyllite-like diaphthorites. Therefore he has used on the geological map a special designation for the area where the division has not been effected. He distinguishes two types of diaphthoritic rock: simple and biotite-phyllite-like mica-schist-diaphthorite.

When the amount of quartz increases considerably mica-schists pass into quartz-schists. Pure quartzites as intercalations in mica-schist zone around tonalite can also be observed. The majority of them can be found on the eastern Pohorje. The author distinguishes quartzite, schistose quartzite, quartz-mica-schists and quartz-biotite schists.

Serpentines occur in mica-schists between Tinje and Šentovec in the shape of elongated lenses stretching for several kilometres and reaching a few hundreds of metres in width. They include smaller lenses of amphibolite and eclogite. Serpentine is in many places intruded by aplite. The other, roundish lens, is situated in the valley of Velika Polskava.

Some parts of the serpentine lenses are very interesting as large amounts of bastite appear there. In this kind of serpentine the author has found parent peridotite of which at least a part of Pohorje serpentine has arisen. Microscopic examinations have proved that this is a typical harzburgite, composed of about 35 per cent of olivine, 20 per cent bronzite, 20 per cent bastite and 20 per cent serpentine. There is about 5 per cent of magnetite. The rock is porphyry granular. Scales of bronzite and bastite are much larger than the grains of olivine reaching about 1 mm in diameter. Similar serpentines and harzburgites appear also in the middle part of the Balkan Peninsula (Kossmat, 1924).

**Amphibolites** do not appear only as lenses in mica schists or gneisses but as strata stretching for many kilometres and reaching several hundred metres in thickness as well. They predominate in the northeastern part of Pohorje. The author has found simple, zoisite, granate, plagioclase, biotite, and pyroxene amphibolites.

**Amphibolite-diaphthoritic and chlorite-schists** are spread all over Pohorje alternating with amphibolites. The majority of them can be found in the northeastern part. Amphibolite diaphthoritic schists assume the same relation as that existing between diaphthoritic mica schists and mica schists. Under the impact of a still stronger diaphthoresis chlorite-schists were produced. Marble intercalations are characteristic for the Pohorje mica-schists. Even in places where on the attached map larger areas of marble were recorded, the marble does not occur alone; it alternates with mica schists. The thickness of marble lenses and marble bands varies from 1 cm to a few tens of metres. However, a series of marble and mica schists, in some places amphibolites as well, may reach a thickness of several hundreds metres.

In the Pohorje-area the author distinguishes three kinds of marble as regards to their origin. The greater part of the dynamo metamorphic marble is of the same age as mica schists, whereas a smaller part along the northern border of Pohorje is probably dynamo metamorphosed Upper Cretaceous limestone. In the northwestern part of Pohorje is also the contact metamorphic marble of the Upper or Post-Upper Cretaceous age. In it there are also bands of sandy marble in which badly preserved fossil-remains were detected that could be designated as Cretaceous Terebratulae.

**Phyllite** is more strongly metamorphosed along the contact with dacite than it is the case with places where dacite does not exist. The author has found among phyllites in the northwestern part of Pohorje bands of diabases, diabasetsuffs, bands of limestone as well as recrystallised limestone.

#### **Kainotype igneous and pegmatitic rocks**

Almost all igneous rocks of Pohorje are young. They have been intruded between Upper Cretaceous and Miocene. Parent magma is tonalitic. Therefore the normal plutonic rock on Pohorje is tonalite. Basic

differentiate of this magma is čizlakite. Along the northwestern border tonalite gradually passes into tonalite-porphyrityte, and the latter into dacite. Along the eastern border of the tonalite-massif mostly aplite dykes can be observed. Along its southwestern border there are numerous dykes of lamprophyres, especially malchite.

Tonalite occupies the middle part of the Pohorje massif. The author has moved its northern limit for 3 kilometres more towards south than it is recorded on older maps. Eastern limit has remained mainly the same. Toward southwest tonalite narrows and reaches almost the Pliocene. The author has moved the eastern part of the southern limit for 1 kilometre more towards north. The western part of the southern limit generally coincides with older data. In the northwest the tonalite stretches as far as the base of Mala Kopa. The limit here is very hard to define as tonalite-porphyrityte is very similar to tonalite and they can be often differentiated only on the base of microscopic examinations. As tonalite-porphyrityte passes into dacite and dacite is of the age mentioned above, tonalite is of the same age too. This is also proved by apophyses of tonalite in dacite below Mala Kopa.

Two apophyses of tonalite are also in gneiss near Fram and Slivnica.

Delimitation of different metamorphic rocks, especially amphibolites, has shown that Pohorje is composed of large scales. Along one of the thrust-planes tonalite laccolith intruded as well. Movements were directed towards the north. Along the northern tonalitic limit movements occurred even after the solidification of tonalitic magma. Consequently this is a pronounced tectonic line which is almost parallel with the vertical fault east-west and at which the scaly structure of Pohorje was cut. The northern part was sunk and filled with Tertiary strata of Ribnica.

It is true that the southeastern border of tonalitic massif assumes a decidedly Dinaric trend, but the examination of aplitic dykes has revealed that this border is not tectonic. At least after the solidification of tonalite there occurred no major tectonic movements along it. The Dinaric trend of this border resulted from the Dinaric strike of metamorphic schists.

Mineralogical composition and structure are a proof that tonalite and its aschistic dyke-rock tonalite-porphyrityte are related. By its mineralogical composition it does not differ from tonalite. It contains slightly less biotite only since the latter has been altered to a great extent into chlorite. This has been caused by a major tectonic deformation of tonalite-porphyrityte. Tonalite-porphyrityte reveals all stages of texture of groundmass from a very fine-grained with a diameter of grains less than 0,01 mm to the transition into tonalite. We distinguish two types of structure. In the former, homogeneous type, grains of feldspars, quartz and biotite can be observed in the fine-grained groundmass. There is a slightly expressed trend only in biotite. The latter type displays a slaty cataclastic texture. On the base of a relatively few examined samples (40) it seems that the latter type predominates. A greater part of quartz and feldspar grains is

crushed, while biotite is compressed into parallel folded zones which are predominantly chloritized. Quartz and some feldspar grains reveal wavy extinction.

The study of tonalite-porphyrites has revealed that tectonic processes were taking place before the crystallization of tonalite-porphyrite, during it, and after it. Perhaps the chloritization of biotite occurred concurrently with the diaphoresis of mica schists and amphibolites.

Tonalite-porphyrites on Pohorje represents a dykerock that do not appear in the form of dykes. It shows the gradual transition between tonalite laccolite and dacite-stocks, and magmatic intrusion and dacitic eruption respectively. Outcrops in the phyllites belong to dacite.

In the western part of Pohorje the largest area of all igneous rocks is covered by dacite. The dacite-massif around Črni vrh, Velika Kopa and Mala Kopa can be considered as the direct continuation of tonalitic massif, as it stretches in the same direction and probably along the same tectonic line.

Dacite appears in several forms. Along tonalite respectively tonalite-porphyrite it assumes the shape of an uniform massif, while farther off there are larger and smaller stocks, dykes and sills. However, only a part of dacite has probably emerged to the earth's surface a majority of it having solidified under it. In places where erosion was very strong stocks of dacite can be observed. There is also exposure of tonalite. Where owing to a slight rise of ground erosion was not so strong the phyllitic cover with innumerable sills and dykes has been preserved.

All the dykes of lamprophyres examined, except that of speassartite, belong to malchite. The greater part of outcrops appears on the southwestern slope of Pohorje between Dovže and Mislinje gorge included. A few dykes appear in the surroundings of Lovrenc on Pohorje. The composition of malchite is fairly stable in all outcrops. We can observe 55 to 65 per cent of medium basic plagioclases, whereas in the rest hornblende predominates.

**Aplites** are very common and well described dykes of Pohorje. Especially at the southwestern end of tonalitic laccolith single aplitic dykes combine into an almost uniform complex reaching as far back as Pliocene. Garnets and muscovite are often constituents of aplites.

Tonalite-pegmatites are well described rocks of Pohorje. Mylonite-pegmatites are slightly less known. They make up white gneiss-like bands in mica schists reaching a few decimetres or metres in thickness. These are probably older pegmatites. They were transformed into mylonites by diaphorization, perhaps when the folding and faulting of strata occurred on Pohorje. Petrographic characteristic does not suggest of origin from tonalitic magma. Among the feldspar grains we can observe microcline, orthoclase and albite. Quartz and feldspar grains are crushed. They are regularly accompanied by muscovite and tourmaline. The majority of mylonite pegmatites can be found in the northern part of Pohorje.



## Sediments

Sediments stretch uninterrupted in the northwestern part of Pohorje north of Kremžarjev vrh. Moreover they appear as individual patches along the northern border of the Pohorje crystalline massif all the way from Anton near Ribnica to Ruše. On the geological map the author distinguishes the following strata: Permian sandstones, chales and conglomerates, anisian limestones, Triassic dolomites, Gosau limestones and marls as well as Tertiary and Quaternary sediments.

### The Planina and Hudi kot contact metamorphic ore-deposits

As far back as during the field explorations in 1950 the author discovered the first contact-metamorphic rocks on the northern slope of Mala Kopa. Subsequent explorations revealed a typical contact metamorphic ore-deposit. Ore-bodies appear on the earth's surface on an area 3,5 kms long and 3 kms wide. This ore-deposit was being exploited in the 18th and 19th centuries. Here the following contact metamorphic rocks are represented: hedenbergite, granatite, epidosite, epidosite with garnets, white and greenish-grey marbles and recrystallized limestones with silicates.

The hedenbergite is the least important skarn. In addition to preponderant hedenbergite there are small amounts of quartz, calcite and plenty of ore minerals. In some places it passes into sulphide and oxide ore.

Granatite appears in considerable proportions. It is found in all outcrops of skarn. It is composed almost exclusively of garnets. As a rule they are not isotropic, but they have in general a zonal structure. Lamellae are parallel to crystal planes and dependent on the composition of garnets. Grossularite and andradite as well as their isomorphous mixtures can be observed. There are few minerals of the epidote group, quartz, sphene, chlorite, calcite, chalcedony, feldspars and amphiboles. In some parts there are many ore minerals.

Granatites uninterruptedly pass into garnet-epidosite and the latter into common epidotes. Epidosite is the most common kind of skarns. The rock is composed mainly of minerals of the epidote group, containing nearly all its members from clinozoisite and pistacite to epidote. Epidosite passes gradually into marble by increasing of the amount of calcite.

Often we can find tectonic deformed epidosite veined by ore minerals. Thus tectonic movements should take place during the formation of the ore deposit as well. In the ore deposit very fine-grained hornfels can also be found.

The ore-minerals are usually fine-grained. The following appear: magnetite, chalcopryrite, chalcocite, bormite, pyrite, pyrrhotite, galena, sphalerite respectively marmatite, molybdenite, limonite, malachite, and azurite.

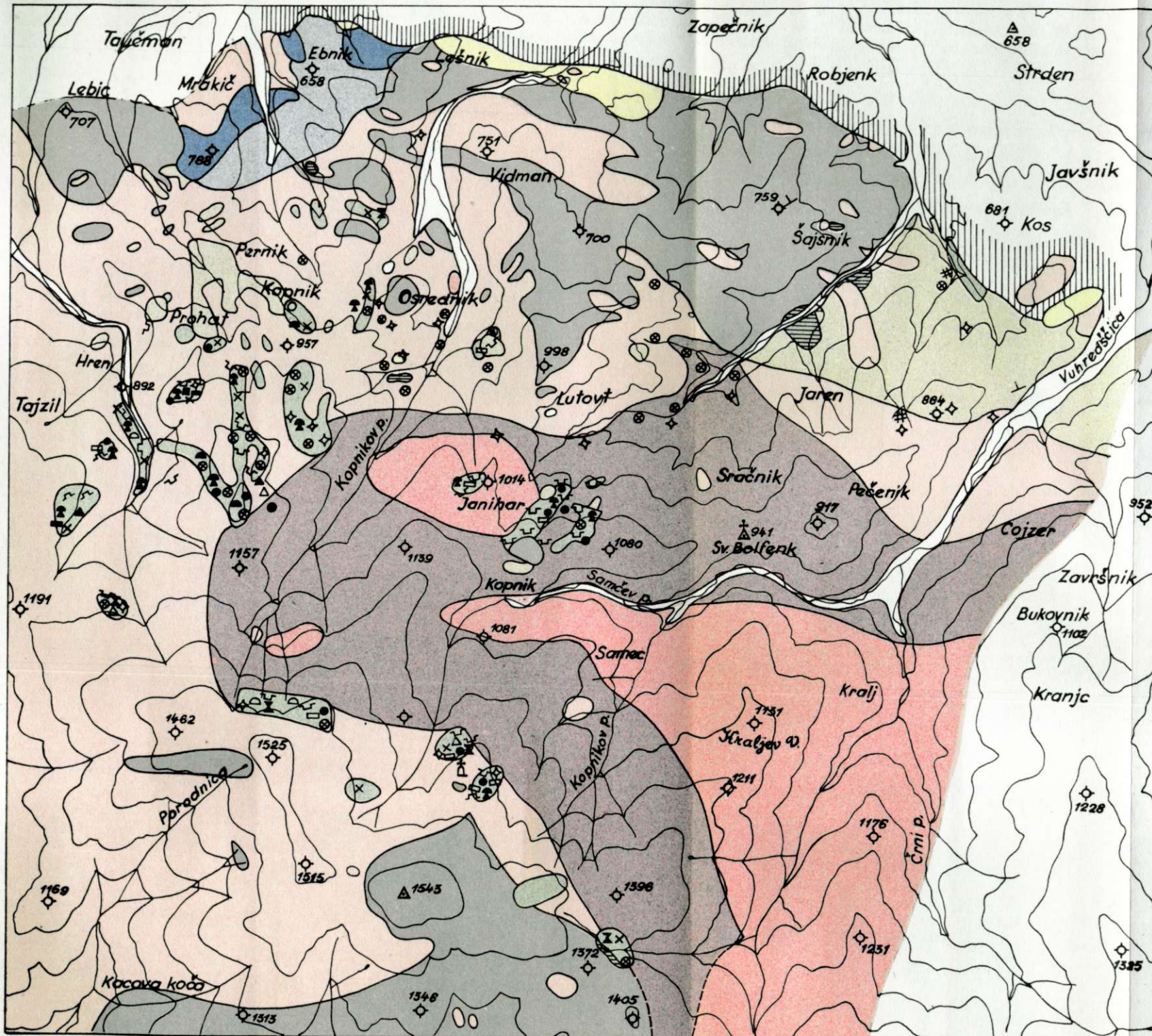
According all the data gathered hitherto it is evident that the ore deposit at Planina and Hudi kot is of a pneumatolytic and metasomatic



# Geološka karta rudišča Planina in Hudi kot Geological map of the ore-deposits Planina and Hudi kot

Legenda — Legend:

- holocen  
Holocene
- miocen  
Miocene
- zgornjekredni apnenci in laporji  
Upper Cretaceous limestones and marls
- triadni dolomit  
Triassic dolomite
- werfenski peščenjaki  
Werfenian sandstones
- filiti  
Phyllites
- diaforitski blestnik  
Diaphthorite-mica schist
- amfibolit  
Amphibolite
- dacit  
Dacite
- tonaltni porfirit  
Tonalite-porphyrite
- tonalit  
Tonalite
- skarni  
Skarnes
- #  
pegmatit  
Pegmatite
- hedenbergitit  
Hedenbergitiite
- granatit  
Granatite
- epidozit z granati  
Epidosite with garnets
- epidozit  
Epidosite
- x  
rogovci  
Hornfelses
- ◆  
grafitni skrilavci  
Graphite-schists
- magnetit  
Magnetite
- ◐  
pirit  
Pyrite
- ◑  
magnetit in pirit  
Magnetite and pyrite
- ◒  
sulfidne bakrove rude  
Sulphide-copper-ores
- ◓  
oksidne bakrove rude  
Oxide-copper-ores
- ◔  
galenit  
Galena
- ◕  
sfalerit  
Sphalerite
- ◖  
rov  
Adit





contact metamorphous character. It has been formed mainly at the contact of biotite and hornblende-dacite, tonalite-porphyrite and tonalite with limestones, probably of the Upper Cretaceous age. Contact metamorphic rocks appear in the shape of numerous separate bodies. They are all around surrounded by magmatic rocks or they had originally been lying on them. In many places gradual transitions from limestones to skarns with ore minerals and pure ores respectively can be observed.

The ore deposit of Planina and Hudi kot has been formed in an area tectonically very disturbed. Tectonic processes were taking place before, during, and after mineralization. The ore deposit is situated at the crossings of the Alpine, Dinaric and transverse Dinaric faults. Tectonic processes caused dacitic lava to erupt in this very place to the earth's surface. The same processes enabled gas solutions to reach carbonaceous and other sediments and cause the contact metamorphism. Owing to tectonic processes, occurring during mineralization, and a thin cover of sediments a speedy cooling of ore solutions respectively gases was possible. Garnets; hedenbergite and some epidote-minerals are older than ore minerals.

Volcanic eruptions accompanied by tectonic movements broke the covering sediments which had already been probably considerably denuded.

Individual blocks of limestones and other sediments sank deeper into lava and have been metamorphosed there.

This ore-deposit has been formed toward the close of Cretaceous or in Miocene at the latest. It can be considered in a genetic connection with other ore deposits of Pohorje, with that of Mežica as well as with numerous Miocene Styrian vein-ore-deposits.

#### VAŽNEJŠA GEOLOŠKA LITRATURA O POHORJU

Angel, F., 1933, Gesteine der Umgebung von Leutschah und Arnfels in Steiermark, *Jahrb. geol. B. A.*, 83, 6—18.

Benesch, F., 1918, Beiträge zur Gesteinskunde des östlichen Bachergebirges (Südsteiermark). *Mitt. Geol. Ges. Wien*, Jg. 1917, 162—183.

Dölter, C., 1893, Bericht über die geologische Durchforschung des Bachergebirges. *Mitt. Naturw. Ver. Steierm.* Jg. 1892, 307—327.

Dölter, C., 1894, Zur Geologie des Bachergebirges. *Mitt. Naturw. Ver. Steierm.* Jg. 1893, 153—173.

Dölter, C., 1895, Über den Granit des Bachergebirges. *Mitt. Naturw. Ver. Steierm.* Jg. 1894, 247—261.

Dolar-Mantuani, L., 1935, Razmerje med tonaliti in apliti Pohorskega masiva. *Geol. An. Balk. pol.* 12/2, 1—165.

Dolar-Mantuani, L., 1938, Die Porphyrgesteine des westlichen Pohorje. *Geol. An. Balk. pol.* 15, 281—414.

Dolar-Mantuani, L., 1939, Porfirske kamenine zapadnega Pohorja. *Zbornik Prir. dr. Ljubljana*, 1, 36—39.

Dolar-Mantuani, L., 1940, Diferenciacija magmatskih kamenin na Pohorju. *Razpr. mat. pr. razr. Akad. zn. umet.* 1, Ljubljana, 1—13.

Dolar-Mantuani, L., 1942, Tonaliti in apliti na jugovzhodu pohorskega tonalitnega masiva. *Razpr. mat. pr. raz. Akad. znan. umet.*

- Dreger, J., 1905, Geologische Mitteilungen aus den westlichen Teilen des Bachergebirges in Südsteiermark. Verh. Geol. R. A. Wien, 7, 65—70.
- Eigel, F., 1894, Über Granulite, Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite des Bachergebirges. Mitt. Naturw. Ver. Steierm., Jg. 1893, 201—218.
- Eigel, F., 1895, Über Porphyrite des Bachergebirges. Mitt. Naturw. Ver. Steierm., Jg. 1894, 272—275.
- Heritsch, F., 1914, Beiträge zur Kenntnis der Steiermark, IV. Studien des westlichen Bachers. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. Jg. 1913, 52—79.
- Heritsch, F., 1928, Granit im westlichen Bacher. Geogr. vest. Ljubljana, 4, 118—121.
- Ippen, J. A., 1893, Zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolgesteine des Bachergebirges. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. 29, Jg. 1892, 328—369.
- Ippen, J. A., 1893, Zur Kenntnis einiger archaischen Gesteine des Bachergebirges. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. Jg. 1893, 172—200.
- Kieslinger, A., 1926, Aufnahmebericht über das kristalline Gebiet auf Blatt Unterdrauburg, Verh. Geol. B. A. Wien.
- Kieslinger, A., 1928, Aufnahmebericht über Blatt Unterdrauburg, Verh. Geol. B. A. 40—44.
- Kieslinger, A., Beck, H., Teller, F., Winkler, A., 1929, Geologische Karte Unterdrauburg. Wien.
- Kieslinger, A., 1931, Bacher und Karawanken. Verh. Geol. B. A. Wien, 111—125.
- Kieslinger, A., 1935, Geologie und Petrographie des Bachers. Verh. Geol. B. A. Wien, 101—110.
- Kieslinger, A., 1936, Zur Geologie des Südöstlichen Bachers. Sitzungsbericht Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl., Nr. 7/8, 53—55.
- Nikitin, V., Klemen, R., 1937, Diorit-pirokseniti iz okolice Čizlaka na Pohorju. Geol. An. Balk. pol., 14, 149—198.
- Nikitin, V., 1939, Čizlakit — nova kamenina s Pohorja. Zbornik Prir. dr. Ljubljana, 1, 32—35.
- Nikitin, V., 1941, Eklogiti jugovzhodnega Pohorja. Zbornik Prir. dr. Ljubljana, 2, 59—62.
- Nikitin, V. V., 1942, Prispevek h karakteristikam eklogitov in amfibolitov jugozahodnega Pohorja in k vprašanju o nastanku eklogitov. Razprave mat. pr. raz. Akad. zn. umet. Ljubljana, 2, 299—362.
- Rolle, F., 1855/56, Geologische Manuskriptkarte, Blatt Marburg, 1:75 000. Wien.
- Rolle, F., 1855/56, Geologische Manuskriptkarte, Blatt Unterdrauburg, 1:75 000. Wien.
- Schwinner, R., 1943, Die Zentralzone der Ostalpen. Iz Geologie der Ostmark. Wien.
- Šlebinger, C., 1936, Geologija mariborske okolice. Izvestje Muz. dr. v Mariboru, 3, 3—28.
- Teller, F., 1894, Gangförmige Apophysen der granitischen Gesteine des Bacher in den Marmorbrüchen bei Windisch Feistritz. Verh. Geol. R. A. 241—246.
- Teller, F., 1898, Geologische Spezialkarte Blatt Prassberg an der Sann. Wien.
- Teller, F., 1898, Erläuterungen der geologischen Karte Prassberg an der Sann, Wien.
- Teller, F., Dreger, J., 1898, Geologische Spezialkarte, Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz. Wien.
- Teller, F., 1893, Über sogenannten Granit des Bachergebirges in Südsteiermark. Verh. Geol. R. A. Wien, 169—189.
- Winkler, A., 1928, Über das Alter der Eruptivgesteine im Draudurchbrüche. Verh. Geol. B. A. Wien, 243—244.
- Winkler, A., 1929, Über das Alter der Dazite im Gebiet des Draudurchbruches. Verh. Geol. B. A. Wien, 169, 169—181.
- Zurga, J., 1927, Starost granita na Pohorju. Geogr. vestn. Ljubljana, 2, 35—37.

## KARBONSKI KONGLOMERATI NA VZHODNEM OBROBJU LJUBLJANSKEGA POLJA

*Anton Ramovš*

V Utiških brdih in Polhograjskih hribih, na Stražnem vrhu, Straškem vrhu ter Soteškem hribu, v okolici Dolskega in na ozemlju od Ljubljane do triadnih skladov vzhodno od Orljega prevladujejo temni karbonski glinasti skrilačci nad kremenovimi peščenjaki in drobnozrnatimi konglomerati.

Na ozemlju med Lazami, Javorjem, Podlipoglavom in Zalogom stopijo glinaste kamenine v ozadje, prevladujejo pa debelozrnat peščenjaki in konglomerati. Ponekod najdemo v konglomeratu nad meter debele skale apnenca in velike kose glinastega skrilačca.

Med Sadinjo vasjo in Sostrim še prevladuje glinasti skrilačec, ki se vzhodno od Sostrega ob cesti proti Besnici položno nagiba proti severu, pri Sv. Lenartu pa visi proti severozahodu. Na velikem ovinku pred kmetijo Pečar se nagne proti jugozahodu, kmalu za ovinkom pa zgine pod kremenov konglomerat, ki gradi greben od Pečarja proti severu in del grebena proti jugovzhodu do triadnih skladov pri Javorju.

Konglomerat je jugovzhodno od Pečarja večidel drobnozrnat, le med kmetijama Tabor in Žabjek smo doslej našli v njem debele prodnike in bloke. Jugovzhodno od domačije Tabor prehaja drobnozrnat konglomerat v čedalje debelejšega. Okoli 150 korakov pred ovinkom pod Žabjekovo domačijo prevladujejo v konglomeratu kremenovi prodniki orehove velikosti, niso pa redki tudi kot pest debeli. Manj številni so roženčevi prodniki in kosi hematita.

Bolj pogostni pa so močno prepereli tufski prodniki, ki dosežejo v premeru tudi 10 do 15 cm, večinoma pa so manjši. Nadalje sestavljajo konglomerat do 40 cm dolgi kosi sivkastomodrega glinastega skrilačca in prodniki kremenovega peščenjaka. Našli smo tudi večji blok kremenovega konglomerata pravokotne oblike z dimenzijami 75 cm in 35 cm. Prodniki so povezani med seboj z rahlim peščenokonglomeratnim lepilom.

Debelozrnat konglomerat je tudi v tesneh Besnice zahodno od hriba Murjevka in vzhodno od Starega gradu. Sestavljajo ga dobro oglajeni kremenovi prodniki in zaobljeni prodniki temnega glinastega skrilačca, zlepljeni med seboj s peščenosljudnatim vezivom.

V spodnjem delu Gradolskega potoka, ki se pri Gradovljah izliva v Savo, vsebuje kremenov konglomerat približno 10 cm dolge, zaobljene prodnike sivkastomodrega glinastega skrilačca. V srednjem delu doline

nahajamo v konglomeratu okrog 40 cm dolge, zaobljene skale temnega glinastega skrilavca. Drobni prodniki glinastega skrilavca tukaj ni opaziti. V konglomeratu prevladujejo dobro oglajeni kremenovi prodniki, ki imajo premer 2 do 3 cm. Največji med njimi dosežejo debelino 8 cm. Med kremenovimi prodniki sem zasledil tudi manjši prodnik temno-sivega apnenca brez fosilnih ostankov; verjetno jih je še več. V konglomeratu niso redke 2 do 4 cm debele, dinarsko usmerjene kremenove žile, v katerih se pojavlja pirit.

Že pod Jakopičevim mlinom izgine kremenov konglomerat, pokaže pa se peščenjak in glinasti skrilavec.

Od Kastelca proti Gabrjem je na površju sljudnat glinasti skrilavec in sljudnat kremenov peščenjak, ki vpada pretežno proti severovzhodu.

V zgornjem delu potoka Gostinca je prav tako glinasti skrilavec, ki se nadaljuje sem od zahodnega roba gradolske grape in se vleče še dalje proti vzhodu.

V debelozrnatem kremenovem konglomeratu na Lipavčevem griču vzhodno od Gostince doslej še nismo našli apnenčevih, kakor tudi ne drugih prodnikov. V potoku severno od Lipavčevega griča prepredajo konglomerat večinoma vzporedne kremenove žile.

Bolj zanimivi so karbonski skladi med Zagradiščem, Osredkom in Razori ter med Podlipoglavom in Ipavcem.

V širši dolini, ki se pri Podlipoglavu zajeda proti severovzhodu, se pokaže tu in tam v pobočjih temnosiv glinasti skrilavec. V spodnjem delu doline visi proti jugozahodu, v zgornjem pa se pri koti 341 m nagiba proti severovzhodu. Tu ima modrosiv glinasti skrilavec precejšnjo primes sericita. Nekoliko višje poteka vzporedno z glinastimi plastmi več kalcitnih žil.

Nekaj deset metrov od konca širšega dolinskega dna se pokaže v pobočju glinasti skrilavec, ki položno visi proti zahodu. Navzgor prehaja v sljudnat, sprva drobnozrnat, višje pa debelozrnat kremenov peščenjak, ki ga tu in tam prepredajo do dva centimetra debele kremenove žile. Nad njim leži kremenov konglomerat z oglajenimi kremenovimi prodniki, debelimi večinoma okoli dva centimetra. Največji dosežejo do 5 cm v premeru. Vmes so redkejši prodniki temnega glinastega skrilavca. Nekoliko severneje od tod se pokaže na zahodni strani glavne grape strma konglomeratna stena z velikimi bloki apnenca in kosi glinastega skrilavca. Konglomerat leži na glinastem skrilavcu, ki se pokaže v spodnjem delu previsne konglomeratne stene kot zmečkana kamenina ali kot črna glina. Ob kontaktu je še zdobljen in zmljet kremen, ki se pojavlja tudi v potoku ob kontaktu z močno premečkanim glinastim skrilavcem. Glinaste plasti se pokažejo v položnem pobočju nasproti konglomeratne stene na vzhodni strani potoka, kjer pa ni bolj grobih sedimentov.

Viden del konglomeratne stene ima smer severovzhod-jugozahod, nagiba pa se pod kotom okoli 40° proti severozahodu, na kar sklepamo po zglajeni previsni steni, ki je nastala pri drsenju preko podlage. Do pol metra debeli bloki so bili ob narivni ploskvi odžagani, kremen pa tam popolnoma zdobljen.

Posebno pomemben je ta karbonski konglomerat zaradi tega, ker ga med drugim sestavljajo debeli prodniki in skale apnenca z zelo številnimi fosilnimi ostanki. Več konglomeratnih blokov se je bilo že odtrgalo od stene in leže pod njo, nekaj manjših pa je tudi v potoku.

Iz večjega konglomeratnega bloka, ležečega v potoku, sem izbil nekoliko zaobljen kos temnosivega krinoidnega apnenca z dimenzijami približno  $20 \times 15 \times 12$  cm in še drug kos prav takega apnenca ( $10 \times 8 \times 5$  cm). Poleg dobro oglajenih kremenovih prodnikov, debelih okrog 2 do 4 cm, so bili v bloku zaobljeni kosi temnega glinastega skrilavca ter večja ploščica muskovita. Vse je obdajalo peščenosljudnato vezivo.

V drugem konglomeratnem bloku z dimenzijami  $28 \times 25 \times 16$  cm, ki je tudi ležal v potoku, je bil prodnik sivega krinoidnega apnenca ( $14 \times 8 \times 7$ ) z redkimi koralami, prodnik črnega apnenca ( $5 \times 3 \times 2$ ) in precej zaobljen prodnik drobnozrnatega kremenovega konglomerata, prepredenega s tankimi kalcitnimi žilicami ( $18 \times 13 \times 15$  cm). Dalje so sestavljali konglomeratni blok 2 do 3 cm debeli, dobro oglajeni kremenovi prodniki, manjši prodniki temnega glinastega skrilavca in prodniki tufa, v katerem je ugotovil C. Germovšek približno 10 % albita (premer zrnec je od 0,05 do 0,2 mm), okoli 10 % enako velikih kremenovih zrnec, nekaj piritnih zrnec, limonit in glinasto preperelino. V tufu je bilo vezivo drobnozrnato, delno se je zapazila skrila tekstura.

V potoku je ležal tudi močno razjeden blok ( $50 \times 25 \times 25$  cm) sivega krinoidnega apnenca s koralami. Na enem mestu se ga je držalo še peščenosljudnato vezivo in kremenov prodnik. Le nekoliko manjši prodnik enakega krinoidnega apnenca je ležal v bližini. Prav tam so bili prodniki temnosivega apnenca z redkimi brahiopodi.

Sestava poljubne površine enega kvadratnega metra konglomeratne stene je pokazala naslednjo podobo:

- a) slabo zaobljen prodnik sivega apnenca ( $70 \times 30$  cm),
- b) kos sivega apnenčevega peščenjaka s precej sljude in kremena ( $10 \times 12$  cm),
- c) zaobljen prodnik črnega apnenca ( $7 \times 4$  cm),
- d) nekoliko zaobljen kos peščenega apnenca ( $30 \times 22$  cm),
- e) malo zaobljen kos drobnega apnenčevega peščenjaka ( $20 \times 12$  cm),
- f) prodnik črnega apnenca ( $10 \times 5$  cm),
- g) dva manjša zaobljena prodnika črnega apnenca ( $2 \times 1$  cm),
- h) dobro oglajeni kremenovi prodniki, debeli okrog 2 cm,
- i) konglomeratno peščeno vezivo.

Največja vidna bloka apnenca merita okroglo  $90 \times 85 \times 40$  cm in drugi približno  $145 \times 34$  cm.

V steni je bil tudi zaobljen prodnik ortocernega apnenca s samimi fosilnimi ostanki številnih ortocerov, brahiopodov, mnogih majhnih polžev, školjk in krinoidnih ostankov. Velik je bil  $23 \times 18 \times 13$  cm. Nadalje je bil najden prodnik močno glinenega apnenca z ostanki cefalopodov.

Kremenovi prodniki so v konglomeratu približno povsod enako veliki in dobro oglajeni. Tufski prodniki so zelo redki. Maloštevilni so tukaj

tudi večji kosi glinastega skrilavca (dva med njimi sta bila dolga nad pol metra).

Kamenina daje videz debelih zaobljenih blokov, ki leže med debelo-zrnatimi kremenovimi prodniki, vse pa obdaja peščenokonglomeratno, le redkeje skrilavo vezivo. Konglomerat je prelomljen v različnih smereh. Pri premikih so se zdrobile kremenove žile, glinastopeščeno vezivo pa se je tam zgnetlo in razpotegnilo v smeri premikov.

Vzhodno od Podlipoglava se vleče proti Reškemu kovaču siv glinasti skrilavec in drobnozrnat kremenov peščenjak. Enake kamenine so na desnem bregu Panske reke tudi še vzhodno od Reškega kovača.

Konglomerat z debelimi prodniki apnenca in peščenjaka se pojavlja na tem ozemlju v dragi, ki se zajeda z vzhodne strani proti Razorom. Že v spodnjem delu drage se najdejo tu in tam v strugi, ki je tod izdolbena v glinastem skrilavcu in skrilavem peščenjaku, večji konglomeratni bloki so prav taki kakor v grapi severovzhodno od Podlipoglava. Med apnenčevim materialom se pojavljajo v blokih pretežno črni prodniki. V enem od črnih prodnikov so bili najdeni tudi fosilni ostanki. Največji prodnik apnenca je meril okoli  $25 \times 15$  cm, večinoma pa ne presegajo dolžine 10 cm. Precej številni so tudi majhni črni apnenčevi prodniki. Nadalje je bilo najdenih nekaj kosov sivlega krinoidnega apnenca v velikosti okoli 20 cm in nekaj večjih prodnikov apnenega peščenjaka. Za vse pa je treba poudariti, da so le malo zaobljeni, nekateri kosi pa so celo ostrorobi. Na primarnem mestu se pojavlja tak konglomerat v dragi v višini 360 m, kjer priteka z desne strani majhen potoček. Sotočje je še v sivkastomodrem glinastem skrilavcu s strmim vpadom zdaj proti severu, zdaj proti jugu, pri čemer slednji vpad prevladuje. V kontaktu z glinastim skrilavcem leži debelo-zrnat kremenov konglomerat s številnimi prodniki apnenca: pogostnejši so črni, manj je sivih s krinoidnimi ostanki, redki pa so apnenopeščeni. Siv apnenec vsebuje v več kosih apnenim algam podobne oblike, ki jih drugod doslej nisem našel. Kremenovi prodniki so pretežno orehove velikosti, nekateri pa so celo večji od kurjega jajca. Apnenčevi prodniki imajo različno velikost. Treba pa je pripomniti, da tod doslej niso bili najdeni tako veliki bloki kakor v grapi severovzhodno od Podlipoglava. Najdeni fosilni ostanki so zelo pičli, vendar najdišče še ni izčrpno preiskano. Nadalje v tem konglomeratu manjkajo veliki kosi glinastega skrilavca. Preko glavne grape se vleče kremenov konglomerat v ozkem pasu v prej omenjeno stransko drago in se proti zahodu še razširi.

Nad konglomeratom leži v glavni dragi ponovno sivkastomoder glinasti skrilavec s strmim vpadom proti vzhodujugovzhodu. V zgornjem delu drage najdemo v potoku ponovno apnenčeve prodnike v konglomeratnih kosih in posamezne prodnike apnenca. To kaže, da obstaja enak konglomerat še na drugem mestu, ki leži v višini 390 m. Značilno je, da so na vsem ozemlju kremenovih konglomeratov, posebno v tej grapi, črni prodniki v glavnem manjši kakor prodniki sivlega krinoidnega apnenca in apnenčevih peščenjakov.

V dragi proti Žagarjem in Seljanu ni nikjer na površju konglomeratov, marveč so povsod le glinasti skrilavci in drobnozrnati, večinoma



skrilavi peščenjaki. Le na enem mestu prihaja v spodnjem delu drage na površje debelozrnat kremenov konglomerat v dolžini okoli 25 m, v katerem ni apnenčevih prodnikov.

Hrib s koto 545 m nad zaselkom Razori sestoji iz debelozrnatega kremenovega konglomerata, medtem ko so okrog njega povsod le glinastopeščene kamenine. Konglomerat sestoji pretežno iz različnih kremenovih prodnikov, debelih od oreha do kurjega jajca. Zelo pogostni so v konglomeratu različno veliki kosi hematita. Precej številni so tudi roženčevi prodniki. Nadalje najdemo v konglomeratu večje prodnike metamorfnih kamenin, ki še niso bile mikroskopsko preiskane, in prodnike precej preperelega tufa. Med vsem tem peštrim materialom pa doslej nisem zasledil apnenčevih prodnikov.

V grapi Volčja draga, ki drži proti nekdanjemu svinčenemu rudniku, se pojavlja debelozrnat kremenov konglomerat in zelo trden kremenov peščenjak. Dobro zaobljeni in zglačeni kremenovi prodniki so debeli povprečno okoli 5 cm, najdebelejši pa okoli 10 cm. V spodnjem delu drage se pojavljajo v konglomeratu tudi zaobljeni apneni prodniki, debeli približno 10 cm, eden največjih pa je bil dolg okoli 30 cm. Apnenčevi prodniki so temnosivi, le eden je bil svetlejši s krinoidnimi ostanki. Razen apnenčevih in kremenovih prodnikov so v konglomeratu še do 30 cm debeli, zaobljeni kosi sivkastomodrega glinastega skrilavca.

Debelozrnat konglomerat je tudi v okolici Ipavca, vendar vzhodno od Volčje drage doslej nisem zasledil konglomerata z apnenimi prodniki. V večini drag tam okoli je na površini debelozrnat konglomerat s premerom kremenovih prodnikov od dveh do treh centimetrov. Razen teh so v kamnolomu vzhodno od Ipavca pogostni tudi črni roženčevi prodniki in opekastordeči hematitni prodniki.

Debelozrnat konglomerat gradi Pogled (kota 580 m) in sosednje hribe ter grape. V nekaterih grapah se pojavlja glinasti skrilavec in peščenjak. Na jugovzhodu sega kremenov konglomerat tja do Sel pri Pancah, kjer je debelozrnat konglomerat razgaljen v večjih golicah. Sestoji iz oglačjenih kremenovih prodnikov, ki so dobro sortirani. Prodniki so od lešnikove do orehove velikosti, le redki so vmes debelejši. Vezivo med prodniki sestavlja ponekod le pirit. Razen kremenovih so še roženčevi prodniki in redki večji kosi temnosivega glinastega skrilavca. Med konglomerat se vriva na enem mestu okoli 10 cm debela plast sljudnatega glinastega skrilavca. Kremenov konglomerat se pri Selah izklinja med werfenskimi skladi.

V spodnjem delu potoka, ki teče severno od Brezij proti severu, so v kremenovem konglomeratu poleg zaobljenih in zglačjenih kremenovih prodnikov, debelih kot oreh (nekaj jih ima tudi velikost kurjega jajca), prodniki črnega apnenca s premerom okoli 8 cm. Tudi v teh prodnikih doslej niso bili najdeni fosilni ostanki.

Debelozrnat je tudi konglomerat v grapi, ki se vleče vzhodno od prej omenjene. V njem prevladujejo kremenovi prodniki orehove velikosti. Vmes se pojavljajo tudi debelejši. Precej številni so v konglomeratu različno veliki prodniki zelo trdnega črnega apnenca, ki so večinoma nekoliko zaobljeni, dobe pa se tudi ostrorobi kosi. Veliki so največ okrog

10 cm, največji med njimi pa dosežejo 25 cm. Redkejši so prodniki sivega krinoidnega apnenca. Razen apnenčevih prodnikov je bil najden tudi kos sivega mrežastega apnenca in blok sljudnatega apnenega peščenjaka (40 × 35 cm). Razen tega je treba omeniti še velik blok apnenega peščenjaka (dolg okrog 70 cm). V konglomeratu se pojavljajo tudi slabo zaobljeni bloki drobnozrnatega sljudnatega kremenovega peščenjaka (dolgi okoli 50 cm), in debelejši prodniki sivkastomodrega glinastega skrilavca.

V apnenčevih prodnikih severovzhodno od Podlipoglava smo doslej našli fosilne ostanke krinoidov, koral, školjk, polžev, cefalopodov in brahiopodov. Vsa favna doslej še ni bila obdelana, skoraj gotovo pa je predkarbonske starosti. V prodniku svetlosivega apnenca s koralami iz najdišča severovzhodno od Podlipoglava je določil doc. dr. H. Flügel\* koralo, ki verjetno pripada vrsti *Favosites intricatus?* Barrande. Glede starosti kamenine domneva Flügel zgornji gotlandij, ker ga kamenina močno spominja na nekatere plasti v karnijskih zgornjesilurskih skladih. Izključena pa tudi ni spodnjedevonska starost. Počta je postavil namreč to vrsto v f<sub>2</sub>-Konjeprus, katerega spodnji del je danes najvišji gotlandij, zgornji del pa zgornji oddelek spodnjega devona.

Zaradi lilitov, ki jih je svojčas našel Heritsch na Ljubljanskem gradu in v rimskem zidu v Ljubljani, so geologi domnevali, da so v podlagi karbonskih skladov v Posavskih gubah izključno gotlandijske plasti. Na podlagi favne, ki sem jo našel v karbonskih konglomeratih, pa smemo domnevati, da so bili odloženi vzhodno od Ljubljane devonski in silurski skladi. Bolj jasna nam bo postala ta zamegljena podoba starega paleozoika šele tedaj, ko bo določena nabrana fosilna favna.

Doslej so bili ugotovljeni karbonski konglomerati z bloki apnenca in glinastega skrilavca v Gradolskem potoku, severovzhodno od Podlipoglava, v dragi vzhodno od Razorov in v Volčji dragi ter v dveh dragah na južnozahodni strani Pogleda. Ugotovljena najdišča teh konglomeratov so razvrščena približno v smeri sever—jug, od bližine savske doline na severu tja do karbonskotriadne meje jugovzhodno od Podlipoglava. Kjer se v tem profilu pojavljajo že glinasti skrilavci, ki jih srečujemo v normalnem položaju pod kremenovimi peščenjaki in konglomerati, so bile debele konglomeratne tvorbe severa že odstranjene. Doslej znana najdišča kažejo na nekdanj strnjen pas debelih konglomeratov, ki v današnjih ostankih sicer nimajo povsod popolnoma enakega sestava.

Za nadaljnjo presojo debelih konglomeratov je važna ugotovitev, da so kremenovi in roženčevi prodniki povsod približno enako veliki, dobro oglajeni ter v primeri z apnenčevim materialom zelo drobni. Prav tako so dobro oglajeni tufski prodniki, ki v glavnem tudi niso večji kakor kremenovi.

Približno enako pot kot omenjeni prodniki so imeli tudi redki prodniki metamorfnihih kamenin. Apnenčevi bloki in prodniki so veliki pogosto preko pol metra, nekateri pa celo več kakor meter. V glavnem so nekoliko zaobljeni, vendar pa niso redki popolnoma ostrorobi bloki. Zaobljene so

---

\* Doc. dr. Flügelu na univerzi v Grazu se za določitev korale najlepše zahvaljujem.

tudi debele skale glinastega skrilavca, vendar njih debelina ne dosega debeline največjih apnenih blokov. Prvotno nahajališče teh kamenin ni moglo biti posebno daleč od današnjih konglomeratov. Nadalje je važna tudi ugotovitev, da niso apnenčevi prodniki petrografsko enaki, marveč pripadajo po dosedanjih ugotovitvah najmanj sedmim različnim vrstam kamenine. Posamezne vrste apnencev karakterizirajo tudi drugačni favnistični ostanki, ki bodo povedali marsikaj zanimivega.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

### KARBONISCHE KONGLOMERATE AM OSTRANDE DES LJUBLJANA-FELDES

Im Gebiete der engeren Umgebung von Ljubljana überwiegt in den Karbonschichten Tonschiefer über Quarzsandstein und feinkörnigen Konglomeraten. Am Ostrande des Ljubljana-Feldes wurden an mehreren Stellen sehr interessante Konglomerate mit dicken Kalk- und Tonschiefer-Geröllen festgestellt, wobei die Kalkgerölle eine reiche Fauna einschliessen.

Zwischen den Gehöften Tabor und Žabjak bilden vorwiegend etwa 2 cm dicke Quarzgerölle die grobkörnigen Konglomerate. Weniger häufig sind Gerölle von Sandstein,  $Fe_2O_3$  und angewittertem Tuff. Ausserdem sind in diesem Konglomerat bis 40 cm lange Tonschiefergerölle und der Block eines Quarzkonglomerates ( $75 \times 35$  cm). Das Bindemittel ist sandig-konglomeratförmig und ziemlich locker.

Am Unterlaufe des Grabens Gradolski potok liegen Quarzkonglomerate mit ca. 10 cm langen abgerundeten Geröllen eines graublauen Tonschiefers. Im Mittelabschnitt des Tales befinden sich im Konglomerat ca. 25 cm lange abgerundete Stücke des Tonschiefers. Die grössten sind etwa 40 cm lang. Die Hauptmasse des Konglomerates bilden jedoch gut abgerundete und geschliffene Quarzgerölle mit einem Durchmesser von 2 bis 3 cm, maximal bis 8 cm. Auch das Geröll eines tiefgrauen Kalkes wurde gefunden. Unter den Konglomeraten liegen dann Quarzsandsteine und Tonschiefer.

Auf dem Hügel Lipavec östlich der Ortschaft Gostinca werden die Konglomerate nur von Quarzgeröllen gebildet. An einer Stelle schieben sich in das feinkörnige Konglomerat zwei Schichten eines Tonschiefers ein, etwa 60 cm und 5 cm stark.

An den Talabhängen nordöstlich der Ortschaft Podlipoglav sind über den Tonschiefern (an einer Stelle mit Kalzitadern in der Dicke von einigen Millimetern bis zu 1 cm) fein- und grobkörnige glimmerhaltige Quarzsandsteine mit Quarzadern gelagert. Darüber liegen die Schichten des Quarzkonglomerates mit abgerundeten und geschliffenen Quarzgeröllen (grösstenteils 2 cm stark) und dazu Gerölle eines graublauen Tonschiefers. In diskordanter Lage liegen dort grandig-konglomeratförmige Bänke mit dicken Kalk- und Tonschiefergeröllen.

An zwei grösseren, im Bachbett liegenden Blöcken konnten wir folgende Komponenten feststellen: Im ersten Block wurden zwei schwächer abgerundete Geröllstücke eines grauen Krinoidenkalkes (ca.  $26 \times 15 \times 12$  cm und  $10 \times 8 \times 5$  cm) herausgeschlagen. Die Hauptmasse besteht aus gut abgerundeten und geschliffenen Quarzgeröllen mit einem Durchmesser von durchschnittlich 2 cm, ausnahmsweise bis 4 cm. Das Ganze liegt in einer sandigglimmerigen Grundmasse.

In einem zweiten Block mit den Dim.  $28 \times 15 \times 16$  cm befand sich ein Geröll ( $14 \times 8 \times 7$  cm) von grauem Krinoidenkalk mit Korallen, ein weiteres Geröll von schwarzem Kalk ( $5 \times 3 \times 2$  cm), schliesslich noch ein ziemlich gerundetes feinkörniges Quarzkonglomeratgeröll mit Kalzitadern. Die Hauptmasse dieser grandig-konglomeratischen Blöcke besteht aus den gleichen Quarzgeröllen wie oben, es gibt aber auch Gerölle von tiefgrauen Tonschiefer. In diesem Block wurde weiterhin auch ein Tuffgeröll mit ca. 10 % Albit, ca. 10 % Quarz, einigen Pyritkörnern und Limonit gefunden.

Weiterhin wurden auch Gerölle eines grauen Kalkes mit vereinzelt Brachiopoden, Gerölle von Orthocerenkalk mit zahlreichen Orthoceren, Muscheln, kleinen Schnecken, kleinen Brachiopoden und Krinoidenresten, sowie Gerölle eines sandigen Kalkes gefunden.

In einem Quadratmeter einer beliebig genommenen Fläche des Konglomerates zeigte sich folgendes Bild:

- a) Ein schwach gerundetes Geröll eines grauen Kalkes ( $70 \times 30$  cm).
- b) Das Geröll eines Kalksandsteines mit einem Belag von Glimmer und Quarz ( $10 \times 12$  cm).
- c) Ein abgerundetes Geröll eines schwarzen Kalkes ( $7 \times 4$  cm).
- d) Ein schwächer gerundetes Geröll eines sandigen Kalkes ( $30 \times 22$ ).
- e) Ein schwach gerundetes Geröll eines Kalksandsteines ( $20 \times 12$  cm).
- f) Das Geröll eines schwarzen Kalkes ( $10 \times 5$  cm).
- g) Zwei kleine, gerundete Gerölle eines dunkelgrauen Kalkes ( $2 \times 1$  cm).
- h) Gut gerundete und geschliffene Quarzgerölle mit einem Durchmesser von ca. 2 cm.
- i) Konglomeratichsandiges Bindemittel.

Die grössten bis heute in der Konglomeratwand entdeckten Blöcke zeigen die Dimensionen von:  $90 \times 85 \times 40$  cm und  $145 \times 35$  cm.

Die Quarzgerölle sind im Konglomerat fast überall gleich gross, in jedem Fall gut gerundet und geschliffen. Tuffgerölle sind hier seltener zu finden.

Konglomerate mit dicken Kalkgeröllen und solchen eines sandigen Kalkes kommen auch in dem östlich vom Bauernhof Razoni liegenden Graben vor. Im Unterlaufe des Grabens, dessen Bachbett im Tonschiefer und schieferigen Sandsteinen angelegt ist, liegen hier und da grössere Konglomeratblöcke mit Kalkgeröllen verschiedenster Grösse. Die meisten bestehen aus einem schwarzen Kalk und enthalten nur selten Fossilien. Auch Gerölle eines Krinoidenkalkes und eines kalkigen Sandsteines wurden ebendort angetroffen. Im Mittellauf des Baches in einer Höhe von

360 m und 390 m sind diese Konglomerate in zwei Horizonten anstehend zu bekommen, jedesmal Schiefeln eingelagert. Auch hier sind die auftretenden Quarzgerölle gleich jenen nordöstlich von Podlipoglav. Es sei aber betont, dass alle Kalkgerölle in kleineren Exemplaren vorkommen als nordöstlich von Podlipoglav. Die grossen Tonschiefergerölle, die dort auftreten, scheinen hier zu fehlen. Wichtig ist aber, dass sämtliche Gerölle, ausser den quarzigen, nur schwächer gerundet, manche sogar scharfkantig sind.

Der hinter dem Bauernhof Razori liegende Berg (545 m) in seinen wesentlichen Teilen aus Tonschiefern und feinkörnigen, teilweise schiefrigen Sandsteinen aufgebaut, schliesst mit einer Kuppe des grobkörnigen Quarzkonglomerates (Durchmesser der Quarzgerölle etwa von 2 bis 5 cm) ab. Neben den Quarzgeröllen kommen Gerölle eines Hornsteines und von  $Fe_2O_3$  häufiger vor. Auch Tuffe und metamorphe Gesteine, jedoch keine Kalkgerölle, beteiligen sich am Aufbau des Konglomerates.

Im Graben Volčja draga westlich von Podlipoglav findet man in dem grobkörnigen Quarzkonglomerat bis 30 cm lange Tonschiefergerölle, jedoch auch Kalkgerölle so z. B. eines mit Krinoidenresten.

In der Umgebung von Ipavec kommen wiederum Konglomerate ohne Kalkgerölle vor. Im kleinen Steinbruch östlich von Ipavec treten im Konglomerat Gerölle eines Hornsteines und  $Fe_2O_3$  hervor.

Das gleiche Konglomerat wie bei Ipavec ist auch auf dem Pogled (580 m) und den benachbarten Höhen anzutreffen, in einigen tief eingeschnittenen Gräben lassen sich dann auch Tonschiefer und Sandsteine auffinden.

Die grobkörnigen Quarzkonglomerate mit Hornsteingeröllen und seltenen Tonschieferblöcken sind auch noch bei dem Dorfe Sela bei Pance anzutreffen.

Massige Konglomerate wurden auch südsüdwestlich von Podlipoglav gefunden. Dort kommen zwischen gleich grossen, abgerundeten und geschliffenen Quarzgeröllen (Durchmesser vorwiegend ca. 2 cm, seltener bis 4 cm) Gerölle eines sehr harten Kalkes (Durchmesser ca. 10 cm, seltener bis 25 cm), weniger häufig solche von Krinoidenkalk, weiterhin eines feinkörnigen, glimmerigen Quarzsandsteines (etwa 50 cm lang) und grössere Blöcke eines graublauen Tonschiefers vor. Ausserdem wurden noch das Geröll eines Netzkalkes und zwei Blöcke eines Kalksandsteines (40 × 35 cm und der zweite von ca. 70 cm Länge) gefunden.

Dem Alter nach sind die beschriebenen Tonschiefer, Quarzsandsteine und Quarzkonglomerate in die Hochwipfelschichten einzureihen. Dafür spricht besonders die starke Durchbewegung dieser Schichten.

Für die Beurteilung der grandig-konglomeratischen Aufschlüsse ist die Feststellung wichtig, dass die Quarzgerölle überall ziemlich gleich gross, gut gerundet und geschliffen sind. Auch die Tuffgerölle und die seltenen Stücke der metamorphen Gesteine sind gut gerundet, geschliffen und nicht grösser als die Quarzgerölle. Alle müssen wohl aus grösserer Entfernung hierher transportiert worden sein. Die Kalkblöcke sind gerundet, manche aber scharfkantig. Die geschliffenen Kalkgerölle sind seltener zu finden. Die massigen Kalk- und Tonschieferstücke können

nicht von weit her kommen und ohne Zweifel liegen die Mutterschichten dieser Gesteine in unmittelbarer Nähe. Auch petrographisch sind nicht alle Kalkgerölle gleich, sondern gehören wenigstens sieben Arten an mit den Einschlüssen verschiedenster Fossilreste.

Die in den Kalkgeröllen festgestellte Fauna setzt sich aus Korallen, Muscheln, Schnecken, Cephalopoden, Brachiopoden und Krinoiden zusammen. Eine Bearbeitung der gesamten Fauna wird in Kürze vorgenommen werden. Bis jetzt wurde nur eine Koralle als wahrscheinlich *Favosites intricatus?* Barrande (f2-Koneprus nach Pocta) bestimmt, die aus einem Geröll eines grauen Kalkes nordöstlich von Podlipoglav stammt. Dr. Flügel (Univ. Graz) äusserte, dass es sich vermutlich um Obersilur handele, da das Material stark an gewisse Schichten des Karnischen Obersilurs erinnert. Es kan jedoch ebensogut unteres Devon sein.

Dies sind die einzigen bisherigen Angaben, die sich über das Alter der altpaläozoischen Gesteine in der Antiklinale von Litija machen lassen. Doch dürfen wir annehmen, dass neben Silurschichten auch Devonkalke die Unterlage der Savefalten bilden.

Erst die beschriebene Fauna wird uns das Alter dieser Gesteine zeigen und uns mehr Klarheit über die paläogeographischen Verhältnisse dieses Gebietes verschaffen.

#### LITERATURA

Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme in Unter-Krain im Jahre 1857. Jahrb. geol. R. A. 9, pp. 257—276. Wien.

Kossmat, F., 1905, Über die tektonische Stellung der Laibacher Ebene. Verh. Geol. R. A. pp. 71—85. Wien.

Kossmat, F., 1906, Das Gebiet zwischen dem Karst und dem Zuge der Julischen Alpen. Jahrb. geol. R. A. 56, pp. 259—276. Wien.

Rakovec, I., 1931, Morfološki razvoj v območju posavskih gub. Geogr. vestnik 7, pp. 3—66. Ljubljana.

Rakovec, I., 1939, Prispevki k tektoniki in morfogenezi Loških hribov in Polhograjskih dolomitov. Geogr. vestnik 15, pp. 99—121. Ljubljana.

Rakovec, I., 1951, K paleogeografiji Julijskih Alp. Geogr. vestnik 23, pp. 109—135. Ljubljana.

Tornquist A., 1929, Die Blei-Zinkerzlagerstätte der Savefalten vom Typus Litija (Littai). Berg- u. Hüttenmännisches Jahrb. 77, pp. 1—27. Wien.

Weyl, R., 1952, Geologische Auswirkungen zweier Unwetterkatastrophen des Jahres 1951. N. Jahrb. Geol. u. Paläont., Mh. pp. 551—553. Stuttgart.

## MLADOPALEOZOJSKI SKLADI NA KONJIŠKI GORI IN JUŽNO OD ŽIČ

Anton Ramovš

Teller (1899) je našel na Konjiški gori in v njenem nadaljevanju vzhodno od Žičnice med paleozojskimi plastmi le zgornjekarbonske sklade. Sestavljajo jih temni glinasti skrilavci in peščenosljudnate plasti, ki se menjavajo s kremenovimi konglomerati. Posebno značilni pa so v teh skladih temni apnenci z belimi kalcitnimi žilicami in fuzulinidami.

Pretežni del Konjiške gore naj bi sestavljali po Tellerju triadni grebenski apnenci in njihov dolomitni facies. Apnenci naj bi bili tam prav taki, kakršni so grebenski apnenci z diploporami v Savinjskih Alpah.

Nova raziskovanja na tem prostoru so pokazala, da je precejšnji del, morda pa celo ves nekdanji triadni kompleks Konjiške gore in njenega vzhodnega podaljška proti Ločam, permske starosti.

Najnižji permski stratigrafski člen sestavljajo črni, z belimi kalcitnimi žilicami prepredeni rotnovški apnenci, v katerih so ponekod zelo pogostne velike kroglaste psevdoschwagerine. Razen apnencev najdemo tudi apnenčeve breče. Drobcji v breči dosežejo v premeru 10 mm, večinoma pa so manjši. Spojeni so med seboj s šivi. Vezivo se ne vidi. Fuzulinidna favna je tudi v breči precej pogostna.

Na zahodni strani Tolstega vrha so na površju temni apnenci in apnenčeva breča. Na tem kraju je bila na prostoru Konjiške gore najdena doslej najbogatejša mikrofavna. Dr. V. Kochansky-Devidé je v temnem apnencu in breči določila naslednje vrste:

*Pseudoschwagerina carniolica* Kahler & Kahler  
*Quasifusulina longissima* (Möll.)  
*Rugofusulina ex gr. alpina* (Schellw.)  
*Boultonia willsi* Lee  
*Schubertella australis* Thompson & Miller

Med algami pa sta zastopana rodova *Atractyliopsis* in ? *Vermiporella*.

V močno zdrobljeni apnenčevi breči iz Suhodola je našla naslednjo mikrofavno:

*Pseudoschwagerina* sp. indet.  
*Rugofusulina ex. gr. alpina* (Schellw.)  
*Quasifusulina* sp. indet.  
*Dentalina* sp.

Razen tega najdemo v tej breči tudi krinoidna stebila.

Glede starosti apnencev in breč meni Kochansky-Devidé na podlagi fuzulinidne favne, da pripadajo najverjetneje srednjim rotnoveskim skladom, utegnili pa bi biti tudi ekvivalent zgornjih pseudoschwagerinskih apnencev.

Blizu Suhodola je bila najdena v črnih, z belimi kalcitnimi žilicami prepredenih apnencih korala *Carinthiaphyllum suessi* Heritsch, ki dokazuje zgornje pseudoschwagerinske apnenice.

Dosti bolj kakor rotnoveski skladi so razširjeni na prostoru Konjiške gore trogkofelski apnenci, ki so večinoma svetlosivi in gosti, ponekod pa drobnozrnati ali brečasti. Navadno jih prepredajo bele ali rožnate kalcitne žilice. Trogkofelski apnenci vsebujejo pri Brunčovi domačiji južno od Žič in na severni strani Tolstega vrha mnogo fuzulinid; tod najdemo v istih plasteh tudi skromno brahicpodno favno. Iz omenjenih krajev je bila določena naslednja mikrofavna, ki dokazuje trogkofelske sklade:

*Pseudoschwagerina citriformis* Kahler & Kahler  
*Rugofusulina* sp. (2 vrsti)  
*Schwagerina* sp.  
*Schubertella* sp.  
*Bigenerina* sp.

Razen fuzulinid so v nekaterih plasteh zelo številne tudi spongije, ki so celo kamenotvorne.

Redkejši kakor svetli so na Konjiški gori temnosivi apnenci s fuzulinidami. Razen teh najdemo tam tudi rožnate apnenice, pač pa mesnato-rdečih na tem prostoru doslej še ne poznamo.

Razen trogkofelskih apnencev so razgaljeni na precejšnjem področju Konjiške gore in njenega nadaljevanja proti vzhodu sivi dolomiti, ki leže večidel pod apnenčastimi skladi, verjetno pa so tudi med njimi. Večinoma jih najdemo na vznožju apnenčastih vrhov in so po položaju sodeč prav tako trogkofelske starosti. Ostre meje med apnenci in dolomiti ni, na več krajih pa najdemo tudi dolomitizirane apnenice. Paleontoloških dokazov za permsko starost dolomitov še ni, ker apnenčaste alge, ki jih najdemo v dolomitih, še niso določene. Fuzulinid v teh dolomitih doslej še nismo dobili. Podobno pa so razviti trogkofelski skladi tudi v Zahodnih Karavankah, kjer je bila v dolomitih ugotovljena fuzulinidna favna.

Najmlajše permske sklade sestavlja po najnovejših ugotovitvah na prostoru Konjiške gore trbiška breča. Sestavljena je iz sivih in rožnatih ter manj pogostnih rdečih apnenčevih kosov, ki so zlepljeni z rdečkastim vezivom. V posameznih kosih in v lepilu najdemo fuzulinide.

Stratigrafske razmere so po teh ugotovitvah na Konjiški gori prav take, kakor jih poznamo v okolici Boča, le da na slednjem kraju trbiška breča doslej še ni bila ugotovljena. Na področju Boča se pojavljajo javor-niške plasti, zgornji pseudoschwagerinski apnenci s *Carinthiaphyllum suessi* in pseudoschwagerinami ter trogkofelski skladi. Slednji so bili znani doslej le na prav majhnem prostoru (»Glashüttengraben«), kjer jih omenja že Heritsch (1941), Kochansky-Devidé (1954) pa je našla v njih zanimivo trogkofelsko mikrobiocenozo.



V letošnjem letu se mi je posrečilo nabrati skromno fuzulinidno favno tudi v svetlosivih apnencih na severnem pobočju Boča, ne daleč nad Konjiško vasjo. Ker so apnenčevi skladi tam prav taki kakor ostali svetli apnenci na Boču, smemo upravičeno izraziti domnevo, da so tudi slednji trogkofelske starosti. Razen apnencev najdemo tudi tukaj dolomitne sklade, ki prav tako kakor apnenci še čakajo podrobnejših preiskav.

Z Boča se vlečejo apnenčevi in dolomitni skladi proti zahodu, segajo južno od Poljčan preko Bele in zahodno od ozkega vmesnega pasu javor-niških in oligocenskih skladov še preko železniške proge Celje—Poljčane. Pri Zbelovem se pokazeta iznad oligocenskih plasti dve dolomitni krpi, okoli dva kilometra zahodnje od tam pa najdemo že novoodkrite trogkofelske sklade. Ti so enaki kakor oni na Boču in ki naj bi bili po Tellerjevih ugotovitvah prav tako triadne starosti.

### UPPER PALAEOZOIC STRATA ON KONJIŠKA GORA-MOUNTAIN AND SOUTH OF ŽICE (EASTERN KARAVANKE)

The greater part of Konjiška gora-mountain and its extent east of Žičnica, which is composed of Triassic reeflimestone and dolomite, according to Teller consists of Permian strata according to new mapping. The oldest stratigraphic horizon is represented by black Rattendorf limestone interwoven with white calcite veins as well as by dark grey breccia abounding in Fusulines. In dark limestone and limestone breccia on the western side of Tolsti vrh the following species have been determined:

*Pseudoschwagerina carniolica* Kahler & Kahler  
*Quasifusulina longissima* Möll.  
*Rugofusulina ex gr. alpina* Schellw.  
*Boultonia willsi* Lee  
*Schubertella australis* Thompson & Miller

and Algae:

*Atractyliopsis*  
? *Vermiporella*

In the considerably crushed limestone breccia from Suhodol the following species were determined:

*Pseudoschwagerina* sp. indet.  
*Rugofusulina ex gr. alpina* Schellw.  
*Quasifusulina* sp. indet.  
*Dentalina* sp.

This limestone and breccia belong according to V. Kochansky-Devidé most probably to the Middle Rattendorf strata, or they could be an equivalent of the Upper *Pseudoschwagerina* limestone.

Near Suhodol *Carinthiaphyllum suessi* Heritsch in black limestone interwoven with white calcite veins displays the Upper Pseudoschwagerina limestone.

In the area of Konjiška gora-mountain light grey and thick, in some places fine-grained and brecciated Trogkofl limestones are much commoner than Rattendorf strata. Near the Brunc-estate south of Žiće and on the northern slope of Tolsti vrh the following microfauna, testifying the Trogkofl age, has been found:

*Pseudoschwagerina citrifomis* Kahler & Kahler  
*Rugofusulina* sp. (2 species)  
*Schwagerina* sp.  
*Schubertella* sp.  
*Bigenerina* sp.

On the northern slope of Tolsti vrh in addition to numerous Fusulines poor Brachiopod fauna occurs as well as very numerous sponges can be found at several places.

On Konjiška gora-mountain and in its eastern extent grey dolomites occur beside grey and pink limestones. They mostly underly Trogkofl-limestones, but they probably occur between them as well. Probably these dolomites belong to the Middle Permian age too.

The youngest Permian strata on Konjiška gora-mountain is represented by Trbiž-breccia composed of grey and pinkish very rarely red limestone pieces with reddish cement. Fusulines are found in pieces and in cement.

The author gathered modest Fusuline fauna in light grey limestone on the northern slope of Boč as well. Since this limestone equals all the other light limestone on Boč — which according to Teller are of the Triassic age — the author supposes that all the light limestone and dolomite on Boč and in the area between it and Konjiška gora-mountain are of the Trogkofl age.

#### LITERATURA

Heritsch, F., 1941, Nachweis des oberen Schwagerinenkalkes im Gebiet des Wotschberges. Zentralbl. Min. etc., 1941, pp. 274—279, Stuttgart. (Glej tam starejšo literaturo.)

Kochansky-Devidé, V., 1954, Pregled dosadašnjih istraživanja fuzulinida Jugoslavije. Referat na I. kongresu geologov FLRJ na Bledu.

Teller, F., 1899, Erläuterungen zur Geologischen Karte Pragerhof-Windisch Feistritz. Wien.

## MAGNETNA DEKLINACIJA V LJUBLJANI ZA LETO 1954,5

Ferdo Miklič

**Vsebina:** Marca in julija 1954 sem izmeril deklinacijo v okolici Ljubljane. Merjena vrednost  $D = -1^{\circ} 37,6'$  se od ekstrapolacij iz literature na podlagi starejših meritev razlikuje za  $-10,4'$ . Moderni busolni teodoliti zahtevajo poznavanje magnetne deklinacije z natančnostjo nekaj minut, ter upoštevanje dnevnih sprememb magnetnega zemeljskega polja. Določevanje deklinacije je enostavno delo, katerega pa pri geodetskih in jamomerskih meritvah po navadi ne izvajamo. Merjenje mi je pokazalo, da moremo deklinacijo določiti z zadostno natančnostjo tudi z instrumenti, katere uporabljamo pri vsakodnevem jamomerskem in geodetskem delu.

### Podatki iz literature

J. Mokrovič je na podlagi podatkov magnetnih observatorijev v O-Gyalli, Potsdamu in Puli obdelal vse meritve magnetnih elementov med leti 1850 in 1918 na ozemlju bivše Jugoslavije. Izdelal je karti enakih deklinacij (izogon) ter enakih horizontalnih intenzitet za leto 1927,5. Računal je pod predpostavko, da so dnevne in letne spremembe zemeljskega magnetizma na vsem raziskanem območju istočasne ter enake spremembi, zaznamovani v enem bližnjih observatorijev.

J. Sedlarjeva je objavila isto Mokrovičovo karto izogon s popravljenimi vrednostmi. Pri tem je upoštevala, da se je deklinacija od leta 1927,5 do leta 1947,5 spremenila na vsem ozemlju naše države za  $+2^{\circ} 54'$ .

Do sedaj so v Sloveniji bile merjene samo vrednosti, ki jih kaže 1. tabela.

Da bi lahko vzporedili starejše podatke kompasnih meritev z današnjim stanjem, navajam v 2. tabeli letne spremembe od leta 1806,8 do danes: (J. Sedlar, Rudarska merjenja, Sporočilo Geofizikalnega zavoda v Zagrebu, od 1947,5 naprej podatki observatorija za zemeljski magnetizem Fürstenfeldbruck, Nemčija).

Če preračunamo s temi podatki stare meritve na leto 1954,5, dobimo za Ljubljano sledeče vrednosti deklinacije:

1850,0	1890	1907	1918	
$-1^{\circ} 25'$	$-1^{\circ} 28'$	$-1^{\circ} 26'$	$-1^{\circ} 30'$	povpreček $-1^{\circ} 27,2'$

Vrednosti se med seboj lepo ujemajo; majhne razlike so nastale zaradi tega, ker smo pri preračunavanju uporabili podatke letnih spre-

1. tabela — Table 1

	Cas	D	I	H <sub>CGS</sub> . .10 <sup>-5</sup>	Avtor	φ	λ
Ljubljana	1850	13° 58,5'	62° 54'	20707	Kreil	46° 03'	13° 31'
	1890	10° 04,7'	61° 34,2'	21550	Liznar		
	1907	8° 39'	60° 57'	21863	Kesslitz		
	1918	7° 05'	61° 11'	21594	Schedler		
Celje	1850	13° 40,9'	62° 53'	20775	Kreil	46° 14'	15° 15'
	1890	9° 43,6'	61° 44,8'	21470	Liznar		
	1918	6° 46'	61° 22'	21490	Schedler		
Maribor	1850	13° 27,8'	63° 13'	20529	Kreil	46° 34'	15° 38'
	1890	9° 30,0'	62° 00,7'	21309	Liznar		
	1918	6° 33'	61° 39'	21304	Schedler		
Novo mesto	1890	9° 47,4'	61° 22,5'	21649	Liznar	45° 48'	15° 10'
	1907	8° 21'	60° 46'	21962	Kesslitz		
	1918	6° 51'	60° 56'	21705	Schedler		
Piran	1890	10° 31,2'	61° 19'	21653	Liznar	45° 32'	13° 34'
Postojna	1890	10° 11,7'	61° 23'	21554	Liznar	45° 46'	14° 12'

2. tabela — Table 2

1806,8—1954,5	+ 15° 29,3'	1935,5—1954,5	+ 2° 33,1'
1823,5—1954,5	+ 13° 29,3'	1936,5—1954,5	+ 2° 23,9'
1850,0—1954,5	+ 12° 33,3'	1937,5—1954,5	+ 2° 15,4'
1870,0—1954,5	+ 10° 23,6'	1938,5—1954,5	+ 2° 06,7'
1890,0—1954,5	+ 8° 36,5'	1939,5—1954,5	+ 1° 57,9'
1907,0—1954,5	+ 7° 13,1'	1940,5—1954,5	+ 1° 49,1'
1912,0—1954,5	+ 6° 30,1'	1941,5—1954,5	+ 1° 41,4'
1915,0—1954,5	+ 6° 02,6'	1942,5—1954,5	+ 1° 33,4'
1918,0—1954,5	+ 5° 34,9'	1943,5—1954,5	+ 1° 25,4'
1922,0—1954,5	+ 4° 51,7'	1944,5—1954,5	+ 1° 17,4'
1926,5—1954,5	+ 3° 59,1'	1945,5—1954,5	+ 1° 09,4'
1927,5—1954,5	+ 3° 47,4'	1946,5—1954,5	+ 1° 01,4'
1928,5—1954,5	+ 3° 37,1'	1947,5—1954,5	+ 0° 53,4'
1929,5—1954,5	+ 3° 27,8'	1948,5—1954,5	+ 0° 45,8'
1930,5—1954,5	+ 3° 19,3'	1949,5—1954,5	+ 0° 39,0'
1931,5—1954,5	+ 3° 10,7'	1950,5—1954,5	+ 0° 31,2'
1932,5—1954,5	+ 3° 01,3'	1951,5—1954,5	+ 0° 23,4'
1933,5—1954,5	+ 2° 51,7'	1952,5—1954,5	+ 0° 15,6'
1934,5—1954,5	+ 2° 42,9'	1953,5—1954,5	+ 0° 7,8'

memb različnih krajev ne pa Ljubljane, delno pa so posledice meritvenih napak. Pri merjenju v Ljubljani 1954,5 pa sem dobil vrednost  $-1^{\circ} 37,6'$ , ki je  $10,4'$  zapadnejša.

Ljubljana 1890	$-10^{\circ} 04,7'$
Reka 1890	$-10^{\circ} 07,7'$

Reka naj bi imela torej za  $3,0'$  zapadnejšo deklinacijo kot Ljubljana. Hidrografski Institut ratne mornarice v Splitu pa navaja na Privremeni karti za plovidbu II. 1 : 200.000, 1950 za Reko:  $D = -1^{\circ} 33'$ , letna spr.  $+ 9'$ . Te vrednosti dajo za Reko 1954,5 deklinacijo  $-52,5'$ , ki nikakor ne ustreza dejanskemu stanju. Od avstrijskih meritev do danes so se lokalne anomalije gotovo spremenile; zaradi novih naselij ter z njimi povezanega električnega omrežja, vodovodov in podobnega, ponekod ni mogoče meriti na starih stališčih, vendar pa te spremembe v deklinaciji ne morejo znašati več kot nekaj minut. Na podlagi tako izračunane reške deklinacije bi bila ljubljanska deklinacija  $-49,5'$ .

### Normalno terestrično polje deklinacije v Sloveniji

V Sloveniji je bilo doslej opazovanih le šest magnetnih točk. Zato ne moremo določiti odvisnosti deklinacije od geografske lege. Za grobo orientacijo o verjetni obliki normalnega polja v Sloveniji sem uporabil sosednjo avstrijsko mrežo, merjeno 1928/29, ter Mokrovićevo obdelavo starejših meritev v Hrvatski in Slavoniji. V obeh primerih so vrednosti izravnane po Liznarjevi metodi. Enačbi sta sledeči:

Schedler-Toperczer:

$$d_{\text{norm}, \varphi, \lambda, 1930,0} = 5^{\circ} 24,37' - 0,013 400 \Delta\varphi - 0,450 137 \Delta\lambda - \\ - 0,000 524 702 (\Delta\varphi)^2 + 0,000 100599 \Delta\varphi\Delta\lambda - \\ - 0,000 061 630 (\Delta\lambda)^2 \quad (3)$$

Centralna točka izravnave je presečišče koordinat

$$\varphi_0 = 47^{\circ} 30', \lambda_0 = 13^{\circ} 30',$$

koordinatne razlike v enačbi pa

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - 47^{\circ} 30', \Delta\lambda = \lambda_0 - 13^{\circ} 30'.$$

Mokrović:

$$d_{\text{norm}, \varphi, \lambda, 1927,5} = 3^{\circ} 59,3' + 0,003 53 \Delta\varphi - 0,426 \Delta\lambda + \\ + 0,002 41 (\Delta\varphi)^2 - 0,000 105 \Delta\varphi\Delta\lambda + \\ + 0,000 225 (\Delta\lambda)^2$$

Centralna točka stališče Bastaji,  $\varphi_0 = 45^{\circ} 38' 35''$ ,  $\lambda_0 = 17^{\circ} 16' 41''$  koordinatne razlike v enačbi pa:

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - 45^{\circ} 38' 35'', \Delta\lambda = \lambda_0 - 17^{\circ} 16' 41''. \quad (4)$$

Obe enačbi, reducirani na koordinatno presečišče  $\varphi_0 = 46^\circ 00'$ ,  $\lambda_0 = 14^\circ 30'$ , kar približno ustreza legi Ljubljane:

$$\begin{aligned} \varphi_{Lj} &= 46^\circ 02' 58'' & \lambda_{Lj} &= 14^\circ 30' 40'' \text{ (Ljubljanski grad)} \\ y &= 5\,462\,287,60 & x &= 5\,100\,604,03 \end{aligned}$$

dajeta rezultate, ki so navedeni v 5. tabeli, v kateri je zgornja vrednost za horizontalno presečišče računana po enačbi Schedler-Toperczer, spodnja pa po Mokroviću.

5. tabela — Table 5

$\lambda$	$13^\circ 30'$	$14^\circ 00'$	$14^\circ 30'$	$15^\circ 00'$	$15^\circ 30'$	$16^\circ 00'$	$16^\circ 30'$
$\varphi$							
$46^\circ 30'$		— 16,0	— 2,1	+ 11,9	+ 24,9	+ 40,1	+ 54,4
		— 21,8	— 6,3	+ 8,7	+ 23,1	+ 37,5	+ 51,3
$46^\circ 00'$		— 27,7	— 13,9	0,0	+ 14,1	+ 28,2	+ 42,2
		— 31,2	— 15,4	0,0	+ 14,9	+ 29,4	+ 43,3
$45^\circ 30'$		— 24,8	— 10,9	+ 3,1	+ 17,3	+ 31,5	
		— 29,3	— 13,7	+ 1,5	+ 16,3	+ 30,7	

Pri premiku stališča od vzhoda proti zahodu se absolutna vrednost (negativne) zahodne deklinacije za Ljubljano poveča, in sicer za  $28'$  za eno dolžinsko stopinjo po Sch. T., za  $30,3'$  po Mokroviću, kar povprečno znese  $23''$  na 1 kilometer. Pri premiku od juga proti severu za eno širinsko stopinjo se absolutna vrednost (negativne) zahodne deklinacije prav tako poveča, in sicer po Sch. T. za  $5,2'$ , po M. pa za  $7,8'$ , kar da povprečno  $3,5''$  na 1 kilometer.

#### Merjenje dnevne spremembe deklinacije

Pravilna določitev deklinacije za določeno točko zahteva istočasno uporabo dveh deklinatorijev. S prvim opazujemo dnevno spremembo ter z integracijo krivulje dnevne spremembe določimo njeno povprečno vrednost. Z drugim instrumentom merimo magnetne smeri. Ker nisem imel dveh deklinatorijev, je to slaba točka v moji določitvi deklinacije.

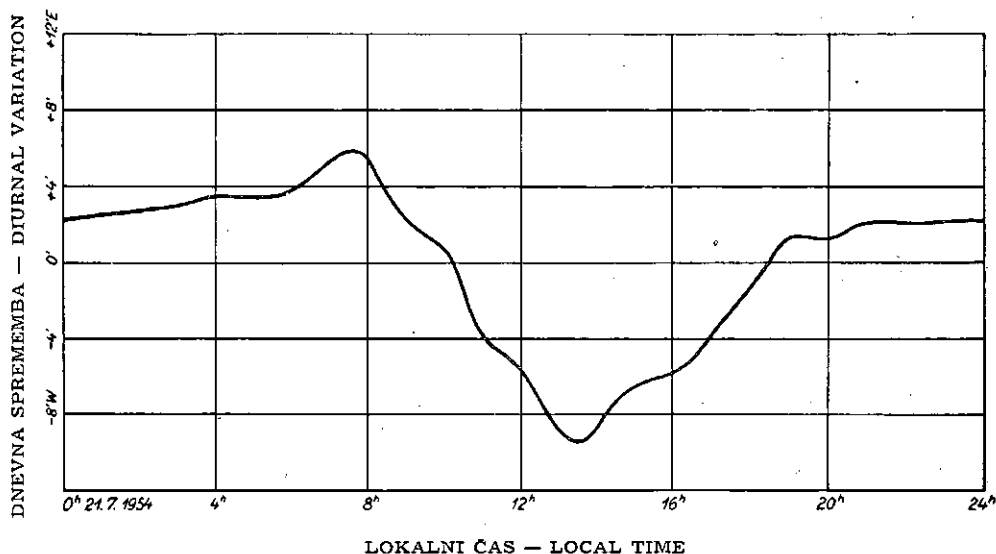
Zaenkrat nimam registracij kakega od najbližjih magnetnih observatorijev, zato sem dva dni z istim instrumentom opazoval dnevno variacijo, v presledkih po 30 minut čez dan, v enournih presledkih čez noč. Nato sem meril deklinacijo, ter zopet dva dni opazoval dnevno spremembo. Za vsak dan merjenja deklinacije sem konstruiral krivuljo dnevne variacije kot povpreček vseh štirih opazovanih dni.

Konstruiran potek dnevne spremembe za 21. julij kaže 1. slika.

Dnevne spremembe, opazovane konec marca in v začetku aprila 1954, so imele isto obliko s približno enakim razponom med največjo vzhodno deklinacijo okoli 8<sup>h</sup> 30<sup>min</sup> ter s prehodom skozi povprečno vrednost (0,0') okoli 9<sup>h</sup> 15<sup>min</sup>.

### Merjenje deklinacije 1954,5 v Ljubljani

**Instrumentarij.** Magnetne azimute sem meril z zrcalnim magnetnim deklinatorijem »Hildebrand« št. 59572, ki ga nataknemo na teodolit. To je v principu cevna busola, pri kateri je možno merjenje v dveh legah magnetnega sistema, tako da je magnetni sistem obrnjen okoli svoje osi



1. sl. Krivulja dnevne spremembe deklinacije 21. 7. 1954

Fig. 1 Graph showing diurnal variation in declination

sever—jug za 180°. Odčitava se z avtokolimacijo s pomočjo deklinatorijevega daljnogleda, nastavljenega na neskončno, in zrcalca, ki je pritrjeno na magnetni sistem. Z merjenjem v dveh legah magnetnega sistema odklonimo napako, ki nastane zaradi tega, ker zrcalce ni pritrjeno popolnoma pravokotno. Daljnogled deklinatorija rabi istočasno tudi za viziranje terestričnih ciljev. Natančnost deklinatorija je  $\pm 15''$ .

Horizontalne kote in zenitne distance sem meril z enakim uspehom z naslednjimi univerzalnimi teodoliti: »Ertel« z nonijskimi mikroskopi, nonijev podatek 0,2', »Miller« z indeksnim mikroskopom, odčitek 1', ceni-  
te v  $\pm 0,1'$ , »Fennel« z nonijskimi mikroskopi s ceni tvijo 15" pri horizontalnih, 1' pri vertikalnih kotih. Vsi instrumenti in stativi so brez železnih delov, prav tako sem skrbno odstranil vse železne predmete iz bližine instrumentov.

Čas sem meril z žepno uro s sekundnim kazalcem. Uro sem zjutraj pred meritvami in zvečer po meritvah primerjal s kronometrom »Rapf« št. 46, tega pa s časovnimi signali Greenwich po radiju.

Stališča. Da bi bilo pozneje možno ponoviti meritve deklinacije na istih točkah, ter da bi kontroliral določitev astronomskih smeri, sem vsa stališča in vizure zbral na trigonometrih iz triangulacije okolice Ljubljane. Točke so navedene v 6. tabeli.

6. tabela — Table 6

Točka	Y	X	Opis
127	5 463 991,13	5 102 829,42	zvonik cerkve ljubljanskega pokopališča
164	5 463 452,10	5 103 332,83	granitni kvader 15 × 15 × 65 cm
167	5 464 138,50	5 103 452,85	granitni kvader 15 × 15 × 65 cm
298	5 450 384,92	5 093 443,61	zvonik cerkve v Bevkah
299	5 452 515,15	5 092 348,81	granitni kvader 15 × 15 × 65 cm
300	5 454 348,31	5 093 004,25	granitni kvader 15 × 15 × 65 cm
3180	5 455 118,51	5 095 772,28	zvonik cerkve v Vnanjih Goricah

#### Določevanje astronomskih azimutov

Račun iz Gauss-Krügerjevih koordinat. Vsa stališča leže zahodno od izhodiščnega meridiana  $15^{\circ} 00'$ , ki ima  $y = 5.500.000,00$  m. Zato sem od smernega kota odštel meridiansko konvergenco, ki sem jo računal po enačbi:

$$\varepsilon'' = \frac{\Delta y \cdot \varrho'' \cdot \operatorname{tg} \varphi}{R}$$

$\Delta y$  = razdalja do izhodiščnega meridiana  
v kilometrih  
 $\varrho'' = 206\,265''$   
 $\varphi$  = geografska širina stališča  
R = polmer zemlje  
 $\varepsilon''$  = meridianska konvergenca

**Neposredno merjenje azimuta.** Azimut sem določal tako, da sem istočasno meril horizontalno projekcijo središča sonca in pravi sončni čas. Metoda je zelo enostavna, zahteva pa zelo točen čas, torej kronometer, ki ima stalen in enakomeren hod tudi pri večjih temperaturnih spremembah. Določal sem ga tudi z istočasnim merjenjem horizontalnih pro-



jekcij sončnega središča in zenitnih distanc. Sončno središče sem določil tako, da sem viziral v dveh križnih legah nasprotna robova sonca. Ta način je za naše potrebe dovolj natančen, ne moremo ga pa uporabiti blizu kulminacije sonca.

### Rezultati meritev deklinacije 1954,5

Vse meritve sem reduciriral na povprečno vrednost dnevnega hoda. Letne spremembe sem reduciriral na datum 1. julija 1954 pod predstavko, da se je v času od 31. marca do 1. avgusta 1954 spreminjala deklinacija linearno za  $1'57''$ . To vrednost sem privzel po letni variaciji 1953,5 do 1954,5, ki znaša po podatku Geofizikalnega zavoda v Zagrebu  $+7,8'$ . Ko bom dobil boljše podatke za redukcijo, to je registracijo dnevnih in letnih sprememb za ta čas, bom svoje rezultate temu primerno popravil.

Stališča	164	167	299	300
Deklinacija	$-1^{\circ}38,5'$	$-1^{\circ}37,6'$	$-1^{\circ}38,5'$	$-1^{\circ}38,9'$

Iz teh vrednosti sklepamo, da je potek izogon v okolici Ljubljane nekoliko anormalen; smer izogon približno SW—NE, ne pa kot pri računem normalnem polju v azimutu približno  $8,6^{\circ}$ . Če je ta sklep točen, bodo pokazale regionalne meritve magnetnega polja Slovenije.

Starejše meritve so bile izvršene na Ljubljanskem gradu. Točna stališča teh meritev mi niso znana; merjenje deklinacije na Gradu zaradi spremenjenih lokalnih anomalij ni zanesljivo. Zato predlagam kot novi reper za magnetne meritve trigonometer 167 na Tomačevski cesti. Ta točka je relativno blizu središča Ljubljane in je dobro fiksirana. Na njej so izvršene štiri meritve v štirih mesecih, ki se ujemajo s srednjo napako aritmetične sredine  $\pm 0,5'$ , zato predlagam kot končni rezultat naslednjo vrednost:

Ljubljana, 1. julija 1954, trigonometer 167.

$$\begin{aligned} \varphi &= 46^{\circ}04'28'' & \lambda &= 14^{\circ}32'06'' \\ y &= 5\,464\,138,50 & x &= 5\,103\,452,85 \\ D &= -1^{\circ}37,6' \pm 0,5' \end{aligned}$$

Sprejel uredniški odbor 7. oktobra 1954.

### The magnetic declination of Ljubljana 1954,5 trigonometrical point 167

$$\begin{aligned} \varphi &= 46^{\circ}04'28'' & \lambda &= 14^{\circ}32'06'' \\ y &= 5\,464\,138,50 & x &= 5\,103\,452,85 \\ D &= -1^{\circ}37,6' \pm 0,5' \end{aligned}$$

The earth's magnetic field in Yugoslavia has been described by J. Mokrović, 1928. He computed earlier measurements, performed from 1850 till 1918, and gave the declination, horizontal intensity and inclination for the year 1927,5, supposing the annual variations on the

whole region measured being equal and simultaneous with the variations on a nearby magnetic observatorium. The magnetic declination of Slovenia has been measured on six localities only (Table 1).

The Table 2 shows the secular variations of the declination for Yugoslavia, from 1806,8 till 1954,5 according various authors. It may serve to direct earlier magnetic charts. Applying it for the earlier measurements made in Ljubljana, we get four values for the declination. The average is  $-1^{\circ}27,2'$ . This value differs from the newly measured one  $-1^{\circ}37,6'$  for 10,4'.

Literary data concerning the declination are not always reliable. Liznar (1899) gives for Rijeka, 80 km south of Ljubljana, a declination for 3' greater westerly of that of Ljubljana (4); the map of the Hydrographic Institute in Split, 1950, shows a declination about 40' easterly Ljubljana.

To show an informative picture of the earth's normal field of the declination, in Slovenia, it was calculated twice, from equations of the normal field of adjoining regions. The upper figures in Table 5 are from Schedler-Toperczer's equation for Austria (3), the lower ones are after Mokrović's (4) equation for Croatia.

The measurement in Ljubljana 1954,5 was performed on trigonometrical points only (Table 6).

To check the astronomical azimuths, calculated from the Gauss-Krüger coordinates of the points, azimuths have been determined directly, measuring time, horizontal projection on the sun's center, and zenithal distances. The time was measured with a halfsecond chronometer, the angular distances with various transits, as normally employed in survey, with an accuracy of  $\pm 0,2'$ . The declination was measured with a declinatorium "Hildebrand" (accuracy  $\pm 15''$ ). Only one apparatus for measuring the declination was available. The diurnal variation for a day on which the declination was measured, has been averaged from the variations, observed hourly, through two days before and two days after it.

The declinations on various days are reduced on the date of juli 1, 1954, assuming a yearly variation of  $+7,8'$ .

Performing surveys with modern compass-transits the surveyor has to know the declination with an accuracy of a few minuts. Usually one relies on literary data.

#### LITERATURA

Liznar, 1899, Die Verteilung der erdmagnetischen Kraft in Österreich-Ungarn zur Epoche 1890,0. Denkschrift d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 67, Wien.

Mokrović, J., 1928, Razdioba glavnih elemenata zemaljskoga magnetizma u Kr. Jugoslaviji za epohu 1927,5, Zagreb.

Mokrović, J., 1929, Horizontalni dio anomalnog magnetnog polja u Hrvatskoj. Vijesti Geološkoga Zavoda u Zagrebu, III.

Schedler-Toperczer, 1932, Die Verteilung der erdmagnetischen Deklination in Österreich zur Epoche 1930,0. Wien.

Sedlar, J., 1949, Rudarska merenja, Zagreb.

## O MONTMORILLONITNIH GLINAH NA DOLENJSKEM

*Anton Grimšičar*

V zadnjem času so odkrili v Sloveniji več nahajališč montmorillonitnih glin, ki so bile omenjene delno že v prvem zvezku te revije (Geologija 1953, pp. 24, 275) in delno tudi drugod. (Tehnika 1953, br. 8, p. 1242.) Geološko in mineraloško pa do sedaj še niso bile obdelane.

Montmorillonitne glin nastajajo pri usedanju vulkanskega pepela v slani ali polslani vodi ter pod vplivom hidrotermalnih in drugih postvulkanskih procesov. Redkeje se tvorijo pri preperevanju magmatskih ali tufskih kamenin v aridnih ali arktičnih pogojih (Grim, 1953, p. 342); taka nahajališča so pomembna kot dober klimatski indikator, a še niso dovolj raziskana.

V tej razpravi bom opisal dve nahajališči bentonitov na Dolenjskem in skušal pojasniti njihov izvor.

Kot prvo omenjam Cikavo pri Novem mestu. Nahajališče je komaj kilometer oddaljeno od državne ceste. Leži ob robu majhnega gozdička na zelo položnem pobočju, v nekakšnem žepu v triadnem apnenem dolomitu, ki vsebuje tufite ter bele in sive kalcitne druze. V bližini najdemo na dolomitu svetlosiv jurski apnenec, ki je mnogo bolj zakrasel kot dolomit. Na 1. sliki je prikazan prečni profil nahajališča, ki je bilo delno raziskano tudi z vrtnjami, 2. slika pa kaže odkop.

Med različno obarvanimi plastmi bentonita s svetlorumenkastimi, zelenkastimi in sivkastimi odtenki je tudi plast, ki vsebuje lepo zaobljene, okrog 4 mm debele prodnike kremena. Dolomit v talnini ima kraško površino ter je močno izlužen in preperel v mokasto snov. Posamezne dolomitne samice, ki so na površju ravno tako izlužene, najdemo tudi v bentonitu, zlasti v bližini kontakta. Dolomit je tektonsko močno porušen.

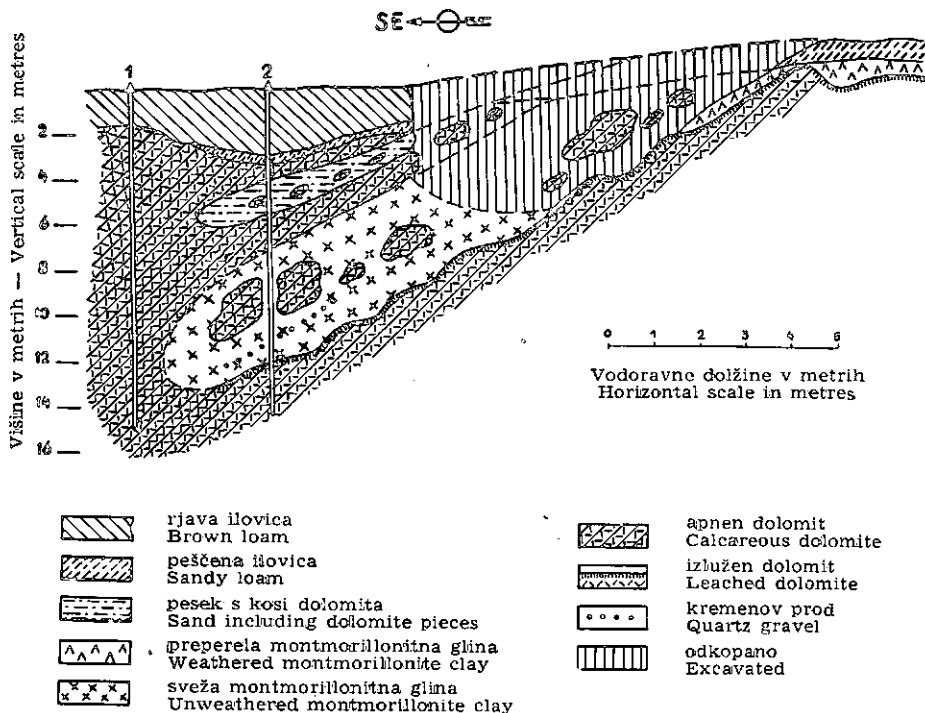
Značilne druze kalcita v dolomitu ne izključujejo možnosti, da so pri njihovem nastanku sodelovali tudi postvulkanski hidrotermalni procesi; zaradi bližine Dolenjskih in Šmarjeških Toplic je takšen vpliv verjeten.

Za nahajališče v Cikavi so značilni tudi manganovi dendriti, ki jih najdemo skoraj po vseh razpokah, zlasti v dolomitu pod bentonitom.

Podobna glina, ki vsebuje tudi minerale kaolinitne skupine in illit, pokriva širše območje. Ni še preiskano, če obstaja več z bentonitom zapoljenih žepov, vsekakor taka možnost ni izključena. Kjer je montmorillonitna glina na površini, je drobno poliedrsko razpokana in ob

razpokah limonitizirana. Na kontaktu z dolomitom v talnini pa je spremenjena v tanko plast precej puste kaolinitno illitne glin.

Drugo nahajališče montmorillonitne glin je severno od Ratja v kraškem ozemlju Suhe Krajine. Odkrili so ga pri oranju na njivi. Razvito je na tektonski meji med spodnjekrednim bituminoznim apnencem, ki vpada pod kotom  $30^\circ$  proti jugu, in svetlim istodobnim apnencem, ki leži skoraj vodoravno. Profil nahajališča prikazuje 3. slika, odkop pa 4. slika.



1. sl. Profil nahajališča montmorillonitne glin v Cikavi  
Fig. 1. Cross-section of the montmorillonite clay-deposit at Cikava

Apnenec je tektonsko močno porušen in na kontaktu zdrobljen; nekatere drse sečejo tudi plast tufa (C). V neposredni bližini se menja vpad plasti od juga na zahod. Kraška oblika nahajališča je torej v zvezi s tektonsko porušenostjo. V globino se nahajališče razširja. Povečuje se debelina plasti C in E, lokalno pa tudi D (3. sl.).

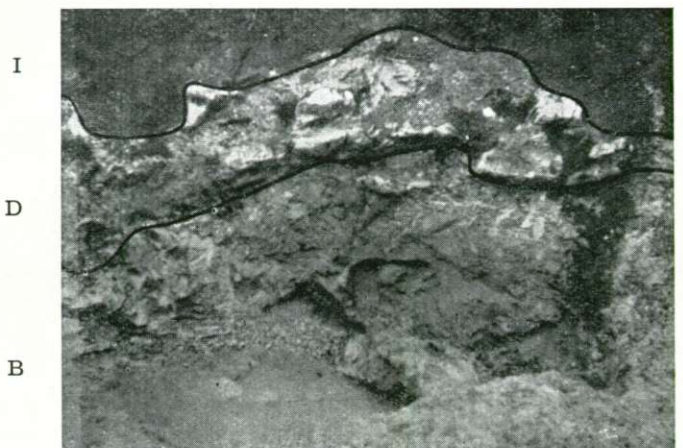
Na površini je bentonit že izlužen; ima kemični sestav, značilen za kaolinit. Kaolinitna glina sestavlja tudi plast G (3. in 5. sl. R), ki vsebuje koščke svetlosivega apnenca.

Čiste montmorillonitne glin v nahajališču ni veliko. Največ je vsebujeta plasti D in E (3. slika). Plasti B in C še nista razkrojeni v glinasto snov in imata še povsem tufski značaj.

Podobno nahajališče leži 500 m jugovzhodno od opisanega.

Bentonit v Cikavi in pri Ratju je bil preiskan tudi mikroskopsko, röntgensko, diferencialno termično in kemično.

Medtem ko je glavna plast bentonita v Cikavi čista glina, vsebujejo glinaste plasti pri Ratju še dosti nerazkrojenih prvotnih mineralov, ki zadosti dobro kažejo na izhodno snov. Razen zrn kremenca so tu številni plagioklazi z lepo razvitimi dvojčičnimi lamelami. Na osnovi kotov potemnitve ocenjena količina anortita ustreza približno andezinu.



I peščena ilovica Sandy loam    D dolomit Dolomite    B montmorillonitna glina Montmorillonite clay

2. sl. Izkop montmorillonitne gline v Cikavi

Fig. 2. Montmorillonite clay-pit at Cikava

Pogosto opazujemo tudi zrna magnetita in številne izotropne delce z jasno negativnim reliefom, ki smo jih prišteli steklu.

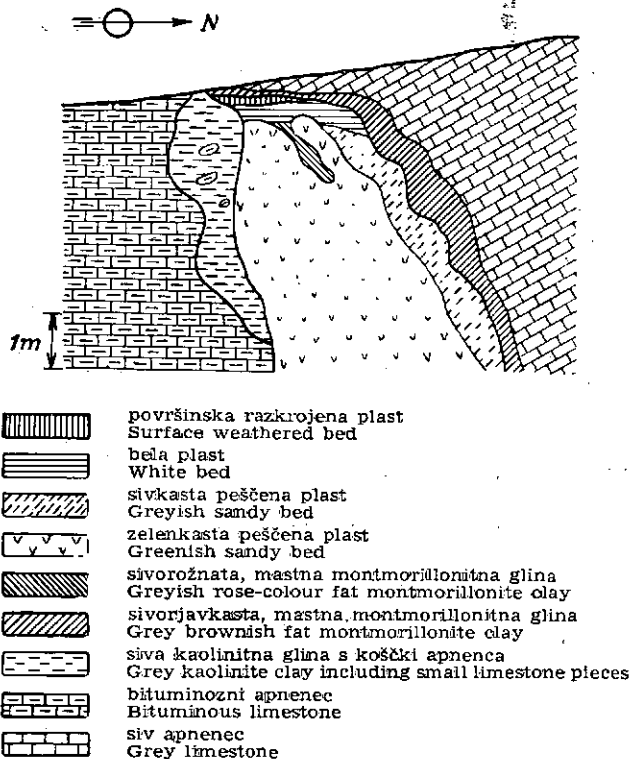
Röntgenski posnetek bentonita iz Cikave (5. slika) kaže naslednje medmrežne razdalje:

Št. črte	jakost črte	d (v Å)
1	močna	4,40
2	šibka	3,32
3	šibka	3,12
4	srednja	2,54
5	šibka	1,69
6	močna	1,49
7	zelo šibka	1,35
8	šibka	1,29
9	šibka	1,25

Najmočnejši sta 1. in 6. črta, ki sta značilni za montmorillonit; nanj kažeta tudi 5. in 9. črta. Srednje močna 4. črta pa kaže na saponit in nontronit.

Podobne medmrežne razdalje smo dobili tudi pri vzorcih iz Ratja in Orehovice pri Št. Jerneju na Dolenjskem.

Diferencialna termična krivulja vzorcev iz Cikave (6. sl. CA, CT) ima endotermne konice pri 200° in 580°, od katerih prva kaže na adsorbirano vodo, druga pa na minerale kaolinitne skupine, ki izgube pri tej temperaturi kristalno vodo. Podobno krivuljo ima glina iz Orehovice (5. sl. Or).



3. sl. Profil nahajališča montmorillonitne gline in tufa v Ratju

Fig. 3. Cross-section of the montmorillonite clay-deposit and tuff at Ratje

Vzorec RT iz Ratja kaže poleg endotermnih odklonov pri 150° in 560° še endotermni odklon pri 850°, ki je značilen za montmorillonit.

Za primerjavo navajamo krivuljo žužemberške illitne gline z značilno konico pri 560°.

Vzorec RD iz Ratja kaže močan endotermni odklon pri 200° C in manjše odklone pri 680, 800 in 900° C. Predstavlja značilno montmorillonitno glino s primesjo kaolinita.

Navajam še podatke žal nepopolne kemične analize vzorcev iz Ratja in Cikave.

	1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
SiO <sub>2</sub>	53,25	63,65	64,85	71,45	51,70	63,10	46,41	59,21	46,08	58,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,07	24,80	12,09	13,31	18,50	22,80	21,07	26,90	21,60	27,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,68	2,01	3,96	4,36	2,98	3,64	6,92	8,84	6,18	7,84
TiO <sub>2</sub>	0,18	0,22	0,10	0,11	0,14	0,17				
CaO	3,82	4,56	3,05	3,36	3,27	3,99	2,24	2,86	2,83	4,05
MgO	2,31	2,78	0,99	1,09	4,05	4,95	1,44	2,07	1,75	2,18
Na <sub>2</sub> O	1,15	1,38	2,12	2,34	0,85	1,04				
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	2,50	2,76	0,00	0,00				
SO <sub>3</sub>	0,70	0,84	0,50	0,55	0,22	0,27	0,30	0,38	0,29	0,37
CO <sub>2</sub>	0,38	0,45	0,17	0,19	0,22	0,27				
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	8,44	0,00	3,13	0,00	9,99	0,00	12,93	0,00	13,52	0,00
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8,68	0,00	6,20	0,00	8,65	0,00	8,69	0,00	8,75	0,00
	100,66	100,69	99,66	99,51	100,57	100,23	100,00	100,26	101,00	100,11
	1 — Ratje A		4 — Cikava A		a — s H <sub>2</sub> O					
	2 — Ratje C		5 — Cikava B		b — brez H <sub>2</sub> O					
	3 — Ratje E									

Analize sta izvršila ing. Pelan in ing. Resman v analitskem laboratoriju kemičnega oddelka ZRMK v Ljubljani.

Za primerjavo navajam kemične analize najbolj podobnih glin wengenskega tufa iz Kamne gorice in andezitnega tufa iz Peračice, ki je že nekoliko silificiran.

	6		7		8		9		10	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
SiO <sub>2</sub>	51,14	59,00	49,70	62,85	55,44	64,58	66,88	67,60	75,29	77,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,76	22,80	22,10	27,95	20,14	23,45	12,25	12,39	11,90	12,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,83	0,96	2,12	2,80	3,67	4,27	5,25	5,32	1,80	1,95
CaO	1,62	1,87	1,08	1,37	0,50	0,58	2,32	2,35	1,07	1,11
MgO	3,22	3,71	2,85	3,61	2,49	2,90	0,81	0,82	0,58	0,60
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,05	1,17	1,67	2,75	3,20	3,58	3,62	3,86	3,99
K <sub>2</sub> O	0,11	0,13	0,00	0,50	0,60	0,67	4,60	4,65	1,93	1,99
SO <sub>3</sub>							1,07	1,08		
CO <sub>2</sub>							2,20	2,23	6,34	0,35
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	14,81	0,00	21,14	0,00	14,70	0,00	1,26	0,00	1,21	0,00
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7,99	0,00							2,12	0,00
	99,52	99,93	100,16	100,27	100,59	99,65	100,22	100,06	100,19	100,00

6-montmorillonit iz Montmorillona, Grim, 1953, p. 371.

7-montmorillonit iz Claremonta, AIXRDP, 1945.

8-montmorillonit iz Wyominga, Grim, 1953, p. 371.

9-keratofirski tuf, Kamna gorica, kammolom 1953, ZRMK, ing. Pelan.

10-steklast andezitni tuf, Peračica, L. Dolar-Mantuani, Piračički tufi, 1937.

a — s H<sub>2</sub>O, b — brez H<sub>2</sub>O.



Iz kemične analize je razvidno, da vsebujejo vzorci iz Ratja visok procent  $\text{SiO}_2$ . Vzorca čistejše montmorillonitne gline (Ratje 1, 3) imata nekoliko večji procent  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in  $\text{MgO}$  kot vzorec Ratje 2. Pri vzorcih iz Cikave je količina  $\text{SiO}_2$  precej manjša, količina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pa večja. Vsebujeta tudi več železa, toda manj  $\text{MgO}$  kot vzorca Ratje 1 in 3.

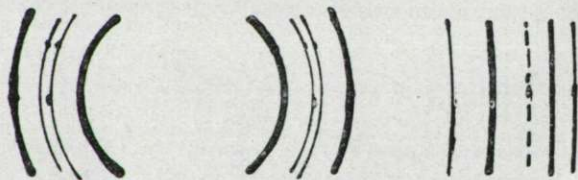


H humus in zdrobljen apnec      A bituminozni apnec      G montmorillonitna glina  
Humus and crushed limestone      Bituminous limestone      Montmorillonite clay

4. sl. Izkop montmorillonitne gline v Ratju  
Fig. 4. Montmorillonite clay-pit at Ratje

Ali so ustvarili te razlike različni pogoji preperevanja ali različen kemični sestav magme oziroma tufov, je težko odgovoriti, posebno še zato, ker moramo upoštevati tudi možnost presedimentacije tufov oziroma bentonita na sedanje mesto.

Taka preložitvev je zelo verjetna; že Tornquist je našel pri Šentvidu južno od Brežic med litavskimi apnenimi peščenjaki tufske primesi, ki jih je vzporejal s smrekovškimi erupcijami. Med peščenjaki je našel tudi kremenove prodnike. Tudi pri Štorah je v talnini litavskih apnencev andezitni tuf že popolnoma spremenjen v montmorillonitno glino, med-

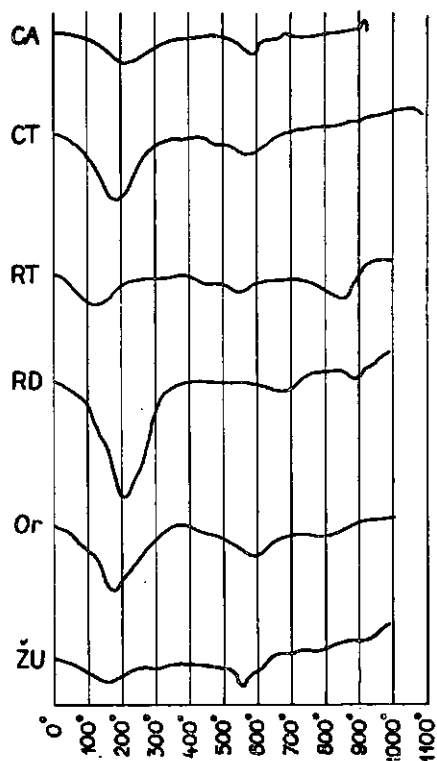


5. sl. Röntgenski posnetek vzorca A montmorillonitne gline iz Cikave  
Fig. 5. X-ray diffraction of the montmorillonite clay from Cikava A.



tem ko se pojavlja plast peščenega bentonita v višjem horizontu v konkordantni legi z litavskimi peščenjaki. Tudi pri Šoštanju so vložki montmorillonitnih glin neposredno med skladi andezitnih tufov. Skoraj enake razmere kot v Štorah sem opazoval v Orehovici pri Mokrem polju.

Torngquist navaja (1918, pp. 66—67) tufske sedimente v spodnjem delu terciarnih sedimentov, ki so bili odloženi na tektonsko močno spremenjeno in erozijsko oblikovano triadno podlago. Nekaj podobnega je



6. sl. Diferencialno termične krivulje glin iz Cikave — CA, CT; Ratja — RT, RD; Orehovica — Or in Žužemberka ŽU.

Fig. 6. Differential thermal curves for clay from Cikava — CA, CT; Ratje — RT, RD; Orehovica — Or and Žužemberk ŽU.

v naših nahajališčih bentonita, ki zapolnjuje kraške luknje v triadnih (Cikava) oziroma krednih (Ratje) plasteh; nad bentonitom pa so bili odloženi peski, ki jih najdemo v manjšem obsegu v Cikavi, v večji količini pa precej stran od obeh nahajališč, n. pr. v Mokrem polju na erodirani površini miocenskih sedimentov.

Na podlagi tega sklepamo, da so peski mlajši od bentonita. Izdatna primes montmorillonitne gline med peski v Mokrem polju in Leskovcu izvira verjetno od teh nahajališč.

Smemo domnevati, da so na Dolenjskem staropliocenske izravnave uničile mnogo terciarnih tufskih sedimentov. Gorjanci so se izza srednjega pliocena močno dvigali, predgorje in osrednji del Dolenjske (Tornquist, p. 107) pa sta pri tem zaostajala. Zato nista mogla biti podvržena poznejši pliocenski izravnavi, ampak sta ohranila v glavnem površino iz starejšega pliocena, ali celo iz miocena. Na teh območjih so se ohranili miocenski sedimenti s tufskimi vložki montmorillonitnimi glinami.

Če upoštevamo navedene ugotovitve in mnenje Tornquista, pridemo do sklepa, da izvirajo tufi in njih ostanki najbolj verjetno iz smrekovške andezitne serije. Ostanki med litavskimi peščenjaki so potemtakem že na sekundarnem mestu, kar potrjujejo številna nahajališča na Štajerskem in na Dolenjskem. Tudi nahajališče v Cikavi ima znake presedimentacije, medtem ko Ratje kaže na prvotno mesto odloženih tufov.

Pod bentonitom ni vmesnih plasti, ki bi bile mlajše od krede oziroma triade. Poleg tega ni razčiščeno vprašanje nivojev v bližnjem območju. Zato še ne moremo zanesljivo določiti starosti nahajališč v Ratju in Cikavi.

Če upoštevamo, da so glavna nahajališča bentonitov vezana na bolj bazične erupcije (Grim, p. 342, Schneiderhöhn, p. 163), moremo z večjo verjetnostjo iskati izvor montmorillonitnih glin v srednjebazičnih tufih, ki so pri nas nastajali zlasti v terciarju in le v manjši meri tudi v wengenu. Pojavljanje manganovih dendritov v razpokah dolomita v Cikavi in železno manganove rude v bližini Ratja kaže deloma na to, da so nastale montmorillonitne glin lahko tudi v zvezi s tropsko-aridnimi prilikami (Schneiderhöhn, pp. 167, 168, Grim, p. 342).

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

#### LITERATURA

- Alphabetical index of X-ray diffraction patterns, Philadelphia, 1945.  
Grim, R. E., 1953, Clay Mineralogy, New York, Toronto, London.  
Heritsch, F., 1918, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917, Mitteilungen der Erdbeben-Kommission, Wien.  
Jelenc, D., 1953, O raziskovanju mineralnih surovin v Sloveniji, Geologija 1, Ljubljana.  
Kolenko, Š., 1953, Poročilo o Geološkem zavodu LRS od ustanovitve do leta 1952, Geologija 1, Ljubljana.  
Schneiderhöhn, H., 1944, Erzlagerstätten, Kurzvorlesung, Jena.  
Tornquist, A., 1918, Das Erdbeben von Rann, Mitteilungen der Erdbeben-Kommission, Wien.

## MONTMORILLONITE CLAY IN DOLENJSKO (SOUTH SLOVENIA)

Short time ago, montmorillonite clay was found in many places of Slovenia. Two occurrences of m. clay are described, the first one at Cikava near Novo mesto, the second one from Ratje in Suha Krajina.

At Cikava, a cavern occurring in Triassic dolomite, is filled with montmorillonite clay.

Fig. 1 shows a cross section of the clay-deposit, fig. 2 shows the clay-pit.

The clay strata are differently coloured, with yellow, green and greyish shades. Between them is a clay bed including quartz pebbles, rather well rounded, about 4 mm in diameter.

In Ratje a karstic cavern is lying in a fault between the Lower Cretaceous limestone with a dip of  $30^{\circ}$  southward, and limestone of the same age, lying nearly horizontally.

Fig. 3 shows a cross section of the clay-deposit, fig. 4 the clay-pit.

The beds D and E include the most of montmorillonite clay. The beds B and C are not yet decomposed, their nature is entirely tuffaceous.

The main stratum at Cikava is pure clay. In Ratje the clay intercalations include many undecomposed parental minerals. Beside of quartz grains, there are many plagioclases with well developed twinning lamellas. The quantity of anorthite, estimated on the angles of extinction, is approximately corresponding to andesine.

Fig. 5 shows X-ray diffraction data of the clay of Cikava.

Fig. 6 shows differential thermal curves for clays from Cikava, Ratje, Orehovica, and Žužemberk. Chemical analyses of samples from Ratje and Cikava are given. As a comparison, there are chemical analyses of clay and tuffs from other places too.

On the basis of geological relations and chemical analyses the author concludes, that the montmorillonite clay at Ratje is residual, derived from Lower Miocene andesite tuffs by weathering. The montmorillonite clay at Cikava is transported, and does not derive from tuffs "in situ".

## GEOLOŠKO KARTIRANJE SEVEROVZHODNO OD BREŽIC

M. Pleničar in A. Ramovš

Z geološko karto in 1 profilom

### Uvod

V letu 1953 smo geološko kartirali ozemlje med Artičami, Sromljami, Bizeljskim in Župelevcem severovzhodno od Brežic. V glavnem smo preiskali pliocenske plasti v obrobju Panonske nižine. Na Krškem polju prekrivajo terciarne plasti kvartarni sedimenti, zato smo se omejili le na hribovito območje. Čeprav prekriva mlajše terciarne plasti na površini navadno debela plast preperine, je terciar ob globoko vrezanih poteh in pobožjih dovolj razgaljen.

Najstarejše podatke o geoloških razmerah obravnavanega ozemlja dobimo na Lipoldovi manuskriptni geološki karti Brežice—Krško v merilu 1:75.000. Šuklje (1932) obravnava poleg triadnih plasti tudi plasti mediteranske stopnje in pontske sedimente. V prvem delu razprave govori o Marija Goričkih brdih, ki jih v drugem delu povezuje z našim ozemljem. V mediteranski stopnji navaja predvsem litotamnijski apnenec, vzhodno od Pavlove vasi pa tudi lapor. Pri Senovem in pri Stari vasi jugovzhodno od Vidma pri Krškem je našel v laporju bogato favno. Sarmatskih sedimentov na našem ozemlju ni našel, več pa je napisal o pontskih plasteh. Trdi, da imajo te plasti zvezo z enako starimi plastmi pri Dramljah. Glinene in peščene sklade v premogovniku Globoko uvršča na podlagi raznih vrst kongerij v isti pontski horizont in sicer med plasti rhomboidea. Prod, ki prekriva nižje hrbte in grebene na južnem delu naše karte, imenuje belvederski prod.

Krško polje z obrobjem so raziskovali še Heritsch, Seidl, Tornquist in Čubrilović. Samoborsko goro je kartiral Jenko, Marija Gorička brda pa razen njega še Gorjanović in Šuklje.

### Stratigrafija

**Triada.** Podlago terciarnim sedimentom sestavlja temnosiv ploščast, nekoliko lapornat apnenec in enako obarvan apnen skrilavec. Oba sta na površini sivkasta ali sivkastorjava. Po petrografskem videzu pripadata velikotrnskim plastem, ki so jih starejši avtorji prištevali med rabeljske sklade. (Heritsch-Seidl, 1919, p. 65, Stur, 1864 p. 441, Šuklje, 1933, p. 48, Lipold, 1858). Ker v teh plasteh nismo našli fosilov, jih stratigrafsko zaenkrat ne moremo opredeliti.

**Miocen.** Diskordantno nad triadnimi skladi leži litotamnijski apnenec in peščen lapor. Litotamnijski apnenec je deloma skladovit, ponekod tudi debelo ali celo tanko ploščast. Sveža kamenina je večinoma bela, v nižjih horizontih pa je ponekod temnejša. Tam se pojavlja tudi drobnozrnat belorumenkast apnenec.

V okolici Suhodola in v grapi severozahodno od tam je v litotamnijskem apnencu razen številnih apnenih alg še precej drugih fosilnih ostankov. Nad zadnjo hišo v zahodnem delu vasi se dobe ostrige. V stratigrafsko najvišjem delu litotamnijskega apnenca se pojavljajo majhni polži rodu *Cerithium* sp. V grapi severozahodno od Suhodola, okrog 100 korakov od hiše, ki stoji na ravni ob sotočju obeh potočkov, smo našli v debelo in tanko ploščastih apnencih naslednje fosile: *Modiola* sp., *Ostrea* sp., *Pecten* sp. (majhne oblike), *Cardium* sp., morski ježek, številni brizoi.

Na kolovozni poti med Sromljami in Silovcem prihaja na površje nad litotamnijskim apnencem sivkastobel peščen lapor, ki je na površini rumenkastosiv. Vsebuje vse polno fosilov: *Lucina divaricata ornata* Ag., *Cardium moeschani* May., *Venus multilamella* Lam., *Venus* cf. *plicata oblonga* Schaff., *Facoides* sp., *Pecten* sp., *Cardium* sp., ostanki morskih ježkov.

V grapi jugozahodno od cerkve sv. Janeza pa smo našli v litotamnijskem apnencu školjke: *Cardium* sp., *Pecten* sp.

Na nekaterih mestih je litotamnijski apnenec drobnozrnat in skoraj brez litotamnij; ponekod je celo brečasto razvit. Čeprav ne moremo zaslediti nobene pravilnosti — gre namreč za obrežne tvorbe — bi mogli vendar na jugozahodnem delu omejiti bolj debelo zrnate in brečaste tvorbe, medtem ko nahajamo v severovzhodnem delu drobnozrnat apnenec, ki prehaja že v apnen peščenjak. Vzhodno od Pavlove vasi smo našli celo lapor s slabo ohranjeno favno.

Na pobočju jugovzhodno pod Sromljami leži na litotamnijskem apnencu glina, ki vsebuje kose laporja in litotamnijskega apnenca. Spomladi leta 1951 je zaradi dolgotrajnih padavin del pobočja ponoči zgrmel na dvorišče kmetije Bertolej in skoraj zasul tudi hišo. Izkazalo se je, da je zdrknila glina po podlagi litotamnijskega apnenca. Ker stoji hiša na manj strmem delu pobočja, se je plaz ustavil na dvorišču. Strma ploskev, po kateri je plazel plaz, je verjetno prelomna, s smerjo severozahod—jugovzhod in nagnjena za okoli 40° proti jugozahodu. Plazovje sega do vzhodnega hriba, ob katerem je več izvirov. Voda priteka verjetno po plasteh litotamnijskega apnenca pod glino.

Dr. Rudolf Grill je preiskal štiri vzorce glinastega materiala. V dveh vzorcih iz plazu pri Bertolejevi hiši je določil: *Cibicides lobatulus* W. in J. (zelo pogosten), *Elphidium aculeatum* d'Orb, *Elphidium* sp., *Bolivina* sp., *Hemicythere* sp., ostrakodi, ribji zobje, bodice morskih ježkov.

Plasti s to favno pripadajo morda zgornjemu tortonu, vendar manjkajo značilni tortonški elementi. Favna *Cibicides lobatulus* govori za spodnesarmatsko starost. Pač pa bolivine niso zastopane v sarmatu Dunajske kotline.

V dveh vzorcih pri Kostanjškovi hiši, ki stoji na spodnjem delu pobočja, pa je bila naslednja favna: *Rotalia beccarii* Lin., *Elphidium*

*reginum* d'Orb. (3 primerki), *Elphidium* aff. *crispum* L. (toda ne sarmatska oblika), *Elphidium aculeatum* d'Orb., *Cibicides lobatulus* W. in J., *Nonion granosum* d'Orb. *Hemicythere* sp., ostrakodi, ribji zobje in bodice morskih ježkov.

Mikrofavna kaže po mnenju dr. Grilla na spodnjesarmatsko ali zgornjetortonsko starost. Bodice morskih ježkov govore celo bolj za zgornji torton. Tudi *Elphidium crispum* se ne pojavlja v sarmatu Dunajске kotline.

Pliocem. Pliocenske plasti se prično z ostrakodnim laporjem, ki se pokaže sklenjeno le v severovzhodnem delu karte, v obliki manjših krp pa še vzhodno od Pavlove vasi in vzhodno od Sromelj. Ostrakodni lapor je svetlosiv, skrilav lapor, ki na površini hitro razpade. Povsod vsebuje številne ostrakode, ki jih moremo ločiti v dve skupini. Številnejši imajo majhne, podolgovate, tanke in skulpturirane lupine. Manj je večjih z gladkimi in debelimi lupinami. Večji so bili najdeni doslej le vzhodno od Sromelj.

Razen ostrakodov se dobe v tem laporju jugozahodno od Bizeljskega še majhni, slabo ohranjeni polži rodu *Planorbis* sp. in školjke *Limnocardium riegei* Hoern.

Nad ostrakodnim laporjem leži svetlosiv in rumenkastorjav drobnorznat sljudnat kremenov pesek, iz katerega je zgrajen pretežni del pliocena. V pesku se v različnih horizontih vključujejo leče sivoga sljudnatega peščenega laporja, ki se vlečejo približno vzporedno s severno mejo pliocena in miocena, to je v smeri jugozahod—severovzhod.

Med nevezanim peskom najdemo tudi pole rahlo sprijetega peščenjaka. Ponekod je peščenjak limonitiziran in precej trden.

Zahodno od ceste Globoko—Suhodol se pojavlja v pesku kot vložek tudi prod. Ta prod pokriva nekatere vrhove, grebene in pobočja jugovzhodno in jugozahodno od Curnovca. Sestavljajo ga skoraj izključno kremenovi prodniki lešnikove do orehove velikosti. Vmes je tudi nekaj drobnejših prodnikov roženca in litotamnijskega apnenca.

Fosilna favna se dobi v pesku, peščenjaku in v lečah peščenega laporja. V splošnem je favna v zahodnem delu revnejša kot v vzhodnem.

V pesku tik nad ostrakodnim laporjem so pri Podgorju drobni polžki in školjke. Od teh omenjamo: *Melanopsis faberi* Brus, *Melanopsis* sp. in *Limnocardium* sp.

Severno od Brezij je bila v laporinem pesku naslednja favna:

*Zagrabica maceki* Brus.

*Congerina zagrabiensis* Brus.

*Congerina auricularis* Fuchs

*Limnocardium otiophorum* Brus.

*Limnocardium banaticum* Fuchs

*Limnocardium rogenhofferi* Brus.

*Limnocardium steindacheri* Brus.

*Limnocardium* cf. *auingeri* Brus.

*Limnocardium* cf. *secans* Fuchs

Drugi dve pomembni nahajališči fosilov v pesku, ki je sprijet že deloma v peščenjak, sta severno od Dramelj. Posebno številne so na tem kraju velike kongerije. Določili smo naslednje fosile:

*Congeria croatica* Brus.  
*Congeria balatonica* Partsch.  
*Congeria scarpei* Brus.  
*Congeria ungula caprae* Münt.  
*Congeria* cf. *croatica* Brus.  
*Dreissensia auricularis* Fuchs  
*Limnocardium croaticum* Brus.  
*Limnocardium dumičići* Gorj.-Kramb.  
*Limnocardium inflatum* Gorj.-Kramb.  
*Cardium* sp.

Fosilna nahajališča v laporju so številnejša.

V lečah peščenega laporja, ki se vlečejo južno od Sromelj in Suhodola, smo našli ob poti južno od Suhodola polža *Valenciennius reussi* Neum. V istem pasu smo našli še slabo ohranjene kongerije in limnokardije.

V naslednjem, stratigrafsko nekoliko više ležečem peščenolapornem lečastem horizontu se dobe severovzhodno od cerkve sv. Jerneja zelo številne, dobro ohranjene školjke *Congeria brandenburgi* Brus. Fosilni ostanki se pojavljajo nadalje še v dolini jugozahodno od cerkve svetega Jerneja.

Omenili smo že vložke proda v pesku južno od Curnovca. Pod tem prodom je pri koti 309 m rumen peščen lapor, v katerem je mnogo dobro ohranjenih fosilov:

*Limnaea kobelti* Brus.  
*Valenciennius reussi* Neum.  
*Congeria rhomboidea alata* Brus.  
*Congeria rhomboidea* cf. *rumana* Sabba.  
*Congeria alata* Brus.  
*Congeria partschi* Brus.  
*Congeria zagradiensis* Brus.  
*Congeria* cf. *partschi* Čiž.  
*Congeria* pl. sp.  
*Limnocardium* cf. *maieri* Hoern.  
*Limnocardium* cf. *secans* Fuchs  
*Limnocardium* sp.

V tem nahajališču so kongerije le v nižjem horizontu, limnokardiji pa se pojavljajo više, in sicer tik pod prodom. Limnokardije najdemo ponekod tudi skupno s kongerijami v nižjem horizontu. Na laporju leži prod z ostro mejo. Prodniki merijo v premeru največ 2 cm in so pretežno kremenovi. Rumena lapor smo našli izključno na tem mestu. Povsod drugod je bil med peskom ali tudi pod prodom siv peščen lapor. Sedimentacija je bila torej na majhnih razdaljah različna.

Zahodno od ceste Globoko—Pišece, okoli 250 m južno od križišča ceste proti Suhodolu, je eno najbogatejših fosilnih najdišč v peščenem laporju, ki je na tem mestu precej kompakten in slabo plastovit. Od bogatega nabranega fosilnega materiala smo mogli določiti naslednje vrste:

- Valenciennius reussi* Neum.
- Congeria subglobosa* Partsch.
- Congeria čížeki* Hcern.
- Congeria brandenburgi* Brus. (zelo številna).
- Congeria auricularis* Fuchs
- Dreissensiomya superfoetata* Brus.

V lapornih vložkih pri cerkvi sv. Križ in vzhodno od Dedne vasi smo našli *Congeria* cf. *chilotrema* Brus. in *Limnocardium* sp., na grebenu južno od Vitne vasi pa polža *Valenciennius reussi* Neum. in več primerkov školjk *Dreissensiomya croatica* Brus. in *Cardium* sp. Južno od cerkve sv. Urha smo dobili precej primerkov školjke *Congeria markovići* Brus. V splošnem najdemo v vsaki leči ali vložku peščenega laporja fosilne ostanke.

Favna tukajšnjih pliocenskih plasti je značilna za plasti rhomboidea. Med kongerijami nastopajo majhne oblike, ki so že v sosednjih pliocenskih nahajališčih na Hrvaškem mnogo večje. To velja posebno za vrste *Congeria zagrabiensis*, *Congeria rhomboidea*, *Congeria subglobosa* in *Congeria croatica*.

Mnogo primerkov zlasti iz rodu *Limnocardium* nismo mogli določiti. Verjetno gre za nove vrste. Našli smo tudi nekaj novih oblik kongerij. Od vseh najdenih vrst školjk je bila zahodno od doline Dramelj najpogostnejša *Congeria brandenburgi*, ki je vzhodno od doline Dramelj nismo našli. V vzhodnem delu prevladuje *Congeria croatica*. Vzhodni del je po favni že zelo podoben hrvaškemu pliocenu, ki so ga obdelali Gorjancovič, Brusina, Šuklje in Jenko.

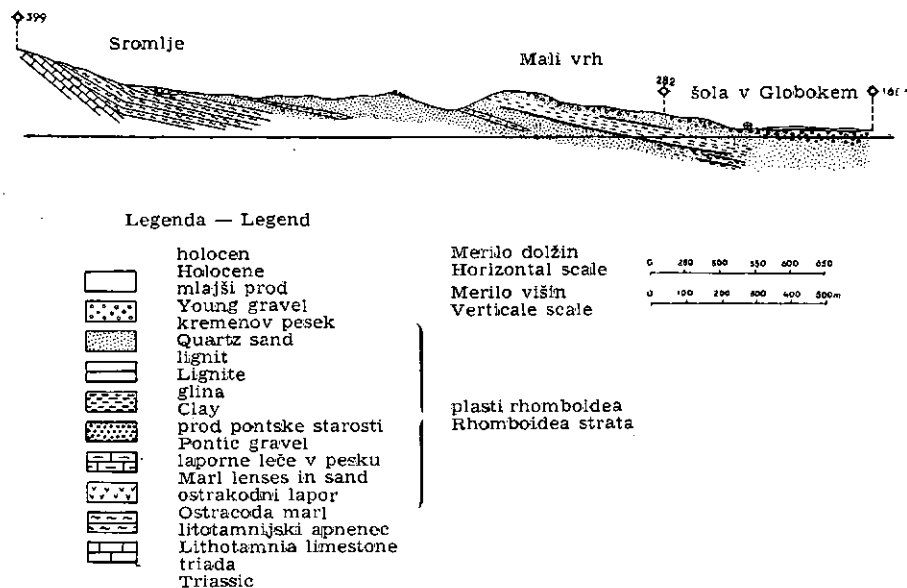
Podobno favno, kot nastopa zahodno od doline Dramelj, je našel Pleničar v plasteh rhomboidea med Ormožem in Ljutomerom. Tudi tam prevladuje med kongerijami vrsta *brandenburgi*. Majhne oblike kongerij in limnokardij ter pogostna školjka *Congeria brandenburgi* so značilne za naš obrežni facies panonskega bazena. Favništičnim posebnostim obrežnih tvorb se pridružujejo tudi petrografske; kažejo se v glavnem v prevladovanju peska in proda nad laporjem.

**Najmlajši pliocen in pleistocen.** Na južnem delu karte so plasti rhomboidea prekrite s prodom. Zato imamo o njih manj podatkov. V tem, zgornjem delu plasti rhomboidea se pojavljajo ligniti. Okoli premogovnika Globoko so izvrtali več raziskovalnih vrtin. Ker je lignit slabe kvalitete, so pričeli v zadnjem času odkopavati glino v njegovi krovlini, ki jo uporabljajo za šamotne izdelke.

Težko je ugotoviti, kakšne starosti je prod, ki prekriva na jugu plasti rhomboidea. Verjetno je ekvivalent proda, ki ga omenjata Šuklje in Jenko v Marija Goričkih brdih ter ga imenujeta še belvederski prod. Jenko je mnenja (1943), da pripada belvederski prod



pleistocenu. Nadmorska višina savskega korita pri Brežicah znaša okrog 140 m, nadmorska višina Curnovca NE od Dečnih sel, kjer se še pojavlja mlajši prod, pa 258 m. Višinska razlika znaša skoraj 120 m. Zaradi te velike razlike dvomimo, da gre še za pleistocenski prod in predpostavljamo, da pripada vsaj del tega mlajšega proda še pliocenu. Če obstajata res dva različno stara proda, je zelo težko potegniti mejo med obema. Po petrografskem sestavu se namreč ne ločita. Le prod na skrajnem vzhodnem delu karte (severno od Župelevca) se loči od ostalega po tem, da v njem prevladuje apnenčev material. Pregledali smo 5 vzorcev proda z raznih krajev. Prvi vzorec smo vzeli severno od Artič pri koti 228 m,



2. sl. Profil Sromlje—Globoko  
Fig. 2 Cross section Sromlje—Globoko

drugega 40 m niže pri mlinu v Dečnih selih, tretjega vzhodno od Dramelj na grebenu južno od kote 256 m na višini 250 m, četrtega ob cesti severno od M. Obreža pri Dobovi nad nadm. viš. okoli 190 m in petega pri križišču železnice s cesto, ki pelje iz Brežic v Župelevca na nadmorski višini okrog 150 m. Sestav prodnikov kaže tabela na str. 252.

Ker ni mogoče točno razlikovati starejšega in mlajšega proda, kolikor ta razlika sploh obstaja, smo na karti ločili le višje in nižje terase ter s tem podali vsaj različno morfološko starost.

Terase pa niso zgrajene le iz proda, oziroma pontskih sedimentov, ki leže pod prodom, ampak tudi iz rumenorjave gline. Ta glina je verjetno pleistocenske starosti in prekriva na mnogih mestih zlasti nižje terase. Tudi zato ne moremo ločiti pleistocen od holocena.

Še nekaj zanimivega lahko omenimo pri teh mlajših sedimentih. Proti koncu sedimentacije mlajšega proda in rumenorjave gline se je tvorila barska železna ruda. Plast je debela le nekaj centimetrov; ruda je zelo slaba in močno pomešana z glino. V višjih legah, zlasti severno od Artič, okoli Curnovca, Malega vrha in Piršnega brega se pojavlja železna ruda v obliki bobovca. Severno od Gaberja pri Železnih jamah se pojavlja železna ruda v obliki tenke skorje, ki se je morala nekoč širiti na obsegu 1 ha. V zgodovinski ali že v predzgodovinski dobi so to rudo odkopavali in talili v nekakih jamah ali jaških. Eno tako jamo je našel neki kmet iz zaselka Pestače pri Železnih jamah tik za svojo hišo, kjer je še precej žlindre. V gozdu pri Železnih jamah so še plitve okrogle kotanje, ki kažejo na nekdanji način izkoriščanja barske rude. Bobovec in barska ruda dokazujeta, da je ob koncu sedimentacije rečnih prednih sedimentov prekrivalo vse to območje močvirje.

#### Tektonika

Tektonika je zelo preprosta. Terciarni plasti vpadajo proti jugu in jugovzhodu. Nagnjenost plasti znaša na zahodu okoli  $10^{\circ}$ , na vzhodni strani pa  $20-25^{\circ}$ . Gorice pri Brežicah predstavljajo severno ali severozahodno krilo velike sinklinale, katere dno je nekje pri Savi. Proti severu prehaja ta sinklinala v antiklinalo Orlice. Prelomov je malo videti. Edini vidni prelom je nad plazom v Sromljah v litotamnijskem apnencu in ima smer severozahod-jugovzhod. Morda je to nadaljevanje velikega preloma, ki poteka mimo Rake in Leskovca čez Savo mimo Zdol proti Sromljam. To bi bil potem eden izmed velikih obrobnih prelomov, ob katerih se je pogreznilo Krško polje.

Mlajši prod leži skoraj horizontalno na pontskih sedimentih in tvori z njimi kotno diskordanco.

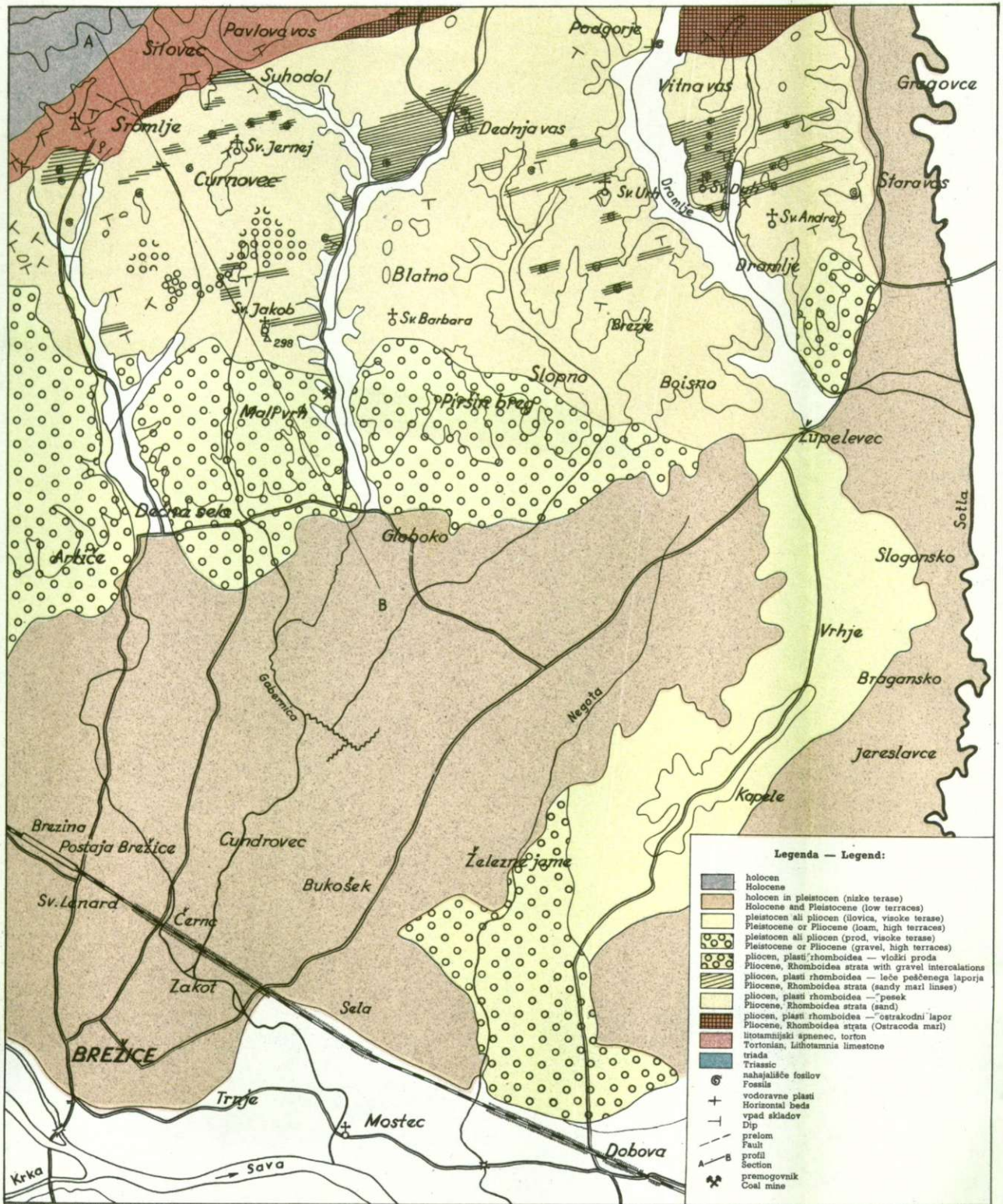
Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

#### GEOLOGICAL MAPPING NORTHEAST OF BREŽICE

In 1953 we mapped the area between Artiče, Sromlje, Bizeljsko and Župelevc, northeast of Brežice. In the main we examined Pliocene strata. In the plain region of Krško polje Quaternary sediments cover Tertiary strata, so we limited our activity to the hilly country.

The oldest data on the geological conditions of the region under discussion are furnished by the manuscript geological map by Lipold covering Brežice—Krško on a scale of 1:75.000. Among his followers only Šuklje treated this sector in detail and in his paper (1932) in addition to Triassic strata Miocene and Pontic sediments are discussed. Other authors have studied the neighbouring regions only.

Geološka karta okolice Globokega pri Brežicah  
 Geological Map of the Globoko-Vicinity near Brežice



**Legenda — Legend:**

- holocen
- Holocene in pleistocen (niske terase)
- Holocene and Pleistocene (low terraces)
- pleistocen ali pliocen (lovisa, visoke terase)
- Pleistocene or Pliocene (loam, high terraces)
- pleistocen ali pliocen (prod, visoke terase)
- Pleistocene or Pliocene (gravel, high terraces)
- pliocen, plasti rhomboidea — vložki proda
- Pliocene, Rhomboidea strata with gravel intercalations
- pliocen, plasti rhomboidea — leče peščenege laporja
- Pliocene, Rhomboidea strata (sandy marl lenses)
- pliocen, plasti rhomboidea — "pesek"
- Pliocene, Rhomboidea strata (sand)
- pliocen, plasti rhomboidea — "ostrakodni lapor"
- Pliocene, Rhomboidea strata (Ostracoda marl)
- litotamijski apnenec, torton
- Tortonian, Lithotamnia limestone
- triada
- Triassic
- nahajališče fosilov
- Fossil
- vodoravne plasti
- Horizontal beds
- Horizontal beds
- vpad skladov
- Dip
- Dip
- prelom
- Fault
- Fault
- profil
- Section
- A-B
- Section
- A-C
- premogovnik
- Coal mine

## Stratigraphy

We did not examine Triassic separately since it is only partly represented on our map. Older authors place it among Veliki Trn strata (Heritsch-Seidl, 1919, p. 65, Stur, 1864, p. 441, Šuklje, 1933, p. 48, Lipold, 1858).

Miocene sediments are built here by Lithotamnia limestone and sandstone.

In the vicinity of Suhodol in the platy limestone the following fossils were found: *Modiola* sp., *Ostrea* sp., *Pecten* sp., *Cardium* sp., *Echinus*.

On the cart-road between Sromlje and Silovec a white-greyish and yellowish-grey when weathered arenaceous marl appears in the Lithotamnia limestone. It contains a fauna similar to that of the Lithotamnia limestone in the surroundings of Suhodol.

In some regions the Lithotamnia limestone is fine-grained and almost without Lithotamnia-remains, while elsewhere it is brecciated. Since these are shore-deposits no regularities can be detected. However, in the south-western part we may point to a prevalence of coarse-grained and brecciated formations, and of fine-grained limestone going over even to calcareous sandstone in the north-eastern part. East of Pavlova vas-village we found even marl.

Interesting is the clay containing pieces of marl and Lithotamnia limestone on the slope south-east of Sromlje. These formations lie on Lithotamnia limestone. There are frequent landslides on the slope. Macrofossils were not found in the clay material. Dr. Rudolf Grill determined the following microfossils: *Cibicides lobatulus* W. and J. (very frequent), *Elphidium aculeatum* d'Orb., *Bolivina* sp., in it among others.

According to Grill the strata with this fauna may belong to the Upper Tortonian, although the characteristic Tortonian fossils are missing. The fauna with *Cibicides lobatulus* would suggest the Lower Sarmatian, but no Bolivinae are represented in the Sarmatian of the Vienna-basin.

He also examined two samples from the lower part of the slope where he found pricks of *Echinus*. He determined also *Elphidium* aff. *crispum* L. among others Foraminifera, though not in its Sarmatian form.

According to microfauna the beds may belong to the Lower Sarmatian or Upper Tortonian. The pricks of *Echinus* suggest rather the Upper Tortonian. *Elphidium crispum* does not appear in the Sarmatian of the Vienna-basin either. No reliable information on the age of clay formations near Sromlje can be inferred from the microfauna.

Pliocene strata begin with Ostracoda marl resting on the Lithotamnia limestone. This is a light grey slaty marl with numerous Ostracoda. South-west of Bizeljsko there are still small, badly preserved gastropods *Planorbis* sp. and shells *Limnocardium riegeli* Hoern. in it.

The Ostracoda marl is covered with fine-grained quartz sand representing the greater part of the Pliocene. In different horizons the sand



is intercalated by lenses of arenaceous marl stretching almost parallel with the northern border of Pliocene and Miocene, i. e. SW—NE.

The grey-yellow and grey-blue marl is micaceous. The sand is quartzzy, light grey and yellowish-brown. The sand also contains plenty of mica. It is rarely cemented. Some upper parts of the sand contain also pebbles.

The fossil fauna can be found in sand, sandstone and marl, but mostly in marl. In general the fauna of the western part of the Pliocene is much poorer than that of the eastern part.

Near Podgorje in the sand covering the Ostracoda marl we found *Melanopsis faberi* Brus., *Melanopsis* sp. and *Limnocardium* sp.

In the arenaceous-marl-horizon stretching south of the villages of Sromlje and Suhodol by the way south of Suhodol *Valenciennius reussi* Neum. was found. Moreover, badly preserved *Congeriae* and *Limnocardia* we found in the same zone.

Well preserved *Congeria brandenburgi* Brus.-shells can be found in the next sandy marl horizon north-east of Sv. Jernej-church lying stratigraphically slightly higher. This marl is covered by sand of considerable thickness with intercalations of quartz gravel in its western part. In the eastern part the gravel is missing.

North of point 309 m, south-east of Curnovec the yellow arenaceous marl containing many fossils characteristic of the Rhomboidea-strata lies under gravel. In addition to numerous *Congeria* sp., among which *Congeria rhomboidea alata* Brus. and *Congeria rhomboidea* cf. *rumana* Sabba are important, there are many *Limnocardium* sp.

In the upper horizon directly under the gravel only *Limnocardia* appear. In the lower horizon there fewer *Limnocardia* can be found together with *Congeriae*. We found the gastropod *Valenciennius reussi* Neum. additionally.

Gravel rests on the marl without any gradual transition. The predominant quartz pebbles reach the greatest diameter of 2 cm.

Above the Globoko-Pišce road, about 250 metres south of the crossway of the road leading to Suhodol, we found a fauna similar to that found south-east of Curnovec in the sandy marl. *Congeria brandenburgi* Brus. are very frequent.

North of the Brezje-village and north of Sv. Andrej-church we also found the fauna which is characteristic for the Rhomboidea strata. Here small forms of *Congeria* sp. are found being much larger in Pliocene in Croatia. This applies especially to the species of *Congeria zagrabiensis* Brus., *Congeria rhomboidea* Brus., *Congeria subglobosa* Partch. and *Congeria croatica* Brus. There are many new species, especially among *Limnocardia*. Besides faunal peculiarities of our Pliocene of the littoral facies there are petrographical peculiarities. They manifest themselves chiefly in the predominance of sand and gravel above the marl. The marl appears in the form of intercalations and lenses in sand.

## The youngest Pliocene and Pleistocene

In the southern section of the map Rhomboidea strata are covered with gravel containing intercalations of clay and lignite.

It is difficult to distinguish the Pliocene gravel from the Pleistocene one that appears farther south almost at the Sava-river.

In most recent Pliocene there is a lignite-mine near Globoko. Above the lignite there are strata of fire-proof clay 26—33 SK.

## Tectonic

Tertiary strata are inclined towards south and southeast. Inclination of the strata in the west is about 10°, in the east 20—25°. Gorice near Brežice represent the northern or northwestern limb of the great syncline with its bottom somewhere near the Sava-river.

The only visible fault is to be found in Lithotamnium limestone in NW—SE direction near Sromlje.

## LITERATURA

- Brusina, S., 1897, Gradja za neogensku malakološku faunu Dalmacije, Bosne, Hrvatske, Slavonije, Srbije. Zagreb.
- Brusina, S., MCMII, Iconographia moluscorum fossilium, Zagreb.
- Čubrilović, V., 1934, Prilog geologiji okoline Krškoga. Vesnik geol. inst. kralj. Jug., III., 1, pag. 62. Beograd.
- Gorjanović-Kramberger, D., 1894, Geologija gore Samoborske i Žumberačke. Rad Jugosl. Akademije, Zagreb.
- Heritsch-Seidl, 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. Mitt. der Erdbeben Komm. d. Akad. d. Wiss. Neue Folge No. 55. Wien.
- Hörnes, M., 1870, Die fossilen Molusken des Tertiär-Beckens von Wien. Wien.
- Jenko, K., 1944, Geološki rad na listu Samobor; obvestilo. Vjestnik. Hrv. geol. zavoda i muzeja, zv. II., III., Zagreb.
- Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme im Unterkrain. Jahrb. d. k. geol. R. A., Bd. IX. Manuskriptna geol. karta Brežice—Krško, Merilo 1 : 75.000.
- Lörentzy, E., 1902, Die pannonische Fauna von Budapest. Stuttgart.
- Papp, A., 1951, Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. Mitt. d. Geol. Gesell. Wien, Bd. 44. Wien.
- Schaffer, F. X., 1910, Das Miocän von Eggenburg. Wien.
- Stur, D., 1871, Geologie der Steiermark. Graz.
- Stevanović, P. M., 1951, Donji pliocen Srbije i susednih oblasti. Srpska akademija nauka, posebna izdanja, knj. CLXXXVII., II., Beograd.
- Šuklje, F., 1932, Prilog geologiji Samoborske gore. Vesnik geol. inst. kralj. Jugosl., knj. I, zv. 2. Beograd.
- Šuklje, F., 1933, Prilog geologiji Hrv. Zagorja i jugoistočnog dela Slovenije. Vesnik geol. inst. kralj. Jugosl., knj. II, Beograd.
- Tornquist, A., 1918, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. Mitt. d. Erdbeben-Kommission d. Akad. d. Wiss., Neue Folge No. 52. Wien.
- Zollikofer, Th., 1861/62, Die geol. Verhältnisse des südöstlichen Teiles von Untersteiermark. Jahrb. d. geol. R. A. Wien.

Nahajališče	Petrografski sestav prodnikov	Domnevna formacija	Velikost prodnikov v cm			Sestav v %
			dolžina	debelina	širina	
1. severno od Artič pri koti 223 m	rjav roženec	triada	1 — 5	1 — 3	1 — 3	20
	grödenski peščenjak	perm	5 — 10	4 — 6	4 — 6	10
	svetlosiv kremenov konglomerat in pe- ščenjak	karbon	5 — 15	2 — 6	2 — 8	30
	svetlozelen in bel tuf svež in preperel kera- tofir		1 — 6	1/2 — 2	2 — 5	10
	ostale magmatske ka- menine		3 — 15	1 — 6	3 — 8	20
			3 — 10	1 — 3	1 — 3	10
2. pri mlinu v Dečnih selih; nadm. viš. 190 m	kremen		3 — 10	1 — 4	2 — 5	10
	rjav in siv roženec	triada	2 — 10	1 — 2	2 — 5	20
	grödenski peščenjak	perm	5 — 10	4 — 6	4 — 8	10
	kremenov peščenjak	karbon	2 — 5	2 — 3	2 — 3	10
	rdeč kremenov pešč. tuf	werfen ali perm	1 — 4	1 — 2	1 — 3	10
	prepereli keratofir		2 — 6	1 — 3	2 — 4	20
			4 — 8	1 — 2	3 — 5	20
3. vzhod. od Dramelj na grebenu južno od kote 256 m, na višini 250 m	temnosiv apnenec	trnski skladi	5 — 8	2 — 4	3 — 5	15
	siv apnenec	trnski skladi	3 — 6	2 — 3	2 — 4	15
	litotamnijski apnenec	miocen	4 — 6	2 — 3	2 — 4	20
	apnen peščenjak	miocen	4 — 6	2 — 3	2 — 4	40
	jaspis in kremen	triada	1 — 2	1 — 2	1 — 2	10

4. ob cesti severno od M. Obreža pri Dobovi na nadmorski višini okrog 190 m	kremen		1 — 2	1	1/1 — 1	10
	sivi in rjavi roženci	triada	1 — 8	1	1 — 6	35
	glinasti skrilavec		6	1	4	10
	siv kremenov peščenjak in kremenov konglomerat	karbon	6	2	3	10
	apnenec		2	1	2	20
	preperele magmatske kamenine		2 — 5	1 — 2	2 — 4	10
rdeč kremenov peščenjak	perm ali triada	2 — 3	1 — 2	1 — 2	5	
5. pri križišču s cesto, ki pelje iz Brežic mimo Bukoška v Župelevec, na nadm. viš. 150 m	kremen		1 — 2	1	1	10
	sivi in črni roženci		1 — 4	1 — 2	1 — 2	25
	grödenski peščenjak	perm	1	1	1	5
	kremenov konglomerat	karbon	1 — 7	1 — 3	1 — 4	20
	rdeč kremenov peščenjak	triada ali perm	1 — 3	2	1 — 2	15
	tuf		5	3	2	10
preperele magmatske kamenine (keratofir)		3 — 10	2 — 4	3 — 8	15	



## HEMATITNA MINERALIZACIJA V HRASTNEM

*Boris Berce*

Z geološko karto, 2 skicama, s 3 profili in 3 fotografijami

### Uvod

Hematitno rudo v Hrastnem so odkopavali do leta 1857. Lastnik rudnika je bil tedaj grof Auersperg. Sledove teh del opazamo po odvalih in vdrtinah. Ko je prenehala delovati topilnica v Dvoru pri Žužemberku, je zamrla tudi rudarska dejavnost.

Mineralizacija je postala ponovno zanimiva, ko so trasirali progno Ljubljana—Novo mesto. Zato je bilo leta 1890 podeljenih šest prostosledov v okolici Šent Ruperta, Cirnika in Ostržnika. Raziskovanja so se začela šele leta 1912. Ostanki te dejavnosti so še dobro ohranjeni.

Glavne preiskave so bile v neposredni bližini Hrastna. Nekako 500 m severozahodno od vasi so s kratkim rovom odkrili pod 1,5 m debelim humusnim pokrovom  $2 \times 4 \times 22$  m veliko rudno telo, ki je dobilo ime I. Hofmannova žila. Okrog 23 m jugozahodno od tod so našli mineralizacijo, ki so jo imenovali II. Hofmannova žila. Zahodno in približno 20 m niže od ustja rova I. Hofmannove žile, so postavili rov Paula-Hofmanna, ki je bil dolg okrog 15 m. Iz njega so napravili tudi 13 m dolg prečnik, s katerim so presekali 0,8—1,2 m debelo orudenjeno cono. Na Hribu so izkopali jašek Kurt Hofmann do globine 28 m. S tem jaškom so presekali orudenjene plasti v globini 6, 12 in 16 m v debelini 1,0, 1,4 in 2,4 m. Pri 27. metru so ponovno zadeli na mineralizacijo, ki pa je niso prebili. Na Vihru so našli mineralizacijo v debelini okrog 1 m; imenovali so jo III. Hofmannova žila in IV. Hofmannova žila. V dolini proti Cirniku so izdelali v jugozahodni smeri 10 m dolg rov Sv. Roka, ki je imel na 70. metru rudne sledove. Vzhodno od vasi Hrastno v kraju Dule so izdelali jašek »Dob« do globine 16 m; na rudo so zadeli v globini 4—4,80 m in 5,80—8,80 m.

Novejša raziskovanja segajo v leto 1937. Tedaj so ponovno odprli rov do I. Hofmannove žile in ga nadaljevali v dolžini 100 m. S tem delom niso odkrili nove mineralizacije. Poleg tega so odprli rov, ki vodi do jaška Kurt-Hofmann; 200 m vzhodno od tod so očistili stari rov in vzporedno z njim izdelali rov Milan.

Raziskovali so tudi z razkopi in odkrivanji humusne plasti.

V letu 1952 je Geološki zavod nahajališče ponovno preiskal, da bi mogel oceniti njegovo gospodarsko vrednost.

## Pregled kamenin v neposredni bližini mineralizirane cone

Stratigrafsko najnižjo stopnjo ožjega mineraliziranega območja predstavljajo črni glinasti skrilavci s sljudo, ki izdanjajo v jarku južno od Hrastnega v bližini kote 351. Ker so odkriti samo na nekaj m<sup>2</sup>, jih ne moremo točneje horizontirati; verjetno spadajo v karbon.

Nad njimi so razviti dokaj debeli skladi rdečih, redkeje vijoličasto-rdečih peščenjakov in skrilavcev z zelo spremenljivo glinasto primesjo. Ponekod so peščenjaki in skrilavci razbarvani zaradi izluženja železa. Sljuda je dokaj pogostna ter se pojavlja v drobnih luskah. Zasedimo tudi vložke skrilavcev in peščenjakov, ki vsebujejo nekoliko več železa. Pod mikroskopom opazamo, da lokalno zeleno barvo skrilavcev povzročajo zrnca glaukonita in izjemno majhni delci klorita.

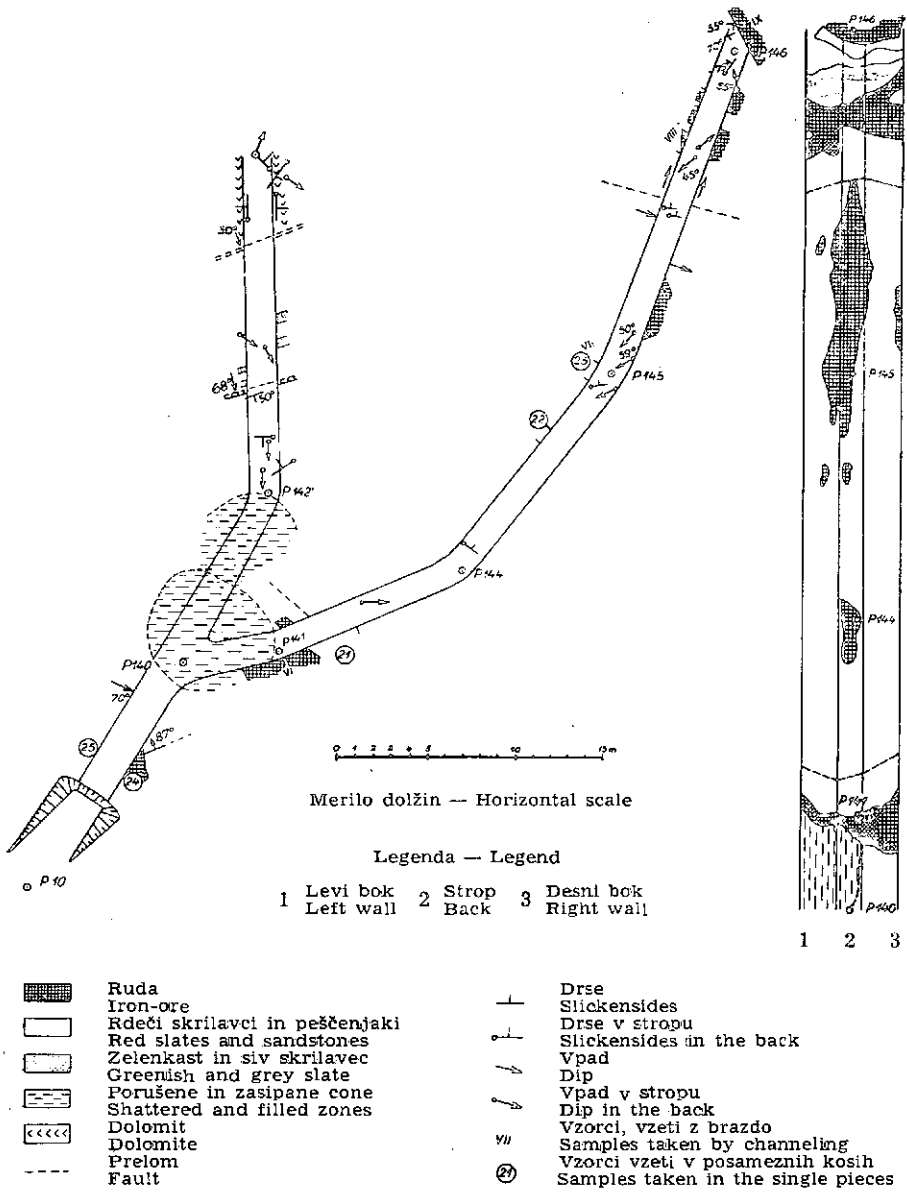
Više leže sivi sljudnati skrilavci s spremenljivo apnenno primesjo in raznobarni, drobnozrnati peščenjaki. Plasti skrilavcev in peščenjakov niso sklenjene, pogosto jih nadomešča dolomit, ki je po večini neplastovit. Pretežno je svetlosiv s prehodi od belega do temnosivega. Medsebojni odnosi teh skladov so dokaj komplicirani. Na grebenu vzhodno od kote 320 leže rumeni peščeni skrilavci na dolomitu. Južno od kote 537 pa padajo enaki peščeni skrilavci pod dolomit. Kontakt med dolomitom in peščenimi skrilavci vzhodno od iste kote je vertikalni.

Rdeči skrilavci in peščenjaki nastopajo v širši okolici na meji med paleozoikom in mezozoikom ter v zgornji triadi. V prvem primeru kažejo plasti precej enakomeren razvoj, v zgornji triadi pa se facies spreminja. Ustrezní horizont zgornje triade je v območju Hrastna v apnemem razvoju. 2 km od Hrastna je C. Germovšek našel v skrilavcih, ki leže na že opisanem dolomitu, školjko *Daonella lommeli* Wissm, ki nedvomno dokazuje wengenski oddelek ladinske stopnje. Na podlagi tega moremo skrilavce in peščenjake zaenkrat uvrstiti v werfensko stopnjo ali pa celo v zgornji del perma.

## Tektonika

Teren je močno razgiban. Ker še nimamo geološke karte širše okolice rudišča, ni mogoče povezati opazovanih prelomnic z glavnimi tektonskimi linijami.

Na terenu je jasno nakazana prelomnica vzhodno od mlina Rebolj. Predstavlja jo meja med dolomitom in na njega narinjenimi rdečimi peščenjaki. Poleg te prelomnice, ki poteka v smeri sever—jug s premikom proti zahodu, poteka vzporedno z njo druga, med dolomitom in skrilavci južno od Vihra od kote 537 proti koti 320. Prelomnica je jasno razvidna iz 3. profila (1. sl.). Proti jugu jo prekrivajo aluvialne naplavinne. Prečno na obe prelomnici poteka od kote 320 vzdolž kontakta med peščenjaki in skrilavci ter dolomitom proti vzhodu v smeri kote 386 tektonska linija, ki je nakazana že v morfologiji terena s stranskimi dolinami. Označuje jo, kakor so pokazala raziskovalna dela v Močilah, majhna luska, ki je narinjena z juga proti severu. To luskanje je za raziskovalna dela izredno neugodno, ker loči mineralizirano območje v dve, tektonsko ločeni enoti.



2. sl. Jamska karta rova Močile  
Fig. 2. Mine map of the Močile adit

## Hematitna mineralizacija v Hrastnem

### Iron Mineralisation at Hrastno

I. tabla

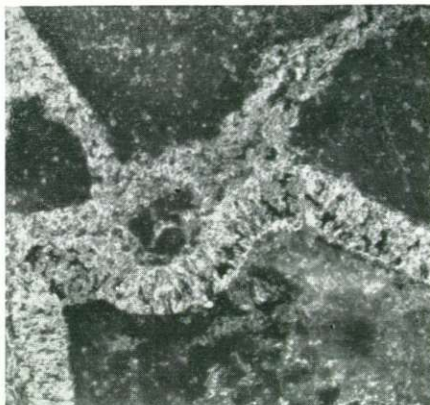
Plate I

1. slika

Hrastno. Luskasti agregati hematita okrog kremenovih zrn. Paralelni nikoli, 135  $\times$ .

Fig. 1.

Hrastno. Scaly coats of hematite around quartz grains. Nicols parallel.  $\times$  135.

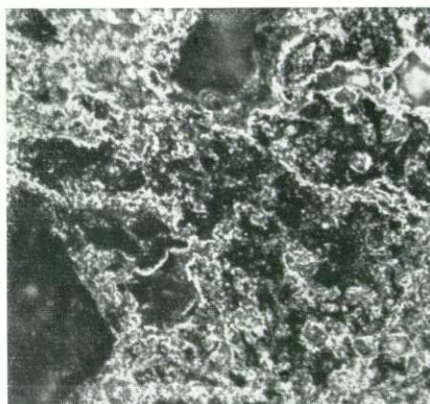


2. slika

Hrastno. Hematitna zrna in luske v glinastem vezivu. Paralelni nikoli, 135  $\times$ .

Fig. 2.

Hrastno. Hematite grains and scales with argillaceous cement. Nicols parallel.  $\times$  135.



3. slika

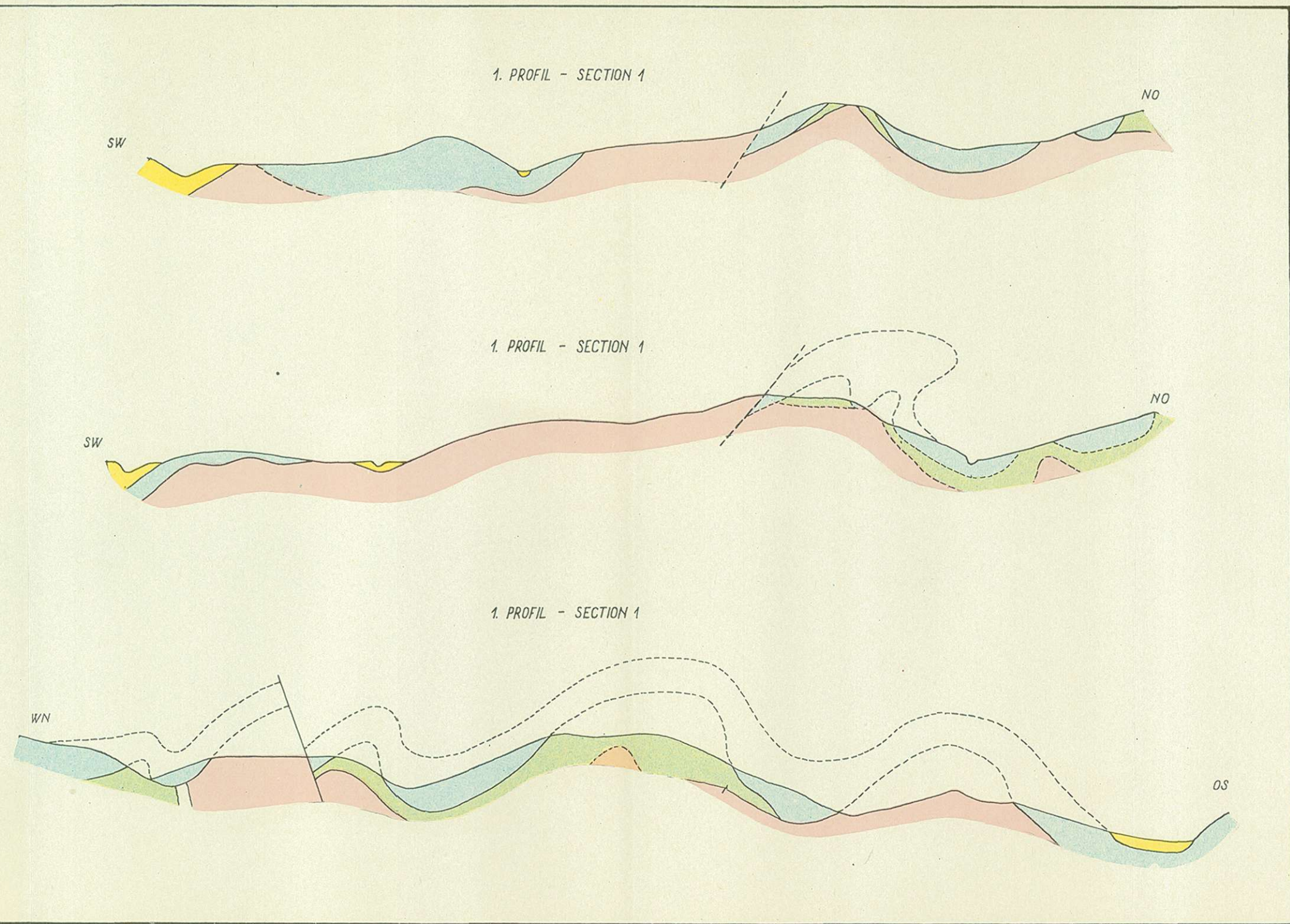
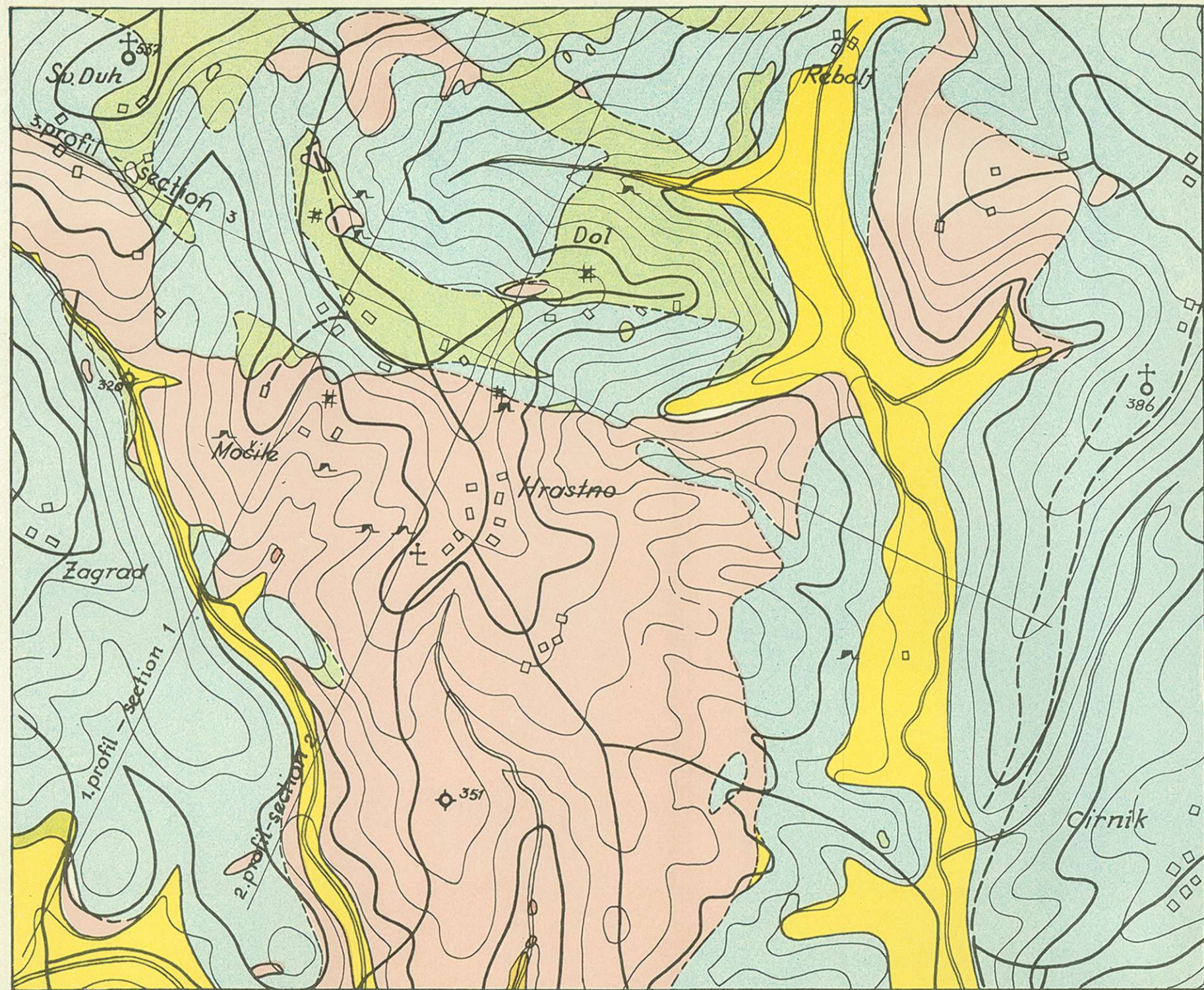
Hrastno. Večje zrno hematita v konglomeratni osnovi. Paralelni nikoli, 240  $\times$ .

Fig. 3.

Hrastno. Greater hematite grain in conglomerate-groundmase. Nicols parallel.  $\times$  240.







## Geološka skica okolice Hrastna Geological sketch of the Hrastno vicinity

### Legenda — Legend

- črni glinasti skrilavci  
Black clay slates
- rdeči skrilavci in peščenjaki  
red slates and sandstones
- pisani peščenjaki  
sandstones of different colours
- dolomit  
Dolomite
- naplavine  
Alluvium
- rov  
Adit
- zarušen rov  
Caved in adit
- zarušen jašek  
Caved in shaft
- izdanek  
Outcrop

Merilo — Scale 1:10.000



Mineralizacijo nahajamo v obliki vložkov in tektonsko porušениh leč v zgornjem delu rdečih peščenjakov in skrilavcev. Ruda nastopa kot vezivo v kremenovih brečah in peščenjakih. Kremenova zrna imajo različen premer. V slabše orudenjenih kameninah prevladuje kremenovo in glinasto vezivo.

Manjša premikanja ob luski so v rovu Močile jasno izražena. Med tektonskimi procesi so se mineralizirani vložki drugače premikali kot rdeči peščenjaki in skrilavci. Takšno diferencialno gibanje je nastopilo zaradi razlik v trdoti med mineralizirano cono, ki je močno kremenova, ter mehkejšimi peščenjaki in skrilavci. Prvotno enoten rudni horizont so premiki raztrgali v različno velike čoke. Kjer je mineralizacija vezana na bolj drobnozrnate breče in peščenjake, ne opažamo toliko razlik v premikih med obema horizontoma. Takšni predeli so reagirali pod tektonskimi pritiski manj kakor skrilavci ter zato opažamo, da so več ali manj obdržali prvotno lego.

Razkopi v neposredni bližini rova Močile, kakor tudi rov sam, lepo pojasnjuje te odnose. Rov poteka v skrilavcih in peščenjakih, ki mestoma vsebujejo rudne čoke, vedno ostro omejene proti peščenjakom in skrilavcem. Smerni rov seka 12 cm debel vložek dolomita v spodnjewerfenski seriji, ki je najverjetneje tektonsko vrinjen. V zahodnem boku je dolomitni vložek ostro omejen 1 m od tal, dočim sega v vzhodnem boku do tal rova. Dolomitni vložek vpada vzporedno z naravno ploskvijo. Rov se nadaljuje v rdečih skrilavcih in peščenjakih do tektonskega kontakta z dolomitom, ob katerem najdemo v zdobljenih skrilavcih posamezne dolomitne leče. Vzhodni odcep seka rdeče skrilavce in peščenjake, mestoma tudi manjše orudenjene cone (2. sl.).

### Mineralizacija in analize

Rudo predstavlja v glavnem hematit, limonita je zelo malo. Hematit nastopa kot vezivo med posameznimi zrni kremenca. Pomešan je z glinastimi primesmi. Pod mikroskopom ga opažamo v različnih oblikah:

1. Največkrat je razvit v obliki veziva okrog kremenovih zrn v luskastih agregatih, katerih daljša os je normalna na ploskev kremenovega zrna. Takšen razvoj je povzročilo večje število istočasnih kristalnih zasnov v omejenem prostoru med kremenovimi zrni (I. tabla, 1. sl.).

2. Pogosto opazujemo hematit v obliki zrn in lusk v glinastem vezivu. Lokalno so delci hematita nakopičeni (I. tabla, 2. sl.).

3. Hematit nastopa v obliki posameznih večjih zrn, ki so verjetno nastala z rekristalizacijo (I. tabla, 3. sl.).

4. Osamljena drobna zrnca hematita (0,001 mm) zasledimo tudi v rdečih peščenjakih.

Mineralizacija močno variira v vsakem posameznem čoku. Zato je razumljivo, da se pojavljajo za železo pri nekaterih analizah dokaj visoke vrednosti, ki so v povprečku mnogo nižje. Stare analize vzorcev so naslednje:

kos iz jaška Kurt Hofmann	57,55 % Fe (1912)
kos iz I. Hofmannove žile	51,75 % Fe (1912)
kos iz IV. Hofmannove žile	55,83 % Fe (1912)
kos iz rova Paula Hofmann	39,15 % Fe (1912)
kos iz razkopa na Vihru	31,15 % Fe (1912)

	1	2	3	4
H <sub>2</sub> O	0,95	0,22	0,32	1,11
žaroizguba	0,89	0,53	0,86	11,74
SiO <sub>2</sub>	20,78	14,01	55,70	11,03
Fe	45,22	59,67	24,56	4,50
Al	4,10	0,15	2,57	4,08
CaO	sled	sled	sled	sled
Mn	0,33	0,16	0,12	39,03
S	sled	sled	sled	sled
P	sled	sled	sled	sled
As	sled	sled	sled	sled

Analiza št. 1 je iz ustja rova Zabukovec

Analiza št. 2 je iz ustja rova Hofmann

Analiza št. 3 je iz odstrela na razkopu Paula Hofmann

Analiza št. 4 je iz ustja rova Hofmann

Vzorčevanje, ki sem ga izvedel vzporedno z raziskovalnimi deli, je dalo naslednje rezultate:

Vzorec	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	žar.	vl.	P	Mn
I.	78,08	3,45	10,30	0,93	1,25	1,99	0,40		
II.	78,81	7,13	9,52	1,02	1,16	1,94	0,34		
III.	83,78	6,63	6,87	0,65	0,72	0,84	0,41		
V.	70,40	13,12	10,60	0,83	0,62	3,47	0,45		
VI.	59,62	3,32	34,38	1,02	0,42	1,20	0,24		
VII.	78,25	8,84	7,14	0,92	1,61	2,19	0,31	0,04	sl
VIII.	61,57	4,04	30,41	1,20	1,24	1,51	0,37		
IX.	78,45	3,33	15,47	0,55	0,70	1,42	0,42	sl	sl
X.	71,88	5,01	19,71	0,65	0,42	1,75	0,30		
112	26,16	1,12	65,11	0,42	sl	1,62	0,31		0,08
114	29,40	3,30	63,81	0,79	sl	1,35	0,40		0,05
115	66,72	3,15	27,22	0,34	sl	1,14	0,37		0,06
113	70,10	1,19	25,11	sl	sl	1,11	0,02		0,08
117	18,21	1,57	76,17	0,63	sl	2,27	0,90		0,10
werfenski skritavec	71,97	18,72	5,95	0,37	0,51	3,28	0,41		
Mn-kos	20,64	5,20	38,72	1,27	0,72	11,56	1,55	sl	22,45

Z rimskimi številkami označeni vzorci so vzeti z brazdo, z arabskimi številkami označeni vzorci predstavljajo kose iz izdankov.

Analize kosov iz izdankov se precej ujemajo s podatki starih analiz, vendar ne predstavljajo povprečja.

Prav tako nam tabela kaže obratno razmerje med količino  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in  $\text{SiO}_2$ . Povprečni odstotek železa je običajno pod ekonomsko mejo. Samo ponekod so čoki toliko mineralizirani, da bi se jih izplačalo odkopavati. Zaradi primerjave navajam na koncu tabele analizo werfenskega skrilavca, ki se glede vsebine  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bistveno ne razlikuje od slabo mineraliziranih vzorcev.

Navadno vsebuje ruda zelo nizek odstotek mangana. Pred ustjem rova, ki vodi v smeri proti jašku Kurt Hofmann pa smo našli vzorce, ki so bogatejši z manganom. Zadnja analiza nam kaže sestav takšnega kosa.

### Nastanek mineralizacije

Na podlagi dosedanjih preiskav sklepamo, da je mineralizacija najverjetneje nastala pod približno enakimi pogoji kakor rdeči peščenjaki in skrilavci. (Schneiderhöhn, 1944, pp. 171—173). Ob pogojih aridne klime se je razpadli material, ki je vseboval tudi železno rudo, v deževnih dobah kopičil v plitvih kadunjah pustinje. Železovi minerali so pri tem prešli v raztopino. Železo je izpadlo kot hidrogel in se po vsej kadunji enakomerno odložilo v obliki prevlek okrog kremenovih in glinenih zrn.

Verjetno pripada enakemu tipu mineralizacija v bližini vasi Rešetari pod Gorjanci. Ostala nahajališča železnih rud na Dolenjskem, Kočevskem in Notranjskem pripadajo železno-boksitnemu tipu v rabeljskih skladih.

Sprejel uredniški odbor 16. junija 1954.

### IRON MINERALISATION AT HRASTNO

In the immediate neighbourhood of Hrastno north of Mokronog there occurs a minor hematite mineralisation. Exploitation to a limited extent took place in the 19<sup>th</sup> century as long as the smelter in Dvor near Žužemberk functioned. In the years 1912—1917 and again in 1939 exploration was resumed. Older records were not sufficiently well known and therefore the Geological Survey explored the mine in 1952 to establish its economic importance.

The oldest stratigraphic stage of the mineralised area is represented by black clay slates with mica which we include into the Carboniferous. Fairly thick layers of red sandstone and slate above them lie. Here and there sandstone and slate are decolorized because of the leaching of iron. Grey slate with mica with changeable calcareous admixture and sandstone of different colour lies higher up. They are often replaced by dolomite mostly unstratified.



Red slate and sandstone occur in the wider neighbourhood on the frontier between Paleozoic and Mesozoic as well as in the Upper Triassic. The corresponding horizon of the Upper Triassic occurs in the narrower neighbourhood of Hrastno in calcareous facies. For this reason we provisionally include red slate and sandstone with the Werfenian stage but it is possible that they even belong to the Upper Permian.

Tectonically the land is highly disturbed. East of the Rebolj-mill there is a fault running north-south with an inclination towards the west. Parallel to it there is another fault from altitude 531 to altitude 320. Across both faults we find a smaller over thrust along the contact of the dolomite with the Lower Werfenian sediments.

Mineralisation is connected with brecciated intercalation of red slate and sandstone. Owing to tectonics the mineralised intercalation is broken up into several blocks. The quality of mineralisation varies considerably from block to block. Hematite occurs mostly in scaly concentric coats round quartz grains. Often it occurs also in the form of tiny grains in the argillaceous cement. In places it has developed larger recrystallized grains in sandstone.

Mineralisation probably occurred under the same arid conditions as red sandstone and slate (Schneiderhöhn, 1944, pp. 171—173). In rainy periods the weathered matter from the slopes has been washed into the shallow surface depression. Iron was leached from red sandstone and slate as it is indicated by their decolorization in the immediate neighbourhood of mineralisation.

According to exploration carried out hitherto the deposit is of no economic importance.

#### LITERATURA

Endlicher, P., 1913, Der Eisenerzbergbau in Hrastno bei St. Ruprecht der krainer Eisenerzbergbau-Gewerkschaft »Nassenfuss«. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Germovšek, C., 1950, Poročilo o geološkem kartiranju na področju specialke Novo mesto. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Schneiderhöhn, H., 1944, Erzlagerstätten, pp. 171—173. Jena.

Seguiti, T., 1941, La miniera di ferro di Mokronog. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Würzt, L., 1913, Das Eisenerzvorkommen bei Nassenfuss in Krain. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Würzt, L., 1920, Exposé über das Eisenerzlager der krainer Eisenerzbergbau-Gewerkschaft Nassenfuss. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

## OBVESTILO O PREISKAVAH PRODORNIN V SLOVENIJI

*Cveto Germovšek*

V letih 1951 do 1953 sem pregledal skoraj vse izdanke vulkanskih kamenin na Štajerskem. Nabral sem preko 300 vzorcev in jih mikroskopsko preiskal. Obdelal sem jih tudi z mikroskopom Fedorova. Kemične analize najznačilnejših kosov so razen ene še v delu.

Triadne štajerske vulkanite moremo razdeliti po nahajališčih na tri skupine. Genetično je ta razdelitev le deloma utemeljena.

### Dobroveljska skupina

Najzahodnejše preiskane prodornine leže vzhodno od Kamnika oziroma južno od prelaza Črnilec. Vzorci so vzeti iz t. zv. porfirnega pasu (K o s s m a t) med Studenci in Ravnami ter iz zahodnega dela porfirnega pasu, ki leži severovzhodno od Raven. Tu prevladujejo tufi kremenovega keratofira. Manj je tufov avgitnega porfirita s kloritnimi mandlji ali brez njih. Teh je največ okoli Raven. Vulkaniti nastopajo le kot vložki med tufi. To so kremenovi keratofiri in ortofiri s felzito osnovo, najdemo jih tudi z drobnozrnato osnovo. En kos ima tako debelozrnato osnovo, da že prehaja v žilnino. Vsi imajo vtrošnike albita (0—10 % an), manj kremenena. Nekateri vsebujejo še biotit, pri večini pa so bazični minerali že spremenjeni. Na enem kraju sem našel avgitni porfirit z vtrošniki plagioklazov, ki imajo približno 35 % an. V obeh pasovih vulkanskih kamenin nahajamo kaolin.

Vse te kamenine naj bi bile vložene v skrilavcih, ki jih Teller (1896) prišteva kristalastim skrilavcem; v resnici kažejo videz tipičnih psevdoziljskih plasti z vložki tufitov in tufov.

Podobni skrilavci so tudi na prelazu Črnilec in na južnem pobočju Kranjske Rebri; dosedanja literatura jih prišteva v stari kristalinik. Vsebujejo tufe kremenovega keratofira in avgitnega porfirita, ki imajo prav take vtrošnike in ostale petrografske značilnosti kot tipični wengenski vulkaniti. Zato je večji del Tellerjevih sericitnih skrilavcev Kranjske Rebri, če že ne vsi, wengenske starosti. Del triadnih tufov in prodornin okoli Črnilca je vrisal Teller (1895) kot andezit oz. dacit.

Preiskal sem tudi vse domnevne izdanke andezita in dacita na južni polovici lista Mozirje (Teller, 1895).

Južno od Bočne se pojavljajo kremenovi keratofiri in albitni porfiri. Nekateri imajo kot vtrošnike albit s poprečno 5 % an, drugi pa oligoklaz

s poprečno 15 % an. Bazičnih vtrošnikov ni več, ti so pretežno kloritizirani. Osnova je felzitna ali drobnozrnata. Ena golica pripada kremenovemu porfiritu z andezinom kot vtrošnikom. Najde se tudi nekaj porfiritnih tufov.

Južno od Šmartnega ob Dreti se prav tako pojavlja kremenov keratofir z albitom (3—7 % an) in njegov tuf. Našel sem tudi kremenov biotitni porfirit. Dolomit je ob kontaktu s kremenovim keratofirom prekrystaliziran.

V dolini Volažnice sem si ogledal t. zv. sericitne skrilavce (Teller, 1895). Po videzu so pa mnogo bolj podobni wengenskim plastem; to tem bolj, ker sem našel med njimi plasti tufov kremenovega keratofira. Na njenem levem pobočju je razvita debela serija apnenčevega konglomerata. Po položaju sodeč je spodnjeladinske ali anizične starosti.

Ob zahodnem vznožju Dobroveljske planote ob grapi Potok najdemo biotitne kremenove porfirite z vtrošniki andezina (35—41 % an), kremenina in biotita. Kemična analiza pove, da pripada ta vulkanska kamenina normalnemu granitnemu tipu granitne magme pacifične družine kamenin (Niggli, 1923). Vendar kaže že prehode h granodioritnemu tipu iste magme. Torej pripadajo slovenske magmatske kamenine dvema magmatskima provincama (Germovšek, 1953). Na podlagi kemične analize bi imenovali kamenino pravilneje plagiofir. Analizo je naredil ing. M. Babšek, za kar se mu najtopleje zahvaljujem. Vsi ostali kosi vulkanitov z Dobroveljske planote pripadajo kremenovemu keratofiru ali njegovim tufom. Vtrošniki so albit, ponekod tudi oligoklaz. Osnova je felzitna ali zrnata.

Vzhodno od Šmartnega ob Paki se pojavljata dva tipa kremenovega vulkanita, rjavi in zeleni. Rjavi ima poleg ortoklaza lepe vtrošnike kremenina in rogovače, zeleni pa le albit. Tudi tu kot v vseh do sedaj omenjenih krajih prevladujejo tufi kremenovega keratofira. Izdanek vulkanskih kamenin poleg Podvina pri Polzeli je prav tako zgrajen iz tufov kremenovega keratofira. V njem se najdejo leče močno preperelega kremenovega keratofira. Zahodno od Šentandraža pri Velenju se pojavlja prav tak biotitni kremenov porfirit kot na zahodnem pobočju Dobroveljske planote. Tellerjev andezit oz. dacit okoli Zaloga ob Trnavi se je izkazal kot kremenov keratofir. Opis kremenovega keratofira pri Veliki Pirešici sem že objavil (Germovšek, 1953). Okoli Vojnika je Teller označil serijo kristalastih skrilavcev. Mikroskopska preiskava je pokazala, da so to večji del tufi kremenovega keratofira, ki so prav taki kot ostali wengenski tufi. Vtrošniki albita imajo 1—6 % an. Ni razloga, da ne bi tudi te plasti uvrstili v wengen. Kar ima Teller (1895) označeno zahodno od Vojnika kot andezite oziroma dacite, je v resnici pelitski tuf kremenovega keratofira.

Videli smo torej, da so vsi izdanki vulkanskih kamenin, ki jih je vrisal Teller v južni polovici lista Mozirje, triadne, najverjetneje wengenske starosti. Terciarnne starosti so le daciti pri Velenju, ki jih obdaja širok pas dacitnih tufov. Vtrošniki so andezin (38—43 % an), kremen in rogovača.

## Laška skupina

Vzorke sem vzel iz vseh treh alpsko usmerjenih vulkanskih kamenin med Celjem in Laškim ter južno od Črnoalice. Vsi ti izdanki so wengenske starosti.

Zahodno od Laškega in v okolici Govc sem našel le izdanke kremenovega keratofira in njegovega tufa (M u n d a, 1953). Plagioklazi imajo sestavo od 5—8 % an. Nekateri kosi imajo tudi kremen in biotit kot vtrošnike. Ti keratofiri so enaki onim iz doline Pake in Drete. Vzhodno od Laškega se pojavlja poleg kremenovega keratofira še diabazni porfirit z ofitsko in drobnozrnato osnovo. Glavni sestavni deli so andezin s približno 35—40 % an in avgit. Tudi tukaj prevladujejo tufi vseh naštetih kamenin. Veliki vrh vzhodno od Laškega je zgrajen pretežno iz diabaznega porfirita in njegovih tufov. Vzhodno od tod se poleg avgitnega porfirita zopet pojavi kremenov keratofir v enakih različnih kot v dolini Drete. Poleg plagioklazov ima tudi alkalne glinence. Tufi tu še bolj prevladujejo kot zahodno od tod.

To, kar je D r e g e r (1907) označil južno od Črnoalice kot Hornfels-trachyt, sestavljajo v resnici avgitni porfiriti z vtrošniki plagioklazov od 33—39 % an, kremenov keratofir, andezit, tufi vseh treh kamenin, psevdofiljski skrilavci in silificiran dolomit.

Severnejša dva pasova vulkanskih kamenin med Celjem in Laškim sta zgrajena predvsem iz tufov kremenovega keratofira in različnih tufitov, ki so v tesni zvezi s psevdofiljskimi plastmi. Mnogo manj je kremenovih keratofirov in porfiritskih tufov. Smer vseh izdankov od vzhoda proti zahodu je posledica alpsko usmerjenega gubanja.

## Vzhodnoštajerska skupina

Sem štejem vulkanite in tufe Rudnice, Bohorja, Orlice in Krškega hribovja. To je po sestavi še najbolj enotna skupina vulkanskih kamenin. Pojavlja se le avgitni in albitni porfirit; preiskal sem preko 100 kosov. Sestav plagioklazov se spreminja od 0 do 50 %, le v enem kosu je dosegel 70 % an. V glavnem opazujemo enake vrste porfiritov kot vzhodno od Laškega. Poleg ofitske in zrnate osnove je pogostna še steklasta. Tufi so najrazličnejši, od steklastih do groboklastičnih. Na Bohorju se pojavljajo poleg običajnih avgitnih porfiritov tudi porfiriti s kislejšimi plagioklazi sestave oligoklaza.

Del vzorcev z Bohorja mi je prepustil v obdelavo geolog A. N o s a n, za kar se mu najlepše zahvaljujem.

Kot za vsa štajerska vulkanska območja velja tudi za to, da opazujemo mnogokratno menjavanje različnih vrst tufov. Menjava je tudi stokratna. Torej so bili zelo številni plinski in mnogi lavini izbruhi.

Bazični značaj vzhodnoštajerske skupine in pojavljanje mandljev je v soglasju z globokomorskim razvojem dela wengenskih sedimentov. Pojavljajo se namreč ploščasti apnenci z roženci. Glavna smer razvoja omenjenih sedimentov kot tudi vulkanskih kamenin je prečnoalpska.

Istočasno sem preiskal tudi vulkanske kamenine okoli Rogatca in zahodno od tod. Pretežno so to andezitni tufi z vložki rogovačnih ande-

zitov. Kislejše oblike andezita imajo vtrošnike andezina s 31—39 % an, bazičnejši pa plagioklaze s 45—52 % an. Conarni plagioklazi pa imajo jedro celo iz labradorita s povprečno 68 % an.

Najbolj bazična prodornina slovenske Štajerske je andezit poleg Šentilja pri Dramljah, ki prehaja morebiti že v bazalt. Ta ima steklasto osnovo z vtrošniki bazičnih plagioklazov (60—80 % an), hiperstena, avgita in verjetno tudi klintoenstatita.

V zvezi s preiskavo štajerskih vulkanitov sem za primerjavo preiskal tudi wengenske vulkanite iz okolice Kamne gorice in Nemilj. Vzorce mi je prepustil v preiskavo A. N o s a n, deloma pa sem jih nabral sam. Tu opazujemo rogovačni in biotitni kremenov keratofir z albitom (1 do 5 % an). V nekaterih kosih je kremen kot vtrošnik, v drugih le v osnovi. Opazimo obe vrsti osnove, kot ju opazujemo pri kremenovem keratofiru poleg Velike Pirešice (G e r m o v š e k, 1953). Nekateri kosi kažejo lepo sferulitsko strukturo. Opazimo tudi nekoliko bazičnejši kremenov keratofir z vtrošniki oligoklaza (10—15 % an). Zelo številne so bile tudi plinske erupcije. To dokazujejo različni tufi, med katerimi so najznačilnejši brečasti lavini tufi.

Končno sem preiskal še t. zv. kremenov porfir jugozhodno od Jezerskega (T e l l e r, 1895). To je kremenov porfirit z velikimi vtrošniki andezina (45—50 % an).

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## NOTE ON THE PETROGRAPHIC EXAMINATIONS OF THE SLOVENIAN ERUPTIVE ROCKS

In the years 1951 to 1953 I looked over nearly all the outcrops of the eruptive rocks in Slovene Styria. Over 300 samples were examined with petrographic microscope, and by means of the F e d o r o v-universal stage. Chemical analyses of the most characteristic pieces — except one — are still being worked on.

The triassic Slovene Styrian eruptive rocks can be divided into three groups according to their find-spots. This division is only partly founded as regard to their origin.

### The Group of Dobrovlje

The most western eruptive rocks, already examined, are to be found east of Kamnik resp. to the South of the Črnilec-Pass. The samples have been taken from the so — called Porphyrite-Zone between Studenci and Ravne and from the western part of the Porphyrite-Zone, lying to the northeast of Ravne. The quartz-keratophyre tuffs are predominating here. The augite-porphyrity tuffs with chlorite-amygdules or without them are rare. Most of them are to be found near Ravne. Eruptive rocks

are only interbedded among the tuffs. These are most quartz-keratophyres with felsitic groundmass but we can find them with fine-grained groundmass too. One of the pieces has such a coarse-grained groundmass that it passes in the dyke-rock already. They all contain phenocrysts of albite (0—10 % an), with less quartz. Some of them contain biotite too but the majority the feric minerals are altered already. In one place I found augite-porphyrite with phenocrysts of plagioclases which contain 35 % an approx. In both the zones of eruptive rocks kaolin can be found.

All these rocks should be intercalated in slates which according to Teller (1896) belong to ancient crystalline rocks. But they appear to be typical Pseudo-Ziljan strata with intercalations of tuffic sandstones and tuffs.

Similar geological conditions we find also on the Črnilec-Pass and on the southern slope of Kranjska Reber. In the slates which the literature so far has counted among the old crystalline rocks, there can be found tuffs of quartz-keratophyre and augite-porphyrite, which have the same phenocrysts and other petrographical characteristics as the typical Wengianian eruptive rocks. That is the reason why the majority — if not all — of Teller's sericite-schists of Kranjska Reber, are of Wengianian age. A part of the triassic tuffs and eruptive rocks around Črnilec was recorded by Teller (1895) as andesite resp. dacite.

I also examined all the outcrops of supposed andesite and dacite on the southern part of the Mozirje geological map (Teller, 1895). To the South of Bočna quartz-keratophyres and porphyrs can be found. Some of them contain albite as phenocrysts with an average of 5 % an, others oligoclase with an average of 15 % an. There are no basic phenocrysts more as they are generally veathered into chlorite. The groundmass is felsitic or fine-grained. One outcrop (exposure) belongs to the quartz-porphyrite with andesine as phenocryst. Some porphyrite tuffs can be found as well.

To the South of Šmartno on the Dreta-stream the quartz-keratophyre with albite (3—7% an) and its tuff can be found too. I also found the quartz-biotite-porphyrite. The dolomite coming into contact with quartz-keratophyre is recrystallized.

I had a look at the so-called sericite-schists (Teller, 1895) in the valley of the Volažnica-stream. But they appear more similar to the Wengianian strata; the more so as strata of the quartz-keratophyre tuffs have been found among them. On its left slope a thick series of limestone conglomerate has developed. According to their position they have to be of Lower Ladinian or Anisian age.

Along the western foot of the plateau of Dobrovlje by the ravine Potok biotite-quartz-porphyrite with phenocrysts of andesine (35—41 % an), quartz, and biotite can be found. The chemical analysis proves that this eruptive rock belongs to the normal granitic type of the granitic magma of the pacific province of rocks (Niggli, 1923). Yet it shows the transition to the granodioritic type of the same magma. Consequently the Slovene magmatic rocks belong to two magmatic provinces

(Germovšek, 1953). On the basis of the chemical analysis the rock should perhaps be called plagiophyre.

All other pieces of the eruptive rocks from the plateau of Dobrovlje belong to the quartz-keratophyre or its tuffs. The phenocrysts belong to albite and in some places oligoclase too. The groundmass is felsitic or grained.

To the East of Šmartno on the river Paka two types of eruptive rocks, brown and green, appear. The brown type contains beside orthoclase some beautiful phenocrysts of quartz and hornblende while the green one contains the albite only. Here as well as in all the places mentioned so far the quartz-keratophyre tuffs are predominating.

The outcrop of the eruptive rocks by Podvin near Polzela is based on the quartz-keratophyre tuffs too. In it lenses of rather weathered quartz-keratophyre can be found. To the West of Šentandraž near Velenje the same biotite-quartz-porphyrite appears as on the western slope of the plateau of Dobrovlje.

The Teller's andesite resp. dacite round Zalog on the Trnava-river has proved to be quartz-keratophyre. A description of the quartz-keratophyre near Velika Pirešica was published earlier (Germovšek, 1953).

Teller showed some schists round Vojnik. It was proved by the microscopic examination that these are mostly quartz-keratophyre tuffs, corresponding quite well with other Wengenian tuffs. The phenocrysts of albite contain 1—6% an. There is no reason why these should not be classified as Wengenian too. That part, to the West of Vojnik, marked by Teller (1895) as andesites resp. dacites, is actually a pelitic tuff of quartz-keratophyre.

As we have seen, all the outcrops of eruptive rocks, recorded by Teller on the southern part of the Mozirje-geological map, are of triassic age, most probably Wengenian. Only the dacites near Velenje surrounded by a broad zone of dacite-tuffs, are tertiary. The phenocrysts are andesine (38—43% an), quartz, and hornblende.

### The group of Laško

Specimens were taken from all three eruptive rocks showing an Alpine direction between Celje and Laško and to the South of Črnolica. All these outcrops are of Wengenian age.

To the West of Laško and in the surroundings of Govce I found only the outcrops of quartz-keratophyre and its tuff (Munda, 1953). Plagioclases contain 5—8% an. In some pieces quartz and biotite can be found as phenocrysts. These keratophyres are similar to those from the valleys of the Paka- and Dreta-rivers.

To the East of Laško there is diabase-porphyrite with ophitic and fine-grained groundmass to be found beside the quartz-keratophyre also. The two chief elements are andesine with approx. 35—40% an and augite. Tuffs of all the mentioned rocks are predominating here too. Veliki vrh to the west of Laško is mainly composed of diabase-porphyrite

and its tuffs. Eastwards beside augite-porphyrite quartz-keratophyre can be found in the same varieties as in the valley of the Dreta-stream. Beside the plagioclases it contains alkali feldspars as well. Tuffs are more predominating here than in the West.

The rock, marked by Dreger (1907) as "Hornfelstrachyt" — to the South of Črnolica, are actually augite-porphyrites with phenocrysts of plagioclases from 33 to 39 % an, quartz-keratophyre, andesite, tuffs of all three rocks, Pseudo-Ziljan strata, and silicified dolomite.

The two zones of eruptive rocks towards the North between Celje and Laško consist mainly of tuffs of quartz-keratophyre and various tuffic sandstones which are in close connection with the Pseudo-Ziljan strata. There are far fewer quartz-keratophyres and porphyrite tuffs to be found. The direction of all the outcrops from East to West is caused by an Alpine-trend folding.

### The East Slovenian Group

To this group belong the eruptive rocks and tuffs of Rudnica, Bohor, Orlica, and Krško hills. The composition of this group of eruptive rocks is the most uniform of all. I found only the augite- and albite-porphyrites though I examined over 100 pieces. The composition of the plagioclases is changing from 0—50 % an, only in one piece it reached 70 % an. In general, the same kinds of porphyrites can be found as to the West of Laško. Beside the ophitic and grained groundmass the glassy one occurs very often. Tuffs of the augite-porphyrite and quartz-keratophyre are most varied, ranging from glassy to coarse-grained ones. On the Bohor-Hill beside the usual augite-porphyrites the porphyrites or even keratophyre appear with more acid plagioclases of albite-oligoclase composition as well.

Geologist A. Nosan has allowed me to examine a part of the Bohor specimens.

The general feature of all the Styrian eruptive spheres and of this one too is the frequent changing of various tuffs.

The basic character of the group of eruptive rocks and the appearance of amygdules accord with the deep-sea facies of one part of Wengenian sediments there, among which platy limestones containing hornstones can be found. The main trend of the sediments mentioned above as well as eruptive rocks is a transverse-alpine one.

At the same time the eruptive rocks round Rogatec and to the West thereof were examined. They are andesite-tuffs mainly with intercalations of hornblende-andesites. Andesite varieties which are more acid contain phenocrysts of andesine with 31—39 % an, while the basic varieties contain plagioclases with 45—52 % an. The zonal plagioclases have a labradorite core with 68 % an approx.

The most basic effusive rock of the Slovene Styria is andesite which probably passes into basalt near Šentilj by Dramlje. It has a glass groundmass with phenocrysts of basic plagioclases (60—80 % an), hypersthene-augite, and probably clinoenstatite too.



In connection with the research of Slovene Styrian eruptive rocks I examined the Wengian eruptive rocks from the surroundings of Kamna Gorica and Nemilje just to make a comparison. Geologist A. Nosan let me have a part of the samples, and the rest was collected by me. Hornblende and biotite quartz-keratophyre with albite (1—5 % an) can be noticed. Some pieces contain quartz as phenocrysts, others as the groundmass only. Both kinds of the groundmass can be noticed just as it is the case with the quartz-keratophyre near Velika Pirešica (Germovšek, 1953). Some of the pieces show a beautiful spherulitic structure. A slightly more basic quartz-keratophyre with phenocrysts of oligoclase (10—15 % an) can be seen. The gas eruptions were very numerous. A proof for them are the most various tuffs the brecciated lava tuffs being the most characteristic among them.

Finally, I examined the so-called quartz-porphyrity South-east of Jezersko (Teller, 1895). That is the quartz-porphyrity with big andesine phenocrysts (45—50 % an).

#### LITERATURA

Dreger, J., 1907, Geologische Spezialkarte Rohitsch und Drachenburg, Wien.

Duhovnik, J., 1953, Prispevek h karakteristiki magmatskih kamenin Črne gore, njihova starost in razmerje do triadnih magmatskih kamenin v Sloveniji. Geologija, 1, 182—224, Ljubljana.

Germovšek, C., 1953, Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici. Geologija, 1, 135—168, Ljubljana.

Kossmat, F., Geologische Manuskriptkarte Laibach.

Munda, M., 1953, Geološko kartiranje med Hrastnikom in Laškim. Geologija, 1, 37—89, Ljubljana.

Teller, F.-Dreger, J., 1898, Geologische Spezialkarte Pragerhof und Wind. Feistritz, Wien.

Teller, F., 1895, Geologische Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanken und Steiner Alpen), Wien.

Teller, F., 1896, Erläuterungen zur geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanken und Steiner Alpen), Wien.

Teller, F., 1908, Geologische Spezialkarte Cilli und Ratschach, Wien.

## GEOLOŠKO KARTIRANJE SPECIALKE LJUBLJANA

Anton Ramovš

V letu 1953 sem pričel z reambulacijo Kossmatove manuskriptne geološke karte Ljubljana. Zahodno od Ljubljane so do sedaj predvsem zanimivi izsledki v okolici Podutika, Hruševega in Lesnega brda.

Med Podutikom, kmetijo Prevalnik, Toškim čelom in Glimcami so zarisani na Kossmatovi karti dolomiti in apnenci školjkovitega apnenca. Vendar precejšnjemu delu teh skladov izključuje anizično starost školjka *Posidonia wengensis* Wissm. Mlajšo starost dokazuje tudi tuf kremenovega keratofira, ki ga zahodno od Podutika najdemo med črnim, ploščastim apnencem.

Severno od Stražnega vrha se pokaže nad sivim, močno razjedenim, slabo skladovitim apnencem črn, ploščast apnenec, ki visi proti severozahodu in vsebuje približno 10 m širok pas zelenkastega keratofirskega tufa. Okoli 100 m severozahodno od tod se pokaže okrog 15 m široka plast precej preperelega, sivkastorjavega tufa, ki vpada prav tako proti severozahodu. Nad tufom leži črn apnenec, ki postaja navzgor čedalje bolj zdrobljen in brečast. Močno premečkan in zdrobljen apnenec, prepreden s kalcitnimi žilicami, najdemo na obeh straneh prevala Podutik—Stranska vas (kota 378). Na kontaktu z dislociranimi plastmi je na obeh straneh prevala svetlosiv, močno drobljiv dolomit. Zgoraj omenjeni tufski plasti sta s ploščastim apnencem vred odrezani ob dolomitu. Pri Tovarni arom v Podutiku se tudi pojavlja zmečkan in zguban tuf neposredno ob drobljivem dolomitu. Vse to dokazuje tektonski kontakt med ploščastim apnencem, ki vsebuje keratofirski tuf, in drobljivim dolomitom.

Vzhodno od prevala nahajamo v pobočju še tankoploščast apnenec in drobnoskrilave laporne pole, ki vsebujejo vse polno školjk *Posidonia wengensis*.

Ozek pas drobljivega dolomita sledimo od prevala še dalje proti zahodu. Na obeh straneh dolomitnega pasu se pojavlja v okolici prevala močno dislociran, črn, ploščast apnenec.

Na severni strani drobljivega dolomita se pokaže v bližini Prevalnikove domačije črn, ploščast apnenec, ki je sprva močno zmečkan in zdrobljen ter prepreden z različno usmerjenimi kalcitnimi žilicami, nato pa manj deformiran in lepo ploščast. Daleč nad Prevalnikom vsebuje ploščast apnenec sivkastorjave, drobnoskrilave laporne pole, ki so ponekod nekoliko peščene. V skrilavih polah je zelo pogosta školjka

*Posidonia wengensis*. Nedaleč od razpčtja nad Prevalnikom je v temnosivem apnencu vse polno školjk iste vrste. Ploščast apnenc se na poti od Prevalnika proti Toškemu čelu v višini 440 m polčno nagiba proti jugojugovzhodu, torej približno v nasprotno smer kakor jugovzhodno od prevala.

Tudi precej zahodnejše od omenjenega razpčtja je razgaljen temnosiv in črn, ploščast apnenc z vmesnimi skrilavimi apnenimi polami. Vpad plasti je tam sprva položen proti jugovzhodu, nato pa proti jugojugovzhodu. Nekateri apnenčeve pole so bolj, druge manj peščene. Razen ploščastega se pojavlja tudi skladovit in debeloploščast, temnosiv do črn apnenc, ki vsebuje skrilave pole in je prepokan pravokotno na plastovitost.

Izpod ploščastega apnenca se pokaže bliže Toškemu čelu siv, skladovit apnenc, ki se sprva še menjava s ploščastim apnencem. Skrilavih apnenih pol ne vsebuje. Skladovit apnenc postaja proti spodnjemu delu čedalje bolj dolomitiziran in prehaja v dolomit, ki se nagiba proti jugojugovzhodu.

Ploščast apnenc z apnenimi in lapornimi polami ter keratofirskim tufom kakor tudi skladovit apnenc z vmesnimi ploščastimi ali skrilavimi plastmi je wengenske starosti. Med wengenskimi in werfenskimi skladi ležeč skladovit apnenc, ki postaja navzdol dolomitiziran in prehaja v dolomit, je pretežno anizične starosti; s svojim zgornjim delom bi utegnil segati že v ladinsko stopnjo. Mendolskemu dolomitu pripada tudi pas drobljivega dolomita, ki leži na obeh straneh prevala.

Kasijanske starosti bi mogel biti svetlosiv apnenc, prepreden s kalcitnimi žilicami, na vzhodni strani dinarsko usmerjene suhe doline severozahodno od Podutika. Apnenc je tam prepokan in podvržen ukraševanju. Vleče se od suhe doline proti Glincam, dobimo ga pa tudi na osamelcu Kamna gorica.

Prav taki skladi nastopajo v okolici Borovnice, kjer vsebujejo številne apnene alge vrste *Diplopora annulata* Schafh., v »Klenu«, nedaleč od Orljega in pri Logu blizu Drenovega griča.

Tudi med Gradaščico na severu in Hruševim ter Babno goro na jugu niso le anizični skladi. Že zaselek Selo vzhodno od Hruševega stoji na karbonu. Srednjetriadne plasti se pokažejo šele zahodno od zaselka.

Na hribu (kota 346 m) severno od Sela, kjer naj bi bili karbonski skladi, najdemo vijoličnordeč, nekoliko peščen glinast skrilavec in drobnozrnat kremenov peščenjak. Te plasti so nadaljevanje enakih skladov z nasprotne strani Gradaščice.

Vijoličnordeč, ponekod tudi zelenkast glinasti skrilavec, peščen skrilavec in kremenov peščenjak se pojavljajo na večjem prostoru zahodno od Hruševega in se vlečejo strnjeno na hrib s koto 450 m, na severu pa segajo v ozkem pasu jugovzhodno od Hrastenic do doline Gradaščice. Te plasti je skupno z zgoraj omenjenimi uvrstiti med grōdenske sklade.

Vzhodno od Hruševega se pokaže v majhni krpi sivkastorjav, sljudnat laporni apnenc, ki pripada zgornjemu delu werfena.

Enako stare kamenine nahajamo tudi ponekod ob Gradaščici. Največji obseg imajo južno od Hrastenic. Razen apnenčevih in lapornih skladov

se marsikje pokaže tudi sivkast, rjavkast ali rdečkast glinasti, le redko nekoliko laporni skrilavec. Večji obseg imajo laporni in apneni werfenski skladi tudi vzhodno in severovzhodno od Babne gore. Južno od Babne gore leži diskordantno na karbonskih glinastih skrilavcih majhna krpa temnosivega werfenskega, s kalcitnimi žilicami prepredenega apnenca z majhno primesjo sljude.

Razen opisanih skladov in mendolskega dolomita se pojavlja na ozemlju med Belico, Selom in Gradaščico še svetel apnenec, prepreden s kalcitnimi žilicami, močno prepokan ter podvržen ukraševanju. Podoben je apnencu pri omenjeni suhi dolini severozahodno od Podutika in bi utegnil pripadati zgornjemu delu ladinske stopnje.

V okolici Lesnega brda zavzemajo wengenske plasti znatno večji obseg, kakor je označil K o s s m a t. Južno in jugovzhodno od Lesnega brda smo našli na večjem območju debelo in drobnozrnato, sivkasto zelen in sivkast tuf, tufski skrilavec in silificiran tuf. Med tufi se večkrat pojavljajo pole temnega apnenca. Dalje najdemo tam, kjer so na manuskriptni karti zarisani kasijanski skladi, sivkasto zelen keratofirski tuf z jaspisovimi polami. Na vzhodni strani močvirne zajede, ki sega vzhodno od Lesnega brda daleč proti jugu, prihajajo na površje tudi sivkasto zeleni in rožnati kremenasti apneneci ter zelenkasti glinasti skrilavci. Jugovzhodno od Lesnega brda je bil nadalje ugotovljen horizont temnosivega glinastega skrilavca z zelo bogato favno. Med številnimi daonelami je zastopana *Daonella lommeli* Wissm. Našli smo tudi školjke rodu *Halobia*.

Vzhodno od Lesnega brda prevladujejo vse do karbonskih skladov wengenske plasti. Razen tufskih kamenin se pojavlja tudi sivkastorjav peščenjak in tankploščast apnenec.

Sprejel uredniški odbor dne 16. junija 1954.

## REPORT ON THE GEOLOGICAL MAPPING OF THE SHEET LJUBLJANA

In 1953 I started to re-draw the manuscript geological map of Ljubljana originally made by K o s s m a t.

In the area west of Ljubljana, viz., in the vicinity of Podutik, Toško čelo and Glince larger outcrops of black platy limestone with slaty calcareous and marly intercalations occur. West of Podutik the greyish-brown slates and marls contain a very common shell *Posidonia wengensis* Wissm. In thin slaty marl and dark-grey limestone northwest of Prevalnik-estate the same species occurs with the same regularity. West of Podutik the black platy limestone includes two layers of quartzkeratophyre tuff. All these strata are of the Wengian age.

Nearer to Toško čelo the black platy limestone is underlaid by grey bedded limestone. Slaty layers do not occur among this limestone. Bedded

limestone grows more and more dolomitised towards the lower part and passes finally into dolomite overlaying the Werfenian strata. In the vicinity of Podutik—Srednja vas—Pass a band of light grey crushable dolomite is wedged in black platy limestone which at the contact is crushed and interwoven with calcite veins. Bedded limestone, dolomitic limestone and dolomite are of the Anisian age.

South of the Gradašćica-brook the settlement of Selo lies on Carboniferous and not on Anisian strata. North of Selo the violetish-red arenaceous clay slates and fine-grained quartz sandstones outcrop representing the continuation of the beds north of Gradašćica-brook.

To a greater extent occur violetish-red, partly greenish clay slates, sandy slates and quartz sandstones west of Hruševo stretching in a narrow band as far as to the Gradašćica-valley. These beds represent Gröden-strata.

Werfenian strata consisting of dark limestone, greyish-brown micaceous marly limestone, grey, brown or red clay slates and less commonnes marly slates were found east of Hruševo, in vicinity of Babna gora at same places and on some spots south of Gradašćica.

The outcrops of light limestone with calcite veins and with a tendency to form Karstic phenomena are smaller south of Gradašćica-brook. This limestone and the limestone northwest of Podutik being very alike it, both so far without any fossil remains, are probably of the Cassian age.

South and east of Lesno brdo hill there are exposures of coarse and fine-grained greyish-green, grey and yellowish keratophyre tuff, slaty and silified tuff with intercalations of black limestone. Moreover there are quartz keratophyre-tuffs with single jasper intercalations, greyish-green and pink quartz limestone as well as greenish clayey slates. In the horizon of dark-grey clayey slates, however, in addition to other daonellae *Daonella lommeli* Wissm. is quite common. All the layers mentioned above are of the Wengenian age, so that the extent of the Cassian and Anisian strata recorded in the vicinity of Lesno brdo hill by K o s s m a t, is considerably smaller.

# NAHAJALIŠČA MANGANOVE RUDE V MAROKU

## Poročilo o študijskem potovanju

Marjan Dolenc

### Uvod

Maroko je postal v zadnjem času pomemben v proizvodnji manganove rude, ki je v letu 1953 dosegla 480.000 t. S tem je prišel na peto mesto v svetovni proizvodnji manganove rude.

V Maroku razlikujemo dva glavna tipa nahajališč manganove rude:

a) rudne žile z nad 50 % Mn; v glavnem v III. prekambriju v okolici Ouarzazate, delno v paleozoiku okolice Oujda; majhne zaloge,

b) rudne plasti z okrog 50 % Mn ali manj v usedlinah III. prekambrija (Anti Atlas), spodnjega karbona (gor. viséen v okolici Oujda), kontinentalne permotriade, v obalnih formacijah liade (Bou Arfa, M'koussa) ali cenomana (Imini, Tasdremt); velike zaloge.

V okviru tehnične pomoči Združenih narodov sem obiskal tri rudniška okrožja in pri tem spoznal tri glavna nahajališča manganove rude v Maroku: Tiouine — plasti in žile v III. prekambriju, Bou Arfa — plasti in ležišča v liadi ter Imini — plasti v cenomanu.

Najprej bom opisal ta tri rudišča, nato bom podal še pregled o geologiji maroških nahajališč manganove rude.

### Tiouine z okolico

V okolici Ouarzazata na južni strani Visokega Atlasa je poleg številnih majhnih žilnih nahajališč tudi nekaj rudišč, kjer nastopa manganova ruda v plasteh. Najvažnejše takšno rudišče je Tiouine. Vsa okolica sestoji v glavnem iz vulkanskih kamenin III. prekambrija in spodnjekambrijskega dolomita (georgien). Poleg tega nahajamo še nekaj I. in II. prekambrija ter ostanke krede in mlajših pokrovov. Erozijska je zelo močna, ker ni vegetacije in so poleg tega klastični sedimenti III. prekambrija, krede in terciara slabo zlepljeni.

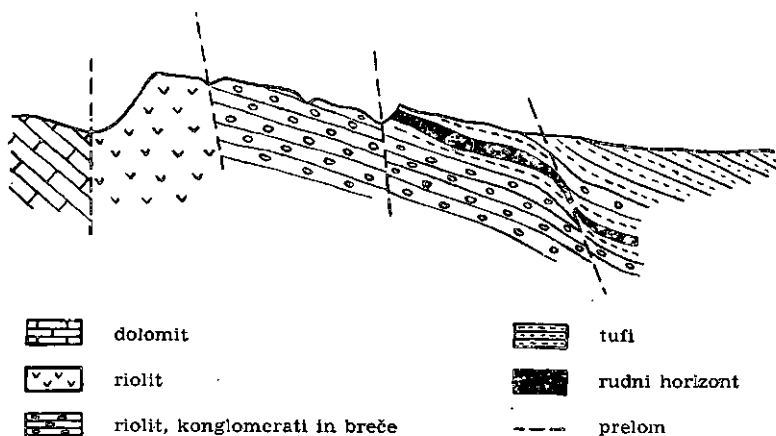
### Ležišča manganove rude

III. prekambrij okolice Tiouine sestavljajo:

peščenjaki in konglomerati, v začetku z lečami dolomita, rdeči tufi, debeli okrog 200 m, ki vsebujejo v spodnjem delu nepomemben gornji rudni horizont,

konglomerati, okrog 20 m,  
rdeči tufi s sljudo in s spodnjim rudnim horizontom,  
vulkanske breče, grobo- do drobnnozrnate,  
riolitne in andezitne lave, okrog 200 m.

Gornji rudni horizont je gospodarsko brez pomena zaradi majhne debeline in slabe kakovosti. Spodnji rudni horizont pa sestoji iz 5—14 plasti oziroma leč; skupna debelina rude je 4—8 m. Med plastmi je 10—50 cm tufa. Talnina rude je v začetku iz enakega tufa, ki nato hitro prehaja v konglomerat s posameznimi prodniki rude. Gornji tuf je mestoma zelo drobnnozrnat, tako da ga moremo imenovati tufski skrilavec.



1. sl. Prerez nahajališča Tiouine po Colsonovi skici

Je zelo podoben rdečim skrilavcem jugoslovanske diabazno roženčeve formacije, od katerih se razlikuje le po tem, da ni toliko silificiran. Ruda nastopa kot izdanek v dolžini okrog 800 m, s smerjo NO—SW in z vpadom okrog 20—35° SO. Vsi kontakti med rudo in tufom so konkordantni in zelo ostri.

Rudišče je tektonsko malo porušeno. Opazujemo nekaj manjših skokov; izklinjavanje plasti v globini je verjetno posledica fleksure.

Ruda sestoji v glavnem iz drobnozrnatega braumita. Orcel je našel tudi Ba-psilomelan ter nekaj polianita in koronadita. Bouladon in Jouravsky sta opazila tudi kriptomelan, o katerem mislita, da bo pomemben v sestavu rude.

Često opazujemo v rudi zrna kremenca in kose lave, v kateri so steklasta osnova in vtrošniki glinenca mineralizirani. Ruda postane siromašnejša tudi na ta način, da prehaja v mineralizirane tufe in breče pri izklinjavanju rudnih leč in v tankih rudnih plasteh.

Ruda je kompaktna in zelo trda. Povprečna analiza je naslednja:

MnO <sub>2</sub> . . . . .	64,07	Mn . . . . .	48,45 %
MnO . . . . .	10,78		
SiO <sub>2</sub> . . . . .	9,86		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,87		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,88		
BaO . . . . .	5,22		
PbO . . . . .	1,20		

Poleg pravih rudnih plasti opazujemo ponekod mineralizirane cone v tufu in breči; te so navadno v bližini rudnih plasti ali ob prelomih. V breči ruda nadomešča dolomitno lepilo, v tufu vidimo kot ostanke posamezna zrna glinena, kremenena in sljude. Poleg tega opazujemo pravilne mineralizirane horizonte v riolitih spodnjega III. prekambrija; Mn-oksidi nadomeščajo steklasto osnovo, pri tem so ostali vtrošniki glinencev še zelo sveži. Jouravsky navaja, da imamo iznad tega mineraliziranega horizonta konglomerat, ki vsebuje prodnike mineraliziranega riolita.

V bližini Tiouine imamo podobni rudni nahajališči v Migoudenu in Offremtu (4 km NO in 8 km O od Tiouine). V Migoudenu obstaja v glavnem rudnem horizontu samo ena rudna plast 50—70 cm. V Offremtu nastopajo izdanki v dolžini 400 m; tu imamo štiri rudne plasti, vendar je kakovost rude mnogo slabša (vsebina Fe), tako da so zaenkrat raziskave ustavili.

O genezi rudišč moremo reči naslednje:

a) Ruda je nastala singenetsko.

b) Iz oblike ležišč (plasti in leče) moremo sklepati na sedimentarni postanek, kakor so ugotovili tudi že drugi avtorji. Le Westerveld je postavil hipotezo o hidrotermalnem postanku.

Sedaj nastane vprašanje, kako je prišlo do te sedimentacije. Značilno je, da vsebuje III. prekambrij v celoti več mangana, kakor je to običajno; opazujemo ga po večini le v obliki impregnacij in recentnih prevlek. Birembaut je pri mikroskopskem raziskovanju vedno našel drobna zrna Mn-oksida.

Menjavanje lepo plastovitih vulkanskih sedimentov (tuf, breča z dolomitnim lepilom, konglomerat) s kontinentalnim konglomeratom z velikimi prodniki kaže na več transgresij in regresij. Zaradi ekshalacij, ki so nastajale pri močnem podmorskem vulkanskem delovanju v transgresivnih periodah, je bilo morje bogato z Mn. V ugodnih intervalih je bil dotok materiala za ostale sedimente, n. pr. za tuf, majhen, dočim je bila količina Mn-spojnin (kloridi) v ekshalacijah velika, tako da se je mogla sedimentirati ruda. Pri tem so prišla v rudo zrna kremenena, glinencev in kosi breče. Tam, kjer se rudne leče izklinjavajo, je bil dotok jalovega vulkanskega materiala že tako močan, da se je sedimentirala le siromašna ruda. Nadomeščanje v kosih breče in tufa, ki ga opazujemo v rudi, je verjetno posledica diageneze.



Odrpta ostanejo še tri vprašanja. Prvič je znano, da morejo imeti pri sedimentaciji mangana v morju veliko vlogo mikroorganizmi (posebno v mezozoiku in kenozoiku). Iz prekambrija poznamo že radiolarije, ki bi mogle vplivati na ta proces. Bilo bi možno, da je vpliv organizmov pripomogel k nastanku rudišča v Tiouine, vendar dvomim v to. Jouravsky in Bouladon, ki sta mikroskopsko preiskovala rudo iz Tiouine, nikjer ne omenjata, da bi v preparatih našla ostanke organizmov ali njihovega delovanja. Poleg tega so rdeči tufski skrilarci iz gornjega III. prekambrija mnogo premalo silificirani, da bi mogli predpostavljati vlogo radiolarij.

Drugič je treba pojasniti, zakaj sestoji glavni del rude iz braunita. Ne v rudi ne v prikameninah nisem opazil pomembnih znakov močnejše metamorfoze. Ostaneta dve možnosti; braunit bi mogel nastati diagenetsko ali pozneje iz primarnega gela Mn-hidroksida zaradi spremembe, ki jo je povzročila talna voda blizu površine. To bi bilo možno, čeprav predpostavlja večina avtorjev, da more braunit nastati samo hidrotermalno ali pri metamorfozi. Schneiderhöhn-Ramdohr (1931) navajata, da v manganovih žilah, ki so nastale pri najnižjih temperaturah, braunit ni redek mineral; verjetno je nastal celo pri lateralno sekrecijskem nakopičenju pod vplivom površinskih voda iz gela psilomelana ali podobnih Mn-rud. Vendar je verjetnejša druga možnost, da je pri visokotemperaturnih podmorskih ekshalacijah Mn-klorid takoj oksidiral v braunit, ki se je sedimentiral kristalinsko brez vode.

Tretjič se postavlja vprašanje, kako so nastali mineralizirani horizonti v riolitih, pri čemer so ostali glinenci nespremenjeni. S tem je izključeno pneumatolitsko ali hidrotermalno orudenjenje. Behrend-Berg (1927) navaja Barnsove eksperimente, s katerimi je dokazal, da se steklo iznad 185° C obnaša proti vodi kot koloid, zaradi česar more v tem primeru adsorbirati znatne količine vode. Seveda mora biti pri tem pritisk tako visok, da voda ne zavre. Pri steklasti erupciji v globini nekoliko sto metrov imamo ustrezne pogoje. Če je bila istočasno v morju potrebna koncentracija mangana, je možno, da je koloidalna steklasta osnova riolita obenem z vodo adsorbirala manganove soli, ki so nato diagenetsko nadomestile osnovo.

Na podlagi tega moremo rudišča Tiouine, Migouden in Offremt uvrstiti med podmorska ekshalacijsko sedimentna nahajališča.

#### Žile manganove rude

V vsej okolici Tiouine oziroma Ouarzazate nahajamo žile manganove rude, toda vedno le v vulkanski formaciji III. prekambrija. Teh žil je mnogo, vendar imajo le nekatere gospodarski pomen in še te v najboljšem primeru vsebujejo le nekaj tisoč ton rude.

Žile nastopajo vedno ob prelomih navadno s smerjo NO—SW in s skoraj navpičnim vpadom. Ponekod najdemo več vzporednih žil ali pa se ena žila viličasto razcepi v dve ali več drugih. Navadno so žile

v riolitih, dobimo jih pa tudi v vulkanskem konglomeratu, breči in tufu. Poznejša tektonika na žile ni mnogo vplivala.

Razlikujemo dve vrsti žil:

1. žile z dolomitno jalovino, ki dosežejo debelino 6—8 m, dolžino do 100 m in globino do 40 m,

2. žile brez dolomitne jalovine, ki so debele le 1—2 m, dolge nekaj 100 m in globoke okrog 40 m.

V dolomitnih žilah je debelokristalinski dolomit povečini nadomeščen z rudo. Braunit, ki je glavni sestavni del rude, tvori lepe pseudo-morfoze po dolomitu. Poleg tega imamo še nekaj kriptomelana, hausmanita, sekundarnega polianita in ponekod geode piemontita. Ruda vsebuje pod 1 % BaO, 5—10 % SiO<sub>2</sub> in do 5 % K<sub>2</sub>O. Navzdol prehaja ruda v dolomit, ponekod v hematit.

V ostalih žilah imamo navadno v sredini kompaktno rudo, ki proti mejnim ploskvam prehaja v mineralizirano kamenino. Večkrat opazujemo tam riolitno brečo z Mn-lepilom, čeprav prikamnina ni breča (Agouni). V tem primeru gre za tektonsko brečo. Jalovino sestavlja debelokristalni barit, ki ga nadomešča braunit. Na zunanji strani najdemo večkrat rdečo glinasto plast. Ruda vsebuje do 10 % BaO, manj K<sub>2</sub>O kakor v dolomitnih žilah in 7—10 % SiO<sub>2</sub>. Poleg braunita imamo nekaj Ba-psilomelana, zelo redko malo sekundarnega polianita in ponekod nekaj piemontita. Samo v eni žili (Ighem N'Tissili) nastopa posebno v globljih delih kot najmlajši mineral fluorit.

V nobeni žili nisem opazil znakov metamorfoze, če izvzamemo sledove lojevčevih mineralov ob mlajših prelomih.

Ruda vsebuje povprečno nad 50 % Mn; zato imajo te majhne žile gospodarski pomen.

Ne vemo, ali se žile navzdol izklinjajo ali prehajajo v baritno, dolomitno in hematitno jalovino, odkopavajo jih namreč samo do ekonomsko dovoljene globine. Vemo le toliko, da žile pod določeno globino niso orudenjene.

V začetku sem mislil, da predstavljajo vse žile površinske obogatitve v prelomnicah. Pozneje me je Jouravsky prepričal, da so žile nastale hidrotermalno. Jouravsky (1952) navaja za svojo trditev naslednje:

a) Sedimentna Mn-ležišča leže stratigrafsko mnogo više kot žile.

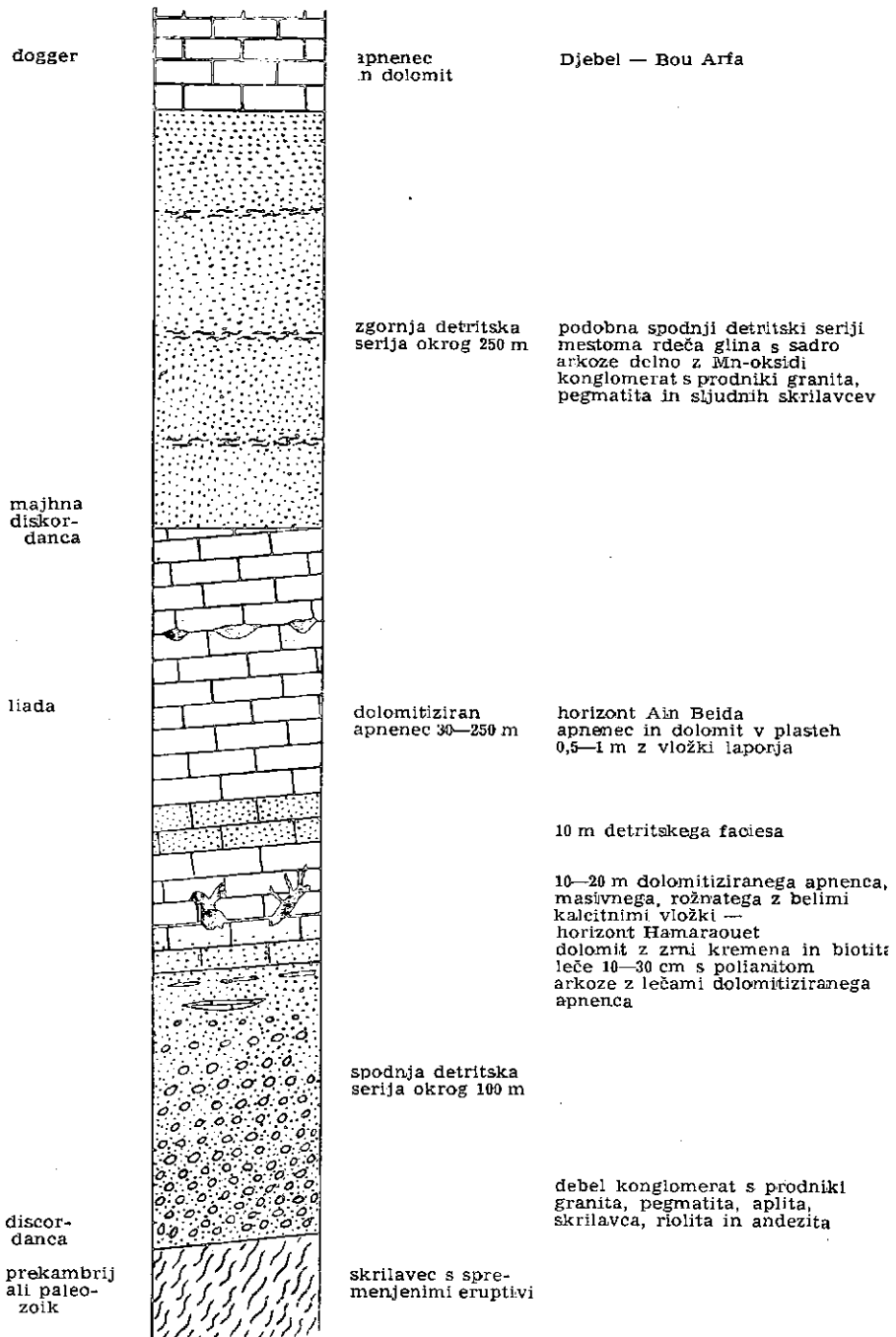
b) Nekatero žile vsebujejo hausmanit in fluorit.

c) Razmerje MnO<sub>2</sub>: MnO je pri žilnih rudah manjše kot v rudnih plasteh v Tiouine. To pomeni, da je ruda v plasteh bolj oksidirana kot ruda v žilah; če bi žile nastale površinsko, bi moralo biti obratno.

Pri tem je možno, da predstavljajo Mn-rude v dolomitnih žilah samo manganski klobuk.

Manganove žile dajejo letno okrog 10.000 t zelo dobre rude, ki jo je treba ročno odbirati. Delo je tu bolj priložnostno, ker vsebujejo žile premajhne rudne zaloge.

Drugače je z ležišči v Tiouine. Tu doseže letna proizvodnja 40.000 do 45.000 t rude. Rudni horizont je zaenkrat odprt od površinskega kopa



2. sl. Geološki prerez Bou Arfa

na koti 1422 do etaže na koti 1345 m v jami; razteza pa se še globlje. Sedaj poznane zaloge znašajo 180.000 t; obstajajo pa najboljši pogoji, da se povečajo. Možno je, da sega rudni horizont še v večjo globino; poleg tega je verjetno, da se rudišče nadaljuje onstran prelomnice ob reki Iriri proti severovzhodu in vzhodu. Podrobneje bi bilo treba raziskati rudišči Migouden in Offremt z okolico ter ugotoviti, ali obstaja zveza s Tiouine.

Debele kose rude prebirajo ročno, drobno rudo pa predelujejo mokro mehanično. Prodajna ruda vsebuje 40—48 % Mn, jalovina vsebuje po separaciji še 18 % Mn. Transport prodajne rude je težak, na kamionih jo prepeljejo preko Visokega Atlasa v Marakeš (okrog 200 km), od tam z vlakom v Casablanca, kjer jo nakladajo na ladje.

### Bou Arfa

Bou Arfa leži v jugovzhodnem Maroku v bližini železniške proge Oujda—Colomb Béchar, s katero jo veže industrijski tir. Nahajališče manganove rude imamo na južnem pobočju vzhodnega nadaljevanja Visokega Atlasa. Glavni revirji od vzhoda proti zahodu so: Ain Beida, Hamaraouet in Hassi Fallet.

Geološke razmere kaže 2. slika.

Apnena serija srednje liade, v kateri nastopa manganova ruda, se izklinja proti vzhodu in zahodu ter polagoma izginje.

**Ain Beida.** Ruda nastopa v določenem horizontu v zgornjem delu srednjeliadnega dolomitiziranega apnenca, ki tvori antiklinalo s smerjo W—O. Severno križlo antiklinale, v katerem nastopa ruda, vpada pod kotom do 45° proti N. Rudni horizont označuje 2—5 cm debel vložek rdeče ali svetlozelene gline, ki ponekod vsebuje nekaj sljude. Ruda nastopa v dolgih, več ali manj vzporednih kanalih, ki se raztezajo proti NO, torej poševno na vpad plasti, toda vsi v eni plasti. Rudna telesa imajo naslednje dimenzije: širina 20—30 m, debelina 2—7 m, dolžina do 200 m (do sedaj poznano). Značilni prerez kanalov kaže 3. slika.

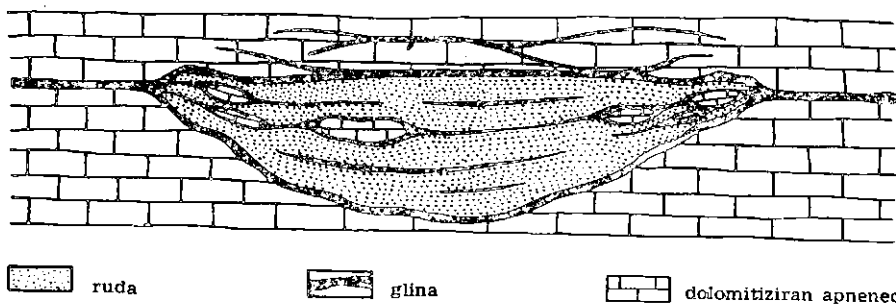
Talnina in krovniņa sestojita iz rdečkastorjavega dolomitiziranega apnenca s 3—7 mm velikimi, delno še votlimi geodami belega kalcita. Edina razlika med talnino in krovniņo je, da je krovniņa ponekod nekoliko svetlejša.

Vložek gline tvori mejo med talnino in krovniņo tudi v jalovih delih. Pri tem je značilno, da je mejna ploskev popolnoma ravna in da osnovna ploskev krovniņine kaže čisto zelo čudne poligonalne oblike, ki so podobne negativu razpok, nastalih pri sušenju gline; vendar so nabrekli deli v prerezu preveč okrogli. Te oblike verjetno predstavljajo kraške pojave.

Rudna telesa imajo v prerezu lečasto obliko, kar je razvidno iz 3. slike. Pri tem je krovniņa le nekoliko vzbočena navznoter razen v ogljih, ki kažejo videz, da so se od njih odrgali večji kosi apnenca. Nasprotno pa je usek v talnini mnogo globlji in manj pravilen; v glavnem je podoben rečni strugi. Talnina leži diskordantno proti rudnemu kanalu,

ki je torej nastal kasneje. Rdeč glinast vložek se v debelini 5—30 cm podaljšuje od mejne ploskve vzdolž sten kanala. Poleg tega so vsi kosi apnenca (v velikosti pesti do nekaj m<sup>3</sup>), ki leže v rudi, prevlečeni in med seboj povezani s to glino, tako da se apnenec in ruda nikjer neposredno ne stikata. Tudi v krovno, in sicer samo nad rudnimi kanali, sega do 1 m globoko preplet žil iste gline; zaradi tega se krovina ruši. Apnenčevi kosi, ki leže v posameznih vložkih v rudi, so verjetno zaradi korozije zaobljeni.

Ostali prostor v kanalih popolnoma zapolnjuje ruda, ki jo sestavljajo igličaste konkracije polianita, psilomelan, nekaj piroluzita in manganita. V večji globini nastopa tudi hausmanit. Ruda vsebuje mnogo belega kalcita ali prekristaliziranega dolomita. Kalcit tvori nepravilne otočke ali preplete z geodami piroluzita. Najdemo tudi geode s kalcitnim jedrom, okrog katerega se menjavajo plasti polianita, psilomelana in kalcita. Vsebina Fe v rudi izvira od limonita, ki se v geodah tako hitro menjava z Mn-oksidi, da tvori z njimi pravo zmes.



3. sl. Prerez rudnih kanalov v Ain Beidi

Od izdankov na koti okrog 1380 m je ruda odprta do etaže 1248, ki leži v višini talne vode. Rudni kanali tu še obstajajo, vendar so drugače zapolnjeni. Vsebujejo mnogo več jalovine — glin in apnenca — v kateri nahajamo rudne vložke. Ruda pa je bogatejša; vsebuje tudi hausmanit, ki ga makroskopsko nisem mogel opaziti. Tu je selektivno izločen tudi že limonit, tako da se odkopavanje rude izplača.

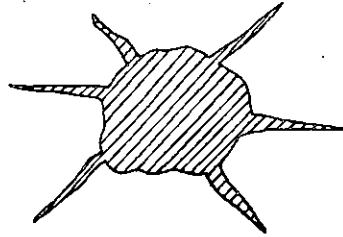
Proti vzhodu izgine ruda v periklinali. Proti zahodu sledimo horizont Ain Beida do iznad Hamaraoueta, kjer ga spoznamo po vložku rdeče glin z 10 cm siromašne rude, ki se hitro izgubi.

**Hamaraouet — spodnji.** Ruda nastopa v glavnem v nepravilnih oblikah v bazi srednjeliadnega dolomitiziranega apnenca, ki je tektonsko porušen; opazujemo številne skoke do nekaj m in sisteme prelomov.

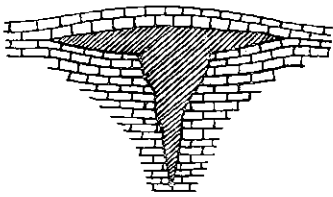
V bazi obstajata ena do dve rudni plasti ali ploščaste leče, ki se ponekod združijo. V tem primeru doseže njihova debelina 3—4 m. Na križiščih prelomnic se te plasti raziširijo predvsem navzgor v velika rudna telesa, ki dosežejo debelino do 5 m in širino 10—15 m. Iz teh teles

izhajajo do 2 m debele »apofize« po razpokah navzgor, včasih celo do horizonta Ain Beida.

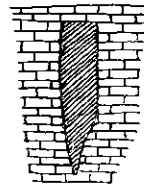
Pri spodnji rudni plasti opazujemo ponekod majhno diskordanco proti talnini. V kakršnikoli obliki nastopa ruda, vedno jo obdaja rdeča glina, ki vsebuje navadno mnogo sljude in zrn ali žilic belega kalcita. Zelo redko opazujemo v rudnih telesih velike, z glino prevlečene kose apnenca.



4. sl. Vodoravni prerez rudnega telesa Hamaraouet 3



5.a sl. Prerez rudnega kanala Hamaraouet 9 in 4



5.b sl. Prerez rudnega kanala Hamaraouet 9 in 4

Rudo sestavljata v glavnem polianit in Ba-psilomelan z nekaj piro-luzita in manganita, zelo malo je hausmanita. Fe-hidroksidi (limonit) so vedno selektivno ločeni od Mn-oksidov; navadno nastopajo v samostojnih geodah, velikih kot oreh pa tudi kot glava ali še večjih.

**Hamaraouet 3.** Iznad spodnjega Hamaraoueta imamo v istem dolo-mitiziranem apnencu veliko rudno telo s stranskimi apofizami; v vodo-ravnem prerezu imamo obliko, ki jo kaže 4. sl.

Limonit tvori do 80 cm velike geode z zelo lepo radialno žarkasto strukturo.

Rudno telo je že skoraj izčrpano, dalo je okrog 160.000 t rude.

**Hamaraouet 9 in 4.** Nekoliko dalje proti NW najdemo v enakem dolomitiziranem apnencu rudo, ki pa ni vezana na določen horizont; nastopa v vzporednih kanalih s prerezom, ki ga kaže 5. a, b sl.

Ruda je vezana na prelomnice. Širina in višina kanalov dosežeta nekaj m, dolžina do nekaj 100 m. Ruda je povprečno slabe kakovosti. Navadno vsebuje dovolj limonita in hematita, tako da se more uporabiti

kot dodatek v plavžih. Nekaterih delov zaradi slabe kakovosti sploh ne odkopavajo.

**Hamaraouet 6.** Proti NW se srednjeliadni dolomitizirani apnenec izklinja. Nekaj 100 m preden se konča apnenec, se začne v glavnem v spodnji detritski seriji mineralizacija. Arkoze in delno konglomerate (s prodniki do 2 cm) sestavljajo kremen, granit, pegmatit in sljuda. Mineralizacija je omejena na nekaj pasov, ki so konkordantno vloženi v serijo in se brez prehodov menjavajo s sterilnimi pasovi. Mineralizacijo sestavljajo manganovi oksidi in hematit oziroma železova sljuda. Vsebina Mn doseže 6—13 %.

Kjer se apnenec že izklini, najdemo mestoma ob prelomu W—O med obema detritskima serijama obogatitve z Mn in Fe. Ruda nastopa delno v plasteh, tu in tam pa v žepih. Vzdolž preloma leži navadno bogatejša ruda na siromašni, ki vsebuje precej hematita. Pri takih obogatitvah je ruda zelo čista in dobre kakovosti; od ostale rude Bou Arfa se razlikuje po tem, da vsebuje več SiO<sub>2</sub>, kar povzročajo kremenova zrna prvotne arkoze.

### Geneza

Westerveld predpostavlja tudi za Bou Arfa hidrotermalni postanek. Vsi ostali avtorji, ki so pisali o tem rudišču, pa so enakega mnenja, da so ta nahajališča sedimentarna, a so bila pozneje po tektonskih deformacijah matične kamenine — dolomitiziranega apnenca — preložena in spremenjena. Vendar nisem našel v literaturi, ki mi je bila dosegljiva, točne in jasne obrazložitve vseh teh procesov.

Najprej moramo poiskati izvor mangana. Kot smo videli sestojita spodnja in zgornja detritska serija iz granita, pegmatita, aplita ter iz skrilavca, riolita in andezita. Kamenin prve skupine sedaj ne najdemo v bližnji niti v širši okolici. Imamo pa prekambrijske ali paleozojske prodornine (riolit, andezit) južno od meje jurskega zaliva, nekako 50 km severno od Colomb Béchar. Prav tako najdemo na nekaj mestih v jurskem zalivu izdanke staropaleozojskih skrilavcev. Arkoze obeh serij vsebujejo navadno v konkordantnih polah — torej singenetsko — v manjši količini Mn- in Fe-oksidi. Zato moramo iskati izvor mangana najverjetneje v istih kameninah, ki so dale material za arkoze. V poštev pridejo stari graniti, skrilavci, rioliti in andeziti. Kot smo videli pri opisu rudišča Tiouine, je prekambrijska vulkanska serija relativno zelo bogata z Mn; zato je zelo verjetno, da izvira mangan nahajališča Bou Arfa iz teh kamenin, t. j. iz riolitov.

V spodnjem Hamaraouetu imamo še 1—2 pravi plasti Mn-rude, ki vsekakor predstavljata enega izmed prvotnih sedimentacijskih horizontov mangana. Ti dve plasti sta brez dvoma singenetski; pri tem nas ne moti majhna diskordanca, ki jo ponekod opazujemo proti talnini.

Po gubanju so postale velike važnosti za potovanje mangana razpoke in presečišča prelomnih sistemov.

Najprej se moramo vprašati, od kod mangan za ta poznejša premeščanja. Delno gotovo izvira iz prvotnih plasti in leč v apnenčevi seriji; to včasih lepo vidimo v Hamaraouet 9 in 4. Preseki rudnih kanalov, ki so podobni pinijam, v gornjem delu gotovo kažejo ostanke starejše rudne leče. Poleg tega je zelo verjetno, da je prišel del mangana v apnenčeve serijo v raztopinah iz spodnje in zgornje detritske serije.

Kako je nastalo rudišče v horizontu Ain Beida? Skoraj vzporedni kanali, ki potekajo poševno na os gubanja, kažejo na odvisnost od določenih pogojev. Na podlagi njihove smeri moremo domnevati, da so vezani na razpoke, ki so nastale zaradi napetosti pri gubanju. Preseki vseh kanalov imajo podobno obliko; to kaže, da so nastali na enak način. Ta oblika je značilna za podzemne vodne kanale na krasu. Krov kanala je le malo izdolben razen v obeh kotih; to kaže, da je bila gladina vodnega toka na meji med sedanjo talnino in krovino, ki jo označuje plast gline. Voda je izrabila zgoraj omenjene razpoke in si ob njih počasi izdelala kanale; gre za čisto kraški pojav. Na ta način nastale votline so bile pozneje zapolnjene.

Ni verjetno, da bi mogli na drug način razložiti nastanek tega rudišča. V poštev bi prišel še hidrotermalni in metasomatski (hidrotermalno ali descendentno) način. Za hidrotermalni nastanek ni nobenih znakov niti sledov dovodnih poti raztopin. Proti hidrotermalnemu in metasomatskemu načinu govore stalno podobna oblika kanalov, njihov presek, oblika glinastih vložkov, apnenčevi bloki v rudi in končno dejstvo, da ni nobenih ostankov nadomeščanja ali prehodov. S tem nočem reči, da ni nikakršnega lokalnega majhnega nadomeščanja, kar je zelo možno, vendar se da razložiti na drug način. Toda v splošnem ta način postanka ne pride v poštev.

Kot sem že omenil, moremo razložiti postanek le na ta način, da so se z rudo zapolnili že obstoječi vodni kanali. Rudna raztopina za nahajališče Ain Beida verjetno izvira iz gornje serije arkoz. Kot vemo, se mangan v vodi v prisotnosti  $\text{CO}_2$  zelo lahko topi; nastaja Mn-bikarbonat, ki ob navzočnosti kisika prehaja v sol Mn-hidroksida ali pa izpade. Za dovoljne količine  $\text{CO}_2$  je bila potrebna ob nastajanju rudišča toliko humidna klima, da je bila okolica dobro porasla z rastlinstvom. Ko so raztopine, nastale pri površinskem preperevanju, oziroma pronicajoče vode s solom Mn-hidroksida prispele v kanale, je mangan polagoma izpadel v obliki hidroksida. V to mangansko blato je kot produkt razpadanja talninskega apnenca prišlo tudi nekaj gela železovega hidroksida, karbonatov in gline. Za izpad gelov je morala voda dlje časa stagnirati; zato je bilo verjetno pobožje antiklinale s kanali takrat mnogo položnejše.

Med diagenezo je gelasta masa najprej izgubila vodo; nato so v fazi prekristalizacije nastale lepe kristalne oblike in konkrecije sedanje rude. Pri tem procesu so ostali samo sledovi primarnega Mn-hidroksida. V nasprotju s Hamaraouetom so se tu v konkrecijah Fe-hidroksid in Mn-oksidi odlagali izmenoma; to dokazuje, da so se pogoji selektivne kristalizacije spreminjali.



Isto kažejo tudi konkrecije, v katerih se menjavajo skorje kalcita, polianita in psilomelana. Med prekristalizacijo je zelo verjetno prišlo do majhnega nadomeščanja apnenca.

Težko vprašanje predstavlja rdeča glina, ki tvori stalno mejo med rudo in apnencem, kakor tudi posamezne vložke v rudi. Večina avtorjev je mnenja, da je ta glina ostanek in situ razpadlega dolomitiranega apnenca. Zelo verjetno je, da je ta glina ostanek razpadanja, toda dvomim, da leži in situ; vsebuje namreč ponekod sljudo, apnenec pa je v tem horizontu brez sljude. Poleg tega bi to govorilo za metasomatski nastanek nahajališča Ain Beida, kar je pa težko verjetno, kakor smo že zgoraj videli. Na ta način bi tudi težko pojasnili glinene vložke v rudi.

Po mojem mnenju je podzemna voda transportirala in nato odložila del gline, ki je zelo verjetno ostanek razpadanja apnenca. Voda je prinesla v glino tudi nekaj sljude. Drugi del gline, ki jo je vseboval gel manganovega hidroksida, je bil v procesu prekristalizacije potisnjen na robove.

Sedimentacija manganove rude v kanalih je potekala v več ciklih. Po diagenetski učvrstitvi rude in v zvezi s premeščanjem gline na robove in na površino so se od krova kanalov odkrušili posamezni bloki apnenca in padli na rudo. Periodično se je v kanalih nahajala voda, ki je zaradi korozije nekoliko zaoblila kose apnenca. Morda je voda prinesla tudi še nekaj gline, ki se je sedimentirala na rudo. Nato je sledil zopet ciklus sedimentacije rude itd.

V spodnjem Hamaraouetu so razmere drugačne. Kot smo videli, imamo tam še ostanke ene ali dveh plasti Mn-rude. V različnih razpokah, posebno pa v križiščih prelomnih sistemov je prišlo do močne cirkulacije vode, ki je razširila razpoke (kot v krasu). Pozneje so prišle raztopine mangana delno iz rudnih plasti, delno verjetno tudi iz mineraliziranih arkoz. Sedimentacija rude kakor tudi poznejši diagenetski procesi so podobni kakor v Ain Beidi, vendar ima tu lokalno nadomeščanje prika-menine večji pomen, posebno v manjših rudnih žilah vzdolž razpok. Pri procesu prekristalizacije se je limonit izločil v samostojnih konkrecijah.

Hamaraouet 3 je vsekakor vezan na presečišče prelomnih sistemov. Št. 9 in 4 sta nastali iz starejših rudnih leč s premeščanjem ob razpokah.

Mineralizirane arkoze v Hamaraouet 6 so singenetsko sedimentarnega nastanka in ne zahtevajo posebne obrazložitve.

Nahajališča v Bou Arfi moremo torej razvrstiti v dve skupini:

1. singenetsko sedimentne plasti in mineralizirane cone,
2. rudišča, ki so nastala zaradi razpadanja in premeščanja v ozki zvezi s kraškimi pojavi.

Pri drugi skupini bi mogli pomisliti še na descendentni postanek. Vendar sem mnenja, da bi v tem primeru prišlo do večjih nadomeščanj v karbonatni prikamenini. Ravno tako bi bilo težje pojasniti položaj apnenčevih blokov v rudi.

## Splošno o Bou Arfi

Kakovost rude kažejo naslednje analize:

	Kemična ruda	Metalurška ruda	Sintrana ruda
MnO <sub>2</sub>	84,21		
MnO	0,21		
Mn	53,45	34,50 (30—36 %)	37,26 (35—40 %)
Fe	0,43	20,72 (15—25 %)	20,72 (20—26 %)
SiO <sub>2</sub>	0,54	3,05	4,18
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,03	0,07
Sb in Sn		—	—
Cu	0,01	0,07	0,15
Pb	sled	šled	—
Zn	sled	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16	1,52	3,31
CaO	4,20	10,50	10,75
MgO	0,43	2,48	2,16
S	0,096	0,07	sled
P	0,012	0,024	0,050
BaSO <sub>4</sub>	sled	—	—
H <sub>2</sub> O kompl	9,25	26,93	21,35

Ruda v kosih iznad 12 mm se ročno odbira in sortira v kemično in metalurško rudo. Ruda izpod 12 mm (okrog 30 % proizvodnje) gre v pnevmatsko separacijo (Table pneumatique Revelard-Berry); obogatitje znaša okrog 5 %. Jalovina, ki ostane pri odbiranju in separaciji, vsebuje še okrog 16 % Mn. Koncentrat pnevmatske separacije se sintra (Dwight Lloyd System, Sintering Machinery Co.). Na izmeno se predela na traku za sintranje 80 t koncentrata v okrog 55 t sintrane rude. Pred sintranjem se dodaja koncentratu 8—9 % črnega premoga iz Djerade in 8 % vode. Za dobro sintranje je potrebno, da ruda ne vsebuje več kot 25 % zrn izpod 1 mm. Temperatura pod žarilnim zvonom znaša okrog 1600° C, dalje na traku 900° C. Velikost zrn sintrane rude je:

iznad 25 mm . . . . .	10 %
25— 5 mm . . . . .	62 %
5— 0 mm . . . . .	28 %

Proizvodnja v letu 1951:

metalurška ruda 33—45 % . . . . .	54.260 t
sintrana ruda 36 % . . . . .	15.091 t
kemična ruda . . . . .	598 t
Fe — Mn ruda (15—20% Mn, 15—25 % Fe) . . . . .	16.666 t

Cene ruda:

metalurška ruda	30—35 % Mn . . . . .	256 Frc/‰
	43 % . . . . .	320 Frc/‰
	48 % . . . . .	339 Frc/‰
	50—55 % . . . . .	352 Frc/‰
sintrana ruda . . . . .		302 Frc/‰
kemična ruda	95 % MnO <sub>2</sub> , izpod 0,5 % Fe . . .	15.795 Frc/t
	90 % MnO <sub>2</sub> , izpod 1,0 % Fe . . .	14.918 Frc/t
	85 % MnO <sub>2</sub> , 1-2 % Fe . . .	14.040 Frc/t
Fe — Mn ruda . . . . .		1.800 Frc/t

Vidne in verjetne rudne zaloge znašajo sedaj okrog 1.500.000 ton. Pri rudniku je zaposlenih 100 Evropejcev in 1300 domačinov, od teh okrog 700 v jami.

Imini

Nahajališče Imini leži prav tako na južni strani Visokega Atlasa v okolici Ouarzazate, nekoliko severneje od rudišča Tiouine. Največji del Mn-rude leži na zahodni strani reke Imini.

Zaradi skoraj horizontalnih mezozoiških in kenozojskih plasti ter zaradi zelo močne erozije, ki je posledica aridne klime, predstavlja vsa pokrajina visoko planoto z globokimi kanjoni. Taka zgradba kaže lepe geološke profile, ki nam dajo naslednjo sliko:

Eocen	Apnenec in peščenjak, malo konglomerata	Favna lutetien- ypresien
	majhna diskordanca	
zgornja kreda (senon)	rožnat peščenjak in apnenec z vmesnimi plastmi sadre	danien- maastrichtien
srednja kreda (turon in cenoman)	rožnat dolomit rožnat peščenjak	
	transgresivni konglomerat diskordanca	
spodnja liada	nastopa zelo redko v majhnem obsegu	} ponekod manjka
permo-triada	temnovijoličast konglomerat in peščenjak	
	siv in rdečkast peščenjak z vmesnimi plastmi sadre	

## diskordanca

kambro-ordovicij	sivozelen skrilavec in drobnozrnat peščenjak z ONO žilami barita	redki graptoliti
kambrij	drobnozrnat, rdečkast peščenjak in kvarcit debelozrnat konglomerat sivordečkast dolomit (georgien)	
III. prekambrij	rdečkast skrilavec in tuf z lečami dolomita vulkanska breča riolit in andezit	

Tektoniko je Westerveid (1948) razdelil na naslednji način:

1. faza: neoprekambrijska, vidna v riolitih
2. faza: hercinsko gubanje ordovicijjskih skrilavcev, NW—SO antiklinale v Imini
3. faza: postliadna — precenomanska; diskordanca cenomana na liadi, permotriadi ali ordoviciju
4. faza: kredna — manjša premikanja, ki so povzročila transgresijo proti jugu
5. faza: posteocenska, morda oligocenska — močnejša orogeneza, ki je povzročila strukture krednih in eocenskih sedimentov (slabo izražene gube, fleksure i. dr.)
6. faza: neogenska in kvartarna — vertikalna premikanja, zaradi katerih je nastal Atlas; na vsem ozemlju se je pričela erozija.

Zanimivo je, da postsilurski sedimenti ne kažejo vidnih znakov močnejše metamorfoze. Peščenjaki so slabo vezani, skrilavci so glinasti. Šele kambroordovicijjski skrilavci so močnejše metamorfozirani in vsebujejo pasove blestnikov. Na podlagi tega sklepamo, da v bližini ni postkambrijskih intruzij in da postordovicijjski sedimenti niso bili pod močnejšimi pritiski. Ravno tako lahko trdimo, da je bila erozija v vseh periodah zelo močna, in sicer zaradi aridne klime; to dokazuje velika količina klastičnih sedimentov in njihova rdeča barva.

### Opis rudišča

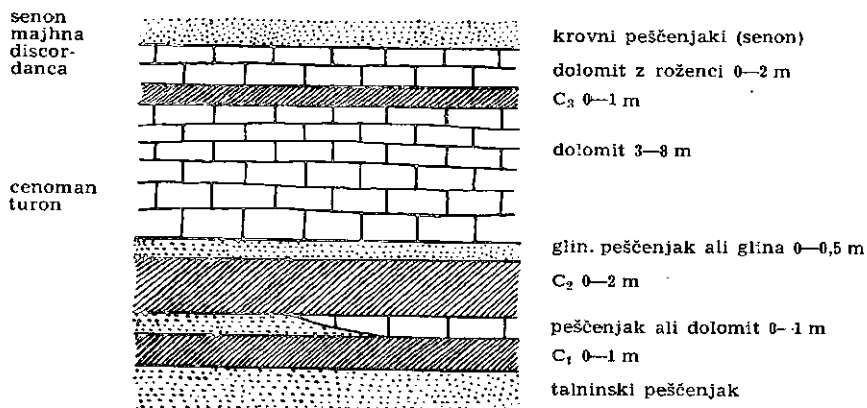
(po literaturi)

Manganova ruda v okolici Imini nastopa v sedimentih cenomanturon v treh slojih, ki so označeni od spodaj navzgor kot C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> in C<sub>3</sub>. Sloji so pravzaprav zelo dolge, v smeri WSW—ONO razpotegnjene leče. Izdanki nastopajo v tej smeri na dolžini preko 25 km od Oued Tidili

na zahodu, preko Boulgir, Bou Tazoult, Bou Azzer, St. Barbe do Bou Aggioun na vzhodu. Manjše izdanke, ki še niso raziskani, najdemo tudi južno in jugozahodno od te črte. Do sedaj poznane leče so široke 400 m, pri Bou Tazoult pa celo 1 km.

Sedimenti z rudo leže diskordantno na podlagi. Sestav plasti kaže 6. slika.

Talninski peščenjak (do 10 m) je rdečkast, podoben arkozi, slabo zlepljen, delno je še konglomeratičen z riolitnimi in kvarcitnimi prodniki. Proti severu se odebeli.



6. sl. Prerez nahajališča Imini

Na njem leži okrog 10 m belega do rdečkastega dolomita, ki je zelo čist; le v najnižjem delu vsebuje poleg sljude še kremenove in glinenčeve prodnike. Dolomit je zelo drobnozrnat (0,1 mm), kompakten, ponekod pa drobljiv. V tem dolomitu nastopajo tri plasti rude. Spodnja plast  $C_1$  leži na bazi dolomita ali pa še v talninskem peščenjaku. Zgornja plast  $C_3$  se nahaja v bližini ali na kontaktu s krovnim senonskim peščenjakom. Iznad srednjega sloja  $C_2$  imamo navadno nekaj rdečerjave, delno peščene gline. Plasti  $C_1$  in  $C_2$  sta ponekod ločeni s peščenjakom (0,1—0,3 m), proti vzhodu pa z dolomitom (do 2 m). Kolikor debelejša je ta jalova vmesna plast, toliko tanjša sta rudna sloja. Proti zahodu se  $C_1$  in  $C_2$  združita. Isto opazujemo tudi proti jugu; pri tem pa se sloj polagoma izklini in preide v mineralizirani peščenjak. Zgornji sloj  $C_3$  je navadno debel le 0,2—0,4 m. Ponekod je debelejši; tedaj ga loči od  $C_2$  samo 0,2 do 0,6 m dolomita ali peščene gline. Odkopavajo le  $C_1 + C_2$  (1—2,5 m).

Krovni senon sestoji iz drobljivega, rdečkastega peščenjaka z rdečo glino ter z vmesnimi plastmi apnenca in sadre.

Vsi ti sedimenti so dislocirani s fleksurami ONO ali OSO; višinska razlika znaša navadno 20—30 m, dvignjena je severna stran.

## Mineraloško genetske značilnosti

1. Vse tri rudne plasti leže konkordantno v prikamenini.
2. Kjer so rudne plasti bogatejše in debelejše, so kontakti zelo ostri. V siromašnih in tankih slojih ruda prehaja v impregniran peščenjak ali dolomit, v katerem se prepletajo rudne žile.
3. V krovlini in talnini ponekod opazujemo majhna kristalna zrna Mn-oksida. V glini iznad sloja C<sub>2</sub> imamo vložke vada.
4. Ruda v C<sub>1</sub> in C<sub>2</sub> sestoji povečini iz polianita in piroluzita z malo psilomelana in koronadita ter je zelo luskasta. Niže imamo več psilomelana, više pa več piroluzita. Ponekod najdemo tudi nekaj limonita.
5. Koronadit nastopa največ v C<sub>3</sub>, kjer je skoraj edini Mn-mineral.
6. Koronadit tvori v glavnem ledvičaste, sferoidalno-radialne agregate, piroluzit pa povečini debelo kristalaste, vlaknato lamelarne agregate z različno orientiranimi lističi.
7. V talninskem dolomitu imamo vzdolž razpok sekundarne žile Mn-oxidov (največ psilomelan in koronadit).
8. Mikroskopska raziskovanja (Zvereff 1936) kažejo naslednji vrstni red mineralov: dolomit in vadasti Mn-oksidi verjetno iste starosti, psilomelan, koronadit in kot najmlajši polianit oziroma piroluzit.
9. V Imini do sedaj še ni nihče našel Mn-mineralov v posameznih fragmentih ali oidih. Tudi Mn-karbonat tu ni poznan.
10. Ruda v Imini je podobna po obliki, načinu kristalizacije, konkrecijah in dr. površinskim obogatitjem v žepih v dolomitiziranem apnencu jugozahodne Makedonije (n. pr. Malo Iljino); edina razlika je v tem, da vsebujejo makedonske rude več psilomelana in da nimajo koronadita.

## Nastanek rudišča

O postanku rudišča Imini so mnenja različna. Največ avtorjev (Henry 1934, Maurin 1934, Dubois 1934) sodi, da je rudišče nastalo kot kemični sediment ob lagunski obali cenomanskega morja; pozneje je bilo spremenjeno in prekristalizirano verjetno pod vplivom vadoznih voda. Drugi mislijo, da gre za epigenetski nastanek; raztopine, nastale pri površinskem razpadanju, naj bi promicale v obstoječe sedimente in jih nadomeščale. Ker govori oblika plasti proti takšnemu načinu, so si pomagali s teorijo o »predisponiranih«  
plasteh. Westerveld (1948) pa zopet predpostavlja hidrotermalni nastanek, in sicer na podlagi tega, ker v nekaterih manjših maroških nahajališčih, ki so zelo podobna Imini, nastopa nekaj braunita in hausmanita. Blondel in Bondon sta končno mišljenja, da rudišče predstavlja lateritno koncentracijo permotriadnih bazaltov, ki nastopajo v bližini.

Rudišče je gotovo kemično sedimentno in pozneje prekristalizirano. To je prvi ugotovil Henry (1934), ki pa takrat še ni izključeval možnosti epigenetskega nastanka z descendentnimi raztopinami. Po njegovem mnenju se je mangan sedimentiral kot vad v laguni vzdolž obale,

in sicer v oddaljenosti od obale, ki ustreza meji med sedimentacijo klastičnih in kemičnih sedimentov.

Po mojem mišljenju se je mangan izločil iz raztopin kot hidroksid. Kot dokaz za to navajam naslednje:

1. Manganova ruda nastopa v konkordantnih plasteh oziroma v dolgih lečah, ki so povečini ostro omejene.

2. Zrna Mn-oksidov v talnini in krovnnini dokazujejo, da so bile manganove raztopine med sedimentacijo tega materiala že v morju, vendar je še prevladovalo naplavljanje klastičnega materiala in sedimentiranje karbonatov.

3. Tudi najmanjši delci rude nimajo značaja fragmentov, torej je mangan moral priti v raztopinah.

4. Ruda je bila pozneje spremenjena in prekristalizirana, kar dokazuje njena struktura kakor tudi dejstvo, da prevladujejo Mn-oksidi, dočim Mn-hidroksid vsaj makroskopsko ne nastopa. To spremembo je povzročila diageneza kmalu po sedimentaciji ali pozneje vadozna voda. Druga možnost se mi zdi verjetnejša; v glini iznad  $C_2$  vidimo namreč večkrat tanke konkordantne vložke vadu podobnih Mn-oksidov. Ti so se torej zaradi diageneze spremenili iz hidroksida v dioksid. Če bi bila prekristalizacija in sprememba rude v ostale oksidne oblike povsod le posledica diageneze, bi morali tudi v vmesnih plasteh v glini najti ostale okside. Ker teh ne najdemo, sklepamo, da je spremembo povzročila vadozna voda, ki pa ni imela dostopa v vložke v glini. Vendar pripominjam, da sem ta pojav opazoval le v enem primeru.

Zaradi sprememb rude je prišlo tudi do nadomeščanja prikamenine, v glavnem dolomita. To opazujemo zlasti v jalovih conah, kjer so ponekod v dolomitu rudnega horizonta pravi, »štokverku« podobni prepleti žil.

Henry in nekateri drugi mislijo, da je prihajal mangan tega nahajališča iz riolitov III. prekambrija, torej z juga (transgresija je prišla s severa). Toda pri tem ne morejo pojasniti, od kod izvira tako velika količina Pb, ki je omogočil tvorbo koronadita v tako velikem obsegu. Na podlagi podatkov Hevery in Daly so vzeli povprečno 0,13 % Mn na 0,0004 % Pb, torej v razmerju Mn : Pb = 325 : 1. To pa ne ustreza rudi v Imini, kjer imamo pri povprečni metalurški rudi  $C_1$  in  $C_2$  razmerje 64 : 1. V  $C_3$ , ki sestoji skoraj iz čistega koronadita, se to razmerje zelo izpremeni; po Orclu znaša to razmerje za čisti koronadit iz Imini 1,534 : 1, za Pb-psilomelan pa 4,425 : 1. Zaradi tega je Henry (1951) že domneval hidrotermalni izvor Pb. Toda po Behrend-Bergu (1927) je v eruptivnih kameninah povprečna vsebina Mn in Pb v razmerju 47,5 : 1; pri maroških riolitih, ki so bogati z manganom, je gotovo večja. Poleg tega vemo, da vsebujejo rudne plasti vulkanske formacije III. prekambrija v Tiouin 0,5—2 % Pb. Zato je mnogo bolj verjetno, da so manganove raztopine nastajale pri razpadanju podobnih plasti; to bi mogli biti tudi tanki vložki v tufih.

## Splošno o Imini

Rudne zaloge s povprečno 47 % Mn in 12 % SiO<sub>2</sub> znašajo okrog 6.000.000 ton.

Ruda se loči na:

1. bogato rudo z nad 50 % Mn
2. siromašno rudo s pod 50 % Mn

Bogato rudo ločijo na:

- a) metalurško, rudo z najmanj 50—51 % Mn in največ 8—9 % SiO<sub>2</sub>.
- b) kemično rudo, pri kateri razlikujejo naslednje vrste:

	MnO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	Fe %
RP 6	nad 92	pod 3	pod 0,5
RP 5	90—92	pod 4	pod 1
RP 4	84—87	pod 5	pod 1,5
RP 3	80—83	pod 6	pod 2
RP 2	75—80	pod 8	poljubno

Kot primer navajam dve povprečni analizi:

	metalurška ruda	kemična ruda RP 6
MnO <sub>2</sub>	79,445	93,400
MnO	2,918	1,278
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,987	0,414
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,858	0,446
CaO	1,600	0,200
MgO	0,102	0,036
SiO <sub>2</sub>	7,000	2,430
BaSO <sub>4</sub>	1,577	0,427
CaSO <sub>4</sub>	0,052	0,065
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,110	0,057
TiO <sub>2</sub>	0,080	0,050
K <sub>2</sub> O	0,203	0,063
Na <sub>2</sub> O	0,238	0,053
ZnO	sled	sled
CuO	0,260	0,358
NiO in CoO	sled	sled
PbO	0,888	0,231
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,012	0,003
CO <sub>2</sub>	1,250	0,100
vlaga	1,400	0,350
	99,980	99,961
Mn	52,46	60,01
Fe	1,39	0,29
S	0,021	0,026(?)
P	0,049	0,025
Cu	0,208	0,286
Pb	0,824	0,214



Siromašno rudo (pod 50 % Mn) najprej ročno prebirajo in nato pnevmatično sortirajo (Tables à air Birthey). Obogatenje znaša okrog 8 % pri 81 % izkoristku. Jalovina po separaciji vsebuje še vedno 25 % Mn.

Rudo odkopavajo v dnevnem kopu in v jami. Dnevni kop se izplača do razmerja 4 m<sup>3</sup> krovnine na 1 t rude.

Produkcija je bila v zadnjih letih naslednja:

	Produkcija v t	Učinek v t na moža na izmeno
1938—1946	74.864	0,125
1947	36.270	0,400
1948	102.802	0,850
1949	118.429	1,150
1950	174.870	1,100
1951	212.780	1,150
1952	276.839	?
1953	okrog 300.000	?

Od Imini do Marakeša (175 km) transportirajo rudo s kamioni. V najtežjem delu poti preko Visokega Atlasa (sedlo Tizi n'Ticha ima 2300 m) so zgradili žičnico.

Ker je ruda zelo krhka, se pri prevozu zelo drobi. Zato jo v Sidi-Maroufu pri Casablanci aglomerirajo, pri čemer se še nekoliko obogati.

Obstaja možnost, da najdejo nove rudne zaloge. Dosedanja raziskovanja so pokazala, da severno in južno od sedaj poznane smeri ni pomembnih rudnih pojavov. Zato bi bilo potrebno nadaljevati raziskovanja proti vzhodu in zahodu, posebno še, ker tudi tam obstaja na južni strani matična kamenina — vulkanska serija III. prekambrija. Krovčina postaja proti vzhodu in zahodu debelejša; smer orudnenja se lahko spremeni; zato bi bilo priporočljivo poizkusiti z nekaterimi geofizikalnimi metodami.

#### Pregled manganovih rudišč v Maroku

Seznani smo se s štirimi glavnimi tipi manganovih rudišč v Maroku, ki jih razdelimo v naslednje skupine:

##### I. hidrotermalne žile

###### 1. v vulkanski formaciji III. prekambrija

Okolica Ouarzazate

Gorovje Siroua (Anti Atlas) s podobnimi pojavi

Menahba SW od Bou Arfa

2. v paleozoiku

Okolica Oujda v skrilavcih in granodioritih  
(Zekkara, Bourdine)  
Oued Akrech (pri Rabatu)  
Guemassa (pri Marakešu)

II. podmorska ekshalacijska sedimentna rudišča

1. v vulkanski formaciji III. prekambrija

Tiouine  
Migouden  
Offremt  
Idikel (W Anti Atlas)

2. v skrilavcih in tufih v spodnjem karbonu (Viséen)

Glib en Nam (pri Oujdi)

III. sedimentna rudišča

1. v kontinentalni permotriadi ali kredi

Narguechoum (pri Oujdi)  
Nekaj drugih, nepomembnih pojavov

2. v obalni formaciji liade

Tanourat (pri Oujdi)  
Tizi n' Rechou (Srednji Atlas)  
Jenane L'imes (Srednji Atlas)  
Boulbab (pri Meknesu)

3. v obalni formaciji cenoman-turona

Imini  
Tasdremt (SW od Imini, podobno kot Imini)

IV. Mešan tip sedimentnih rudišč in rudišč, ki so nastala pri preperevanju

1. v obalni formaciji liade

M'koussa (NO od Marakeša)  
Bou Arfa

Pri obeh nahajališčih so ohranjeni le še ostanki pravih sedimentnih plasti.

Obravnavali bomo še razdelitev Pb v različnih nahajališčih:

- ad I.     1. Pb = 0 ali sledovi  
          2. Pb = 0,6
- ad II.    1. Trouine Pb = 0,5—1, redko 2  
          Idikel Pb = 0,5  
          2. Glib en Nam Pb = sledovi
- ad III.   1. Narguechoum Pb = 0,5  
          2. Tanourat Pb = 0,15  
          3. Imini Pb = 0,2—0,8; v C<sub>3</sub> je večji  
          Tasdremt Pb = 5—7
- ad IV.    1. M'koussa Pb = 0,1  
          Bou Arfa Pb = 0

Odstotek svineca je največji v rudiščih Anti Atlasa, in sicer v ekshalacijsko sedimentnih (0,5—2 %) kakor tudi v sedimentnih (0,2—7 %) rudiščih. Količina Pb v Imini-C<sub>3</sub> in povprečno v Tasdremtu je tolika, da bi morali ti nahajališči prišteti k manganovo-svinčnim rudiščem. Zaradi visokega odstotka Pb so dela v Tasdremtu pred kratkim ustavili.

Pb in štirivalentni Mn spadata po ionskem potencialu v 3—10 skupino, ki v vodi pri zadostni količini kisika izpade kot hidroksid. Ta skupina ima tudi veliko adsorbcijsko moč, kar je za Mn-hidroksidgel posebno pomembno. Zaradi adsorbcije je verjetno prišel Pb v našem primeru v Mn-hidroksidgel, iz katerega je zaradi diagenoze nastal Pb-psilomelan, iz tega pa koronadit.

Izvor Pb moramo iskati v ekshalacijah, pri katerih so nastala manganova rudišča ter manjši pojavi v III. prekambriju in karbonu.

Opazovanja v maroških manganovih rudiščih so pokazala naslednje:

1. mangan je zelo lahko topljiv in prav tako lahko izpade iz raztopine,
2. geli Mn-hidroksida so zelo spremenljivi, in sicer zaradi diagenoze ali pod vplivom vadozne vode,
3. braunit in verjetno tudi hausmanit nista le hidrotermalna ali metamorfna minerala; nastaneta lahko tudi pri diagenezi in pod vplivom vadozne vode,
4. poleg železovih imamo tudi manganova podmorska ekshalacijska sedimentna rudišča, česar pa mnogi še ne priznavajo. V odvisnosti od temperature izhajajočih plinov more pri reakciji z vodo takoj nastati braunit, podobno kot pri železovih rudiščih tega tipa hematit (Lahn — Dill).

## LES GISEMENTS MAROCAINS DE MANGANESE

En années précédentes l'auteur a fait des recherches efficaces des gîtes de fer et de manganèse en Macédoine. En désir de perfectionner sa connaissance, l'auteur a visité en cadre de l'Assistance technique de l'Organisation des Nations Unies entre les autres, aussi les trois provinces métallogéniques en Maroc: Tiouine, Bou Arfa et Imini. En étudiant les gîtes de manganèse l'auteur a prêté attention spéciale à problème de leur origine. De ce point de vue il distingue quatre types de gisements de manganèse en Maroc:

### I. Gîtes filoniens

1. Dans les formations volcaniques du Précambrien III:  
la région d'Ouarzazate, la montagne de Siroua avec des phénomènes analogues de ceux-ci de Ouarzazate, Menahba SW de Bou Arfa.
2. Dans le Paléozoïque:  
En district d'Oujda, dans les schistes et granitodiorites (Zekkara, Bourdine), Oued Akrech (aux environs de Rabat), Guemassa (près de Marrakech).

## II. Les gîtes stratiformes créés par l'exhalation submarine

1. Dans les formations volcaniques du Précambrien III:  
Tiouine, Migouden, Offremt, Idikel (W Anti Atlas).
2. Dans les schistes et tufs de Viséen:  
Glib en Nam (près d'Oujda).

## III. Les gîtes interstratifiés

1. Dans les formations continentales du Permo-Trias et du Crétacé:  
Narguechoum (Oujda) et quelques gîtes d'une importance subordonnée.
2. Dans les formations cotières du Lias:  
Tanourat (près d'Oujda), Tizi n'Rechou (Atlas moyen), Jenane L'mes (Atlas moyen), Boulbab (près de Meknes).
3. Dans les formations cotières du Cénomano-Turonien:  
Imini, Tasdremt.

## IV. Combinaison des gîtes interstratifiés remariés

1. Dans les formations cotières du lias:  
M'koussa (NO de Marrakech), Bou Arfa.

Dans tous les deux gisements on peut observer seulement les restes des couches stratiformes véritables.

Ensuite l'auteur traite l'origine du plomb paraissant dans les gisements de manganèse du Maroc. Le plus haut pour-cent de plomb on trouve dans les gisements d'Anti Atlas, dans les gîtes stratiformes créés par l'exhalation submarine (0,5—2 %) comme aussi dans les gîtes interstratifiés (0,2—7 %). A Imini et Tasdremt on rencontre une telle quantité de plomb qu'on devrait des gisements susdits classifier comme les gîtes de manganèse-plomb. A cause d'un pour-cent très haut de plomb à Tasdremt récemment l'exploitation a été arrêtée.

Du point de vue du potentiel ionique on mit Pb comme aussi Mn dans le 3—10 groupe. Celui-ci dans l'eau en présence d'une quantité suffisante d'air sort comme hydroxide. Le groupe traité a aussi une puissance très haute d'adsorption ce que présente quant à Mn-hydroxide-gel, une particularité importante. A cause d'adsorption, Pb probablement a été passé en Mn-hydroxide-gel, de quel c'est Pb-psilomélane qui résulte à cause de diagénèse. C'est le coronadite qui tire son origine de Pb-psilomélane.

L'origine de Pb on doit chercher dans les exhalations quelles ont causé la naissance des gisements de manganèse et dans les apparitions moins importantes en Précambrien III et en Viséen.

Après l'observation des gîtes de manganèse du Maroc on peut constater:

1. Le manganèse peut se dissoudre, comme même sortir de la dissolution très facile.

2. Les gels de Mn-hydroxide sont très variables, soit à cause de la diagénèse, soit sous l'influence des eaux atmosphériques.

3. Les minéraux braunite et probablement aussi le haussmanite ne sont pas seulement des minéraux d'origine hydrothermale et métamorphique; ils font leurs naissances aussi chez la diagénèse et sous l'influence des eaux atmosphériques.

4. A côté des gîtes des fer stratiformes créés par les exhalations submarines il y a aussi des gîtes de manganèse de même origine et de même caractère qui s'apparaissent, à quoi beaucoup des auteurs s'opposent jusqu'aujourd'hui. En fonction de la température de gaz sortant, c'est le braunite qui peut faire sa naissance aussitôt chez la réaction avec l'eau, analogiquement comme l'oligiste chez les gîtes du fer de même type (Lahn — Dill).

#### LITERATURA

- 1952, Géologie des Gîtes minéraux marocains. Edita, Casablanca.  
Eyssautier, 1952, L'industrie minière du Maroc. Rabat.  
Behrend-Berg, 1927, Chemische Geologie. Ferd. Enke. Stuttgart.  
Schneiderhöhn-Ramdohr, 1931, Lehrbuch der Erzmikroskopie. Bornträger, Berlin.  
Schneiderhöhn, 1941, Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. Fischer, Jena.  
Schneiderhöhn, 1949, Erzlagerstätten. Piscator, Stuttgart.  
Poldini, 1932, Neobjavljeno poročilo o Bou Arfa.  
Salignac, 1934, Neobjavljeno poročilo: Etudes Minéralogique sur les minerais de Manganèse de Bou Arfa.  
— 1934, Les Ressources minérales de la France d'Outre-mer II. Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales. Paris.  
Neltner: Le Manganèse.  
Ramdohr, 1954, Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie. Enke, Stuttgart.  
Marc-Jung, 1930, Physikalische Chemie. Fischer, Jena.  
Raguin, 1949, Géologie des Gîtes Minéraux. Masson et Co., Paris.  
De Launay, 1913, Gîtes minéraux et métallifères II. Béranger, Paris & Liège.  
Westerveld, 1948, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Henry, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Henry, 1935, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Henry, 1938, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Henry, 1951, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Maurin, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Dubois, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Birembaut, 1936, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Zvereff, 1936?, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Orcel, Neobjavljeno poročilo o Imini.  
Bouladon-Meune, Le gisement de Tasdremt. Fortin-Moullot, Rabat.  
Jouravsky, 1952, Remarques sur la composition minéralogique et chimique des minerais de manganèse. SEGMI, Rabat.