

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1961

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

7. KNJIGA



LJUBLJANA 1962

GEOLOGIJA — Razprave in poročila — Geological Transactions and Reports / Izhaja vsako leto — Issued annually / Izdajajo Geološki zavod v Ljubljani, Inštitut za geologijo univerze v Ljubljani in Slovensko geološko društvo — Published by Geological Survey Ljubljana, Institute of Geology, University of Ljubljana, and Slovene Geological Society / Uredniški odbor — Editorial committee: Jože Duhóvnik, Ljubljana, Slavko Papler, Ljubljana, Danilo Jelenc, Addis Abeba, Dušan Kuščer, Ljubljana, Stefan Kolenko, Ljubljana / Urednik — Editor: Stefan Kolenko, Ljubljana, Inštitut za geologijo univerze v Ljubljani, Ljubljana, Aškerčeva cesta 12 / Natisnila — Printed by Tiskarna CZP »Ljudska pravica« v Ljubljani

VSEBINA — CONTENTS

Trojna obletnica	7
<i>Kerčmar, D.</i>	
Prve najdbe zgornjejurskih apnenih alg v Sloveniji	9
The First Findings of the Upper Jurassic Calcareous Algae in Slovenia	21
<i>Šercelj, A.</i>	
O kvartarni vegetaciji na Slovenskem	25
On Quaternary Vegetation in Slovenia	32
<i>Pleničar, M.</i>	
Položaj krede južne Slovenije v mediteranski geosinklinali	35
Situation of the Cretaceous Beds from Southern Slovenia in the Mediterranean Geosyncline	41
<i>Štruel, I.</i>	
Rezultati najnovejših geoloških raziskav v širši okolici meži- škega rudišča	43
Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen in der weiteren Um- gebung des Bergbaues Mežica	53
<i>Ramovš, A.</i>	
Prispevek k stratigrafiji severovzhodnega dela Krškega polja	55
A Contribution to the Stratigraphy of the Northeastern Part of Krško Polje	60
<i>Pleničar, M.</i>	
Hipurit iz krednega apnenca pri Postojni	63
Hippurites from Cretaceous Limestone near Postojna	65
<i>Kuščer, D.</i>	
Psevdoziljski skladi v okolici Zagorja	67
Pseudozilian Beds from the Zagorje Area	69

Dragar-Grobelšek, E.

Mikroskopiranje — pomoč v flotaciji	71
Erzmikroskopie — Hilfe der Aufbereitung	72

Ramovš, A.

Razvoj mlajšega paleozoika pri Selcih	75
Development of the Younger Palaeozoic at Selca Village (NW Slovenia, NW Yugoslavia)	77

Ramovš, A.

Nekaj problemov o grödenskih skladih na Slovenskem	79
Some Problems Connected with the Gröden Strata in Slovenia	82

† *Germovšek, C.*

O mlajšepaleozojskih in sosednjih mezozojskih skladih južno od Kočevja	85
Upper Paleozoic and Adjacent Mesozoic Strata in the Kočevje Region	98

Iskra, M.

Prispevek k stratigrafiji in tektoniki ozemlja Zgornje Idrije in Nikove	101
Contribution to the Investigations of the Area between Upper Idrijca and Nikova	105

Grad, K.

Geološke razmere v okolici Litije	107
Geologic Conditions in the Litija Region	110

Grad, K.

Geološke razmere med Rudnico in Savo	113
On the Geologic Relations of the Area between Rudnica and Sava	117

Breznik, M.

Akumulacija na Cerkniškem in Planinskem polju	119
Water Accumulation in the Cerknica and Planina Poljen	144

Breznik, M. in Žlebnik, Lj.

Geološke razmere na območju projektiranih hidroelektrarn na Dravi med Mariborom in Ptujem	151
Geologic Conditions along the Drava River between Maribor and Ptuj with Special Regard to the Construction of Water Power Plants	171

<i>Kuščer, D.</i>	
Hidrogeološki problemi v jami Loke rudnika Zagorje	177
Hydrogeologic Problems in the Loke Pit of the Zagorje Coal Mine	189
<i>Cadež, N.</i>	
Določanje razvodnic na krasu	193
Methods of Watershed Determination in Karst Regions	195
<i>Faninger, E.</i>	
Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem	197
Magmatische Gesteine in Kamniške Alpe und bei Laško	222
<i>Faninger, E.</i>	
Albitiziran kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma	227
Albitisierter Quarzporphyrat aus dem Steinbruch Kokra	231
<i>Hinterlechner-Ravnik, A.</i>	
Paragonit v dolomitnem marmorju iz kraja Cvetkovo Gjubrište, Makedonija	233
Paragonite in the Dolomitic Marble from Cvetkovo Gjubrište, Macedonia	235
<i>Ocepek, V.</i>	
Mineralna sestava kremenovih peskov iz nekaterih nahajališč v Sloveniji	237
The Mineral Composition of Quartz Sands from Some Finding Places in Slovenia	244
<i>Pavlovec, R.</i>	
O presedimentaciji makroforaminifer v flišu	247
On the Derived Large Foraminifers in Flysch	253
<i>Pavlovec, R.</i>	
Starost terciarnega fliša v Sloveniji	257
The Geologic Age of Tertiary Flysch in Slovenia	260
<i>Grad, K.</i>	
O starosti fliša pri Kališah	261
On the Geologic Age of Flysch at Kališe	263
<i>Flügel, E.</i>	
Ökologisch-stratigraphische Untersuchungen in den obertriadischen Riffbildungen der Nordalpen	265

Drobne, F. in Tovornik, S.

Obvestilo o raziskavah geoloških pogojev za gradnje na območju mesta Ljubljane	269
Report on the Geologic Investigations Made in Ljubljana for Engineering Purposes	273

Grimšičar, A.

Plaz v Trziču	275
The Earth Slide of Tržič	281

Grimšičar, A.

O geoloških razmerah med Bohinjem in Triglavskimi jezeri . .	283
Geologic Relationship between Bohinj and Triglav Lakes Area .	284

Pavlovec, R.

Nekaj misli o sprijemanju mlajšega prodnega nanosa v Ljubljanski kotlini	287
On the Cementation of Younger Pleistocene Gravel Alluvium in the Ljubljana Basin	296

Poročilo direktorja Geološkega zavoda v Ljubljani za leto 1960 . . 299

Poročilo o delu Inštituta za geologijo univerze v Ljubljani v l. 1961 323

Prireditve Slovenskega geološkega društva v letih 1958/59, 1959/60 in 1960/61 331

Proceedings of the Slovene Geological Society in the Years 1958/59, 1959/60, and 1960/61 331

† Rajko Gradnik 336

Trojna obletnica

Dvajset let je minilo od tedaj, ko je slovensko ljudstvo doživelo usodni napad z zahoda čez alpijsko dinarijsko mejo, s severa preko Karavank in z vzhoda iz Panonske nižine. Trojni udarec ga je sicer začasno razdelil z mejniki, toda razbil ga ni, strnil ga je v odločilno borbo.

Dvajsetletnica pričetka osvobodilnega boja ima za Geološki zavod še poseben pomen, ker sovpada s petnajsetletnico njegove ustanovitve. Obeh dogodkov se delovni kolektiv zavoda spominja z zavestjo, da je tudi njegova ustanova ena izmed pridobitev nacionalne in socialne osvoboditve.

Slovenski geologi pa praznujejo v letu 1961 še tretjo obletnico: desetletnico svojega društva.

V spomin na trojni jubilej izdaja Geološki zavod skupno s Slovenskim geološkim društvom in z Inštitutom za geologijo Univerze v Ljubljani 7. knjigo »GEOLOGIJE,« ki je tako zbrala okrog sebe vse slovenske geologe in bo odslej njihova skupna revija.

GEOLOGIJA

GEOLOGICAL
TRANSACTIONS
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Letnik 1961 • 7. knjiga • Volume 7.

PRVE NAJDBE ZGORNJEJURSKIH APNENIH ALG V SLOVENIJI

Dragica Kerčmar

S 3 slikami med tekstem in 4 tablami slik v prilogi

V Sloveniji smo poznali apnene alge doslej samo v mlajšepaleozojskih, triadnih in v miocenskih plasteh.

V zgornjekarbonskih skladih se pojavlja alga *Anthracoporella spectabilis* Pia. V permskih plasteh so pogostne *Vermiporella niponica* Endo, *Epimastopora alpina* Kochansky & Herak, *Permocalculus fragilis* Pia in druge dasikladaceje in gimnokodiaceje (Kochansky & Herak, 1959, 65 do 90 in 185 do 193). Med neoschwagerinsko favno so znane alge *Mizzia velebitana* Schubert, *M. yabei* Karpinski, *Gymnocodium cf. solidum* Pia, *G. bellerophontis* Rothpl. in druge alge (Kochansky & Ramovš, 1955, 365 do 371). Od mezozojskih alg je bila v naših krajih večkrat omenjena le triadna alga *Diplopora annulata*, ki je bila v vrhnjem delu ladinske stopnje ponekod v Sloveniji celo kamenotvorna. V miocenskih plasteh so zelo pogostne litotamnije, iz katerih je zelo razširjeni litavski apnenec.

V jurskih in krednih skladih v Sloveniji apnenih alg doslej nismo poznali. Najdba malmskih dasikladacej in koralinacej iz raznih krajev Notranjske in Dolenjske je zato toliko pomembnejša pri reševanju stratigrafskih problemov obširnega kompleksa tamkajšnjih mezozojskih kamenin. Prva nahajališča smo odkrili na Logaški planoti, v okolici Loške doline in v Beli Krajini. Poleg alg najdemo v malmskih skladih še foraminifere, tintinide, redke hidrozoje in korale.

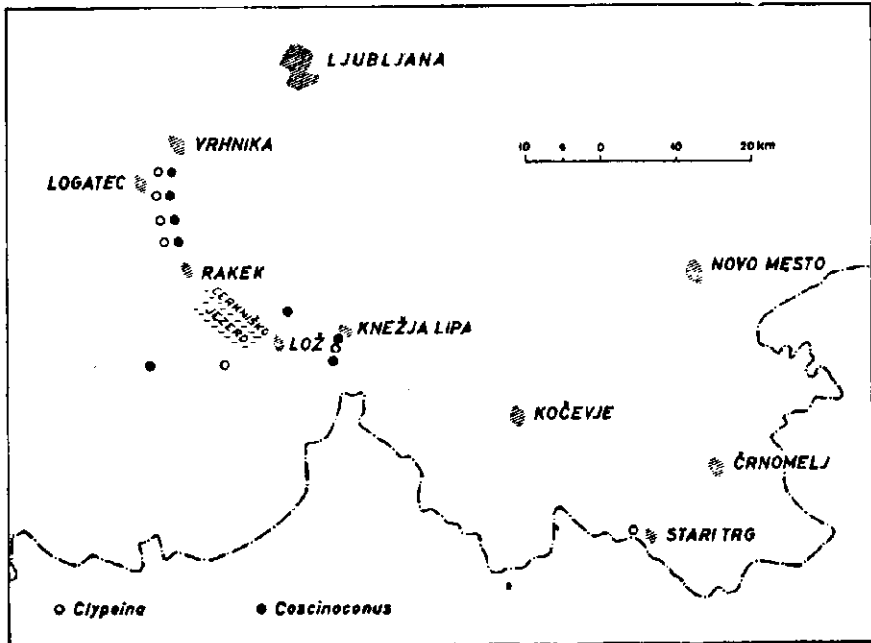
Opisi nahajališč zgornjejurske mikroflore

1. Nahajališče na Logaški planoti

Leta 1959 smo v okviru Geološkega zavoda kartirali ozemlje med Vrhniko, Cerknico in Rakekom, ki sestavlja vzhodni del Logaške planote. Že na Kossmatovi geološki karti lista Ajdovščina—Postojna (1:75.000) so na omenjenih krajih jurske kamenine. Na meji med jurskimi in kred-

nimi plastmi je Kossmat označil pas mejnega dolomita. V njem ni našel nobenih fosilov, zato mu starosti ni mogel določiti.

»Mejni dolomit« je siv in zrnat. Vleče se v 500 m širokem pasu od Ivanjega sela proti severu do glavne ceste Vrhnika—Logatec in še naprej proti severu. Ob cesti ga zasledimo pri velikem ovinku pri koti 484 m. V dolomitu je vse polno vložkov trdnega sivega apnenca. Apnene plasti so debele 1 do 30 metrov in se izklinjajo v vodoravni smeri. Zbruski iz teh apnenih vložkov vsebujejo bogato in značilno zgornjejursko mikrofloro.

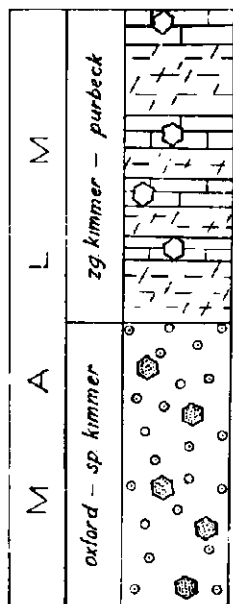


1. sl. Nahajališča zgornjejurske mikroflore
Fig. 1. The find-spots of Upper Jurassic Microflora

Najpogostnejša in najlepše ohranjena je apnena alga *Clypeina jurassica* Favre — vodilen fosil za zgornji kimmer, portland in purbeck. Razen te se pojavlja še alga, ki je podobna vrsti *C. jurassica*, vendar je manjša od nje. Domnevamo, da pripada novi podvrsti in smo jo imenovali *Clypeina jurassica minor*. V istih plastéh smo našli še algo *Salpingoporella annulata* Carozzi ter redke foraminifere in pogostnejše tintinide.

Alga *Clypeina jurassica* določa zrnatemu dolomitu z apnenimi vložki zgornjemalmsko starost.

Pod zrnatim dolomitom leži svetlo siv ali siv oolitni apnenec. Ooidi merijo približno 1 mm v premeru. Apnenec je ponekod tudi psevdooliten. V njem so številni ostanki mikroorganizmov; ugotovljene so bile foraminifere *Choffatella* cf. *peneropliformis* Yabe & Hanzawa, *Nodosaria* sp., razne miliolide, textularide in lituolide. Tudi odlomki spongij, hidrozojev



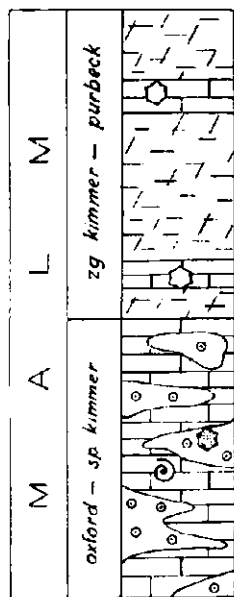
a)

Zrnat dolomit z vložki apnenca, v katerih se pojavljajo *Clypeina jurassica jurassica*, *C. jurassica minor*, *Salpingoporella annulata*, tintinide in redke foraminifere.

Granular dolomite with limestone intercalations in which occur: *Clypeina jurassica jurassica*, *C. jurassica minor*, *Salpingoporella annulata*, Tintinids, and sparse Foraminifera.

Oolitni apnenec, ki vsebuje alge *Coscinoconus alpinus*, *C. cf. oblongus*, *C. conicus*; foraminifere ter redke ostanke hidrozojev, spongij in koral.

Oolithic limestone, which contains algae *Coscinoconus alpinus*, *C. cf. oblongus*, *C. conicus*; Foraminifera, and rare remains of Hydrozoa, Spongia, and Corals.



b)

Zrnat dolomit z redkimi apnenimi vložki. Mikroflora: *Clypeina jurassica jurassica* in *C. jurassica minor*.

Granular dolomite with rare limestone intercalations in which occur: *Clypeina jurassica jurassica* and *C. jurassica minor*.

Siv gost apnenec s hidrozojem *Cladocoropsis mirabilis* in oolitni apnenec z algami rodu *Coscinoconus*.

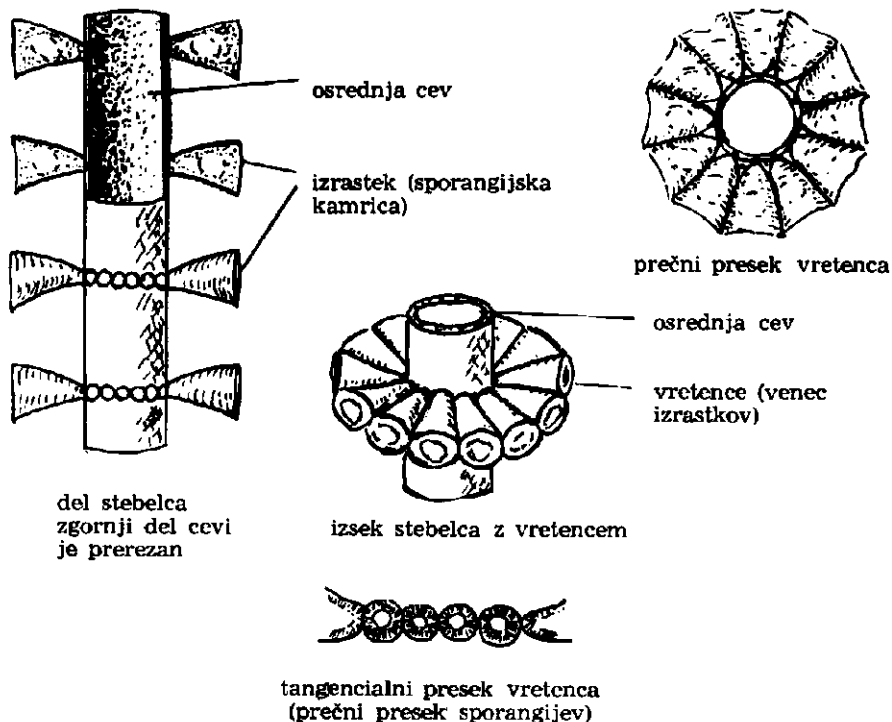
Dense, gray limestone with *Cladocoropsis mirabilis*, and oolithic limestone with algae of the genus *Coscinoconus*.

2. sl. Profil zgornjejurskih skladov
a) na Logaški planoti, b) pri Knežji njivi
Fig. 2. Section of Upper Jurassic strata
a) on Logaška planota, b) near Knežja njiva

in koral niso redki. Od alg nastopajo v oolitnem apnencu *Coscinoconus alpinus* Leupold, *C. cf. oblongus* Maslov, *C. conicus* Maslov in druge vrste.* Oolitni apnenc leži konkordantno pod zrnatim dolomitom, zato je verjetno spodnjemalmske starosti.

2. Nahajališče v okolici Loškega polja

V okolici Loža smo našli zgornjejurske alge na severovzhodnem obrobju Loškega polja (pri Knežji njivi in Podstavini) ter na jugozahodnem obrobju polja (pri Škriljah, Gorenjem Jezeru in na Javornikih).



3. sl. Sestavni deli apnenega skeleta alge rodu *Clypeina*
Fig. 3. Skeletal elements of genus *Clypeina*

V vzorcu s severozahodnega obrobja Loškega polja smo določili algo *Clypeina jurassica* samo v dveh zbruskih, in sicer na južnem pobočju Knežkega vrha pri Knežji njivi in vzhodno od vasi Podstavina. Alga se pojavlja v apnenih vložkih v zrnatem dolomitu, ki je zaradi tektonskega delovanja močno zdrobljen in brečast. Apneni vložki v dolomitu so redki in ne vsebujejo drugih fosilov razen omenjene alge. Zgornjemalmski dolomit tvori dno sinklinale.

* Zaradi pomanjkanja literature in komparativnega materiala preiskave teh alg še niso zaključene.

Pod zrnatim dolomitom leže na obeh straneh pasu spodnjemalmski gosti in oolitni apnenci. V gostih apnencih smo dobili na Knežkem vrhu hidrozoja *Cladocoropsis mirabilis* Felix. R. Radoičić je našla to hidrozojsko vrsto že na več krajih v Črni gori in Dalmaciji. Omenja jo v »kladokoropsis apnencih«, ki spadajo v zgornji oxford in spodnji kimmer (1957, 154). V oolitnih apnencih pa se pojavljajo primerki rodu *Coscinoconus*, ki smo jih našli na vzhodnem pobočju Knežkega vrha ter v okolici Podstavine in Žage. Poleg alg rodu *Coscinoconus* so v apnencu še slabo ohranjeni ostanki alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) in nekatere foraminifere.

Podobne razmere kot pri Knežji njivi so tudi na jugozahodnem obrobju Loške doline. V okolici Gorenjega Jezera nahajamo siv in temno siv gost apnenc, v katerem se pojavlja hidrozoj *Cladocoropsis mirabilis*. Razen tega so v apnencu še odlomki alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* in nekatere foraminifere (Verneilinidae). Apnenc je spodnjemalmske starosti. Nad njim je zrnat dolomit, ki je tudi tukaj zelo zdrobljen in brečast, z redkimi apnenimi vložki. Južno od Lisičjega griča v Javornikih smo dobili v apnenem vložku odlomke alge *Clypeina jurassica*, v apnencu pri vasi Škrilje pa še lepe primerke alge *Salpingoporella annulata*.

3. Nahajališče v Beli krajini

Ob cesti, ki se v serpentinah vzdiguje iz Dola v Stari trg ob Kolpi, smo našli v apnencu med dolomitom zelo lepe primerke alge *Clypeina jurassica*. Okolica tega najdišča, ki je zelo oddaljeno od ostalih, stratigrafsko še ni raziskana.

Paleontološki opis

ALGAE

CHLOROPHYCEAE

Dasycladaceae (Siphoneae verticillatae)

Dasycladaceae so zelene alge, ki izločajo apnen skelet. Zato so se dobro ohranile iz prejšnjih geoloških dob, ko so bile večkrat tudi kamenotvorne. Njihovo telesce — talus — ima obliko cevi, na njem so izrastki za asimilacijo. Izrastki so postavljeni v isti višini okrog telesca in tvorijo vretence (verticil).

Clypeina Michelin (1845)

Clypeina jurassica jurassica Favre

- 1950 *Clypeina jurassica* Favre — Morellet, 399–402, tab. 22.
- 1955 *Clypeina jurassica* Favre — Carozzi, 51–52.
- 1956 *Clypeina jurassica* Favre — Radoičić, 233–238, tab. 14, sl. 1–2.
- 1957 *Clypeina jurassica* Favre — Radoičić, 183–192, tab. 1–3.
- 1958 *Clypeina jurassica* Favre — Radoičić, 189–196, tab. 19.
- 1959 *Clypeina jurassica* Favre — Herak & Kochansky, 102–103.

Osrednja cevka se razrašča v vretenca, ki sestojе iz tesno se dotikajočih členkov. Vsak členek predstavlja ležišče sporangija — sporangijsko kamrico. Posamezna vretenca si slede ob talusu približno na razdaljo 0,19 mm. Proti obrobju se členki razširijo, in je razdalja med njimi še manjša. V zbruskih zelo redko dobimo podolžni presek skozi osno cev, zato natančna dolžina alge ni znana. Število ugotovljenih zaporednih vretenc je različno. Morellet jih v Favrovih primerkih navaja 11 (1950, 400), Radoičićeva največkrat od 3 do 8, v zbruskih iz Grbavca celo 17 (1957, 187). V naših primerkih je največ 5 do 6 vidnih zaporednih vretenc.

V podolžnem osnem preseku vidimo lijakasto obliko posameznih členkov vretenc. Sporangijske kamrice so pri bazi raščene poševno na osno cev. Proti periferiji se njihov spodnji rob nekoliko upogne. V tangencialnem preseku opazujemo v več ravninah potekajoče in tesno se dotikajoče kroge, ki jih je navadno od 3 do 6. To so prečni preseki sporangijev.

Prečni presek alge v višini vretenc kaže zvezdasto sliko. V sredi je okrogla osna cev. Okrog nje so sporangijske kamrice, ki se na vsej svoji dolžini dotikajo druga druge in tako tvorijo sklenjen zvezdast venec — vretence. Na sliki vidimo radialne brazde, ki povezujejo steni dveh kamric.

Dimenzije:	Carozzi	Radoičić
premer osne cevi	0,33—0,51 mm	0,40—0,56 mm
premer alge	1,45—2,50 mm	1,32—2,00 mm
število sporangijskih kamric v vretencu	11—12	14—16
srednja velikost sporangijskih kamric	0,37 mm	—

Dimenzije primerkov iz Slovenije v mm:

Zbrusek* št.	5	5	11	32	32
premer osne cevi	0,62	0,54	0,51	0,73	0,58
premer alge	1,98	1,66	1,79	2,56	2,18
število sporangijskih kamric	—	16	18	16	?
srednji premer kamric	0,22	—	0,29	0,32	0,31
dolžina sporangijskih kamric	0,67	0,61	0,65	0,80	—

Le pri dveh primerkih sem lahko ugotovila vse dimenzije, in sicer pri prečnih presekih s celim vencem sporangijev. V zbruskih pa je več poševnih in podolžnih presekov, ki kažejo le polovico venca ali samo nekaj sporangijev.

Stratigrafska razširjenost

Morellet omenja vrsto *C. jurassica* v Gaults Plateau v nivoju kimmer-portland (1959, 402).

* Zbruski so shranjeni v Geološkem inštitutu SAZU v Ljubljani.

Carozzi v svoji obširni razpravi o zgornjejurskih algah ugotavlja, da se *C. jurassica* pojavlja v Alžiru od zgornjega kimmera skozi ves portland do meje jure s kredo. V kraju Salève pa je najpogostnejša v morskih obrežnih nivojih purbecka (1955, 51).

Emberger podaja stratigrafsko razširjenost rodu *Clypeina*. Vrsto *C. jurassica* daje v zgornjo juro in sicer v portland in purbeck (1957, 47).

Donze omenja vrsto *C. jurassica* z drugimi algami vred tudi v valangiju Srednje Jure in berriasu Hte Savoie ter Subalpinskega masiva Bauges. Toda v poročilu ni slike ali opisa te vrste in avtor celo sam pravi, da je najbolj značilna za morski razvoj purbecka (1952, 322 do 323, 1953, 264).

V Jugoslaviji navaja vrsto *C. jurassica* Radoičičeva. Našla jo je v Zetski Ravnici, v okolici Vlaste ter v mnogih drugih krajih Črne gore in južne Dalmacije. Uvršča jo v zgornji kimmer in portland (1957, 184).

Leta 1959 je izšlo kratko poročilo o novih najdbah zgornjejurske alge *C. jurassica* v Hrvaškem Primorju pri Senju in v apnencih med Čabrom in Snežnikom (Herak & Kochansky, 1959, 102 do 103). To najdišče omenjene alge je bilo do sedaj najsevernejše v Jugoslaviji.

V Sloveniji sem odkrila nahajališča te alge na Logaški planoti, pri Ložu in v Beli krajini. Na podlagi teh najdišč lahko trdim, da je živela skoraj v vseh Dinaridih. Znano je, da *C. jurassica* zahteva posebne pogoje za svoj obstoj. Carozzi pravi, da je vezana na zelo specifično okolje. Iz tega sklepamo, da so bili v zgornji juri na področju Dinaridov povsod enaki pogoji — plitvo obrežno morje, vendar v neposredni bližini odprtega morja. Klíma je bila tropska.

Velika večina raziskovalcev je mnenja, da je *C. jurassica* vodilni fosil za zgornjejurske sklade. Vsi primerki v Sloveniji se pojavljajo v apnenih vložkih med zrnatim dolomitom. Zato ta horizont lahko zanesljivo uvrščamo v zgornji malm, in sicer v portland in purbeck. Možno pa je, da sega spodnji del dolomita še v kimmer.

Clypeina jurassica minor n. subsp.

Holotip: zbrusek št. 6, Geološki inštitut SAZU.

Derivatio nominis: *minor*, ker je manjša od tipične podvrste *Clypeina jurassica jurassica*.

Nahajališče: pri kukavi Smrekovci na Logaški planoti (14° 18' 47" E Greenw., 45° 51' 32" N).

Horizont: zgornji malm, skladi z algo *Clypeina jurassica*.

Nova podvrsta je zelo podobna tipični podvrsti *Clypeina jurassica jurassica*. Talus je valjast in se razrašča v vretenca kot pri tipični podvrsti, le sporangijske kamrice so postavljene nekoliko bolj pravokotno na osni kanal in imajo obliko širšega plitvega lijaka. Na dnu lijaka so ponekod vidne pore, po katerih je sporangij povezan z osno cevko. Sporangiji imajo v nekaterih primerih v bližini osne cevi debelejšje stene. Število sporangijev ni odvisno od velikosti primerka.

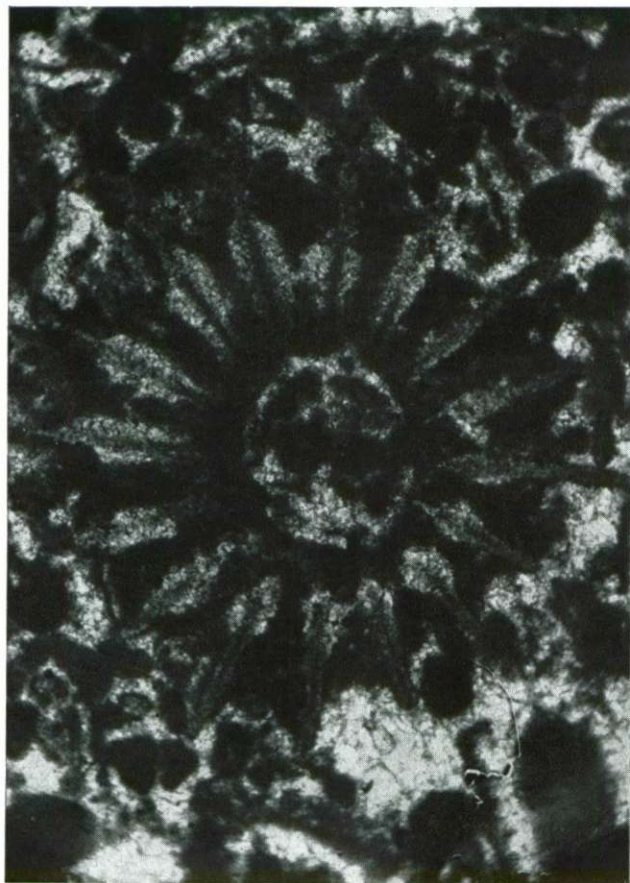
Najvidnejša razlika med novo podvrsto in tipično podvrsto *C. jurassica jurassica* je v velikosti. Največji primerki nove podvrste so manjši od

1. TABELA — TABLE 1

Dimenzije nove podvrste *Clypeina jurassica minor* v mm
 Dimension of the new subspecies in mm.

Zbrusek št. Thin section No.	Premer osne cevi Diameter of axial canal	Premer alge Diameter of alga	Število sporangijskih kamric Number of sporangical chambers	Premer sporangijskih kamric Diameter of sporangical chambers	Dolžina sporangijskih kamric Length of sporangical chambers
3 c	0,22	0,86	11—12	0,14	—
4 a	0,19	0,54	8—9	—	0,18
6	0,26	0,89	12	0,09—0,19	0,32
6	0,22	0,85	11	0,19	0,26
6	0,32	0,96	13	0,08—0,19	0,32
6	0,22	0,64	10	—	—
6	0,29	1,02	12	0,16	—
6	0,26	0,93	11	0,09—0,23	0,35
L 66	0,29	1,06?	?	0,22	—
607	0,24	0,99	13	0,13	—
607	0,15	0,48	7	0,15	—

I. TABLA — PLATE I
Clypeina jurassica jurassica Favre

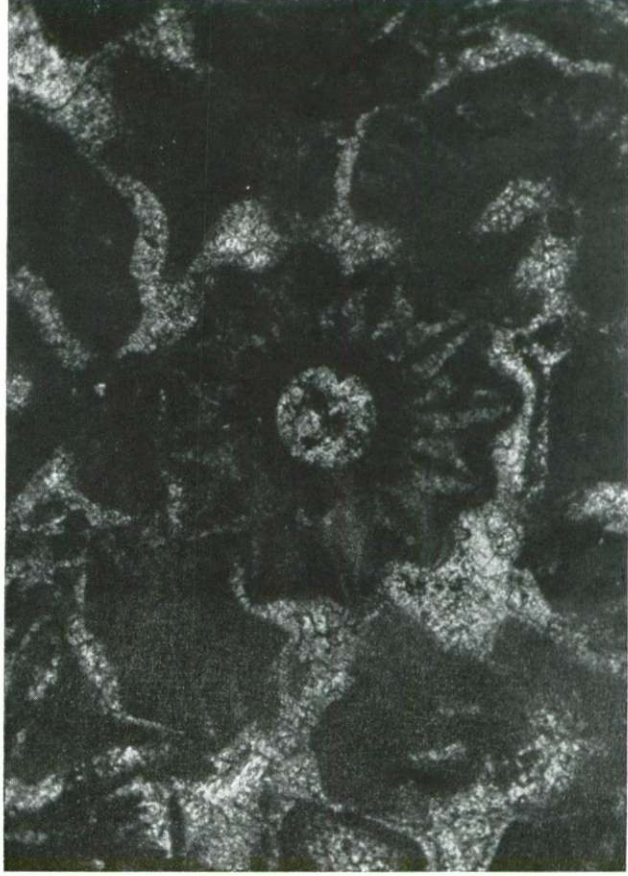


1. sl. prečni presek, 45 ×; zbrusek št. 5
Fig. 1. Transverse section, × 45; thin section No. 5

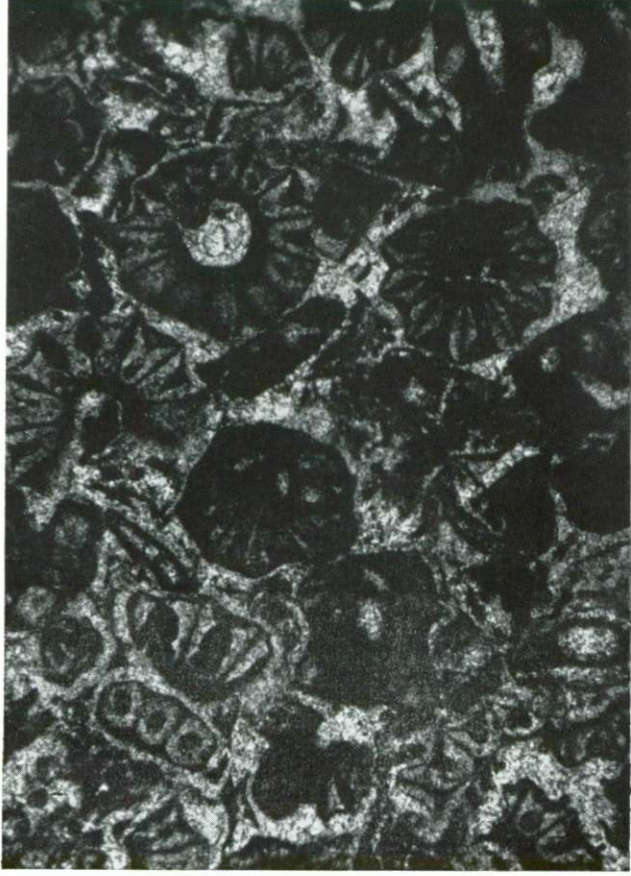


2. sl. tangencialni presek, 50 ×; zbrusek št. 5
Fig. 2. Tangential section, × 50; thin section No. 5

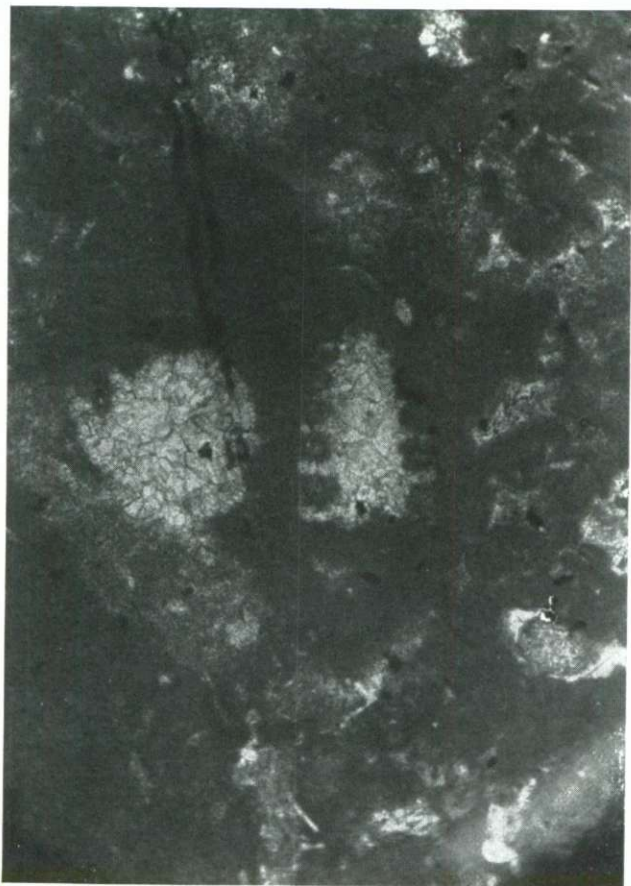
II. TABLA — PLATE II
Clypeina jurassica minor n. subsp.



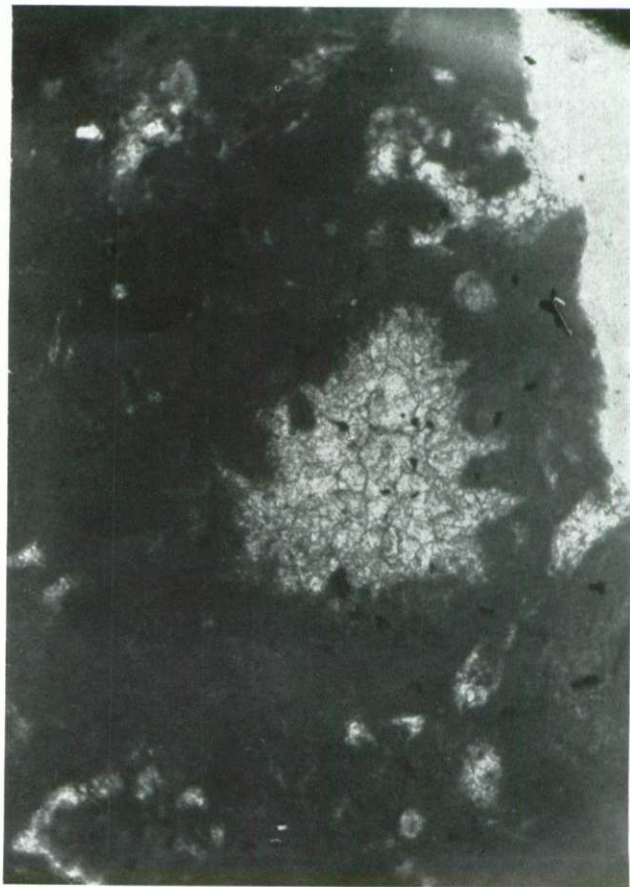
1. sl. přéční presek vrtenca, 50 ×; zbrusek št. 6
Fig. 1. Transverse section, × 50; thin section No. 6



2. sl. zbrusek s přéčními, poševními
in tangencialními preseki, 25 ×
Fig. 2. Thin section with transverse, oblique,
and tangential sections, × 25



1. sl. *Coscinoconus cf. oblongus* Maslov
Podolžni osni presek, 45 \times ; zbrusek št. 71
Fig. 1. Longitudinal axial section, \times 45;
thin section No. 71



2. sl. *Coscinoconus conicus* Maslov
podolžni osni presek, 45 \times ; zbrusek št. 39a
Fig. 2. Axial longitudinal section, \times 45;
thin section No. 39a



1. sl. *Salpingoporella annulata* Carozzi
podolžni presek, 40 ×; zbrusek L 153
thin section No. L 153



2. sl. *Thaumatoportella parvoesculifera* (Raineri)
poševni presek, 40 ×; zbrusek št. L 127
thin section No. L 127

najmanjše doslej znane velikosti vrste *C. jurassica*, so pa večji od vrste *C. parvula* Carozzi.

Iz meritev, ki so podane na tabeli, lahko povzamemo naslednjo primerjavo:

	Premer alge	Število sporangijev
<i>Clypeina jurassica jurassica</i>	1,32—2,56 mm	11—12
<i>Clypeina jurassica minor</i>	0,48—1,06 mm	7—13
<i>Clypeina parvula</i>	0,09—0,45 mm	10—25

Presledek v velikosti med najmanjšim primerkom vrste *C. jurassica* in največjim eksemplarjem nove podvrste je 0,26 mm (1,06 do 1,32). Ker doslej nismo našli prehodnih oblik med tipično podvrsto in novo podvrsto, je postavitev nove podvrste upravičena. Maksimalna razlika med najmanjšim osebkom nove podvrste in največjim individuom tipične podvrste se zdi le prevelika za variacijsko širino ene vrste. Kaže, da je *C. jurassica minor* prehodna oblika med vrstama *C. jurassica* in *C. parvula*; Carozzi navaja namreč, da je *C. parvula* zelo podobna vrsti *C. jurassica*, le da je precej manjša od nje (1955, 54).

Nova podvrsta *C. jurassica minor* je bila doslej najdena na Logaški planoti in pri Knežji njivi. Severno od Ivanjega sela pri kukavi Smrekovci je izredno pogostna. Kamenina je tukaj sestavljena iz samih odlomkov te alge. V drugih nahajališčih je redkejša in nastopa skupaj z algo *Clypeina jurassica*.

Salpingoporella Pia (1918)

Salpingoporella annulata Carozzi

1953 *Salpingoporella annulata* Carozzi — Carozzi, 382—386, sl. 1—55.

1955 *Salpingoporella annulata* Carozzi — Carozzi, 55—57, sl. 15, tab. 6, sl. 5, 7.

1958 *Salpingoporella annulata* Carozzi — Radoičić, 191, tab. 20, sl. 1, 2.

V številnih zbruskah so bili najdeni odlomki prečnih in podolžnih presekov drobne alge, ki ustrezajo Carozzijevemu opisu in slikam (1955, 55—57, sl. 15. tab. VI, sl. 5, 7). Njena oblika je paličasta, skelet segmentiran in na konceh koničast. Notranjost osnega kanala je gladka. Skelet je iz mozaika majhnih kalcitnih kristalčkov.

Dimenzije:	Slovenija	Carozzi
premer osne cevi	0,19 mm	0,10—0,25 mm
premer alge	0,41 mm	0,30—0,64 mm

Stratigrafska razširjenost

V kraju Salève in Centralni Juri je *S. annulata* značilna za grebenski facies portlanda in purbecka (Carozzi, 1955, 57). V Mt. Aubertu nastopa

še v berriasu in valangiju. V alpskem ozemlju se pojavlja še v zgornji juri, zlasti v purbecku (St. Thècle, Alpes Maritimes), pa tudi v valangiju (St. Maurice). *S. annulata* ima torej nekoliko večjo vertikalno razširjenost kot *Clypeina jurassica*. Pri nas je bila najdena na Logaški planoti in pri vasi Škrilje, južnozahodno od Loške doline.

Coscinoconus Leupold (1935)

Sistematski položaj rodu *Coscinoconus*

Do nedavnega so vsi mikropaleontologi (med drugimi Leupold, Pfender, Emberger) uvrščali rod *Coscinoconus* med foraminifere, večinoma v skupino rotalid. Maslov pa je ugotovil, da spada k algam v družino *Dasycladaceae*. Kot dokaz za to trditev mu je služila mikrostruktura skeleta, ki je podobna mikrostrukturi skeleta pri algah *Triplo-porella*, *Munieria* in *Actinoporella*, s katerimi se ta rod navadno skupaj pojavlja. Osebkim nimajo aperture. Leupold je nekakšno rešetkasto dno teh alg napačno imenoval ustje (Maslov, 1958, 545—548). Vijačno zavite brazde na površju telesca razlaga Maslov kot ležišča sporangijev, ki so spiralno razporejeni. Izvaja celó hipotezo, da so v življenju te sifoneje imele le en tanek, dolg sporangij, ki je bil pogreznjen v notranjost brazde, da je bil obvarovan pred morskimi valovi. Pokrit je bil s tanko apneno plastjo, ki se je le ponekod ohranila.

Pri nas so doslej najdeni osebkim rodu *Coscinoconus* na Logaški planoti, pri vasi Podstavina na vzhodnem obrobju Loškega polja, na vzhodnem pobočju Knežkega vrha in na Križni gori. Na najdenih primerkih nisem opazila ustja. Pozornost pa so vzbudile okrogle tvorbe v brazdah na površini. Podobne so sporangijem alg in jih pri foraminiferah ni mogoče razložiti. Zato so Maslove ugotovitve utemeljene in sprejemljive.

Stratigrafska razširjenost

Maslov je dobil razne vrste rodu *Coscinoconus* v plasteh kimmera na Krimu. Za Leupolda pravi, da jih je našel v jurskih skladih v Švici. Pri nas jih nahajamo v oolitnem apnencu, ki leži pod dolomitno apnenim nivojem z algo *Clypeina jurassica*. Po njihovi legi jih lahko uvrstimo v spodnji malm (oxford — spodnji kimmer).

Coscinoconus alpinus Leupold

1958 *Coscinoconus alpinus* Leupold — Maslov, 545—548. sl. 11.

Telesce je stožčaste oblike. Po površju potekajo brazde in grebeni v obliki vijačnice. Grebeni so ostri, brazde nekoliko širše in okrogle. V njih so ponekod vidni sporangiji. Število zavojev brazde je 5.

Dimenzije: višina 0,48 mm, širina z rebri 0,41 mm.

Stratigrafska razširjenost: Maslov je našel to vrsto v jurskih plasteh (kimmer) na Krimu, in sicer na ozemlju Karabi-Jajla. Donzejo je dobil v spodnjekrednih plasteh (1952, 322 do 323; 1953, 264). Pri nas se pojavlja v oolitnem spodnjemalmem apnencu.

Coscinoconus cf. oblongus Maslov

1958 *Coscinoconus oblongus* Maslov — Maslov, 545—548, sl. 2v in 3v.

Podolgovato telo je cilindrično. Proti vrhu se prav malo zoži. Vrh je odsekan. Brazde zavoja so široke in globoke, tudi grebeni so precej široki. V brazdah se vidijo svetle kroglice, ki so prečni preseki sporangijev. Zavojev je 6. Opisani primerek se nekoliko razlikuje od osebka na Maslovi sliki. Nekoliko je širši in nižji in grebeni na koncu niso toliko razširjeni. Morda bo potrebno ob boljše ohranjenih in številnejših fosilnih ostankih izločiti v okviru vrste *C. oblongus* več podvrst ali celo novo vrsto. Dimenzije: osebek je visok 0,59—0,60 mm, širok pa 0,41—0,42 mm.

Doslej navaja to vrsto edino Maslov na Krimu. Pri nas jo najdemo na Logaški planoti v oolitnem spodnjemalmskem apnencu.

Coscinoconus conicus Maslov

1958 *Coscinoconus conicus* Maslov — Maslov, 545—548, sl. 2b in 3d.

Telo je stožčaste oblike, spodaj zelo široko, navzgor se hitro zožuje. Po zunanji strani potekajo spiralna rebra in brazde. Rebra so zelo ostra, brazde pa široke, koritaste in se proti vrhu zožijo. Sporangiji niso vidni. Višina osebka je 0,82 mm, širina pa 0,90 mm.

Tudi to vrsto je doslej opisal samo Maslov iz kimmerskih plasti na Krimu. Pri nas se pojavlja skupaj z ostalimi koscinokonusi v spodnjemalmskem oolitnem apnencu.

RHODOPHYCEAE

Corallinaceae

Thaumatoporella Pia (1927)

Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)

1956 *T. parvovesiculifera* (Raineri) — Sartoni & Crescenti, 15—18, tab. 2.

1959 *Lithoporella ellioti* Emberger — Herak & Kochansky, 102—103, sl. 2.

Telesce alge ima različne nepravilne oblike. Široka notranja votlina je razdeljena s septi v mešičke. Stena je sestavljena iz ene same plasti prizmatičnih celic, ki imajo obliko podolgovatih paličic. Tesno se stikajo druga z drugo, v prečnem preseku pa so poligonalne oblike.

Velikost primerkov je zelo različna. Sartoni in Crescenti navajata največjo velikost talusa 4,3 mm, višino celic 0,043—0,119 mm, širino pa 0,021—0,048 mm (1956, 15). Celotne velikosti alge v zbruskih nisem mogla meriti, ker so ohranjeni samo odlomki. Višina celic je pri-

bližno 0,065, pri drugem primerku pa 0,117 mm, debelina celic pa 0,026 in 0,039 mm.

Vrsto *T. parvovesiculifera* sta v novejšem času kritično opisala Sarton in Crescenti (1956, 15—18). Omenjeni vrsti sta prišela tudi oblike *Polygonella incrustata* Elliot in *Lithoporella ellioti* Embarger. Sama sta našla algo *T. parvovesiculifera* v Južnih Apeninih, in sicer v coni z algo *Palacodasycladus mediterraneus*, ki jo uvrščata v srednjo in zgornjo liado. V svojem delu navajata tudi vsa do tedaj znana nahajališča v Italiji, Grčiji, Omanu, Perzijskem zalivu in na Cipru. *T. parvovesiculifera* se pojavlja v liadnih, zgornjejurskih, cenomanskih in turonskih skladih. Avtorja ugotavljata, da se kredne oblike ločijo od starejših po tem, da so pri njih celice višje in ožje, talusi pa bolj pravilni, medtem ko so pri jurskih celice nižje in širše, talusi pa nepravilni.

V Jugoslaviji je alga *T. parvovesiculifera* znana iz več krajev Dalmacije. Kochansky in Herak jo navajata (1959, 102—103) kot vrsto *Lithoporella ellioti* v 11 nahajališčih skupaj s hidrozojem *Cladocoropsis mirabilis*, ki ga Radoičić uvršča v stratigrafski nivo zgornjega oxforda in spodnjega kimmera (1957, 152—156).

V Sloveniji je bila alga *T. parvovesiculifera* najdena doslej samo v spodnjemalmskih plasteh. Pri Gorenjem Jezeru se pojavlja skupaj s hidrozojem *Cladocoropsis mirabilis*, pri Podstavini pa s predstavniki rodu *Coscinoconus*.

V malmskih plasteh na Logaški planoti, v okolici Loške doline in pri Starem trgu v Beli krajini so bile ugotovljene naslednje apnene alge:

- Clypeina jurassica jurassica* Favre,
- Clypeina jurassica minor* n. subsp.,
- Salpingoporella annulata* Carozzi,
- Coscinoconus alpinus* Leupold,
- Coscinoconus cf. oblongus* Maslov,
- Coscinoconus conicus* Maslov,
- Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri).

Clypeina jurassica jurassica je značilna za sklade od zgornjega kimmera do konca jure (zrnati dolomit z apnenimi vložki). Tik pod njimi se pojavlja v oolitnih apnencih rod *Coscinoconus* z več vrstami, katerih natančnejša vertikalna razširjenost v splošnem še ni ugotovljena. *Clypeina jurassica minor* in *Salpingoporella annulata* spremljata algo *Clypeina jurassica jurassica*. *Thaumatoporella parvovesiculifera* se pojavlja pri Gorenjem Jezeru skupaj s hidrozojem *Cladocoropsis mirabilis*, južno od Podstavine pa skupaj z algami rodu *Coscinoconus*.

THE FIRST FINDINGS OF THE UPPER JURASSIC CALCAREOUS ALGAE IN SLOVENIA

In Slovenia calcareous algae have so far been known from the younger Paleozoic, Triassic, and Miocene strata only. No algae from the Jurassic or from the Cretaceous formations have been found; the discovery of Malmian Dasycladaceae and Coralinaceae in various places of the Lower and Inner Carniola (Dolenjska and Notranjska) is therefore all the more important because it helps to solve stratigraphic problems of a wide complex of Mesozoic rocks that occur in this area. The first localities have been discovered on the Plateau of Logatec (near Vrhnika), in the surroundings of Lož, and near Stari trg on the Kolpa river in the country Bela krajina.

A schematic stratigraphic structure of localities with the Upper Jurassic microfauna can be seen on Fig. 2. In all the places here described we find the uppermost Jurassic horizon to consist of granular dolomite with intercalations of gray limestone. The following Dasycladaceae appear in these intercalations: *Clypeina jurassica jurassica* Favre, *C. jurassica minor* n. subsp., *Salpingoporella annulata* Carozzi, and other forms which could not be identified because of their poor preservation. At Vrhnika we find besides algae also tintinnids which are very frequent, and some foraminifers. Judging by the alga *Clypeina jurassica* we can determine the age of these dolomitic limestone strata to be that of the Upper Malm (Upper Kimmeridgian, Portland, Purbeck).

On the Plateau of Logatec we find under the granular dolomite oölitic limestones, and in the surroundings of Lož oölitic limestones which alternate irregularly with grey, dense limestones. The following algae appear in this oölitic limestone: *Coscinoconus alpinus* Leupold, *C. cf. oblongus* Maslov, *C. conicus* Maslov. Among them are various Lituolidae and Miliolidae, and few fragments of Hydrozoa, Corals, and Spongiae. In dense limestones we find the hydrozoan *Cladocoropsis mirabilis* Felix and the red alga *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). These strata belong into the Lower Malm (Oxford — the Lower Kimmeridgian).

Description of Species. This summary contains new observations only and problems that appear in connection with the Upper Jurassic microflora.

Clypeina jurassica jurassica Favre, Pl. I, Figs. 1, 2

In our localities we find rather large forms of this species. The largest specimen has 2.56 mm.

Clypeina jurassica minor, n. subsp., Pl. II, Figs. 1, 2

Holotype: thin section No. 6, Institute of Geology at the Slovene Academy of Arts and Sciences.

Derivatio nominis: *minor*, because it is smaller than the typical subspecies *Clypeina jurassica jurassica*.

Finding place: near the kukava Smrekovca, on the Plateau of Logatec (14° 18' 47" E. Greenw., 45° 51' 32" N).

The new subspecies resembles closely the subspecies *Clypeina jurassica jurassica*. Its thalus has a cylindrical form and grows into verticils, as this can also be found in the typical subspecies; the sporangial chambers, however, are placed more at right angle on the axial canal and they have the form of a broad, shallow funnel. Pores can be seen occasionally in the bottom of this funnel by means of which sporangium was connected with the axial canal. In some specimens thicker walls can be observed in the sporangial chambers close to the axial canal. The number of sporangia does not depend on the size of the specimen.

The best visible difference between the new subspecies and the typical subspecies is in their sizes. The largest specimens of the new subspecies are smaller than the smallest so far known specimina of the species *Clypeina jurassica*, yet they are larger than the species *C. parvula* Carozzi. Dimensions of the new subspecies can be found in Table 1. The following comparison can be made on the basis of measurements:

	Diameter of alga	Number of sporangial chambers
<i>Clypeina jurassica jurassica</i>	1.32—2.56 mm.	11—12
<i>Clypeina jurassica minor</i>	0.48—1.06 mm.	7—13
<i>Clypeina parvula</i>	0.09—0.45 mm.	10—25

The difference in size between the smallest specimen of the species *Clypeina jurassica jurassica* and the largest specimen of the new subspecies is 0.26 (from 1.06 to 1.32). Since so far no transitional forms could be found between the typical subspecies and the new subspecies we are justified to determine our form as a new subspecies. The maximum difference between the smallest specimen of the new subspecies and the largest individuum of the typical subspecies seems to be too great to be considered as a variation width of one species. It seems that *C. jurassica minor* represents a transitional form between the species *C. jurassica* and *C. parvula*. Carozzi reports that *C. parvula* resembles closely *C. jurassica* with the difference that it is considerably smaller than the latter (1955, 54).

So far the new subspecies *C. jurassica minor* has been found on the Plateau of Logatec, and at Knežja njiva east of Lož. It occurs very frequently at the kukava Smrekovca, near the Ivanje selo village. Here the rock consists exclusively of fragments of this alga. It is less frequent in other finding places where it occurs together with the alga *C. jurassica*.

The genus *Coscinoconus* Leupold and its position in the system

Till recently the genus *Coscinoconus* has been considered by micropalaeontologists to belong to foraminifers. Maslov, however, placed it among algae, into the family Dasycladaceae. He supported his proposition with several facts:

1. The microstructure of specimens belonging to the genus *Coscinoconus* Leupold resembles the microstructure of the skeleton of algae *Triplonorella*, *Munieria*, and *Actinoporella* that usually occur together with this genus.

2. Individua of the genus *Coscinoconus* have no aperture.

3. Grooves which extend spirally over the surface of the body serve as layers of sporangia which are distributed spirally (Maslov, 1958), 545—548).

In our specimens I have been able to identify all these characteristics, especially sporangia. Maslov's observations are wellfounded and acceptable.

The article gives description of three species belonging to the genus *Coscinoconus*: *C. alpinus* Leupold, *C. cf. oblongus* Maslov, and *C. conicus* Maslov. *Coscinoconus cf. oblongus* Maslov is somewhat different from the specimen described by Maslov: it is slightly lower and broader, and the ridges at its ends are not so thickened. I could therefore not with certainty attribute it to this species. Our studies of these algae have not yet been fully completed because of difficulties connected with the availability of the literature and of the comparative material.

The following calcareous algae could be identified in the Malm strata from the Plateau of Logatec, from the surroundings of Lož, and of Stari trg in Bela krajina:

- Clypeina jurassica jurassica* Favre,
- Clypeina jurassica minor* n. subsp.,
- Salpingoporella annulata* Carozzi,
- Coscinoconus alpinus* Leupold,
- Coscinoconus cf. oblongus* Maslov,
- Coscinoconus conicus* Maslov,
- Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri).

Clypeina jurassica jurassica is characteristic of strata from the Upper Kimmeridgian to the end of Jurassic (dolomite with intercalations of limestone). In oölitic limestones that occur immediately under the former we find genus *Coscinoconus* represented in several species; their precise vertical distribution could not yet generally be determined. *Clypeina jurassica minor* and *Salpingoporella annulata* appear together with alga *Clypeina jurassica jurassica*. *Thaumatoporella parvovesiculifera* appears together with the hydrozoan *Cladocoropsis mirabilis*.

LITERATURA

Carozzi A., 1953, Découverte du genre *Salpingoporella* dans le Jurassique supérieur marin du Grand-Salève (Haute-Savoie). Arch. Scien. 6, 382—386, sl. 1—55, Genève.

Carozzi A., 1955, Dasycladacées du Jurassique supérieur du bassin de Genève. Eclogae geol. Helv., 48, 1, 31—67, tab. 5—6, sl. 1—19.

Donze P. & Grékoff N., 1953, Une coupe du Purbeckien dans la région du Poizat (Jura Méridional). C. R. Som. Sean. Soc. Geol. France, 1953, 13, 264—266, Paris.

Donze P. & Rosset J., 1952, Présence de «calcaires grossiers» dans le Berrisien de la chaîne des Aravis (Hte Savoie). C. R. Som. Sean. Soc. Geol. France, 1952, 15, 322—324, Paris.

Emberger J., 1957, aperçu sur la répartition stratigraphique du genre *Clypeina* Michelin. C. R. Som. Sean. Soc. Geol. France, 1957, 3, 45—48, Paris.

Herak M. & Kochansky V., 1959, Jurassic calcareous Algae in some new localities in the Dinaric Mountains. Bull. Scient. Cons. Acad. Yougoslavie, 4, 4, 102—103, Zagreb.

Kochansky-Devidé V. & Ramovš A., 1955, Neoschwagerinski skladi in njih fuzulinidska favna pri Bohinjski Beli in Bledu. Razprave SAZU, IV. razr. za prirod. vede, 3, 359—424, Ljubljana.

Kossmat F., 1905, Geologische Spezialkarte des Haidenschaft und Adelsberg. 1:75.000, Wien.

Kossmat F., 1905, Erläuterungen zur geologischen Karte der Haidenschaft und Adelsberg. 1—56, Wien.

Maslov V. P., 1958, Nahodka u jure Krima roda *Coscinoconus* Leupold i ego istinnaja priroda. Dokladi Akad. Nauk SSSR, 121, 3, 545—548, Moskva.

Morellet J., 1950, Contribution à l'étude de *Clypeina jurassica* J. Favre (Algue siphonée calcaire) d'après de remarquables échantillons du Jurassique d'Algérie. Bull. Soc. Geol. France, S. 5, 20, 399—402, tab. 22, Paris.

Radoičić R., 1957, Nove lokalnosti sedimenata sa *Clypeina jurassica* Favre u Crnoj Gori. Vesn. Zav. geol. geofiz. istr. Srbije, 13, 181—192, tab. 1—3, Beograd.

Radoičić R., 1958, Nalazak krečnjačkih algi u sedimentima gornje jure okoline Lastve (Trebinje). Geol. glasnik, 2, 189—196, tab. 19—21, Titograd.

Radoičić R., 1959, Paleontološke odlike sedimenata okoline Bačinskog jezera (Gradac—Ploče). Geol. glasnik, 3, 55—63, tab. 7—9, Titograd.

Radoičić R., 1957, Slojevi sa *Cladocoropsis mirabilis* Felix u oblasti Zetske Ravnice. Vesnik Zavoda za geol. i geofiz. istraž. Srbije, 13, 151—163, Beograd.

Radoičić R. & Milaković B., 1956, Beleška o nalasku krečnjačkih algi u mezozojskim naslagama Crne Gore. Geol. glasnik, 1, 233—238, tab. 12—14, Cetinje.

Sartoni S. & Crescenti U., 1960, La Zona a *Palaedasycladus mediteraneus* (Pia) nel Lias dell'Appennino Meridionale. Bologna, Musco Geologico «Giovanni Capellini». Estratto dal Giornale di Geologia. Annali del Museo Geologico di Bologna, Ser. 2^a, Vol. 27, 1956.

O KVARTARNI VEGETACIJI NA SLOVENSLEM

Alojz Šercelj

Z 1 sliko med tekstem

Uvod

Ozemlje jugovzhodnega obrobja Alp je imelo v kvartarju zelo pomembno vlogo za zgodovino srednjeevropske vegetacije, pa tudi za splošni razvoj pleistocena. Poledenitveni sunki so namreč nekajkrat izrinili severno- in srednjeevropsko rastlinstvo s severa proti jugu. Pri svojih migracijah je rastlinstvo in živalstvo zadevalo ob neprehodno bariero Alp, ki so zaustavile nadaljnje umikanje proti jugu. Ko je zadela ob Alpe, je morala flora ob vsakem poledenitvenem sunku propasti ali pa jih obiti na zahodnem robu po dolini Rhone, na vzhodu pa preko današnjega slovenskega ozemlja, ki je tudi nudiločasne refugije manj občutljivemu rastlinstvu, občutljivejše pa se je moralo umakniti še južneje. Tako se je torej ob vsaki poledenitvi koncentrirala na tem območju preživela vegetacija ter ob večkratnih umikih in osvajanjih ozemlja doživljala znatne izgube in spremembe.

Če za ilustracijo primerjamo pogoje migracije evropskih in ameriških rastlinskih skupin, bomo takoj ugotovili bistveno razliko. V Severni Ameriki je ob ohladitvenih sunkih imelo rastlinstvo na razpolago široke ravnine za umik s severa proti jugu ter za naseljevanje nazaj. Edina možna ovira — Apalaško gorovje — poteka v smeri selitve in je kvečjemu povzročilo dva paralelna selitvena tokova (Wulff, 1950, Godwin, 1954). V legi obeh gorovij moremo torej iskati razlago, zakaj pleistocenske klimatske spremembe niso imele na ameriško rastlinstvo tolikšnega vpliva kot na evropsko, in zakaj se severnoameriško rastlinstvo skozi ves kvartar ni bistveno spremenilo.

Popolnoma drugačna pa je bila usoda evropske flore: Alpe so zaradi svoje lege in spričo lastnih poledenitvenih centrov zaustavile in tudi uničile marsikateri florni element. Tudi tisto rastlinstvo, ki se je Alпам izognilo, ni našlo ob Mediteranu ali na Balkanu ustreznih biotopov ter je ob vsaki poledenitvi izgubilo nekaj svojih sestavin. Tako se je torej evropska flora postopoma spreminjala od začetka do konca kvartarja v tem smislu, da je postala vedno revnejša (Horvat, 1959).

Vsi ti odločilni dogodki evropske florne zgodovine so na našem ozemlju s pelodom v raznih sedimentih povečini natančno registrirani. Zato nam preiskovanje pleistocenskih sedimentov nudi kot »postranski rezultat«

tudi približni pregled nad jakostjo, obsegom in značajem posameznih poledenitev ter razvojem celotnega pleistocena.

Trditev, da je bilo naše ozemlje refugium srednjeevropske flore, je postavil že Firbas (1923). Enako je Firbas na podlagi pelodnih analiz štirih profilov šote z Ljubljanskega barja postavil značilno shemo postglacialnega razvoja gozdov na našem ozemlju. Ta shema je še dolga leta rabila za predlogo domačim in tujim znanstvenikom. Pri novejših analizah pa se je izkazalo, da je šota na Ljubljanskem barju stara le 4000 let, oziroma še manj (od dobe mostiščarjev dalje), in da ugotovitev, veljavnih za zadnjih 4000 let, ne bi smeli razširiti na ves holocen, to je na obdobje celih 10.000 let.

Kljub zelo pomembnim Firbasovim ugotovitvam pa se pri nas dolgo časa ni nihče več lotil palinoloških raziskav, da bi nadaljeval ali vsaj preveril njegova izvajanja.

Prvo slovensko palinološko delo s pelodnimi analizami mamutovih plasti iz Nevelj pri Kamniku je izšlo leta 1944 (Budnar-Lipoglavšek). Nekoliko bolj pa je palinološko delo na Slovenskem zaživelo šele po letu 1955.

Ne da bi se spuščali v navajanje posameznih publikacij, si bomo ogledali razvoj kvartarne vegetacije na Slovenskem. Opozoriti pa je potrebno, da do sedaj tudi pri nas, kot še nikjer v Evropi, nimamo neprekinjene slike o razvoju kvartarne vegetacije; severno od Alp zato, ker je vsaka poledenitev uničila ali vsaj zabrisala sledove prejšnjega interglacialnega rastlinstva in njegovih ostankov, pri nas pa zato, ker imamo še vse premalo analiz. Vendar nam dosedANJI rezultati dovoljujejo domnevo, da so bile naše pokrajine porasle skozi ves pleistocen. Tako torej poznamo za sedaj kvartarno floro le še v posameznih, medsebojno ločenih izsekih.

Na priloženi skici (1. sl.) vidimo približni kronološki položaj pri nas ugotovljenih kvartarnih flor.

Starejši pleistocen

Najstarejšo kvartarno vegetacijo na Slovenskem poznamo iz Zaloga pri Novem mestu (Šercelj, 1961). V opekarniškem glinokopu v Zalogu so leta 1959 našli kosti nosoroga (*Dicerorhinus*), ki so bile dovolj zgovorno opozorilo, da je vredno tudi palinološko preiskati ta profil. V približno dva metra debelih plasteh na dnu šest metrov globokega odkopa je bila palinološko ugotovljena tipična »tegelenska« vegetacija v smislu Reina (1955). Značilni zastopniki te vegetacije, ki se je v Severni Ameriki in delno v Zakavkazju ohranila še do danes, so: *Carya*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Pterocarya*, *Tsuga canadensis* in *T. diversifolia*, *Castanea* (*Castanopsis?*), *Zelkova*, *Engelhardtia*, *Sciadopitys*, *Podocarpus* in nekateri drugi. Ta tip vegetacije je do sedaj najboljše preiskan na Holandskem (Florschütz, 1953; Zagwijn, 1960); toda v zahodni Evropi je poznan iz interglaciala, ki ustreza alpskemu predgünškemu interglacialu (D/G). Če naslednja (G) poledenitev naj bi v vsej zahodni Evropi to vegetacijo popolnoma uničila. Toda kot se je kasneje pokazalo (Lona, 1957), se je še bujnejša vegetacija enakega sestava ohranila v severni Italiji vse do mindelske poled-

HOLOCEN	LJUBLJ BARJE VRTINA 1071 BRESN. KANA B. V. K. F. SOTISCE 16 MOKAR PREŠER CRNA V. VOLG. DR. VRHNIKA SMOJINOVEC GROSUPLJE ZALOG POMORJE POKLJUKA TRIGL. JEZER	Fagus, Abies, Picea, Ficus, Alnus, Quercus, Ulmus, Tilia, Carpinus, Corylus, Ostrya, Acer, Fraxinus, ...	SUBBOR.
		Fagus, Abies, Picea, Carpinus, Quercus, Tilia, Alnus, Ulmus, Corylus, Pinus, ...	SUBATL.
		Fagus, Abies, Corylus, Quercus, Tilia, Ulmus, Alnus, Picea, Carpinus, Betula, Pinus, Fraxinus, ...	ATLANT.
		Fagus (absol. max. 60%), Ulmus, Tilia, Quercus, Carpinus, Abies, Alnus, Picea, Pinus, ...	BOREAL.
		Pinus, Ulmus, Quercus, Tilia, Corylus, Betula, ...	PREBOR.
WURM		Pinus, Betula, Salix, Ulmus, Tilia, Quercus, Corylus, Alnus, ... Tajga: Pinus, Betula, Salix, Alnus, Myrica, Selaginella, ...	
		Pinus, Carpinus, Quercus, Picea, Larix, Abies, Salix, Alnus, Corylus, Tilia, Ulmus, Fagus, Acer, ...	
R/W	?		
RISS	BOBOVEK ?	Pinus, Picea, Larix, Selaginella, ...	
	LOKARJI ?	Tsuga, Myrica, Pinus diploxylon, P. haploxylon, Taxus, Larix, Abies, Alnus, ...	
M/R	?		
MINDEL	VIŠKA TERASA	Pinus, Betula, Myrica, Carya, Pterocarya, Corylus, ...	
	LJUBLJ BARJE PRI VIČU	Tegelenska vegetacija: Tsuga, Carya, Pterocarya, Castanea, Pinus, Alnus, Quercus, ...	
GIM	ZALOG	Tegelenska vegetacija: Tsuga, Sciadopitys, Podocarpus, Picea, Pinus haploxylon, P. diploxylon, Carya, Pterocarya, Juglans, Engelhardtia, Zelkova, Liquidambar, Ostrya, Carpinus, Castanea, Corylus, Betula, Quercus, Tilia, Ulmus, Fraxinus, Acer, Fagus, Salix, ...	
GUNZ	ZALOG	Tegelenska vegetacija	
D/G	ZALOG	Tegelenska vegetacija	

1. sl. Razvoj kvartarnih flor v Sloveniji
 Fig. 1. Development of Quaternary floras in Slovenia

nitve (M). To pričajo bogate najdbe v sedimentih iz kraja Leffe pri Bergamu.

Diagram iz Zaloga obsega dve periodi, ki ju loči krajša prekinitev. Spodnjo, starejšo periodo karakterizira tegelenska vegetacija, ki je precej revna s termofili. V tem oddelku so bile močno zastopane naslednje drevesne vrste: *Pinus*, *Tsuga canadensis* in *T. diversifolia*, od listavcev pa *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Quercus* in *Carpinus*; vsi listavci so razmeroma maloštevilni. Tako razmerje med listavci nam dovoljuje, da postavljamo ta del diagrama v šibkejšo otoplitveno periodo (interstadial).

Zgornji, glavni del diagrama se začinja z razmeroma hladnodobno vegetacijo, v kateri prevladujejo terminokratični elementi, v glavnem iglavci (*Pinus*, *Tsuga*, *Sciadopitys*, *Keteleeria*). Navzgor pa prehaja diagram v značilno listavsko tegelensko vegetacijo; tedaj je dosegla *Carya* maksimum 45 %, kar je daleč nad vsemi zahodnoevropskimi viški. Proti vrhu diagrama, to je proti koncu te dobe, tegelenska vegetacija močno upade in postaja rastlinska odeja čedalje bolj podobna naši današnji. Gaber in hrast sta bila tedaj vodilni drevesi.

Glede na podobnost našega diagrama z diagramom iz Leffe in zaradi prehodnih oblik v mlajšepleistocensko vegetacijo bi mogli postaviti glavni, zgornji del diagrama v interglacial G/M, spodnjega pa v gūnški interstadial. To je seveda najmlajša možna starost. Možno pa bi bilo, da so te plasti tudi starejše, to je iz predgūnškega interglaciala; toda to možnost zmanjšuje dejstvo, da je zelo verjetno pod tem horizontom še ena plast s tegelensko vegetacijo (S i f r e r, ustno), ki bi šele pripadala predgūnški dobi.

S tem najbolj vzhodno ležečim nahajališčem tegelenske flore, ki je poleg onega na Ljubljanskem barju do sedaj edino v Jugoslaviji, je nastal problem centra areala tegelenske flore. R e i n je leta 1955 razpolagal le še s podatki za zahodno Evropo, kjer je bila vegetacija resnično časovno omejena na tegelenski interglacial (predgūnz). Toda naglo so sledila nova odkritja bodisi celotne flore ali njenih posameznih predstavnikov. Za severno Italijo je L o n a (cit.) dokazal, da se je ta vegetacija obdržala od pravega tegelena do konca mindla (to je bilo znano že od leta 1950, česar pa R e i n ni upošteval). Na Poljskem je S z a f e r (1954) odkril enako, čeprav revno vegetacijo, in to v dveh interglacialih (D/G in G/M), na Češkem je O p r a v i l (1959) našel pri Opavi v sedimentih iz interglaciala M/R les *Tsuga canadensis*.

Leta 1960 je bila tudi pri nas odkrita podobna vegetacija ob Dolgem mostu pri Viču. Ker so v tej rastlinski družbi tegelenski elementi le še slabo zastopani, edino *Tsuga canadensis* dosega vrednost 35 %, listavci pa le do 10 %, je bilo že tedaj možno domnevati, da spada ta vegetacija v razmeroma kasno fazo starega pleistocena, to je mindelski interstadial (MI/MII). To domnevo je najdba v Zalogu še potrdila in smo tako dobili precej prepričljive dokaze, da je na našem ozemlju uspevala tegelenska vegetacija od gūnškega v mindelski interstadial. Za starejše obdobje, pred gūnzem, pa smemo upravičeno domnevati, da je ta vegetacija bila tudi že na našem ozemlju, čeprav za to še nimamo palinoloških dokazov.

Če se je torej navedeno rastlinstvo obdržalo na ozemlju južno od Alp skozi ves starejši pleistocen, to je od predgūnškega pa do velikega min-

delsko-riškega interglaciala, kar jasno dokazujejo najdbe v Italiji in pri nas, sklepamo, da je bil prav na tem ozemlju center areala tegelenske vegetacije.

Tudi z Viške terase pri Ljubljani poznamo mindelske plasti, ki so datirane po najdbi širokočelnega losa, *Libralces aff. gallicus* (R a k o v e c, 1954, 1956). Po pelodni vsebini dveh organogenih plasti, ki obe izkazujeta kriofilno terminokratsko vegetacijo, ni možno določiti starosti, kajti taka vegetacija je precej uniformna in značilna za stadialna obdobja ali za začetek in konec otopljenih faz. Posamezna zrnca tegelenskih elementov nam morejo le potrditi staropleistocensko starost in nič več.

Srednji pleistocen

Za veliki interglacial (M/R) še nimamo niti analiz niti drugih zanesljivih podatkov.

Zdi se, da bi mogli postaviti v riško poledenitveno fazo, morda v kateri od njenih interstadialov, sedimente v Lokarjih pri Vodichah (D r o b n e, P a v l o v e c, Š e r c e l j, 1960). Tu imamo le še v najgloblji plasti sledove staropleistocenske vegetacije (*Tsuga*, *Myrica*); sicer pa je flora terminokratska, z iglavci, v glavnem *Pinus cembra* in *P. silvestris* ter v eni plasti *Taxus*, od listavcev pa nastopata *Alnus* in *Betula*.

Glinene plasti v Bobovku, kjer so našli mamutove kosti, so verjetno kasnoriske starosti, za kar govorijo nekateri primitivni znaki na mamutovem zobovju (R a k o v e c, 1954). Pelodne analize pa kažejo zelo podobno vegetacijsko sliko kot sedimenti iz glavnega würmskega stadiala. Toda, dokler ne bomo imeli strnjene vegetacijske sheme iz celotne riške poledenitve, ki bi nam omogočila paralelizacijo, bo določanje riških sedimentov še vedno negotovo.

Flora riško-würmskega interglaciala nam je do sedaj popolnoma neznana; iz tega časa še ne poznamo niti enega palinološkega profila.

Mlajši pleistocen

Tudi prvi del würmske poledenitve še ni zastopan v nobenem od do sedaj znanih profilov.

Glavni würmski interstadial (WI/WII), po kulturi označen kot aurignaški, geološko pa göttweiški interstadial, je v celoti prikazan v profilu stometrške vrtnice na Ljubljanskem barju (na globini 80 do 50 m). Celotna, po G r o s s u (1959) 15.000 let trajajoča perioda, kaže vegetacijo nekoliko hladnejšega obdobja kot je današnje. Termofilno listavsko drevje je namreč precej slabše zastopano kot danes; prevladujejo iglavci. Posebno opazna je razlika med razširjenostjo bukve v današnjem času in v interstadialu. V holocenu je bukev najvažnejši gozdni element, v göttweigu pa je le slabo zastopana. Videti je, da je bila tedaj vodilna listavska formacija *Querceto-Carpinetum*.

V razvoju göttweiške vegetacije zelo dobro opazimo znatna nihanja, ki dovoljujejo sklep o klimatskih oscilacijah, ugotovljenih tudi na druge načine. M. B r o d a r (1960) je mnenja, da je mogoče na podlagi granula-

cijskih analiz jamskih sedimentov v Mokriški jami domnevati ohladitveni sunek v drugem delu göttweiga.

Na omenjenem profilu z Barja predstavlja del od globine 50 m do približno 20 m glavni del würma (WII+WIII), ki je prekinjen po kratkem interstadialnem presledku (Paudorf?), v katerem se je kmalu spet pojavila vsa interstadialna vegetacija.

Temu kratkemu presledku je sledila zelo močna ohladitev (WIII), saj vidimo na vseh diagramih, da je izginila termofilna vegetacija in se je po vsem ozemlju razširilo subarktično rastlinstvo. Izredno nizke vrednosti nedrevesnih pelodov (NAP), celo pod 50 %, dopuščajo sklep, da je bila ta vegetacija zelo podobna današnji tajgi in ne tundri. Glavna značilnost tundre je namreč zelo visoka udeležba nedrevesnih rastlin, katerih delež dosega v pelodnem diagramu več sto odstotkov.

Tedaj je bila gozdna meja približno na višini Ljubljanske kotline (Hayeck, 1907), kar lepo dokazuje tudi velika razširjenost alpske drežice (*Selaginella selaginoides*), ki najbolje uspeva ob zgornjem robu gozdne meje.

Zelo verjetno so iz te dobe tudi profili iz opekarniških kopov na Vrhniki, Smodinovcu (pri Ljubljani), iz Grosupeljske kočline, zgornjega horizonta opekarne v Zalogu pri Novem mestu, iz Volčje drage in Renč pri Gorici, in zdi se, vsaj delno iz Nevelj. Za vse navedene profile je značilna prevladujoča iglavska vegetacija in zelo malo kriofilnih listavcev (*Betula*, *Salix*, *Alnus viridis*), nizke vrednosti nedrevesne vegetacije in — prav povsod *Selaginella*.

Ker poznamo tako rastlinstvo iz številnih profilov, so ti podatki precej zanesljivi; zato je tudi stratigrafska paralelizacija dokažljiva.

Tudi za kasni glacial, to je za obdobje postopnega ogrevanja, ki je sledilo glavnemu poledenitvenemu sunku, imamo zanesljive podatke iz diagramov vrtnice pri Notranjih gorinah na globini od 20 do 10 m, dalje iz profilov ob Resnikovem kanalu in pri Bevkah. Vsi trije profili kažejo počasno upadanje kriofilnih rastlinskih vrst, posebno v dveh močnejših otoplitvenih sunkih, ki bi ju smeli primerjati, ali vsaj sinhronizirati, z böllinškim in kasnejšim allerödskim interstadialom. V teh dveh otoplitvenih fazah se je pri nas že spet pojavila listavska vegetacija — QM — mešan hrastov gozd, sestojč iz bresta, lipe in hrasta, nadalje leska, jelša, jelka in le sledovi bukve; v hladnejših periodah pa še vedno prevladujejo brcovi sestoji, pomešani z brezo in jelšo.

Vegetacija kasnega glaciala kaže tako značilne razvojne poteze, da omogoča precej zanesljivo razpoznavanje in dovoljuje razmeroma dobro stratigrafsko razčlenitev ter paralelizacijo z drugimi diagrami.

Začetek holocena je bilo mogoče za naše kraje na podlagi dotedanjih analiz postaviti (Šercelj, 1959) v čas, ko se na diagramih križata borova in bukvina krivulja, to se pravi, ko borova krivulja dokončno upade, bukvina pa se začne strmo dvigati. Križanje teh dveh krivulj pada v dobo, ko je na Ljubljanskem barju čista glinasta sedimentacija prešla v sedimentacijo karbonatne jezerske krede. To domnevo, do sedaj utemeljeno z vegetacijskimi in sedimentacijskimi spremembami, je potrdila analiza C₁₄ (Florschütz, pismeno obvestilo) profila z Barja pri Bevkah.

V holocenu je pri nas že ob koncu preborealne dobe nastopila bukev in je od tedaj dalje skozi ves holocen skoraj popolnoma obvladovala gozdno vegetacijo, v kateri so se še za silo obdržali elementi mešanega hrastovega gozda, ki se je razširil že v kasnem glacialu.

Svoj absolutni maksimum, preko 60 % vrednosti, je dosegla bukev že v borealu, ko v Evropi severno od Alp, še nikjer ni bilo sledu o njej, in tudi v osrčju Alp, na primer ob Zugersee v Švici (L ü d i, 1958), opazamo šele sporadično pojavljanje njenega peloda ves čas do subboreala. To je do sedaj edini znani primer tako zgodnje maksimalne razširjenosti bukve v srednji Evropi. Za jugovzhodni Balkan, ki je verjetno domovina bukve, sta G i g o v in M i l o v a n o v i č e v a (1960) na območju Kopaonika zanesljivo ugotovila, da je tudi tamkaj nastopila bukev že v preborealu in dosegla znatne pelodne vrednosti.

V atlantiku se je v bukove sestoje že močno vrasla jelka in je zato padla vrednost bukve precej nizko.

Nekoliko višje vrednosti je bukev dosegla spet v subborealu, ki je čas normalne razširjenosti bukve tudi za srednjo Evropo. Vendarle so bile te vrednosti znatno manjše kot v borealu.

Tudi za subboreal imamo možnost razmeroma zanesljive datacije s pomočjo številnih mostiščarskih naselbin, odkritih po vsem Barju, ki jih arheologi postavljajo v eneolit, to je čas okrog 1800 do 1700 pr. n. š. Pri vseh mostiščih so namreč kulturni ostanki v gyttji, to je jezerskem blatu, na katerem je neposredno začela rasti šota. S tem nam je tudi podana dovolj zanesljiva starost šote in posredno tudi pelodnih horizontov. Do tega časa nazaj sežejo torej tudi omenjene F i r b a s o v e analize šote z Ljubljanskega barja.

V najmlajšem obdobju holocena, v subatlantiku, pa je bukev spet močno nazadovala v korist iglavcev in hrastovih gozdov, ki so se razširili pod začetno nehotenim, kasneje pa že hotenim vplivom človeka. Istočasno sta močno upadala tudi lipa in brest, ki sta po ugotovitvah severnoevropskih raziskovalcev (I v e r s e n, 1941, N o r d h a g e n, 1954, T r o e l s - S m i t h, 1960) rabila kot krma za živino, posušeni liko muževnega lubja pa so mleli v moko in ga mesili v kruh.

Toda kljub vsemu negativnemu vplivu človeka na gozdove je bukev še vedno ostala izključna gospodarica naših gozdov. Ta pojav zasluži vso pozornost. V sosednjih pokrajinah, kjer je imela enake možnosti za takojšnje razširjenje v borealu (Italija, Madžarska), je bukev sicer tudi že nastopila v preborealu, toda tamkaj so že od preboreala dalje popolnoma prevladovali mešani hrastovi gozdovi (QM), bukev je prišla do nekoliko večje veljave šele ob istem času kot v srednji Evropi, to je sredi subboreala. Bukve je zelo prilagodljiva, kar je posledica genomske neustaljenosti bukovih ras. S tem v zvezi je široka reakcijska norma tega našega najmlajšega gozdnega elementa, ki je bil od terciarja skozi ves pleistocen odrinjen v ozadje. Dokaz za to trditev nam je izredno pestra in mozaična horizontalna in vertikalna razprostranjenost bukovih združb v Sloveniji, katerih prikaz nam je podal W r a b e r (1960).

Prikazana razvojno vegetacijska shema, ki je še vedno zelo rudimentna, nam že sedaj delno omogoča hitro datacijo teh ali onih kvartarnih

plastu. Ta slika postaja z vsakim na novo preiskanim profilom popolnejša; upravičeno pričakujemo, da nam bodo sedimenti Ljubljanskega barja dali dokaj popolno sliko razvoja kvartarne vegetacije, ki bo posredno tudi precej pripomogla k splošnim geološkim raziskavam najmlajših obdobj.

ON QUATERNARY VEGETATION IN SLOVENIA

A survey is given in this article over the results of the palynological investigations in Slovenia. For its situation at the southeastern slopes of the Alps, this country played an important part in the history of the Middle European vegetation.

The Pleistocene glaciations compelled all the living world to migrate from northern into southern regions of Europe. The repeated southwards retreats and northwards reoccupations passed mainly even through this territory, what as a consequence led to a temporary enrichment of its floral contents. Some of these events have been deciphered by means of palynological investigations of different Quaternary deposits.

The earliest known Quaternary vegetations of the "Tegelen" type has been found in the year 1960 at two different localities in Slovenia: on Ljubljansko barje (Ljubljana Moor), at the suburbs of Ljubljana (Šercelj, 1960), and shortly afterwards at Zalog near Novo mesto town (Šercelj, 1961). Compared to the well-known West-European "Tegelen" vegetation (Florschütz, 1953; Zagwijn, 1960 and several other authors), this one is much more exuberant in its development and existed in our territories during at least two different Pleistocene phases (G, G/M, M), as well as in Northern Italy (Lona, 1957).

Little is known about the Middle Pleistocene vegetation; presumably the sediments at Lokarji near Vodice village (Drobne, Pavlovec, Šercelj, 1960), could range in a period of weak warming up, occurred during Riss glaciation.

No sediments are known, containing the R/W interglacial vegetation.

The deep boring in the western part of Ljubljansko barje reaching to a depth of 107 meters gave interesting palynological results. The barren bottom sediments seem to have been deposited during the W I glaciation, whereas in the depth of 80., up to 50 m., there are different pollen bearing sediments, pointing to an interstadial vegetation (Göttweig ?). The most important floral elements were *Pinus*, *Picea*, and in the warmer phases, *Querceto-Carpinetum*, besides less than 20 % *Fagus*.

The vegetation, stated in the beds from 50 m., up to 20 m. depth point to a very cool period (WII + WIII ?), interrupted soon after its beginning by a very short, but quite warm period with thermophilous vegetation (Paudorf ?). The two separated pleniglacial phases show a typical subarctic vegetation, for its very low NAP percentage (beneath 50 %), very similar to taiga. Its components were *Pinus haploxyton* and *P. diploxyton*, *Betula Salix*, *Alnus viridis*, the most characteristic herbaceous plant being *Selu-*

gtnella selaginoides, found constantly in all sediments from this period. It is worth mentioning that this little fern is an important component of our recent alpine flora of the belt between 1,500 and 2,000 meters.

The late-glacial period, represented in the named diagram from 20 up to 10 m. depth, but known also from several other diagrams, is characterised by two short warmings up, that favoured the development of the initial QM vegetation, meanwhile in the cool oscillations the kryophylic *Pinus* and *Betula* forests were prevailing.

The Holocene vegetation shows a very uniform course of development, the beech forests having been absolutely dominant. *Fagus* reached its absolute maximum over 60 % in the boreal period already and has been affected by a noticeable recession during the atlantic period. In the subboreal time the beech recovered from the named recession, but reached no more the original exuberancy.

It can be emphasized, that such a peculiar course of forest development during Holocene has been mentioned for the first time by Firbas (1923), who based his arguments on the exclusive analyses of the peat from Ljubljansko barje. Conforming to the contemporary general opinion, that the lake-chalk were a Pleistocene sediment, Firbas purposely omitted the analyses of the 2 to 9 meters mighty layers of the Holocenic lake-chalk. Given that the peat began to grow at Ljubljansko barje only during the subboreal, the major part of the Holocenic vegetation is missing in his diagrams, and consequently, the interpretation of those diagrams included only the two subboreal beech maxima.

LITERATURA

Brodar, M., 1959, Mokriška jama, nova visokoalpska aurignaška postaja v Jugoslaviji. Razprave SAZU, IV. r., V, str. 419 do 469, Ljubljana.

Budnar-Lipoglavšek, A., 1944, Rastlinski ostanki in mikrostratigrafija mamutovega najdišča v Nevljah. Prirodoslovna izvestja I. str. 93 do 189, Ljubljana.

Budnar-Tregubov, A., 1958, Palinološko raziskovanje barij na Pokljuki in Pohorju. Geologija IV, str. 192 do 220, Ljubljana.

Drobne, Pavlovec, Sercelj, 1960, Nekaj analiz ter problematika pleistocenskih sedimentov v Lokarjih pri Vodica, Kamniški zbornik VI, str. 163 do 194, Ljubljana.

Firbas, F., 1923, Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Lotos 71, str. 187 do 242, Prag.

Firbas, F., 1949, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena.

Gigov, A., Milo vanović, D., Paleobotanička mikroanaliza sedimentata Semeteškog jezera na Kopaoniku. Zbornik radova Biol. inst. Srbije, knj. 3, št. 2, str. 2 do 17, Beograd.

Godwin, H., 1956, The History of the British Flora. Cambridge.

Gross, H., 1958, Die bisherigen Ergebnisse von C_{14} -Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und Nachbargebieten. Eiszeitalter und Gegenwart 9, str. 155 do 187, Öhringen/Württ.

Hayeck, A., 1907, Die Saamtaler Alpen, Abh. d. zool.-bot. Gesellschaft. Wien.

Horvat, I., 1959, Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck der erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge. Acta societ. botanicorum Poloniae XXVIII/3, str. 382 do 408, Krakow.

Iversen, J., 1941, Land Occupation in Denmark's Stone Age. Danmarks Geologiske Undersögelse II/66, København.

Lona, F. e Follieri, M., 1947, Successione pollinica della serie superiore (Günz-Mindel) di Leffe (Bergamo). Veröff. Geobot. Inst. Rübel 34, str. 87 do 98, Zürich.

Lüdi, W., u. Studer, P., 1959, Ein Pollendiagramm aus der bronzeitlichen Station »Sumpf« am Zugersee. Bericht über das Geobot. Forschungsinstitut Rübel, str. 126 do 140, Zürich.

Nordhagen, R., 1954, Ethnobotanical Studies on barkbread and the Employment of Wych-Elm under natural Husbandry. Studies in vegetational History in Honour of Knud Jessen, str. 262 do 308, København.

Opravil, E., 1959, Tsuga in den Pleistozänsedimenten bei Opava. Přírodovědný časopis slezský XX, Opava.

Rein, U., 1955, Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. Die Pollenstratigraphie im älteren Pleistozän. Eiszeitalter und Gegenwart 6, str. 16 do 24, Öhringen/Württ.

Rakovec, I., 1954, Libralces aff. gallicus Azzarolli z Viškega Brda pri Ljubljani. Razprave SAZU IV/2, str. 279 do 295, Ljubljana.

Rakovec, I., 1956, Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jugosl. geol. kongres, str. 59 do 72, Ljubljana.

Szafer, W., 1954, Pliocenska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do pleistocenu. Prace Inst. geol. XI, Warszawa.

Sercelj, A., 1955, Palinološki profil kolišča pri Kamniku pod Krimom. Arheol. vestnik VI/2, str. 269 do 271, Ljubljana.

Sercelj, A., 1959, Prispevek k zgodovini naših gozdov. Gozdarski vestnik 17/7—8, str. 193 do 203, Ljubljana.

Sercelj, A. & Grimšičar, A., 1960, Iz ledenodobne zgodovine naših gozdov. Gozdarski vestnik 18/9—10, str. 257 do 266, Ljubljana.

Sercelj, A., 1961, Staropleistocenska vegetacija v Zalogu pri Novem mestu. Razprave IV r. SAZU, (v tisku).

Troels-Smith, J., 1960, Ivy, Mistletoe and Elm — Climate Indicators — Fodder Plants, Danmarks Geologiske Undersögelse IV, 4/4, str. 1 do 32, København.

Wraber, M., 1960, Fitosociološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Ad annum Horti botanici, str. 50 do 96, Ljubljana.

Wulff, E. V., 1950, An Introduction to historical Plant Geography, Waltham, Mass., USA.

Van der Vlerk, I. M. and Florschütz, F., 1953, The palaeontological Base of the Subdivision of the Pleistocene in the Netherlands, Verh. d. K. N. Akad. v. Wetensch. afd. Natuurkunde, I r., XX/2, str. 5 do 58, Amsterdam.

Zagwijn, W. H., 1960, Aspects of the Pliocene and early Pleistocene Vegetation in the Netherlands, Mededelingen van de geologische Stichting, Ser. III, 1/5, Maastricht.

Zeuner, F., 1952, Dating the Past. London.

POLOŽAJ KREDE JUŽNE SLOVENIJE V MEDITERANSKI GEOSINKLINALI

Mario Pleničar

Južna Slovenija, to je južna Primorska, Notranjska in Dolenjska, je v veliki meri sestavljena iz apnencev in dolomitov. Od teh karbonatnih sedimentov pripada pretežni del krednim in jurskim skladom. Kje in pod kakšnimi pogoji so nastajali kredni skladi, o tem govori naša razprava.

Iz splošne stratigrafije vemo, da so pripadali današnji Dinaridi sedimentacijskemu območju Tetide, velikega sredozemskega morja med Gondvano in severnim kopnim. Medtem ko je bila Tetida v spodnji kredi sorazmerno ozko sredozemsko morje, saj je v zgornji kredi znatno razširila in postala pravi ocean z obširnimi kontinentalnimi in pelagičnimi arhipelagi, vzdolž katerih so nastajale grebenske tvorbe.

Tetida je preplavljala v vsej kredni periodi naše ozemlje, ki je ležalo nekako v sredi tega velikega sredozemskega morja. Od tu je morje segalo proti vzhodu čez Grčijo, Malo Azijo in Perzijo na območje Tibeta, proti zahodu pa čez Italijo, južno Francijo, južni del Iberijskega polotoka in Severno Afriko čez Atlantski ocean v današnje Karibsko morje, Mehiški zaliv in Mehiko.

Tetida se je razprostirala v veliki geosinklinali, razdeljeni po podmorskih pragih, ki so se ponekod dvigali celo nad gladino. Ozemlje južne in jugovzhodne Evrope je pripadalo mediteranski geosinklinali, Srednja Amerika z Mehiškim zalivom in Karibskim morjem mehiški geosinklinali, južna Azija pa geosinklinali, ki je bila vzhodni podaljšek mediteranske geosinklinale. Pod današnjim Atlantskim oceanom je ostalo nedvomno še marsikaj zanimivega, kar pa bo ostalo človeštvu za vedno prikrito.

Geosinklinalna območja Tetide so spremljala na severu in jugu epikontinentalna morja, ki so še dalje proti severu bila v rahli zvezi z borealnimi morji. Do nedavnega je prevladovalo med geologi in paleontologi mnenje, da je bila Tetida najtoplejše morje, medtem ko so bila borealna morja znatno hladnejša, na kar naj bi predvsem kazala favna. V novejšem času je paleontolog Kühn ovrgel to mnenje, vsaj kolikor je oprto na pahiodontne školjke. Trdil je namreč, da velikost pahiodontnih školjk v kredi ni bila odvisna od temperature, ampak od biološke forme, ta pa zopet od podlage, na kateri so bili rudisti pritrjeni na morskem dnu (Kühn, 1949). Različna velikost rudistov torej ni indikator za različno topla morja. Na podlagi nekaterih majhnih borealnih oblik ne moremo sklepati, da je bila tam klima hladnejša. Kar zadeva ostalo morsko favno, vidimo, da so

n. pr. glavonožci živeli še daleč na severu in potemtakem kot kaže niso bile toplotne razlike med ekvatorialnimi in polarnimi območji tako velike kot danes. Temperatura je bila v splošnem višja kot danes in precej izenačena po vsej zemlji.

Naši primorski in notranjski apnenci in dolomiti pa tudi flišne in gosavske tvorbe v severni Sloveniji so nastajali na kontinentalnem pragu, ki je segal od severa v osrednji del mediteranske geosinklinale. Današnja Slovenija je v kredni pripadala torej sedimentacijskemu območju epikontinentalnega morja.

Malo je dežel, kjer bi bili skozi vso kredno periodo pogoji sedimentacije tako dosledno enaki. Če si ogledamo našo najbližjo sosesčino: Severno Italijo, Tirolsko in Srbijo, vidimo, da je v nekaterih časovnih intervalih v kredni živela tam globokomorska favna, čeprav je tudi tam sicer prevladovala grebenska — kot pri nas. Pomislimo samo na spodnjekredne biancone v Italiji ali na cefalopodni razvoj krede v okolici Beograda.

Območje južne Primorske in Notranjske, ki nas posebej zanima, je ležalo v taki oddaljenosti od kopna, da so tam skozi vso kredno dobo nastajali grebenški sedimenti. Če danes zasledujemo v posameznih krednih stopnjah smer in razširjenost grebenških tvorb, prihajamo do zaključka, da so bili to veliki barierni grebeni ali morda en sam velik barierni greben, ki je potekal v konstantni oddaljenosti od kopnega. Globokomorska favna v južni Italiji in Grčiji nas nekako navaja na misel, da je ta barierni greben ali sistem grebenov potekal blizu roba kontinentalnega praga.

Med bariernim grebenom in kopnim so nastajale flišne tvorbe in sedimenti scaglie, tik ob nekdanji obali pa gosavske tvorbe. Prve dobimo v Severni Primorski in Severni Dolenjski, slednje pa na Štajerskem in Koroškem.

Sicer pa kreda v Sloveniji ni v celoti preiskana. V zadnjih letih so geološke preiskave, oprte zlasti na mikrofavno, pokazale, da pripada znaten del plasti, ki so jih doslej šteli v triado, dejansko v kredno. Tu se spomnimo predvsem na krške in trnske sklade (R a m o v š, 1958; Ž l e b n i k, 1958).

Če se sedaj ponovno povrnemo na kredne sklade v zunanjem pasu Dinaridov, ki jih geologi označujejo kot istrsko-primorski tip krede, ali kot bi jim mi sedaj rekli — sedimenti velikega bariernega grebena severno-evropskega kopna, ugotovimo lahko zanje naslednje posebnosti:

1. Kamenine so izključno karbonatne.
2. Favno sestavljajo pahiodontne školjke, ostreide, pektinide, nerineje in foraminifere; v podrejeni meri so brahiopodi, korale in morski ježi.
3. Grebene so gradile pahiodontne školjke.

Spodnja kreda

Spodnjekredni skladi so temno sivi, tanko plastoviti apnenci z vložki peščenih bituminoznih dolomitov. Favna je siromašna. Dve ali tri plasti, debele 2 do 3 m, so bogate s preseki rekvienij, monoplever in tukazij, včasih tudi kaprinid. Vmes sta vsaj dva horizonta z orbitolinami, sicer pa apnenci brez fosilov. Vsa omenjena favna se dobi navadno v zgornjem

delu spodnjekrednih skladov. V spodnjem delu so na Snežniku dolomitne breče, drugod pa siv ali svetlo siv apnenec z dolomitom brez fosilov.

Na podlagi teh skromnih podatkov ne moremo razčleniti spodnje krede. Še najbolj je ta razvoj podoben urgonskemu faciesu, kjer se menjavajo horizonti z orbitolinami s horizonti z rekvienijami. Vendar je pravi urgonski facies južne Francije ali Srbije s favno mnogo bolj bogat in razvit delno v obliki peščenjakov in laporjev.

Še bolj podoben našemu razvoju je razvoj spodnje krede v Švicarskih Alpah. Tudi tam gre za nekaj urgonski facies v apnenem razvoju. Imenujejo ga schrattenski apnenec. Izraz schr. apnenec je vpeljal v naše kraje za območje Dolenjske že Šle binger (1949).

Zaradi nejasnih in navadno nedoločljivih fosilnih ostankov je bila spodnja kreda v severozahodnem delu Dinaridov slabo preiskana.

V Sloveniji je sicer že K o s s m a t (1905) omenjal najdbo školjke *Requienia ammonia* na Hrušici in Planinski gori, pri Kočevju pa sta isto školjko našla P r o t z e n (1932) in U r š i č (1931). Tudi v zadnjih letih se je posrečilo najti nekaj več ali manj ohranjenih lupin te vrste, ki je vodilna za aptij in baremij.

Toda kje so ostale stopnje spodnje krede: valendij, otrivij in albij? Zaradi izredno jasne konkordance med jurskimi in krednimi plastmi ter med spodnjekrednimi in zgornjekrednimi plastmi sklepamo, da ni bilo vmes nikake regresijske faze in da je bila sedimentacija neprekinjena od jure do starejšega terciara. V sivih plastovitih apnencih in peščenih dolomitih moramo torej iskati celotno spodnjo kredo ali ekvivalentne plasti valendija, otrivija, baremija, aptija in albija.

Zgornja kreda

Za razčlenjevanje in primerjavo s sosednjimi ozemlji je zgornja kreda pri nas s fosili zelo bogata in zato zanimiva formacija. Njena spodnja stopnja — cenoman — je še nekoliko podobna spodnji kredi tako po petrografski sestavi kot po siromašni favni. Vendar imamo že zanesljive, čeprav maloštevilne fosile kot so *Chondrodonta joannae* Choff., nekatere vrste kaprinid, giroplever in orbitolin, ki kažejo, da imamo pri nas razvite cenomanske sklade.

Na prehodu cenomanske stopnje v turonsko so pri nas nenadno nastali ugodni pogoji za razvoj favne, zlasti za pahiodontne školjke. Kaj je vzpodbudilo favno k bujnemu razvoju, ni jasno. Za pahiodontne školjke so ti nenadni skoki značilni in so se ponavljali v nekaterih krednih razdobjih tudi drugod. Paleontologi tega pojava niso mogli pojasniti. Vsekakor so neki fizikalnokemični pogoji vplivali na te sunke. Dve možnosti sta: ali so ti ugodni pogoji direktno vplivali na življenje v obliki ugodne temperature, slanosti in čistosti vode, primerne globine in v zvezi s tem tudi svetlobe, ali pa so indirektno vplivali na razvoj. Nekateri paleontologi so mnenja, da je nenaden razvoj vrst živalske skupine posledica številnih mutacij, obratno pa redke mutacije povzročijo, da vrste izumro. Kaj vse pospešuje mutacije, ne vemo. Vemo pa, da jih med drugim povzročajo radioaktivni in kratkovalovni žarki sploh. Sklepamo lahko, da je v kredni

dobi radioaktivnost porastla in da je zato porastlo število mutacij pri živalskih organizmih. Saj vemo, da se je začela v zgornji kredi favna naravnost bohotno razvijati in so mnoge živalske skupine dosegle najvišji razvoj. Razvoj je bil tako pospešen, da so v razmeroma kratkem času dosegli cefalopodi in nekatere druge skupine visoko stopnjo specializacije in so zato tudi izumrli, ker se ob najmanjših spremembah okolja zaradi te visoke specializacije niso več mogli prilagoditi spremenjenim življenjskim pogojem.

Naj bo vzrok nenadnega razvoja pahiodontnih školjk tak ali drugačen, neki odločilen trenutek je nastal pri nas ob koncu cenomana. Bujen razvoj vrst so dosegli razmeroma primitivni rudisti: kaprinide in giroplevre. Spremljale so jih kolonije hondrodont in že tudi rudisti v ožjem smislu: radioliti (zlasti rod *Sphaerulites*). Vse te školjke so živele skupno v grebenih, ki so jih povečini gradili radioliti in kaprinide. Hondrodonte so se pritrjale na te grebene, vendar jih same niso gradile. Od kaprinid so tedaj živeli pri nas rodovi *Caprina*, *Ichtyosarcolithes*, *Plagiptychus*, *Caprinula*, *Orthoptychus*, *Sphaerucaprina* in nov rod *Neocaprina*.

Ta horizont z vso značilno favno ni izoliran pojav v mediteranski geosinklinali. Podoben je razvoju pri Col dei Schiosi v Beneških Alpah (severna Italija), v južni Španiji, v južni Franciji, na Siciliji, v južni Portugalski, v Severni Afriki, v Srednji Ameriki ter v južni in jugozahodni Aziji. V večini teh dežel je nastopila ta favna nekoliko prej kot pri nas, namreč v cenomanu, pri nas pa na prehodu cenomana v turon. V tej poznejši dobi je nastopila tudi na Portugalskem in v južni Španiji. S Portugalsko in Španijo in seveda s severno Italijo se da tudi najbolje primerjati naša favna. Posebno so našim vrstam podobne nekatere portugalske vrste rodu *Caprinula*, ki jih je *Choffat* nabral v krednih nahajališčih pri d'Alcantari pri Lizboni, obdelal pa dokončno *Douvillé* (1888).

Kaprine so bile v veliki množini najdene na Kubi in Jamajki, zlasti rodova *Plagiptychus* in *Rousselia*. Oba sta zastopana tudi pri nas. Naša nahajališča združujejo deloma favno Mehiškega zaliva in Iberijskega polotoka, medtem ko so večje razlike z vzhodnimi nahajališči, za katera sta značilna rodova *Trechmanella* in *Poliptychus*. Poleg tega imamo še našo posebno kaprinidno favno z nekaterimi novimi vrstami in novim rodom *Neocaprina*.

Horizont s kaprinidami in hondrodontami je za naše zgornjekredne sklade najbolj vodilen in je lepo razvit na Nanosu, Snežniku, pri Planini, na Čičariji in na Tržaško-komenski planoti. Poznamo ga že od prej pod imenom repenske obrežne tvorbe.

Te tvorbe, ki so grebenski sediment, spremljajo konglomerati, sestavljeni iz zaobljenih lupin kaprinid in giroplever. Te lupine so bile odtrgane od grebena, na katerem so rastle, in so jih nato valovi premetavali ob vznóžju grebena, jih obrusili; pozneje so se zlepile v konglomerat. Ta konglomerat, sestavljen iz zaobljenih kaprinid, je našel že *Kossmat* na Trnovskem gozdu in domneval, da je istodoben plastem pri Col del Schiosi v Severni Italiji. Pozneje smo našli te konglomerate poleg grebenskih tvorb v Čičariji, na Nanosu in Hrušici, Javornikih, Snežniku in celo na Kočevskem.

V mlajših stopnjah zgornje krede so kaprinide že prešle svoj maksimum razvoja, zelo pa so se razvili rudisti v ožjem smislu. V turonskih apnencih, ki leže više, se dobe številni radioliti. Včasih so kamenotvorni in se na gosto prepletajo med seboj tvoreč zoogene breče. Hipuriti so mnogo redkejši. Celih in dobro ohranjenih lupin ne dobimo zlahka, ker je prikamenina apnenc. Največkrat vidimo le preseke. V turonski stopnji je izrazit foraminiferni horizont brez makrofavne. Ta horizont kaže na plitvo šelfno morje v času, ko ni bilo intenzivnejšega grezanja in zato niso nastajale grebenske tvorbe. Sploh nam v kredi grebenske tvorbe nakazujejo obdobja pogrezanja, apnenci s foraminiferami pa dobe epirogenetskega mirovanja.

V senonu se je število vrst rudistov še povečalo in dosegli so precejšnje dimenzije. Iz Dalmacije poznamo rudiste, dolge tudi do pol metra. Specializacija je šla že nevarno daleč. Pri najmanjši spremembi okolja je grozilo, da vrste izumro, kar se je ob koncu senona tudi zgodilo. Iz senona so pri nas ohranjene najlepše kredne grebenske tvorbe. Na zahodnem delu Tržaško-komenske planote jih imenujemo nabrežinske marmorje in so lep okrasni kamen. V senonu so pri nas dosegli hipuriti maksimum razvoja. Številni lepi primerki iz kamnolomov iz okolice Sežane in Trsta so ob koncu preteklega stoletja romali v Pariz, kjer so delovali znani paleontologi d'Orbigny, Toucas, Douvillé, Deshayes, Bayle in drugi. V standardnih delih o rudistih, ki jih je posebno Douvillé objavljaj v *Mémoires de la Société Géologique de France* so tudi slike hipuritov, najdenih na naših tleh.

Ozemlje južne Slovenije je v dobi turona in senona zanimivo še zaradi tega, ker lahko na njem zasledujemo migracijo rudistov od zahoda proti vzhodu. V sosednji Furlaniji so živeli hipuriti samo v turonu. Turonski hipuriti so segali proti vzhodu še delno na Tržaško-komensko planoto. Dalje proti vzhodu jih ni več bilo. V senonu se je njihovo območje pomaknilo celo na Dolenjsko in je obsegalo ozemlje med Trstom in Kočevjem, v Furlaniji pa jih ne omenjajo več.

Nad neskladovitimi svetlo sivimi senonskimi apnenci in rudistnimi brečami sledijo tanko plastoviti skladi danija. To je bil dolga leta sporen danij s foraminifero *Keramosphaerina tergestina* St., z odlomki lupin rudistov in s številnimi miliolidami. Novejše preiskave so pokazale, da se dobijo še nad temi spornimi plastmi apnenci z giroplevrami na primarnem mestu, kar dokazuje kredno starost. Te apnence so prej šteli že v spodnji del kozinskih skladov, v katerih se menjavajo sladkovodni sedimenti z morskimi. V sladkovodnih sedimentih so znani polži *Stomatopsis* in *Cosinia*. Meja danija je torej pomaknjena sedaj še više v terciar.

Giroplevre so razmeroma primitiven rod pahiodontnih školjk. Med prvimi so se razvile iz jurskih diceratid ali morda iz megalodontid. Preživele so brez posebnih specializacij bujen a kratek vzpon pahiodontnih školjk in kot zadnje zastopnice rudistov izumrle v najmlajšem krednem obdobju.

To je značilen primer, kako je specializacija živalske vrste lahko usodna za vrsto, oziroma, da je konservativna oblika proti spremembam, ki nastajajo v geoloških obdobjih, mnogo odpornejša.

Pojav giroplever v daniju — najmlajši kredni stopnji, v kateri so se že menjavali morski in sladkovodni sedimenti, ni edinstven pojav v mediteranski geosinklinali. Enake so bile razmere tudi v Španiji. Zanimivo je, da se pri nas in v Španiji v teh apnencih pojavlja premog.

Značilen profil skozi kredne sklade

Zelo lepo zaporedje krednih skladov lahko opazujemo ob cesti, ki pelje iz Podnanosa v Vipavski dolini na Nanos. Ob tej cesti srečujemo zaradi inverzne lege plasti v spodnjem delu pobočja najprej mlajše, proti vrhu Nanosa pa vedno starejše plasti. Na eocenskem flišu Vipavske doline ležijo najprej senonski apnenci in hipuritne breče, iz katerih se ob cesti prav lahko luščijo veliki celi hipuriti. Številne so vrste *Hippurites archiaci*, *H. cf. inaequicostatus* Münst., *H. praesulcatus* Douv. Sledijo senonske plasti z brahiopodi vrste *Rhynchonella contorta* d'Orb. in številnimi morskimi ježki.

Nad temi plastmi so turonski apnenci s številnimi radioliti, ki pa se težko določijo, ker jih ni mogoče lepo preparirati iz svetlo sivega, precej kompaktnega apnenca, ki tvorijo zgornji rob nanoške planote. Že na planoti sami poteka pas (vzporedno z Vipavsko dolino) belih apnencev s kaprinidami in hondrodontami. To je vodilen horizont turonsko-cenomanske stopnje. Poleg so zoogene breče z zaobljenimi kaprinidami in nato še sivo rjavi ploščati cenomanski apnenci s hondrodontami in giroplevrmi.

Ob cesti, ki zavije nad Podraško bajto proti kmetiji Jež, so v useku vidne številne lupine rekvienij, monoplever in tukazij, ki govore za to, da so tam že skladi spodnje krede. V petrografskih zbruskah apnenca se vidijo lepi preseki orbitolin.

Ta standardni profil se ponavlja zaradi tektonskih premikov v raznih smereh še na Hrušici, na odseku med Logatcem in Planino, se nadaljuje preko Postojnskih vrat na Javornike in Snežnik. Podoben je celo na Kočevskem.

Podobne sklade in profile v kredi dobimo tudi na Tržaško-komenski planoti, vendar so tam skladi položni in zato so profili raztegnjeni na desetine kilometrov ter se ne dajo tako lepo slediti zaporedja plasti kot na strmih robovih nariva Visokega Krasa na fliš.

Nastane sedaj vprašanje, od kod so bili narinjeni vsi ti kredni skladi, če je Nanos s Hrušico res večji nariv. Kredne plasti in favna v njih so popolnoma enaki kot na Tržaško-komenski planoti in v Istri. Če se je kreda narinila nekje od Žirovskih hribov ali Poljansko-vrhniških nizov, potem je grebenski razvoj krede segal daleč na sever; barierni greben je imel precejšnji obseg, širok je bil vsaj 150 km in dolg okoli 1000 km.

Tektonski premiki nam tudi otežkočajo študij prehoda grebenskega faciesa v fliš ali scaglio v notranjem pasu Dinaridov. Iz novejšje literature vemo, da so krpe krednega fliša blizu grebenskih tvorb na Kočevskem in da leži tam fliš na skladih grebenskih apnencev (G e r m o v š e k, 1953). Tam bi bil verjetno študij prehoda enega faciesa v drugi še najlažji. Na Kočevskem ni pričakovati kakih narivov v kredi.

Bodoče naloge pri študiju krede na Slovenskem bi bile:

1. Iskanje novih fosilnih nahajališč in obdelava grebenske favne v južni Sloveniji. Tako bi se pojasnila marsikatera uganka o paleogeografskih in biostratigrafskih razmerah v mediteranski geosinklinali.

2. Iskanje in ugotavljanje prehodnih con med grebenskim in flišnim razvojem krede v osrednjem delu Slovenije.

SITUATION OF THE CRETACEOUS BEDS FROM SOUTHERN SLOVENIA IN THE MEDITERRANEAN GEOSYNCLINE

In Slovene Dinarids the Cretaceous strata developed on the continental threshold which reached from the north into the central part of the Mediterranean geosyncline. During the Cretaceous age the area of the present day Slovenia belonged into the sedimentation zone of the epicontinental sea. During the whole Cretaceous period reef limestones were developed in the southern part of the present day Slovenia. Probably there were large barrier reefs in this area. The rocks are exclusively carbonaceous: limestones and dolomites. Their fauna consists of pachyodont pelecypods, oysters, pectinids, nerinas and foraminifers, and, to a lesser degree, of brachiopods, corals, and sea urchins. Reefs were built by pachyodont pelecypods.

The Lower Cretaceous strata consist of dark gray, thinbedded limestone with intercalations of sandy dolomite. Their fauna is poor. We find sections of *Requienia*, *Monopleura*, *Tucasia*, *Caprinidae*, and *Orbitolina*. No fauna occurs in the lower part of these strata. It has been supposed that the upper part of them belongs into the Baramian and Aptian, and the lower part to other stages of the Lower Cretaceous. The Lower Cretaceous strata lie conformably upon the Jurassic beds.

The Upper Cretaceous strata consist of light-gray and white limestones which contain a rich fauna. In the Cenomanian stage we find the species *Chondrodonta joannae* Choff., *Caprinidae*, *Gyropleura*, and *Orbitolinae*. Fauna is richest in the transition to the Turonian stage. During this period pachyodont pelecypods began to develop fast. Besides *Chondrodonta* we have numerous species of *Radiolitidae*, and the following genera of *Caprinidae*: *Caprina*, *Ichtirosarcolythes*, *Plagioptychus*, *Caprinula*, *Orthoptychus*, *Sphaerucaprina*, and the new genus *Neocaprina*.

This horizon together with its characteristic fauna resembles the horizon from Col dei Schiosi in Northern Italy.

During the Cenomanian and the Turonian stages these same genera of *Caprinae* can also be found elsewhere in the Mediterranean geosyncline, especially in Spain and in Portugal. *Caprinae* built reefs which were used by *Chondrodonta* as places where they could be attached. These reefs are known in our country as "Repen formation" and they can be used as a beautiful decorative stone.

In the Upper strata of the Turonian stage we find numerous *Radiolitidae*, which also built reefs. Most frequent species are *Radiolites beau-*

monti and *Radiolites trigeri* Toucas. The number of the Rudist species was increased during the Senonian. Numerous species of Hippuritidae occur: *Hippurites gosaviensis* Douv., *H. nabresinensis* Futt., *H. cornuvaccinum* Bronn, and others.

Among the Senonian strata we find both fresh water and sea water limestones that were formerly considered to belong to the Kozina strata. They contain genera *Stomatopsis* and *Cosinia*, as well as *Keramosphaerina tergestina* St., and numerous remains of the genus *Gyropleura*. It is possible that the upper part of the Kozina strata belongs to the Tertiary, while the lower part certainly belongs to the Cretaceous. Similar conditions can be found in Spain where Cretaceous strata show a similar development as it can be found in our country.

LITERATURA

Douvillé, H., 1888, Études sur les Caprines. Bul. Soc. Géol. Fr. (3), 16, Paris.

Germovšek, C., 1953, Zgornjekredni klastični sedimenti na Kočevskem in v bližnji okolici. Geologija 1, Ljubljana.

Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur Geologischen Karte der Öst.-Ung. Monarchie. SW-Gruppe Nr. 98. Haidenschaft und Adelsberg.

Kühn, O., 1949, Stratigraphie und Paläographie der Rudisten. V. Die borealen Rudistenfaunen. Neues Jb. für Mineralogie etc. Bd. 90, B, Stuttgart.

Pleničar, M., 1960, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija 6, Ljubljana.

Protzen, F., 1932, Das Tertiärbecken von Gottsche in Unterkrain und seine morphologische Bedeutung. Vesnik Geol. zavoda kralj. Jug., knj. I, zv. 2, Beograd.

Ramovš, A., 1958, Starost »krških skladov« v okolici Krškega. Geologija 4, Ljubljana.

Šlebinger, C., 1949, Poročilo o geološkem kartiranju na področju Cerknica, Ljubljana, tipkan izvod (arhiv Geološkega zavoda Ljubljana).

Uršič, F., 1931, Stratigrafski pregled slojeva u okolini Kočevja u Dravskoj banovini. Vesnik Geol. zavoda kralj. Jug., knj. II, Beograd.

Žlebnik, L., 1958, Prispevek k stratigrafiji velikotrnških skladov. Geologija 4, Ljubljana.

REZULTATI NAJNOVEJŠIH GEOLOŠKIH RAZISKAV V ŠIRŠI OKOLICI MEŽIŠKEGA RUDIŠČA

Ivo Štruel

S 6 slikami med tekstem

Uvod

Že nekaj sto let posvečajo številni geologi vso svojo pozornost gorskemu vencu Karavank. Prvi so bili rudarji-geologi amaterji. Nje so pritegnila nahajališča svinčeve rude, ki jih najdemo po vsem ozemlju Karavank.

O obsežnih delih posameznih geologov pričajo danes mnogoštevilne manjše ali večje geološke razprave. Čeravno je marsikatero delo iz te zapuščine že pozabljeno in neaktualno, je vsako od njih prispevalo svoj delež današnjemu poznavanju geologije tega izredno zanimivega gorskega venca.

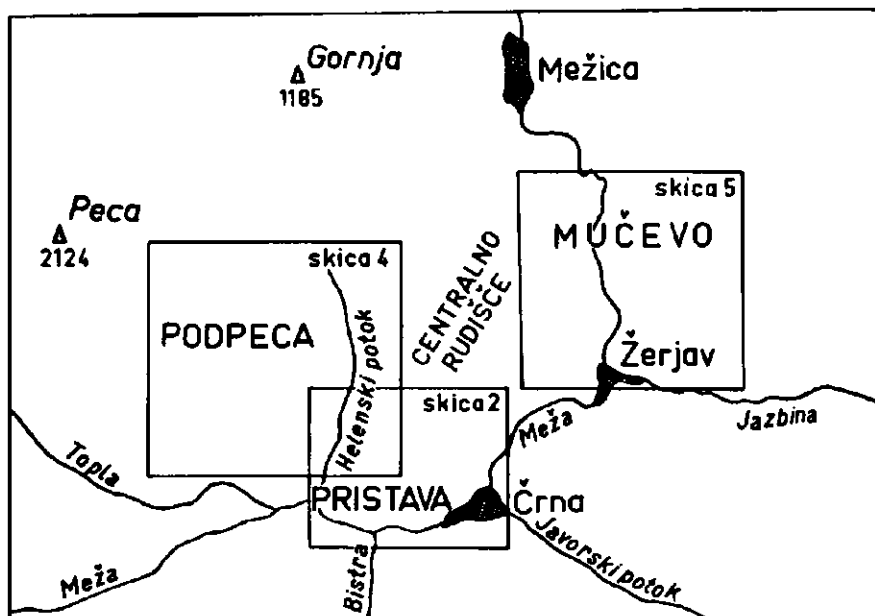
Prva geološka karta celotnega ozemlja je nastala v letih 1850 do 1865, in sicer v merilu 1:144.000. Vzhodne Karavanke je kartiral Lipold, zahodne pa Peters. S tem je bil položen temeljni kamen za vsa nadaljnja geološka dela. Zelo pomembno je bilo Tellerjevo delo, ki je raziskoval območje Karavank ter Savinjskih in Julijskih Alp od leta 1885 do 1919. Njegove karte s komentarji še danes rabimo za geološko orientacijo pri kartiranju teh območij. Omembe vredna so še dela Granigg-Koritschonerja o rudišču Mežica, Graberja o eruptivni coni Železna Kapla—Črna in Petraschecka o premogovnih ležiščih ob severnem robu Karavank. Poleg teh zasledujemo še imena Canaval, Clarke, Foullon, Stiny, Stier, Kieslinger, Kahler in druga. Od novejših razprav, ki so nastale po drugi svetovni vojni, pa je treba omeniti Zorčev delo »Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica«, kjer avtor izčrpno opisuje razvoj rudarskih del ter podaja geologijo rudišča in širše okolice.

Po drugi svetovni vojni so delali od geoloških strokovnjakov na območju Vzhodnih Karavank še Berce, Duhovnik, Grafenauer, Hamrla in drugi.

Območje rudnika Mežica in njegove širše okolice je bilo že večkrat geološko posneto, toda vse karte, ki so nastale v različnih obdobjih, se med seboj močno razlikujejo. Geološka karta, ki danes rabi kot osnova za vsa raziskovalna dela, je delo več avtorjev. Novejše raziskave pa so pokazale, da se bo tudi ta karta še precej spremenila.

S sistematičnimi raziskavami, predvsem z globinskim vrtanjem, se iz leta v leto kopičijo novi podatki. Na ta način bo možno rešiti marsikateri problem, ki je bil včasih vzrok ostrih diskusij med posameznimi geologi.

Važen cilj raziskav z globinskim vrtanjem, ki jih je rudnik Mežica začel pred tremi leti, je določanje območja, kjer so možnosti za odkrivanje novih nahajališč svinčevo-cinkove rude. V pičlih treh letih je bilo izvrtanih 27 vrtin s skupno dolžino 7495 m. Globina posameznih vrtin je znašala od 150 do 912 m.



1. sl. Pregledna skica širše okolice rudnika Mežice

Bild 1. Übersichtsskizze der weiteren Umgebung des Bergwerks Mežica

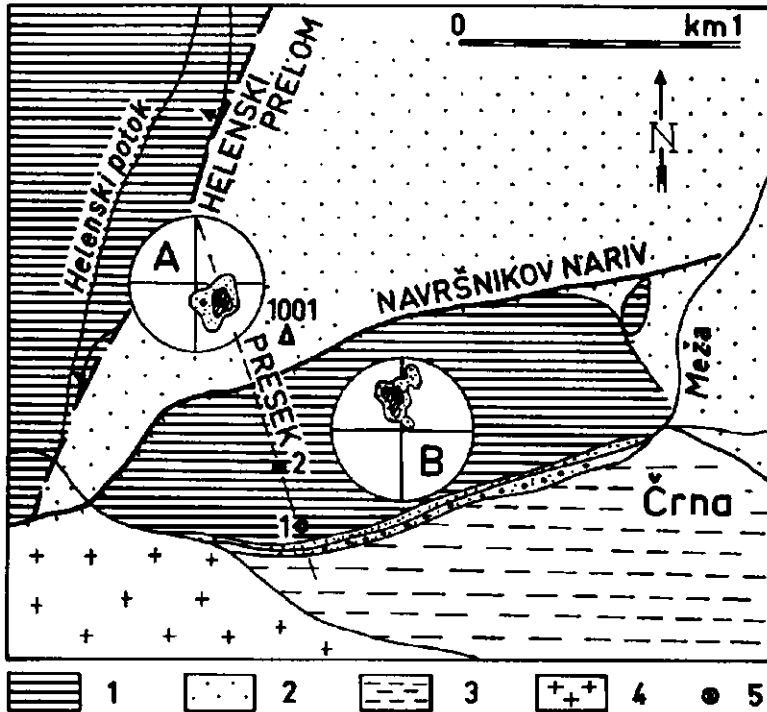
Dosedanja raziskovalna dela so bila v okolici centralnih rudišč, in sicer na naslednjih območjih: Pristava, Podpeca, Mučevo-Jankovec in Jazbina (1. sl.). Ker območja ne predstavljajo kontinuirane celote, bomo opisali vsako posebej.

Pristava

Na tem območju, ki leži južno od centralnega rudišča mežiškega rudnika, oziroma zahodno od Črne, se triadne kamenine stikajo z granitporfirjem eruptivnega pasu Železna Kapla—Črna. Razen teh kamenin nastopajo tudi paleozojski skrilavci z diabazi.

Desni breg reke Meže, ki tu v glavnem tvori mejo med triadnimi kameninami in paleozojskimi skrilavci, oziroma granitporfirjem, sestavljajo pretežno apneneci in skrilavci karnijske stopnje ter noriški dolomiti.

Med njimi izstopajo predvsem masivni svetli grebenski apnenci, ki se kot več deset metrov visoke, skoraj vertikalne pečine, dvigajo nad dolino. Zaradi podobnosti z wettersteinskim apnencem so jih pri kartiranju uvrščali v ladinsko stopnjo. Že Zorc je dvomil o njihovi ladinski starosti, toda sedaj že nekaj let zanesljivo vemo, da pripadajo spodnjemu



2. sl. Geološka skica raziskovalnega območja Pristava pri Črni
Bild 2. Geologische Skizze des Untersuchungsgebietes Pristava bei Črna

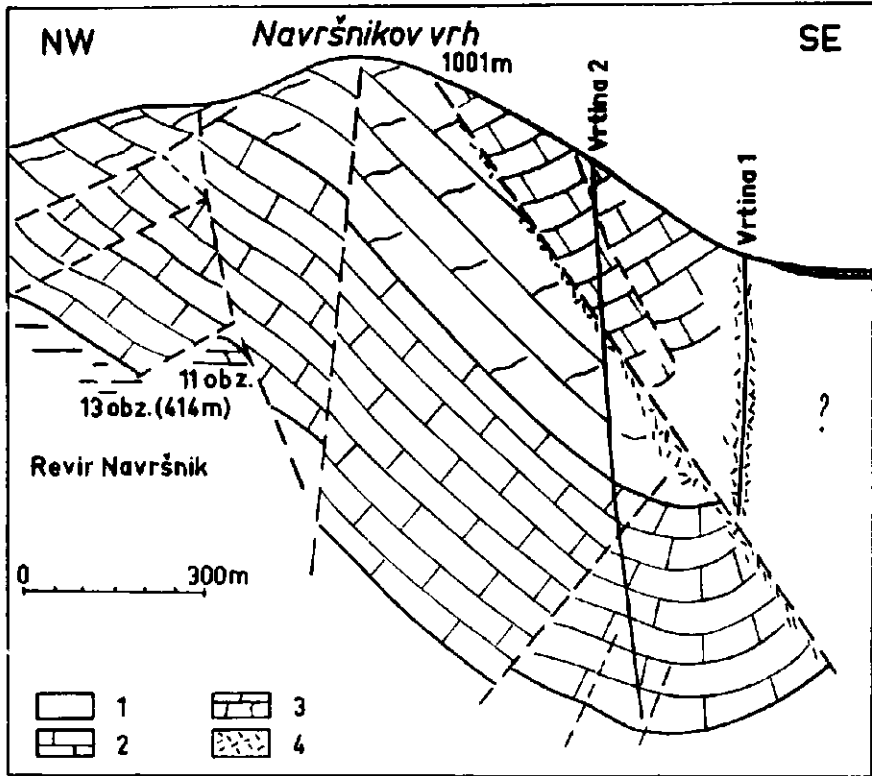
1 — rabeljski skladi, 2 — glavni dolomit, 3 — paleozojski skrilavci, 4 — granitit in granitporfir, 5 — vrtina, A in B — konturni diagram vpadov plasti — pogostnost A < 7 % — 15 % — > 15 %, B < 5 % — 10 % — > 10 %

1 — Raibler Schichten, 2 — Hauptdolomit, 3 — Paleozoische Schiefer, 4 — Granitit und Granitporphyr, 5 — Tiefbohrung, A und B Konturdiagramm der Schichtung — Besetzungsdichte A < 7 % — 15 % — > 15 %, B < 5 % — 10 % — > 10 %

delu karnijske stopnje. Na osnovi geoloških razmer na površini in v jami se da sklepati, da ima to območje sinklinalno zgradbo s smerjo SW-NE. Prvi je o njej pisal Granigg-Koritschoner. Tudi sam sem to domneval; če primerjamo konturni diagram vpadov plasti na južnem pobočju Navršnikovega vrha (1001 m) z diagramom, konstruiranim po podatkih z območja severno in severozahodno od omenjenega vrha, vidimo,

da leži maksimum vpadov plasti v prvem primeru v smeri NNW, v drugem pa v smeri SE (2. sl.).

Sinklinala sicer obstoji, toda struktura terena je mnogo bolj zamotana, kot smo prvotno domnevali. Jugovzhodno krilo sinklinale je bilo namreč zaradi močnih pritiskov z juga vzdolž Navršnikovega reverznega preloma



3. sl. Geološki presek skozi raziskovalni vrtini na Pristavi

Bild 3. Geologisches Profil durch die Tiefbohrungen in Pristava

1 — wettersteinski apnenec, 2 — rabeljski skladi, 3 — glavni dolomit, 4 — skrilavec
 1 — Wettersteinkalk, 2 — Raibler Schichten, 3 — Hauptdolomit, 4 — Schiefer

dvignjeno. Horizontalna premaknitev proti severu znaša 450 m, vertikalna pa 600 m. Položaj rabeljskih plasti nasproti noriškim dolomitom je razviden iz profila (3. sl.).

Do teh ugotovitev smo prišli z globinskim vrtnjem. Naš glavni namen je bil, najti nadaljevanja bogatih orudenenj, ki se v južnem delu rudišča Navršnik končavajo ob velikem postrudnem prelomu. Raziskave v samem rudišču so pokazale, da so bile premaknitve ob tem prelomu zelo obsežne in da bi morali nadaljevanja dislociranih orudenenj iskati približno 100 m

nize od današnjega najnižjega obzorja (t. j. 16 obzorje — nadmorska višina 347 m). To zaradi velikih količin jamske vode sedaj ni mogoče; pred nekaj leti smo bili namreč prisiljeni zaradi visokih stroškov za črpanje vode opustiti vsa dela na 16. obzorju, ki je danes pod vodo.

Na Pristavi južno od tega revirja nastopajo, kot smo že omenili, spodnjerabeljske kamenine, pod katerimi smo pričakovali rudonosni wettersteinski apnenec celo na manjši globini kot v jami.

Izvertali smo dve vrtini z namenom, da bi določili globino stika wettersteinskega apnenca z rabeljskimi skladi.

S prvo vrtino smo po vsej verjetnosti zadeli na globoko in široko tektonsko cono, ki poteka vzporedno z dolino, t. j. od vzhoda proti zahodu. Vrtina je namreč v celoti (globina 412 m) potekala v močno porušenem skrilavcu z vložki apnenca in dolomita. Da bi se izognili ponovnemu vrtanju skozi to tektonsko cono, smo drugo vrtino locirali 230 m severo-zahodno od prve, na nadmorski višini 778 m.

Če bi si posamezni stratigrafski horizonti karnijske stopnje sledili normalno, bi morali s to vrtino doseči wettersteinski apnenec že po 250 do 300 m. Toda namesto njega smo v globini 239 m zadeli na noriški dolomit, v katerem smo vrtali 230 m, nakar so ponovno nastopili apnenci, dolomiti in skrilavci karnijske stopnje. Globina druge vrtine je znašala 912 m.

Z raziskavami na Pristavi smo predvsem ugotovili:

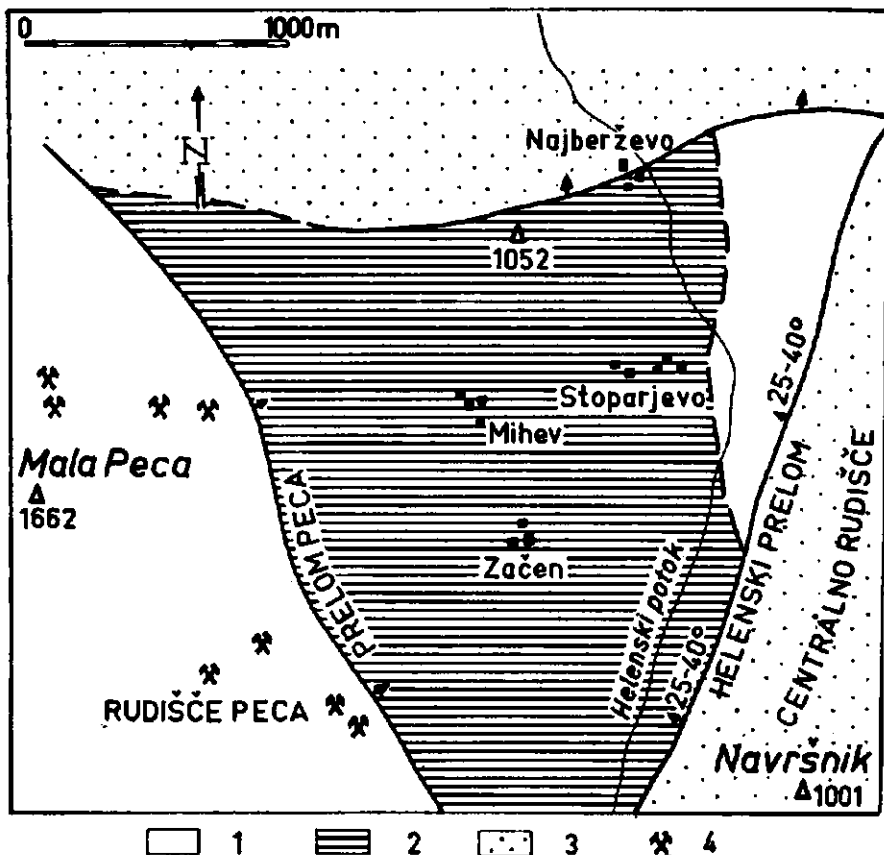
1. da obstoji na Pristavi velik reverzni prelom oziroma nariv, kjer so rabeljski skladi potisnjeni daleč preko dolomitov noriške stopnje,
2. da je globina rudonosnega apnenca izredno velika (izpod nadmorske višine — 140 m) in za sedaj, pa tudi v daljši bodočnosti, to območje ne bo prišlo v poštev za rudarska dela.

Podpeca

Centralno rudišče mežiškega rudnika je na zahodu omejeno s tako imenovanim helenskim prelomom s smerjo NNE—SSW, ki položno pada proti WWN (naklon 20° do 40°).

Ob njem se končavajo orudenenja revirjev Navršnik in Helena. Prelom ne poteka skozi dno same Helenske grape, kot so včasih domnevali, temveč nekaj sto metrov vzhodnjeje od nje. Dalje proti zahodu naletimo na enega od največjih prelomov v Vzhodnih Karavankah sploh, na tako imenovani prelom Pece. Vz dolž njega je prišlo do izredno velikih premaknitev. Vzhodno od preloma nastopajo na površini rabeljski skladi karnijske stopnje, zahodno od njega pa se dviga wettersteinski apnenec celo nad 2100 m in gradi več kilometrov dolg greben Pece (2126 m) in Male Pece (1700 m). Na zahodni strani preloma Pece je najstarejši revir mežiškega rudnika, ki se imenuje po gori, v nedrjih katere nastopa, revir Pece. Orudenenja tega revirja so nadaljevanja orudenenj iz centralnega rudišča. Nastopajo namreč podobno kot v revirju Navršnik ob črni primarni sedimentacijski breči. Tudi v ostalih karakteristikah so si orudenenja z obeh strani teh tektonskih prekinitev podobna, le da so v splošnem v sedanjem skrajnem zahodnem delu nekoliko siromašnejša. Glavni namen

vseh raziskav v Podpeci in pred tem v jugozahodnem delu revirja Navršnik je bil, ugotoviti, če obstoji med helenskim prelomom in prelomom Peca tektonsko ločen vmesni del orudenenj, ki je prvotno tvoril z orudenenji centralnega rudišča in revirja Peca geološko celoto. Ozemlje med



4. sl. Geološka skica raziskovalnega območja Podpeca

Bild 4. Geologische Skizze des Untersuchungsgebietes Podpeca

1 — wettersteinski apnenec, 2 — rabeljski skladi, 3 — glavni dolomit,
4 — nahajališča PbS

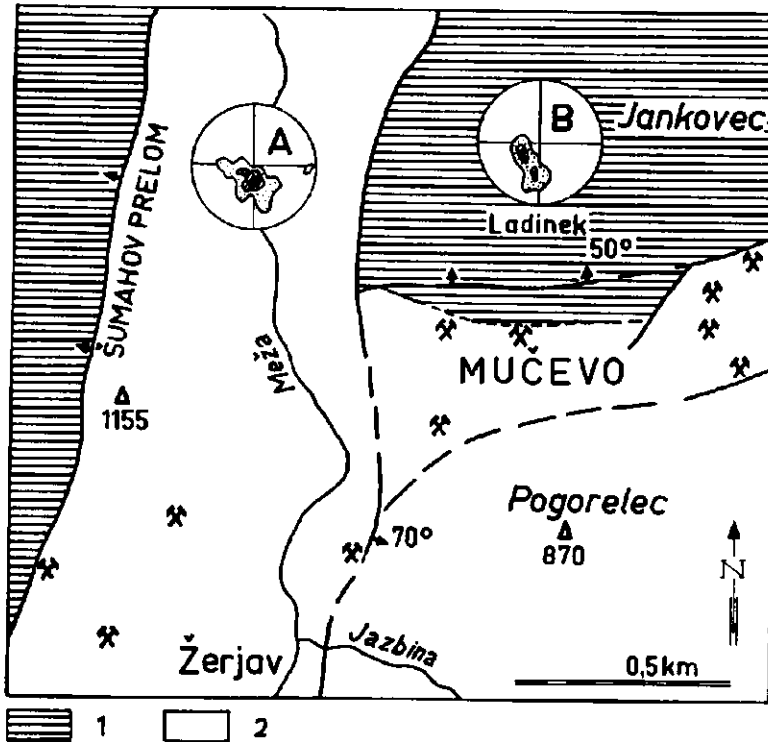
1 — Wettersteinkalk, 2 — Raibler Schichten, 3 — Hauptdolomit,
4 — PbS-Verzungen

tema dvema prelomoma predstavlja tektonski jarek, ki se od juga proti severu širi (4. sl.).

To je tudi glavni vzrok, da so bile raziskave v južnem delu na višini 8. obzorja (516 m) za helenskim prelomom neuspešne. Rov, ki je prečkal helenski prelom, je najprej potekal v rabeljskem apnencu, nato pa kmalu

skozi prelom Peca prišel v spodnje dele ladina, kjer so le tu in tam gospodarsko pomembne koncentracije svinčeve rude.

Z globinskim vrtanjem smo raziskovali bolj severni del tega tektonskega jarka. Z vrtinami smo najprej prečkali različne horizonte karnijske stopnje, nato pa še zgornje horizonte ladina. Le-te bo treba v prihodnjih letih raziskati še z rudarskimi deli.



5. sl. Geološka skica raziskovalnega območja Jankovec—Mučevo

Bild 5. Geologische Skizze des Untersuchungsgebietes Jankovec—Mučevo

- 1 — rabeljski skladi, 2 — wettersteinski apnenec in dolomit, A in B konturni diagram vpadov plasti — pogostnost A < 6 % — 16 % — > 16 %, B < 12 % — 25 % — > 25 %
- 1 — Raibler Schichten, 2 — Wettersteinkalk und Dolomit, A und B Konturdiagramm der Schichtung — Besetzungsdichte A < 6 % — 16 % > 16 %, B < 12 % — 25 % — > 25 %

Jankovec—Mučevo

Južni del tega območja, ki se nahaja vzhodno od reke Meže, je že od nekdaj vzbujal pozornost pri rudarjih, ker nastopajo tu na številnih mestih nahajališča svinčeve in cinkove rude (5. sl.). Toda povsod, kjer so se ga

lotevali z rudarskimi deli, so morali razočarani prenehati. Verjetno so ti rudni pojavi bolj površinskega značaja.

Nova raziskovanja smo začeli s predpostavko, da skrajni južni in jugozahodni del terena, kjer nastopa wetterstenski apnenec, ni zanimiv, ker so glavne rudne koncentracije, ki so skoraj povsod na območju rudnika Mežica v zgornjem delu ladina, tu že zdavnaj erodirane. Večji del tega območja, ki obsega približno 4 km², pa sestavljajo različni sedimenti karnijske stopnje. Torej je tu rudonosni apnenec pokrit z mlajšimi usedlinami. Najprej smo celo območje raziskali z globinskimi vrtinami. Njihova globina je variirala med 150 in 350 m. Ugotavljali smo strukturo terena in globino stika rudonosnega apnenca s karditskimi skrilavci. Skozi wettersteinski apnenec smo vrtali povsod le 120 do 150 m, ker je, kakor je bilo že rečeno, ta cona za rudarjenje najbolj zanimiva. Z nekaterimi vrtinami smo presekali celo manjša orudenenja s sfaleritom in galenitom, v drugih pa smo imeli ponekod pomembne geokemične anomalije. Zanimivo je, da se le-te včasih ujemajo z nivoji wettersteinskega apnenca (bližina črnih breč), ki so tudi v centralnem rudišču rudonosni.

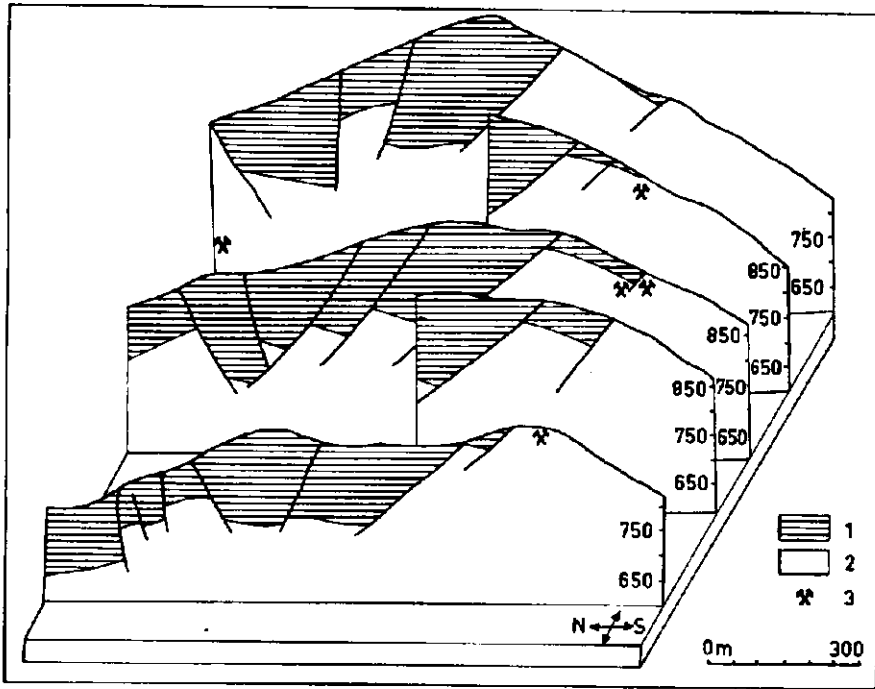
Na podlagi rezultatov vrtanja smo začeli v letu 1960 tudi z rudarskim sledenjem, ki je bilo že dokaj uspešno.

Do sedaj odkrita orudenenja so žilno-impregnacijskega značaja. Sestojajo ali iz samega galenita, iz galenita in sfalerita, ali pa iz samega sfalerita. Našli smo tudi že manjše koncentracije vulfenita. Sfalerit ima izredno malo železa. Navadno je svetlo rumenkasto rjav ali siv. Stopnja oksidacije mučevskih orudenenj ni velika; odkar obstoji današnja zgradba terena, ni prišlo v teh delih do večjih cirkulacij talne vode. Vsa rudarska dela so brez vode. Tudi v globinskih vrtinah smo imeli vodo le v kameninah karnijske stopnje, ko pa smo prevrtali karditski skrilavec in prišli v wettersteinski apnenec, se je še izplakovalna voda izgubljala. Ponekod je izplakovalna voda potem izvirala na dnu doline, in sicer navadno tam, kjer je nekdanji obstajal izvir, ki pa je zaradi rudarskih del usahnil. Da ne bi uničili vodnih izvirov na Jankovcu, iz katerih dobivajo posamezne kmetije (Kranjc, Ladinek, Jakše) pitno vodo, smo morali vsako vrtino skrbno zacementirati. V odsekih, kjer so vrtine presekale karditske skrilavce, smo jih navadno začepili z zamaškom glin.

Strukturno je območje Jankovec–Mučevo zgrajeno antiklinalno. Teme antiklinale je pogreznjeno za približno 150 m (6. sl.). Pogreznjeni del je ponekod sinklinalno vguban. Plasti so navadno položno nagnjene (od 10° do 40°). Prelomi imajo največkrat smer vzhod–zahod z manjšimi odstopanji proti severozahodu ali severovzhodu. Poleg teh pa najdemo tudi prelome, ki so približno pravokotni na prej omenjene smeri. Takšen je na primer prelom ob zahodnem robu tega območja, ki tvori s Šumahovim prelomom sistem tektonskega horsta s smerjo sever–jug. Skozi porušeno cono med obema prelomoma je reka Meža izgledala na tem mestu približno 2 km dolgo sotesko z nekaj 10 metrov širokim dnom, kjer se levi in desni breg, ki sta sestavljena iz wettersteinskega dolomita in apnenca, strmo dvigata do nadmorskih višin nad 1000 m. Sama dolina pa je približno na nadmorski višini 530 m. Tudi rudne žilice in prelomi, vzdolž katerih na-

stopajo večje ali manjše rudne koncentracije, imajo alpsko raztezanje. O postrudni tektoniki na tem območju imamo danes še premalo podatkov; zanesljivo pa že vemo, da obstoji.

Prerano je že danes govoriti o novem revirju oziroma rudišču, toda dosedanje raziskave dajejo precejšnje upanje.



6. sl. Kulisni diagram območja Jankovec—Mučevo

Bild 6. Kullisendiagramm des Gebietes Jankovec—Mučevo

- 1 — rabeljski skladi, 2 — wettersteinski apnenec in dolomit, 3 — rudna nahajališča
 1 — Raibler Schichten, 2 — Wettersteinkalk und Dolomit, 3 Vererzungen

Jazbina

Največje prostranstvo na območju Vzhodnih Karavank zavzemajo dolomiti. Le-te so do sedaj skoraj povsod uvrščali v noriško stopnjo, razen na južnem pobočju Pece, kjer se že iz superpozicije kamenin da sklepati, da pripadajo ladinski stopnji. Toda dolomiti nastopajo tudi v anizu in v karnijski stopnji. Značilno za vse triadne dolomite je, da so si med seboj izredno podobni. So sivkasto beli, sivi in rjavi, ponekod bogati z bituminoznimi snovmi, drugod brez njih. Pretežno so močno zdrobljeni. Okamenin praktično ne vsebujejo, ali pa so tako slabo ohranjene, da jih ni mogoče identificirati.

Zelo problematični so dolomiti vzhodno od reke Meže, predvsem tisti, ki grade večji del ozemlja vzdolž jazbinskega potoka ter severne in severozahodne obronke Uršlje gore. Vsi geologi so jih do sedaj uvrščali v noriško stopnjo. Zato smo v dolini Jazbine po domnevi, da je tu debelina dolomitov najmanjša, začeli z raziskavami, da bi določili globino wettersteinskega apnenca. Toda rezultati teh raziskav so nas zelo presenetili. Vrtina pri Korizlu, 2700 m, vzhodno od Žerjava, je potekala najprej 490 m skozi dolomit, nakar je zadela na temno siv apnenec. Čeravno nam je vrtina že po nekaj sto metrih pokazala, da to območje za nadaljnja rudarska dela ne bo prišlo v poštev, smo vrtnanje nadaljevali, ker nismo zanesljivo vedeli, ali pripada omenjeni temno siv apnenec anizični ali karnijski stopnji. Problem je bil rešen, ko smo na globini 670 m zadeli na werfenske peščenjake in skrilavce.

Dolomiti, ki sestavljajo večji del ozemlja med reko Mežo in Uršljo goro, torej ne pripadajo noriški stopnji, temveč ladinu. Premalo je še podatkov, da bi mogli zanesljivo določiti pripadnost dolomitov severno in severozahodno od Uršlje gore.

Rezultati vrtnanja pri Macegoju in Ravnjaku na Lešah kažejo na wettersteinski dolomit, toda kljub temu ne moremo reči, da pripadajo vsi dolomiti ladinu. Nadaljnje raziskave in ponovna reambulacija geološke karte bodo morale rešiti še ta problem. S tem pa bi bilo razčiščeno tudi vprašanje, kam stratigrafsko pripadajo kamenite mase Uršlje gore, ali gre za dachsteinski ali wettersteinski apnenec.

Zaključek

Namen vseh dosedanjih raziskav v širši okolici mežiškega rudišča je bil, najti rudonosne plasti izven centralnega rudišča. Prejšnja leta so raziskovali predvsem v krajih, kjer najdemo že na površini svinčeve in cinkove rudne pojave. Vendar se je pokazalo, da so to le ostanki erodiranih orudenenj v wettersteinskem apnencu. Sedaj smo pričeli z raziskavami tistih območij, kjer je wettersteinski apnenec še pokrit z mlajšimi usedlinami, torej tam, kjer še niso zgornji, rudonosni deli ladina, erodirani. Geološke raziskave so pokazale, da sta za nadaljnja rudarska sledenja za zdaj zanimivi predvsem območji Jankovec–Mučevo in Podpeca. Pristava zaradi velikih globin wettersteinskega apnenca ne pride v poštev, ker bi bili stroški za črpanje vode previsoki. V Jazbini pa je wettersteinski apnenec skoraj ves erodiran. Do rudarskih del bo prišlo samo v primeru, če se bodo orudenenja revirja Graben, ki tudi nastopajo v wettersteinskem dolomitu, raztezala še dalje proti vzhodu. Vsekakor bi bilo koristno raziskave nadaljevati; tako bi dobili čez nekaj let pravo sliko o geološki zgradbi Vzhodnih Karavank in o rudarskih perspektivah mežiškega rudnika.

ERGEBNISSE DER BISHERIGEN UNTERSUCHUNGEN IN DER WEITEREN UMGEBUNG DES BERGBAUES MEŽICA

In den letzten Jahren wurden in der weiteren Umgebung vom Bergwerk Mežica bisher 27 Tiefbohrungen verschiedener Tiefe (von 150—912 m) in einer Gesamtlänge von 7495 m gebohrt. Mit diesen Untersuchungsarbeiten haben wir sehr wertvolle Angaben in Beziehung des geologischen Aufbaues der Karawanken bekommen. Mit diesen Untersuchungen, die wir in den nächsten Jahren systematisch auf das ganze Gebiet der Ostkarawanken erweitern wollen, haben wir die Absicht neue Vererzungszonen festzustellen.

Fast alle bisherigen Hoffnungsarbeiten außerhalb der Zentralreviere wurden dort angelegt wo Vererzungen oder Erzspreuen schon auf der Oberfläche sichtbar waren. Jedoch waren diese Hoffnungsbaue in den meisten Fällen erfolglos, da die Vorkommen nur nach Überbleibsel erodierter Vererzungszonen im Wettersteinkalk sind.

Mit den jetzigen Arbeiten wollen wir dagegen diejenigen Gebiete untersuchen, wo der Erzkalk noch mit den Raiblerschichten überdeckt ist. Bisher wurden folgende Gebiete mit Tiefbohrungen untersucht: Pristava bei Črna, Podpeca (Helena), Jankovec-Mučevo und Jazbina. In Pristava wurde eine große Verwerfung-Aufschubung festgestellt, wo die Raiblerschichten über den Hauptdolomit geschoben wurden (Bild 3). Der Erzkalk liegt hier sehr tief (Meereshöhe — 140 m) und kommt für den Bergbau auch in der weiteren Zukunft, wegen großer Mengen von Grundwasser, nicht in Frage.

In Podpeca wurde dasjenige Gebiet untersucht, welcher tektonisch einen Grabenbruch zwischen zwei großen Verwerfungen darstellt (Bild 4). Dieses Gebiet wird in den nächsten Jahren noch durch Hoffnungsstollen untersucht.

Die meisten Aussichten als neues Bergbaurevier hat das Gebiet Jankovec-Mučevo, das eine Oberfläche von ungefähr 4 km² einnimmt. Nach den Untersuchungen mittels Tiefbohrungen, die an mehreren Stellen Vererzungen oder Erzspreuen feststellten, hat man jetzt mit Hoffnungsbaueu begonnen, die erfolgreich sind.

Sehr erstaunenswerte Angaben gab die Tiefbohrung in Jazbina, ungefähr 2700 m östlich von Zerjav. Dieses Gebiet wird in der Hauptsache vom Dolomit, der bisher als Hauptdolomit kartiert wurde, aufgebaut. Auch hier hatten wir die Absicht festzustellen wie tief der Kontakt zwischen den Raiblerschichten und dem Wettersteinkalk liegt. Die Tiefbohrung zeigte jedoch, daß der Dolomit östlich des Meža Tales nicht der norischen sondern der ladinischen Stufe angehört.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt, um in einigen Jahren ein wahres Bild des geologischen Aufbaues der Ostkarawanken und damit die Entwicklungsmöglichkeit des Bergbaues Mežica zu erhalten.

PRISPEVEK K STRATIGRAFIJI SEVEROVZHODNEGA DELA KRŠKEGA POLJA

Anton Ramovš

Z 1 sliko med tekstem

Uvod

Na geološki karti okolice Globokega pri Brežicah (Pleničar & Ramovš, 1954) so na ozemlju v okolici Brežic samo holocenske in pleistocenske naplavine. Od Dobove mimo Železnih jam in Kapel pa se vleče proti Župelevcu približno 1000 do 1500 m širok pas proda in ilovice iz pleistocenske ali zgornjegliocenske dobe. Južno od črte Artiče—Globoke—Župelevec tedaj nismo našli starejših plasti.

Pri petrografskem kartiranju brežiške občine v letu 1956 sem tod našel tudi starejše pliocenske plasti, kot so morda ilovice in prod višje terase. Med Brežicami in Velikim Obrežem se pokažejo na dosti krajih na površje sivi peščeni ali glineni, povečini sljudni laporji in ponekod tudi drobno zrnat kremenov pesek iz srednjepanonske dobe. Te plasti niso pomembne le kot prispevek k stratigrafiji obsavskega pasu Krškega polja, marveč bodo še važnejše za ugotovitev paleogeografskih in tektonskih dogajanj.

Opis najdišč

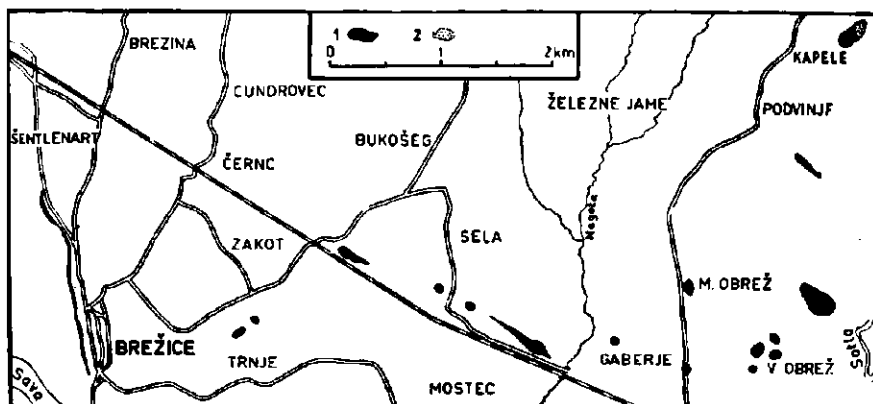
Šentlenart in Brežice. Najzahodnejša golica na novo odkritih plasti je bila leta 1957 razgaljena v Šentlenartu v ježi terase, na kateri stoji naselje. Najdišče je okoli 50 m severovzhodno od mostu čez potok pod ježo. Razkril ga je plaz, pri katerem sta humus in tanka prodna plast pod njim zdrsela po laporju. Plasti se pokažejo približno v sredi ježe in sežejo ponekod višje in drugod nižje. Njihovo neravno površje kaže, da je bila tu denudacija, preden so se odložile mlajše naplavine.

Kamenina je siv glinen lapor, vsebuje malo zelo drobne sljude. Razgaljena je v debelini okoli treh metrov. Vsebuje precej školjk iz rodov *Dreissensia* in *Limnocardium* ter neke druge zelo drobne oblike, majhne polžke in že na oko vidne ostrakode, ki so najštevilnejši fosilni ostanki. Ostrakodi¹ pripadajo naslednjim oblikam, ki dokazujejo srednjepanonsko starost plasti: *Herpetocypris abscissa* (Reuss), *Lineocypris reticulata* (Mehes), *Cyprideis* sp. in še dve drugi vrsti ostrakodov.

¹ Nekaj ostrakodov mi je določila L. Rijavec, za kar se ji tudi na tem mestu najlepše zahvaljujem.

Neposredno na denudiranem glinenem laporju leži precej debel prod. Prodniki so povečini apnenčevi in dolomitni, različno veliki, od orehove velikosti do velikosti kurjega jajca, redkeje imajo v premeru do 15 cm. Vmes je precej zelenih in rdečkasto rjavih prodnikov magmatskih kamenin in tufov, oblic vijolično rdečih peščenih sljudnih skrilavcev ter drobno zrnatih kremenovih sljudnih peščenjakov in drobnih konglomeratov.

Glinen lapor se vleče od te golice v ježi terase skoraj do kolovoza, ki se odcepi od ceste nasproti hiše Šentlenart 124, in pelje z višje na nižjo teraso. Lapor se pokaže na površju le tam, kjer ga je plaz pred nedavnim odkril, medtem ko ga drugod dokazujejo številni starejši manjši plazovi. Pri starejših plazovih sta razgaljen lapor že zakrila prod in humus z zgornjega dela ježe.



1. sl. Skica srednjeapanonskih plasti med Šentlenartom in Velikim Obrežem.
1 glineni in peščeni laporji, 2 drobno zrnati kremenovi peski

V srednjem delu ježe zasledimo tik nad omenjeno potjo drobno zrnat kremenov pesek s precej sljude, ki je že nekoliko sprijet. Malo stran in više se pokaže precej temnejši, povečini rahlo sprijet pesek z mnogo sljude. Pesek je prav takšen, kakršen prevladuje v spodnjeapanonskih in srednjeapanonskih plasteh severno od črte Artiče—Globoko—Župelevec, kjer vsebuje posamezne pasove laporja. Takoj nad neravnim površjem peska leži nesortiran prod. Med prevladujočimi drobnejšimi prodniki so tudi večji, slabše zaobljeni s premerom do 15 cm.

Na južni strani poti pesek zgine in v nižnjem delu ježe se kmalu pokaže drobno skrilav, precej peščen sljudni lapor, ki se razlikuje od glinenega laporja v prvem najdišču. Vsebuje tudi skromnejšo favno, ki pripada le vrsti *Lineocypris reticulata* in *Cyprideis* sp. Ob laporju izvira studenček; tudi dalje proti jugu studenčki dokazujejo, da segajo srednjeapanonske plasti vse do brežiškega muzeja (nekdanjega Attemsovega gradu).

Po Tornquistovi (1918, 7) ugotovitvi stojijo Brežice na diluvialni sivici. Sele železniška postaja in tovarna palic sta na savski terasi. Pri tovarni leži sivica pod savskim prodom v globini 18 m. Kasneje

(1918, 76) navaja Tornquist, da sestavlja podlago v Brežicah modra, verjetno kvartarna sivica. Proti severu se vanjo vključuje apnenčev prod in skrajni severni del mesta je na prodni terasi.

Modra, po Tornquistu diluvialna sivica, je srednjeapanonski, delno glinen delno peščen sljudni lapor.

Trnje. Severno od Trnja se lapor dvakrat pokaže na površje. Prva golica je v vinogradu na položni ježi višje terase in obsega samo nekaj kvadratnih metrov. Lapor je močno glinen, vsebuje le malo sljude in peska. V njem smo našli nekaj drobcev školjk in precej srednjeapanonskih ostrakodov.

Druga golica je nekako 100 m vzhodno od prve in leži v globokem kolovozu srednjega dela ježe. Precej glinen siv lapor je povečini drobno skrillav, fino sljuden in vsebuje na oko vidne ostrakode. Med njimi sta bili določeni vrsti: *Herpetocypris abscissa* in *Lineocypris fahrioni* Turnovsky, ki dokazujeta srednjeapanonske plasti.

Lapor pokriva v obeh golicah prod, ki je po sestavu prav tak kot je nad laporjem in peskom v Šentlenartu in Brežicah. Položna ježa je, razen v vinogradu in na kolovozu, pokrita s travnikom.

Golica pri križišču ceste Brežice—Župelevec z železniško progo. V ježi terase je tam sedaj le še na dveh krajih razgaljen siv peščen sljudni lapor, medtem ko so ga pri polaganju drugega železniškega tira med zadnjo svetovno vojno odkrili na precejšnjem obsegu, pa ga je že zakrila ruša. Lapor sega do podnožja zgornje terase in vsebuje precej ostrakodov, ki pa so bili v spranem vzorcu povečini zdobljeni. Lapor pokriva rumena, delno prodna ilovica.

Sela pri Dobovi. Dve manjši golici sta v zahodnem koncu naselja. Prva je v zgornjem delu ježe pri hišah nad cesto, že blizu križišča, medtem ko je druga v na novo zrigolanem in zasajenem vinogradu severno od glavne ceste. Lapor je na obeh krajih močno glinen, drobno sljuden in malo peščen. Pokriva ga prod s prevladujočimi apnenimi in dolomitnimi prodniki. Vmes so tudi oblice različnih magmatskih kamenin in rdečkastih werfenskih plasti.

Vzhodno od slednje golice se med vinogradi kmalu znova pokaže lapor in ga od tam dalje lahko zasledujemo v ježi terase vse do doline Negote. Razen v srednjem delu ježe so ga našli tudi v vodnjakih na podnožju ježe oziroma na polici nižje terase že blizu glavne ceste. Lapor je siv do belo siv, preperel sivkasto rjav do rumenkasto rjav, precej glinen, drobno sljuden in vsebuje redke školjke iz rodu *Limnocardium* ter pogostne ostrakode: *Herpetocypris abscissa*, *Lineocypris reticulata*, *Lineocypris* sp. in *Cyprideis* sp.

Srednjeapanonski lapor in nad njim ležeč holocenski prod sta posebno lepo razgaljena ob vhodu v nekdanji bunker za Štraserjevo hišo. V vrhnjem delu homogenega laporja se vključuje plast rjavkastega skrillavega oziroma lističastega laporja, ki kaže vodoravno lego plasti. Nad denudiranim površjem laporja leži okoli 2 m proda približno orehove velikosti.

Samo okoli 60 cm nad kontaktom z laporjem leži kakih 20 cm debelejšega prođu.

Gaberje. Vzhodno od Negote so naleteli na lapor v globini 5 m, ko so pri Lupšinovi hiši kopali vodnjak. Nad sivim peščenim sljudnim laporjem z drobci školjk in s srednjepanonskimi ostrakodi je ležal najprej precej čist prod, nato ilovnat prod in končno ponovno čist prod. Vodnjak so kopali prav tedaj, ko sem raziskoval tam okoli.

Ob cesti **Dobova—Mali Obrež** leži lapor v zgornjem delu ježe višje terase. Je svetlo siv do belo siv, precej glinen, tanko plastnat in fino sljuden. Vsebuje precej ostrakodov, med katerimi sem določil: *Herpetocypris abscissa*, *Lineocypris fahrioni* in *Cyprideis* sp. (precej pogosten).

Mali Obrež. Tu najdemo pod rumenkasto ilovico s kongrecijami rjavega železovca siv drobno peščen sljudni lapor z ostrakodi.

V **Velikem Obrežu** sem ugotovil siv drobno peščen lapor z ostrakodi na petih krajih, vendar tedaj ni bil nikjer na površju, marveč povsod 1 do 5 m globoko. Na priloženi skici so označena najdišča, ki povedo, da je na ozemlju Velikega Obreža povsod lapor pod ilovnatimi in delno prodnimi naplavinami. Lapor se proti vzhodu nadaljuje ne posebno globoko pod prodnimi in ilovnatimi naplavinami in znova pogleda na površje na hrvaški strani.

Kapele. Zelo pomembna je krpa laporja v Kapelah, saj leži približno v sredi med panonskimi plastmi pri Župelevcu in plastmi na južnem robu terase severno od Dobove. Najdišče je na vzhodnem pobočju hrbita. V sivem sljudnem drobno peščenem laporju najdemo redke ostanke kongerij, slabo ohranjene limnokardije in pogostne ostrakode: *Herpetocypris abscissa*, *Lineocypris fahrioni* in *Cyprideis* sp. Favna dokazuje srednjepanonsko starost laporjev.

Skupaj z laporjem je v Kapelah siv drobno zrnat kremenov pesek s precej sljude, ki je sestavni del srednjepanonskih plasti, in je prav tak kot v Šentlenartu pri Brežicah.

*

Na ozemlju med Šentlenartom, Brežicami, Velikim Obrežem in Kapelami so zadeli na različne laporje še na več krajih, ko so kopali vodnjake. Čeprav so ti ponekod blizu skupaj, ležijo v njih laporji različno globoko. Skupaj z zgornjimi ugotovitvami tudi to dokazuje, da sta bila prod in ilovica odložena na neravno denudirano površje različnih srednjepanonskih laporjev in peskov.

Vrtina med Brežicami in Župelevcem

Geološke razmere na ravninskem ozemlju severno od navedenih najdišč srednjepanonskih plasti osvetljujejo podatki vrtine ob cesti Brežice—Župevec, približno 100 m pred odcepom ceste v Globoko. Profil vrtine je pokazal, da leže v globini 12 do 137,60 m zgornjepanonske plasti, večidel brez favne. Le v globinah 51,80 do 55,80 in 126,00 do 131,00 m je bila revna ostrakodna favna. Zgornji panon sestavljajo različne gline, peski in prod.

V globini 137,60 do 293,60 m so paleontološko dokazane srednje-panonske plasti, ki sestojajo iz različnih laporjev, drobno zrnatih kremenovih peskov in glin. Vsebujejo pogostne ostrakoide iz vrst *Herpetocypris abscissa* in *Lineocypris fahrioni*, ostanke školjčnih lupin, drobne polžke in hare. V ostalem delu vrtine (293,60 do 323 m) je svetlo siv drobno zrnat kremenov pesek, ki verjetno tudi pripada srednjemu panonu.

V vrtini leže enake srednjepanonske plasti, kot so med Šentlenartom in Velikim Obrežem na površju, šele v globini najmanj 137,60 m. Morda so ustrezni skladi celo precej pod 200 metri, ker je bil v pasu med Šentlenartom in Velikim Obrežem lahko odstranjen tudi že precejšnji del srednjepanonskih laporjev in peskov. Na podlagi mikrofavne namreč ni bilo mogoče ugotoviti, kateremu delu srednjepanonskih plasti v vrtini ustrezajo laporji in peski med Brežicami in Velikim Obrežem. V celotnem oddelku so v vrtini namreč iste ostrakodne vrste, kot jih najdemo na površju v novo ugotovljenih plasteh. Zato z gotovostjo vemo le, da imamo iste plasti nekje med 137 in 293 metri. Ker je višinska razlika med južnim robom terase in krajem z vrtino približno enaka (Brežice imajo nadmorsko višino 164 m in ista je tudi pri odcepu ceste v Globoko, blizu katere je bila vrtina) in ker leže laporji skoraj vodoravno ali pa se zelo položno nagibajo proti severu, lahko upravičeno domnevamo, da poteka severno od črte Šentlenart—Kapele večji prelom. Ob njem naj bi se bila severno od tod ležeča gruda precej pogreznila. Grudo omejuje po vsej verjetnosti nekje ob črti Artiče—Globoko—Župelevec drugi prelom, kajti ob vznožju gričevja se že kmalu pokažejo srednje- in spodnje-panonske plasti zopet na površju. Tudi pogostni potresi ob črti Artiče—Globoko—Župelevec kažejo na prelom.

Manj verjetno je, da bi bilo ozemlje domnevane pogreznjene grude le dno kadunje in da so bili zgornje-panonski sedimenti odloženi le tam, medtem ko ne bi bili odloženi na robovih kadunje.

Pripombe k Winklerjevimi ugotovitvam

Ob koncu še nekaj besedi o Winklerjevem profilu (1957, Taf. III, c) skozi ozemlje brežiške kotline. Na južnem robu višje terase so med Brežicami in Seli, kot je že zgoraj povedano, srednje-panonski laporji in peski in ne kvartarni terasni prod, pokrit z ilovico, ki sestavlja po Winklerju domala celo ježo. Srednje-panonski sedimenti imajo v pasu med Šentlenartom in Brežicami ter Velikim Obrežem in Kapelami še precejšnjo debelino, medtem ko je Winkler označil v vsej brežiški kotlini le višji del zgornjega panona. Tudi pod najmlajšimi savskimi naplavinami so do preloma nekje ob Savi še srednje-panonski sedimenti. Poleg tega je pretežen del Winklerjevega zgornjega panona med Globokim in Pišecami starejši in pripada srednjemu ter spodnjemu panonu. Prav tako se starost nekaterih drugih plasti ne sklada z novjšimi ugotovitvami (cf. Pleničar & Ramovš, 1954).

Če drži moja domneva o pogreznjeni grudi severno od srednje-panonskih laporjev in peskov, je seveda tudi tektonska zgradba tamkaj drugačna, kot jo kaže Winklerjev profil.

Zaključek

Med Šentlenartom in Velikim Obrežem se vleče vzdolž južnega roba terase pas srednjepanonskih plasti. Sestoje iz sivih glinenih laporjev z malo drobne sljude, peščenih sljudnih laporjev in drobno zrnatih kremenovih peskov s precej sljude. Peski so delno že rahlo sprijeti. V laporjih so povsod pogostni ostrakodi, medtem ko so školjke (*Congerina* sp., *Dreissensia* sp., *Limnocardium* sp.) in drobni polži le redki. Ostrakodi *Herpetocypris abscissa* (Reuss), *Lineocypris reticulata* (Mehes), *Lineocypris fahrioni* Turnovsky in *Cyprideis* sp. dokazujejo srednjepanonsko starost. Zgornjeapanonske plasti in verjetno delno tudi srednjeapanonske plasti so bile na tem ozemlju bržkone odstranjene, tako da ležita mlajši prod in ilovica diskordantno na preostalem panonu. Južna meja srednjeapanonskih sedimentov poteka danes v približno ravni črti med južnim koncem Brežic in Dobovo, kajti zajeda v teraso severno od Mosteca je mlajšega nestanka. Zelo verjetno segajo te plasti do preloma, ki poteka nekje ob Savi. Panonski skladi tonejo ob robu terase proti severu pod mlajše prodne in ilovnate naplavine.

Razmere med Brežicami in Šentlenartom na zahodu in Velikim Obrežem ter Kapelami na vzhodu kažejo, da je pas srednjeapanonskih plasti severno od Save precej širok. Severno od njega zginejo srednjeapanonske plasti v večjo globino. Kaže, da leži med na novo najdenimi pliocenskimi plastmi severno od Save in gričevnatim svetom približno nad črto Artiče—Globoko—Župelevec precej globoko pogreznjena gruda. Na njej so ostali zgornjeapanonski sedimenti, debeli nad 120 m in šele te pokrivata mlajša prod in ilovica. Če drži ta domneva, potem se je gruda pogrezala po odložitvi zgornjeapanonskih plasti, medtem ko je sledila južno od nje daljša doba denudacije.

Manj verjetno se mi zdi, da je pas z ohranjenimi zgornjeapanonskimi sedimenti le dno kadunje in da le-ti skladi ne bi bili odloženi na robovih kadunje.

A CONTRIBUTION TO THE STRATIGRAPHY OF THE NORTHEASTERN PART OF KRŠKO POLJE

A belt of Middle Pannonian strata runs between Šentlenart and Veliki Obrež parallel to the southern margin of the higher terrace in northeastern part of Krško polje (eastern Slovenia). It consists of grey clayey marls with few flakes of mica, of sandy mica marl, and of finegrained quartz sand containing a considerable amount of mica. The sand is already slightly cemented. Ostracoda occur frequently in the marly beds, while the shells of mussels and of small snails can be only rarely found. The fauna consists of the following forms: *Congerina* sp., *Dreissensia* sp., *Limnocardium* sp., small snails, *Herpetocypris abscissa* (Reuss), *Lineocypris fahrioni* Turnovsky, *Lineocypris reticulata* (Mehes), *Lineocypris* sp., and *Cyprideis* sp.

The Ostracoda characterize the Middle Pannonian.

The Upper and probably also the Middle Pannonian strata were already removed in this area, so that the younger gravel and loam lie unconformably upon the remaining Middle Pannonian beds. The southern border of the Middle Pannonian strata runs now in an approximately straight line between the southern edge of Brežice and Dobova villages. It is possible that these here found strata reach even farther in the direction towards the Sava river. The Middle Pannonian strata disappear towards the north at the margin of the terrace, under younger gravel and loam.

The geologic conditions between Brežice and Šentlenart in the west, and Veliki Obrež and Kapele in the east, show that this belt of Pannonian strata in the north of the Sava river must be rather broad. In the north of it, the Middle Pannonian strata disappear into a greater depth. According to the data obtained by drilling made near the road Brežice-Zupelevec, some 100 metres from the point where a road diverges towards Globoko village, the Middle Pannonian strata appear only at a depth of between 136 and 293 m. Above them a stratum of the Upper Pannonian is preserved. It seems that there is a rather deep geologic graben between the recently found Middle Pannonian strata in the north of the Sava river and hills situated approximately N of the line Artiče-Globoko-Zupelevec. The remaining Upper Pannonian sediments with a thickness of more than 120 m. are preserved above it, and only these have been covered by loam and gravel. The Upper Pannonian strata were deposited before the graben had submerged. Simultaneously there was a long period of denudation in the area between Brežice and Veliki Obrež.

Less probable seems the presumption that the belt of Upper Pannonian strata represents the basis of the former syncline and that these strata were deposited only in it.

The section made by Winkler needs a larger number of corrections for the Brežice basin area.

LITERATURA

Heritsch, F. — Seidl, F., 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. — Mitt. der Erdbeben-Kommission, Neue Folge, 55, Akad. d. Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, Wien.

Pleničar, M. — Ramovš, A., 1954, Geološko kartiranje severo-vzhodno od Brežic. Geologija 2, Ljubljana.

Rijavec, L., 1955, Mikropaleontološki profil vrtine Krško polje 1, Ljubljana (Poročilo v rokopisu v arhivu Geološkega zavoda v Ljubljani).

Tornquist, A., 1918, Das Erdbeben von Rann an der Save, vom 29. Jänner 1917. Mitt. der Erdbeben-Kommission, Neue Folge, 52, Akad. d. Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, Wien.

Winkler-Hermaden, A., 1957, Geologisches Kräftespiel und Landformung. Springer-Verlag, Wien.

HIPURIT IZ KREDNEGA APNENCA PRI POSTOJNI

Mario Pleničar

Z 1 sliko med tekstem in z 2 slikama v prilogi

Geolog Rado Gospodarič, asistent pri Inštitutu za raziskovanje krasa SAZU v Postojni, je našel spomladi 1961 v krednem apnencu ob vozni poti na Sovič, ki se odcepi od ceste k Postojnski jami, lepo ohranjenega hipurita. Ker je fosil le delno gledal iz kamenine, ga je moral Gospodarič skoraj celega izpreparirati. Primerek mi je prepustil v določitev, za kar se mu lepo zahvaljujem. Hipurit je last Inštituta za raziskovanje krasa SAZU v Postojni in je tamkaj tudi shranjen. Ker je spodnja lupina skoraj v celoti ohranjena, zgornja pa delno, je bilo mogoče hipurita točno določiti. Gre za vrsto

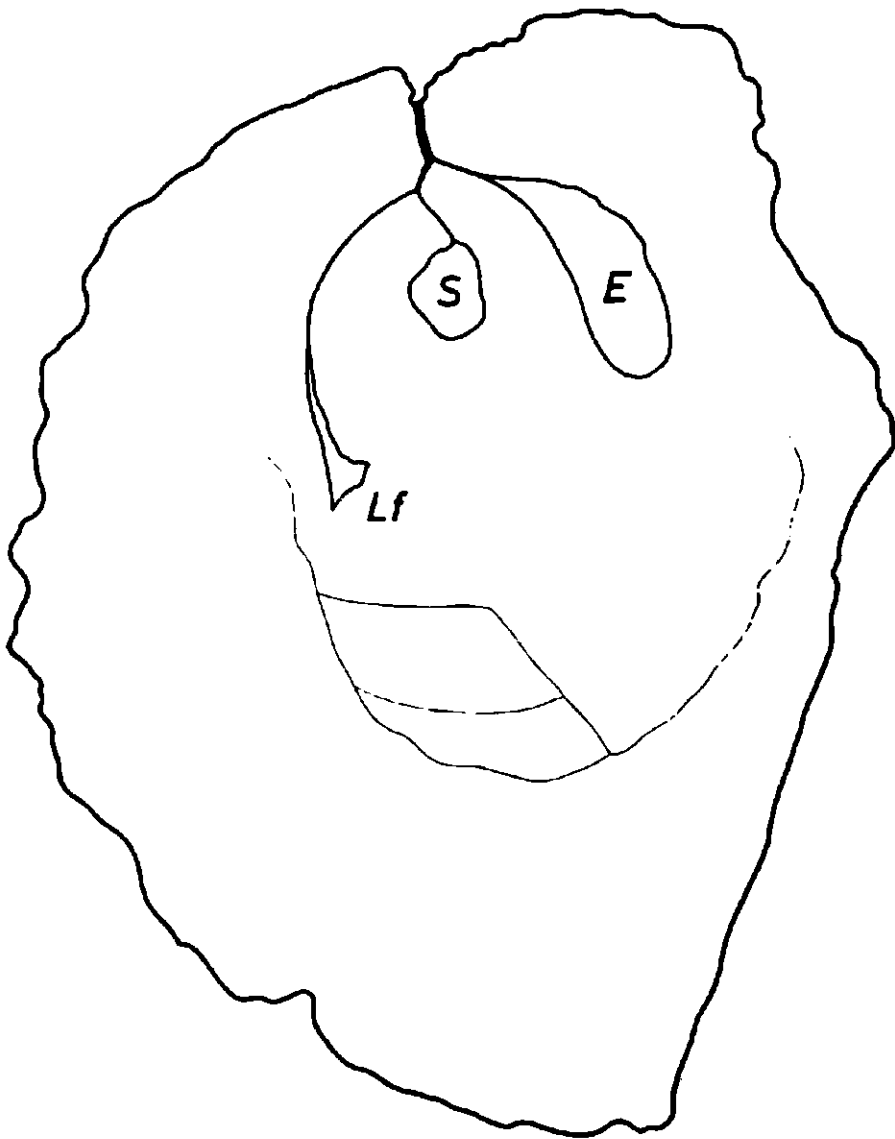
Hippurites giordanii Pirona

- 1880 Pirona, Sopra un particolare modificazione dell'apparato cardinale di un Ippurite, Estr. del vol. XXI delle Memorie dell'Istituto veneto di scienze lettere ed arti, Venezia, tav. 1, fig. 2.
- 1890 H. giordanii, Douvillé, Etudes sur les Rudistes, Mém. S. G. F., Paléont., Mém. No. 6, p. 28, fig. 16.
- 1921 Klinghardt, F., Rudisten IV, (tabla X, sl. 6—9).
- 1932 Kühn, O., Fossilium catalogus, I. Animalia, Fasc. 54, Rudistae. Berlin.

Naš primerek se močno ujema s Klinghardtovim (1921) opisom. Spodnja lupina je skledasta in se navzgor naglo širi. Zunanja plast je tanka in na njej se vidijo prirastne linije, ki potekajo zelo pravilno. Notranja plast je izredno debela. Na zunanji strani lupine je mogoče videti ligamentno gubo le na spodnjem delu lupine. Napravili smo prečni presek čez spodnjo lupino nekako 5,5 cm pod robom lupine. Na preseku je mogoče opazovati ligamentno brazdo, ki je enako kot na Pironovi sliki (1880) povezana s sifonalno cono in ni samostojna kot pri Klinghardtovem primerku. Zaradi tega se tudi slika veznega kompleksa na prečnem preseku naše spodnje lupine sklada s sliko Pironovega primerka (1880, tab. 1, fig. 2).

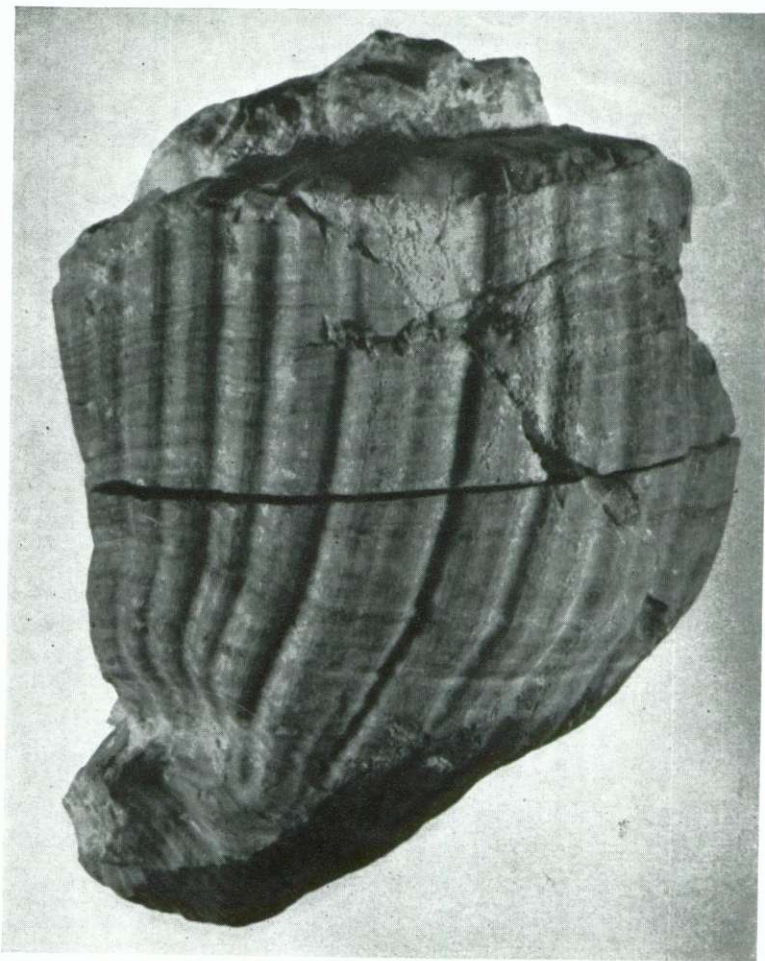
Škržni in analni stebriček ležita blizu drug poleg drugega in škržni stebriček E je daljši kot analni.

Ostali sklepní elementi, kot mišični odtiski in preseki zob, so le nejasno vidni v kalcitni masi, ki zapolnjuje spodnjo lupino. Zgornja lupina



1. sl. Prečni presek spodnje lupine vrste *Hippurites giordanii* Pirona; presek je napravljen 5,5 cm pod robom lupine; naravna velikost

Fig. 1. Transversal section of the lower shell of species *Hippurites giordanii* Pirona; section is made 5,5 cm under margin of shell; natural size



2. sl. *Hippurites giordanii* Pirona; spodnja lupina; $\frac{3}{4}$ naravne velikosti
(foto Štajer)

Fig. 2. *Hippurites giordanii* Pirona; the lower shell; $\frac{3}{4}$ natural size



3. sl. *Hippurites giordanii* Pirona, spodnja lupina; pogled od spodaj;
L = ligamentna guba; ca. $\frac{3}{4}$ naravne velikosti (foto Štajer)

Fig. 3. *Hippurites giordanii* Pirona; the lower shell; view from under part;
L = ligament fold; ca. $\frac{3}{4}$ natural size

je pri našem primerku slabo ohranjena in je težko povedati o njej kaj točnega.

Dimenzije primerka: višina spodnje lupine 17 cm,
širina spodnje lupine 14 cm,
širina prirastnih linij 1 do 2 mm,
širina podolžnih reber 7 do 9 mm.

Kamenina, v kateri je bil primerek najden, je svetlo siv apnenec. Klinghardtov primerek je bil najden v mastrihtu pri Maniagu v severni Italiji, Pironov primerek pa izvira iz psevdokredne breče z Monte Lauer nad Subiton v Furlaniji. Po Klinghardtju je ta hipurit vodilen za mastriht. Potemtakem kredni apnenec z vznožja Soviča pri Postojni in tudi apnenec pri vhodu v Postojnsko jamo pripada zgornjemu delu senona. Da pripada kredni apnenec zahodno od Postojne vsaj delno res zgornjemu senonu, dokazuje tudi več vzorcev iz krednih plasti v okolici Belskega, v katerih je Šribarjeva določila naslednjo mikrofavno: *Orbitoides* sp., *Orbitoides* cf. *tissoti* Schlumberger in miliolide.

HIPPURITES FROM CRETACEOUS LIMESTONE NEAR POSTOJNA

Author has determined a Hippurites found by assistant Rado Gospodarič near the Postojna Cave. The specimen is kept in the collections of the Inštitut za raziskovanje krasa SAZU in Postojna. It belongs to species *Hippurites giordanii* Pirona. The shape of the good preserved lower shell corresponds generally with Klinghardt's example from Maniago in northern Italia. Its transversal section, however, resemble the Pirona's example from Furlanija. As *Hippurites giordanii* Pirona is leading fossil of the Maestrichtian, the Cretaceous strata near entrance of the Postojna Cave belong to Upper Senonian. This stratigraphic position of mentioned beds is confirmed by foraminifer *Orbitoides* cf. *tissoti* Schlumberger determined by Ljudmila Šribar.

PSEVDOSILJSKI SKLADI V OKOLICI ZAGORJA

Dušan Kuščer

Geološka starost dolomitov in apnencev na temenu trojanskega antiklinorija paleontološko še ni bila ugotovljena. Zato so jim razni raziskovalci pripisovali različno starost. Nekateri so jih v celoti postavljali v anizično stopnjo, povečini pa so domnevali, da segajo tudi znatno više v triado.

Ta slabo utemeljena korelacija dolomitov trojanskega antiklinorija z mlajšimi stopnjami srednje ali celo zgornje triade je terjala razlago za domnevno večkratno menjavanje faciesov srednje triade v Posavskih gubah. Na severni strani trojanskega antiklinorija je srednja triada v psevdosiljskem faciesu, na temenu trojanskega antiklinorija nastopajo dolomiti domnevno enake starosti kot psevdosiljski skladi, na južni strani trojanskega antiklinorija spet psevdosiljski facies in končno v litijskem antiklinoriju ponovno dolomitni facies srednje triade.

Winkler (1923, 206) je razvil na podlagi tega širokopotezno krovno teorijo Posavskih gub, po kateri naj bi bili dolomitni vrhovi trojanskega antiklinorija tektonske krpe velikega krovnega nariva, s katerim naj bi bil narinjen prvotno južneje ležeči srednjetriadni dolomit proti severu na območje psevdosiljskega faciesa srednje triade. Zaradi kasnejših tektonskih deformacij narinjenega pokrova in sledeče denudacije se je ob severnem robu laško-zagorskega terciarja pokazala prvotna psevdosiljska podlaga na površini.

Rakovec (1950) je pokazal, da geološka zgradba zahodnega dela Posavskih gub ne dovoljuje take širokopotezne tektonske interpretacije, ker tam ni sledov nekega velikega enotnega nariva. Obdržal pa je Winklerjevo korelacijo dolomitov in apnencev trojanskega antiklinorija z mlajšimi triadnimi stopnjami. Dva pasova psevdosiljskih skladov ob straneh trojanskega antiklinorija je skušal razložiti z različno sedimentacijo na območjih današnjih antiklinorijev in sinklinorijev. Nastajanje tektonskih struktur Posavskih gub naj bi segalo torej nazaj do ladinske dobe (Rakovec, 1950, 14). Kasneje naj bi dolomitni masivi trojanskega antiklinorija ob nekakšni gravitacijski tektoniki prišli v neposreden kontakt s psevdosiljskimi skladi in karbonom.

Pri ponovnem geološkem kartiranju zagorskega terciarnega sinklinorija in njegove neposredne okolice smo na nekaterih mestih ugotovili, da leže psevdosiljski skladi konkordantno na dolomitih. Posebno jasno je to mogoče opazovati ob novi cesti Trbovlje—Zagorje in na južni strani raz-

valin Gamberka. Ker je vsaj spodnji del psevdofiljskih skladov na tem območju nedvomno wengenske starosti, ne more biti dolomit pod njimi mlajši od anizične stopnje. Označevali ga bomo torej kot mendolski dolomit. Tudi za dolomit na vrhovih trojanskega antiklinorija ni dokazov, da bi bil mlajši od anizične stopnje. Zato odpadejo vse zamotane tektonske sinteze Posavskih gub. Trojanski antiklinorij nima nobene krovne zgradbe. Vsi dolomitni vrhovi na njegovem temenu so iz mendolskega dolomita in nobenega razloga ni, da bi za mlajše, že denudirane triadne oddelke domnevali drugačen facies, kot ga opazujemo na območju, ki leži neposredno severno in južno. Preden je denudacija dosegla današnjo stopnjo, so torej psevdofiljski skladi prekrivali vse ozemlje trojanskega antiklinorija.

Za takšno razlago govori tudi petrografska sestava prodnikov v spodnjeterciarnih plasteh zagorskega sinklinorija, t. j. v spodnesoteških plasteh («talnini») in v govških plasteh. Skoraj vsi prodniki v teh plasteh so iz psevdofiljskih kamenin: keratofirjev, drob in v manjši meri iz skrilavcev. Če bi bilo neposredno severno zaledje terciarnega sinklinorija sestavljeno iz triadnih dolomitov in apnencev, kot predpostavljata Winkler in Rakovec, bi moralo biti v omenjenih prodnatih plasteh znatno več karbonatnih kamenin. Ker so pa te plasti sestavljene skoraj izključno iz psevdofiljskih prodnikov, nam to dokazuje, da je bil trojanski antiklinorij v času sedimentacije spodnjeterciarnih plasti v zagorskem sinklinoriju še bolj ali manj sklenjeno pokrit s psevdofiljskimi skladi.

V petrografski sestavi mlajših terciarnih prodnatih plasti se nam odraža postopna denudacija sosednjih antiklinorijev. Prodnati vložki laških plasti imajo povečini prodnike mendolskega dolomita. Peščenih in keratofirskih prodnikov v njih skoraj ni več, kar kaže, da so bili psevdofiljski skladi med njihovo sedimentacijo že denudirani z večjega dela trojanskega antiklinorija. Ponekod pa nastopajo v teh plasteh že posamezni prodniki gródenskega peščenjaka, ki dokazujejo, da je denudacija sosednjega antiklinorija takrat dosegla paleozojsko podlago.

Proti jugu postajajo psevdofiljski skladi hitro tanjši in se v bližini južnega roba zagorskega terciarnega sinklinorija izklinijo. V litijskem antiklinoriju jih dobimo le še redkokje in v majhni debelini, tako n. pr. med Trbovljami in Jazmami ter v komaj 10 m debelem vložku sredi dolomita južno od Kisovca ob cesti Zagorje—Senožeti. Še dalje proti jugu ni v vsej triadi od werfenskih skladov do dachsteinskih apnencev nobenih skladov, ki bi bili podobni psevdofiljskim. Ponekod je vsa srednja in zgornja triada dolomitna in apnena, kot n. pr. v profilih med Hrastnikom in Kumom. Drugod pa dobimo sredi med triadnimi dolomiti vložke rdečih peščenih skrilavcev, ki jih je Teller (1907) kartiral kot werfenske sklade. Ker pa nastopajo ti rdeči skrilavci v sredi med triadnimi dolomiti in ker jih skoraj povsod spremljajo zelene tufske kamenine, je bolj verjetno, da so tudi te kamenine srednje triadne starosti, torej približno stratigrafski ekvivalent psevdofiljskih skladov.

Dolomiti in rdeči peščeni skrilavci srednje triade v litijskem antiklinoriju so nastajali vsekakor v plitvejšem morju kot črni skrilavci psevdofiljskih skladov. Proti jugu se torej na območju litijskega antiklinorija že

približujemo obrežju srednjetriadnega morja, ki se nam še dalje proti jugu na Kočevskem in v Gorskem Kotaru kaže v transgresiji rdečih rabeljskih skladov na paleozoik (K o c h , 1933).

PSEUDOZILIAN BEDS FROM THE ZAGORJE AREA

In the northern and central parts of Sava folds the Ladinian stage consists of black shales named by Teller as Pseudozilian strata. This formation occurs in two parallel belts separated by a 5 km. wide core of the Trojane anticlinorium consisting mainly of Carboniferous shales. In several places these Carboniferous beds are overlain by dolomite of considerable thickness. It was thought earlier that this dolomite could be at least partly of the same age as the Pseudozilian shales and it was supposed that there a great dislocation might exist between both kinds of beds. Winkler (1923) based upon the relations of the two facies his theory of the nappe structure of Sava folds. Rakovec (1950), on the other hand, explained the occurrence of dolomitic and shaly rocks in several parallel belts as originating due to a primarily different sedimentation.

During the new mapping of Zagorje Tertiary synclinorium the author observed the normal superposition of dolomite and Pseudozilian shales in considerable distances. It is exposed especially along the new Trbovlje—Zagorje road on the southern side of the Gamberk castle ruins where dolomite, lying under the Wengen Pseudozilian strata, represents the Anisian stage and can be considered as Mendola dolomite. The younger age than Anisian can not be proved either for the dolomite forming in some sections the crest of Trojane anticlinorium. Thus all proofs are given against the decken-structure of the Sava folds region as advocated earlier. Before the recent step of denudation the whole region of Trojane anticlinorium had been covered by Pseudozilian beds.

LITERATURA

K o c h , F., 1933, Tumač geološkim kartama »Sušak—Delnice« i »Ogulin—Stari trg«. Povremena izdanja geol. inst. kralj. Jugoslavije, Beograd.

R a k o v e c , I., 1950, O nastanku in pomenu psevdoziljskih skladov. Geografski vestnik, XXII, Ljubljana.

T e l l e r , F., 1907, Geologische Karte der österr.-ungar. Monarchie, SW-Gruppe, Nr. 93, Cilli—Ratschach, Wien.

W i n k l e r , A., v. Hermeden, 1923, Über den Bau der östlichen Südalpen. Mitt. d. geol. Ges. Wien, XVI, Wien.

MIKROSKOPIRANJE – POMOČ V FLOTACIJI

Erika Dragar-Grobelšek

S 3 slikami v prilogi

Zaradi čimboljšega izkoristka Pb in Zn iz izkoppine rudnika Mežica rudo oplemenitijo v težkotekočinski separaciji in flotirajo. Pri tem uporabljajo skoraj izključno fizikalne ločitvene metode, tako da se posamezni minerali kemično ne spremenijo. Problem težkotekočinske separacije je v tem, da se zaradi različne mineraloške sestave in količinskih odnosov mineralov v posameznih kosih rude spreminja specifična teža. Težave v flotaciji pa nastopajo zaradi različnih sposobnosti mineralov za flotiranje.

Skoraj 10 % celokupnih rudnih zalog pripada tipu rude, v kateri nastopa galenit v obliki impregnacij (1. sl.). Rudna telesa s takšno rudo so navadno izredno velika, kar je zelo ugodno za mehanizacijo odkopavanja. Najvažnejše pri tem pa je, da nas v mnogih primerih privedejo do prav bogatih rudnih koncentracij. Zato je potrebno rešiti problem predelave impregnacijske rude v težkotekočinski separaciji kljub nizki specifični teži.

Težave v flotaciji so nastopile tudi pri sfaleritni rudi iz Tople. Zato smo to rudo mikroskopsko analizirali, najprej v surovem stanju, nato pa še njene posamezne flotacijske produkte, ker same kemične analize ne dajejo zadostnih podatkov za flotiranje.

Cilj mikroskopiranja je bil, kvantitativno določiti minerale, preiskati strukturo vzorcev, velikost zrn, notranje in zunanje lastnosti posameznih zrn in agregatov in, kar je najvažnejše, proučiti stopnjo oksidacije rudnih mineralov ter njihove zraslosti. Za mikroskopiranje smo iz različnih kosov impregnacijskih rud izdelali več obruskov, zbruskov in preparatov za opazovanje z ultramikroskopom.

Ugotovili smo, da so v impregnacijski rudi zrna galenita, ki nastopajo v kalcitu, čista, nezrasla in neoksidirana. Na kontaktu med dolomitiziranim apnencem in kalcitom je navadno žila sfalerita, markazita in galenita. Zrna vseh treh mineralov so različno velika in tesno zrasla med seboj. V dolomitiziranem apnencu pa so različno velika galenitna zrna delno zrasla z jalovino, ki jo preprezajo lasne razpoke, zapolnjene z zrnci sfalerita, markazita in galenita s tesno zraslostjo. Največji odstotek zraslosti v obrusku impregnacijske rude je bil za galenit 59,6 % in za sfalerit 86,8 %. Sfalerit je zelo zrasel, a ga je izredno malo; pri flotiranju ga lahko zanemarimo.

Rezultati mikroskopskih raziskav impregnacijskih rud nam povedo, da moramo pred procesom v težkotekočinski separaciji rudo drobiti, ker se s tem poveča njena diferenciacija na zrna z relativno veliko in majhno specifično težo. Za predelavo impregnacijske rude v flotaciji je potrebno mletje do 50μ .

Pri rudnih vzorcih iz Tople smo pri mikroskopskem pregledu v odbojni svetlobi takoj opazili, da so zrna sfalerita izredno drobna in tesno zrasla z jalovino in piritom (2. sl.). To predstavlja veliko oviro pri flotiranju. Minerali jalovine niso flotoaktivni. Zaradi tega ima galenitno ali sfaleritno zrno premajhno flotoaktivno površino in potone — flotiranje je nepopolno. Večina sfaleritnih zrn ima velikost 10 do 30μ . Zato je potrebno intenzivnejše drobljenje, da se izognemo zraslim kosom rude.

3. slika nam predstavlja zdrobljen material rude, opazovan z ultrapakom. Nadaljnja mletja smo prav tako mikroskopsko analizirali in opazili, da so pri dimenzijah med 5 in 6μ (z maks. premerom 15μ) zrna najlepša, zaobljena in nezrasla. Pri teh dimenzijah materiala smo dosegli najlepši izkoristek.

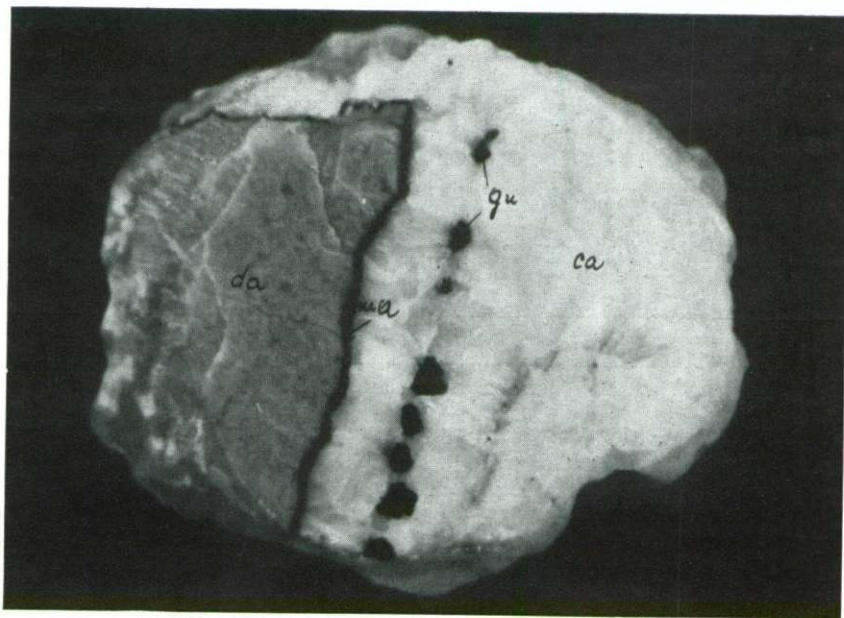
Iz navedenih podatkov vidimo, da so problemi v flotaciji rudnika Mežica v glavnem v zvezi z izredno disperznostjo sfalerita in tesno zraslostjo rudnih mineralov z jalovino ter s stopnjo oksidacije galenita in sfalerita v posameznih rudnih revirjih centralne jame. Zadnjemu faktorju — oksidaciji rudnih mineralov — bi morali posvetiti v prihodnosti pozornost zaradi boljšega izkoristka v flotaciji.

To kratko poročilo naj bi pokazalo možen učinek skupnega dela med rudno mikroskopijo in flotacijo. Vidimo, kako važni so za inženirja-floterja podatki, dobljeni pri mikroskopiranju, da doseže čimboljši izkoristek. Po podatkih rudne mikroskopije smo pri oplemenitenju odstranili že mnoge nerazumljive pojave.

ERZMIKROSKOPIE — HILFE DER AUFBEREITUNG

In der Aufbereitung des Bleibergwerkes Mežica kommt hie und da zu »ärgerlichen« Erscheinungen bei der Flotation von Zinkblende (Bild 2) und in der Separation bei Bleiglanz (Abb. 1). Die Aufbereitung bedient sich fast ausschließlich physikalischer Trennmethode, sie ändert also die chemische Beschaffenheit der einzelnen Mineralien nicht. Durch die chemische Analyse allein läßt sich nicht in allen Fällen eine eindeutige Aussage über den Aufbereitungsvorgang gewinnen, deshalb wurden die Erzproben der mikroskopischen Untersuchung unterworfen.

Es wurde bewiesen, daß die problematischen Erscheinungen in der Separation bei Bleiglanz und Flotation von Zinkblende der Erzverwachsungen und geringer Korngröße zuzuschreiben sind (Abb. 2 und 3). Die Oxydation der Erzminerale ist sehr gering, daß wir deren Einfluß bei der Flotation vernachlässigen können.

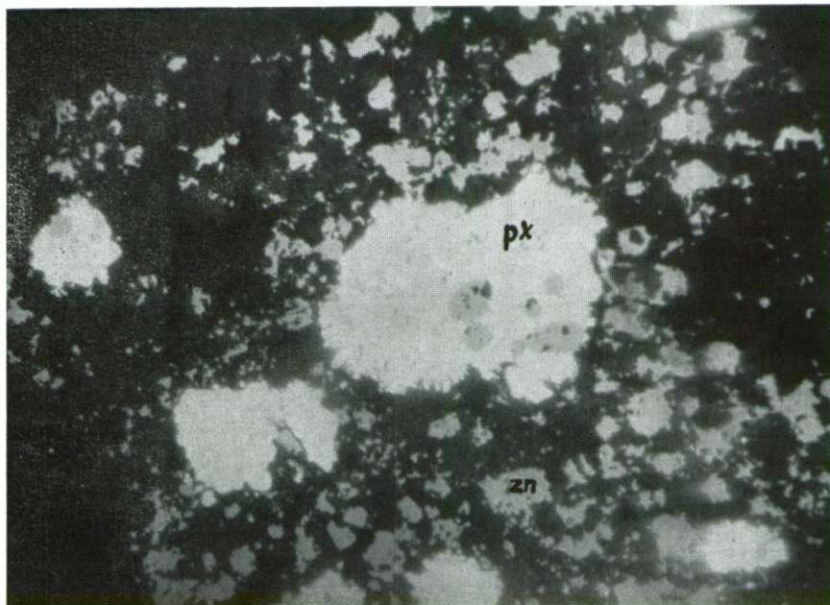


1. sl. Impregnacijska svinčeva ruda iz Mežice.

da — dolomitiziran apnenec, ca — kalcit, gn — galenit, ma — markazit.

Abb. 1. Imprägnationsbleierz von Mežica.

da — dolomitisierte Kalkstein, ca — Kalkspat, gn — Bleiglanz, ma — Markasit.



2. sl. Mežica—Topla. Drobno zrnat sfalerit (zn) zrasel s piritom (px) in jalovino (j). Odb. svetloba, oljna imerzija, 50 × povečano.

Abb. 2. Mežica—Topla. Verwachsung von feinkörniger Zinkblende (zn) mit Pyrit (px) und Gangart (j). Auflicht, Ölimmersion, 50 ×.



3. sl. Mežica—Topla. Zraščanje sfalerita (zn) z dolomitom (d) v flotacijskem materialu. Ultropak, 200 × povečano.

Abb. 3. Mežica—Topla. Verwachsung von Zinkblende (zn) mit Dolomit (d) im Flotationsmaterial. Ultropak, 200 ×.

Dieser Bericht soll dem Außenstehenden zeigen wo und wie sich die Erzmikroskopie und Aufbereitung wechselweise helfen können, daß sie zum beiderseitigen Ziel — zur besseren Ausbeute kommen können.

LITERATURA

Dragar-Grobelšek, E., 1960, Mikroskopska analiza žlindre visoke in bobnaste peči topilnice svinca v Žerjavu. Rud.-met. zbornik, 4, Ljubljana.

Faker, W., Mikroskopie der Metallhütten-Schlacken. Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Frankfurt am Main.

Freund, H., 1954, Handbuch der Mikroskopie in der Technik, 3, II, T₂, Frankfurt am Main.

Ramdohr, P., 1950, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin.

Stilwell & Edwards, 1949, A minegraphic study of mattes and speisses from Post Pirie smeltus, Austr. Inst. of Min. and Metall.

Winchell, A. N., 1958, Elements of optical mineralogy, New York.

RAZVOJ MLAJŠEGA PALEOZOIKA PRI SELCIH

Anton Ramovš

V neposredni bližini Selc mlajšepaleozojski skladi doslej niso bili znani. Severno, vzhodno in zahodno od vasi so na *K o s s m a t o v i* geološki karti Škofja Loka in Idrija (1:75.000) drobniki in različni skrilavci starejšega paleozoika, južno od Sorc pa razen teh še devonski apnenci in dolomiti. Karbonski skladi se pokažejo šele južno od pasu drobnikov in skrilavcev med Dolenjo vasjo in Spodnjo Golico. Po *K o s s m a t u* spada ozemlje okoli Selc v drobniško cono, ki ji pripadajo razen drobnikov tudi apnenci in skrilavci (*K o s s m a t* 1910, 83 do 86).

Karbon. Južno od Selc imajo karbonski skladi približno enak obseg, kot ga kaže *K o s s m a t o v a* geološka karta. Lepo so razgaljeni na stari poti iz Selc v Golico in se pokažejo kmalu nad aluvialnimi naplavinami Sore. Spodaj prevladujejo sivi in modro sivi sljudni glinasti skrilavci in peščeni skrilavci. So močno dislocirani, večkrat zgneteni in na več krajih celo spremenjeni v modro sivo ilovico. Bliže Spodnji Golici se pokažejo tudi sivi in rjavkasti kremenovi peščenjaki v različno debelih ploščah in povečini drobno zrnati kremenovi konglomerati. Južno od Spodnje Golice je precej debelo zrnatih kremenovih konglomeratov, med katerimi ni peščenjakov. Konglomerati sestojе skoraj iz samih kremenovih zrn, le tu in tam so vmes kosi modro sivega glinastega skrilavca.

Zaradi močne dislociranosti skladov ni mogoče natančneje ugotoviti, v kakšnem zaporedju so se usedali skrilavci, peščenjaki in konglomerati, in kolikokrat se je sedimentacija menjala. Kaže, da so najstarejši glinasti skrilavci, ki prehajajo navzgor v drobno zrnate kremenove peščenjake in se z njimi sprva še menjavajo. Šele kasneje je prevladala sedimentacija drobno zrnatih in debelo zrnatih kremenovih konglomeratov, ki so debeli več deset metrov. Kosi glinastih skrilavcev v njih kažejo, da so bili nekje, ne posebno daleč, na kopnem tedaj že karbonski glinasti skrilavci. Karbonski skladi so brez fosilnih ostankov. Po sedanjem poznavanju jih uvrščamo v srednji del karbonske dobe kot ekvivalent »hochwipfelskega karbona« v Karnijskih Alpah.

Javorniški skladi (uralij) manjkajo, če je seveda ves »hochwipfelški karbon« res le iz srednjega dela karbonske dobe; njegova starost še vedno ni natanko določena.

Perm. V okolici Selc ni spodnjepermskih kamenin, trogkofelskih apnencev in trbiške breče, ki manjkajo tudi drugod v Loških in Polhograjskih hribih in v Posavskih gubah.

Med srednjepermskimi plastmi so le grödenski skladi. Pokažejo se na več krajih, vendar povsod le kot majhne krpe ali samo kot sledovi v dislokacijski coni med karbonskimi in mlajšimi kameninami. Največ jih je jugozahodno od lesenega mostu čez Soro na poti iz Selc v Dolenjo vas. Stisnjeni so med zgornjepermske (žažarske) sklade in triadne plasti, na severovzhodu pa sežejo do aluvialnih naplavin.

Sled grödenskih skladov je nato blizu zgornjega konca steze iz Selc v Spodnjo Golico, zahodno od višinske kote 502 m.

Nekoliko več grödenskih plasti je jugozahodno od višinske kote 502 m in so lepo razgaljeni ob novi cesti v Spodnjo Golico.

Grödenski skladi sestojijo povsod iz vijolično rdečih glinastih skrilavcev, peščenih skrilavcev in kremenovih peščenjakov. Manj je srednje debelih kremenovih konglomeratov. Nekaj je vmes tudi zelenkastih kamenin. Skrilavci so običajno drobno zgubani, zgneteni in marsikje že spremenjeni v vijolično rdečo ilovico. Stratigrafsko zaporedje skrilavcev, peščenjakov in konglomeratov zaradi izredne dislociranosti ni nikjer vidno. Gotovo je le, da skrilavci prevladujejo in da prehajajo v skrilave peščene plasti.

V najmlajši perm spadajo žažarske plasti, razgaljene južno od Selške Sore jugojugozahodno od Selc ob novi cesti v Spodnjo Golico. So močno dislocirane in leže med grödenskimi in werfenskimi skladi. Morda je ob njih tudi nekaj mlajšemezozojskih kamenin. Od grödenskih skrilavcev proti werfenskim plastem so razgaljeni naslednji žažarski skladi:

a) Modro siv skladnat in ploščast apnec z belimi kalcitnimi žilicami. Plasti so zdaj debelejše zdaj tanjše; pozamezne se celo izklinjajo. Med apnenimi skladi je nekaj blede vijolično sivih lapornih skrilavcev različne debeline. Tudi apneni skladi imajo ob sosednjih skladih vijolične lapornoglinene prevleke ali tanke pole; debelina okoli 15 m.

b) Črn ploščast in skladnat apnec z belimi kalcitnimi žilicami. Vmes so črni lapornoglineni skrilavci in glineni apnenci. Debelina okoli 2 m.

c) Ploščast in skladnat modro siv apnec z vmesnimi polami črnega in rdečkastega lapornoglinenega skrilavca. Debelina kakih 5 m.

d) Precej dislociran ploščast apnec z vložki skrilavca; debelina približno 4 m.

e) Črn skladnat in ploščast apnec z belimi kalcitnimi žilicami; vmes so črni glineni laporji in skrilavci. Debelina okroglo 8 m.

f) Močno dislociran temno siv in črn, delno skladnat delno ploščast apnec. Vmes so blede vijolični laporji in skrilavci. Širina blizu 30 m.

g) Nagubani, delno sivi delno blede sivo vijolični laporni skrilavci. Vmes so plošče belo žilnatega apnenca in drobne pole črnega glineno-lapornega skrilavca. Debelina približno 5 m.

h) Zelo dislociran in zdrobljen siv dolomit in dolomitna breča. Debelina nekako 20 m.

Zgornjepermske sklade pokrivajo sivi werfenski laporni skrilavci in temno sivi ploščasti apnenci, ki se menjavajo s skrilavci. Vanje je vri-

njenega nekaj zgornjepermskega črnega ploščastega apnenca s črnim glinastim skrilavcem v obliki svoda.

V žažarskih skladih so fosilni ostanki razmeroma redki. Makrofavna še ni znana. V apnencih in laporjih so ponekod pogostne apnene alge, redke so drobne foraminifere in ostanki pecljev morskih lilij. Večina apnenцев in laporjev vsebuje le skromne fosilne ostanke, ki so vrh tega še slabo ohranjeni.

Apnenci z menjavajočimi se laporji in skrilavci pripadajo apneni seriji skladov s favno južnotirolskega in indoarmenskega tipa Loških in Polhograjskih hribov, in sicer horizontu s številnimi apnenimi algami, foraminiferami, belerofoni, briozoji in ostanki iglokožcev. Zelo verjetno je v vrhnjih apnenih skladih zastopan horizont z žveplenimi gomolji, čeprav le-teh nismo našli. Za horizont s številnimi apnenimi algami in drugimi okamcninami so značilni tudi vijolično rdeči glineni laporji, ki so bedisi kot samostojne plasti, ali pa sestavljajo tanke prevleke po apnenih skladih in ploščah. Prav take razmere najdemo v omenjenem horizontu v Polhograjskih hribov. Vijolično rdeče laporne in glinene plasti karakterizirajo mlajše zgornjepermske plasti tudi v gorovju Bükk in pri kraju Nagyvisnyo na Madžarskem. Dolomite nad apnenimi skladi smemo uvrstiti v vrhno, to je apnenodolomitno serijo žažarskih skladov Loških in Polhograjskih hribov, vendar jih pri Selcih ni mogoče podrobneje razčleniti.

DEVELOPMENT OF THE YOUNGER PALAEOZOIC AT SELCA VILLAGE (NW SLOVENIA, NW YUGOSLAVIA)

The Middle Permian and the Upper Permian strata have been discovered at Selca village (about 12 km. NW of Škofja Loka town). In K o s s m a t ' s geologic map we find indicated that in this area there occur graywacke and various shales from the Lower Palaeozoic, and Devonian limestones and dolomites. The Upper Palaeozoic has been known to be represented by the Carboniferous strata only.

These Carboniferous strata belong to the so-called "Hochwipfel Carboniferous" (the Middle Carboniferous). Gray and bluish-gray micaceous clay shales and sand shales prevail in their lower part. Their upper part is built up of gray and brownish quartz sandstone and generally fine grained conglomerate. South of the Spodnja golica village coarse grained quartz conglomerate and sandstone alternate with each other. Quartz gravel is prevalent in conglomerate including also few pieces of bluish-gray clay shale which come from the lower part of the Carboniferous strata.

Owing to strong dislocation of beds it is impossible to determine the sequence of the sedimentation of shales, sandstones and conglomerates. Clay shales seem to be the oldest strata here; upwards they are followed by fine grained quartz sandstones with which they initially alternate. The upper part consists of generally quartz conglomerate which already includes pieces of clay shale. So far no fossil remains have been found in these strata.

As much as it has been ascertained till now there are no Upper Carboniferous Auernig strata in this area.

It seems that the Rattendorfer strata (Lower Permian), the Trogkofel limestone, and the Tarvis breccia (Middle Permian) had not been deposited in this area. The Permian does not begin earlier than with the Gröden strata consisting of violet-red, more rarely of greenish clay shales, sand shales, and quartz sandstone. Quartz conglomerate is less frequent. These Gröden strata occur in a small remain only in a belt of a strongly dislocated zone between the Palaeozoic and the Mesozoic strata. Usually they are compressed and crushed.

Dark-gray and black stratified and platy limestones and marly limestones with intercalated black and reddish clayey marls and marly shales belong to the Upper Permian. In the upper part of the Upper Permian we find a gray dolomitic breccia. Calcareous algae are very frequent in limestones and marls, less frequent are small foraminifers and remains of crinoids. The newly discovered Upper Permian strata are equivalent to the limestone beds from the hills of Škofja Loka and Polhov Gradec including fauna of the Indoarmenian and Southern Tyrolese types (the middle part of the Žažar strata); dolomites and breccia on the other hand are equivalent to the dolomitic beds of the same area (the uppermost part of the Žažar strata).

LITERATURA

Kossmat, F., 1910, Erläuterungen zur Geologischen Karte Bischoflack und Idria. Wien.

NEKAJ PROBLEMOV O GRÖDENSKIH SKLADIH NA SLOVENSKEM

Anton Ramovš

Na Slovenskem so grödenski skladi na površju v Karavankah, v Loških in Polhograjskih hribih, na Cerkljanskem, v okolici Idrije, v Posavskih gubah, na Kočevskem in na Gorjancih. Običajno se pokažejo le kot manjše krpe ali ožji pasovi, nekoliko večji obseg imajo samo v Loških hribih, in sicer v okolici Škofje Loke in Žirov.

V Karavankah so grödenski skladi najlepše razgaljeni v Dolžanovi soteski nad Tržičem. Tam prehaja trbiška breča v pisan apnenčev konglomerat, ki se menjava z rdečimi skrilavimi plastmi. Konglomerat sestoji iz temno sivih, belih, rožnatih in rdečih apnenih prodnikov, ki so trdno zlepljeni s temno rdečim skrilavo peščenim vezivom. Vmes je tudi nekaj kremenovih prodnikov in črnih lilitnih prodnikov. Navzgor slede plasti pisanega kremenovega konglomerata, ki vsebuje tudi temno rdeče in zelene porfirne prodnike. Tak konglomerat je značilen za spodnji del grödenskih plasti. V Dolžanovi soteski ga pokrivajo rdeči skrilavci in peščenjaki. V višjem delu grödenskih skladov je debelejša cona sivih in belih kremenovih peščenjakov, ki prehajajo ponekod v kremenov konglomerat. Grödensko skladovno serijo zaključujejo v Dolžanovi soteski rdeči skrilavci in peščenjaki (Teller 1903, 11, 12). V omenjenem profilu imamo potemtakem postopen prehod iz trbiške breče v grödenske plasti, ki jih pokrivajo sivi zgornjepermski dolomiti.

Tudi drugje v Karavankah imamo v spodnjem delu grödenskih skladov grobo klastične tvorbe: pisane konglomerate in breče. V vrhnjem delu tega horizonta pa se pisane skrilave plasti menjavajo z dolomitnimi polami in tako postopno prehajajo v belerofonske sklade (Teller 1896, 77—79).

Na ozemlju med Krasom in Julijskimi Alpami je Kossmat ugotovil rdeče peščenjake in kremenove konglomerate brez fosilnih ostankov. Skladi ustrezajo grödenskimi plastem v Južnih Alpah. Po Kossmatovih dognanjih pa manjkajo mlajšekarbonski skladi, fuzulinski apnenci (= javorniške plasti), schwagerinske plasti (= rotnoveški skladi) in trokofelski apnenci; perm se tu začinja, kot kaže, s transgresijo (1906, 262).

Kasneje je razen teh dognanj pomembna Kossmatova ugotovitev, da na ozemlju Loških in Polhograjskih hribov, Cerkljanskega in idrijske okolice ni sledu o permskem kremenovem porfirju. Grödenski skladi sestojijo iz rdečih in belih kremenovih peščenjakov z nekaj sljude in kremenovih konglomeratov, ki jih spremljajo temno rdeči peščeni sljudni skrilavci (1910, 23, 24).

V istem letu piše K o s s m a t (K o s s m a t & D i e n e r 1910, 278) o grödenskih plasteh v razpravi o belerofonskem apnencu na Kranjskem. Kot že poprej tudi tokrat omenja navidezno konkordanco med karbonskimi skrilavci in rdečimi in belimi kremenovimi konglomerati in kremenovimi peščenjaki in pisanimi, povečini rdečimi peščenimi, sljudnimi skrilavci. Po K o s s m a t u so lahko med grödenskimi klastičnimi kameninami tudi plasti, ki bi ustrezale verrucanu Južnih Tirolov, to so plasti, starejše od porfirjev. Ker na Kranjskem ni fuzulinskega in schwagerinskega apnenca, je lahko vrzel med rdečimi kameninami (Rotliegendebildungen) in podlago večja, kot je naprej proti severu.

Na Kočevskem uvrščamo med grödenske sklade kremenove konglomerate in peščenjake ter glinaste skrilavce, ki leže na karbonskih skladih (G e r m o v š e k). Prehodne plasti v spodnjem in vrhnjem delu grödenskega horizonta nam niso znane, pa tudi ostalih permskih horizontov na Kočevskem doslej še niso ugotovili.

Pri Mrzli Vodici na Hrvaškem so našli v srednjeperskih skladih tudi amonitno favno. Plasti ustrezajo po stratigrafskem položaju grödenskim skladom v Južnih Alpah (H e r i t s c h 1940, 311). Zveza med temi plastmi in med grödenskimi skladi na Kočevskem še ni znana.

V Karnijskih Alpah je ugotovil H e r i t s c h (1936, 89) transgresijo grödenskih skladov na različno stare plasti: na hochwipfelske in nassfeldske plasti, na trbiško brečo in dimonsko serijo plasti, v Ziljski dolini pa na kristalinik in čajnski karbon.

V Julijskih Alpah* niso grödenski skladi nikjer razgaljeni (R a k o v e c 1951, 111). R a k o v e c sklepa zaradi njihove velike razširjenosti v južnem delu Vzhodnih Alp, da so bili odloženi tudi na ozemlju današnjih Julijskih Alp. Domneva tudi, da je pripadalo ozemlje današnjih Julijskih Alp pred sedimentacijo grödenskih skladov kopnemu.

Ni izključeno, da so grödenski skladi v Julijskih Alpah razkriti kje v okolici Kranjske gore, kjer omenja T e l l e r (1910, 172) nad zgornjekarbonskimi skrilavci in peščenjaki »bunte Gesteine der permischen Schichtfolge«. Prav tako pa je mogoče, da imamo tam namesto grödenskega horizonta neoschwagerinske sklade. V tem delu Julijskih Alp ni bilo novčjših raziskovanj in ne moremo še reči, kateri facialni razvoj je bil tam v zgornjem delu srednjega perma.

Vzhodno od kranjskogorskega paleozoika najdemo v Julijskih Alpah permske sklade še v okolici Bleda in Bohinjske Bele, kjer jih je T e l l e r odkril v letih 1906 in 1907. Po njegovih ugotovitvah naj bi bili tam zgornjekarbonski, permokarbonski in permški skladi, med katerimi prevladujejo svetli do dimnato sivi permokarbonski apnenci (1907, 16, 1908, 17). T e l l e r ne navaja na tem prostoru grödenskih skladov, omenja pa pisane apnenčeve konglomerate. Na podlagi skromne favne je H e r i t s c h (1938, 78) ugotovil trogkofelsko starost apnencev v okolici Bohinjske Bele in Bleda.

* Del vsebine o Julijskih Alpah je povzet po članku: Prispevek k stratigrafiji srednjega perma v Julijskih Alpah iz leta 1955, ki je ostal v rokopisu.

Tudi drugi avtorji (Kossmat, Härtel, Winkler-Hermaden, Velters, Šuklje, Dolar-Mantuani, Grimšičar), ki mimogrede omenjajo blejski paleozoik, ne navajajo grödenskih plasti na blejskem prostoru, temveč samo karbonske, permokarbonske oziroma trogkofelske sklade.

V Julijskih Alpah nimamo trbiške breče (Rakovc 1951, 111). Tudi »belerofonskih« skladov v okolici Bohinjske Bele in Bleda doslej ne poznamo, pač pa so tam na površju werfenske plasti, ki naj bi po Šukljetu (1939, 96) ležale na karbonskih skladih. Iz takih razmer bi mogli razbrati dolgo dobo denudacije v tem delu Julijskih Alp, v kateri bi bili tudi grödenski skladi že odstranjeni, če bi bili seveda odloženi.

Pri raziskovanjih v zadnjih letih pa se je pokazalo, da so stratigrafske razmere pri Bledu in Bohinjski Beli drugačne kot so pisali starejši raziskovalci. Tamkajšnji apneneci in sive apnenčeve breče pripadajo neoschwagerinskim skladom in so zgornjeweordske starosti (Ramovš 1955, Kochansky-Devidé in Ramovš 1955).

Skupaj z neoschwagerinskimi skladi najdemo tudi pisane breče, ki sestoje ponekod iz bolj ali manj zaobljenih apnenčevih prodnikov. Kosi in drobci so sivi, rožnati ali rdečkasto rjavi; v njih so tu in tam zelo redki fosilni ostanki. V tej kamenini doslej še nismo ugotovili rdečih skrilavih plasti in kremenovih prodnikov, ki jih poznamo v prehodnem pisanem apnenčevem konglomeratu v Dolžanovi soteski. Po petrografski sestavi se breča nič ne loči od trbiške breče v Karavankah, kateri zelo verjetno tudi pripada. Vendar najdemo tudi med grebenskimi neoschwagerinskimi skladi brečast drobno zrnat konglomerat z rdečkastim vezivom in bogato neoschwagerinsko favno (Kochansky-Devidé in Ramovš 1955). Zato bo šele obdelava fosilnih ostankov v breči pokazala njeno pravo starost. Če je ta breča res ekvivalent trbiške breče, bi pričakovali nad njo glede na stratigrafski razvoj v Karavankah in Karnijskih Alpah pisane klastične grödenske sklade. Vendar teh na ozemlju med Bledom in Bohinjsko Belo ni, marveč pripadajo vrhnjemu delu srednjega perma neoschwagerinski skladi, ki so časovni ekvivalent grödenskih plasti.

Na skrajnem vzhodnem delu Julijskih Alp potemtakem ne moremo pričakovati grödenskih skladov, ker se je tod odlagalo v zgornjem delu srednjega perma apneno blato, iz katerega so nastali neoschwagerinski skladi. Salska orogenetska faza torej ni odprla povsod na ozemlju današnjih Julijskih Alp po odložitvi trogkofelskih apnenecv sedimentacijskega prostora grödenskim klastičnim sedimentom, kot je poudaril Heritsch (1940, 312), pač pa je segalo vsaj na današnji blejski prostor morje z neoschwagerinsko in verbeekinsko favno. Podrobna raziskovanja v kranjskogorskem paleozoiku in zahodno od tam bodo pokazala, ali imamo tam razvit facies neoschwagerinskih ali facies grödenskih skladov. Ena ali druga ugotovitev bo dala važen prispevek k razjasnitvi paleogeografskih razmer na celotnem prostoru Julijskih Alp, rezultati pa bodo kažipot za nova raziskovanja v Karavankah in Karnijskih Alpah.

Porfirni prodniki v spodnjem delu grödenskih skladov v Dolžanovi soteski (Karavanke) kažejo, da so bili verjetno lavni izbruhi v starejšem permu tudi nekje v Karavankah. Porfirne ostanke bo treba poiskati v

spodnjem delu grödenskih skladov tudi drugod v Karavankah. Zelo pomembno bo tam ugotoviti permske magmatske kamnine in njihov položaj med ostalimi permскими stratigrafskimi horizonti.

V Loških in Polhograjskih hribih, v Posavskih gubah in na Kočevskem manjkajo rotnoveški skladi (spodnji perm), trogkofelski apnenci in trbiška breča (srednji perm). Ni še pojasnjeno, ali sploh niso bili odloženi, ali so bili le delno odloženi, pa so bili kasneje v celoti odstranjeni. Ugotoviti bo treba še, ali se je začela na tem ozemlju sedimentacija grödenskih plasti takrat kot v Karavankah ali morda že prej. V Karavankah že poznamo v spodnjem delu grödenskih skladov porfirne prodnike in tamkajšnji grödenski skladi ustrezajo grödenskimi skladom v Južnih Tirolih, ki leže nad bocenskimi porfirjem. V Loških in Polhograjskih hribih bo treba ugotoviti, ali vsebujejo grödenske plasti v bazalnem delu porfirne prodnike ali jih tam ni. Domnevam, da utegnejo biti tudi na tem ozemlju. Potrditev te domneve pa bo povedala, da so grödenski skladi Loških in Polhograjskih hribov časovni ekvivalent tistim v Dolžanovi soteski in v Južnih Tirolih, da torej niso tudi ekvivalent starejših srednjeperskih skladov (trogkofelskih apnencev in trbiške breče). Na obeh ozemljih bi se potemtakem vseskozi istočasno sedimentirali grödenski skladi.

Nadaljnja raziskovanja na Slovenskem bodo morala razjasniti nakažane probleme, njihova rešitev pa bo dala prispevek k razjasnitvi paleogeografskih razmer v vrhnjem delu srednjega perma.

SOME PROBLEMS CONNECTED WITH THE GRÖDEN STRATA IN SLOVENIA

In Slovenia Gröden strata occur in Karavanke, in the hills of Škofja Loka and Polhov Gradec, in the Cerkno area, in the surroundings of Idrija, in the Sava folds, in the Kočevje region, and in the Gorjanci mountains. They usually appear in small patches and in narrow belts, yet they are somewhat more extensive in the hills of Škofja Loka, especially in the surroundings of Škofja Loka town and of Žiri village.

The article gives a survey of the development of Gröden strata in Slovenia, pointing at the same time to some unsolved problems which can be summarized as follows: no Gröden strata have been found in the Julian Alps. The discovery of Neoschwagerinian strata (Upper Word) in the surroundings of Bled and Bohinjska Bela disproves the supposition that Gröden strata had been deposited in the eastern part of the Julian Alps. In this area Neoschwagerinian strata had been deposited during the upper part of the Middle Permian. Thus after the deposition of the Trogkofel limestones the Salian orogenetic phase did not open free place everywhere in the area of the present day Southern Alps to clastic Gröden sediments as this was maintained by Heritsch. A sea containing the Neoschwagerinian and Verbeekininian fauna must have reached instead at least into the area of Bled and Bohinjska Bela. Detailed investigations of the Permian from the surroundings of Kranjska gora and west of it

will show whether there is a facies of Neoschwagerinian strata or a facies of Gröden strata in the western part of Julian Alps. Either the one or the other solution can represent an important contribution to the clarification of palaeogeographic conditions in the whole area of Julian Alps, and its result will point the way to new researches in the areas of Karavanke and of the Carnian Alps.

In Slovenia Gröden strata show a most complete development in the Dolžan gorge (Karavanke). We can find here in the lower part of the Gröden strata even large porphyrite pebbles which point to probable eruptions of lava during the Lower Permian somewhere in the area of the present day Karavanke. It will be necessary to search for porphyrite pebbles in the corresponding strata from other places in the Karavanke mountains. Furthermore it will be very important to establish the Permian magmatic rocks and their situation among other Permian stratigraphic horizons.

No Rattendorfer Strata (Lower Permian), Trogkofel limestones, and Tarvis breccia (Middle Permian) can be found in the hills of Škofja Loka, in the Sava folds, in Gorjanci mountains, and in the Kočevje area. So far it has not been possible to establish whether these had not been deposited at all, or whether they had been partly deposited and later completely removed. It will also be necessary to establish whether in this area the sedimentation of Gröden strata took place simultaneously with its sedimentation in the Karavanke, or whether it occurred earlier. It will be necessary to determine whether in this area, too, porphyrite pebbles occur in the basal strata, or not. I presuppose that they do. If this supposition can be proved, then we must consider these Gröden strata to be temporally equivalent to the Gröden strata from the Karavanke and from the South Tirol.

A very important study will also be the determination of the connection between the Gröden strata from the Kočevje area and the Middle Permian rocks (micaceous clay-slates, sandstones, and conglomerates) that occur at Mrzla Vodica (Western Croatia) and which contain important ammonites.

LITERATURA

- Germovšek, C., 1961, Novi podatki o mladopaleozojskih in sosednjih mezozojskih skladih južno od Kočevja. *Geologija* 7, Ljubljana.
- Heritsch, F., 1936, Die Karnischen Alpen. Graz.
- Heritsch, F., 1938, Die stratigraphische Stellung des Trogkofelkalkes. *Neues Jb. f. Min. etc., Beil.-Bd. 79 B.*, 63—186, Stuttgart.
- Heritsch, F., 1940, Das Mittelmeer und die Krustenbewegungen des Perm. *Jb. Univ. Graz*, 1, 305—338, Graz.
- Kochansky-Devidé, V. in Ramovš, A., 1955, Neoschwagerinski skladi in njih fuzulinidna favna pri Bohinjski Beli in Bledu. *Razprave pripr. razr. Slov. akad. znan. in umetn.*, 3, 359 do 424, Ljubljana.
- Kossmat, F., 1906, Das Gebiet zwischen dem Karst und dem Zuge der Julischen Alpen. *Jb. Geol. R. A.*, Wien.
- Kossmat, F., 1910, Erläuterungen zur Geologischen Karte Bischoflack und Idria. 101 S., Wien.

Kossmat, F. und Diener, C., 1910, Die Bellerophonkalke von Oberkrain und ihre Brachiopodenfauna. A. Verbreitung und Lagerung der Bellerophonkalke im Süden der Julischen Alpen. Jb. Geol. R. A., 277—288, Wien.

Rakovec, I., 1951, K paleogeografiji Julijskih Alp. Geogr. vestnik 23, 109 do 135, Ljubljana.

Ramovš, A., 1955, Die Neoschwagerinenschichten in den Julischen Alpen. Neues Jb. f. Geol. und Paläontol., Mh., 455 do 457, Stuttgart.

Suklje, F., 1939, Geološke bilješke s karte »Radovljica« (1:75.000). Godišnjak Geol. inst. kr. Jugoslavije, 1938, 96 do 97, Beograd.

Teller, F., 1896, Erläuterungen zur Geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen, 202. S., Wien.

Teller, F., 1903, Exkursion in das Feistritztal bei Neumarkt in Oberkrain. Führer zum IX. internat. Geologenkongress zu Wien, 1—27, Wien.

Teller, F., 1907, Jahresbericht des Direktors. Verh. Geol. R. A. 1907, 16, Wien.

Teller, F., 1908, Jahresbericht des Direktors. Verh. Geol. R. A. 1908, 17, Wien.

Pripravljeno za tisk l. 1955. Glej Objave univ. v Ljubljani, št. 10, 72, Ljubljana 1958.

O MLAJŠEPALEOZOJSKIH IN SOSEDNIH MEZOZOJSKIH SKLADIH JUŽNO OD KOČEVJA

† *Cveto Germovšek*

Z 2 slikama med tekstom

V letih 1950 do 1953 smo geološko preiskovali nepropustne plasti na Kočevskem. Pregledali smo zgornjekredne plasti v okolici Rdečega kamna in Starega loga (Germovšek, 1953), mlajšepaleozojske sklade južno, oziroma jugovzhodno od Kočevja, in sosednje mezozojske sklade.

Paleozojski skladi prihajajo na dan na Šibju, vzhodno od Kočevja in v okolici Banje loke.

Šibje

Šibje je nizek greben med Mozljem in Knežjo lipo, severno od ceste, ki pelje iz Kočevja v Črnomelj. Razteza se v dinarski smeri. Osrednji del je sestavljen iz niza gričkov, visokih okoli 630 m, ki so ostanki močno razrezane mlajšepliocenske izravnave. Najvišje se dviga v 673 m visokem vrhu Siši. Proti jugovzhodu Šibje skoraj neopazno prehaja v južno pobočje grebena Špaga, proti severozahodu pa v kočevsko ravnino.

Šibje je iz nepropustnih kamenin in ima zato normalno rečno mrežo. Vodni tokovi so kratki; takoj ko priteče voda na dolomite, izgine običajno že po nekaj metrih pod zemljo. Vsaka struga se konča v dolomitu ali v apnencu s ponorom.

Apnenec in dolomit sta enako ukrašena. Zelo močnega razvoja kraških pojavov v dolomitu si ne moremo razlagati le z veliko tektonsko razdrobljenostjo. Večji del Temenice teče prav tako po zdrobljenem dolomitu enake sestave, vendar tam voda ne ponikne. Kočevski dolomit je verjetno tako močno ukrašen predvsem zaradi sorazmerno zelo nizke erozijske baze.

Okolici Šibja dajejo značilno sliko številne vrtače dolomitnega ozemlja, zlasti še, če jih primerjamo z normalno rečno mrežo Šibja. Nekatere vrtače so zelo velike in imajo v premeru preko 100 m. Večidel niso razvrščene v določenih smereh, ampak jih najdemo zelo na gosto po vsem ozemlju. Morfologijo terena dobro ponazorujeta že imeni Pekel in Jame, s katerima označujejo domačini ozemlje jugovzhodno od Rajndola, med Šibjem in cesto. Vrtache se širijo prav do mlajšepaleozojskih oziroma rabeljskih plasti. Ob severovzhodni meji mlajšepaleozojskih skladov so vrtače razvrščene v dinarski smeri in kažejo potek dinarsko usmerjenega preloma.

Površje nad dolomitom in apnencem ločimo že po obliki golic. Dolomitna tla označujejo nizke, neizrazite golice. Na apnenčevem terenu pa se

pojavnjajo najraznovrstnejše skalne oblike in celo skalni grebeni, kar je odvisno od bolj ali manj čistega apnenca. Pri svetlo sivem apnencu so na njih močno razvite škraplje.

Okolica Banje loke

Tudi v okolici Banje loke je v morfološkem pogledu velika razlika med površjem nad mlajšepaleozojskimi skladi. Vendar so mlajšepaleozojski skladi tu povečini v nižjih delih kot mezozojske kamenine.

Glavna morfološka značilnost te okolice je globoka dolina Potoka s strmimi pobočji, ki so v nižjih delih predvsem iz mlajšepaleozojskih skladov, v višjih pa iz triadnih dolomitov in jurskih apnencev.

Zelo značilna je tudi dolina Kolpe, ki je nastala zaradi počasnega dviganja ozemlja, po katerem teče. Njen tok je ostal kljub kraškemu svetu površinski, ker je bilo dviganje počasno in ker ima Kolpa veliko vode.

Podoben tok Potoka pa je ostal površinski zaradi nepropustnih mlajšepaleozojskih skladov na dnu doline.

V območju Banje loke so številne bolj ali manj izrazite izravnave; najobsežnejša je v višini okoli 550 m. Višje izravnave so že močno denudirane in so kot planotasti griči in terase v pobočjih višjih hribov. Nižje izravnave so v glavnem le terase na pobočjih dolin Potoka in Kolpe. Griča sta danes le Jastrnik, visok 525 m, in Kostel, visok 405 m.

Mlajši paleozoik

Mlajšepaleozojski pas Šibja, ki se začne 500 m vzhodno od Mozlja in 200 m južno od Kočarjev, se vleče v širini nekaj 100 m do največ 1 km med Kačjim potokom in Rajndolom do Knežje lipe. Le med Studenim in Rimskim se krajevno zoži na nekaj 10 m. Petrografsko ga razdelimo v tri dele, ki prehajajo drug v drugega.

Najnižji del sestavljajo peščeni muskovitni skrilavci brez apnene pri-mesi, ki prehajajo v kremenove muskovitne skrilave peščenjake.

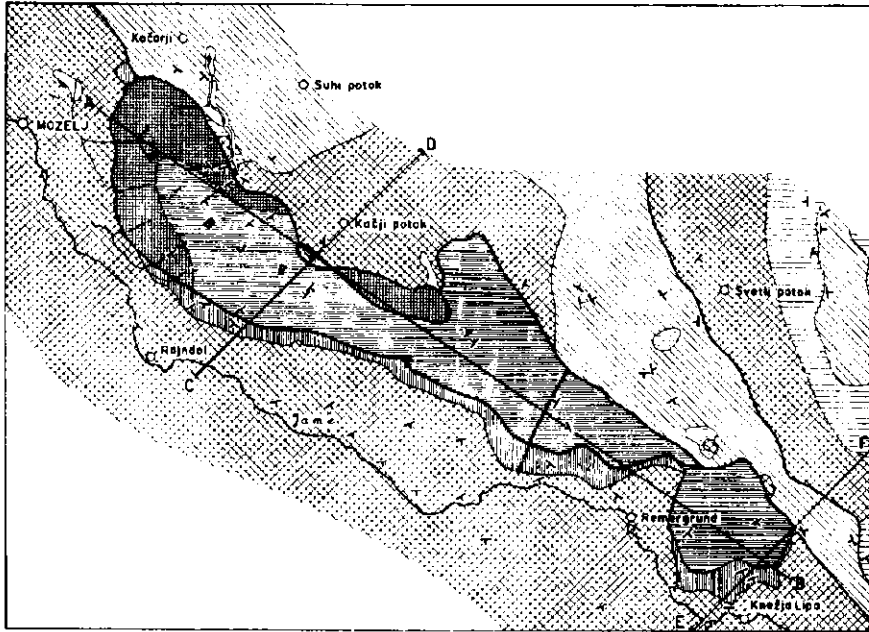
Peščeni skrilavci so zelo drobno zrnati in temno sivi, redkeje modro sivi. Vsebujejo veliko sljude, zlasti po ploskvah skrilavosti. Razmeroma redko dobimo med njimi vložke črnih glinastih skrilavcev, katerih debelina zelo redko preseže 1 m. Črni skrilavci se koljejo v tanke lističe. Navadno so brez sljude, le redko so ploskve skrilavosti posejane s prav drobnim muskovitom in sericitom.

Skrilavci hitro preperevajo, postanejo svetlejši in ponekod rjavkasti. Končni produkt preperevanja je temna, redko nekoliko peščena glina.

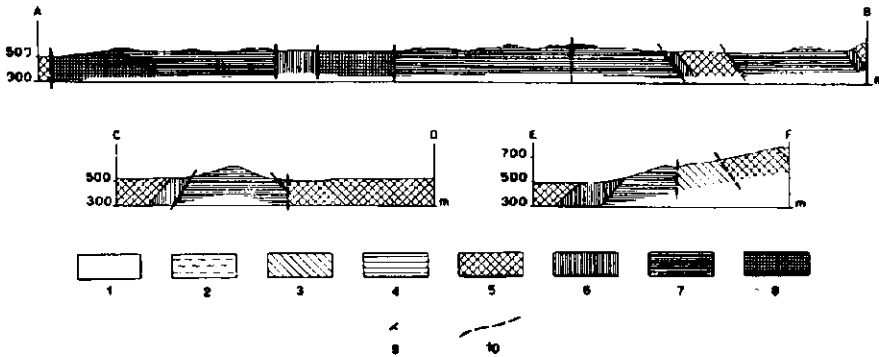
Skrilavci zavzemajo obrobni severozahodni del mlajšepaleozojskega ozemlja. Na jugovzhodnem delu niso več strnjeni, temveč so le kot vložki v višjem peščenem horizontu.

Peščene skrilave tvorbe prehajajo navzgor v sive goste kremenove peščenjake. Na svežem prelomu so svetlo sivi do belo sivi. Prepereli deli so rumeni, ker so skoraj vedno nekoliko limonitizirani. Svež peščenjak je zelo trden, preperel postane sipek; končna stopnja preperevanja je pesek.

Peščenjak je bolj ali manj skladovit, kar opazimo le v nepreperelih delih, to je le na dnu grap, kjer voda neprestano odnaša preperino. Poleg



500 0 500 1000 1500



1. sl. Geološka karta okolice Šibja

Fig. 1. Geologic map of the Šibje hills area

1 — holocenski prod, 2 — holocenska ilovica, 3 — jurski apnenc, 4 — liadni dolomit, 5 — zgornjetriadni dolomit, 6 — rabeljski skrilavec, 7 — permški peščenjak in konglomerat, 8 — permški peščen skrilavec, 9 — smer in vpad plasti, 10 — prelom

1 — Holocene gravel, 2 — Holocene loam, 3 — Jurassic limestone, 4 — Liassic dolomite, 5 — Upper Triassic dolomite, 6 — Rabelj shale, 7 — Permian sandstone and conglomerate, 8 — Permian sandy shale, 9 — Strike and dip of beds, 10 — Fault

kremenovih zrn s povprečnim premerom okoli 1 mm ima nekaj glinaste primesi. Navadno vsebuje tudi precej velike lističe muskovita.

V nižjih legah so med belo sivim peščenjakom pole modro sivega in zelo trdnega drobno zrnatega kremenovega peščenjaka.

Peščenjak vsebuje številne rastlinske ostanke, predvsem ostanke stebel, redkeje listov. Ostanke so zogleneli in tako nejasni, da jih ni mogoče določiti.

Više narašča število večjih kremenovih zaobljenih zrn. Peščenjak zvezno prehaja v konglomerat, ki je najmlajši paleozojski sediment na tem območju. V zgornjih delih peščenjaka so pole konglomerata in obratno, v konglomeratu pole peščenjaka. Kremenovi prodniki so beli in sivi, njihov premer je pretežno manjši kot 1 cm. Največji prodniki imajo premer 1,5 cm, le izjemoma do 5 cm. Redko dobimo prodnike peščenjakov in skrilavcev. Vezivo je peščeno, povečini iz kremenovih zrn. Med njimi najdemo tudi muskovit. Barva je odvisna od stopnje limonitizacije.

Zaradi večje odpornosti in trdnosti je konglomerat osrednjega, najvišjega dela Šibja v veliki meri pripomogel, da erozijsko delovanje tekoče vode še ni popolnoma izravnalo mlajšepaleozojskega izdanka

Pri Banji loki so mlajšepaleozojski skladi močno podobni kameninam na Šibju. Vendar kremenovega muskovitnega peščenjaka tu ne moremo ločiti od skrilavega peščenjaka. Pač pa se da omejiti večje izdanke konglomerata, ker je njegov prehod v peščenjak manj postopen kot na Šibju.

Vzhodno od Novih sel in Banje loke je iz mlajšepaleozojskih skladov levo pobočje doline Kolpe od višine 215 m do 450 m. Nastopajo samo peščenjaki in skrilavci. Poseben geološki položaj ima grič Kostel, ki je iz mezozojskih apnencev in dolomitov.

Mlajši paleozoik se pokaže še na obeh straneh doline Potoka. Sestavlja ga v glavnem kremenov muskovitni peščenjak. Okoli naselja Spodnji potok je Potok na dolžini nekaj 100 m urezal svojo strugo v mlajšepaleozojski kremenov konglomerat. Sestav ima enak kot na Šibju. Kremenovi prodniki so tu večji, pogosto so debeli kot pest, dosežejo pa tudi premer preko 1 dm.

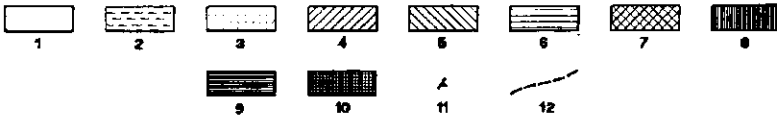
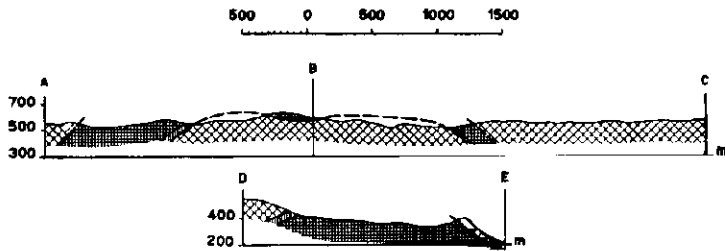
Pri Srednjem potoku severno od Banje loke se mlajšepaleozojski pas razcepi. Južni pas je iz skrilavih peščenjakov in se razteza v širini od 100 do 300 m v alpski smeri do Jesenkovega vrha. Tu se na videz zopet razcepi v dva ozka pasova, ki se nadaljujeta na listu Cerknica 4. Severni pas ima

2. sl. Geološka karta okolice Banje loke

Fig. 2. Geologic map of the Banja loka village area

1 — kvartarni prod in pesek, 2 — kvartarna glina, 3 — grušč, 4 — svetlo siv jurski apnenc, 5 — temno siv jurski apnenc, 6 — triadno-liadni dolomit in apnenc, 7 — zgornjetriadni dolomit, 8 — rabeljski skrilavec, 9 — permški konglomerat, 10 — permški peščenjak in skrilavec, 11 — smer in vpad plasti, 12 — prelom

1 — Quaternary gravel and sand, 2 — Quaternary clay, 3 — Scree, 4 — Light grey Jurassic limestone, 5 — Dark grey Jurassic limestone, 6 — Triassic-Liassic dolomite and limestone, 7 — Upper Triassic dolomite, 8 — Rabelj shale, 9 — Permian conglomerate, 10 — Permian sandstone and shale, 11 — Strike and dip of beds, 12 — Fault



dinarsko smer. V začetku je razgaljen na širini 500 do 600 m. Zahodno od Mošenika pa ga je več in se širi na dolžino več km na območje lista Cerknica 4. Poleg skrilavih in masivnih peščenjakov najdemo tu še konglomerate, ki grade, podobno kot na Šibju, višja pobočja in vrhove gričev, n. pr. Mošenika (752 m) in Malca Mošenika (700 m).

Za razumevanje tektonike je zelo važna golica mlajšepaleozojskih skladov iz skrilavih peščenjakov pri Pucu.

Vsi starejši avtorji (Lipold, Stache, Protzen, Uršič) so bili edini v tem, da pripadajo mlajšepaleozojski skladi na Kočevskem karbonu oziroma tako imenovanim ziljskim skladom. Vsi so jih pač primerjali s karbonskimi skladi Posavskih gub. Na Vetttersovi geološki karti Avstrije in sosednjih dežel (1933) so skrilavo-peščene plasti Šibja označene kot permokarbon. Žurga (1938) omenja v svojem kratkem geološkem opisu Dolenjske okoli Knežje lipe karbonske, permske in werrfenske sklade. Leto kasneje navaja Simončič (1939) karbonske in permske plasti na Kočevskem.

Vettters in kasnejši avtorji so začeli primerjati te sklade z mlajšepaleozojskimi skladi Gorskega Kotara. Vogl (1913) je našel pri Mrzli Vodici v litološko podobnih usedlinah spodnjepermsko favno. Zato je Koch (1929—1935) na svojih geoloških listih Gorskega Kotara in Velebita označil velik del mlajšega paleozoika z imenom permokarbon. Tudi Hinterlechner (1917) omenja, da so spodnjepermski skladi severno od Izlak močno podobni zgornjekarbonskim, in se meja med njimi težko potegne.

Kakor dosedanji raziskovalci, tudi mi nismo našli določljivih fosilnih ostankov. Paleontološkega dokaza o starosti mlajšepaleozojskih plasti na Kočevskem torej nimamo; pač pa moremo njihovo starost s precejšnjo gotovostjo določiti na podlagi Salopekovih del (1942, 1949, 1952) o mlajšem paleozoiku Gorskega Kotara in Velebita. Litološko jih moremo primerjati z zgornjim delom permskih skladov pri Mrzli Vodici kakor tudi pri Gerovem in Tršču. Torej pripadajo verjetno grödenskimi skladom. Morebiti sega spodnji del peščenih skrilavcev kočevskega mlajšega paleozoika še v spodnji perm.

Rabeljske plasti

Nad permskimi skladi leže z erozijsko in tektonsko diskordanco pisani klastični rabeljski sedimenti, ki so jih prej uvrščali v spodnjo triado. Najdemo le skromne denudacijske ostanke usedlin, ki so nekdaj pokrivala ves permski pas.

Ob severovzhodni meji permskih skladov sta le dve majhni krpi rdečih lapornodolomitnih tvorb pri Kočarjih in Kačjem potoku, ob jugozahodni meji perma pa se le-te pojavljajo strnjeno. Začenjajo se severno od Rajndola in se širijo v dinarsko usmerjenem, 100 do 200 m širokem pasu do Rimskega. Severno od Knežje lipe se nadaljujejo v približno 200 m širokem in 1 km dolgem pasu v alpski smeri.

V vseh golicah je petrografski razvoj rabeljskih plasti podoben. Vendar nimajo vsi členi enake debeline, nekateri se celo izklinijo. Severno od

Rajndola so v najnižjem rabeljskem horizontu mehki svetlo rdeči glinasti in laporasti peščenjaki z muskovitom. Muskovita je zlasti mnogo na ploskvah skrilavosti, vendar ga ne manjka tudi med drobnimi kremenovimi zrnci in glinasto ali laporno vezjo. Peščenjaki močno preperevajo in razpadajo v rdečkasto peščeno ilovico. Litološko so močno podobni wernfenskim skladom. Vendar jih nisem uvrstil mednje, ker smo prav take, peščenjake našli vzhodno od tod na mnogih krajih kot konkordantne vložke med tipičnimi rabeljskimi skladi.

Višji horizont rabeljskih skladov, ki doseže debelino več 10 m, sestoji iz rdeče vijoličnega lapornega dolomita. Med plasti lapornega dolomita so vložene plasti navadnega svetlo sivega dolomita, katere tudi niso debelejšje od nekaj metrov. Meja med navadnim in lapornim dolomitom ni ostra; prehod moremo zasledovati že po barvi, ki prehaja od rdeče vijolične preko opekasto rdeče, svetlo rdeče in rumeno do svetlo rjave oziroma svetlo sive.

Laporni dolomit je sicer skladovit, vendar se skladovitost težko meri zaradi krojitve. Pod močnejšim udarcem se kroji z izrazito skrilavim lomom, preperel pa se razdrobi v drobne iveri.

Med lapornim dolomitom smo našli tudi pole rdečega glinastega skrilavca; obe kamenini sta si na pogled podobni. Laporni dolomit ne reagira z razredčeno solno kislino, pač pa daje burno reakcijo z vročo koncentrirano solno kislino, medtem ko glinasti skrilavec ne daje reakcije niti v tem primeru.

Skrilavost glinastih usedlin je izražena zelo različno. Rabeljska krpa pri Kočarjih je sestavljena iz rdeče vijolične skrilave gline z drobnim školjkovitim lomom, medtem ko so glinasti skrilavci v višjem nivoju rablja pri Knežji lipi zelo tanko skrilavi. Skrilavci so brez sljude, podobno kot laporni dolomit. V tem so zelo podobni grödenskim skrilavcem. Krajevno se pojavljajo tudi zeleni glinasti skrilavci.

Vmesne pole dolomita so svetlo sive, redkeje svetlo rjave. Skladovitost je jasno izražena.

Više prevladujejo med polami lapornega dolomita pole navadnega dolomita, dokler laporni dolomit ne izgine in se nadaljuje sam skladovit dolomit. Na ta način je jasno izražena konkordanca med rabeljskimi skladi in nad njimi ležečim zgornjetriadnim dolomitom.

Ponekod najdemo med rdečimi plastmi še belo limonitno brečo. Posamezna apnena zrna so krhka, kredasta. Zrnca vežejo med seboj zelo tanke žilice prosojnega kalcita. Ponekod je vezivo limonitizirano in zato rumeno. Na enem kraju smo našli manjše ležišče okre. Kjer je breča izpostavljena vodni eroziji, so kredni deli odneseni, kalcitne žilice pa izstopijo.

Na mnogih krajih najdemo med rabeljskimi plastmi vložke kremenoželeznih oolitov, ki so debeli nekaj decimetrov ali redko nekaj metrov. Železne komponente je zelo malo, verjetno je primešana tudi glinica.

Podoben razvoj je v okolici Banje loke. Ob južni meji permskega izdanka so rabeljski skladi nekoliko šibkeje razviti. Pojavljajo se sicer na

mnogih krajih, vendar povsod le kot zelo ozki, večkrat prekinjeni pasovi. Nikjer ne dosežejo širine 100 m.

Litološko so skrilave in peščene rabeljske kamenine podobne onim na Šibju, vendar se dolomiti in skrilave pole tu ne menjavajo tako pogosto med seboj.

Poseben razvoj je pod Ajblom ob državni cesti, ki pelje iz Kočevja proti Brodu ob Kolpi. Pojavljajo se naslednje kamenine: zeleni in rumeni laporni peščenjaki, rdeče vijolični pelitski prav malo laporni peščenjaki, ki vsebujejo zelo drobno sljudo. Sledi dolomitna pola, zatem rumeni laporni skrilavci in končno dolomit. Ni izključeno, da pripadata prvi dve plasti erozijskemu ostanku zgornjega werfena. Na karti jih nismo posebej označili, ker so debele komaj nekaj metrov. Tudi debelina ostalih plasti ni dosti večja.

Vsem tem klastičnim tvorbam so prvi raziskovalci pripisovali werfensko starost. Uršič (1933) je še pisal o werfenskih skrilavcih v Knežji lipi. Vendar je Protzen že leta 1932 domneval, da so te usedline ekvivalenti velikotrnških skladov. Slične sklade pri Kočevski reki je uvrstil še v werfen.

Vetters prišteva na svoji karti (1933) skrilavce, peščenjake in dolomitne pole zgornji triadi. Koch (1933) prav tako uvršča po petrografskem sestavu in stratigrafski legi enake usedline v Gorskem Kotaru med rabeljske sklade. Simončič (1939) omenja, da je prišel tudi Uršič do prepričanja, da so to rabeljske plasti. Tudi sam uvrščam te sklade zaradi konkordantne lege pod glavnim dolomitom in pa po komparaciji z enakimi skladi v Gorskem Kotaru in drugje v rabeljsko stopnjo (Germovšek, 1953). Prav tako sem že leta 1953 uvrstil v rabeljsko stopnjo tudi del krovnega dolomita oziroma del dolomita med posameznimi lečami rabeljskih tvorb. Danes moremo to mnenje zastopati s še večjo upravičenostjo, ker je Herak (1952) dokazal z algo *Sphaerocodium bornemanni* Rothpletz, da je ta dolomit v resnici rabeljske starosti. Isto algo smo našli v istem horizontu tudi na Kočevskem, zlasti okoli Knežje lipe.

V splošnem moremo povzeti, da so na Kočevskem v rabeljski stopnji klastične kamenine in dolomiti. Obe vrsti kamenin se ponekod medsebojno nadomeščata. Medtem ko klastične kamenine ne zavzemajo v nobenem profilu celotne karnijske stopnje, opazujemo na določenih krajih v njej samo dolomit. Torej so klastične tvorbe le močno sploščene leče v karnijskem dolomitu.

Zgornjetriadni dolomit

Na geološki karti sem označil ves svetlo siv dolomit kot zgornjetriadni dolomit. V karnijsko stopnjo sem ga uvrstil le tam, kjer so še rdeči laporni vložki med dolomitom. Vendar najdemo na mnogih krajih v karnijski stopnji tudi sam dolomit, katerega pa zaradi petrografske podobnosti z zgornjetriadnim dolomitom in pomanjkanja fosilov ne moremo kartografsko ločiti od dolomita noriške stopnje.

Dolomitni skladi so znatno debelejši kot nižji lapornodolomitni horizont.

Zgornjetriadni dolomit obdaja na jugozahodu permske in rabeljske plasti Šibja v širokem neprekinjenem pasu, ob severovzhodni meji pa le z ozkim in prekinjenim pasom. V severovzhodnem delu geološke karte Šibja se vleče še tretji dolomitni pas v smeri od severozahoda proti jugo-jugozahodu, mimo Kumrove vasi in Svetlega potoka proti Vidmu.

Dolomit je svetlo siv in drobno zrnat. V njem je povsod vidna bolj ali manj jasna skladovitost, ki ponekod prehaja že v skrilavost. Ploskve paralelepipedne krojitve, ki je zelo močno razvita, so pogosto kalcitizirane. V nekaterih delih so v dolomitu kalcitne žile. Te so zlasti številne v tektonsko porušeni krajih, predvsem vzhodno od Kočarjev in vzhodno od Knežje lipe. Čistega dolomita je malo. Prevladuje dolomitni apnenec, ki vsebuje na nekaterih krajih progaste pole temnega bituminoznega dolomita, ki so približno decimeter debele. Posamezne proge so široke 1 do 2 mm, razdalje med njim znašajo prav toliko.

Dolomit je na mnogih krajih tektonsko zdrobljen. Tudi krojitev je zelo močna. Zato so v njem odprli velike peščene jame. Blizu prelomov so dolomitne breče, ki prehajajo nekoliko dalje od preloma v brečast dolomit. Breče so drobno in debelo zrnate. Ponekod opazujemo temno siva zrna v svetlo sivi osnovi.

Dolomit v okolici Banje loke je prav tak kot v okolici Šibja.

V zgornjetriadnem dolomitu nismo dobili, razen že omenjene alge, nobenih fosilnih ostankov. Lipold in Stache ga uvrščata v srednjo triado, toda le na podlagi pogršene predpostavke, da so talni lapornodolomitni skladi werfenske starosti. Vsi ostali raziskovalci ga prištevajo v zgornjo triado, prav tako tudi ekvivalente tega dolomita v Gorskem Kotaru.

Liadni dolomit

Južno od Knežje lipe in Ramsrigla postaja dolomit temnejši in bolj debelo zrnat, celo peščen; pri udarcu s kladivom ima vonj po bitumenu. Pojavlja se v višjem nivoju dolomitnih pasov, zlasti ob meji s krovnim apnencem. Nekaj 100 m vzhodno od Morave, severno od Banje loke, smo našli v njem tri plasti premoga. Ta verjetno nima gospodarskega pomena, je pa zelo važen za poznavanje takratnih paleogeografskih razmer. Plasti se pojavljajo v razdalji nekaj metrov. Premog je črn in skrilav, močno pomešan z anorganskimi primesmi. V krovni in talni je glina. Debelina krovne in talne s premogom vred znaša približno pol metra. Ena plast premoga je debela 15 cm, ostali dve sta še tanjši. Izdanke premogovih skrilavcev zasledimo na dolžino več 100 m.

Istemu horizontu pripada verjetno tudi temno siv dolomitni peščenjak s polami temno sivega apnenca in tankimi lečami premoga pri Brezovici, vzhodno od Knežje lipe.

Opisane dolomite prištevamo mejnemu horizontu med zgornjo triado in liado. Vendar so zelo verjetno večidel liadni. Pri Oneku omenja Simonič (1939) v temnih dolomitiziranih apnencih školjke rodu *Lithiotis*. V podobnih dolomitih z enakim stratigrafskim položajem je našel Pleničar pri Grahovem ob Cerkniskem jezeru prav tako prereze školjke

Lithiotis problematica Gumbel. Podoben profil, namreč svetel zgornje-triadni dolomit, nato temen dolomit in še više dolomitiziran apnenec, ki leži pod jurskim apnencem, je našel Pleničar tudi pri Rakitnici ob Ribniškem polju.

Debelina temnega dolomita na Kočevskem znaša preko 100 m.

Jurski apnenci

Nad temno sivim dolomitom leži več 100 m debela plast apnenca, ki sestavlja na območju priloženih geoloških kart najmlajše mezozojsko formacijo. Apnenec je pretežno jedrnat. Nižji horizonti so temno ali svetlo sivi, višji pa le svetlo sivi. Nižji deli apnenca se ob meji z dolomitom menjavajo s polami dolomita. Zlasti se to lepo vidi pri Kačjem in Svetlem potoku. Apnenec je na mnogih krajih na videz neskladovit, vendar opazimo v globokih usekih in na strmih pobočjih posamezne sklade. Plošče so debele po nekaj decimetrov. Določljivih fosilov v njem nismo našli, pač pa smo dobili na mnogih krajih oolite s premerom okoli 1 mm. Tak razvoj kaže na jursko starost. Če primerjamo te plasti z onimi pri Podpeči, pripada spodnji del verjetno liadi, višji pa mlajšim oddelkom jure.

Tudi v okolici Banje loke nahajamo dve vrsti jurskih apnencev. Starejši so temno sivi in skladoviti, mlajši pa svetlo sivi in neskladoviti. Prvi se pojavljajo na Kostelu, Pučkem griču in zahodno od Drežnika, drugi pa južno od Jesenkovega vrha, zahodno od Banje loke in severno od doline Potoka. V njih nismo našli fosilnih ostankov in se zato ni mogoče spuščati v podrobno horizontiranje.

Kredne plasti, ki so na Kočevskem močno razvite, ne segajo na kartirano ozemlje. Od mlajših sedimentov je razvit le še holocen, in sicer na dva načina.

Holocen

Pri Mozlju, Kočarjih in Kačjem potoku, kjer segajo struge tekočih voda še na dolomitno ozemlje, je naplavina debela več metrov. Predvsem so to gline, kremenovi peski in prod, ki izvirajo iz permskih in rabeljskih plasti. Holocen se konča ob ponorih, do katerih priteče voda ob večjih nalivih. Talna voda je v tem holocenu stalna.

Na apnenčevem ozemlju opazimo na dveh krajih, in to jugozahodno od Svetlega potoka in vzhodno od Studenega, nekaj metrov debelo ilovnato naplavino. Leži na manjših ravninah. Lokalno najdemo v njej drobne kremenove prodnike, v okolici Banje loke pa celo kremenov prod z drobnimi prodniki ter malo ali nič ilovnate primesi. Tudi ta ilovica je rečna naplavina.

Paleogeografija

Iz opisanega stratigrafskega pregleda moremo v marsičem sklepati na paleogeografske razmere tega ozemlja.

Mlajšepaleozojski skladi kažejo na regresijo morja. Drobno zrnatim sedimentom slede vedno bolj debelo zrnati. Peščeni skrilavci kažejo na

plitvo morje, primes rastlinskih ostankov na bližino obrežja, pole glinastih skrilavcev pa na oscilacijo obrežja oziroma na ponavljajoče se vertikalno premikanje kopnega. Debela plast konglomerata dokazuje, da je bilo ob koncu dviganje hitrejše. Konglomerati so morebiti že kontinentalni, zlasti oni, ki so nekoliko rožnati. Erozijski podvrženo paleozojsko gorstvo ni bilo blizu. Za to govorita pretežno drobno zrnat material in odsotnost nekremenovih prodnikov. Verjetno je bilo najbližje kopno na jugu, ker so pri Banji loki prodniki v konglomeratu mnogo debelejši kot severno od tod.

Permske usedline torej kažejo, da se je današnje kočevsko ozemlje tedaj dvigalo. V tem se vidi sled varistične orogeneze.

Diskordanca med permom in rabljem dokazuje, da je ob koncu perma za dolgo dobo prenehala sedimentacija, saj manjkajo spodnjetriadne in srednjetriadne usedline.

Vendar po nekaterih znakih sklepamo, da ta diskordanca vendarle ni tako široka. Vsaj na delu današnje Kočevske in Gorskega Kotara so se odlagali morebiti tudi werfenski sedimenti, katere je erozija kasneje popolnoma odnesla. Iz naplavljenega materiala so nastali rabeljski sedimenti. S to hipotezo bi si lahko razložili litološko podobnost z werfenskimi skladi, razumljivi bi bili ostanki paleontološko dokazanega werfena v Gorskem Kotaru (K o c h , 1924) in zaobljeni fosilni ostanki pri Knežji lipi, ki bi potemtakem bili preneseni werfenski fosili.

Iz zaporedja sedimentacije moremo sklepati, da se je globina morja, oziroma oddaljenost od obrežja, pogosto spreminjala, kar kaže na živahno karnijsko orogenezo.

Plitvo morje je prevladovalo še v začetku liade. Vložki premogovih skrilavcev z glinasto talnino in krovnino govore, da je od časa do časa celo pogledalo kopno iznad morske gladine. Vendar je verjetno že v srednji liadi zavladovalo globlje morje.

Tektonika

Geološka karta Šibja kaže na prvi pogled enostavno antiklinalno zgradbo. Vendar permskega pasu ne moremo imeti za dinarsko usmerjeno antiklinalo. Geološke razmere so mnogo bolj zapletene.

Na območju današnje Kočevske je bilo morje vse do konca zgornje krede. Tedaj se je kot posledica velikih tektonskih procesov dvignil velik del slovenskega ozemlja iznad morja. Tudi kočevsko ozemlje je od tedaj naprej kopno. Zarodek dinarsko usmerjenih gub karbonatnih usedlin je iz tistega časa. V oligocenski dobi (P r o t z e n , 1931) je verjetno nastala dolga prelomna cona v dinarski smeri, ki poteka ob jugozahodnem delu Ribniškega in Kočevskega polja preko permske cone med Mozljem in Knežjo lipo. Proti jugovzhodu se nadaljuje mimo Vidma proti Kolpi, proti severozahodu pa verjetno preko ortneškega in severnejših mlajšepaleozojskih izdankov proti Ljubljanskemu barju.

Ozemlje jugovzhodno od Vidma je večidel iz dolomitne mišonitne breče. Na prelomno cono moremo sklepati tudi po pogostnem menjavanju smeri vpada. Na njo kažejo tudi studenci na tej črti in globoka grapa v brečastem dolomitu južnega pobočja Špage.

V tej prelomni coni je bilo dviganje v različnih dobah vse do pliocena, zakaj zgornjemiocenske usedline kočevske sladkovodne premogovne formacije prereže prelom, vzporeden onemu ob obrobju Kočevskega pogorja.

Najlepše viden dinarski prelom poteka ob severovzhodnem robu permskega pasu pri Šibju. Njegovo smer kažejo tektonski kontakt različnih mezozojskih kamenin s permom, milonitne breče in vrsta ponorov z navpičnimi stenami. Prelomna ploskev je navpična ali vsaj zelo strma. Ta prelom je sestavni del zgoraj omenjene cone. Vzporedne prelome opazujemo proti jugozahodu; potekajo le v dolomitu, zato niso toliko izraziti.

Prečni prelomi imajo smer od severa proti jugu ali od severovzhoda proti jugozahodu, to se pravi prečno alpsko in prečno dinarsko smer, in so mlajši kot podolžni prelom ob severovzhodnem robu permskega pasu, ki je ob njih premaknjen.

Ob prečno alpskem prelomu vzhodno od Rimskega se je vzhodno krilo permskih skladov močneje dvignilo in pri tem odrinilo rabeljski pas približno za kilometer proti jugu. Ob teh premikih je nastala verjetno tudi tektonska breča med rabeljskimi plastmi in glavnim dolomitom ter antiklinalna zgradba rabeljskega pasu severno od Knežje lipe. Ob prelomu pravokotno na dinarsko smer vzhodno od Kačjega potoka se je vzhodno krilo premaknilo za približno 300 m proti severovzhodu. Poleg teh je še več manjših prelomov, med katerimi je najvažnejši prelom ob severovzhodnem robu perma, analogen pa verjetno tudi ob vzhodnem robu.

Permski skladi Šibja so zaradi svoje plastičnosti razmeroma nagubani in malo dislocirani. Severozahodni del permskega pasu tvori sinklinalo z osjo od severovzhoda proti jugozahodu, torej v prečno dinarski smeri. Dno sinklinale je med Kačjim potokom in Rajndolom. Zato so tam tako močni izviri, ki napajajo vodovod v Rajndolu. Proti jugovzhodu prehajajo permske plasti v antiklinalo z isto smerjo in pretrganim temenom pri Rinskem.

Prečno dinarsko gubanje je starejše od prečno dinarskih prelomov in celo starejše od preloma v dinarski smeri. Dinarsko usmerjen prelom je odrezal prečno dinarsko nagubane permske plasti Šibja. To gubanje pa ni predmezozojsko, ker ga opazujemo tudi v nagubanih triadnih skladih.

Rabeljske plasti leže na različno starih permskih plasteh in imajo v splošnem drugačno smer kot permske. To kaže na erozijsko in tektonsko diskordanco. Rabeljski skladi severozahodnega dela Šibja vpadajo pretežno proti jugozahodu.

S prečno alpskim prelomom ločen del rabeljskih plasti pri Knežji lipi kaže alpsko smer od zahoda oziroma vzhodojugovzhoda proti zahodo-severozahodu. Ob permski meji gradi sinklinalo, ki preide proti jugu v antiklinalo v alpski smeri. Vpliv alpske tektonike se odraža tudi v dolomitu, kjer smo ponovno opazovali drse v alpski smeri.

Permski skladi grade torej verjetno majhno grudo, ki se je ob vzporednih prelomih močneje dvignila kot okolišno ozemlje. Pritisk, ki je povzročil gubanje karbonskih usedlin, je dvignil permske plasti.

Južneje ležeč dolomit ima pri Mozlju dinarsko smer z vpadom proti jugozahodu, pri Rajndolu vpada proti jugojugozahodu, nekoliko vzhodneje pa že proti jugu. Še bliže Knežje lipe vpada proti jugojugovzhodu. Med Knežjo lipo in Vidmom vpada dolomit že proti jugovzhodu.

Severno od permskega pasu pri Mozlju je v karbonatnih kameninah nekoliko porušena antiklinalna zgradba. Na vzhodu je bil pritisk močnejši kot na zahodu. Med Mozljem in Knežjo lipo leži dinarsko usmerjena antiklinala, ki proti severu preide v sinklinalo, pri Mačkovcu pa ponovno v antiklinalo. Jedro mačkovske antiklinale je iz temnega liadnega dolomita. Greben v smeri od severa proti jugu s cerkvijo pri koti 875 m in vzporedni greben s Tančim vrhom sestavljata dvojje sinklinalnih jeder od severoseverozahoda proti jugojugovzhodu. Dolomit pri Kačjem potoku in dolomit med Kumrovo vasjo in Prerigljem kaže v glavnem antiklinalno zgradbo. Ob zahodni meji tega dolomitnega pasu je močnejše izražena prelomna cona, ki se pri Vidmu združi z glavno dinarsko prelomno cono.

V okolici Banje loke so bili tektonski pritiski močnejši; zato opazujemo tudi vodoravne premike.

Tektonski pritiski se najlepše odražajo v plastičnih permskih skladih. V njih ločimo normalni in inverzni položaj skladov. Prvi prevladuje v vzhodnem delu permskega izdanka, drugi v zahodnem.

Južno od Ajbla opazujemo inverzni položaj skladov. Nad zgornjetriadnim dolomitom leže rabeljski skladi. Nad njimi slede permske plasti, med katerimi najdemo še posamezne večje bloke, verjetno prav tako zgornjetriadnega dolomita. Vsi skladi imajo dinarsko smer. Inverzen položaj je tudi južno od Brige. Tudi tu leže nad zgornjetriadnim dolomitom rabeljske in permske plasti. Najlepši dokaz za nariv permskih in sosednjih rabeljskih plasti preko zgornjetriadnega dolomita kaže geološki položaj skladov okoli kmetije Puc. Tu leži na grebenu, zgrajenem iz zgornjetriadnega dolomita, nekaj hektarov velika golica permskih plasti, ki jih obroblijo rabeljski skladi. Vodoravni premik je znašal vsaj 1 km. Pritisk je deloval od jugovzhoda. Nariv je nastal istočasno z nagubano zgradbo Šibja.

Severno od Ajbla in jugovzhodno od Banje loke vpadajo permske plasti pod triadne in jurske sklade. Meja je tektonska diskordanca, ki je sledila erozijski diskordanci. Tudi ob severni meji permskih plasti so bili horizontalni premiki, vendar so se tu premikale mlajše plasti preko starejših. Zlasti se to vidi ob kontaktu permskih in jurskih skladov med Kaptolom in Kolpo in pri narivni grudi Kostela.

Vzhodno od Novih sel vpadajo permski skladi pod mezozojske. Ob kontaktu ni bilo večjih premikov. Permske plasti grade močno porušeno antiklinalo s temenom v prečno dinarski smeri, torej podobno kot na Šibju. Verjetno so nastale najznačilnejše tektonske oblike pri Šibju in pri Banji loki v isti tektonski fazi, za katero je značilno gubanje v prečno dinarski smeri. Ta faza je starejša kot prelomi v dinarski smeri in mlajša kot klastični zgornjekredni skladi Kočevske (G e r m o v š e k , 1953), ki so delno nagubani v tej smeri.

UPPER PALEOZOIC AND ADJACENT MESOZOIC STRATA IN THE KOČEVJE REGION

The two Upper Paleozoic outcrops occurring one east and the other south of Kočevje have up to now been referred either to the Carboniferous or the transition of the Permian to the Carboniferous. The writer of the present paper holds that the Upper Paleozoic beds are Permian in age and that they correspond by and large to the Gröden beds. Their lower portion, however, might be of Lower Permian age.

The Permian beds consist of quartz mica slates and slaty sandstones overlain by quartz sandstones and quartz conglomerates. The diameter of the pebbles ranges from one to five centimeters. The geologic age of these beds has been determined by correlating the beds with the similar Permian beds occurring in Gorski Kotar, Croatia (Salopek, 1942, 1949, 1952).

The Rabelj beds overlying the Permian strata consist of variegated sandstones, shales, dolomite marls and dolomites with *Spheracodium bormenani* Rothplez (Herak, 1952). The clastic rocks of the Rabelj stage are not stratified but form lenticular intercalations in the dolomite. The Rabelj dolomite in turn is overlain by the Upper Dolomite. Between the Upper Dolomite and the Jurassic limestone occurs the dark gray Lower Lias dolomite with intercalations of coal.

The fact that the Permian sediments become coarser in the upward direction indicates that the sea was retreating. The sandy shales represent a shallow sea facies while the plant remains point to the nearness of the shoreline. The conglomerates, however, might belong among continental deposits.

The erosional unconformity between the Permian and the Rabelj strata leads to the conclusion that towards the close of the Permian the region was dry and continued to be dry during the Lower and Middle Triassic. There are signs, however, which indicate that at least in some parts of the Kočevje region and Gorski Kotar also Werfen sediments had been deposited but which later were mostly removed. Since it is held that denudation was most vigorous during the Upper Triassic, the derived material might have been deposited in the form of Rabelj beds. In the light of this assumption it would be possible to interpret the lithological resemblance of the Rabelj and the Werfen beds. Thus the rounded fossil remains occurring at Knežja Lipa might represent derived Werfen fossil remains. During the Noric and Rhaetic stages the shore line was a long way off the area under discussion but shifted nearer again during the opening stages of the Lias. The coal intercalations in the Lias beds prove that at those times the region was locally dry. The sea, however, retreated completely during the Upper Cretaceous and the Kočevje region became the watershed between Thetis and Parathetis.

Oligocene in age seems to be the extensive fault zone which trending in the Dinaric direction runs along the southwestern margin of Ribniško Polje and Kočevsko Polje across the Permian belt between Mozelj and

Knežja Lipa. On one side the fault continues southeastward past Videm as far as the Kolpa river and on the other side northwestward past Ortnek and as far as the Ljubljana Moor. The faulting of this zone continued into the Pliocene.

The transversal faults trend in the north-south and northeast-southwest direction, i. e. at right angles to the Alpine and Dinaric direction; respectively. These faults of which that cutting in the north across the Permian beds at Šibje is most prominent, are younger than the longitudinal ones trending in the Dinaric direction.

The Permian beds are folded at right angles to the Dinaric direction and form at Šibje a small horst which had been uplifted because the Permian shales are much more plastic than the surrounding carbonaceous rocks. Northeast of Banja Loka a portion of the Permian strata is overturned and thrust upon the Upper Triassic dolomite. The pressure acted from the southeast and thrust the fold for more than one kilometer northwestward.

It seems that the tectonic movements both at Šibje and Banja Loka were taking place during one and the same phase characterized by folding in the transverse Dinaric direction. This phase preceded the faulting in the Dinaric direction and succeeded the deposition of the Upper Cretaceous clastic sediments, which are partly folded in the Dinaric direction.

LITERATURA

- Germovšek, C., 1953, Zgornjekredne klastične tvorbe na Kočevskem in bližnji okolici. *Geologija*, 1, 120 do 134, Ljubljana.
- Germovšek, C., 1953, Poročilo o geološkem kartiranju lista Novo mesto 1, 2 in 3 v letih 1951 in 1952. *Geologija*, 1, 264 do 287, Ljubljana.
- Hinterlechner, K., 1918, Über die alpinen Antimonitvorkommen bei Maltern, Schlaining und Trojane. *Jahrb. Geol. R. A.*, 67, 341—404, Wien.
- Koch, F., 1924, Geotektonische Beobachtungen im alpinodinarischen Grenzgebiete. *Zbor. rad. posv. J. Cvijiću*, 341 do 358, Beograd.
- Koch, F., 1935, Tumač geološke karte Sušak—Delnice i Ogulin—Stari trg. *Povr. izd. Geol. inst. Jug.*, Beograd.
- Kossmat, F., 1913, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. *Mitt. Geol. Ges.* 6, 65—161, Wien.
- Krebs, N., 1928, Die Geomorphologie von Hochkroatien und Unterkrain. *Jub. Sonderb. Zeitsch. Ges. Erdkunde*, 208—231, Berlin.
- Lipold, M. V., 1858, Bericht über die Geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857. *Jahrb. Geol. R. A.*, 9, 257—271, Wien.
- Protzen, H., 1930, Geologische Betrachtungen über Gottschee. *Jub. Festb. Gottsch. 600-Jahrl.*, Kočevje.
- Protzen, H., 1932, Das Tertiärbecken von Gottschee (Kočevje) in Unterkrain und seine morphologische Bedeutung. *Vestn. Geol. inst. Jug.*, 1, 2. zv., 69 do 123, Beograd.
- Salopek, M., 1942, O gornjem paleozoiku Velebita u okolini Brušana, i Baških Oštarija. *Rad Hrv. Akad. zn. umjet.*, 274, Raz. m. pr. 85, 218 do 272, Zagreb.
- Salopek, M., 1949, Gornji paleozoik u okolini Mrzle Vodice u Gorskom Kotaru. *Ljetopis Jug. Akad.*, 55, 175 do 184, Zagreb.
- Salopek, M., 1949, O gornjem paleozoiku u okolini Gerova i Tršca u Gorskom Kotaru. *Ljetopis Jug. Akad.*, 55, 193 do 196, Zagreb.

- Salopek, M., 1952, O gornjem permu Velike Paklenice u Velebitu. Rad Jug. akad. zn. umjet., 289, 5 do 26, Zagreb.
- Simonič, G., 1939, Geografski pregled kočevskega jezikovno mešanega ozemlja, Geološko-morfološki opis. Kočevski zbornik, 7 do 43, Ljubljana.
- Stache, G., 1857, Geologische Manuskriptkarte des Blattes Gottschee-Tschernembl, Wien.
- Stache, G., 1859, Vorlage von Blättern der Karte von Krain. Jahrb. Geol. R. A., 10, 6—12, Wien.
- Uršič, F., 1933, Stratigrafski pregled slojeva u okolini Kočevja u Dravskoj banovini. Vestn. Geol. inst. Jug., 2, 83 do 106, Beograd.
- Vetters, H., 1933, Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, Wien.
- Vetters, H., 1937, Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, Wien.
- Vogl, V., 1913, Die Paläodyas von Mrzla Vodica in Kroatien. Mitt. aus dem Jb. Ung. geol. R. A., 21, 155—168, Wien.

PRISPEVEK K STRATIGRAFIJI IN TEKTONIKI OZEMLJA ZGORNJE IDRIJCE IN NIKOVE

Miran Iskra

Z 1 sliko v prilogi

Uvod

Idrijsko rudišče so posebno v zadnjem stoletju natančneje raziskovali, da bi razložili njegovo strukturo. Ker je sedanje rudišče na drugotnem mestu, bi zadovoljivo razložili dinamiko tektonskih premikov le tedaj, če bi preiskali njegovo širše območje. V zadnjih nekaj letih smo sistematično geološko raziskovali rudišče in njegovo širšo okolico na površini okrog 450 km² do Hotedrščice, Žirov, Cerkna in Trebuše, da bi odkrili morebitno novo orudenenje, obenem pa dobili nove strukturne in stratigrfske podatke, s katerimi bi laže pojasnili sedanji položaj rudišča. Raziskave smo razširili tudi na ozemlje zahodno in jugozahodno od Idrije.

Stratigrafski pregled

Porečje Zgornje Idrije in Nikove grade triadni, kredni in eocenski skladi. Spodnjetriadne plasti, ki so najbolj pomembne za orudenenje, so razvite na majhnem delu doline Nikove. Srednjetriadne in zgornjetriadne ter kredne plasti prekrivajo pretežni del raziskovanega ozemlja. Vse geološke horizonte smo petrografske razčlenili, tako da moremo podati natančnejšo strukturo tega ozemlja.

Triada

Najstarejše odkrite plasti uvrščamo v spodnjo triado.

Skitska stopnja. Od Bajta proti severu gradi levo pobočje doline Nikove zajzerski dolomit, ki je narinjen na noriški dolomit. Zajzerski dolomit tvori na tem delu najmlajši člen grebena pri Rejcu, ki sestoji v glavnem iz paleozojskih sedimentov. Dolomit je plastovit, drobno kristalast in siv do rumenkast. Skoraj povsod smo našli v njem sljudo. Navzgor preide v tanko ploščaste rdeče in vijoličaste slabo laporaste skrilaavce, ki prekrivajo zgornji del grape Nikove ter pobočje proti Bajtu. V njih je tanjša plast oolitnega apnenca. Oooliti so posebno izraziti na preperelih ploskvah. Zaradi prelomov so zajzerski skladi ločeni v posamezne grude, ki so med seboj premaknjene.

Na zajzerskih plasteh leži kampilski sivo rjav zrnat debelo skladovit dolomit. V njem smo ponekod našli ostanke krinoidov. Razvit je na obeh pobočjih doline Nikove.

Najmlajši člen kampilskih plasti so sivo rjavi in rdeči laporasti skrilavci. Na njih leže temno sivi laporasti apnenci s cilindriti. Na območju zgornje Nikove so razviti laporasti skrilavci in apnenci na večji površini. Pri Mohoriču smo našli v njih značilno kampilsko favno s polži *Naticella costata* Münst., amoniti *Tirolites idrianus* Hauer in školjkami *Pseudomonotis* sp.

Ceprav smo paleontološko dokazali le zgornjekampilske plasti lahko sedimente celotne skitske stopnje razčlenimo s pomočjo primerjave s skladi na idrijsko-žirovskem ozemlju, kjer so skitske plasti odložene v enakem zaporedju.

Anizična stopnja. Svetlo siv plastovit dolomit, ki leži na zgornje-skitskih plasteh, uvrščamo v anizično stopnjo. Fosilov v njem nismo našli. Anizični dolomit gradi levo pobočje zgornjega dela doline Nikove. Anizični dolomit je na celotnem idrijsko-žirovskem ozemlju petrografsko enak. Na ostalih pobočjih ga nismo našli, ker se stikajo skitski skladi ob prelomih z zgornjeladinskimi.

Ladinska stopnja. Sedimente ladinske stopnje smo uvrstili v wengenski in kasijanski oddelek.

Svetel neplastovit dolomit, ki leži neposredno na anizičnem dolomitu, je wengenske starosti. Wengenske plasti so petrografsko različne. Vzhodno od idrijskega rudišča so na anizični dolomit odloženi konglomerati, ki preidejo proti zahodu v svetel dolomit.

Wengenski dolomit je razvit ob zgornji Nikovi in se razteza proti planoti Vojsko. V njem smo našli ponekod drobne maloštevilne prodnike. Na dolomitu leže wengenski tufski peščenjaki, skrilavci in tufi s prodorninami. Te plasti so odkrite v ozkem pasu pri Rižah in ob prelomu južno od Tratnika.

Na wengenskih skladih je odložen slabo plastovit zrnat bel do svetlo siv kasijanski dolomit. S preperevanjem postane porozen in razpada ponekod v pesek. Gradi območje Zgornje Idrije in ozemlje od Tratnika proti vzhodu. Na tem delu je narinjen na kredo in noriški dolomit. Nariv kasijanskega dolomita sega do Čekovnika. Med planoto Vojsko in Zgornjo Idrijo ležijo na njem sedimenti karnijske stopnje. Vzhodno od Tratnika je kasijanski dolomit v inverznem položaju s karnijskimi skladi.

Karnijska stopnja. Na kasijanskem dolomitu leži konkordantno sivo rjav ponekod nekoliko zrnat dolomit. Na območju Čekovnika in Zgornje Idrije doseže debelina dolomita le nekaj deset metrov, proti zahodu pa narašča. Na dolomitu leži temno siv apnenec. Plasti karnijskega apnenca so vložene tudi med peščenjake in skrilavce. V apnencu smo našli slabo ohranjeno rabeljsko favno školjk rodov *Trigonodus* sp., *Myophoria* sp., in *Pachycardia* sp. Zgornji del karnijske stopnje gradijo rdeče rjavi peščeni tufi z vložki zelenega tufa in sivo rjavi laporasti skrilavci z apnenimi gomolji. Debelina tufov je v teh plasteh zelo različna. Izrazitejše tufsko

območje je ob Zgornji Idrijci. Ker so glinenci v tufih preveč prepereli, tufov nismo mogli natančneje opredeliti. Zgornjekarnijske sedimente prekriva ob Zgornji Idrijci noriški dolomit; vmes so različno obarvani skrilavci, ki se menjavajo s plastmi dolomita.

Noriška stopnja. Med Belco in Idrijco leži neposredno na karnijskih skladih siv skladovit dolomit s skrilavimi vložki. Med Nikovo in Idrijo je na kredni apnenec narinjen sivo rjav slabo plastovit dolomit, ki ga štejejo v zgornji del noriške stopnje.

Kreda

Kredni apnenec je zrnat, svetlo siv do rjavo siv in ponekod slabo bituminozen.

V dolini Nikove je na spodnjekredni apnenec narinjen noriški dolomit, v zgornjem delu doline tudi kasijanski dolomit in delno skladi skitske stopnje. Spodnjekredni apnenec je odkrit tudi južno od Čekovnika in sega do eocenskega fliša v dolini Idrijce.

Terciar

Eocenski fliš sestavljajo sivi in rdeče rjavi laporji in peščenjaki. Odkrit je v dolini Nikove in Idrijce. Nanj je narinjen spodnjekredni apnenec.

Tektonika

Po K o s s m a t o v i razdelitvi (1905, 1910, 1913) prištevamo ozemlje med Zgornjo Idrijco in Nikovo k severozahodnemu obrobju Trnovskega gozda. Po R a k o v c u (1956) je Trnovski gozd s Šentviškogorsko planoto antiklinalno zgrajen. Dinarsko usmerjeni prelomi so Trnovski gozd razsekali in odrezali od sosednjih tektonskih enot. Idrijski prelom ga loči od Šentviškogorske planote in ostalega dela idrijsko žirovskega ozemlja. Ob istem prelomu je idrijsko žirovsko ozemlje južneje od Godoviča narinjeno na Hrušico.

Če privzamemo K o s s m a t o v o in R a k o v č e v o tolmačenje tektonike, so se odražali tektonski premiki, ki so značilni za idrijsko žirovsko ozemlje, tudi na severovzhodnem delu Trnovskega gozda. Medtem ko je za idrijsko žirovsko ozemlje značilno premikanje proti jugu, so se deli Trnovskega gozda na območju Zgornje Idrijce premaknili proti vzhodu in jugovzhodu.

Položaj ostankov narivov na tem območju kaže na enako starost premikov skladov Trnovskega gozda in idrijsko žirovskega ozemlja. Zaradi tega ni povsem dognano, da bi bil idrijski prelom meja med obema tektonskima enotama.

Triadna tektonika. Podrobnosti triadne tektonike ne moremo ugotoviti, ker jih je zabrisala mlajša tektonika. Sledimo jo lahko le po poteku sedimentacije kamenin. Litološko različni skladi skitske stopnje kažejo na občasno spreminjanje globine morja. V anizični stopnji se je usedal samo

dolomit. V začetku ladinske stopnje so se pričeli tektonski premiki, na katere kaže diskordantni položaj spodnjeladinskih plasti nasproti starejšim skladom. To obdobje karakterizira močan wengenski vulkanizem. Serija spodnjeladinskih plasti kaže na hitro spreminjanje sedimentacijskih pogojev. Plasti kasijanskega dolomita so nastale v mirnem obdobju. Ponovni premiki so nastali med usedanjem karnijskih sedimentov. Nato je do konca triade sledila doba mirne sedimentacije.

Terciarna tektonika. Številni prelomi in premiki, ki smo jih ugotovili na kartiranem ozemlju, so nastali v alpski orogenezi. Sredi terciarja je dobilo ozemlje tudi značilno naravno zgradbo.

Na ozemlju zgornjega toka Belce in Idrijce proti planoti Vojsko so razviti triadni skladi v normalnem zaporedju. Na tem delu nismo ugotovili tektonskih premikov. Normalno zgradbo prekinjata preloma južno od Riž in pri Krekovšah. Združita se v prelom, ki poteka preko kasijanskega hrbta v dolino Nikove. Vzhodno od tega preloma so skladi v inverznem položaju. Plasti vpadajo proti severu, tako da gradijo prevrnjeno gubo, katere jedro tvori kasijanski dolomit. Ta zgradba je razvita do Čekovnika. V dolini Nikove je kasijanski dolomit narinjen na noriški dolomit in kredni apnenec, v zgornjem delu doline Nikove pa tudi na skitske plasti. V okolici Hleviške kočje so ob prelomih odkriti pod kasijanskim dolomitom skladi skitske in anizične stopnje. Ostanki narinjenih karnijskih skladov so se ohranili na območju Pšenka in vzhodneje od tod. Na območju Nikove proti Idriji je narinjen na kredni apnenec zgornji del slabo plastovitega noriškega dolomita, na katerega so se narinili kasijansko karnijski skladi. Nariv je potekal od zahoda proti vzhodu s premiki proti jugu, pri čemer je prišlo od inverznega položaja plasti.

V dolini Nikove in ob levem pobočju Idrijce vzhodno od Čekovnika je narinjen spodnjekredni apnenec na eocenski fliš. Pod eocenskim flišem je razvit zgornjekredni apnenec. Stratigrafske podatke o kredni smo povzeli po regionalni karti.

Na levem pobočju doline Nikove so na noriški dolomit in spodnje kredni apnenec narinjene spodnjeskitske plasti.

Z navedenimi tektonskimi podatki pridemo do naslednjih zaključkov:

Osnovo narivov tvori eocenski fliš z zgornjekrednim apnencem. V prvi fazi se je nanj narinil spodnjekredni apnenec, ki ga prištevamo v prvo lusko. Smeri premikov spodnjekrednega apnenca na kartiranem ozemlju nismo mogli ugotoviti. Če primerjamo položaj spodnjekrednega apnenca, ki gradi ozemlje proti vzhodu, lahko sklepamo, da so bili premiki spodnje krede od severovzhoda proti jugozahodu. Nariv noriškega dolomita na kredo v dolini Nikove prištevamo v drugo lusko. Paleozojski in spodnjeskitski skladi tretje luske so narinjeni na območju Nikove na noriški dolomit in kredo. Na ozemlju vzhodno od Čekovnika poteka v noriškem dolomitu meja med drugo in četrto lusko. Stika obeh lusk nismo mogli natančno določiti.

K tretji luski prištevamo nariv spodnjeskitskih plasti severnega pobočja doline Nikove na noriški dolomit. Ostali sedimenti na noriškem dolomitu druge luske in spodnjekrednem apnencu tvorijo četrto lusko.

Pri četrti luski razlikujemo dve fazi. Starejša predstavlja nariv skitskih plasti na kreda in noriški dolomit pri zaselku Nikova. Ostanke tega nariva so ohranjeni tudi na območju Hleviške koč. V mlajšo fazo premikov štejemo nariv kasijansko karnijskih skladov med Nikovo in Idrijco proti vzhodu in jugovzhodu, ki so prekrili delno tudi ostanke sedimentov starejše faze. Na planoti Vojsko ne moremo ločiti obeh faz.

Povzetek

Zahodno od Idrije gradijo ozemlje med Zgornjo Idrijco in Nikovo triadne, kredne in eocenske plasti v štirih luskah. Na eocenski fliš je narinjen spodnjekredni apnenc, ki tvori prvo lusko. Na njem leži noriški dolomit druge luske. V tretjo lusko prištevamo paleozojske in spodnje-triadne ostanke, ki so narinjeni na noriški dolomit. Četrto lusko delimo v starejšo fazo s spodnjetriadnimi plastmi in mlajšo fazo, v kateri so se narinili predvsem zgornjetriadni skladi na ostale luske.

Ozemlje med Zgornjo Idrijco in Nikovo prištevamo k delu tektonske enote Trnovskega gozda, ki ima že strukturne elemente idrijsko žirovskega ozemlja.

CONTRIBUTION TO THE INVESTIGATIONS OF THE AREA BETWEEN UPPER IDRIJCA AND NIKOVA

In the last years the Idrija ore deposit and its adjacent areas were systematically investigated. The scope of the investigations was to learn the structure and the stratigraphic relations, necessary for the determination of the position of the ore deposit. This article shows some results obtained in the west and southwest of Idrija.

The area in the west of Idrija between the rivers Upper Idrija and Nikova is made up of imbricated structures, consisting of four schuppen. Over the Eocene Flysch the Lower Cretaceous limestone is overthrust and forms the first schuppe. The Noric dolomite, overlying the Lower Cretaceous limestone, forms the second schuppe. Paleozoic and Lower Triassic strata, thrust over the Noric dolomite, are considered to form the third schuppe.

The fourth schuppe originated in two phases. The older phase is represented by Scythian strata thrust over Cretaceous limestone and Noric dolomite near the Nikova village. The remnants of this overthrust can be encountered also near Hleviška koč. The younger phase is represented by an overthrust of Cassian and Carnic beds between the Nikova and Idrija rivers. The overthrust, moving in eastern and southeastern direction, has partly covered the sediments of the older phase. On the Vojsko plateau it is impossible to discern both phases.

The region between the Upper Idrija and the Nikova rivers forms a part of the greater geologic structure named Trnovski gozd.

LITERATURA

- Berce, B., 1958, Geologija živosrebrnega rudišča Idrija. Geologija, 4, Ljubljana.
- Kossmat, F., 1889, Die Triasbildungen der Umgebung von Idria und Gereuth. Verh. d. geol. R. A., Wien.
- Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte Haidenschaft und Adelsberg, Wien.
- Kossmat, F., 1910, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte Bischoflak und Idria, Wien.
- Kossmat, F., 1913, Die Adriatische Umrandung der alpinen Faltenregion. Mitt. Geol. Ges. VI., Wien.
- Mlakar, J., 1957, O idrijski stratigrafiji in tektoniki (diplomsko delo), Ljubljana.
- Rakovec, I., 1946, Triadni vulkanizem na Slovenskem, Geografski vestnik, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije. I. jug. geol. kongres, Ljubljana.

GEOLOŠKE RAZMERE V OKOLICI LITIJE

Karel Grad

Avtor je podrobno opisal stratigrafske in na splošno še tektonske razmere med Savo, Litijo in Kresnicami na severu ter Višnjim grmom in Ravnim Osredkom na jugu. Na tem ozemlju so razkriti karbonski, permski, triadni in kvartarni sedimenti.

Karbonske plasti sestavljajo temno siv glinasti skrilavec, sljudnat kremenov peščenjak in konglomerat. Glinasti skrilavec se pojavlja severno od Save. Južneje prevladuje kremenov peščenjak, ki prehaja ponckod v kremenov konglomerat. Menjavanje skrilavca in peščenjaka opazujemo med Kresnicami, Št. Jurijem in vrhom Robidnika (531 m), nadalje med Črnim potokom, Lupinico in Cerovico.

Peščenjak je tanko do debelo plastovit in drobno, srednje ali debelo zrnat. Čim večja so zrnca, tem svetlejši je peščenjak. Debelina zrn ponekod tako naraste, da peščenjak prehaja v konglomerat, ki vsebuje tudi spljake glinastega skrilavca.

Peščenjak sestoji iz kremenovih zrn, muskovita in litoidnih drobcev. Glinenci so redki, neprepereli in idiomorfni oblik. So približno enake sestave in pripadajo andenzinu s povprečno 37 % anortita.

Kremenov peščenjak in konglomerat sta najmlajša med karbonskimi sedimenti.

Karbonska starost sedimentov je določena po litološkem razvoju, redkih fosilnih rastlinskih ostankih in položaju glede na ostale sedimente.

V Litiji so bili najdeni ostanki sigilarij in kalamitov, na Ljubljanskem gradu, kjer so razkriti enaki sedimenti, pa ostanki praproti *Neuropteris tenuifolia* Ett. in preslice *Calamites* sp. V konglomeratu iz okolice Ljubljane je našel R a m o v š (1955) v apnenčevih blokih in prodnikih številno makrofavno, ki kaže na devonsko in silursko starost apnenca. Zato sklepamo, da leže te kamenine v bazi karbona.

Pri Litiji je južno od Štangarskih poljan kremenov konglomerat s prodniki črnega apnenca. V apnencu smo našli ostanek cephalopoda *Trochoceras* cf. *carinthiacum* Stache, ki kaže na silursko starost apnenca.

Rudni pojavi v okolici Litije so v karbonskih peščenjakih.

Permski skladi. Po odložitvi karbona je bilo ozemlje dalj časa kopno, ker manjkajo zgornjekarbonski in spodnjepermski sedimenti.

Ponovna sedimentacija se je začela šele v srednjem permu. Odloženi so bili rdečkast, zelenkast in sivkast peščenjak, glinasti skrilavec in redkeje

konglomerat, ki jih prištevamo grödenskimi plastem. Peščenjak sestavljajo zrnca kremenca, kvarcita. Manj je karbonatnih in magnetitnih zrn. Pojavljajo se še glinenci, muskovit, sericit in limonit. Glinenci so kisli iz reda albita s 7 % an. Grödenski sedimenti dosežejo največji obseg južno in jugovzhodno od Bogenšperka. Razkriti so od Riharjevca na zahodu do Razbor na vzhodu v dolžini 4 km. Med Leskovco in Bogenšperkom dosežejo širino okrog 1 km. Maksimalno debelino teh plasti cenimo na 200 m.

Manjši obseg imajo grödenski sedimenti v okolici zaselka Javorje, kjer so označeni na Tellerjevi geološki karti Celje—Radeče werfenski skladi.

Grödenski peščenjaki ne vsebujejo fosilnih ostankov, vendar litološki razvoj, kakor tudi odnos z werfenskimi sedimenti, dokazuje grödenske sedimente.

Spodnja triada. V zajzerske plasti štejemo rdečkast in rumenkast sljudnat peščenjak z redkimi vložki oolitnega apnenca in plastovit dolomit, s katerim se pogosto pričenjajo spodnjetriadni werfenski sedimenti. Skrilavec vsebuje običajno slabo ohranjene fosilne školjke. V okolici Šmartna smo našli *Pseudomonotis cf. clarai* Emm. in *Anodontophora (Myacites) sp.*

V zgornjem werfenu oziroma kampilskih plasteh prevladujejo dolomiti. Ti se menjavajo s sivim, rjavim in rdečkastim dolomitnim laporjem. Dolomit je pogosto rožnat, rumenkast in rdečkast; zadnji je večkrat ooliten.

Werfenski sedimenti so razkriti južno od Litije ob desni strani Reke od Šmartna v smeri Kepovne (500 m). Manjši erozijski ostanek je na zahodnem delu Kepovne v bližini kote 494 m.

Precejšnji obseg imajo werfenski skladi v dolini Rakovnik južno od Zavrstnika. Prevladujejo zgornjeverfenski sedimenti. V glavnem so v tektonskem kontaktu s karbonskimi peščenjaki, zgornja meja z anizičnim dolomitom pa je postopna.

Spodnjetriadne sedimente dobimo v neznatni debelini v okolici Podroj, pri vasi Kot in pri Vintarjevcu. V južnem delu obravnavanega ozemlja so razkriti med Osredkom in Planino. Tu opazujemo skoraj vse sedimente spodnjega in zgornjega werfena, čeprav razmeroma v majhni debelini 150 m.

Vzhodneje, v okolici vasi Javorje, je werfenskih plasti dosti manj kot je označeno na Tellerjevi geološki karti Celje—Radeče. V glavnem pripadajo ti skladi grödenu in karbonu.

Največji obseg in najpopolnejši profili werfenskih sedimentov so med Riharjevcem in Višnjim grmom. Tu leže na grödenskih peščenjakih in prehajajo navzgor brez ostre meje v anizični dolomit.

Spodnjetriadne sedimente dobimo v manjših, večkrat prekinjenih pasovih še v okolici Šmartna in Gradišča.

Srednja triada. Anizični stopnji prištevamo dolomit, ki je v spodnjem delu temno siv in plastovit, sicer pa je siv, masiven in se paralelepipedno kroji.

Srednjetriadni dolomit prekriva poleg karbonskih sedimentov največje površine. Normalno leži na werfenskih plasteh. Pogosto ga opazujemo v tektonskem stiku s karbonskimi skladi.

Dolomit dobimo v glavnem južno od črte Gradišče (539 m), Šmartno in Rakovnik. Večjo debelino doseže med Jablanico in Črnim potokom ter zahodno in južno od Vintarjevca (Špičec). Nadalje je razkrit v znatnem obsegu med Javorjem, Vodiciami in Višnjim grmom.

Za kraje med Šmartnim in Vintarjevcem sta poleg ladinskega dolomita, ki je podoben anizičnemu, značilna tuf in črn ploščast apnenec.

Tuf je rumenkasto zelen drobno zrnat in ga moremo imenovati kot pelitski tuf. Pojavlja se kot leče v dolomitu, ali pa kot vložki med temnim ploščastim in dolomitnim apnencem. Glinenci so redki in pripadajo andezinu. Navadno so močno spremenjeni, predvsem kaolinizirani. Do sedaj je bil tuf znan v okolici Primskovega; v njem je Germovšek (1953) našel amonita: *Protrachyceras mundevillae* Mojs. in *Anolcites doleriticum* Mojs.

Značilne sedimente ladinske stopnje opazujemo le lokalno. Kjer se pojavljata tuf in apnenec skupaj, je v profilih tuf spodaj, apnenec pa više.

V dolini Rakovnik južno od Zavrstnika in pri Sv. Križu pri Podrojah meji tuf neposredno na karbonski peščenjak, drugod pa leži na dolomitu.

Tuf in apnenec s tufskimi vložki pripadata glede na podoben razvoj v okolici Primskovega wengenskim plastem. Na obravnavanem ozemlju določljivih fosilnih ostankov nismo našli.

Zgornja triada. Sedimenti karnijske stopnje so ohranjeni le med Planino in Ravnim Osredkom, pri vasi Javorje in vzhodno od gradu Bogenšperk. Sem prištevamo rdečkast in sivkast laporni skrilavec ter skrilavo glino z vložki dolomita in sivega apnenca. V podobnih plasteh dobimo v zgornji Kostrewniški dolini boksit.

Germovšek (1956) je našel na Zaplazu pri Čatežu v enakih sedimentih precej fosilov, med katerimi je določil vrsto *Myophoria inaequicostata* Klippstein.

Pri Javorju, Bogenšperku in južno od Ravnega Osredka so karbonski skladi narinjeni na rabeljski pisan skrilavec in apnenec. Rabeljske plasti do sedaj tod niso bile znane.

Tektonika. Ozemlje pripada južnemu delu Posavskih gub, t. j. litij-skemu antiklinoriju, na prehodu v Dolenjski kras. Prevladuje dinarska smer, opazujemo pa tudi prečno dinarsko in alpsko smer.

Karbonski sedimenti so bili večkrat nagubani, zato se vpadi v teh plasteh najbolj menjavajo. Južno od Save so na prehodu v Dolenjski kras narivi, prelomi in drse, ki kažejo na premikanja proti severu in severovzhodu. Pri tem se je Dolenjski kras narival na južni rob Posavskih gub. Pri premikanjih so bili posamezni stratigrafski členi reducirani ali podvojeni. Tako opazujemo med Črnim potokom in Višnjim grmom normalno zaporedje sedimentov od aniza do karbona, nedaleč vstran pa so v neposrednem stiku s karbonskimi skladi werfenske in celo rabeljske plasti. Take odnose si moremo razlagati z načinom sedimentacije in paleoreliefu

le do neke mere. Malo je verjetno, da bi bili v razdalji dveh ali treh kilometrov erodirani vsi sedimenti od grōdena do gornje triade, v enaki razdalji pa ohranjeni v razmeroma precejšnji debelini. Odločilno vlogo je tu imela alpska orogeneza.

Na prostoru južno in jugovzhodno od Litije je več dislokacij, ki so nagnjene proti jugu, lokalno pa proti jugozahodu in jugovzhodu. Najbolj značilen je nariv karbonskih plasti na triadni dolomit med Črnim potokom, Bogenšperkom in Dobravo, ki je v zahodnem delu bolj strm, proti vzhodu pa vedno bolj položen.

Ob kontaktu karbonskega peščenega skrilavca s triadnim dolomitom opazujemo severozahodno od Bogenšperka ozek pas tufskega peščenjaka in črnega apnenca.

GEOLOGIC CONDITIONS IN THE LITJA REGION

In this article a description has been made of the stratigraphic and tectonic conditions existing south of Litija (near Ljubljana), in the area between the Sava river and the Karstic region of Dolenjska (Lower Carniola). In this area Carboniferous, Permian, Triassic, and Quarternary sediments could be found.

Carboniferous beds consist of dark grey shale, micaceous quartz sandstone which gradually passes over into a fine grained quartz conglomerate.

Few fossil remains could be found in these rocks. Remains of *Sigillaria* and of *Calumites* have been identified near Litija; in rocks from the hill of the Ljubljana Castle where similar sediments have been opened the remains of the fern *Neuropteris tenuifolia* and of the horsetail *Calamites* sp. have been found. Ramovš (1954) mentions a rich macrofauna in limestone pebbles from the Carboniferous conglomerate occurring in the surroundings of Ljubljana; on this basis we can attribute this limestone into the Silurian or into the Devonian age. We find similarly pieces of limestone pebbles included in the conglomerate occurring south of Litija. In one of these the author has found a remain of the cephalopod *Trochoceras* cf. *carinthiacum* Stache, by which the age of this limestone is determined as belonging to the Silurian.

These Carboniferous sediments can be classified, on the basis of a comparison with similar sediments occurring in the Carnian Alps into the Hochwipfel strata.

Grōden sediments were deposited over the denuded and folded Carboniferous strata. They consists of reddish, more rarely greyish, quartz sandstones, shales, and few lenticular intercalations of conglomerate. No fossil remains could be found in these rocks. They are placed into Grōden because of their position and lithologic development.

Werfen strata consist of shaly micaceous sandstone and of sandy shale with few inclusions of oolitic limestone. Dolomite is characteristic for the lower as well as for the upper part of Werfen. The Lower Triassic begins and ends with dolomite. Dolomite prevails in the Campilian strata.

These Werfen strata contain fossil remains belonging to the pelecypods *Pseudomonotis* cf. *clarai* Emm. and *Anodontophora* (*Myacites*) sp.

In the Middle Triassic we find the massive grey dolomite to be prevalent. This dolomite covers the whole Anisian and a considerable part of the Ladinian stage. Pelitic tuffs and dark-grey stratified limestone can be found between Šmartno and Vintarjevec villages; they can be attributed, on the basis of a comparison with similar sediments from the surroundings of Primskovo, into Wengen. Tuffs have now been discovered for the first time in the area here discussed.

The characteristic reddish and greyish marly shale and slaty clay with inclusions of dolomite and limestone are typical of the Carnian stage. Oölitic iron bauxite occurs in these strata in the Upper Kostrivnica valley.

Germovšek (1956) succeeded in finding the pelecypod *Myophoria inaequicostata* Klippstein in the same sediments that occur at Zaplaz near Čatež. Carboniferous sediments are thrust over the Carnian sediments at Javorje, Bogenšperk, and south of Ravni Osredek.

Carnian sediments have also been found now for the first time in the area here discussed.

The area south of the Sava river is very complicated from the tectonic point of view. It is a transition zone between the Sava folds and the Karst region of the Lower Carniola (Dolenjska).

The Carboniferous sediments were folded during the Variscic and the Alpine orogenetic phases; younger rocks were subject to the Alpine orogenesis only. The transition of Sava folds into the Karst of the Lower Carniola (Dolenjska) is not gradual as this was thought by Germovšek (1956). The overthrusts or the reverse faults which generally show a Dinaric direction point to a movement towards the north or northeast. In this way the Karst of the Lower Carniola (Dolenjska) was pressed over the Sava folds.

Most interesting from the economic view-point are Carboniferous sediments because they are occasionally enriched with ores of galenite, sphalerite, and barite.

LITERATURA

Berce, B., 1956, Rudišče Sitarjevec pri Litiji. Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani.

Grad, K., 1957, Geologija Litije in okolice. Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani.

Germovšek, C., 1956, Geološke razmere na prehodu Posavskih gub v Dolenjski kras med Stično in Šent. Rupertom. Geologija, 3, Ljubljana.

Kossmat, F., 1913, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. geol. Ges. Wien.

Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme in Unter-Krain im Jahre 1857. Jahrb. Geol. R. A. Wien.

Rakovec, I., 1955, Geološka zgodovina ljubljanskih tal. Zgodovina Ljubljane I.

Ramovš, A., 1954, Karbonski konglomerati na vzhodnem obrobju Ljubljanskega polja. Geologija, 2, Ljubljana.

Tornquist, A., 1929, Die Blei-Zinkerzlagertstätte der Savefalten vom Typus Litija (Littai) Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 77, Wien.

Winkler, A., 1924, Über den Bau der östlichen Südalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien.

GEOLOŠKE RAZMERE MED RUDNICO IN SAVO

Karel Grad

Uvod

Ozemlje med Rudnico in Savo pripada vzhodnim Posavskim gubam. Nižje dele sestavljajo sinklinalno nagubane terciarne plasti, višje pa mezozojski in paleozojski sedimenti, razkriti v Krškem hribovju, Orlici, Bohorju in Rudnici.

Novejša raziskovanja so pokazala precejšnje razlike napram D r e g e r j e v i geološki karti Rogatec—Kozje.

Posebno pozornost zaslužijo mezozojske kamenine. R a m o v š in Ž l e b n i k (1958) sta namreč v Krškem hribovju ugotovila, da so krški in velikotrnški skladi v glavnem kredne starosti in ne triadne, kakor je domneval L i p o l d (1858).

Kredne sedimente smo našli tudi na Bohorju in Orlici. Kredni dobi pripada del sivkastih skrilavcev z vložki apnenih breč in peščenjakov, v katerih je kredna mikrofavna.

Karbon in perm

Najstarejši skladi pripadajo hochwipfelskemu faciesu karbona. Prevladujejo sivi do temno sivi kremenovi peščenjaki in glinasti skrilavci. Kremenov peščenjak prehaja ponekod v drobno zrnat kremenov konglomerat. Ti sedimenti so razkriti predvsem v jedru orliške antiklinale, v manjši meri pa na Bohorju in Rudnici. Največji obseg dosežejo karbonski peščenjaki in skrilavci na Orlici. Na zahodu segajo približno do Podsrede, na vzhodu pa do Sotle. Proti zahodu karbon potone pod mlajše, v glavnem srednjetriadne sedimente. Na D r e g e r j e v i geološki karti je karbon označen le v vzhodnem delu orliške antiklinale med Sv. Gorami in Kunšpergom.

V vzhodnem delu Rudnice sta v bližini Olimja v grapi med zaselkoma Orešje in Trdice v bližini starih rogov razkrita temno siv glinasti skrilavec in kremenov peščenjak karbonske starosti. Ti sedimenti prihajajo do površja na manjši površini, zato jih prejšnji raziskovalci niso našli.

Permu prištevamo rdečkaste, redkeje sivkaste kremenove peščenjake in skrilavce, ki leže v krovni karbonskih sedimentov. Opazujemo jih le v ožjih prekinjenih pasovih v temenu orliške antiklinale.

Triada

Triadni sedimenti imajo precej večji obseg kot paleozojski.

Spodnjetriadne werfenske plasti so v podobnem razvoju kot drugod v Sloveniji. V starejšem delu werfena prevladujejo rjavkasti, rumenkasti in rdečkasti sljudni skrilavci ter peščenjaki. Mlajše werfenske plasti, ki so razkrite v večjem obsegu kot starejše, sestojе pretežno iz dolomita in apnenca, podrejeno iz skrilavca in peščenjaka. Apnenec je rjavkast ali siv in vsebuje drobne oolite. Poleg oolitnega apnenca, ki je značilen za werfen, opazujemo še siv plastovit apnenec in apnen skrilavec.

Werfenske plasti so razkrite v jedru orliške antiklinalne strukture skoraj neprekinjeno med Golim vrhom južno od Podsrede in Sotlo, t. j. v dolžini približno 10 km. Zahodneje se pokaže werfen samo ob novi gozdni cesti severno od zaselka Križe. Tu leži pod dolomitom rjavkast do vijoličast sljudni kremenov peščenjak s slabo ohranjenimi fosilnimi ostanki.

Werfenske sedimente prekriva skoraj povsod anizični dolomit. Na kontaktu je dolomit temno siv in delno plastovit. Za werfen orliške antiklinale so najznačilnejši sivo rjavi in rožnati oolitni apnenci ter raznobarvni skrilavci in peščenjaki. Debelina werfenskih plasti pojema od zahoda proti vzhodu.

Za zgradbo Bohorja in njegovih vzhodnih podaljškov je pomembno nahajališče werfenskih sedimentov južno od Orlice, kjer jih je erozija razkrila v globoko vrezani grapi. Werfenski peščenjak in apnenec se pokažeta ponovno med Glažuto in Toplico, t. j. okrog 1 km vzhodneje. Na D r e g e r j e v i karti so werfenske plasti označene le v osrednjem delu Bohorja.

Manjše nahajališče zgornjowerfenskih sedimentov je še v bližini Olimja na Rudnici. Opazujemo jih blizu meje s terciarom pri Sv. Andreju, Trdici in vzhodno od Podčetrtka. Pri Olimju so v sivih sljudnatih peščenih skrilavcih številni polži vrste *Naticella costata* Münster in *Turbo rectecostatus* Hauer, kar dokazuje zgornjowerfensko starost sedimentov.

Srednjetriadni sedimenti so najbolj pestri in obsegajo največje površine. Zelo so razširjeni na Orlici, v vzhodnih podaljških Bohorja in na Rudnici.

V glavnem ločimo dve skupini sedimentov:

1. dolomite,
2. apnenca, skrilavce, spilitizirane diabaze in njihove tufe.

Anizični dolomit je na meji z werfenom temno siv in plastovit, više pa postaja svetlejši in neskladovit. Navadno je močno razpokan in se poliedrično kroji. Dolomit je jedrnat ali kristalast. Med geologi je udomačeno mnenje, da je kristalast dolomit mlajši in mu navadno pripisujejo kasijansko starost. Po naših ugotovitvah so kristalasti dolomiti lahko različno stari.

Dolomiti so brez določljivih fosilnih ostankov. Na Sremiču pri Krškem smo našli slabo ohranjeno školjko, podobno pektenu.

V kamnolomih iz okolice Brestanice omenja Šuklje (1944) v dolomitih odtis školjke, ki spominja na rod *Cardita*. Čubrilović (1934) opisuje iz istih nahajališč nedoločljive preseke polčev in amonita. Vsi ti fosilni ostanki so tako slabo ohranjeni, da ne moremo napraviti nobenih določnejših zaključkov o starosti dolomita.

Večji obseg zavzema dolomit pretežno anizične starosti med Brestanico in Krškim. Že Heritsch-Seidl (1919) in Munda (1939), so mu pripisali anizično starost, ker ga prekrivajo ladinski ploščasti temno sivi apnenci in tufi.

Na območju orliške antiklinale so dolomiti razkriti v znatnem obsegu. Anizični stopnji moremo prišteti dolomit v krovlini werfenskih oziroma v talnini wengenskih plasti. Medtem ko je werfenske sedimente na terenu lahko ločiti po značilnem litološkem razvoju, je mnogo težavnejša opredelitev usedlin, ki prekrivajo dolomit. Raziskovanja v zadnjih letih so pokazala, da je precejšnji del kamenin, ki smo jih prištevali ladinski stopnji in rabeljskim skladom, znatno mlajši in pripada kredi. Zgornja meja dolomita zato ni povsod jasna.

Za sedaj uvrščamo dolomit na obeh krilih orliške antiklinale v srednjo triado. Večji del pripada anizični stopnji in je ekvivalenten mendolskemu dolomitu. Del dolomita, posebno v vzhodnem delu antiklinale, kjer manjkajo značilni ladinski skladi, sega verjetno še više in ga moremo primerjati s schlernskim dolomitom.

V vzhodnem delu antiklinale je dolomit v obliki nepravilnih vložkov v wengenskih oziroma ladinskih skladih.

Srednjetriadni dolomit je razkrit na obsežnem prostoru tudi v vzhodnih podaljških Bohorja. Na območju Globokega, Ravnega loga in Lipnega vrha je v glavnem anizični, ker leži na werfenskih plasteh in so v njegovi krovlini povečini wengenski sedimenti.

Dolomiti so podobno kot na Orlici največkrat neskladoviti, zrnati in razpokani. V spodnjem delu so ob meji z werfenom navadno temnejši, včasih celo sivo rumeni. V višjih delih so povečini kristalasti oziroma zrnati, vendar velikih razlik ni. Meje na različne sedimente. Normalno leže pod wengenskimi diabazi ali silificiranimi skrilavci in lapornimi apnenci, ki vsebujejo plasti in pole tufov. Tak položaj ima dolomit v južnem delu med Mrčnimi seli in Ravnim logom ter Plešivcem. Njegova severna meja je delno tektonska oziroma erozijsko tektonska.

Severno od bohorskega mezozoika poteka sinklinala, ki jo na severu spremljajo podobni mezozojski in deloma paleozojski sedimenti na Rudnici in Žusmu, kjer je najbolj razširjen dolomit. Hamrla (1955) prišteva v anizik le temno siv in siv dolomit. Večji del dolomita na Rudnici in Žusmu uvršča že v krovmino psevdofiljskih skladov in bi potemtakem pripadal kasijanu, kolikor ni še mlajši.

Anizični dolomit je na Rudnici ob kontaktu večkrat limonitiziran in metasomatsko spremenjen. V njem so znana nahajališča železne rude.

V ladinu opazujemo izredno hitre vertikalne in horizontalne litološke spremembe. Poleg dolomita, ki ponekod obsega celotno srednjo in delno še zgornjo triado, so značilni spilitizirani diabazi in njihovi tufi. Ti se pojavljajo v lečah oziroma plásteh v večji debelini ali pa kot tanjši vložki med skrilavci. Poleg teh kamenin so pogostni črni ploščasti apnenci in skrilavci.

Medsebojna lega naštetih sedimentov ni povsod enaka. Vzhodno od Brestanice leže črni ploščasti apnenci na dolomitu, južno in jugovzhodno

od vrha Sremič nad Vidmom pa ponekod manjkajo. Tufski skrilavci in peščenjaki leže delno na dolomitu delno na apnencu.

Tufe omenjajo že Heritsch-Seidl (1919) in Ramovš (1958). Prva dva sta štela plasti s »pietra verde« v buchensteinsko dobo. Ramovš je našel v silificiranem apnencu daonele, zato ga je postavil v wengen. Tudi mi smo našli na pobočjih južno od Sremiča odlomke školjk *Daonella cf. lommeli* Wissm. in *Posidonomya wengensis* Wissm., kar potrjuje wengensko starost teh plasti.

Na Orlici dosežejo wengenske oziroma ladinske usedline dosti večji obseg kot v Krškem hribovju. Severno in južno od vrha Orlice so najbolj razširjeni sivkasti, rumenkasti in rjavkasti glinasti, ponekod peščeni skrilavci z vložki apnencev, dolomitov in tufov.

Poleg teh so za orliško antiklinalo značilne zelenkaste magmatske kamenine, ki jih je Dregger imenoval diabaze. Hinterlechnerjeva (1959) je ugotovila, da so to spilitizirani diabazi.

Na Orlici so štiri večja nahajališča diabazov in njihovih tufov. Diabazi so spilitizirani in prehajajo brez ostre meje v tufske skrilavce in peščenjake.

Temno sivi ploščasti apnenci na Orlici ne dosežejo znatnejših debelin. Opazujemo jih le kot vložke oziroma pole v peščenoskrilavih skladih s tufsko primesjo.

Podoben je razvoj ladinskih sedimentov v vzhodnih podaljških Bohorja severno od senovškega terciarja.

V silificiranih zelenkastih skrilavcih so številne daonele posebno severno od vasice Plešivec in zahodno od Ravnega loga.

Med Orlico, Osredkom in Pokojnikom ter na Veterniku in Okiču so razkriti sivi glinasti skrilavci, podobni psevdoziljskim skrilavcem v Posavskih gubah. Toda v apnenčevih brečah med skrilavci smo našli orbitoline, tekstularije, valvuline in globigerine. Mikrofavna kaže na kredno starost.

Zgornjetriadni dolomit in apnenc sta v okolici Kozjega in severno od Podsrede. Že Zollikofer (1862) omenja megalodonte iz okolice Podsrede. Dregger je (1920) našel majhna jedra školjke *Megalodon triquetus* Wulfen in še nekatere nedoločljive fosile.

Na zahodu leži dolomit na glinastih skrilavcih, ki so deloma kredne starosti. Zanimivo je, da so ohranjene manjše krpe oligocena prav ob tej meji, kar kaže, da je bil dolomit narinjen na skrilavce že po odložitvi oligocenskih plasti.

Jura in kreda

V bazi pisanih apnencev, laporjev in glinastih skrilavcev so v vzhodnem delu orliške antiklinale ob cesti iz Bizeljskega proti Bistrici ob Sotli na več mestih nad srednjetriadnim dolomitom sivi, ponekod oolitni apnenci. Podobni so jurskim apnencem na Dolenjskem.

V krških pisanih ploščastih apnencih iz okolice Krškega je Ramovš (1958) našel številne globotrunkane. S tem je dokazal njihovo zgornjekredno starost. Medtem ko so južno od Save vsi »krški skladi«, označeni na Lipoldovi manuskriptni karti, zgornjekredni, pripadajo severno od Save delno zgornji kredi delno ladinu (Ramovš, 1958).

Severno od Save je apnencev v razvoju scaglia vedno manj. Prevladujejo sivkasto zelenkasti glinasti skrilačci s plastmi apnenega peščenjaka in apnenčevih breč. Fossilni ostanki se dobe le v peščenih apnencih in apnenčevih brečah. V njih so orbitoline, miliolide, valvuline in odlomki lupin drugih fosilov. Vložki breč in apnencev so v skrilačcih redki, zato je presoja, ali so kredne ali ladinske starosti, dosti težja kot južneje od Save, kjer vsebujejo apnenci navadno bogato mikrofavno.

Kredno mikrofavno smo našli na vzhodnem delu Bohorja med Orlico, Osredkom in Pokojnikom, ter na območju Veternika in Okiča. Podobne sedimente dobimo tudi med Vidmom oziroma Krškim, in Bizeljskim, t. j. na južnem krilu orliške antiklinale.

Iz opisa krednih sedimentov vidimo, da so ti razširjeni na precej večjem prostoru kot je bilo znano doslej. Nova nahajališča krednih sedimentov so bila odkrita na Gorjancih in v Krškem hribovju predvsem s pomočjo mikrofavne. Ker makrofavne v teh sedimentih ni najti, je razumljivo, da prejšnji raziskovalci niso določili pravilne starosti.

Pogosto menjavanje apnencev, laporjev, glinastih skrilačcev in breč kaže na premikanja v zgornji kredi. Medtem ko so na Gorjancih zastopani globokomorski in plitvomorski sedimenti, opazujemo proti severu vedno bolj globokomorske sedimente. Brečastih apnencev z rudisti je proti severu vedno manj. Kako daleč proti severu so bili odloženi kredni sedimenti, zaenkrat še ne vemo. Verjetno je bil večji del vzhodnih Posavskih gub pokrit z zgornjekrednimi sedimenti.

ON THE GEOLOGIC RELATIONS OF THE AREA BETWEEN RUDNICA AND SAVA

The oldest sediments between the Rudnica mountain and the Sava river are of Carboniferous age. Grey quartz sandstone and clay shale are prevalent. Sometimes the quartz sandstone changes to fine grained quartz conglomerate. The Carboniferous sediments are encountered on the Orlica mountain between the Sotla river and the Podsreda village, and in lesser extent also on the Rudnica mountain near the Olimje village. Greyish quartz sandstone and shale can be found on the crest of the Orlica anticline overlying Carboniferous strata.

The lower part of Werfenian beds consists of brown, yellow, and red myca shales and sandstones. The Upper Werfenian beds consist of dolomite and limestone, and in a lesser extent of shale and sandstone. Werfenian beds occur on the Orlica mountain, in erosional valleys on the eastern foot-hills of the Bohor mountain, and on the Rudnica mountain. The Werfenian sediments are rich in fossil remains of pelecypods and snails. On the Rudnica mountain *Naticella costata* Münster and *Turbo rectecostatus* Hauer have been found.

The Anisian stage of the Middle Triassic strata consists of dolomite. As it does not contain fossils, its age is determined by superposition and by the gradual transition from Werfenian to Anisic dolomite.

The Ladinian stage consists only of dolomite in the eastern part of the Orlica mountain, in the western part appear also limestone, shale, tuff, and tuffite. The development of the Ladinian stage in the eastern part of the Bohor and Rudnica mountains is similar. This stage is characterized by splitized diabases and augite porphyrite. Fossil remains of *Danella* have been found in tuffites on the eastern slope of the Bohor mountain.

In the surroundings of the villages Kozje and Podsreda Upper Triassic limestone and dolomite, which include fossil remains of *Megalodus*, can be found.

Along the road Bizeljsko—Bistrica, in the eastern part of the Orlica mountain, occur grey, sometimes oölitic limestones similar to the Jurassic limestone in Lower Carniola.

In the platy limestones of Krško, corresponding to the development of scaglia, globotruncanas have been determined by Ramovš (1958). In northerly direction predominate greyish and greenish Flysh shales with calcareous sandstone and breccia intercalations. In the breccia and the sandstone on the eastern slope of the Bohor mountain and on the southern limb of the Ourlica anticline orbitolinas, miliolids, and valvulinids have been found. The strata of Krško and the Ladinian sediments resemble each other strongly. therefore they are undistinguishable in absence of fossils.

LITERATURA

- Čubrilović, V., 1934, Prilog geologiji okoline Krškega, Vesnik Geol. inst. kr. Jugoslavije 3/1, Beograd.
- Dreger, J., 1907, Geologische Karte der Österr.-Ungar. Monarchie, Blatt Rohitsch—Drachenburg.
- Dreger, J., 1920, Erläuterungen zur geologischen Karte Rohitsch und Drachenburg, Wien.
- Hamrla, M., 1955, Geologija Rudnice s posebnim ozirom na rudne pojave. Geologija, 3, Ljubljana.
- Heritsch, F., — Seidl, F., 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 19. Jänner 1917. Mitt. der Erdbeben-Kommission, N. F., Nr. 55, Wien.
- Hinterlechner, A., 1950, Splitzirani diabazi v vzhodni Sloveniji. Geologija, 5, Ljubljana.
- Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857. Jb. d. geol. R. A., IX, Wien.
- Munda, M., 1939, Stratigrfske in tektonske prilike v rajhenburški terciarni kadunji. Inavguralna disertacija, Ljubljana.
- Ramovš, A., 1958, Starost »krških skladov« v okolici Krškega. Geologija, 4, Ljubljana.
- Šuklje, F., 1944, Gurkfeldski i grossdornski slojevi u Samoborskoj gori. Vjesnik Hrv. drž. zavoda i Hrv. drž. geol. muzeja, 2/3, Zagreb.
- Zollikofer, T., 1861/62, Die geologische Verhältnisse des südöstlichen Teiles von Unter-Streiermark. Jb. Geol. R. A., 12, Wien.
- Zlebnik, L., 1958, Prispevek k stratigrafiji velikotrnskih skladov. Geologija, 4, Ljubljana.

AKUMULACIJA NA CERKNIŠKEM IN PLANINSKEM POLJU

Marko Breznik

Z 2 kartama v prilogi

1. Pregled dosedanjih del

1.1. Zanimanje gospodarstvenikov in naravoslovcev za Notranjsko s Cerknjskim in Planinskim poljem je že staro. V prejšnjem stoletju so se bavili predvsem z načrti za osuševanje teh polj oziroma za zmanjšanje poplav na njih. Pri teh delih je aktivno sodeloval znani raziskovalec krasa ing. Putick. Energetska izraba voda Planinskega polja je postala zanimiva že pred 50 leti. Iz te dobe sta načrta ing. Kresa (1911) in ing. Schenkela (1912) za hidrocentralo Planina-Verd. Kres ni predvideval akumulacije na Planinskem polju.

Ing. Lenarčič (1923) je projektiral na Planinskem polju plitvo akumulacijo (23,000.000 m³), rov do Vrhlike (33 m³/sek) in centralo na Vrhlike (instalacije 32 MW, 183 GWh letne energije).

Dr. Tortolino (1943) je predvidel, poleg energetske stopnje Rak—Planina, glavno stopnjo Planina—Vipava: akumulacija na Planinskem polju, zajezitev do kote 473 m, 250 milijonov m³, tesnitev polja s plom-biranjem ponorov, rov 21 km do Vipave, prerez 26 m², največji pretok 60 m³/sek, povprečni pretok 27 m³/sek, padec 366 m, instalacija 97 MW, letna produkcija 632 GWh.

Tudi po študiji dr. Šlebingerja naj bi se vode Unca izkoristile proti Jadranskemu morju v Tržaški zaliv.

1.2. Po naročilu Uprave za vodno gospodarstvo pri PV LRS so bila v letih 1949 do 1952 v prvi fazi geoloških, geomehanskih in hidroloških raziskav na Cerknjskem in Planinskem polju izvedena naslednja dela.

Cerkniško polje:

Geološko in hidrogeološko kartiranje polja in okolice (Geološki zavod LRS, geolog dr. Mario Pleničar).

Sondažno vrtanje 16 strojnih vrtin, globokih 30 do 70 m, z meritvijo vodopropustnosti in 46 ročnih vrtin v naplavini (Podjetje za globinsko vrtanje — Geološki zavod LRS).

Hidrološke raziskave (Uprava za vodno gospodarstvo LRS, dr. ing. Franc Jenko).

Planinsko polje:

Geološko kotiranje Planinskega in Unškega polja (Uprava za vodno gospodarstvo LRS, geologinja Nada Čadež).

Sondažno vrtnanje 17 strojnih vrtin, globokih do 61 m, z meritvami vodopropustnosti in 147 ročnih vrtin v naplavino (Podjetje za globinsko vrtnanje).

Ročno vrtnanje v Babnem dolu in na Unškem polju za ugotovitev zalag glin in proda (Podjetje za globinsko vrtnanje).

Geomehanske raziskave glin (Geomehanski laboratorij TVŠ, dr. ing. Luj Šuklje).

Hidrološke raziskave (Uprava za vodno gospodarstvo, dr. ing. Franc Jenko).

1.3. Na podlagi teh raziskav je Projekt nizke gradnje 1954. leta izdelal Vodnogospodarsko osnovo porečja Ljubljaničice (dr. ing. Franc Jenko in sodelavci).

V tej osnovi je tudi naslednji predlog za izkoriščanje vodnih sil Cerkniškega in Planinskega polja:

Zadrževalnik »Gornje Jezero« na Cerkniškem polju s prostornino 3,5 milij. m³, pobočni kanal ob Cerkniškem polju in dalje rov do Planinskega polja, kjer bi bila hidrocentrala HE Cirje ali HE Malni (40 MW, 95 GWh).

Na Planinskem polju je predvidena ključna akumulacija s prostornino 288 milijonov m³ z zaježitvijo do kote 480 m. Tesnitev polja naj bi dosegli s pregradama na obeh straneh Jakovice tako, da bi Babni dol z njegovim ponornim področjem odrezali od polja. Na samem polju bi dosegli tesnitev ponorov in severovzhodnega pobočja s tesnilno glinasto oblogo. Estavele pri Grčarevcu bi tudi tesnili z glinasto oblogo, obteženo z nasutjem. Da bi preprečili direkten odtok cerkniških voda na Ljubljansko barje, naj bi se med Cerknico in Dolenjo vasjo zgradil glinast naboj v zaseku dolžine 1,5 km in globine 100 m.

Dovodni rov za 80 m³/s pretoka bi bil dolg 11 km. Centrala, ki bi bila blizu Vrhniče, bi bila instalirana na 120 MW in bi imela v povprečnem letu letno produkcijo 337 GWh.

1.4. Vzporedno z izdelavo vodnogospodarske osnove Ljubljaničice je Elektroprojekt Ljubljana leta 1953 izdelal Investicijski načrt za hidrocentralo Planinsko polje (ing. Savo Janežič). Ta načrt je bil izdelan po naročilu Elektrogospodarske skupnosti Slovenije in je imel predvsem namen energetsko izrabiti Ljubljaničico s posebnim poudarkom na akumulaciji. V tem projektu so na novo obdelane vode Planinskega polja. Geološke raziskave je dopolnil docent Dušan Kuščer s kartiranjem ponorov.

Elektroprojekt predvideva tesnitev polja s tem, da bi ponorna področja odrezali od polja s pregradama Jakovica—pobočje pod Ivanjim selom in Jakovica—pobočje Planinske gore. Pri zaježitvi do 470 m bi bila akumulacija 168 milij. m³, dovodni rov bi imel pretok 60 m³/s, moč elektrarne pri Verdu 78,8 MW, letna proizvodnja 248 GWh.

1.5. Od jeseni 1954 do 1957 leta smo izvajali drugo fazo geoloških in geotehničnih raziskav na Planinskem polju. V prvi fazi raziskav je bila detajlno raziskana naplavina na polju, ker bo njena tesnilna vloga zelo važna ali celo odločujoča za izgradnjo akumulacije na Planinskem polju.

Novejše izkušnje kažejo na to, da so peščene glinaste naplavine, ki pokrivajo starejše ponore, podvržene izpiranju, in da se tako stari ponori aktivizirajo. Zato smo v drugi fazi raziskav posvetili pozornost predvsem hidrološkim razmeram na obrobju polja in eventualnim skritim ponoram v dnu polja. Poleg tega smo podrobno kartirali ozemlje od Zelš na robu Cerkniškega polja do Kalc pri Logatcu. Izvedena so bila naslednja dela:

Na Planinskem polju:

Hidrološka obdelava obrobja polja z vrtanjem 34 piezometrov in 3-letnim opazovanjem nivojev podzemske vode (Geološki zavod, ing. Marko Breznik).

Geološko in hidrološko kartiranje ozemlja od Zelš do Kalc (Geološki zavod, geolog Anton Nosan).

Geoelektrično ugotavljanje debeline naplavine na polju (Geološki zavod, ing. Danilo Ravnik).

Raziskava jam Logarček in Gradišnica (Društvo za raziskovanje jam Slovenije).

Na Cerkniškem polju:

Vrtanje 2 strojnih vrtin z merjenjem vodopropustnosti pri Dolenji vasi (Geološki zavod, geolog dr. Mario Pleničar).

Barvanje ponorov Retje in Rešeta (Hidrometeorološki zavod LRS, geologinja Nada Čadeževa).

Poizkus geoelektričnega ugotavljanja podzemskih tokov (Geološki zavod Ljubljana, Zavod za geološka i geofizička ispitivanja NR Srbije: ing. Ferdo Miklič, ing. Danilo Ravnik).

2. Morfološki opis

Cerkniško polje in Planinsko polje sta glavni kraški polji na Notranjskem.

2.1. Cerknško polje je dolgo 9 km, široko 2 do 3 km in leži na nadmorski višini okoli 550 m. Njegova daljša os ima dinarsko smer. Dno polja je položno nagnjeno od jugovzhoda proti severozahodu. Na jugozahodnem robu se strmo dvigajo Javorniki, na severovzhodnem pa Bloška planota in Slivnica. Na severozahodnem robu je nizek prehod na Unško polje; v njegovem podaljšku je Planinsko polje. To podolje je izoblikovala pliocenska Ljubljana.

Na jugovzhodnem robu so glavni dotoki voda na Cerknško polje. Veliki Obrh pod zemljo dovaja vode z Loškega polja. Delno površinski dotoki so Lipsenjščica, Žirovniščica in Cerknščica, ki odvodnjavajo del

Bloške planote. Nekaj obrhov je tudi na zahodnem robu polja, ki dovajajo vode z Javornikov. Vse vode odtekajo s polja podzemsko. V sredini polja so ponori Ponikve, Retje, Vodonos in Rešeto. Najvišje vode pa ponikajo v Veliki in Mali Karlovici ter v Svinjski jami na severozahodnem robu polja. Za Cerkniško polje so značilne periodične poplave, ki so odvisne od množine letnih padavin. Po dr. Jenku trajajo poplave povprečno 8 ½ meseca na leto.

2.2. Planinsko polje se tudi razteza v dinarski smeri. V tej smeri je okoli 4,5 km dolgo, od širine 2,5 km pri Planini se zoži na 1 km pri Grčarevcu. Dno polja je skoro ravno na koti 447 m.

Na jugozahodu se dviga Planinska gora, ki je podaljšek Hrušice, strmo nad polje do nadmorske višine 900 m. Na ostalih treh straneh pa je obrobje polja nižje, s povprečno relativno višino 150 m nad poljem. Na severovzhodu je to Logaška planota, ki se zajeda v polje z nekakim polotokom Jakovico. Na jugovzhodu je Unško polje, ki ga je izoblikovala pliocenska Ljubljana, na severozahodu pri Grčarevcu pa suha dolina pliocenske Ljubljane oziroma Hotenke.

Planinsko polje je kotlina in nima površinskih dotokov vode. V južnem vogalu polja so najvažnejši dotoki na polje, in sicer dotok iz Planinske jame, izviri Malenščice in izvir Skratovka. Periodični so izviri Hotenke v Grčarevcu, nekaj manjših izvirov je na vznožju Planinske gore. Kakor dotoki, so tudi vsi odtoki podzemski. Prvi sistem ponorov je na severovzhodnem robu polja od Milavčevih ključev do Laz, drugi pa na severnem robu ob vznožju Lanskega vrha in v Babnem dolu.

Tudi za Planinsko polje so značilne poplave, ki trajajo povprečno 1 ½ meseca letno. Cesti Planina—Hasberk in Planina—Laze sta s svojimi nasipi razrezali polje nekako v tri poplavna področja. Le največje poplave dosežejo zadnje poplavno območje z Babnim dolom.

3. Stratigrafski in petrografski opis

3.1. Triada. Najstarejša kamenina na preiskanem ozemlju je zgornjetriadni glavni dolomit. Petrografske je to pasovit dolomit z vložki zrnatega dolomita. Vsebuje večkrat nepravilne leče svetlo sivega do belega dolomitiziranega apnenca in kalcita, ki je včasih tudi rdečkasto obarvan.

Iz triadnega dolomita je okolica Logatca, vznožje Planinske gore, večina dna Planinskega polja in 3 do 2 km širok dolomitni pas, ki se vleče od Planine preko Unca, Rakeka in Cerknice proti jugovzhodu.

3.2. Jura. Spodnji del jurskih sedimentov je bituminozni dolomit, ki je povečini zrnat in leži konkordantno na triadnem dolomitu; meja ni ostra.

Nad bituminoznim dolomitom so temno sivi jedrnat apnenci in oolitni apnenci. Ti apnenci in dolomiti, ki so liadne starosti, nastopajo predvsem na Planinski gori in v okolici Cerknice. Severno od Ivanjega sela in na severnem obrobju Planinske gore pa so še mlajše jurske plasti, in sicer dogerski in malmski apnenci.

3.3. Kreda. Spodnjekredni apnenci z vložki dolomitov pokrivajo obsežne površine jugozahodno od Cerknškega in Unškega polja ter severovzhodno od Planinskega polja. Cenomanski apnenci, cenomanskoturonski apnenci z roženci ter turonski apnenci in radiolitne broče nalegajo konkordatno na spodnjekredne apnenice v smeri proti postojnski kotlini. Na Planinskem polju so cenomanski apnenci na severnem delu Babnega dola (ponori Pod stenami) in se podaljšujejo na vzhodno pobočje Lanskega vrha.

3.4. Eocen. Eocenski flišni peščenjak, laporji in apneni vložki pokrivajo postojnsko kotlino. Krpe fliša pa so na Kališah severno od Grčarjca.

3.5. Kvartar. Kvartarne naplavine pokrivajo dno Cerknškega, Unškega in Planinskega polja.

Na Cerknškem polju je na dnu nezvezna, do 1 m debela plast proda, nato 1 do 2 m debela plast peščene gline ali peska, sledi 1 do 3 m, delno tudi debelejša plast gline. Nad glino je ponekod humus. Ob Cerknšičici je peščen in prodnat vršaj, debel 2 do 6 m.

Na Unškem polju je spodaj prod povprečne debeline 0,5 m, nad njim pa povprečno 3 do 4 m gline.

Na Planinskem polju je do 1 m proda in povprečno 3 do 4 m gline.

4. Tektonska zgradba

Skozi raziskano ozemlje potekajo 3 veliki prelomi. Največji je idrijski prelom, ki poteka v dinarski smeri od Idrije do Snežnika. Na naše ozemlje pride pri Kalcah, poteka po severovzhodnem pobočju Lanskega vrha, preko Jakovice, pri Lazah se spusti na Planinsko Polje, katero zapusti na jugovzhodnem vogalu, poteka vzhodno od Ivanjega sela, vzhodno od Rakeka, skozi Cerknico in se nadaljuje pod naplavino Cerknškega polja proti jugovzhodu. Predjamski prelom poteka od Predjame do Planine v smeri zahod—vzhod, pri Planini se obrne proti jugovzhodu, pri Zelšah pride na Cerknško polje, se nadaljuje pod naplavino Cerknškega polja do vasi Gornje jezero na jugovzhodnem robu polja in še dalje proti loškemu polju.

Pri Kalcah blizu Logatca je v smeri zahod—vzhod logaški prelom, ki se konča ob idrijskem prelomu in je torej od njega starejši.

Ti prelomi so razkosali ozemlje v naslednje tektonske enote:

4.1. Logaška kotlina je del Idrijsko-žirovskega ozemlja in je na jugu narinjena na Logaško-bloško planoto, na jugozahodu pa meji ob idrijskem prelomu na Hrušico.

4.2. Logaško-bloška planota. Nekateri imenujejo to enoto tudi »Zahodno krilo borovniške antiklinale«, ker si od Borovnice proti Kalcam slede vedno mlajši sloji: rabeljski apnenec, glavni dolomit, spodnja, srednja in zgornja jura ter spodnja in zgornja kreda. Plasti vpadajo proti zahodu, celotna tektonska enota meji ob idrijskem prelomu na Hrušico in Rakeško-cerknško lusko.

4.3. Planota Planinske gore, kot sestavni del Hrušice. Najstarejša plast je triadni glavni dolomit, nad katerim je celotna jura in više kreda. Plasti vpadajo proti severozahodu, v tej smeri si tudi slede vedno mlajše formacije. Hrušica je omejena na severozahodu z Idrijskim prelomom, na jugu pa je ob Predjamskem prelomu narinjena na Javorniško-postojnsko grudo. Večji del planinskega polja pripada tej tektonski enoti.

4.4. Rakeško-cerkniška luska. Dolomitno podolje z Unškim poljem in delom Cerkniškega polja je v določeni meri podaljšek Hrušice. Ker je omejeno z dvema skoro vzporednima prelomoma in zaradi izrazito podolgovate oblike, smo ga sklenili imenovati kot posebno tektonsko enoto »Rakeško-cerkniška luska«, ki meji ob idrijskem prelomu na Logaško-bloško planoto, ob Predjamskem prelomu pa je narinjena na Javorniško-postojnsko grudo. Na severozahodu je meja proti Planinskemu polju tudi morda tektonska, na jugovzhodu pa se luska izklini, ko se pod napolavino Cerkniškega polja združita idrijski in predjamski prelom.

4.5. Javorniško-postojnska gruda je zgrajena iz spodnje in zgornjekrednih sedimentov, katere pokrivajo v Postojnski kotlini eocenski peščenjaki in laporji.

5. Hidrološke razmere

Z barvanji so v zadnjih desetih letih preiskali posamezne podzemске zveze in lahko trdimo, da je hidrografska mreža poznana v zadostni meri. Za eventualna tehnična tesnilna dela pa bi bilo potrebno slediti točne smeri posameznih podzemskih odtokov.

5.1. Cerkniško polje. Glavni dotoki voda na polje so v jugovzhodnem delu polja. Vode Loškega polja dotekajo podzemsko in pridejo na dan v Obrhu. Več kraških izvirov je tudi ob vzhodu Javornikov; ti odvajajo del voda Javornikov. Dotoki z Bloške planote pa so delno površinski: Lipšenjščica, Žirovniščica in Cerkniščica.

Del voda stalno odteka v izvire Bistre in Lubije, torej direktno na Ljubljansko barje. To je bilo sedaj tudi dokazano z barvanjem ponikev Retja (1957) in Rešet (1959); s tem je potrjen indirektni podatek ing. Hočevarja iz leta 1939 o odtoku voda s Cerkniškega polja v Bistru — barvanje Loškega obrha pred Golobino. Visoke vode s Cerkniškega polja in vode Cerkniščice pa se preko ponikev Mala in Velika Karlovica pretakajo skozi Škocjansko dolino na Planinsko polje v izvire Malenščice, Škratovke in v Rakov rokav Planinske jame. Na Cerkniškem polju imamo torej zanimivo in hidrološko važno bifurkacijo. Med vrtnji leta 1951 je bil v nekaterih vrtnah na polju ugotovljen vodni tok v globini; v vrtni S-11 v globini 11 m, v vrtni S-14 pa globlje.

Situacija teh vrtn kaže na odtok proti Bistri. Važna pa je ugotovitev zato, ker dokazuje, da imamo pretoke tudi pod površino polja.

Po podatkih Vodnogospodarske osnove Ljubljaniče (dr. ing. Jenko) je povprečni skupni dotok na Cerkniško polje 20 m³/sek. Odtok direktno na Barje naj bi bil med poplavi 15 m³/sek, ob usihanju jezera pa

1,9 m³/sek. Po podatkih Idejnega projekta HE Planina—Verd (Elektroprojekt — ing. V a l a n t) pa je povprečen direktni odtok iz Cerkniškega polja proti Ljubljanskemu barju $\frac{1}{2}$ dotoka na Planinsko polje, kar znaša 6,8 m³/sek.

5.2. Škocjanska dolina. Skozi Škocjansko dolino teče reka Rak. V tej dolini pride za nekaj km na dan ponornica, ki pretaka vode od ponorov Velika in Mala Karlovica v izvire na Planinskem polju. Zveza med Veliko Karlovico in izviro Raka sicer z barvanjem ni dokazana, ker opazovanja v Škocjanu med barvanjem Velike Karlovice leta 1939 zaradi državne meje niso bila zanesljiva. Od dveh ponorov Raka je bila barvana jama Tkalca (1928) in dokazana zveza z iztokom iz Planinske jame, pri tem pa niso opazovali izvirov Malenščice in ločeno rokava Planinske jame. Vendar kljub vsemu temu ne more biti dvoma, da je Rak nadzemski tok ponornice, ki odvaja visoke vode Cerkniškega polja proti izvirov Unice na Planinskem polju. Poleg teh voda pa prejema Rak še dodatne dotoke z Javornikov (Kotel?).

5.3. Planinsko polje. Na Planinsko polje doteka Pivka iz Postojnske kotline. Pri barvanju Pivke so na Planini opazovali samo skupen iztok iz Planinske jame, vendar je verjetno, da dotekajo visoke in srednje vode po Pivškem rokavu Planinske jame, nizke vode pa pridejo tudi s postojnske strani v izvire Malenščice, na kar sklepamo po analogiji z barvanjem potočka pri Kremenici pod postojnskim kolodvorom leta 1955. V Rakov rokav in v izvire Malenščice dotekajo vode s Cerkniškega polja in del voda z Javornikov. Ob nizkih vodah potegnejo izviri Malenščice, ki so nižji, na sebe večino voda s cerkniške in postojnske strani. Zveza med Rakovim rokavom Planinske jame in med izviri Malenščice je bila dokazana z barvanjem 1950. leta.

Po vodnih količinah malo pomembni izviri pod Grčarevcem so važni zaradi svojega mehanizma. Ti izviri so aktivni samo ob močnem daljšem deževju, normalno 1 do 2-krat na leto. Ko deževje preneha, se voda v obrnih niža in končno povsem usahne; področje je torej estavelsko. V njegovi bližini, ob Lanskem vrhu, pa je že ponorno območje.

Barvanje Hotenke v ponorih pri Hotedrščici (1953) je pokazalo, da odteka Hotenka v iste izvire na Vrhniki in Verdu kakor vode s Planinskega in Logaškega polja, poleg tega pa se je obarval izvir »V grapi« pod Grčarevcem, tako da je dokazano, da vode Hotenke dotekajo v estavelsko območje pri Grčarevcu.

Ponore Planinskega polja pod Ivanjim selom in v Babnem dolu so večkrat barvali. Vsi ponori na Planinskem polju dovajajo vode v Močilnik in Retovje, izvire Male in Velike Ljubljani pri Vrhniki. Lubija in Bistra pa nista bili obarvani.

5.4. Barvanje Logaščice (1951) je pokazalo, da teče Logaščica v iste izvire na Vrhniki kakor vode s Planinskega polja.

5.5. V Hribsko vodo na Vrhniki pa tečejo ponikle vode Rovtarice in Potoka v Petkovcu.

5.6. Da bi ugotovili globino toka ponikalnih podzemskih voda s Planinskega polja, so ponovno speleološko raziskali jamo Logarček pri Lazah in brezno Gradišnica, ki leži sredi med ponori na Planinskem polju in izviri na Vrhniki. Raziskave je izvedlo Društvo za raziskovanje jam Slovenije in v Logarčku ugotovilo, da sta sporadično vodno aktivni 2. in 3. etaža, da pa naj bi bila stalno aktivna 4. etaža, ki pa ni dostopna. Vodna gladina niha v jami med kotama 425 m in 445 m.

V breznu Gradišnica je bila ugotovljena nizka vodna gladina na koti 337 m, visoka pa na koti 390 m.

6. Rezultati raziskovalnih del na Cerkniškem polju

6.1. Z ročnim vrtnanjem smo preiskali sestav in debelino nanosa na polju. Prečno na vzdolžno os polja je bilo izvrtanih 5 geoloških profilov.

V profilu I v skrajnem jugovzhodnem kotu polja je na skalnati podlagi 1 m slabo zaobljenega dolomitnega proda, nad njim dolomitni pesek, ki je delno zaglinjen, in na površini rjava trda glina.

V profilu II, ki poteka blizu vasi Otok, je prod na skalnati podlagi v severovzhodnem delu profila; nad prodom, oziroma neposredno na skali v jugozahodnem delu profila, leži do 1 m dolomitnega peska. Na površini je rjava trda glina, oziroma glinast humus. Debelina glinaste plasti je v tem jugovzhodnem delu polja 1 do 3 m, v Zadnjem kraju do 4,5 m.

Profil III prečka sredino polja. Neposredno na skalnati podlagi leži peščena plast, debela 1,5 do 2,0 m, nad njo pa je rjava trda glina in delno humus. Debelina te plasti je 1 do 2 m.

Profil IV, ki poteka preko ponorov Rešeto in Vodonos, je že pod vplivom prodnatega vršaja Cerknishčice. Na dnu je glina ali glina s prodniki, više v severovzhodnem delu prod, prod s peskom in humus, v jugozahodnem delu pa pesek in glina s prodom ter delno humus.

Profil V je blizu severozahodnega roba polja pri Dolenji vasi. Debelina kvartarnih sedimentov je tukaj največja, povprečno 7 m, maksimalno pa 15 m. Na dnu so gline in gline s prodom, nad njimi gline z dolomitnim in kremenovim peskom, še više pa delno humus in delno glina.

6.2. S strojnimi vrtnanji smo raziskali petrografski in stratigrafski sestav skalnate podlage. Rezultate smo uporabili pri izdelavi geološke in tektonske karte Cerkniskega polja.

Zanimivi so podatki o zdrobljenosti kamenin, ker nam kažejo na tektonske cone. Kamenina je zdrobljena v vrtnah S-4, S-5, S-6, S-9, S-13, v vrtini S-12 so vidne tektonske drse, vrtina S-8 pa je bila vrtana skozi predjamski prelom in je jasno dokazala nariv triadnih dolomitov na kredne apnenice. V vrtini S-8 so bile ugotovljene 3 in 4 m visoke kaverne, zapolnjene z glino. Vrtini S-11 in S-14 sta zadeli na odprte podzemskie razpoke, v katerih je bilo slišati pretok vode.

Vse te vrtine so situirane ob predjamskem in idrijskem prelomu, ki potekata skozi sredino polja.

6.3. V 1954. letu sta bili izvrtani dve vrtini: C-1 blizu Cerknice, C-2 pa blizu Dolenje vasi. V vrtinah so merili tudi vodopropustnost in ju karotirali po metodi navideznega specifičnega upora. V vrtini C-1 je pod 2 m debelim prodrom do dna vrtine dolomit, povečini kompakten, kar dokazuje tudi visok procent dobljenih jeder (povprečno 60 %). Razpokane cone so bile v globinah 18 do 23 m in 51 do 61 m. V globini 19 m so našli 15 cm široko razpoko, napolnjeno z vodo, v globini 22 m 5 cm široko razpoko, napolnjeno z glino, in v globini 103 m 25 cm široko razpoko, napolnjeno z glino. Rezultati preizkusa vodopropustnosti pri 10 atm so v pregledni obliki naslednji:

Globina (m)	Povprečna vodopropustnost l/m/min	Opomba
3—25	2,5	
25—35	4,5	max. 5,4
35—45	2,0	
45—50	3,8	
50—100	0,4	max. 1,4
100—105	2,5	

Ti rezultati kažejo na zelo slabo propustno kamenino, ki je v zgornji coni nekoliko propustna po tanjših razpokah. Vrtina pa ni mogla zadeti na vodni horizont ali vodni tok. V tem se ne strinjam z zaključkom Mikličevega in Pleničarjevega poročila, ki sklepata na vodna horizonta v globinah 48 do 60 m in 100 do 102 m. Kamenina je v razpokah prepojena z vodo ali pa so razpoke zapolnjene z glino; električni upor se spreminja v odvisnosti od razpokanosti hribine.

Na podlagi vrednotenja vseh rezultatov, ki jih je dala ta vrtina, še ne moremo sklepati na vodne horizonte, ki naj bi bili aktivni.

Vrtina C-2 je bila globoka 102,6 m. Potekala je do globine 62,3 m skozi glavni dolomit in prišla na tej globini v kredne apnenice. Vrtina je torej križala znani predjamski prelom. Zaradi tega je kamenina tudi močnejše razpokana in delno zdrobljena. Taka zdrobljena cona je na površini dolomita od 12,5 do 30 m, dalje od 39 do 41 m, v apnencu pa od 75 do 95 m. V globini 52 m je bila registrirana 0,2 m visoka razpoka, v globini 90 m pa 0,5 m visoka razpoka, zapolnjena z glino.

Vodopropustnost so merili le od globine 25 m do 90 m zaradi zarušitve vrtine v površinski coni in na dnu. Tudi v tej vrtini so rezultati merjenja vodopropustnosti ugodni in so v mejah 2,2 do 5,3 l/m/min pri 10 atm. Tudi ta vrtina ni zadela na vodni tok ali na močno propusten vodni horizont. Vendar tega, zaradi pomanjkanja podatkov, ne moremo trditi za one odseke, v katerih vodopropustnost ni bila preiskana.

6.4. Da bi ugotovili, ali je možno slediti podzemne vodne tokove s površine, so l. 1957 poizkusno geoelektrično merili v bližini ponorov Rešeto in Vodonos. Rezultati teh meritev so naslednji:

Metoda meritve navideznega specifičnega upora ni dala nobenih rezultatov, ker ni bilo mogoče ločiti vplivov reliefa skalnatega dna od nehomogenosti v skali. Zato so preizkusili še metodo lastnega potenciala, ki pa ni uspela zaradi motenj električne železnice.

Kot tretjo so preizkusili elektromagnetno turam metodo, ki je pokazala zelo ugodne rezultate v primeru, da so podzemski kanali napolnjeni z vodo.

Kot zaključek lahko ugotovimo, da je možno reševati hidrogeološke probleme na Krasu z geofizikalnimi metodami, manjkajo le izkustva, ki pa bi jih dobili z večjimi terenskimi deli.

7. Akumulacija na Cerkniskem polju

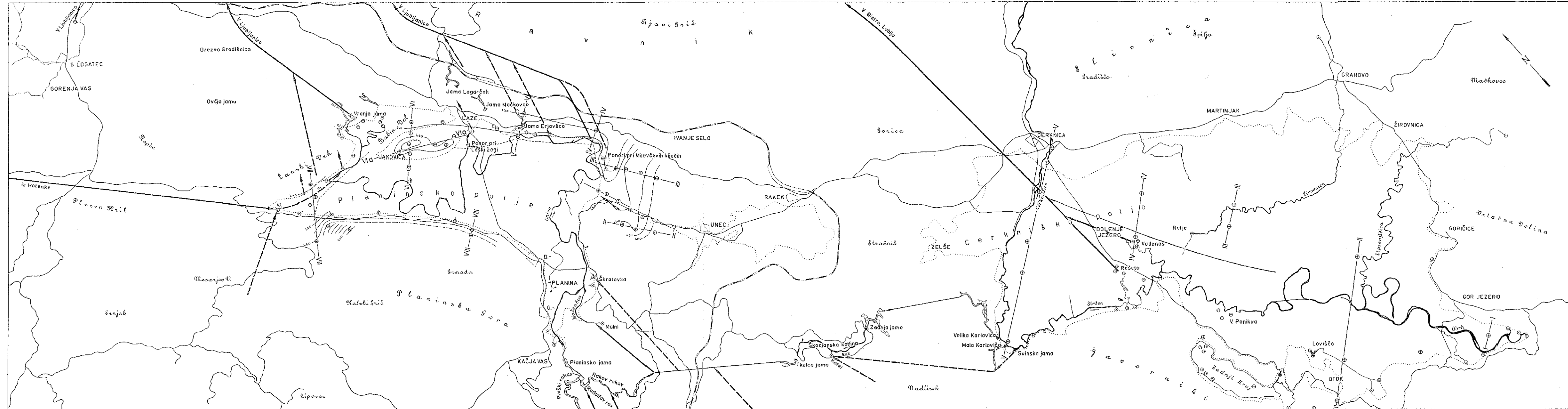
7.1. Z akumulacijo na Cerkniskem polju bi zmanjšali in skrajšali vsakoletne poplave, tako da bi bilo možno kmetijsko obdelovanje na večjih površinah in dalj časa v letu. Poleg tega bi ustvarili pomožni akumulacijski bazen za elektrarno Planina—Verd.

Akumulacijski bazen je bil predviden v dobi raziskav 1951 do 1953 na Gornjem jezeru.

7.2. Geolog dr. M. Pleničar v svojem poročilu (1953) odsvetuje gradnjo jezua na črtah Žirovnica—Otok, Lipsenj—Otok, Goričica—Otok. Po njegovem mnenju bi jezo potekal čez združeni idrijsko-predjamski prelom; v vrtini S-4 je bil zdrobljen in zasigan material do globine 30,8 m. Nanosa je le 3 m in je pretežno propusten — peščena glina in pesek. Voda bi uhajala po kraških kanalih ob prelomu pod jezom, delno neposredno v Lubijo in Bistro. Poleg tega pa bi voda uhajala po sistemu prelomov skozi Zadnji kraj in skozi Obrhe na jugozahodnem robu polja, ki so v zvezi med seboj, v zvezi z estavelami v Zadnjem kraju in verjetno tudi s ponornimi sistemi Ponikve, Rešeto in Lovišča. Po Pleničarju ni mogoče ustvariti na Cerkniskem polju večjega akumulacijskega bazena brez dragih investicijskih del, in sicer več kilometrov dolgih injekcijskih zaves in brez izoliranja obrhov na jugozahodnem robu polja.

7.3. Dr. F. Jenko predvideva na južnem delu polja akumulacijski bazen z izgradnjo nasipa Otok—Žirovniščica. Bazen bi obsegal Gornje jezero in Zadnji kraj. Ta bazen naj bi za nekaj tednov dušil poplave na Cerkniskem polju. Po Jenkovem mnenju ne bi izvedli dragih injekcijskih del, ker ni zahteve po veliki vododržnosti bazena. Akumulacijski bazen imenuje zato zadrževalnik ali poplavnik.

7.4. Vododržen akumulacijski bazen. Glavni dotoki voda na polje so v južnem delu polja, kjer dotekajo vode z Loškega polja in z Blok. V južni tretjini polja se začno pojavljati že tudi ponori pri vasi Otok in v Zadnjem kraju. Reka Stržen, ki teče od izvornega področja na jugu proti največjim ponoram v severozahodnem delu polja, je v času suše že na samem polju ponornica, nekje je njena struga povsem suha, na nekaterih odsekih pa je v strugi tekoča voda. Poleg tega je bilo v nekaterih strojnih vrtinah slišati v globini šumenje vode. Vse to nam dokazuje, da imamo pod površino Cerkniskega polja podzemске pretoke, in to do-



**HIDROLOŠKA KARTA CERKNIŠKEGA
IN PLANINSKEGA POLJA**
**HYDROLOGIC MAP OF CERKNIŠKO
AND PLANINSKO POLJE**
 IZDELAL M. BREZNIK
 BY M. BREZNIK



- Rob kraškega polja
Margin of the polje floor
- Hidroizohipsa za 8. VII. 1957 - sušna perioda
Water - table contour for 8th of July 1957 - Dry season
- Maja aktivnih ponorov na Planinskem polju
Limit of active ponors in Planinsko polje
- Nadzemski vodni tok
Surface stream
- Plan of karške jame z vodnim tokom
Plan of karst cave with subterranean river
- Plan of suhe kraške jame
Plan of dry karst cave
- Kraška jama - vhod
Karst cave - entrance
- Ponor - Swallow hole
- ⊙ Kraški izvir
Karst spring
- ⊙ Estavelo
Estavelle
- ↑ Izvir
Spring
- Podzemski vodni tok - direktno ugotovljen z barvanjem
Underground water stream - directly established by coloring
- Podzemski vodni tok - indirektno ugotovljen z barvanjem
Underground water stream - indirectly established by coloring
- Predpostavljena smer podzemnega vodnega toka
Presumed direction of underground stream
- ⊙ Strojna vrtna
Drill hole
- IV - I - Profil
Section

kazano od vasi Otok proti severu, verjetno pa omejeno število še od samega izvornega področja.

Kljub temu, da pokriva dno Cerkniškega polja peščeno glinasta, v glavnem nepropustna usedlina, ne moremo računati na nepropustnost bazena s tem, da bi pregrado uvezali v to površinsko glinasto plast. Izkušnje namreč kažejo, da globinski tokovi izpodjedajo in odnašajo glinasto plast od spodaj, nakar se površinski del glinaste plasti vdre in nastane grez. Na Cerkniškem polju nastajajo grezi v zaledju ponornega sistema Vodonos in drugod, na Planinskem polju pod Lazami in pred Lanskim vrhom. V akumulacijskem bazenu pa bi bil ta pojav še intenzivnejši zaradi teže vodnih plasti in povečanega gradienta pri pretoku podzemskih voda. Take neugodne izkušnje so imeli v zadnjem času pri akumulaciji Deckersberg v Nemčiji.

Zatesnitev akumulacijskega bazena je možna samo z injekcijsko zaveso, ki bo segala dovolj globoko pod pregrado in prerezala globinske tokove. Poleg tega bi morala biti zavesa podaljšana v skrasele boke bazena, v našem primeru proti Javornikom. Izgradnja take zavesa je tehnično možna, kar sta na našem Krasu v zadnjem času dokazali akumulaciji Peruča na Cetini in Krupac na Nikšičkem polju.

7.5. Akumulacijski bazen za skrajšanje poplav. Gospodarska funkcija takšnega bazena je manjša, zato ne prenese visokih gradbenih stroškov in tudi zahteve po vododržnosti niso ostre.

Pocenitev gradnje takšnega bazena lahko dosežemo samo s pocenitvijo tesnilnih del, ker se gradnja nasipa ne da poceniti. Pocenitev tesnilnih del pa lahko dosežemo s tem, da računamo z delno tesnilno funkcijo peščene glinaste naplavine, katero bi po ojezeritvi popravljali tako, da bi nove ponore mašili, ali pa injicirali podzemne kanale, ki bi odvajali vode novih ponorov. Vsa ta sanacijska dela bi bila možna, ker bi bil bazen več mesecev na leto suh in ne bi nastajala gospodarska škoda, kakor pri bazenih hidroelektrarn, kjer izpade v takih primerih produkcija električne energije. Vsekakor bi pa tudi pri takem načinu tesnitve bilo potrebno z injiciranjem tesniti skraseli rob bazena ob Javornikih.

Za lociranje tesnilnega nasipa po polju in injekcijske zavesa ob Javornikih so potrebna dodatna raziskovalna dela. Predvsem bi bilo potrebno z geofizikalnimi metodami ugotoviti globino skalnate podlage in potek podzemskih kanalov, ob Javornikih pa s piezometri potek in gibanje podzemne vode.

7.6. Odtok vode s Cerkniškega polja proti Bistri in Lubiji. Če bi ta odtok preprečili in vode privedli na Planinsko polje, bi se močno povečala ekonomičnost hidroelektrarne Planina—Verd, saj znašajo te vode vsaj $\frac{1}{2}$ voda, ki dotekajo na Planinsko polje. Z barvanjem Rešet in Vodonosa je bilo dokazano, da te vode prebijejo dolomitno bariero, ki sicer zadržuje vode Raka in Pivke na takšni višini, da tečejo kot Unica po površini Planinskega polja.

Ker pa je dolomit mnogo manj topljiv kakor apnenec, se vode tu ne pretakajo na široki fronti, ampak po nekaterih kanalih, izoblikovanih ob prečnih prelomih, ki sečejo dolomitni pas. Takšni prečni prelomi so

vidni severno od Cerknice. Vrtini C-1 in C-2 blizu Dolenje vasi sta bili vrtani povečini v kompaktnih dolomitih in nista zadeli na podzemске kanale.

Za lociranje tesnilnih del je treba s površine odkriti potek podzemskih kanalov, kar je važna naloga geofizikc. Poizkusna merjenja z elektromagnetno metodo so že dala prve pozitivne rezultate.

Te kanale je možno zatesniti z injiciranjem. Po možnosti naj bi bila ta injekcijska zavesa samo ob geofizikalno dokazanih podzemskih kanalih, kār bi jo znatno pocenilo.

Strinjam se z mnenjem dr. F. Jenka, da bi bila ta zavesa situirana na območju Dolenje vasi in Cerknice, na kar kažejo tudi grezi v zaledju Vodonosa, medtem ko tesnitev z glinastim nabojem v 100 m globoki zaseki tehnično ne bi bila izvedljiva.

8. Rezultati raziskovalnih del na Planinskem polju

8.1. Ročno so v letih 1950 in 1951 izvrtali 147 vrtin, skupne dolžine 513,69 m. Ker so bile vrtine vrtane do skalne podlage, so podale že tudi povprečno debelino naplavine na polju: 3,5 m. Naplavina je povečini glina, srednje do težko gnetna, le nad skalnato podlago se nahaja na nekaterih mestih tanjša plast peščenih glin, v katerih so ponekod tudi drobci dolomita. Debelina naplavine je minimalna ob vhodu v Babni dol, kjer je skala razgaljena, maksimalna — 24,40 m — pa pri vrtini S-5, ki je na mestu zaplavljene vrtače.

8.2. V letih 1950 in 1951 so izvrtali 14 strojnih vrtin skupne dolžine 664,56 m. Večina teh vrtin, katerih globina je bila od 30,2 m do 60,4 m, je bila situirana na dnu polja, ostale pa na bregovih neposredno nad poljem.

S strojnimi vrtinami je bila preiskana petrografska sestava skalnate podlage in po teh podatkih dopolnjena geološka karta polja. V vrtini S-1 sta bili v apnencu votlini, zapolnjeni z rjavo ilovico, od 16,0 do 18,5 m in od 27,3 do 30,7 m, v vrtini S-3 pa votlina v dolomitu tudi zapolnjena z ilovico v globini 12,6 do 16,0 m. Ti vrtini sta v dotočnem območju polja pod Planino. Z vrtino S-3 je bil tudi dokazan nariv triadnega dolomita na kredni apnenec. Vrtina S-5, na polju pred Jakovico, je zadela v dolomitu na vrtačo, zapolnjeno z glino. V nekaterih vrtinah je bila merjena vodopropustnost. Ugodni rezultati vodopropustnosti so v vrtinah S-8, S-9 ter S-10 in S-13 v globljih delih. V vrtinah S-8 in S-9 pri vhodu v Babni dol je povprečna vdp. 2 l/m/min pri 5 atm in samo v dveh odsekih 9 l/m/min. Vrtini S-10 in S-13 sta močno propustni v zgornjih 20 m, globlje pa malo propustni — povprečno 3,5 l/m/min pri 5 atm. V ostalih vrtinah je vodopropustnost velika, v večini primerov zaradi slabega tesnenja obturatorjev v hrapavi steni vrtin.

V nekaterih ročnih in strojnih vrtinah so v letih 1951 in 1952 opazovali gladino podtalnice; žal opazovanje ni bilo kontinuirano. V večini opazovanjih vrtin je podtalnica malo nihala, do okrog 3 m pod površino polja. Le v 3 vrtinah pod Grčarevcem se je spustila podtalnica pod 7 m pod polje.

kar je dokaz za dreniranje tega območja v zaledje Lanskega vrba (podzemna Hotenka).

8.3. Hidrogeološki profili I, II in III. V piezometriških vrtinah v teh profilih smo opazovali višino in nihanje kraške podzemne vode. Vse vrtine smo tudi geološko obdelali in merili v njih vodopropustnost.

Profili I, II in III so situirani na jugovzhodnem robu polja, med Unškimi in Planinskimi poljem. Potekajo v dinarski smeri in so delno vzporedni s cesto Planina—Unec.

V profilu II, ca. 250 m jugozahodno od ceste Planina—Unec, smo izvrtali tri vrtine: V-7, V-8 in V-9. Po geološki sestavi so si vse tri vrtine podobne, v vseh nastopa triadni dolomit in le malo triadnega apnenca. Dolomit je, kot krhka kamenina, zaradi tektonskih procesov močno razpokan in delno, predvsem v vrtini V-9, zdrobljen; zato imamo pri vrtnanju vtis o dolomitnem pesku. V vrtini V-8 smo zadeli na tri večje kaverne, zapolnjene z glino, in sicer v globinah 44,1 do 46,6 m, 53,3 do 57,3 m in 61,0 do 71,0 m. Meritve vodopropustnosti so pokazale ugodne rezultate v vrtini V-7 do globine 55 m in v vrtini V-9 od 20 m do 80 m. V teh odsekih je povprečna vodopropustnost 2 l/m/min pri 10 atm. V spodnjem delu vrtine V-7 od 60 m do 90 m, v vsej vrtini V-8 in v vrtini V-9 v odseku 60 m do 66 m je vodopropustnost velika, povprečno 20 l/m/min. Koliko gre del teh velikih propustnosti na račun slabega tesnjenja obturatorjev v hrapavih stenah vrtin, ni bilo možno ugotoviti.

Gladino podzemne vode smo opazovali od junija 1955 do junija 1958. Maksimalni in minimalni vodostaji so podani v 1. tabeli:

1. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-7	469,6	456,9
V-8	471,5	456,3
V-9	509,5	476,0

V profilu I ob cesti Planina—Unec je šest vrtin: V-1 do V-6. Geološka zgradba je v profilu bolj komplicirana, ker je situiran ob prelomu, ki poteka vzdolž ceste Planina—Unec. Vrtine V-1 do V-3 so bile izvrtane v jurskih dolomitih, dolomitiziranih apnencih in apnencih. Kamenine so razpokane in delno zdrobljene; sestava se najbolj spreminja v vrtini V-3. Manjše kaverne z glino smo ugotovili v vrtini V-1 v odseku 11,3 m do 16,3 m, v vrtini V-2 v odseku 4,5 m do 17,5 m, večjo z glino zapolnjeno kaverno pa v globini 23,65 do 24,65 m. V vrtini V-3 so manjše kaverne zapolnjene z glino v globinah 31,4 do 31,55 m, 32,7 do 33,5 m in 56,1 do

56,3 m, s peskom zapolnjene pa v globinah 71,5 do 72,0 m, 76,5 do 76,8 m, 77,0 do 77,15 m, 78,0 do 78,3 m in 80,2 do 80,4 m. Meritve vodopropustnosti v vrtini V-1 niso uspele, v vrtini V-2 se je v večini odsekov izgubljala voda brez pritiska, v vrtini V-3 pa je meritev uspela, povprečna propustnost je 4 l/m/min. Vrtine V-4 do V-6, situirane bliže vasi Unec, so bile vrtane v triadnih dolomitih, ki so razpokani in delno zdrobljeni. V vrtini V-4 je bila v globini 7,7 do 11,4 m kaverna, zapolnjena z ilovico in s kosi apnenca, v globini 51,0 do 53,0 m pa kaverna, zapolnjena s peskom. V vrtinah V-5 in V-6 ni bilo opaziti kavern. Meritve vodopropustnosti so pokazale v vrtini V-4 v polovici odsekov povprečno vodopropustnost 5 l/m/min, v drugi polovici pa se je vsa voda izgubljala že pri nižjem pritisku. V vrtini V-5 je bila merjena vodopropustnost samo v spodnjem delu, kjer je povprečno 3 l/m/min. V zgornjem delu vrtine V-5 in skoraj v vsej vrtini V-6 meritev ni uspela, ker obturator ni tesnil. Iz vrtine V-6 je samo ena meritev — 1,8 l/m/min.

Gladine podzemne vode smo opazovali od konca 1954. leta do sredine 1958. Maksimalni vodostaji so podani v 2. tabeli.

2. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-1	448,5	441,6
V-2	454,0	442,8
V-3	448,7	440,5
V-4	458,0	447,5
V-5	475,7	455,4
V-6	492,7	473,2

Profil III je v tem delu najvzhodnejši, od ceste Planina—Unec je oddaljen 500 do 700 m. Vrtini V-10 in V-11 sta bili vrtani v jurskem dolomitu, ki je delno razpokan in le malo zdrobljen. Tudi kavern nismo opazili. Registrirana je bila le kaverna v vrtini V-11 v globini 86,5 do 87,0 m. V vrtinah V-12 in V-13 je bil triadni dolomit delno kompakten, delno razpokan in delno zdrobljen. V vrtini V-2 je bila kaverna, zapolnjena z dolomitno preperino, v globini 81,0 do 83,2 m, v vrtini V-13 pa največja, s težko gnetno lapornato glino zapolnjena kaverna v globini 42,2 do 67,25 m.

Meritve vodopropustnosti so v glavnem uspele, ker je kamenina kompaktnjša. Povprečna vodopropustnost je 15 do 20 l/m/min.

Gladino podzemne vode smo merili od sredine leta 1955 do sredine 1958. leta. Maksimalne in minimalne višine so podane v 3. tabeli.

3. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-10	444,6	428,5
V-11	458,9	453,3
V-12	468,7	455,6
V-13	478,7	470,1

8.4. Hidrogeološka profila IV in V sta na severovzhodnem robu polja med Ivanjim selom in Lazami. Namen teh dveh profilov je bil, določiti znižanje piezometričnega nivoja na ponornem območju Milavčevi ključ—Laze.

V profilu IV, blizu Ivanjega sela, je samo vrtina V-32. Vrtina je v krednih apnencih in dolomitiziranih apnencih. Apnenci so kompaktni, razpokani in delno zdobljeni; večjih kavern nismo našli. Meritve vodopropustnosti so pokazale povprečno 22 l/m/min, maksimalno 41,9 l/m/min izgub vode.

Najvišji vodostaj je bil 443,5 m, najnižji pa 426,5 m.

Profil V smo vrtali ob podzemski jami Erjavščica, delno z namenom, da bi lahko s površine merili vodne gladine v tej jami tudi ob poplavih. Vse vrtnice so v krednih apnencih. V vrtini V-30 je bilo mnogo manjših kavern v odseku 25,0 do 40,0 m, v vrtini V-31 so manjše kavernozone cone v raznih globinah; velika z vodo napolnjena kaverna pa je na dnu vrtine v globini 7,4 m do 90,5 m.

Vodopropustnost je v vrtini V-30 do globine 15,0 m majhna — 2,36 l/m/min pri 10 atm, velika do 19,3 l/m/min v srednjem intervalu 15,0 do 35,0 m in zopet manjša — 6,8 do 0,68 l/m/min — na dnu vrtine. V vrtini V-31 nam kaže poizkus vodopropustnosti vse značilnosti kraškega terena, menjavanje kavernozone con z veliko propustnostjo s skoraj vodo-držnimi sloji. Rezultati so podani v 4. tabeli.

4. tabela

Odsek (m)	Pritisk (atm)	Vodopropustnost (l/m/min)	Opomba
3,4—20,0	10	11,6 — 31,0	
20,0—30,0	10	0,29— 0,9	vododržen sloj
30,0—54,5	10	7,5 — 26,4	
54,5—60,5	10	0,34	vododržen sloj
60,5—65,5	5	25,0	
65,5—70,0	0	29,0	odtok brez pritiska v kaverno
70,4—90,5		kaverna	

Nihanja gladine so podana v 5. tabeli.

5. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-29	446,0	441,0
V-30	446,0	436,0
V-31	441,0	429,0

8.4. Na območju Jakovice sta bila izvrtana profila VI in VI a. Vrtine V-16 do V-22 in V-25 so v triadnih dolomitih, ki so različno razpokani v odvisnosti od bližine tektonskih ploskev. Na kaverno je zadela vrtina V-19 v globini 8,1 do 8,7 m. V ostalih vrtinah smo zadeli na posamezne kavernozone cone, v katerih so manjše kaverne zapolnjene z ilovico in dolomitnim gruščem ali pa so razpoke kavernasto razširjene. Take cone so v posameznih vrtinah v naslednjih globinah: V-20 17 do 22 m, V-21 17 do 23 m in 38 do 40 m, V-22 44 do 46 m. Meritve vodopropustnosti so pokazale zelo različne rezultate. Povprečje slabo propustnih odsekov je 2 l/m/min, maksimalne propustnosti so pa 22 l/m/min. V mnogih odsekih vodopropustnost ni bila preiskana zaradi porušenosti dolomita.

Vrtini V-23 in V-24 sta že na drugi strani Jakovice v Babnem dolu. Obe sta v krednih apnencih, v katerih nismo zadeli na kaverne. Meritve so uspele, povprečna vodopropustnost je 18 l/m/min.

Nihanje gladin podzemske vode je podano v 6. tabeli.

6. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-16	447	445
V-17	452	447
V-18	486	466
V-19	470	451
V-20	450	445
V-21	362	455
V-22	455	453
V-23	448	441
V-24	443	436

8.5. Profil VII v Grčarevcu. V tem profilu so na pobočju Planinske gore vrtine V-14, V-15, V-26 in V-27, na dnu polja stara vrtina S-11 in na pobočju Lanskega vrha vrtina V-28. Vse vrtine so v triadnem glavnem dolomitu, ki je bolj ali manj razpokan, sorazmerno bližini tektonskih črt.

V vrtini V-14 je kavernožna cona, s peščeno preperino zapolnjenimi kavernami, v globini 28,85 do 30,00 m, kavernasto razširjene razpoke pa v globini 35,0 do 38,9 m. V vrtini V-15 kavern niso opazili, v vrtini V-26 je kavernožna cona v globini 34,3 do 37,8 m, v globinah 10,8 do 12,0 m, 80,15 do 83,0 m in 84,3 do 87,3 m pa so v dolomitu majhne kaverne (1 do 5 cm). Tudi v vrtini V-27 je več takih manjših kavernožnih con. V vrtini V-28 je kavernožna cona v dolomitiziranem apnencu v globini 15,0 do 18,7 m, v vrtini S-11 pa so zabeležili z glino zapolnjeno kaverno v globini 5,5 do 6,2 m.

Podatke o vodopropustnosti kaže 7. tabela.

7. tabela

Vrtina	Odsek (m)	Vodopropustnost(l/m/min)		Opomba
		od	do	
V-26	4—13	10,2	10,9	v tej globini niha podtalnica
	13—23	0,4	2,0	
	23—28	24,0	24,0	
	28—33	4,4	4,4	
	33—48	24,0	24,7	
	48—58	0,3	10,0	
	58—90	14,0	24,0	
	90—129	0,5	3,4	
	129—134	16,0	16,0	
	134—137	3,6	3,6	
V-27	8—13	3,5	3,5	samo 4 atm
	13—18	22,0	22,0	
	18—33	3,9	7,6	
	33—48	12,2	22,7	samo 5 atm
	48—62	8,5	13,7	
	62—68	1,4	1,4	
	68—83	5,6	14,5	
	83—93	2,4	2,5	
	93—108	5,8	7,3	
	108—124	2,5	6,6	

7. tabela — nadaljevanje

Vrtina	Odsek (m)	Vodopropustnost(l/m/min)		Opomba
		od	do	
V-14	5—20	6,2	15,8	
	20—47	15,5	26,8	
V-15	9—54	0,0	4,6	
	54—59	22,0	22,0	
	59—64	0,9	0,9	
	64—74	21,5	24,0	
	74—79	1,2	1,2	
	79—94	18,8	24,0	
S-11	6—32	5,0	9,0	
V-28	6—20	7,4	8,8	
	20—30	14,6	24,0	
	30—50	0,7	5,4	
	50—80	16,9	21,0	

Nihanje gladin podzemske vode je podano v 8. tabeli.

8. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-15	475	457
V-26	455	448
V-14	452	437
V-11	442	436
V-28	442	430

8.6. Profil VIII je na pobočju Planinske gore med Podgoro in Spodnjo Planino. Obe vrtini V-33 in V-34 sta v triadnem glavnem dolomitu, ki je v zgornjem delu vrtine V-34 zdrobljen. Večjih kavern nismo našli, samo posamezne manjše kavernozone cone v dolomitu. Vodopropustnost je v vrtini V-33 velika — 18,8 do 38,0 l/m/min in samo v dveh odsekih 2,0

do 6,7 l/m/min. V vrtini V-34 je manjša, povprečno 6 l/m/min, maksimalno 14,3 l/m/min, minimalno 2,8 l/m/min.

Gladine podzemske vode so podane v 9. tabeli.

9. tabela

Vrtina	Vodostaj (m)	
	maksimalni	minimalni
V-33	450	449
V-34	468	456

8.7. Geofizikalna merjenja. V dnu polja je bila v vrtini S-5 leta 1951 odkrita 25 m globoka vrtača, zapolnjena z glino. Za cenitev vododržnosti dna polja je ugotovitev starih zasutih ponorov izredno važna. Ker je skalnata površina polja v grobem ravna ali rahlo valovita, bi take zasute ponore lahko posredno našli s tem, da bi točno izmerili relief skalnate površine polja. Poizkusili smo z meritvami navideznega specifičnega upora. Prvi profil je bil merjen preko vrtače na mestu vrtine S-5. Meritev navideznega upora je pokazala izrazit vpliv vrtače, podatki so bili kontrolirani še z ročnimi vrtinami. Po tem uspehu je bila kartirana vsa površina polja, 10 km², z vzporednimi profili v medsebojni razdalji povprečno 50 m. Profili so bili pravokotni na daljšo os polja. Za hitro in detajlno preiskavo je bilo izbrano kartiranje z Wennerjevo razvrstitvijo elektrod v razmaku $a = 10$ m. Na štirih mestih večjih anomalij so bila še detajlna merjenja, ki so pokazala na teh mestih večjo globino naplavine.

Za interpretacijo meritev smo uporabili teoretično dvoplastno krivuljo, rezultate pa smo kontrolirali še s 170 ročnimi vrtinami in meritvami upora pri teh vrtinah. Največje srednje nesoglasje med vrtinami in geoelektričnim merjenjem je ± 20 %.

Debelina naplavine je dobro ugotovljena na ravnem terenu, na valovitem pa nesigurno. Debelina glin je večja od 8 m na severovzhodnem robu polja od Milavčevih ključev do Laz, na obrobju polja pod Lazami in v Babnem dolu; v bližini vseh teh mest so aktivni ponori. Poleg tega je velika debelina glin pred Jakovico pri vhodu v Babni dol in na mestu vrtine S-5. Na teh mestih pa aktivnih ponorov sedaj ni, sklepamo pa na zasute ponore.

V Babnem dolu smo izračunali zaloge zemljine pod koto 450 m, ki znašajo 4.100.000 m³. Seveda pa vsa ta zemljina ni uporabna kot gradbeni material.

V manjšem obsegu so geofiziki poizkušali ugotavljati podzemske vodotoke, in sicer med ponorom pri Laški žagi in bliže ponorom pri Lazah. Metoda navideznega specifičnega upora ni dala zanesljivih rezultatov, metoda lastnega potenciala pa ni uspela zaradi bližine električne železnice.

Jasne rezultate je dala elektromagnetna konduktivna metoda, s katero bi bilo treba nadaljevati raziskave.

8.8. Speleološke raziskave. V jami Logarček pri Planini je bilo ugotovljeno, da se občasno voda pretaka po drugi in tretji etaži. Stalno pa se mora pretakati po četrti etaži. Ta etaža ni dostopna, z njo so v jami v zvezi vode v breznih in lijakih. Ob nizki vodi je gladina v breznih na koti okrog 425 m, ob visoki vodi pa je jama zalita do kote okrog 445 m.

Skozi brezno Gradišnica ne teče pomemben vodni tok, vendar nam jama rabi kot piezometer za bližnje vodne tokove. Ob nizki vodi je gladina na koti 337 m, ob visoki pa na okrog 390 m.

9. Akumulacija na Planinskem polju

Planinsko polje naj bi bilo osrednja akumulacija pri izrabi voda Ljubljani. Namen akumulacije je, preprečiti poplave na Ljubljanskem barju ter sezonsko akumulirati vode za proizvodnjo električne energije v kritičnih mesecih in za sezonsko ojačenje pretokov Save zaradi plovbe do Zagreba.

Da bi ocenili možnost izgradnje akumulacije na Planinskem polju, moramo odgovoriti na naslednja vprašanja:

9.1 Kako bo vplivala zaježitev na dotoke voda na polje?

9.2. Kakšna je vododržnost bokov polja?

9.3. Kakšna je vododržnost dna polja?

9.4. Kakšne so geološke prednosti in slabosti posameznih načinov tesnitve ponornih območij, in sicer za nasip, površinsko tesnitev in injekcijsko zaveso.

9.1. Najvažnejši dotok voda na polje je v njegovem jugozahodnem kotu, kjer dotekajo postojnske in cerkniške vode iz Planinske jame na koti okrog 450 m in kot Malenščica na koti 447 m. Kot dotok so malo pomembni estavelski izviri Hotenke pod Grčarevcem na koti okrog 445 m.

Projekt predvideva zaježitev do kote 470 m ali 480 m. Ali bo pritisk akumulirane vode usmeril sedanje dotoke na polje drugam, mimo polja? Na to vprašanje moremo odgovoriti negativno, Unica bo tudi še po zaježitvi dotekala na polje.

Vpliv zaježitve Planinskega polja ne bo segal v bližini Planine daleč v podzemlje. V Škocjanski dolini so ponori Raka v jami Tkalca na koti 492 m, tako da vpliv zaježitve ne bo segal do tja. V Rakovem rokavu Planinske jame je končni sifon na koti 468 m, zaježitev bo torej segala nekoliko dalje. Proti postojnski strani bo segala zaježitev do jame Pivka, ki je zadnja v sklopu Postojnskih jam, in je v višini 477 m.

Kakor smo že prej omenili, dotekajo glavne vode na Planinsko polje iz skraselih krednih apnencev v skrajnem jugozahodnem robu polja. Apnenci so ločeni z dolomiti vznožja Planinske gore in Planinsko-cerkniške luske od skraselih krednih in jurskih apnencev na severovzhodnem robu

Planinskega polja. Ti dolomiti niso po vsej svoji dolžini absolutno vododržna bariera, tudi na njih so lokalno razviti kraški pojavi. Zato smo ta dolomitni pas preiskali s hidrogeološkimi profili I, II in III tam, kjer bi se voda izgubljala po najkrajši poti, med Kačjimi ridami in Ivanjim selom. Preiskave so pokazale, da so dolomiti različno razpokani in zdrobljeni: kot celota pa so tako malo propustni, da je tudi v sušni periodi v tem delu nivo podzemne vode visok in se dvigne na koto nad 480 m. Zato sklepamo, da bodo dolomiti vododržna bariera po ojezeritvi. Nivo podzemne vode se dviga tudi na Planinski gori, na vznožju katere imamo tudi več stalnih izvirov. Vode Pivke bodo tekle tudi po dvigu gladine proti Planinski jami, ker so proti severu zajezene z dolomitnim vznožjem Planinske gore.

Geološka zgradba in preiskave nam dokazujejo, da se režim dotoka na polje iz cerkniške in postojnske strani ne bo spremenil tudi po zajezitvi Planinskega polja na koto 470 m ali 480 m.

Na skrajnem severozahodnem robu polja, pri Grčarevcu, nam hidrološke razmere niso toliko znane. Tukaj doteka ob daljših deževjih iz estavel Hotenka na koti okrog 445 m. Ob suši pa pade v tem delu gladina podzemskih voda (S-11, V-28) pod 435 m, torej 10 do 15 m pod polje. V tem času torej ni vidnega dotoka Hotenke na polje, verjetno pa je, da teče v suši Hotenka v manjši globini pod poljem proti ponorom ob vznožju Lanskega vrha. Bolj važno kakor vprašanje, ali bodo vode Hotenke po zajezitvi še dotekale na Planinsko polje, je vprašanje, ali se vode iz Planinskega polja ne bodo izgubljale v podzemni tok Hotenke, ki morda že pred Planinskim poljem zavije proti Logatcu. Barvanje Hotenke leta 1953 je pokazalo, da je obarvana voda tudi pri nizki vodi prišla v izvir »V grapi« pod Grčarevcem. Iz tega podatka sklepamo, da teče tudi ob suši podzemni tok Hotenke pod Grčarevcem in se šele na Planinskem polju, pri ponorih ob Lanskem vrhu, obrne proti severu. Ta podatek je ugoden pri presoji možnosti izgubljanja vode iz Planinske akumulacije. Vendar pa je zaenkrat ta del še premalo raziskan, da bi izključili vsako možnost izgub vode iz akumulacije v podzemni tok Hotenke.

9.2. Vododržnost bokov Planinskega polja. Jugovzhodni del polja — rob proti Unškemu polju. V tem delu so bili raziskani profili I do III. Večji del tega obrobja je iz triadnega glavnega dolomita, ki je v različni meri razpokan ali zdrobljen. V tem dolomitu se gladine podzemne vode dvigajo dokaj strmo proti Unškemu polju (2. slika) in dokazujejo majhno propustnost tega boka Planinskega polja. Skrajni vzhodni del tega obrobja pa je zgrajen iz jurskih dolomitov in apnencev, ki so dokaj propustni. V tem delu pade gladina podzemne vode v sušni dobi že 10 do 15 m pod površino polja, kar je znak, da vode odteka proti ponorom na vzhodu.

Severovzhodno obrobje polja med Ivanjim selom in Lazami je iz skraselih krednih apnencev. Na tem delu je ob vznožju pobočja okrog 80 ponorov, ki požirajo okrog 15 m³/sek. in je treba ves ta del umetno tesniti.

Profila IV in V sta nam pokazala, da je v mokri dobi gladina podzemne vode v vrtini V-31, ki je 250 m oddaljena od roba polja, 8 m pod

površino polja, v sušni dobi pa 17 m; to so važni podatki za primer tesnitve z injekcijsko zaveso.

Jakovica. Hrib Jakovica sega kakor nekakšen polotok v polje, ki ga loči od Babnega dola, kjer so veliki ponori: Vražja jama, Pod stenami in drugi. Zato naj bi se Babni dol izločil iz akumulacije Planinsko polje s tem, da bi Jakovico povezali z eno pregrado v smeri preko Laz s pobočjem pod železniško postajo Planina, z drugo pregrado pa z Lanskim vrhom. Iz teh razlogov Babnega dola nismo preiskovali, pač pa Jakovico.

Večji del Jakovice je iz triadnih dolomitov, manjši, proti Babnemu dolu obrnjen, pa iz krednih apnencev. Profila V in VI a sta pokazala različno razpokanost in zdobljenost kamenin, v zvezi z njo pa različno vodopropustnost.

Meritve gladin podzemske vode nam kažejo, da ima Jakovica svojo podtalnico, ki je vedno višja od površine Planinskega polja in je v mokri dobi v najvišjih delih do 25 m nad poljem, v suši pa do 15 m nad poljem. Hidroizohipse imajo obliko kope, podzemska voda se odteka na vse strani Jakovice, proti Planinskemu polju in proti Babnemu dolu. Ta dejstva, in še to, da smo pri vrtanju zadeli samo na manjšo kaverno, nam kažejo, da Jakovica ni ponorno območje, ampak izoliran slabo propusten del v sicer skraselem in močno propustnem severovzhodnem robu polja. Tudi po dvigu gladine bodo na Jakovici potrebna le manjša tesnilna dela; verjetno ne bo nujna zvezna injekcijska zavesa.

Grčarevec in Lanski vrh. Vse neposredno obrobje polja je iz triadnega glavnega dolomita. V njegovem zaledju so ob Lanskem vrhu jurski apnenci, v Grčarevcu pa jurski dolomiti in apnenci. Ob Lanskem vrhu je več velikih ponorov, pod Grčarevcem pa so estavele.

Vrtina V-28 na Lanskem vrhu je pokazala, da je dolomit dokaj razpokan, kar je razumljivo zaradi bližine idrijskega preloma.

Gladina podzemske vode se v Planinski gori dviga nad površino polja, proti severu pa se v Lanskem vrhu spušča pod njo in je v vrtini V-28 normalno na nadmorski višini 434 m.

Vse področje Lanskega vrha bo treba umetno tesniti. Kakšne so nevarnosti izgubljanja vode v tok podzemske Hotenke v smeri proti Kalcam, in potem mimo Logatca proti izvirov Ljubljani, na osnovi dosedanjih raziskav še ni možno oceniti, obravnavali pa smo to vprašanje podrobneje v točki 9.1.

Pobočje Planinske gore. To jugozahodno obrobje polja je iz triadnih dolomitov. Nivo podzemne vode se dviga v smeri od polja proti hribu. Na vznožju gore je več stalnih izvirov, med njimi najbolj znan Sv. Jedert.

Ob Planinski gori ni ponorov. To obrobje polja je vododržno, tako da umetno tesnenje ni potrebno.

9.3. Dno polja. Pri oceni, ali je možna izgradnja akumulacije na Planinskem polju, je odločilne važnosti vododržnost dna polja.

Prva važna ugotovitev je, da je za vode Raka in Pivke Planinsko polje lokalna erozijska baza in da ne obstaja globinski vodni tok pod površino polja, v katerem bi se voda pretakala iz izvornega področja neposredno v ponorno področje.

Dokaz za to trditev sta podzemski dotoka Raka in Pivke, ki se proti polju stopnjasto spuščata do površine polja. Tudi hidroizohipse se na jugozahodu in jugovzhodu dvigajo od površine polja proti Planinski gori in Unškemu polju. Na samem polju je bila z merjenji v letih 1951 in 1952 ugotovljena gladina podzemne vode med površino polja in skalnato podlago polja. Na severovzhodnem robu polja pa se spuščajo ponikalnice, ki odvajajo vode tamkajšnjih ponorov pod nivo polja, šele pod obrobim gričevjem. Tudi gladine podzemne vode se spuščajo pod nivo polja šele, ko se od polja oddaljujemo. Take hidrološke razmere so dokaz, da je Planinsko polje lokalna erozijska baza.

Na površini polja so sedaj aktivna naslednja ponorna področja:

a) severovzhodni rob polja od Ivanjega vrha do Laz, kjer je skalnata podlaga iz krednega in jurskega apnenca,

b) ponor pri Laški žagi pod Lazami v triadnem dolomitu,

c) ponori v Babnem dolu v krednih apnencih; vse to območje bo s pregrado izločeno iz akumulacije,

č) ponori na severnem delu polja ob Lanskem polju v triadnem dolomitu; to ponorno območje se širi v smeri proti sredini polja s tem, da se odpirajo novi ponori v glinasti naplavini polja.

Vsa ta ponorna območja, katerih površina je, brez Babnega dola, okrog 5 % dna polja, je treba umetno sanirati.

Z izjemo omenjenih ponornih delov polja lahko ocenimo dno polja, ki je iz slabo propustnega dolomita in pokrito s praktično nepropustno glinasto naplavino, kot vododržno. Pri tej trditvi pa moramo biti previdni.

Na kraških poljih je znan pojav, da se odpirajo novi ponori na dnu polj od spodaj navzgor, s tem da se glinasta površinska plast pogrezne v votlino, iz katere je voda že prej odplaknila globlje plasti gline.

Dr. Melik meni, da so naša kraška polja sedaj v neki vmesni razvojni dobi. Konec diluvija naj bi dalj časa trajajoča ali stalna jezera zapolnila z jezerskimi usedlinami, predvsem z glino, ponore v dnu polj. S tem naj bi bilo zakrasedanje za nekaj časa zaustavljeno. V sedanosti pa se ti zasuti ponori zopet odpirajo in polja dobivajo polagoma svojo tipično kraško obliko.

Po Kuščerjevem mnenju pa je zapiranje in odpiranje ponorov stalen pojav. Vejevje, hlodi in listje zaprejo na zoženem mestu podzemski kanal, ob poplavih glina zapre ponorno ustje. S časom lesen »zamašek« strohni in ko voda dobi zvezo s podzemnim kanalom, izpodjeda glinast čep in od spodaj zopet odpre ponor.

Za raziskavo vododržnosti dna polja je bilo važno ugotoviti, kje so nekdanji ponori, ki so sedaj pokriti z glinasto naplavino. Za ugotovitev starih ponorov smo uporabili indirektno metodo. Sklepali smo, da so bili ponori globeli v dokaj ravni skalnati površini, in ker je sedaj polje z glinasto naplavino izravnano, mora biti debelina naplavine nad starimi ponori večja.

Površino polja in debelino naplavin smo preiskali z že omenjenim geoelektričnim kartiranjem.

Poleg že znanih aktivnih ponornih območij z debelo glinasto naplavino je geoelektrično kartiranje pokazalo veliko debelino gline pred Jakovico ob vhodu v Babni dol in na mestu stare vrtine S-5. Na mestu vrtine S-5 je, v sicer okrog 6 m debeli glinasti naplavini, 25 m globok lijak enake širine zapolnjen z glino. Taka oblika je lahko samo star ponor, pri katerem se je zamašil odvodni kanal, nakar je glina zaplavila ponor.

V oddaljenosti 200 m sta pred Jakovico ob vhodu v Babni dol dve območji z večjo debelino glinaste naplavine, maksimalno 18,6 m. Tudi ta del, ki predstavlja 0,5 % površine dna polja, je staro, danes neaktivno ponorno območje.

Ostali, osrednji del polja, in vse polje ob Planinski gori, nima globlje naplavine; zato lahko trdimo, da tod ni starih zasutih ponorov.

Površina skalnate osnove polja pada od Planinske gore na jugozahodu proti ponorom na severovzhodu.

9.4. Primerjava geoloških pogojev posameznih variant tesnitve.

Tesnitev z nasipi. Takšno tesnitev je predvidel Elektroprojekt v svojem elaboratu.

Ponorno območje Milavčevi ključi—Laze bi odrezali od polja s pregrado od Jakovice do jugovzhodnega roba polja, z drugo pregrado od pobočja Planinske gore pa naj bi izločili iz akumulacije Babni dol, Lanski vrh in Grčarevec.

Z geološkega gledišča je taka rešitev najugodnejša, ker odreže vsa ponorna področja. Pri tej varianti bi bilo treba tesniti ponor Laška žaga, ki je znotraj akumulacije in uvezati pregrade z injekcijskimi zavesami v boke.

Ako bi bili pod naplavino stari zasuti ponori, ki bi se v akumulaciji odprli, bi jih bilo treba kasneje tesniti, ali že takoj prerezati njihove odvodne kanale.

Pregrado Laze--jugovzhodni rob polja bi bilo treba situirati tako, da bi bila na dolomitu. Pri pregradi Jakovica—Planinska gora moramo računati z usedanji pregrade na mestu velike debeline gline ob Jakovici pri vhodu v Babni dol.

Tesnitev z oblogo. Takšno rešitev je predvidel Projekt nizke zgradbe v Vodnogospodarski osnovi porečja Ljubljani.

Ponorna področja in propustne bregove naj bi pokrili z glinasto oblogo. Izgraditi je treba pregradi Jakovica—Laze in Jakovica—Lanski vrh.

Zatesnitev ponornih območij na robu polja zahteva, da ta del polja očistimo glinaste naplavine in saniramo ponore z izdelavo filtra tako, da jih založimo z grobim kamenjem ali betonskimi čepi, višje gori s prodom in peskom, in šele na vrhu z glino. Tesnitev ponorov brez odstranitve glinaste naplavine ni možna, ker bi lahko nastajali grezi, ko bi voda odnesla glino z dna v zasute ponore.

Površine, katere bi bilo treba tako sanirati, so velike predvsem pod Lazami in pred Lanskim vrhom.

Površinsko bi bilo treba tesniti vse pobočje od Laz do Ivanjega sela. Pobočja Jakovice v prvi fazi ne bi tesnili, pobočje Lanskega vrha bi bilo

treba tesniti samo delno. Vprašanje tesnitve estavelskega območja še ni zadovoljivo rešeno.

Tesnitev z injekcijsko zaveso. Injekcijska zavesa bi potekala po pobočju od Ivanjega sela do Jakovice in od druge strani Jakovice do Grčarevca. Potrebni bi bili pregradi Jakovica—Laze in Jakovica—Lanski vrh. Potek injekcijske zavesa še ni povsem jasen pri Grčarevcu.

Globina zavesa bi morala biti okrog 100 m. Ob suši pade nivo podzemne vode v trasi zavesa na koto okrog 430 m. Ker so ob tem času vodne količine, katere se pretakajo, majhne, ne morejo biti vodni kanali mnogo globlji, ker bi se nivo vode sicer še bolj znižal. Predvidevamo, da bi segala zavesa do kote 390 m, kar pa bi bilo treba dokazati s preiskavami.

Zavesa bi prečkala velike podzemne kanale, katere bi bilo treba zapirati s prodrom, peskom in injekcijsko zmesjo. Težave so v tem, da je treba z vrtino zadeti vsak podzemni kanal, kar zahteva gosto razporeditev vrtin.

Za obstojnost injekcijske zavesa je neugodno dejstvo, da z injiciranjem ne moremo nadomestiti glin, ki eventualno zapira kak podzemni kanal ali razpoko. Zaradi tega bo morala biti injekcijska zavesa široka, večvrstna.

10. Dodatne raziskave

Nekatere raziskave so splošne, druge pa so vezane na določeno tehnično rešitev tesnitve.

10.1. Splošne raziskave. Z različnimi geofizikalnimi metodami bi bilo treba raziskati možnost ugotavljanja podzemnih tokov na Krasu v splošnem in potem na Planinskem polju, in sicer za aktivne vodne kanale in take, ki so sedaj zamašeni; Laška žaga—Mišja Luknja, vrtina S-5 — vhod v Babni dol in druge.

Razjasniti bi bilo treba hidrološke razmere podzemne Hotenke v zaledju Grčarevca.

10.2. Tesnitev z nasipi. Določitev meje med dolomitom in apnencem od Jakovice do Milavčevih ključev.

Geomehanske raziskave glin pri vhodu v Babni dol, da ugotovimo pogoje fundacije in usedanja nasipa.

Raziskava pobočij na mestih, kjer bodo uvezani nasipi zaradi ugotovitve potrebnih injekcijskih del.

10.3. Tesnitev z oblogo. Določiti je potrebno točnejšo mejo delujočih in zasutih ponorov na polju, da ugotovimo površino, na kateri bodo potrebna sanacijska dela.

10.4. Tesnitev z injekcijsko zaveso. Preiskati je potrebno propustnost globljih plasti v trasi injekcijske zavesa, da določimo potrebno globino injiciranja.

Poizkus geofizikalnega sledenja podzemnih kanalov pod pobočjem, še preko trase injekcijske zavesa.

Hidrološka raziskava okolice Ivanjega sela, zaradi uvezave zavesa v slabo propustne triadne dolomite.

11. Zaključek

11.1. Cerkniško polje ni lokalna erozijska baza za okoliške vode. Tudi pod površino vsaj $\frac{2}{3}$ polja so še globinski podzemni tokovi, katerih globino cenimo do 30 m.

Izgradnja akumulacije na Cerknškem polju je možna samo na ta način, da z injekcijskimi zavesami pod nasipi prerežemo podzemne vodne kanale in podaljšamo injekcijsko zaveso še v jugozahodni bok polja v Javornike.

Izgradnja manjše akumulacije na Gornjem jezercu brez injekcijske zavesa pod nasipi ter z naknadnim saniranjem novo nastalih ponorov bi bila morda cenejša. Nemogoče pa je predvideti obseg sanacijskih del.

Na Cerknškem polju je dokazana podzemnonadzemna bifurkacija odtoka voda proti Bistri in Planinskemu polju.

Možno bi bilo z injekcijsko zaveso na področju Dolenja vas—Cerknica preprečiti neposreden odtok v Bistvo in Lubijo. Ni še dovolj preiskav, da bi mogli določiti situacijo in globino take zavesa.

11.2. Planinsko polje je lokalna erozijska baza za vode Raka in Pivke. Ni nikakih znakov, da bi obstojal podzemni tok pod poljem.

Tudi po zajezitvi bodo vode Raka in Pivke še nadalje dotekale na Planinsko polje. Triadni dolomiti med Planino in Cerknico so, po preiskavah sodeč, dovolj vododržni, da bodo preprečili izgubljanje vode mimo polja.

Na obrobju polja ob Planinski gori in ob Unškem polju ne bo vodnih izgub. Tudi Jakovica je zelo malo propustna. Severovzhodno obrobje polja od Milavčevih ključev do Laz ter od Jakovice do Grčarevca pa je močno propustno.

Velik del dna polja je vododržan. Ponorni deli polja so pred gori omejenimi propustnimi pobočji. Novo neaktivno ponorno območje je bilo odkrito pred Jakovico pri vhodu v Babni dol, s katerim je moral biti v zvezi tudi zasut ponor pri vrtini S-5.

Izgradnja akumulacije na Planinskem polju je možna s tem, da tesnimo ali izločimo ponorna območja na severovzhodnem delu polja.

WATER ACCUMULATION IN THE CERKNICA AND PLANINA POLJEN

Earlier studies

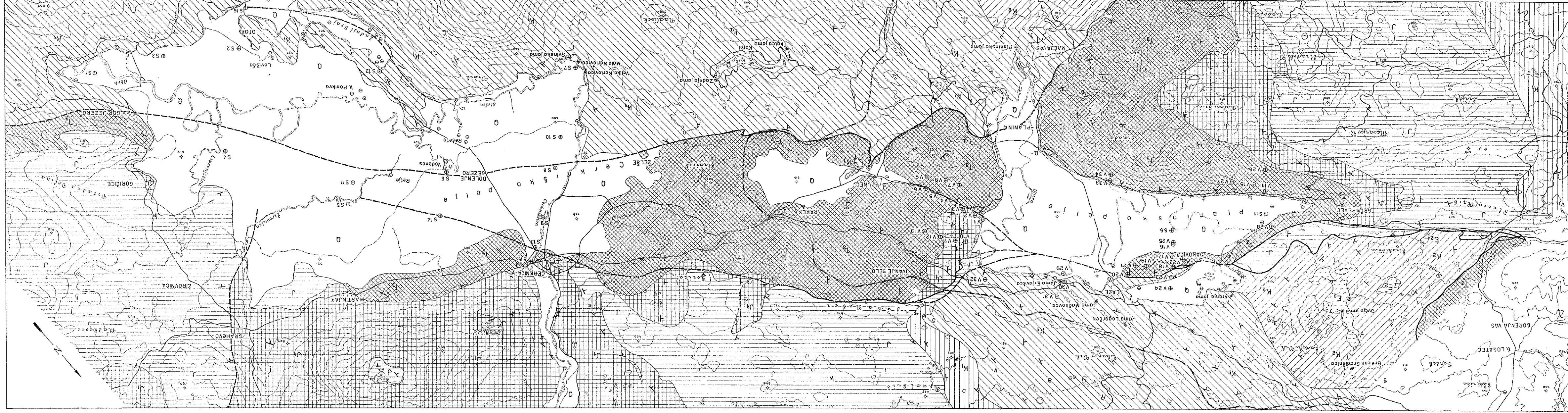
The Cerknica and Planina poljen were subjects of investigations centuries ago (Valvasor). The periodical lake of the Cerknica polje was particularly interesting.

During the last century a draining of both poljen has been designed. Engineer Putick, a well-known expert in Karst, took active part in these studies.

**GEOLOŠKA KARTA
 CERKNIŠKEGA IN PLANINSKEGA POLJA
 GEOLOGIC MAP
 OF CERKNIŠKO AND PLANINSKO POLJE
 BY M. PLENIČAR, A. NOSAN
 IZDELALA M. PLENIČAR, A. NOSAN**

500 1000 2000 m

- Q Kvartar - glina, pesek, prod
- E2 Eocenski fliš
- E3 Eocenski fliš
- K2 Zgornje kredni apnenec
- K1 Spodnje kredni apnenec z višji zrna tega dolomita
- K1 Lower Cretaceous limestone with granular dolomite intercalations
- K1 Spodnje kredni zrnati dolomit z višji apnenca
- K1 Lower Cretaceous granular dolomite with limestone intercalations
- J Jurški jadrnat in oolitni apnenec
- J Spodnje jurški bituminozen zrnati dolomit
- J Lower Jurassic bituminous granular dolomite
- J1 Zgornje triasni pasovni dolomit z višji zrna tega dolomita
- J1 Upper Triassic banded dolomite with granular dolomite intercalations
- J1 Geološka meja
- J1 Geologic boundary
- F Fault
- N Nariv
- X Overthrust
- X Strike and dip of beds
- X Smr in vpad postl
- X Korsti izvir
- X Korsti spring
- X Estovele
- X Ponori
- X Swallow hole
- X Karško jama
- X Karst cave
- X Strojna vrtna
- X V5 Drill hole



As early as fifty years ago the first plans were made to use the considerable head of water between the Planina polje and Vrhnika (150 m.), or even between the Planina polje and Vipava (350 m.).

During the first phase of the geologic investigations (1949—1952) the flat alluvium and the bedrock of the Cerknica and Planina poljen were explored. During the second phase hydrogeologic conditions were determined in the hilly area surrounding the Planina polje. The thickness of the alluvium in the polje's floor was established by means of geoelectrical resistivity investigations.

Morphology

The Cerknica polje is a basin-shaped valley 550 m above sea level. It is 9 km. long and 2—3 km. wide. The Karstic sources in its southeastern part represent the main inflow of water. On its northeastern border superficial water flows into it also. All water flows out underground of this polje. Smaller or larger ponors (swallow holes) occur in its bottom (Rešeto, Vodonos). A characteristic property of the Cerknica polje are its annual inundations, during a few months. During the inundation water flows off also through the Karstic cave Karlovica lying on the northern border of the polje.

The Planina polje is 4,6 km. long and 1—2,5 km. wide. The altitude of its bottom is 447 m. above sea level. The inflows into the polje are concentrated in its southwestern part near the village Planina, while ponors can be found along its whole northeastern margin (Milavčevi ključci, Babni dol). This area is inundated a short time only.

Stratigraphic and Petrographic Description

Triassic. The oldest rock here is the Upper Triassic dolomite which is partly banded, partly granular.

Jurassic. In the lower part of the Jurassic occurs granular bituminous dolomite, overlain by limestone.

Cretaceous. In the whole Cretaceous formation the limestone predominates, inclusions of dolomite appear in the Lower Cretaceous only.

Eocene. The Postojna basin consists of Flysch sandstone and marl.

Quaternary. The floor of the poljen is covered with alluvium consisting of gravel, sand, and clay.

Tectonics

Three large faults extend through the region here discussed. The largest fault is that of Idria, the smallest being the one of Logatec. A very large fault is also that of Predjama. The following tectonic units occur in this Karst region: the Logatec basin, the Plateaus of Logatec and Bloke, the Plateau of the Planina mountain, the imbricate structure of Rakck—Cerknica, and the horst mountain of Javornik—Postojna.

Hydrologic Conditions

In the area described the hydrologic conditions are very complicated (see map). They have been studied of many years. To delineate the courses of underground water the most important colourings of water have been made during the last ten years.

In the Cerknica polje the main inflow of water is the Karstic spring Obrh. The other springs occur under the Javorniki mountains and along the Plateau of Bloke. When the flood is low or medium, the water flows out of the polje through underground channels directly towards the Ljubljana Moor; if the flood is high, the water flows partly underground through the valley of Škocjan in the direction of the Planina polje. This is an important bifurcation. By drilling an underground water flow has been ascertained at a depth of more than 10 m.

In the Planina polje the underground inflows from the direction of Postojna and Cerknica unite in the Planina cave and in the Malenščica and Škratovka springs. There are estavellas at Grčarevec where during the high flood the Hotenka river flows into the polje. All ponors occur in the northeastern border of the polje. The water flows out underground to reappear in the springs of the Ljubljanica river near the Vrhnika borough.

Results of the Research Work in the Cerknica Polje

The floor of the Cerknica polje is covered with 3—10 m. of Quaternary alluvium. In the southeastern inflow area we find over the bedrock 1—2 m. of gravel and sand, which is overlain by clay of the same thickness. In the northwestern part, where the water disappears under the ground, there is on the bedrock a clay cover which is 2—7 m. thick, and this is overlain by gravel, carried by the Cerknjščica river. During the dry seasons the piezometric level of underground water descends to a depth of 20—30 m. below the polje bottom.

Geophysical measurements were made to establish underground water channels. Electrical resistivity and self-potential methods did not show conclusive result, electromagnetic methods, however, were successful.

Accumulation in the Cerknica Polje

The artificial water accumulation in this polje could be carried out by tightening up the water channels under the bottom of the polje as well as at the foot of the Javorniki mountains. By means of an injected impervious screen we could also close the outflow of water towards Bistra.

Results of the Research Work in the Planina Polje

The floor of this polje is covered with clay whose average thickness is 3,5 m. In its southwestern part this clay is underlain by gravel, 1 m. thick.

Geoelectric resistivity measurements have shown the thickness of the clay stratum to be small in the inflow area as well as in the central part

of the polje. The thickness of the clay stratum is greater in that part of the polje where active and dead ponors occur; in the northeastern part it increases to more than 8 m., maximum thickness that could be established being 24 m. It has been possible to find the ponor areas by geoelectrical investigations. A new area of dead ponors has been found at the entrance into Babni dol, in front of Jakovica.

It is an important result of our investigations, regarding the origin of Karst poljen, that the bedrock of Planina polje is inclined. Sediments forming the floor of the polje were laid down in periodic or permanent lakes.

During the drilling a succession of pervious and impervious zones in bedrock could be ascertained. Characteristic results have been obtained in the bore hole V-31, which is situated in the outflow area close to the Karst cave Erjavšiča:

Depth (m)	Permeability (l/m/min)		
0.0 — 20.0	11.6 — 31.0	pervious rock	Water level
20.0 — 30.0	0.3 — 0.9	impervious rock	fluctuates
30.0 — 54.5	7.5 — 26.4	pervious rock	from 61 to
54.5 — 60.5	0.3	impervious rock	77 m.
60.5 — 70.4	30.0	pervious rock	
70.4 — 90.5		a cavern	

These data proved that in Karst regions the water flows in underground channels.

During three years the water level has been observed in 35 piezometric wells. Piezometric contours (Fig. 2) rise above the polje surface in its southern and southwestern surrounding areas, which proves that there is the inflow area. Piezometric contours descend below the polje level in its northeastern and northern adjacent areas, where ponors occur. The altitude of the bottom of the polje is 447 m above sea level, the underground water descends here to 442 m. In the inflow area the underground water level reaches 490 m., in the outflow area it sinks to 386—370 m.

Accumulation in the Planina Polje

The water level of the new artificial lake is designed up to 470 or 480 m. above sea level. Even after damming of the water, the underground inflow will be continued. The high piezometric levels in the southern border area of the polje indicate that the dolomites of the Rakek—Cerknica imbricate structure are slightly pervious only, and they will stop the Rak river from flowing towards the ponor area, bypassing the accumulation. The high water level under the bottom of the polje 442—446 m. shows that there no water courses exist.

No water will be lost out of the accumulation in the southwestern and southern border of the polje. Jakovica too is only slightly permeable.

All the northern and northeastern border of this polje, however, is karstified and strongly permeable.

The bottom of the polje is for the most part impervious, but its northern and northeastern part are karstified and permeable.

The plan of a water accumulation in the Planina polje is feasible in the following three manners:

1. By damming of the ponor area, to keep apart ponors from the impermeable parts of the polje. This is geologically the most suitable solution, but it decreases, however, the volume of the water accumulation.

2. By filling up the ponors and by paving the karstified slopes. For such a solution it is necessary at first to remove the clay cover from the ponor areas and then to build filters.

3. By cutting off the karstified northeastern and northern slopes of the polje. This solution is, however, problematic, since the open fissures only can be filled up. Clay which has already been sedimented in some fissures cannot be replaced. Because of this danger the grouting curtain would be rather broad.

LITERATURA

- Čadež, N., 1952, Barvanje in opazovanje Logaščice. Geog. vest. 1952.
- Društvo za raziskavanje jam Slovenije, 1958, Elaborat o preiskavi jam Logarčka in Gradišnice. Ljubljana.
- Elektroprojekt, 1953, Hidroelektrarna Planina—Verd, Idejni projekt, Podatki o predhodnih delih, Ljubljana.
- Geološki zavod, Ljubljana. Tipkana poročila:
- Breznik, M., Planinsko polje, Hidrogeološki profil I med Planinskim in Unškim poljem, 25. 5. 1955.
- Breznik, M., Planinsko polje, Hidrogeološka profila II. in III., med Planinskim in Unškim poljem, 10. 4. 1956.
- Breznik, M., Planinsko polje, Pregled raziskav v letih 1954—1956, predlog nadaljnjih raziskav, 17. 4. 1956.
- Breznik, M., Akumulacija na Planinskem polju, 14. 3. 1958.
- Breznik, M., Fabjančič, M., Planinsko polje, Hidrogeološki profili VI, VIa in VII, 1956.
- Breznik, M., Zlebnik, L., Nosan, T., Moretti, F., Planinsko polje, Poročilo o hidrogeoloških razmerah, Grafične priloge, 15. 9. 1957.
- Kuščer, D., Geološko poročilo k projektu akumulacije na Planinskem polju, 29. 9. 1952.
- Kuščer, D., Kratko geološko poročilo k projektu HE Planina, 13. 6. 1953.
- Kuščer, D., Geološko poročilo k idejnemu projektu HE Planina, 26. 12. 1953.
- Nosan, T., Geologija Planinskega polja in njegove širše okolice, 26. 6. 1957.
- Nosan, T., Poročilo k hidrogeološki karti Planinskega polja s širšo okolico, 3. 8. 1957.
- Nosan, T., Moretti, F., Iskra, M., Doič, J., Planinsko polje, Profili vrtin V-14 do V-34, 15. 9. 1957.
- Pleničar, M., Profili ročnih in strojnih vrtin na Planinskem polju, 1950, 1951.
- Pleničar, M., Poročilo o geološkem kartiranju Cerkniskega polja, 19. 12. 1950.
- Pleničar, M., O geologiji Cerkniskega polja, 21. 11. 1951.
- Pleničar, M., O geologiji Cerkniskega polja, 23. 6. 1953.

Pleničar, M., Miklič, F., Predhodno poročilo o raziskovalnih delih na Cerknškem polju v letu 1954, 19. 11. 1954.

Pleničar, M., Kerčmar, D., Osnovna geološka karta FLRJ, Cerknica, Laze, 1959.

Ravnik, D., Geoelektrične meritve na Planinskem polju 1955—1956, 15. 8. 1957.

Ravnik, D., Poizkusne geoelektrične meritve na Cerknškem polju 1957, 10. 5. 1958.

Glavna uprava za vodno gospodarstvo LRS. Tipkano poročilo:

Čadež, N., Poročilo o barvanju v Rakovem rokavu Malograjske jame v avgustu 1950, 7. 8. 1951.

Hidrometeorološki zavod LRS. Tipkani poročili:

Čadež, N., Barvanje Retja na Cerknškem polju 1. 1957, april 1958.

Čadež, N., Poročilo o barvanju Rešet leta 1959, septembra 1959.

Jenko, F., 1959, Hidrogeologija in vodno gospodarstvo Krasa, DZS Ljubljana.

Komite vlade LRS za vodno gospodarstvo, tipkano poročilo:

Čadež, N., Poročilo o dosedanjih geoloških raziskovanjih na Planinskem polju, 8. 2. 1951.

Melik, A., 1928, Pliocensko porečje Ljublanice, Geog. vestnik 1928, Ljubljana.

Melik, A., 1955, Kraška polja Slovenije v pleistocenu, SAZU, Ljubljana.

Pleničar, M., 1953, Prispevek h geologiji Cerknškega polja, Geologija, 1, Ljubljana.

Projekt nizke zgradbe, Ljubljana, 1954. Vodnogospodarska osnova porečja Ljublanice, tipkana elaborata:

Čadež, N., Geologija Planinskega polja in okolice.

Jenko, F., Splošno, hidrogeologija in hidrologija.

Šerko, A., 1946, Barvanje ponikalnic v Sloveniji, Geogr. vest., Ljubljana.

Šerko, A., 1949, Kotlina Škocjan pri Rakeku, Geogr. vest. 1948/49, Ljubljana.

Šerko, A., 1951, Ljublanica, Geološki in kraški opis, Geogr. vest. XXIII, Ljubljana.

Šerko, A., Michler, I., 1952, Postojnska jama in druge zanimivosti Krasa, Ljubljana.

Zavod za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, Beograd. Tipkano poročilo:

Georgievski, P., Prehodni izveštaj o probi elektromagnetskih metoda u otkrivanju podzemnih kanala (veza) između ponora u karsnom terenu Cerknškog polja i Planinskog polja u Sloveniji, 20. 6. 1957.

GEOLOŠKE RAZMERE NA OBMOČJU PROJEKTIRANIH HIDROELEKTRARN NA DRAVI MED MARIBOROM IN PTUJEM

Marko Breznik in Ljubo Žlebnik

Z 1 sliko med tekstem in z 2 slikama v prilogi

Uvod

Z dograditvijo hidroelektrarne Ožbalt bo izpolnjen poslednji člen v verigi hidroelektrarn v zgornji dravski dolini med Dravogradom in Mariborom. Ves strmec reke Drave na tem območju bo izkoriščen, medtem ko njena vodna energija v ravnini še ni izrabljena.

Pregledne geološke raziskave za potrebe osnovnega energetskega projekta za Dravo med Mariborom in Dravskim Središčem so se začele že l. 1956, ko je bilo tod izvrtanih okrog 40 vrtin. Naslednje leto so se začele intenzivne raziskave v okviru idejnega projekta za hidroelektrarno Hajdoše; nadaljevale so se s presledki do konca leta 1960. Leta 1958 in 1959 so bile končane raziskave za projekt hidroelektrarne Duplek, v letih 1960 in 1961 pa še za idejni projekt hidroelektrarne Loka. Vsa raziskovalna dela so bila izvršena po naročilu Elektrogospodarske skupnosti Slovenije.

Prva v spodnjedravski verigi hidroelektrarn bo zgrajena HE Hajdoše, približno 3 km zahodno od Ptuja. Elektrarna je rečnega tipa, z jezom in strojnico v Hajdošah ter velikim akumulacijskim bazenom, ki bo segal do Rošnje.

Vodni strmec med Rošnjo in Mariborom bo prav tako izkoriščen. Po zamisli projektantov je možno vodno energijo na tem odseku izrabiti na dva popolnoma različna načina: z izgradnjo dveh hidroelektrarn rečnega tipa v Melju in v Dupleku, ali pa z eno samo stopnjo, z jezom v Melju in 9 km dolgim dovodnim kanalom do strojnice v Loki, ki bo izkoristila ves strmec. Po kalkulacijah bi bila izvedba po varianti z dvema hidroelektrarnama znatno dražja.

Splošen geološki opis

Na ozemlju med Mariborom in Ptujem teče Drava povečini ob robu Slovenskih goric v smeri severozahod—jugovzhod. Levi breg reke sestavljajo pretežno terciarni sedimenti, desnega pa pleistocenski in holocenski prod in pesek, s katerim je zasuto Dravsko polje.

Celotno območje med Slovenskimi goricami in Halozami delimo na tri enote: antiklinorij Slovenske gorice, ptujsko-ljutomersko sinklinalo in

antiklinorij Haloze. Slovenske gorice, ki jih sestavljajo različni terciarni sedimenti, sestoje iz več vzporednih antiklinal in sinklinal s smerjo jugozahod—severovzhod. Najseverneje poteka antiklinala Kungota—Jarenina—Cmurek. Južno od tod je plitva sinklinala z osjo od Maribora preko Št. Jurija do Radgone. Še južneje poteka antiklinala Duplek—Murska Sobota s številnimi lokalnimi izboklinami. Antiklinala proti jugovzhodu strmo tone v ptujsko-ljutomersko sinklinalo, ki jo zapolnjujejo mlajšepliocenski sedimenti.

Sinklinala je na jugu omejena z močnim prelomom, ki poteka od Črešnjevca pri Slovenski Bistrici preko Ptujске gore, Zabovcev, severno od Bukovcev preko Zavrča proti Ljutomeru. Ob prelomu so terciarne plasti Haloz postavljene v navpično lego, ali pa celo narinjene proti severu.

Haloze, ki jih na severu omejuje od ptujsko-ljutomerske sinklinale prelom, so izredno zamotano zgrajen antiklinorij, sestavljen iz terciarnih, pa tudi triadnih, permskih in karbonskih sedimentov.

Stratigrafsko zaporedje skladov v Slovenskih goricah najlepše sledimo na levem bregu Drave, kajti reka preseka v svojem toku med Mariborskim otokom in Ptujem vse terciarne plasti od spodnjemiocenskih do pliocenskih. Najstarejši terciarni skladi so razgaljeni v okolici Mariborskega otoka. Sestavljajo jih temno sivi peščeni laporji z vložki peščenjakov in konglomeratov spodnjemiocenske starosti.

Južno od tod preseka Drava mariborsko-radgonsko sinklinalo, ki jo zapolnjujejo spodnjertonski plastoviti laporji z vložki kremenovih peščenjakov in tufitov. Pri Dupleku preide reka v antiklinalo Duplek—Murska Sobota. Sestavljajo jo spodnjertonski laporji, litavski apnenci in peščenjaki z vložki laporja. Litavski apnenci so debeli okrog 100 m in se razprostirajo v precej širokem pasu od Dupleka do Lenarta.

Na apnencih leže srednjertonski laporji in peščeni laporji, ki zavzemajo okrog 1 km širok pas od Dupleka do Žitečke vasi. Plasti pripadajo severnemu krilu ptujsko-ljutomerske sinklinale in so nagnjene proti jugovzhodu.

Od Žitečke vasi proti Ptuju si slede vedno mlajše plasti. Med Žitečko vasjo in Spodnjim Duplekom so razviti spodnjesar matski in srednjesar matski peščeni laporji z vložki peska ter srednjesar matski peski z vložki peščenega laporja in gline.

Sarmatske sedimente prekrivajo pliocenske usedline, ki zapolnjujejo osrednji del ptujsko-ljutomerske sinklinale. Med Spodnjim Duplekom in Martinom so razviti panonski peščeni laporji in peski. Od tod pa do Ptuja je gričevje na levem bregu Drave sestavljeno iz mlajšepliocenskih sladkovodnih plasti, ki pripadajo horizontu *Unio wetzleri*. Spodnji del sedimentov zastopajo gosto zbit prod s peskom, konglomerat z lečami peska in peščenjaka, lapor in glina. V zgornjem delu prevladujeta konglomerat in prod z lečami peska in peščenjaka.

Terciarni sedimenti Slovenskih goric tonejo proti zahodu pod kvartarne naplavine Drave. Debelina kvartarnih naplavin je na severovzhodnem obrobju Dravskega polja med Dravo in cesto Maribor—Ptuj razmeroma majhna. Terciarna podlaga leži 5 m, do največ 15 m pod koto dna

današnje struge; prekrita je s pleistocenskim in holocenskim prodom in peskom.

Majhna debelina kvartarnih naplavin na severovzhodnem obrobju Dravskega polja dokazuje, da vsaj ta del Dravskega polja ni mlada tektonska udorina. Nastal je z erozijo Drave, ki si je v kvartarju vrezovala svojo strugo vedno bolj proti vzhodu v terciarne plasti Slovenskih goric in jo nato postopno zasipala z rečnimi naplavinami. Tako je nastala današnja ravnina ob Dravi.

Po podatkih vrtin, izvrtanih v okviru raziskovalnih del za projektiranje HE Loka, HE Duplek in HE Hajdoše, sestavljajo terciarno podlago pod kvartarnimi naplavinami med Mariborom in vrtino DC₂ v Dolgošah tortonski sedimenti, med vrtino DČ₂ in vrtino S₂ v Loki pa sarmatske plasti. Vse vrtine v območju akumulacijskega bazena, jezu in odvodnega kanala hidroelektrarne Hajdoše so zadele pod kvartarnim prodom na mlajšepliocenske sedimente horizonta Unio wetzleri.

Pleistocenske naplavine dravskega polja sestavlja prod s peskom, med katerega so vložene plasti in leče peska. V Stražunskem gozdu opazimo tudi vložke gline. Kjer so bili ugodni pogoji za proces diageneze, se je prod sprjel v rahlo vezan konglomerat, ki sestavlja 0,5 do 1,0 m debele plasti in leče. Konglomeratni vložki so predvsem na robovih teras, pa tudi drugje.

Na severnem robu polja, predvsem okoli Maribora, je prod mnogo bolj grob kot v osrednjem in južnem delu. V številnih gramoznicah v Mariboru so med prodom vložene debele plasti zelo debelega proda: posamezni prodniki in bloki merijo do 1 m v premeru.

Omenili smo že, da je Dravsko polje nastalo v pleistocenu, ko se je Drava postopno vrezovala v terciarni relief in ga v fazah tektonskega mirovanja ali grezanja zasula s prodnimi naplavinami. V poznejših fazah si je vrezala svojo strugo v lastne naplavine, kar dokazujejo številne terase. Skupno zasledimo na severovzhodnem robu Dravskega polja 4 terase. Najvišja terasa na n. m. višini 270 m v Teznem se razprostira od Teznega čez Tezenski gozd proti cesti Rogoza—Miklavž. Rob naslednje terase (na n. m. višini 265 m) v Mariboru poteka vzporedno z višjo teraso od Maribora, mimo Brezij, Dolgoš, Miklavža, Šmarjete, Njiverk na Ptujsko polje. Terasi sta nagnjeni proti Ptujju. Naklon teras je okrog 1,8 ‰. Na levem bregu Drave je le nekaj ostankov teh teras pri Zgornjem Dupleku, v okolici Spodnjega Dupleka in v okolici Martina.

Najmlajša pleistocenska terasa poteka vzporedno z Dravo od Pobrežja, mimo Zrkovcev, Dolgoš, Miklavža, Loke, Gerečje vasi in Zgornje Hajdine na Ptujsko polje. Pri Loki se od nje odcepi 2 do 3 m nižja terasa, katere rob poteka vzporedno s cesto Maribor—Ptuj in naprej na Ptujsko polje. Ostanki te najnižje pleistocenske terase so ohranjeni tudi na Pobrežju ter med Zrkovci in Dolgošami.

Pod nizko pleistocensko teraso se razprostira holocenska ravnina, ki spremlja Dravo od Maribora do Ptujja v 1 do 3 km širokem pasu. Ravnina je lažno valovita in presekana s številnimi starimi strugami in rokavi Drave. Na površini je prekrita z 0,5 do 3 m debelo plastjo peska z meljem. Pod peščeno meljasto plastjo je prod s peskom zelo neenakomerne sestave.

Po podatkih vrtin, izvrtanih v holocenski ravnini ob Dravi med Mariborom in Ptujem, se zelo hitro menjavajo plasti in leče proda (premer 20 mm) s peskom, plasti dobro granuliranega proda s peskom, peska in peska s prodniki.

Še določnejšo sliko o heterogeni sestavi mlajšekvartarnih naplavin nam dajo podatki o vrednostih koeficienta propustnosti »K«, izračunani za različne kraje med Mariborom in Ptujem. Propustnost proda smo ugotovili s črpalnimi in nalivalnimi poizkusi.

Vrednosti koeficientov »K« niso povsod popolnoma enakovredne. Na mestih, kjer je nepropustna podlaga razmeroma plitvo, je bila dosežena zaradi manjšega dotoka pri isti zmogljivosti črpalke in istem premeru vrtine večja depresija in s tem tudi točnejši rezultati, kot pa tam, kjer je nepropustna podlaga globoko. Pregled vrednosti koeficienta »K« za nekatera mesta podajamo v 1. tabeli.

Koeficienti propustnosti »K«

1. tabela

Črpalna vrtina	Mesto vrtine	Koeficient »K« cm/sek	Debelina kvartarnih naplavin m	Depresija ali dvig gladine m	Q l/sek
Z ₁₁	Melje	5,77 · 10 ⁻¹ do 1,44 · 10 ⁻¹	19,2	0,6	14,31
DČ ₄	Dolgoše	4,19 · 10 ⁻¹ do 1,04 · 10 ⁻¹	14,6	0,79	8,8
DČ ₃	Zg. Duplek	4,68 · 10 ⁻² do 1,95 · 10 ⁻²	>15,0	0,98	5,6
Č ₂₀	Martin	1,5 do 6,80 · 10 ⁻¹	>15,0	0,14	8,55
Č ₁₅	Starše	5,00 · 10 ⁻¹ do 1,00 · 10 ⁻¹	>15,0	0,50	8,93
Č ₁₀	Slovenja vas	2,00 · 10 ⁻¹ do 1,00 · 10 ⁻¹	9,2	1,10	9,80
Č ₁	Hajdoše	7,00 · 10 ⁻² do 2,00 · 10 ⁻²	6,2	0,70	1,44

Ponekod ležita holocenski prod in pesek neposredno na terciarni podlagi, ker je Drava odnesla ves pleistocenski zasip. Povečini pa sta pod holocenskimi naplavinami še pleistocenski prod in pesek.

Iz tabele vidimo, da vrednost koeficienta »K« postaja manjša nizvodno od Maribora proti Ptuju. Izjemoma naraste v odseku med Martinom in Staršami, kjer debelina kvartarnih naplavin presega 15 m. Anomalijo si lahko razložimo tako, da je na tem odseku pod holocenskimi naplavinami še bolj propusten in bolj debel pleistocenski prod.

Geološke razmere na območju posameznih projektiranih hidroelektrarn

Hidroelektrarna Loka na Dravi

Strmec Drave od HE Mariborski otok do projektirane hidroelektrarne Hajdoše bo izkoristila HE Loka. Hidroelektrarna bo kanalskega tipa z jezom v Melju in akumulacijskim bazenom do Mariborskega otoka. Od jez

vodi 9 km dolg kanal mimo Miklavža do strojnice v Loki. Iz strojnice bo voda odtekala po 1,5 km dolgem odvodnem kanalu v Dravo.

Akumulacijski bazen. Po projektu se bo voda v bodočem akumulacijskem bazenu dvignila na koto 253 m. Umetni dvig gladine bo v Melju 7 do 8 m, proti Mariborskemu otoku pa se bo zaradi strmca Drave zmanjšal na 1 m.

Akumulacijski bazen leži na pleistocenskih in holocenskih naplavinah, ki sestojijo iz proda in peska. Pleistocenski prod je delno sprijet v konglomerat. Debelina kvartarnih naplavin niha od 1 m v dravski strugi do 40 m na najvišjih terasah. Vsi kvartarni sedimenti so močno propustni, zato je za ocenitev vododržnosti bazena treba poznati njihovo debelino in razprostranjenost v celotnem bazenu in njegovem zaledju.

Nepropustno podlago kvartarnih naplavin v bazenu sestavljajo miocenski laporji, peščeni laporji, sljudnati peščenjaki, trde glinice in tufiti.

Desni breg bazena. V bližini projektiranega jezusa so na desnem bregu razgaljeni laporji, ki segajo do kote 254 m. Vrtine, ki so bile izvrtane v starem profilu jezusa okrog 150 nizvodno od meljskega mostu, so zadele na terciarno podlago na koti 230 m do 234 m. V vrtinah za novi cestni most je terciarna podlaga na koti 235 m do 237 m. Pod HE Mariborski otok so miocenski peščeni laporji 1 m nad gladino Drave.

Geološke raziskave za mariborski vodovod v letih 1941 do 1950 nam dajo nekaj skopih podatkov o globini terciarne podlage in gladini podtalnice. Na Teznu in Betnavi je nepropustna podlaga na koti 250 do 254 m. Po kartah hidroizohips iz leta 1899 pada gladina podtalnice od Pohorja proti Dravi. Ti podatki se ujemajo s podatki iz »Hidrološke karte območja Dravskega polja«, ki jo je izdelal leta 1957 Hidrometeorološki zavod LRS. V območju Tezna in Pobrežja je tok podtalnice usmerjen proti severovzhodu, južno od tod pa proti vzhodu. Po poteku hidroizohips sklepamo, da teče podtalnica proti Dravi.

Ko se bo voda v akumulacijskem bazenu dvignila na koto 253 m, se bodo hidrološke razmere na njegovem območju bistveno spremenile. Smer toka podtalnice se bo spremenila; namesto v Dravo, bo podtalnica tekla iz bazena v naplavino, nizvodno od jezusa pa zopet v Dravo.

Za oceno vodnih izgub iz bazena smo konstruirali strujnice ponikle vode in izračunali vodne izgube za posamezne pasove, široke 200 m. Pri tem moramo poznati debelino aktivne propustne plasti, po kateri se bo precejala voda, dolžino poti L , na kateri bo voda pronicala, ter razliko med zgornjo in spodnjo gladino vode H .

$$\text{Vodne izgube smo računali po formuli } Q = F \cdot \frac{H}{L} \cdot K.$$

Debelina aktivne propustne plasti, skozi katero se bo precejala voda iz bazena, je 7 m; to je razlika med sedanjo gladino podtalnice, ki je na koti 246 m, in dvigom vodne gladine v bazenu na 253 m. Dolžina poti in razlika vodnih gladin pa je za vsak posamezni pas med strujnicami

različna. Za območje na nizvodni strani jezua podajamo kote nepropustne podlage in kote gladine podtalnice v 2. tabeli.

Nadmorske višine nepropustne podlage in gladine podtalnice

2. tabela

Kraj	Kota nepropustne podlage m	Kota gladine podtalnice m
območje neposredno pod jezum	244 do 240	245
V ₂₁ , okrog 2,1 km pod jezum	232	241,0
V ₉ , okrog 4,3 km pod jezum	231	240
V ₈ , okrog 1,6 km nad cestnim mostom v Dupleku	233	239,5
Miklavž	235	240
D ₁₃ , okrog 200 m pod cestnim mostom v Dupleku	223	237,5
D ₁ , okrog 2,8 km pod cestnim mostom v Dupleku	221	235

Ker na območju nizvodno od jezua niso bili izvedeni črpalni poizkusi, smo cenili vodne izgube za tri voljene vrednosti koeficientov propustnosti »K«: $K_1 = 1 \text{ cm/sek}$, $K_2 = 1 \cdot 10^{-1} \text{ cm/sek}$, $K_3 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sek}$. Za vrednost K_1 so vodne izgube $0,539 \text{ m}^3/\text{sek}$, za vrednost K_2 $0,054 \text{ m}^3/\text{sek}$, za vrednost K_3 pa $0,0054 \text{ m}^3/\text{sek}$. Količina vode, ki se bo izgubljala na desnem bregu bazena, je ekonomsko nepomembna.

Pri tovarni Svila bo dovodni kanal zaprl iztek pronicajoče vode iz bazena, zato se bo gladina podtalnice znatno dvignila, morda celo poplavila nizko teraso (kota 250 m), na kateri stoji tovarna. Potrebno bo zgraditi drenažni kanal, po katerem se bo odtekala voda.

Levi breg bazena. Levi bok jezua v Melju je le okoli 100 m oddaljen od Meljskega hriba, ki je zgrajen iz nepropustnih laporjev tortonske starosti. Absolutno tesnitev bazena bi lahko na tem mestu dosegli s tesnilnim zidom do nepropustne podlage.

Del Melja z raznimi industrijskimi napravami je niže, kot bo gladina vode v bazenu, zato bo treba to območje posebej zatesniti. V ta namen smo preiskali geološke razmere na levem bregu Drave s številnimi vrtnami, razporejenimi od jezua do železniškega mostu, in na območju samega Melja. S črpalnimi poizkusi pa smo ugotovili koeficient propustnosti »K«.

Nepropustna terciarna podlaga je v bližini jezua le 4 km pod površino, v vzvodni smeri pa pada in je pri železniškem mostu 22 m globoko.

V Melju je nepropustna podlaga 12 do 21,5 m globoko. Gladina podtalnice niha med kotama 246 m in 248 m ter se proti hribu dviga. Propustnost kvartarnih naplavin je velika od 0,24 do 0,45 cm/sek.

Levi breg je mogoče zatesniti na več načinov. Najbolj zanesljivo, toda najdražje je, zabiti zagatno steno ob Dravi in po eni prečnih ulic na Dravo. Poleg tega je potrebna še drenaža, da bi odvajali površinske vode, ki se bodo stekale z bližnjega gričevja, in vode, ki bodo pronicale skozi netesna mesta v zagatni steni.

Tehnično je izvedljiva tudi druga rešitev, po kateri bi površinsko zatesnili že obstoječo oblogo dravskih bregov in zgradili večjo drenažo, ki bi lahko odvajala vso poniklo vodo. Vsekakor pa je treba tak sistem tesnenja računsko analizirati.

Jez. Po projektu se bo gladina zajezone Drave v Melju dvignila od sedanje povprečne kote 246 m na 253 m.

Ker mesto pregrade ni bilo dokončno določeno, smo preiskali 3 profile v spodnjem delu Melja; prvega tik pred zavojem Drave pod Meljskim hribom, drugega v zavoju in okrog 100 m nizvodno še tretjega.

Geološko so vsi trije profili enakovredni. V prvem profilu sicer sega lapor na desnem bregu do kote zaježitve, vendar zaradi tega ta profil nima nobene prednosti, ker je na tem mestu vtočni objekt.

Za gradnjo bo moral projektant izbirati med drugim in tretjim profilom. V drugem profilu je debelina prodne naplavine v sredini in v desnem delu struge okrog 1 m, v levem delu pa od 4 m do 6 m. Temelji jezovne zgradbe bodo vkopani v laporno podlago. V tretjem, nizvodnem profilu, je debelina proda v sredini struge in v levem delu struge zelo majhna, v desnem delu struge pa niha od 2,5 m do 3,5 m.

Jez bo temeljen na tortonskih sedimentih. Prevladuje trd, debelo plastovit, nekoliko peščen lapor. Vmes so 0,5 do 1,5 m debele plasti tanko plastovitega, nekoliko peščenega laporja in redke 5 do 20 cm debele plasti gosto zbitega, nekoliko sprijetega peska. Plasti položno vpadajo proti severovzhodu in vzhodu v smeri rečnega toka. Preprežene so s številnimi drsami, ob katerih so se plasti nekoliko premaknile. Kjer je več drs zelo blizu skupaj, je lapor med njimi zdrobljen, vendar ni zmešan v glino. Pesek, ki vsebuje tudi nekaj melja, je ob drsah nekoliko zmešan.

Meritve vodopropustnosti so v vseh vrtnah dale ugodne rezultate. Vodne izgube so bile pri 10 kp/cm² pritiska med 0,0 in 2,0 l/min/m, le v eni vrtni je izguba znašala 4,25 l/min/m.

Pogoji temeljenja za jez so ugodni. Lapor je možno obremeniti z 10 kp/cm². Tudi pesek, ki je vložen med lapor, je močno konsolidiran. Upoštevati moramo namreč obremenitev v prejšnjih geoloških dobah, ko so bile odložene na tortonske sedimente mlajše miocenske, pliocenske in verjetno tudi pleistocenske plasti, ki so bile pozneje odnesene.

Odpornost peska proti zdrsu bo treba še laboratorijsko preiskati. Ker so plasti peska tanke in redke, bo možno objekt temeljiti na laporju.

Vododržnost laporja je skoraj popolna, potrebne so le plitve vezne injekcije in plitve tesnilne injekcije tam, kjer je lapor razpokan, kar bo mogoče ugotoviti v gradbeni jami.

Dovodni kanal bo potekal v začetnem delu od 0,0 do 0,5 km po nizki holocenski terasi. Oporni zidovi kanala bodo lahko temeljeni na laporju, ki je plitvo pod površino.

V odseku od 0,5 do 2,5 km poteka dovodni kanal po nizki terasi, pokriti s holocenskim peskom, pod katerim je prod, ponekod sprijet v rahlo vezan konglomerat.

Od 2,5 do 6,5 km leži kanal na pleistocenski terasi, ki sestoji pretežno iz proda različne granulacije, iz vložkov peska ter leč konglomerata in plasti samic. Samice s premerom do 1 m so pogostne v pleistocenskih terasah na desnem bregu Drave na Teznem in Pobrežju. Konglomeratne leče, debele 0,3 do 1,5 m, je opaziti na terasah na Pobrežju in v gramoznici v Dolgošah.

Od 6,5 do 7,8 km poteka dovodni kanal po robu pleistocenske terase. Pretežni del dna kanala in nasip, ki je bližje reki, je na holocenski nizki terasi. Holocenska terasa je ponekod pokrita z lahko gnetno organsko glino. Gladina podtalnice je 0,15 m pod površino. Pod robom pleistocenske terase izvira Miklavška Studenčnica. Lahko gnetna organska glina ni primerna za temeljenje kanala in jo bo treba povsod, kjer nastopa v trasi kanala, odstraniti.

Odsek od 7,8 do 9,0 km je na pleistocenski terasi podobne sestave kot odsek 2,5 do 6,5 km.

Dno kanala je nad gladino podtalne vode, razen v začetnem delu od 0,0 km do 0,8 km.

Strojnica leži na holocenski nizki terasi. Izvrtali smo vrtini S_5 in S_6 . V vrstini S_5 smo ugotovili naslednjo geološko sestavo:

0,00 — 1,00 m	peščen glinast melj
1,00 — 17,20 m	prod, pesek, delno meljast in nekoliko kamenja
17,20 — 17,60 m	rjava srednje gnetna glina
17,60 — 18,40 m	siva srednje gnetna lapornata glina
18,40 — 22,50 m	siv tanko plastovit peščen lapor, težko gneten in poltrd; siva lapornata glina, srednje in težko gnetna. Verjetno so mehanski učinki vrtnanja pregnetli lapor v lapornato glino.

Gladina podtalnice je okrog 3,0 m pod površino, vodopropustnost pa je na odseku 17,50 do 22,50 m pri 10 kp/cm² pritiska le 1,36 l/min/m, kar je ugoden podatek.

Podobne so razmere v vrtini S_6 . Površinska glinasta plast je holocenska, prod in pesek sta holocenske in pleistocenske starosti. Peščen lapor in lapornata glina sta sarmatske starosti. Popolnoma ekvivalentne sarmatske sedimente smo ugotovili tudi v bližnjih vrtinah S_1 , S_2 , S_4 , z izjemo lapornate gline s prodniki, ki je ni v vrtinah S_5 in S_6 . V vrtini V_7 v bližini mesta strojnice je poleg peščenega laporja in lapornate gline tudi pesek.

Temelji strojnice v Loki bodo okrog 19 m pod površino v sarmatskem peščenem laporju in lapornati glini. Pogoji temeljenja so ugodni. Vodo-

propustnost je majhna. Sarmatske plasti so bile v mlajših geoloških dobah obremenjene s pliocenskimi in pleistocenskimi sedimenti, ki so bili pozneje odneseni. Plasti so zaradi tega že dobro konsolidirane in bodo usedki le majhni.

Sarmatske plasti so nagnjene pod kotom 10° proti jugovzhodu, v smeri toka vode v kanalu. Strižno odpornost gline in laporja bo treba laboratorijsko preiskati. S primernim oblikovanjem konstrukcije bo možno doseči zadovoljivo varnost proti zdrsu.

Sarmatske sedimente je treba preiskati dovolj globoko pod temelje, ker je možno, da so v večji globini bolj stisljivi sedimenti.

Podtalnica je plitvo pod površino. Vodonosni prod in pesek sta močno propustna, zato izkop gradbene jame brez tesnitve nikakor ne bo možen. Dno gradbene jame bo zatesnjeno s skoraj nepropustnimi sarmatskimi sedimenti.

Ovodni kanal. dolg 1,5 km, leži na holocenski nizki terasi. Sestavo holocenskih in pleistocenskih sedimentov smo preiskali s 7 vrtinami. Na površini je 1 do 2 m peska z meljem in peščene meljaste gline. Globlje je prod s peskom, med katerega so vložene plasti kamenja in debelega proda. Konglomeratnih leč z vrtanjem nismo ugotovili, niso pa izključene.

Podtalnica je 2 do 3 m pod površino. Prod je močno propusten. Med vrtanjem se je v nekaterih vrtinah pojavil tkoč pesek, ki je z dna vrtine prodiral navzgor v obložne cevi.

Hidroelektrarna Hajdoše na Dravi

Strmec Drave med hidroelektrarno Loka in hidroelektrarno Borl-Ormož bo izkoristila hidroelektrarna Hajdoše z jezom in strojnico v Hajdošah ter velikim akumulacijskim bazenom, ki bo segal do Rošnje. Iz strojnice, ki bo na levem bregu Drave, bo odtekala voda po 1,8 km dolgem odvodnem kanalu v Dravo. Geološke razmere na območju elektrarne smo raziskali s številnimi vrtinami, z geotehničnimi laboratorijskimi in terenskimi preiskavami ter inženirsko geološkim in hidrološkim kartiranjem celotnega območja. Elektrarna je že v gradnji.

Akumulacijski bazen se bo razprostiral na ravnini ob Dravi med Hajdošami in Rošnjo. Da ne bi zajezena Drava preplavila prevelikih površin obdelovalne zemlje, bodo zgrajeni obrambni nasipi. Na desnem bregu bo obrambni nasip segal od Hajdoš do Rošnje in bo dolg 8,5 km. Levi breg Drave od Orešja do Vurberga tvori terciarno gričevje Slovenskih goric. Med Vurbergom in Martinom, kjer je struga Drave precej odmaknjena od gričevja, bo treba zgraditi 3,7 km dolg nasip.

Gričevje na levem bregu Drave je zgrajeno iz mlajših pliocenskih sedimentov, ki pripadajo horizontu Unio wetzleri. Sestavljajo ga sladkovodne plasti gosto zbitega proda, konglomerata, peska, gline in laporja. Levi breg Drave sestavljajo pliocenski sedimenti, delno prekriti s pleistocenskim in holocenskim prodom in peskom.

Na desnem bregu so pliocenski sedimenti prekriti s 5 m do preko 15 m debelo plastjo kvartarnega proda in peska, ki prekriva holocensko

ravnino ob Dravi. Ravnina je široka 1 do 2 km. Na zahodu jo omejuje ježa prve pleistocenske prodne terase, na kateri stoje vasi Rošnja, Starše, Zlatoličje, Slovenja vas in Hajdoše.

Pliocenske plasti na levem bregu Drave so kot celota nepropustne. Prod, konglomerat in pesek so zaradi obremenitve mlajših naplavin, ki so se odlagale nanje, že popolnoma konsolidirani, gosto zbiti in zelo malo propustni. Koeficient propustnosti »K« za pliocenski prod niha od $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sek do $1 \cdot 10^{-4}$ cm/sek. Podatke o velikosti koeficienta »K« smo dobili s črpalnim poizkusom, s preizkusom vodopropustnosti po Lugeonu in z laboratorijskimi preiskavami na terenu. Pliocenski konglomerat in pesek sta mnogo manj propustna kot prod.

Med prodom, konglomeratom in peskom so vložene 1 do 10 m debele nepropustne plasti gline in laporja. Pri preizkusih vodopropustnosti so bile izgube vode v odsekih vrtin, kjer sta sestavljala stene glina in lapor, pri 10 kp/cm^2 pritiska povsem neznatne.

Pliocenske plasti horizonta Unio wetzleri so v splošnem nagnjene v smeri rečnega toka in proti ravnini, zato bodo nepropustne plasti gline in laporja, vložene med prodom in konglomeratom, onemogočale izgubljanje vode iz bazena. V grobem jih lahko razdelimo na spodnji in zgornji del. Spodnji del horizonta Unio wetzleri sestavljata prod in konglomerat s številnimi vložki in lečami gline, laporja in peščenjaka. Zgornji del je zgrajen pretežno iz proda, konglomerata in peska z redkimi vložki peščene gline in peščenega laporja.

Zgornja meja spodnjega dela horizonta Unio wetzleri je v bližini Vurberga na koti 270 m, v profilu pregrade na levem bregu pa na koti 233 m ali malo nižje. Strugo Drave doseže okrog 800 m nizvodno od pregrade. Plasti padajo zelo položno proti jugovzhodu, delno so tudi horizontalne.

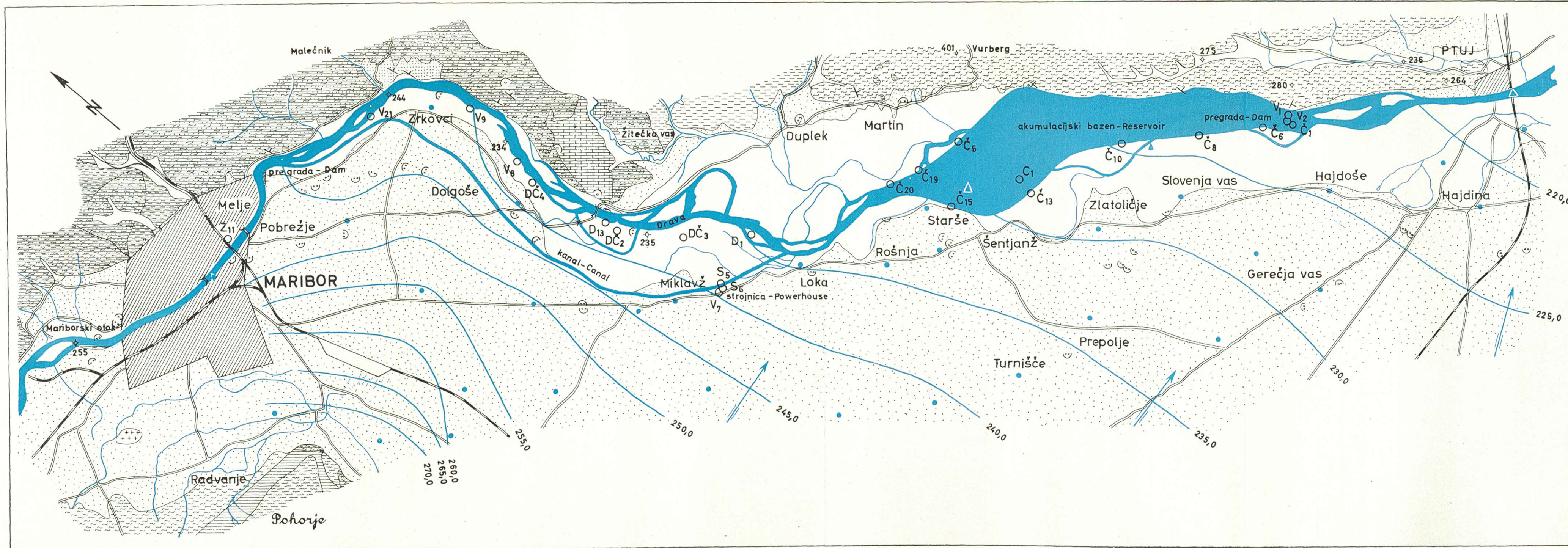
V območju pregrade sestoji pobočje nad levim bregom Drave iz konglomerata in proda z debelejšimi vložki peska, peščenjaka in peščene gline. Ti skladi pripadajo zgornjemu delu horizonta Unio wetzleri.

Obrambni nasipi. Desni breg Drave je nižinski, zato bo treba vzdolž struge zgraditi obrambni nasip, ki bo temeljen na holocenskem pesku inrodu. Prav tako je predvidena izgradnja obrambnega nasipa na levem bregu Drave v ravnini pod Vurbergom.

Peščena meljasta plast, ki prekriva nizko holocensko teraso ob Dravi, bo naravna površinska tesnilna preproga pred nasipom. Koeficient propustnosti peščene meljaste plasti niha od $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sek do $4 \cdot 10^{-6}$ cm/sek. Podatki so bili dobljeni s številnimi preiskavami v eodometru v laboratoriju in v permeamtru na terenu.

Kvartarni prod pod peščeno meljasto plastjo je znatno bolj propusten. Njegov koeficient propustnosti niha od 4 cm/sek do $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sek na desnem bregu Drave, na levem bregu Drave pa od 1,5 cm/sek do $1 \cdot 10^{-1}$ cm/sek. Podatke smo dobili s črpalnimi poizkusi; na levem bregu jih je bilo 6, na desnem pa 14.

Kvartarni prod leži na različnih pliocenskih sedimentih:rodu, konglomeratu, pesku, glini in laporju. Vsi pliocenski sedimenti so zelo malo



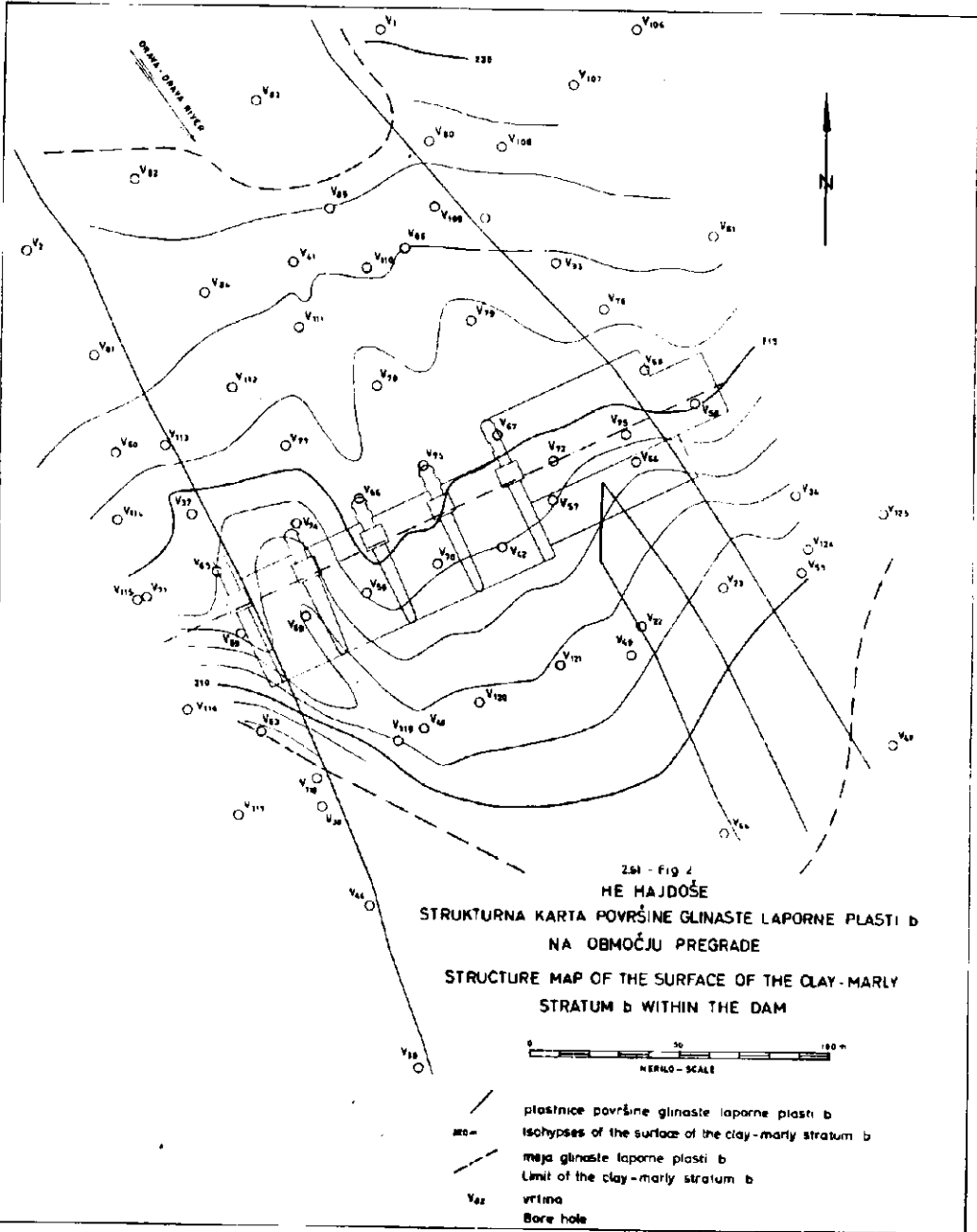
1. sl. - Fig. 1.
GEOLOŠKA SKICA DRAVSKEGA POLJA MED MARIBOROM IN PTUJEM
GEOLOGICAL SKETCH MAP OF DRAVSKO POLJE BETWEEN MARIBOR AND PTUJ

MERILO 1:50 000
 SCALE 1:50 000

- | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| holocen
Holocene | | pesek in prod
Sand and gravel | | | vpad plasti
Strike and dip of strata |
| pleistocen
Pleistocene | | prodne terase
Gravel terraces | | | gramozna jama
Gravel pit |
| pliocen
Pliocene | | prod, konglomerat, pesek, glina in lapor
Gravel, conglomerate, sand, clay and marl | | | kamnelom
Quarry |
| zgornji miocen
Upper Miocene | | pesek, pesek z meljem, lapor in glina
Sand, sand with silt, marl and clay | | | vrtna
Bore hole |
| | | konglomerat in peščenjak
Conglomerate and sandstone | | | vodnjak
Well |
| | | peščen lapor z vložki peska in peščenjaka
Sandy marl with intercalations of sand and sandstone | | | vodomer
Hydrometer |
| srednji in spodnji miocen
Middle and Lower Miocene | | litolamnijski apnenc
Lithotamnia limestone | | | hidroizohipse
Hydroisohypses |
| | | lapor z vložki silificirane gline in tufskega peščenjaka
Marl with intercalations of siliceous claystone and tuffaceous sandstone | | | 240,0m
smer toka podtalnice
The groundwater flow direction |
| | | lapor, glina, peščenjak in konglomerat
Marl, clay, sandstone and conglomerate | | | |
| | | blestniki in kvarciti
Mica shists and quartzites | | | |
| paleozoik
Palaeozoic | | amfibolit
Amphibolite | | | |
| | | tonalit
Tonalite | | | |

VSE HIDROLOŠKE PODATKE SMO POVZELI PO HIDROLOŠKI KARTI DRAVSKEGA POLJA, KI JO JE IZDELAL HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD LRS V DNEH OD 14. DO 16. 10. 1957.

WE HAVE TAKEN ALL THE HYDROLOGICAL DATA FROM THE HYDROLOGICAL MAP OF DRAVSKO POLJE (PLAIN OF DRAVA), MADE BY HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD LRS IN THE SPACE OF TIME FROM OCT. 14th TO OCT. 16th 1957.



propustni ali pa nepropustni. Zaradi tega se bo voda iz bazena izgubljala le skozi 5 m do preko 15 m debelo plast kvartarnega proda in peska, le v neznatni meri tudi skozi pliocenski prod in pesek. Vodne izgube bodo dopustne, če bo tesnilna preproga pred nasipi široka vsaj 150 m in če koeficient propustnosti proda ne bo večji kot $1 \cdot 10^{-1}$ cm/sek do $5 \cdot 10^{-1}$ cm/sek. Po podatkih črpalnih poizkusov in geoelektričnih raziskav na desnem bregu Drave obsegajo propustnejša območja okrog 25 % trase nasipa, na levem bregu pa skoraj celotno traso nasipa. Na propustnejših odsekih bo potrebna dodatna tesnitev z zagatnimi stenami do pliocenske podlage.

Črpalne vrtine \dot{C}_8 do \dot{C}_{15} na desnem bregu in \dot{C}_{16} do \dot{C}_{20} na levem bregu leže na mestih, ki so po podatkih geoelektričnih raziskav bolj propustna.

Po podatkih črpalnih vrtin se granulometrična sestava kvartarnega proda v vertikalni in v horizontalni smeri hitro spreminja, s tem v zvezi pa se spreminja tudi propustnost proda. Črpalni poizkus nam je dal podatek za povprečni koeficient propustnosti vsega preiskanega odseka.

Pri oceni vodnih izgub iz bazena upoštevamo tudi, da bo naravno zablajenje bazena sčasoma zelo zmanjšalo pronicanje vode pod nasipi.

Ploščine ploskve kvartarnega proda, skozi katerega bo pronicala voda pod nasipi, ni mogoče popolnoma točno izračunati, ker je debelina proda vzdolž trase nasipov zelo neenakomerna. Nekaj podatkov o debelini kvartarnega proda smo dobili iz črpalnih vrtin, neenakomerno razporejenih po obeh nasipih v medsebojnih razdaljah 500 do 1000 m. Praznine med posameznimi strojnimi vrtinami smo izpolnili z ročnimi udarnimi sondami in z ročnimi vrtinami, s katerimi smo hoteli ugotoviti debelini peščene meljaste plasti in kvartarnega proda.

Po podatkih vrtanja peščena meljasta plast, na katero bo temeljen obrambni nasip, ni popolnoma homogena. Vzdolž nasipa se tako v horizontalni kot v vertikalni smeri menjavajo plasti in leče dobro granulirane peska, drobnega peska z meljem in rvjvkastega ali sivega glinastega melja z drobnim peskom. Na površini je približno 30 cm humusa, redko 50 cm do 130 cm. Pred začetkom gradnje in med gradnjo bo treba izkopati jaške in iz njih vzeti vzorce peska in melja za geomehanske preiskave, predvsem za določitev modula stisljivosti.

V nekaterih vrtinah na desnem in levem obrambnem nasipu je bila ugotovljena okrog 1 m debela plast močno stisljivega organskega melja s šoto. Ker se take zemljine pri obremenitvi prekomerno usedajo, jih bo treba odstraniti.

Ročne udarne sonde so dale koristne podatke o debelini peščene meljaste plasti, medtem ko podatki o debelini kvartarnega proda niso zanesljivi. Če primerjamo podatke udarnih sond s podatki vrtin v osi nasipov (črpalne vrtine \dot{C}_1 do \dot{C}_{16} v osi desnega nasipa in črpalne vrtine \dot{C}_6 in \dot{C}_{16} do \dot{C}_{20} v osi levega nasipa) vidimo, da se v nizvodnem delu nasipov ujemajo, medtem ko se v osrednjem in zgornjem delu močno razlikujejo.

Po podatkih vrtin v osi desnega obrambnega nasipa (\dot{C}_1 do \dot{C}_{16}) razdelimo celotno traso nasipa po globini pliocenske podlage na tri odseke. V nizvodnem odseku, od pregrade do vrtine \dot{C}_6 , je pliocenska podlaga, ki

jo sestavljajo gosto zbit prod s peskom, konglomerat in glina, od 4,5 do 6,5 m globoko pod površino. V osrednjem odseku, od vrtine Č₈ do vrtine Č₁₃, je pliocenska podlaga od 7,8 do 11,8 m globoko pod površino. V zgornjem odseku, od vrtine Č₁₃ do vrtine Č₁₅, je pliocenska podlaga globlje kot 15 m. V vrtini Č₁, okrog 1 km nizvodno od broda v Staršah, je pliocenski prod v globini 15 m.

Podatki ročnega udarnega sondiranja se v nizvodnem odseku nasipa dokaj dobro ujemajo s podatki vrtanja, medtem ko so se sonde v ostalih dveh odsekih ustavile znatno plitveje, kot leži pliocenska podlaga, še v holocenskem ali pleistocenskemrodu.

Globina, do katere lahko zabijemo sonde v prod, je omejena povprečno na 4 m. Edini koristen podatek, ki ga dobimo z udarnim sondiranjem, je ugotovitev, da do globine, v katero je prodrla sonda, ni konglomeratnih vložkov. Na mestu, kjer se je sonda ustavila, je sprijet ali pa tudi zbit debel prod.

V osi levega obrambnega nasipa je bilo izvrtanih 6 vrtin (Č₃, Č₁₀ do Č₂₀). Po podatkih o globini pliocenske podlage, ki smo jih dobili z vrtanjem, lahko razdelimo traso nasipa prav tako na tri odseke. V nizvodnem delu, od priključka nasipa na pobočje do vrtine Č₁₆, je pliocenska podlaga 6,0 m, v srednjem odseku, od vrtine Č₁₆ do vrtine Č₁₉, pa 12,0 do 12,5 m globoko pod površino. V zgornjem odseku, od vrtine Č₁₉ do Č₂₀, je pliocenska podlaga globlje kot 15 m.

Povprečne globine do pliocenske podlage, ugotovljene z vrtinami, in povprečne globine, ki smo jih dosegli z ročnimi udarnimi sondami, se v nobenem od treh odsekov nasipa ne ujemajo; v nizvodnem odseku odstopajo za okrog 2 m, v ostalih dveh pa znatno več.

Kot nepropustno jedro nasipa bo mogoče uporabiti peščeno meljasto plast. Na območju akumulacijskega bazena smo preiskali dve mesti za odvzem materiala, v Zlatoličju in Slovenji vasi. Debelino peščene meljaste plasti smo preiskali z ročnimi udarnimi sondami, razporejenimi v mreži s stranicami po 50 m. Zaloge peska na obeh nahajališčih so 540.000 m³.

Prav tako smo preiskali nahajališča peska in melja na levem bregu Drave, kjer so zaloge peska 130.000 m³.

Jez. Po projektu se bo gladina Drave v Hajdošah dvignila od sedanje povprečne kote 222,5 m na 235,0 m. Jezovna zgradba bo temeljena na koti 214,0 m na pliocenski lapor in glino, strojnica na levem bregu pa na pliocenski prod in konglomerat na koti 205,0 m.

Mlajši pliocenski sedimenti, na katerih bodo temeljena pretočna polja, stebri jezui in strojnica, so razkriti le na levem bregu Drave. Na desnem bregu in v strugi so prekriti s holocenskim peskom in prodrom.

Pobočje na levem bregu Drave je zgrajeno od kote 225 m do kote 280 m iz zaporedja plasti gosto zbitega proda, konglomerata, peska, glin in laporja. V podaljšku osi pregrade sta na levem pobočju dve glinasti laporni plasti, debeli 3 do 10 m, ki sta vloženi med prod in konglomerat na kotah 226 m in 272 m. Nagnjeni sta zelo položno poševno na tok reke proti jugovzhodu. S preiskavami vodopropustnosti po metodi Lugeona smo dognali, da sta glina in lapor praktično nepropustna.

Koeficient propustnosti »K« pliocenskega proda niha od $1 \cdot 10^{-2}$ do $1,5 \cdot 10^{-4}$ cm/sek. Levi bok pregrade je zaradi lege glinastih in lapornih vložkov in zaradi majhne propustnosti pliocenskega proda zelo malo propusten. Da bi čimbolj zmanjšali vodne izgube skozi pliocenski prod in konglomerat, bo potrebno s krilnim zidom, oziroma z injekcijsko zaveso pod njim, tesniti dve po 3 m debeli plasti proda, ki ležita nad glinasto laporno plastjo »b« (glej 3. sl.). V vrtini 107 na vzvodnem krilu gradbene jame ležita obe plasti proda med kotama 235 in 232 m ter 230 in 226,5 m, spuščata se proti Dravi vzporedno z glinasto laporno plastjo b.

Desni bok bo potrebno na odseku, kjer obrambni nasip ni zatesnjen s površinsko tesnilno preprogo, predvsem v bližini priključka na jezovno zgradbo, zatesniti na kak drug način do nepropustne pliocenske podlage.

Najprimernejša je tesnitev z injekcijsko zaveso. Tesnitev z zagatnimi stenami ne bo možna, ker je na desnem boku pregrade pod 2 do 5 m debelo površinsko plastjo holocenskega proda in peska več kot 2 m debela plast pliocenskega konglomerata. Pod plastjo konglomerata je v globini 9 do 12 m pod površino plast nepropustnega laporja. Zagatno steno bi morali zabiti skozi 2 do 5 m debelo plast konglomerata do laporja, kar pa ni izvedljivo.

Jezovna zgradba bo temeljena na glinasti laporni plasti b na koti 214,0 m. V profilu pregrade je ta plast debela 3 do 6 m. Njena zgornja površina leži v območju pregrade na kotah 213 m do 216 m. Plast b pada v nizvodni smeri in od levega brega proti desnemu. Je lečaste oblike in se izklinja tako v vzvodni, kot v nizvodni smeri. Obseg leče smo preiskali s 64 vrtinami, s katerimi smo jo točno omejili v vseh smereh. Na levem bregu se izklini okrog 100 m vzvodno od prednje, vodne strani strojnice pri vrtinah V 80 in V 85. Med vrtinama V 58 in V 76 na levem bregu se stanjša na 2 m. Na desnem bregu izgine 150 m vzvodno od pregrade pri vrtini V 82. V nizvodni smeri se izklini na levem bregu okrog 100 m od zadnje, zračne strani strojnice pri vrtini V 47, na desnem bregu pa v bližini zadnje, zračne strani pregrade med vrtinama V 69 in V 63, kjer jo nadomešča močno konsolidiran pesek.

Glinasta laporna leča b bo naravna tesnilna preproga in bo zmanjšala vodne izgube skozi 5 do 10 m debelo plast pliocenskega proda, ki leži pod njo. Vodne izgube skozi pliocenski prod bodo okoli $0,047 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Pretok smo izračunali po enačbi $Q = F \cdot \frac{H}{L} \cdot K$. Za koeficient »K« smo

privzeli najslabšo možno vrednost $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sek (vrednost koeficienta propustnosti pliocenskega proda, ugotovljena s črpalnim poizkusom, niha od $1 \cdot 10^{-2}$ do $6 \cdot 10^{-3}$ cm/sek), H je 15 m, L je 150 m in ploskev proda F, skozi katerega se bo precejala voda, je $550 \text{ m} \cdot 8,5 \text{ m} = 4670 \text{ m}^2$. Pri izračunu smo upoštevali možnost, da bo glinasta laporna plast b nizvodno od podslapja erodirana.

Izračunane vodne izgube so zelo majhne. Za hidroelektrarno so ekonomsko opravičljive tudi mnogo večje vodne izgube.

Kot smo omenili, je bila glinasta laporna plast b v območju pregrade preiskana s številnimi vrtinami. Vrtine V 69 do V 76 smo izvrtali z na-

Sestava glinasto lapornatih plasti b in c

3. tabela

Petrografska klasifikacija zemljin	Zrnavost AC klasifikacija	Konsistenca	Naravna vlaga %	Meja židkosti LL %	Indeks plastičnosti PI	Enoosna tlačna trdnost kp/cm ²	Kot strižnega odpora
rjav in siv peščenjak, delno tanko plastovit	peščena meljna mešanica SF _a konsolidiran melj ML	poltrda trda	21,60 do 18,62	41,50 do 54,10	8,90 do 33,70	2,15 do 15,60	—
siv in rjav, gosto zbit pesek z meljem	peščena meljna mešanica SF _a	težko gnetna	21,34	35,10	9,10	0,64 do 1,37	—
rjava in siva peščena glina	pusta do mastna glina CI-CH	poltrda trda	14,80 do 22,40	52,20 do 66,60	31,50 do 45,40	3,15 do 5,89	25° 40' do 28° 30'
siva in rjava peščena glina	pusta glina CI	težko gnetna	19,80 do 26,70	—	—	1,24 do 3,93	—
siv in rjav lapornat peščenjak, delno tanko plastovit	melj s finim peskom ML	poltrda trda	18,95 do 22,20	48,00 do 54,80	15,20 do 32,50	3,94 do 22,90	—
siv in rjav lapor	močno konsolidirana mastna glina CH-CL	poltrda trda	15,45 do 21,30	69,85	43,37	3,77 do 23,20	—
siv in rjav peščen lapor, delno tanko plastovit	melj z nekaj drobnega peska MI ali peščeno glinast melj MI	poltrda trda	13,80 do 22,32	50,60 do 81,40	16,70 do 51,40	1,57 do 26,00	31° 40'
siva in rjava glina	mastna glina CH	težko gnetna	14,25 do 27,30	57,10	35,70	1,28 do 4,23	23° 45'
siv in rjav peščen glinast melj	melj ML	srednje gnetna	20,10 do 23,30	30,80	3,20	0,57	—
siva in rjava glina	mastna glina CH	srednje gnetna	24,20 do 31,70	—	—	0,71 do 0,93	27°

menom, da bi ugotovili geotehnične lastnosti vzorcev glinaste laporne plasti b in c (Glej 3. sl.). Podatki so potrebni projektantu za račun stabilnosti objekta proti zdrsni in za račun posedanja zemljine pod objektom. Razen v teh vrtninah smo vzeli vzorce za geotehnične raziskave še v številnih drugih vrtninah v območju pregrade, vendar smo jih preiskali le po metodi enoosnih preiskav tlačne trdnosti.

Glinasta laporna plast b, podobno tudi glinasta laporna plast c, sta sestavljeni iz tanjših in debelejših plasti in leč zemljin, katerih opis podajamo v 3. tabeli, obenem z njihovimi geotehničnimi lastnostmi.

Pripominjamo, da smo dobili vzorce za geomehanske raziskave z vrtnjem z malo izplakovalne vode, ker cilindrov v močno konsolidirane zemljine nismo mogli zabiti. Nekateri vzorci so bili med preiskavo že delno osušeni. Zaradi tega se je pri plastičnih zemljinah povečala enoosna tlačna trdnost, pri peščenjakih pa ni imela vpliva nanjo.

V naslednjem bomo na kratko opisali geotehnične lastnosti zemljin, ki smo jih podali v 3. tabeli in primerjali njihovo petrografsko klasifikacijo z rezultati zrnitev, oziroma s klasifikacijo AC.

Po klasifikacij AC, ki upošteva le rezultate zrnitev, nastopajo le puste do masne gline, CI do CH, medtem ko so po petrografski klasifikaciji iste zemljine gline, laporji in peščene gline. Melj in melj z drobnim peskom, ML do MI, je po petrografski klasifikaciji peščen lapor. Od zemljin, zastopanih v glinastih lapornih plasteh b in c se ujemata obe klasifikaciji le za konsolidiran pesek in pesek z meljem.

Kljub vsem pomanjkljivostim nam petrografska klasifikacija znatno več pove o določeni zemljini kot zgolj klasifikacija AC oziroma rezultati zrnitev. Petrografski naziv določene zemljine vsebuje še splošne podatke o zrnavosti, stopnji konsolidacije in diagenoze ter o mineraloški in petrografski sestavi, medtem ko iz rezultatov zrnitve ne moremo sklepati n. pr. o stopnji diagenoze in o mineraloški ter petrografski sestavi.

Značilen primer je melj ali melj z drobnim peskom. ML do MI, ki je po petrografski klasifikaciji lahko peščen glinast melj, peščenjak, lapornat peščenjak ali peščen lapor.

Zaključek, ki nam ga vsiljuje primerjava obeh klasifikacij je, da je za konsolidirane in diagenetsko sprijete terciarne zemljine primernejša petrografska klasifikacija, dopolnjena z nekaterimi elementi klasifikacije AC.

Od fizikalnih lastnosti zemljin smo upoštevali konsistenco, plastičnost in tlačno trdnost in kot strižnega odpora.

Naravna konsistenca zemljin je neposredno odvisna od odstotka naravne vlage. Večina zemljin v plasteh b in c je poltrde in trde konsistence: lapor, peščen lapor, lapornat peščenjak, peščenjak in delno peščena glina. Njihova naravna vlaga niha od 12,60 do 22,40 %. Tanki glinasti vložki v laporju, peščeni glini in peščenjaku so bodisi težko gnetni ali srednje gnetni. Težko gnetne gline imajo naravno vlago 20,20 do 23,80 %, medtem ko doseže naravna vlaga srednje gnetnih glin 24,20 do 31,70 %.

Meja židkosti »LL« je zelo visoka pri glinah, do 57,10 %, pri peščenih glinah 52,20 do 66,60 %, peščenih laporji 50,60 do 81,40 %, laporjih do

69,85 % in pri lapornatih peščenjakih 48,80 do 54,80 %. Vse te zemljine sprejmejo mnogo vode in povečini tudi nabrekajo. Poleg tega so tudi zelo plastične. Indeks plastičnosti, PI, je pri glinah 35,70 %, pri peščenih glinah 31,50 do 45,40 %, pri laporjih 43,70 %, pri peščenih laporjih 16,70 do 51,40 % in pri lapornatih peščenjakih 15,20 do 32,50 %.

Nižjo mejo židkosti, do 30,80 %, imajo peščeni melji, pesek z meljem do 35,10 %, dokaj visoko pa peščenjak 41,50 do 54,10 %. Indeks plastičnosti in s tem plastičnost je pri njih zelo nizka: pri peščenem melju 3,20 %, pri pesku z meljem 9,10 % in nekoliko večja pri peščenjaku 8,90 % do 33,70 %.

Trdnost zemljin, predvsem njihova enosna tlačna trdnost, je odvisna od prirodne konsistence ter stopnje diagenoze in konsolidacije. Najnižja je pri pesku z meljem 0,64 do 1,37 kp/cm² in peščenem melju do 0,57 kp/cm². Nekoliko višja, a še vedno nizka, je pri težko gnetni peščeni glini 1,24 do 3,93 kp/cm² in pri težko gnetni glini 1,28 do 4,23 kp/cm² ter srednje gnetni glini 0,71 do 0,93 kp/cm².

Lapor, lapornat peščenjak, poltrda peščena glina in peščenjak prene-sejo obremenitve 3,15 do 23 kp/cm². Peščen lapor zdrži obremenitve 1,57 do 26,10 kp/cm², kar je odvisno od stopnje diagenoze.

Kot strižnega odpora je bil preiskan za srednje gnetno glino, kjer je najnižji 23° 45'; nekoliko višji je za težko gnetno glino 27°. Za peščeno glino niha od 25° 45' do 28° 30'. Peščen lapor ima dokaj visoko vrednosti kota φ 31° 40'.

Razen opisanih geomehanskih raziskav smo pri 6 vzorcih preiskali tudi njihovo stisljivost. Podatke o stisljivosti podajamo v 4. tabeli.

Stisljivost zemljin v plasteh b in c

4. tabela

Zemljina	Konsistenca	Moduli stisljivosti M_v				
		0,02 do 0,5 kp/cm ²	0,5 do 1,0 kp/cm ²	1,0 do 2,0 kp/cm ²	2,0 do 4,0 kp/cm ²	4,0 do 7,5 kp/cm ²
peščenjak s plastmi melja	poltrda	294,80	410,10	326,17	205,65	215,03
siv in rjav peščen lapor	poltrda	79,20 do 400,70	42,80 do 215,16	70,0 do 479,70	156,70 do 149,26	340,20 do 211,60
siv in rjav peščen lapor	težko gnetna	445,20	122,00	335,20	146,10	426,10
siva in rjava peščena glina	poltrda	44,70	60,70	71,70	94,06	171,50
peščenjak	poltrda	214,89	387,75	425,30	743,64	211,17

Iz tabele vidimo, da spada večina vzorcev med manj stisljive zemljine. Po PTP-1 so zemljine z M_v 100 do 400 kp/cm^2 manj stisljive. Pač pa spadata 2 vzorca peščene glin in peščenega laporja med srednje stisljive zemljine, posebno pri nižjih obremenilnih stopnjah (M_v 50 do 100 kp/cm^2).

Pripominjamo, da so med laporji, peščenimi laporji in trdimi glinami pogosto vložene mehkejše glin in meljaste glin, v katerih zaradi načina vrtnanja ni bilo mogoče dobiti neporušenih vzorcev. Zaradi tega nismo mogli preiskati njihove stisljivosti. Verjetno je modul stisljivosti nekaterih glinastih vložkov manjši od 50 kp/cm^2 . Po PTP-1 so zemljine z M_v 20 do 50 kp/cm^2 zelo stisljive.

Pri izračunu nosilnosti temeljnih tal in usedkov, ki bodo nastali pod težo jezovne zgradbe, je potrebno predvsem paziti na mehkejše glinaste vložke. Zaradi heterogene sestave temeljnih tal in lečaste oblike stisljivih vložkov posedanja ne moremo točno izračunati. Leče stisljive glin so po večini tanke (10 do 30 cm) in so neenakomerno razporejene med trdimi in poltrdimi zemljinami.

Konstruktivno jezovne zgradbe bo treba prilagoditi znatnemu neenakomernemu posedanju.

Na površini glinaste laporne plasti *b* je 0,5 do 0,1 m debela plast razmehčane glin. To plast bo potrebno pri kopanju temeljev odstraniti in jez temeljiti na poltrd in trd lapor, peščen lapor, peščenjak in glino.

Zaradi odkopa razmehčane površinske plasti ne bo možno temeljiti nizvodne strani pretočnih polj na koti 214,0 m, ampak 1,0 do 1,5 m globlje. Desno pretočno polje bo treba prav tako temeljiti globlje, ker je glinasta laporna plast *b* med vrtinami V_{71} , V_{65} , V_{59} in V_{63} zelo heterogena in delno nadomeščena s peskom in meljasto glino.

Pri računu stabilnosti objekta proti zdrsu moramo upoštevati heterogeno sestavo glinaste laporne plasti *b*. Različni petrografski sestavi ustrezajo različne tlačne in strižne trdnosti zemljin. Med zemljinami, ki imajo dokaj visoko tlačno trdnost in veliko kohezijo, so tanki mehkejši glinasti vložki, v katerih bi se lahko razvile drsine. Pri izračunu stabilnosti objekta ne smemo privzeti ugodnih geomehanskih karakteristik laporja, peščenega laporja in peščenjaka za celotno plast *b*, ampak moramo upoštevati geomehanske karakteristike zemljine, ki je manj odporna proti zdrsu: glina, pesek, glinast melj.

Glinasta laporna plast je nagnjena povprečno za 10° proti jugu, v smeri vodnega toka in proti desnemu bregu. S primernim izoblikovanjem temeljev je treba preprečiti, da bi bili le-ti nagnjeni po površini nepropustne plasti. Temelji naj bodo bodisi vodoravni, kar je lahko izvesti na ta način, da se na sprednji strani globlje zakopljejo v nepropustno plast *b*, ali pa bo potrebno poglobiti sprednji del temelja.

Gradbena jama. Projekt predvideva več načinov, s katerimi bi zaprli in osušili gradbeno jamo. Najlaže je zapreti gradbeno jamo z zabijanjem železnih zagatnih sten skozi holocenski prod do pliocenske podlage. Po podatkih, dobljenih z vrtinami na obodu gradbene jame, sklepamo, da jeklenih zagatnih sten ne bo možno zabiti do nepropustne plasti *b*.

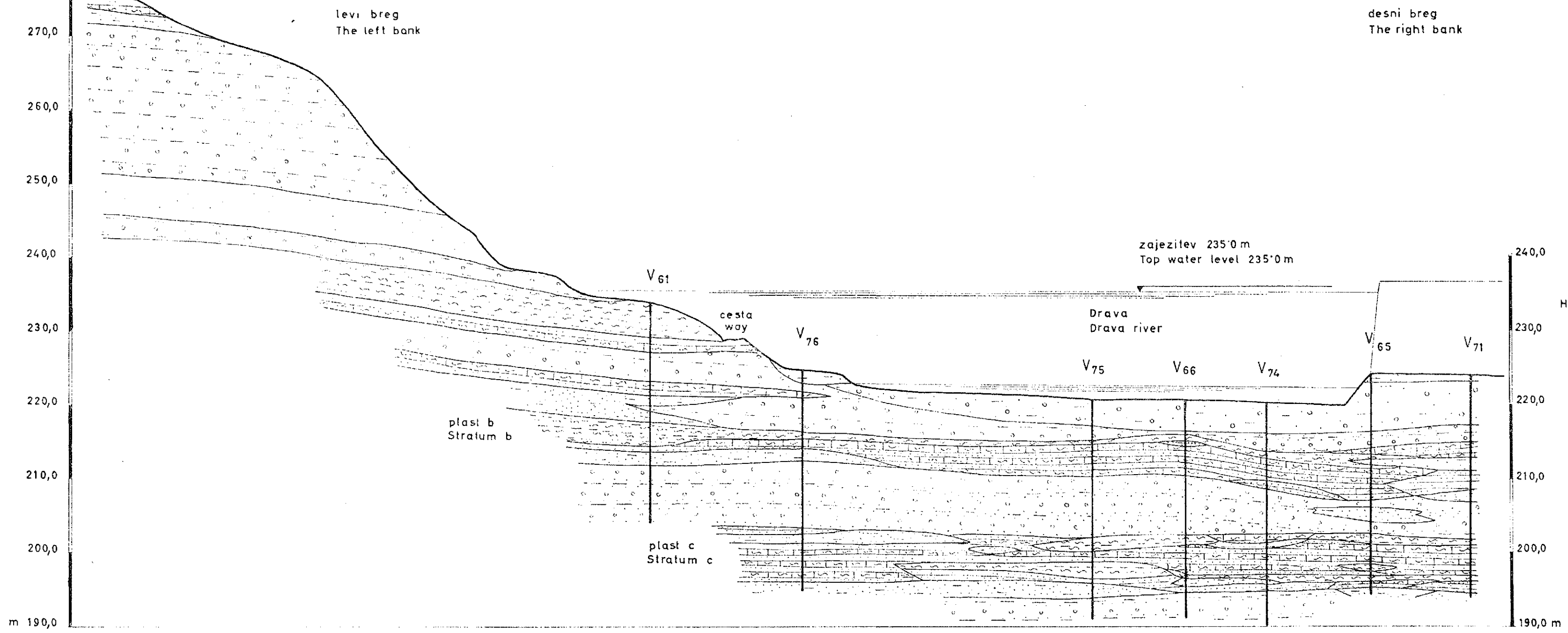
3.st. - Fig. 3.

HE HAJDOŠE

PREGLEDNI GEOLOŠKI PRESEK PREKO DRAVE
NA OBMOČJU PREGRADE
GENERAL GEOLOGICAL SECTION ACCROSS THE DRAVA
RIVER WITHIN THE DAM

MERILO RAZDALJ 1:1000
SCALE OF LENGTHS 1:1000

MERILO VIŠIN 1:500
SCALE OF HEIGHTS 1:500



- | | | |
|---|--|---|
| holocen in pleistocen
Holocene and Pleistocene | | pesek in melj
Sand and silt |
| | | prod s peskom in meljem
Gravel with sand and silt |
| | | meljasta glina
Silty clay |
| pliocen
Pliocene | | peščen lapor in lapor
Sandy marl and marl |
| | | pesek
Sand |
| | | pesek z meljem
Sand with silt |
| | | peščenjak
Sandstone |
| | | srednji in droben prod ter konglomerat
Middle and fine grained gravel and conglomerate |
| | | V66
Bore hole |

V vzvodni steni gradbene jame je nepropustna plast zelo plitvo, na koti okrog 218 m, vendar je nad njo na desnem bregu debelejša plast pliocenskega konglomerata in proda z vložki konglomerata.

V nizvodni in desni obrežni steni je glinasta laporna plast b na kotah 211 do 218 m. Nad to plastjo so razmeroma debele plasti in leče pliocenskega konglomerata ter glin in laporja. Verjetno bo možno zabiti zagatno steno samo do zgornje površine propustnih pliocenskih sedimentov, proda, konglomerata, proda z vložki konglomerata. Vodo, ki bo pronicala skozi propustne plasti, bo potrebno črpati, pri betoniranju temeljev pa paziti, da pronicajoča voda ne bo zmeščala površine glinaste laporne plasti b.

Vodne množine, ki bodo dotekale v gradbeno jamo skozi propustne pliocenske sedimente pod zagatno steno, smo izračunali po formuli

$$Q = F \cdot \frac{H}{L} \cdot K. \text{ Za koeficient »K« smo privzeli vrednosti } 1 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sek in}$$

$1 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sek}$. Hidravlični gradient I bo za vzvodno steno približno 1,6 v primeru, če vzvodno od gradbene jame ne bo zgrajena pomožna pregrada. Drava bo nad vzvodno steno gradbene jame zajezena na koti 226 m, ob nizvodni in desni obrežni steni pa bo gladina vode na koti 225,5 m (povprečna gladina Drave). Hidravlični gradient za desno obrežno steno bo približno 1,2, za nizvodno steno pa 1,3.

Podatki o vodnih množinah, ki bodo dotekale v gradbeno jamo

5. tabela

Mesto	Ploškev	Hidrav-	Ocenjen	Dotok	Ocenjen	Dotok
	pliocenskih	lični				
	propustnih	gra-	cm/sek	m ³ /sek	cm/sek	
	sedimentov	dient				
	F (m)	I				
vzvodna stena	150 × 2	1,6	1 · 10 ⁻²	0,048	1 · 10 ⁻³	0,0048
desnoobrežna stena	130 × 5	1,2	1 · 10 ⁻²	0,078	1 · 10 ⁻³	0,0078
nizvodna stena	240 × 7	1,3	1 · 10 ⁻²	0,220	1 · 10 ⁻³	0,022
			Skupaj:	0,346	Skupaj:	0,0346

Iz 5. tabele vidimo, da bi bil dotok vode v najslabšem možnem primeru precejšnji, 0,346 m³/sek. Če pa privzamemo, da je koeficient »K« 1 · 10⁻³ cm/sek, bi bil dotok že zelo majhen.

Opozarjamo na pojav arteške vode v vrtinah V₂, V_{3a}, V_{3c}, V₄₁, V₄₂ in V₄₃. Piezometrični nivo vode v propustnih pliocenskih sedimentih med nepropustnima plastema b in c je na koti 225 m. Vzrok visokemu piezometričnemu nivoju vode v tej propustni pliocenski plasti je dviganje nepropustne krovline in talnine proti toku Drave in proti levemu bregu. Okrog 150 m vzvodno od profila pregrade je ta propustna plast v neposrednem stiku s kvartarnim prodrom.

V osušeni gradbeni jami bo deloval na spodnjo površino glinaste laporne plasti b vzgon 12 do 15 t/m². Če privzamemo, da je plast b debela

3 do 6 m, njena prostorninska teža $2,1 \text{ t/m}^3$, je njena obtežba le 6,3 do $10,5 \text{ t/m}^2$. Nevarnost dviga plasti b zaradi vzgona je treba preprečiti z drenažnimi vodnjaki.

Strojnica bo temeljena na močno konsolidiranem pliocenskem produ in delno na konglomeratu. Temelji strojnice so na koti 205 m. Nosilnost te plasti je dobra, izračunati pa moramo usedke pod objektom, najboljše tedaj, ko bo izkopana gradbena jama.

Spodnja glinasta laporna plast c je dobro konsolidirana in bodo usedki majhni. Voda v pliocenskem produ med plastema b in c bo povzročila med gradnjo precej težav. Zabijanje tesnilnih zagatnih sten skozi pliocenski prod bodo ovirali konglomeratni vložki v produ.

Odvodni kanal. Iz strojnice bo odtekala voda po 1800 m dolgem odvodnem kanalu v Dravo. Os odvodnega kanala poteka po holocenski ravnini pod ježo 10 m visoke terase, ki jo sestavljajo različni pliocenski sedimenti: konglomerat, gosto zbit prod, pesek, lapor in glina. Dno kanala je predvideno na koti 214 m.

Traso kanala smo raziskali s 16 strojnimi vrtinami in 130 ročnimi udarnimi sondami. Na podlagi raziskav je možno dokaj točno oceniti, kolikšen del izkopa bo v holocenskem produ in pesku in v pliocenskih sedimentih.

Ugotovili smo, da je površinska holocenska prodna peščena plast debela 2,5 do 5 m. Pod njo leže različni pliocenski sedimenti, katerih zasuta površina je zelo valovita. Pliocenski sedimenti so zelo položno nagnjeni v smeri toka Drave.

V zgornjem delu kanala, do 0,8 km od vtoka, nastopajo pliocenski sedimenti, ki pripadajo spodnjemu delu horizonta Unio wetzleri. V preseku vzdolž osi kanala si sledijo položno nagnjene plasti in leče gosto zbitega proda, peska, konglomerata, laporja in gline. Popolnoma enake plasti nastopajo v območju pregrade.

Od 0,8 km do izliva v Dravo nastopajo skoraj vodcravno ležeče plasti gosto zbitega proda, konglomerata, peska in peščenjaka. Vmes sta dve tanki leči gline in laporja. Plasti pripadajo zgornjemu delu horizonta Unio wetzleri.

Leta 1960 so se začela prva poizkusna dela na izkopavanju odvodnega kanala. Površinsko plast holocenskega proda in peska so odstranili z bagri, medtem ko pliocenskih sedimentov z njimi ni bilo možno odkopavati.

Gladina podtalne vode je 2 m pod površino, zato so morali jamo najprej izsušiti, kar sta uspešno opravili 2 črpalke kapacitete 2000 l/min . Ko je bila jama, ki je imela površino $200 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, izsušena, so pliocenske plasti odkopali z buldožerji, le trše konglomerate so razstrelili. Opazovanja v izsušeni jami so pokazala, da je skoraj vsa voda dotekala iz površinskega holocenskega proda, le malo pa iz propustnih pliocenskih plasti na vznožju gričevja. Voda je prodirala v jamo povečini v obliki velikih izvirov na meji holocenskih in pliocenskih plasti. Dotok vode iz pliocenskega proda, konglomerata in laporja na dnu jame je bil malenkosten, kar kaže, da je pliocenski prod znatno manj propusten kot mlajši holocenski prod.

GEOLOGIC CONDITIONS ALONG THE DRAVA RIVER BETWEEN MARIBOR AND PTUJ WITH SPECIAL REGARD TO THE CONSTRUCTION OF WATER POWER PLANTS

With the completion of the hydroelectric power plant Ožbalt the entire upper course of the Drava river, from Dravograd to Maribor, will be harnessed for power generating purposes. Plans, however, are being made also for the construction of another two water power plants between Maribor and Ptuj, one of them to be located at Loka and the other at Hajdoše.

Flowing southeastward toward Ptuj, the Drava river follows by and large the foot of Slovenske Gorice. Its left bank is built up mainly of Tertiary marl, clay, consolidated sand and gravel, and conglomerate, its right bank of Pleistocene and Holocene gravels and sands with which also the Drava alluvial plain is filled.

The entire region consists of three structural units: the anticlinorium of Slovenske Gorice, the syncline of Ptuj—Ljutomer, and the anticlinorium of Haloze. The axes of all three units trend in the northeast-southwest direction. The Drava river, which flows at right angles to the strike of the beds, encounters on its way from Maribor to Ptuj strata the age of which decreases in that direction.

The Drava plain was formed during the Pleistocene when the Drava river was gradually cutting into the Tertiary relief and was during periods of subsidence or rest filling it again with gravel and sand. Later again the river cut down its bed into its own valley fill as borne out by the numerous terraces. There are altogether four terraces at the northeastern margin of the Drava plain.

GEOLOGIC CONDITIONS OF THE SITES CHOSEN FOR THE PROJECTED WATER POWER PLANTS

The water power plant Loka

The power plant Loka will utilize the Drava river gradient between the power plant Mariborski Otok and the projected power plant Hajdoše. The plant will be of the canal-type with its dam at Melje and its reservoir reaching as far as Mariborski Otok. There will be a 9 km long diversion canal running from the dam past Miklavž to the plant at Loka from whence the water will flow along a one and a half kilometer long canal back into the Drava river.

The top water level of the reservoir will be at 253 m. At Melje the water level will rise for about 7 m, while at Mariborski Otok it will rise only for one meter.

The reservoir area consists of Pleistocene and Holocene gravels and sands. The Pleistocene gravel is partly cemented together. The thickness of the Quaternary deposits ranges from one meter in the Drava river bed to 40 m on the highest terraces. The Quaternary sediments in the

reservoir area are underlain by impervious Miocene marl, sandy marl, micaceous sandstone, indurated clay and tuffite.

The right bank of the reservoir is a high Pleistocene terrace built up of gravel and sand with conglomerate intercalations. The gravel is by and large very coarse and contains even boulders the diameter of which is up to one meter.

On the right bank of the river, near the dam, the Tertiary marl crops out at the elevation of 254 m. In the river bed area chosen for the dam site the Tertiary base lies at the elevation of 236 to 243 m, while in the bore holes drilled for the projected road bridge some 1800 m upstream from the dam, the base lies at the elevation of 235 to 237 m. In the section of the water power plant Mariborski Otok the Miocene sandy marl reaches one meter above the water level of the Drava river. At Tezno and Bctnava located on the right bank of the Drava river and 3 km from its bed, the impervious base lies at the elevation of 250 to 254 m.

At present the ground water flows from the foot of Pohorje toward the Drava river. As soon as the water level in the reservoir has risen to the elevation of 253 m the ground water will change its course. Instead toward the Drava river the ground water will flow from the reservoir into the alluvium and downstream of the dam into the Drava river. The water loss, which incidentally will be negligible, has been computed by using three different permeability coefficient K and under the assumption that the thickness of the pervious zone through which the water from the storage basin will seep, is seven meters, i. e. the difference between the present water level of the Drava river and the future top water level of the reservoir. If the permeability coefficient K is 1 cm/sec, the water loss will be $0.539 \text{ m}^3/\text{sec}$; if K is $1 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$, the loss will be $0.054 \text{ m}^3/\text{sec}$; if K is $1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$, the loss will be $0.0054 \text{ m}^3/\text{sec}$.

On the left bank near the dam the impervious base is no more than four meters below the surface but dips downstream and reaches at the railroad bridge the depth of 22 m. At Melje where the majority of the industrial plants of the region is located, the impervious base lies at the depth of 12 to 19 m. The ground water level is between the elevation of 246 and 248 m and rises in the direction of the surrounding hills. Pumping tests have shown that the permeability of the Quaternary deposits is considerable. The value of the permeability coefficient ranges from 0.24 to 0.45 cm/sec.

The dam site has as yet not been definitely chosen as a consequence of which three profiles have been examined at Melje. The first profile is upstream directly before the river swerves around the foot of the Melje Hill; the second in the bend itself; and the third some 100 m downstream from the latter. The dam will have to be constructed either over the second or the third profile. In the second profile the thickness of the gravel alluvium in the river bed is small, i. e. in the middle and the right portion of the bed about one meter, in the left portion from 4 to 6 m. In the third profile downstream the thickness of the gravel in the middle and the left portion of the bed is small, in the right portion of the river bed from 2.5 to 3.5 m.

The dam foundation will rest on Tortonian sediments consisting of thick-bedded sandy marl with intercalations of thin-bedded sandy marl and rare intercalations of consolidated sand. The strata are gently inclined toward the northeast and east and there are numerous slicken-sides between which the marl is partly crushed.

The permeability measurements by the method of Lugeon yielded satisfactory results in all bore holes. At the pressure of 10 kp/cm² the water loss was between 0.00 to 2.0 l/min/m, while in one bore hole it was 4.25 l/min/m. The marl is almost absolutely impervious so that only the crushed portions of the rock will have to be grouted.

The conditions for the foundation of the dam are favorable. The marl withstands a crushing weight of 10 kp/cm² while the sand intercalated in the marl is firmly consolidated.

The diversion canal will run in its initial part, from the 0.00 to the 2.5 km mark, across one of the lower terraces the superface of which consists of Holocene sand underlain by gravel which in part is slightly conglomerated. From the 2.5 to the 6.5 km mark the canal will run across a Pleistocene terrace built up of gravel, sand intercalations, conglomerate lenses, and boulders the diameter of which is up to one meter. From the 6.5 to the 7.8 km mark the canal will follow the margin of the Pleistocene terrace. The main portion of both the canal bottom and the embankment will lie on one of the lower Holocene terraces covered locally by a soft organic clay. The latter, of course, is not suitable for the foundation and will have to be removed. From the 7.8 to the 9.0 km mark the canal will run across a Pleistocene terrace similar to that between the 2.5 and 6.5 km marks.

The bottom of the canal will lie above the ground water level except between the 0.0 and 0.8 km marks.

The power house is located on a Holocene terracc. On the site two bore holes, S₅ and S₆, were drilled. The geologic section of bore hole S₆ is as follows:

0.00 — 1.00 m sandy clayey silt

1.00 — 17.60 m gravel, sand, cobbles

17.20 — 17.6 m brown clay of intermediate plasticity

17.60 — 22.5 m thin-bedded sandy marl of slight plasticity and marly clay of intermediate to slight plasticity.

The ground water level is at the depth of 3.0 m. In the depth of 17.5 to 22.5 m and at the pressure of 10 kp/cm² the permeability is no more than 1.36 l/min/m. Similar conditions prevail in borehole S₄.

The marl and clay are Sarmatian in age. The power house will be founded some 19 m below the present surface in the Sarmatian sandy marl and clay. The conditions for the foundation are favorable. The permeability of the rocks is small. The Sarmatian strata are thoroughly consolidated so that settling will be negligible.

From the power house the water will flow along a one and a half kilometer long canal cut in a Holocene terrace, back into the Drava river. The surface of the terrace consists of a one to two meters thick bed of sand and silt and is underlain by gravel and sand with intercalations of coarse gravel. Although no conglomerate lenses were established by boring, it is nonetheless possible that they are present.

The ground water is 2 to 3 m below the surface owing to which the excavation works will have to be carried out under water, but no great difficulties are expected since the excavations will be in the gravel.

The water power plant Hajdoše

This water power plant will utilize the gradient of the Drava river between the power plant Loka and the power plant Borl--Ormož. The plant will be of the river type, and its large reservoir will extend as far as Rošnja. From the power house, which will be located on the left bank of the Drava river at Hajdoše, the water will flow off along an 1.8 km long canal back into the Drava river. The construction of the power plant is well under way.

The reservoir will extend across the plain spreading along the Drava river between Hajdoše and Rošnja. In order to prevent the Drava river from flooding large areas of cultivated land levees will be required. The levee on the right bank will extend from Hajdoše to Rošnja and will be 8.5 km long. The left bank of the Drava river from Orešje to Vurberg is built up of the Tertiary hills called Slovenske Gorice. Between Vurberg and Martin where the river bed is at a considerable distance from the hills, a 3.7 km long levee will have to be constructed. The left bank of the Drava river consists mainly of Pliocene sediments which in part are overlain by Pleistocene and Holocene gravels and sands. The Pliocene beds as a whole are impervious. The gravel, sand and conglomerate are so compressed by the overlying younger sediments that they have become thoroughly consolidated and are only slightly permeable. The permeability coefficient K of the Pliocene gravel ranges from 1×10^{-2} cm/sec to 1×10^{-4} cm/sec. The conglomerate and sand, on the other hand, are even less permeable than the gravel.

Intercalated between the gravel, conglomerate and sand are 1 to 10 m thick impervious clay and marl strata. The impervious beds dip in the direction of the river and the plain, thus preventing water losses from the reservoir.

On the right bank the Pliocene sediments are overlain by a 5 to over 15 m thick stratum consisting of gravel and sand.

It is held that the water will seep from the reservoir only through the 5 to 15 m thick stratum of Quaternary gravel and sand.

At the Hajdoše dam the water level of the Drava river will rise from the present elevation of 222.5 m to the elevation of 235 m.

The Upper Pliocene sediments on which the dam and the power house will be founded are exposed only on the left bank of the Drava river.

On the right bank and in the bed itself they are overlain by Holocene sand and gravel.

Owing to the position of the clay and marl intercalations and the slight permeability of the Pliocene gravel, seepage through the left abutment of the dam will be slight. In order, however, to lessen the water loss through the Pliocene gravel and conglomerate, the gravel strata between the clay and the marl intercalations will have to be sealed off. The right bank will likewise have to be sealed off, especially close to the right abutment. The most suitable seal would seem to be a grout curtain reaching down to the impervious Pliocene substratum.

The dam foundation will lie on the clayey marl stratum "b" (figs. 2 and 3) at the elevation of 214 m. In the dam section this bed is from 3 to 6 m thick. Its surface lies in the dam area at the elevation of 213 to 216 m. The bed "b" dips downstream and from the left towards the right bank. It forms a lens which thins out both up- and downstream. The exact extent of the lens was determined by means of 64 bore holes. In the upstream direction the bed "b" lenses out at a distance of about 100 m from the power house, in the downstream direction on the left bank at a distance of 100 m from the power house, and on the right bank near the dam itself.

The lenticular bed "b" will serve as a natural seal by means of which the water loss through the underlying 5 to 10 m thick Pliocene gravel bed will be lessened. The water loss through the Pliocene gravel will be in the neighborhood of $0.047 \text{ m}^3/\text{sec}$ if the permeability coefficient of the Pliocene gravel K is $1 \times 10^{-2} \text{ cm}/\text{sec}$.

Neither the clayey marl bed "b" nor the clayey marl bed "c" is homogenous, the one and the other is made up of more or less thick clay, marl, sandstone and silt beds and lenses.

In computing the loading capacity of the foundation site and settlements due to the weight of the dam, attention should be focused primarily on the softer clay intercalations the volume of which changes considerably under compression. The designer of the dam will have to pay special attention to settling which will not be uniform.

The foundation for the power house will lie at the elevation of 205 m and will rest partly upon the firmly consolidated Pliocene gravel and partly upon Pliocene conglomerate. The loading capacity is adequate, but it will be necessary to calculate the settling below the structures after the excavation works have been completed.

The lower clayey marl bed "c" is sufficiently consolidated so that only slight settlements can be expected. The water occurring between beds "c" and "b" of the Pliocene gravel will no doubt render construction works difficult.

From the power house the water will flow along a 1800 m long canal back into the Drava river. The canal will run across a Holocene plain extending at the foot of the higher terrace built up of different Pliocene sediments such as conglomerate, firmly consolidated gravel, sand, marl and clay. The bottom of the canal will be at the elevation of 214 m.

Bore holes have shown that the thickness of the Holocene gravely sand bed is from 2.5 to 5 m. It is underlain by Pliocene sediments whose relief is exceedingly undulated. The latter sediments are slightly inclined in the direction of the Drava river.

The excavation of the canal was begun in 1960. The Holocene gravel and sand were removed by means of dredgers which, however, proved unsuitable for the excavation of the Pliocene beds.

The ground water level having been 2 m below the surface, the excavation had to be laid dry by means of two pumps the capacity of which was 2000 l/min. As soon as the 50 by 200 m excavation was dry the Pliocene beds were removed by means of bulldozers while the harder conglomerates were blasted.

HIDROGEOLOŠKI PROBLEMI V JAMI LOKE RUDNIKA ZAGORJE

Dušan Kuščer

S 4 slikami med tekstem in z 1 sliko v prilogi

Uvod

Večina naših premogovnih kadunj leži na mezozojski podlagi, ki je pogosto iz propustnih dolomitov in apnencev. V rudarska dela pod nivojem dolinskega dna v teh dolomitih in apnencih doteka skoraj vedno mnogo vode, ki ogroža tudi jamske prostore v nepropustnih terciarnih sedimentih v njihovi bližini. Če je pritisk vode dovolj velik in nepropustna plast, ki loči jamski prostor od dolomita, tanka, jo voda lahko v silovitem in nepričakovanem vdoru predere.

Z napredovanjem rudarskih del v globino postajajo težave s talno vodo iz mezozojske podlage vedno večje, ker narašča pritisk vode in ker je dolžina jamskih prostorov v dolomitu in apnencu ali v njuni bližini vedno večja.

Tudi rudnik rjavega premoga Zagorje se mora boriti s takimi težavami. Edini sloj premoga, ki ga tu odkopavajo, leži blizu dna 700 do 800 m debele skladovnice srednjeoligocenskih in miocenskih sedimentov. Podlaga terciarnih kadunj je delno iz nepropustnih psevdofiljskih skladov, delno pa iz propustnih srednjetriadnih in zgornjetriadnih dolomitov in apnencev. Med triadno podlago in premogovim slojem so le sorazmerno tanki spodnjeseoteški skladi, sestavljeni iz glin, glinastih peskov in glinastega proda. Tudi v prodnatih plasteh je povečini toliko glinastega polnila, da so te plasti nepropustne in pri dovolj veliki debelini dobra zaščita pred dotokom vode iz triadne podlage.

Razporeditev propustnih triadnih dolomitov in apnencev ter nepropustnih psevdofiljskih plasti pod dnom terciarnega sinklinorija je še malo pojasnjena, ker segajo raziskovalne vrtilne le redkokdaj v triadno podlago.

Geološka zgradba okolice Lok

Po podatkih površinskega geološkega kartiranja (I. sl.) (Bittner, 1884; Teller, 1907; Kuščer, 1962) in jamskih del lahko ugotovimo naslednje:

1. Vso srednjo in zgornjo triado litološko delimo v tri oddelke: spodaj mendolski dolomit, v sredi psevdofiljski skladi in zgoraj zgornjetriadni dolomit in apnenc. Nekateri znaki govore, da je na območju južno od

terciarnega sinklinorija vsaj del apnencev, ki jih je Teller (1907) kartiral kot dachsteinske, mlajši, verjetno jurski.

2. Triadna podlaga zagorskega sinklinorija je nesimetrična. Vzdolž severne meje terciarnega ozemlja poteka neprekinjen pas psevdoziljskih plasti, ki se nadaljuje preko Laškega še dalje proti vzhodu. Na južni strani pa meji terciar zagorskega sinklinorija, razen v svojem vzhodnem delu, povsod na triadne dolomite in apnence.

3. Dolomitni grebeni, ki spremljajo pas psevdoziljskih plasti na severni strani terciarnega sinklinorija, pripadajo v celoti mendolskemu dolomitu. Dolomit na južni strani terciarnega sinklinorija pri Kisovcu je zgornjetriadne starosti. Le jugovzhodno od Kisovca je ob cesti Zagorje—Senožeti izdanek močno zdrobljenega dolomita, ki ga loči od ostalega dolomitnega območja komaj 10 m širok pas psevdoziljskih skladov. Ker leži pod psevdoziljskimi plastmi, sklepamo, da je ta dolomit mendolski.

4. Terciarno ozemlje je po svoji tektonski strukturi sinklinorij z več vzporednimi sinklinalami, ki so med seboj ločene z vzdolžnimi dislokacijami. V območju Lok leži na severni strani velika glavna kadunja, medtem ko zavzemajo južni del terciarnega območja manjše stranske kadunje (loška in kisovška kadunja). Ob dislokacijah med posameznimi kadunjami je triadna podlaga ponekod dvignjena do površine, kjer tvori izolirane triadne otoke v sklenjenem terciarnem ozemlju. Ti otoki so povečini iz dolomita, ob katerem se pojavljajo na severni ali južni strani manjši izdanki psevdoziljskih skrilavcev z vložki peščenjakov in ploščatih apnencev. Iz tega sklepamo, da je tudi pod dnom terciarnega sinklinorija triada močno dislocirana in se dolomiti večkrat menjavajo s psevdoziljskimi skladi.

5. Z rudarskimi deli so v jami Loke zadeli pod 2. obzorjem na triadni greben, ki je podobna tektonska struktura, kot prej omenjeni triadni otoki, le da ne sega do površine.

6. Za dolomite in apnence v triadnih otokih in v grebenu v jami Loke zaradi nejasne tektonske lege ni mogoče nedvoumno ugotoviti ali pripadajo anizični stopnji ali zgornji triadi.

Hidrogeologija okolice Lok

Psevdoziljski skladi so prvotno delili triado v dva vodonosna horizonta, spodnjega v mendolskem dolomitu ter zgornjega v zgornjetriadnih dolomitih in apnencih. Zaradi kasnejših tektonskih deformacij pa sta bila prvotno sklenjena vodonosna horizonta pretrgana. Zato na področjih, kjer je triada pokrita s terciarjem, ni mogoče z gotovostjo ugotoviti, kako posamezni triadni masivi med seboj komunicirajo.

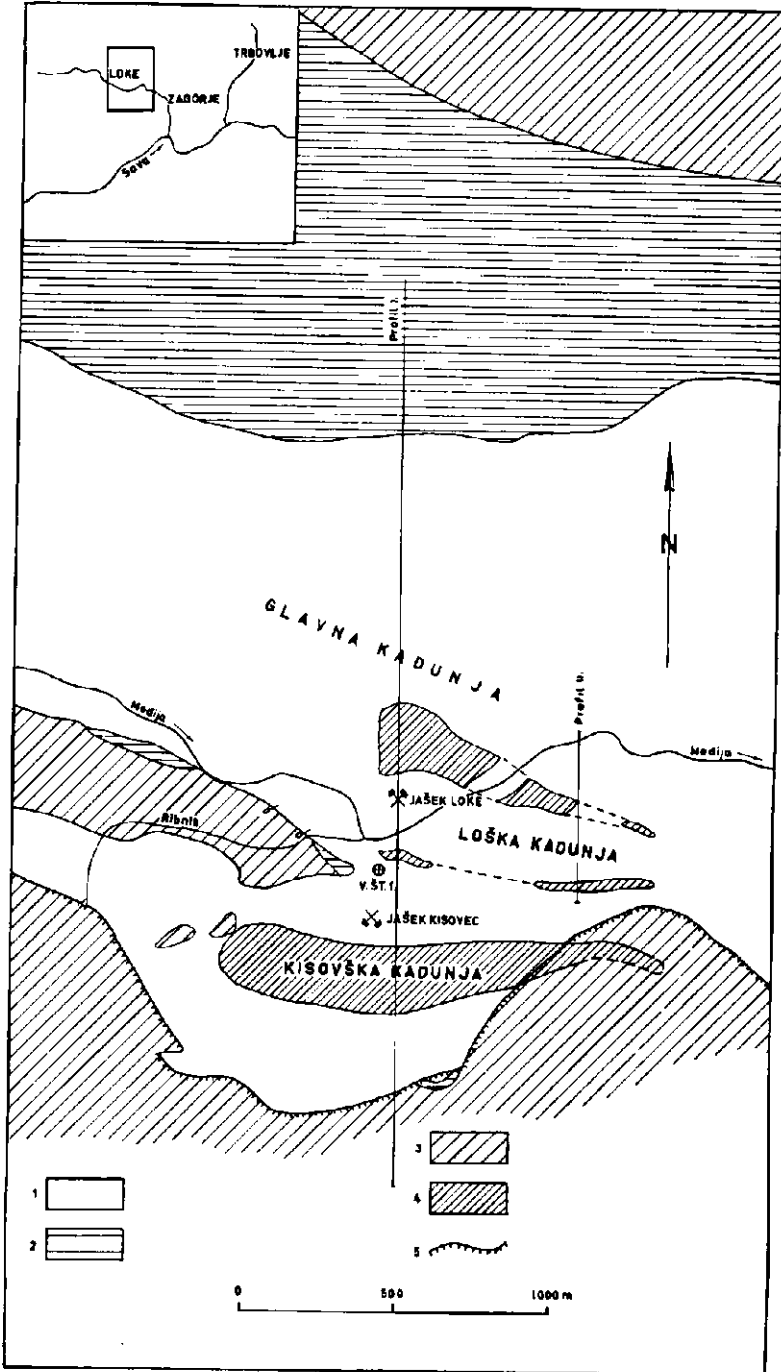
Nekatere dislokacije v triadni podlagi so očitno zelo globoke, saj je vzdolž laško-zagorskega sinklinorija več termalnih izvirov (Laško, Toplice

1. sl. Geološka skica terciarnega sinklinorija pri Lokah

Fig. 1. Geologic sketch map of the Tertiary synclinorium at Loke

1 — terciarne plasti, 2 — psevdoziljske plasti, 3 — triadni dolomit in apnencec,
4 — odkopan sloj premoga, 5 — nariv

1 — Tertiary strata, 2 — Pseudozilian beds, 3 — Triassic dolomite and limestone, 4 — Excavated coal seam, 5 — Overthrust



pri Zagorju, Izlake). V ožjem območju rudnika Zagorje leži nekdanji topli izvir pri Toplicah, ki je izviral na zahodni strani triadnega otoka Ocepkovega vrha, a je kasneje pri poglobljanju jame Kotredež pričel odtekati v niže ležeče jamske prostore.

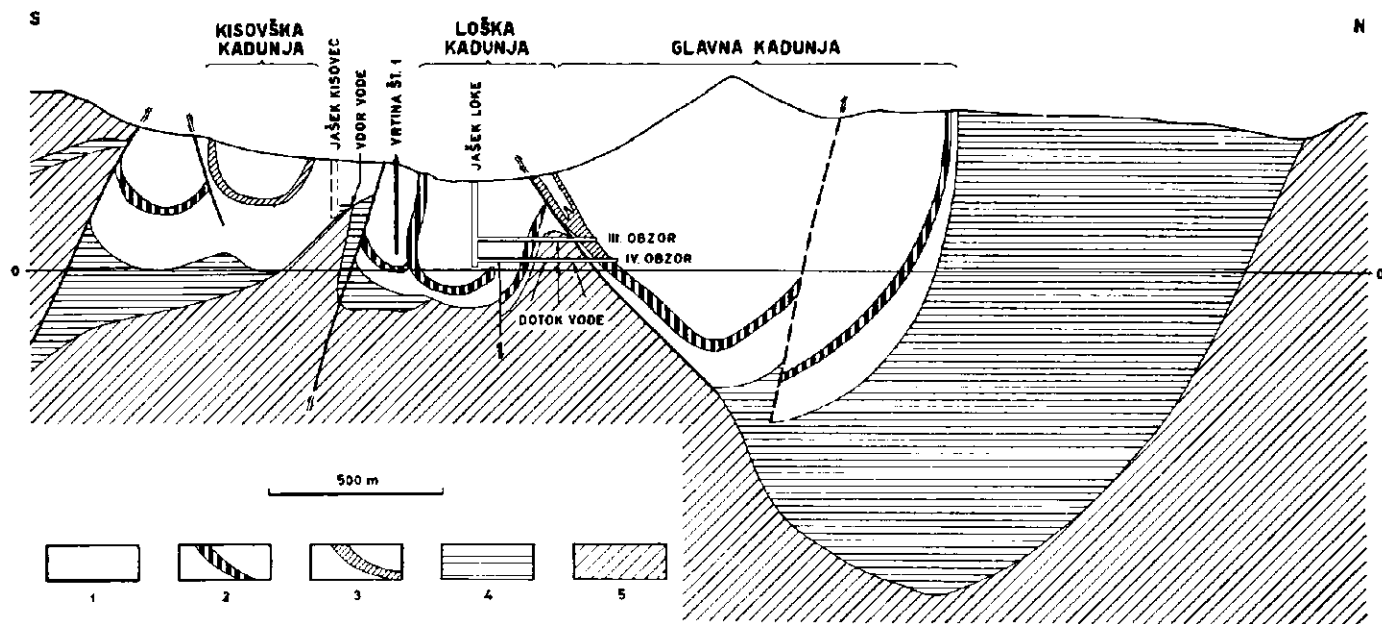
Debelina spodnjeseških skladov, ki tvorijo nepropustno plast med triadno podlago in premogovim slojem, je spremenljiva. Te plasti pokrivajo diskordantno erozijski relief, ki je bil vrezan v triadno podlago pred odložitvijo soteških plasti. Zato je debelina nad nekdanjimi vzpetinami manjša, nad nekdanjimi depresijami pa večja. Velike razlike, ki jih opazujemo, so delno tudi posledica kasnejših tektonskih deformacij. V jami Kotredež je debelina spodnjeseških plasti povsod preko 50 m in doseže na vzhodnem koncu jame celo preko 100 m; zato je možna izvedba priprav za odkopavanje s smernimi progami v talnini. Nasprotno pa je debelina spodnjeseških plasti v jami Loke znatno manjša in zelo spremenljiva. Ponekod ne doseže niti 1 m, že v majhni oddaljenosti pa naraste na več deset metrov; zato pri rudarskih delih v premogu ali spodnjeseških skladih v novih, globljih obzorjih le redkokdaj vemo, kako daleč je še nevaren triadni dolomit.

Medtem ko v jami Kotredež razen omenjenega vdora termalne vode ni bilo večjih problemov z vodo iz triadnih dolomitov, je ta problem v jami Loke težji. Že 1. 1927 je vdrla voda v prekop, ki so ga kopali iz starega kisovškega jaška proti loški kadunji. Po podatkih površinske geologije in vrtine št. 1 so predvidevali, da prekop ne bo zadel v triadni dolomit Borovnika, temveč naj bi potekal v vsej dolžini v terciarnih plasteh. Pokazalo se je pa, da sega triada v globini dalje proti vzhodu; ko jo je prekop dosegel, je začela s čela pritekati voda. V kratkem času je dotok narastel na 9,7 m³/min. Istočasno so usahnili vsi izviri na vzhodnem koncu Borovnika, v strugi potokov Medije in Ribnika so se celo pojavili ponori. S težavo se je posrečilo z vgraditvijo jezov v jami zapreti vdor; projekt povezave kisovškega jaška z loško kadunjo pa so morali opustiti. Po zajezitvi vode v jami so se površinski izviri spet pojavili.

Pri odkopavanju premoga v jami Loke ni bilo do III. obzorja nobenih težav z vodo iz triadne podlage. Šele v prekopu v polju C so prišli na tem obzorju v vrhnji del triadnega grebena (2. sl.). Pritisk vode v dolomitu so ob tej priliki merili in je znašal 16 atm, kar precej dobro ustreza višinski razliki 180 m do površine. V ta prekop je v začetku dotekalo nekaj nad 1 m³/min vode. Kasneje pri odpiranju IV. obzorja so izviri na III. obzorju postopno usihali.

Pri odpiranju IV. obzorja so bile težave z vodo v triadi precej večje. V prekopu v polju B so 140 m od jaška zadeli na dolomit pod sorazmerno tankimi spodnjeseškimi skladi. Da bi prekop zavarovali pred premočnim dotokom vode, so dolomit v njegovi okolici zatesnili s cementnimi injekcijami. Po nekaj tednih se je nepričakovano zrušil del prekopa v spodnjeseških skladih tik ob dolomitu, iz zruška je teklo okrog 1000 l/min vode istočasno z znatnimi množinami metana. Iz vrtine na III. obzorju, ki so jo zvrтали navzdol proti zrušku, je teklo 670 l/min.

Čudno je bilo, da je do rušenja prišlo šele, ko je bil prekop že daljši čas odprt. Zakasnitev je verjetno nastala zato, ker je bil dolomit tik ob



2. sl. Shematični profil I terciarnega sinklinorija pri Lokah

Fig. 2. Sketch section I of the Tertiary synclinorium at Loka

1 -- terciarne plasti, 2 -- sloj premoga, 3 -- odkopan sloj premoga, 4 -- psevdoziljske plasti,
5 -- triadni dolomit in apnenec

1 — Tertiary strata, 2 — Coal seam, 3 — Excavated coal seam, 4 — Pseudozilian beds,
5 — Triassic dolomite and limestone

prekopu nepropusten; voda je pronicala skozi spodnjeseoteške glinice proti prekopu in jih pri tem mehčala. Ko se je zaradi tega njihova trdnost dovolj zmanjšala, je prišlo do nenadnega zruška.

Ta vdor je pokazal, da premogovega sloja v jami Loke ni mogoče odkopavati ne da bi predhodno znižali piezometrični nivo vode v triadnih kameninah na višino najnižjih odkopov. Še bolje je to pokazal vdor vode na IV. obzorju v polju 4 (3. sl.). Tudi tu leži premog, ki ga odkopavajo, na severni strani dolomitnega grebena. Zaradi luskastih narivov se sloj na III. in IV. obzorju večkrat ponavlja. Južno krilo, ki pada proti loški kadunji, imenujejo 1. sloj, premog v treh luskah na severni strani pa 2., 3. in 4. sloj. Pri kopanju prekopa iz loške kadunje proti tem slojem so med 1. in 2. slojem pričakovali, da bodo zadeli na triadno jedro. Zato so stalno otipavali s 30 do 35 m dolgimi vrtinami pred čelom in pod njim ležeče kamenine, vendar triade niso dosegli. Drugi sloj so pripravili za odkopavanje s smerno progjo iz tega prekopa. Ko so bile vse priprave za odkopavanje končane, je 7. 1. 1960 s čela nenadno vdrla voda (12.000 l/min) in nanesa v progjo in v prekop premog, pomešan z drobci zgornjeseoteškega laporja. Kljub podrobnemu pregledu naplavine ni bilo mogoče ugotoviti drobcev spodnjeseoteških plasti. Po čiščenju prekopa se je vdor ponovil 16. 9. 1960 z le malo manjšo silovitostjo (10.000 l/min); zato so opustili delo v tem polju na IV. obzorju, dokler ne bodo s posebnimi progami drenirali vodonosnih plasti ob tem sloju.

Znatno manjši je bil dotok vode (200 l/min) približno v istem profilu na III. obzorju v 4. sloju, a tu s talninske strani. Triado, ki so jo takrat domnevali v majhni globini pod III. obzorjem, so v resnici kasneje navrtali iz prekopa na IV. obzorju. Podoben triadni zob se nahaja verjetno tudi neposredno ob prej orisanem vdoru na IV. obzorju, vendar ga moramo iskati za prelomom na severni strani 2. sloja, sicer bi težko razumeli veliko množino krovninskega laporja v nanosu. Na podlagi teh podatkov in vrtine 14 je narisana profil II (3. sl.). Oddaljenost triadnega zoba od vdora je sicer v tem profilu tolikšna, da se nam vdor po tako dolgi poti zdi malo verjeten. Pri risanju profila smo predpostavljali, da je vrtina 14 vertikalna, ker odkloni vrtine niso bili merjeni. Pri globinah okrog 300 m, kakršne so tu, pa so vrtine odklonjene lahko že za več deset metrov. V primeru, da je vrtina nagnjena proti levi strani profila, bi lahko narisali tudi triadni zob pod 3. slojem dalje proti levi, t. j. bliže k mestu vdora.

Ker nam lahko pri risanju podobnih geoloških profilov odklon vrtine za 10 m sliko precej spači, je potrebno, da v vseh vrtinah, ki so globlje od 100 m, dosledno merimo odklone.

Izkušnje pri vdorih na IV. obzorju so pokazale, da je treba pred odkopavanjem premoga zgraditi v dolomitu jamske proge na najnižjem obzorju ali celo pod njim in črpati vodo, ki vanje doteka.

Voda, ki doteka iz triadnih dolomitov v jamo Loke, nima neposredne zveze s površino, ker je triadni greben prekrit z debelo plastjo nepropustnih terciarnih glin. Prihaja le iz globine, kjer ima dolomit pod pokrovom terciarnih plasti zvezo z dolomitnimi masivi na severni ali južni strani terciarnega sinklinorija ali tudi z dolomitnimi otoki znotraj terciarnega sinklinorija.

Voda je za jamo Loke torej arteška voda. Ker ne poznamo geološke strukture triadne podlage, bi bilo možno le posredno, z meritvijo površinskih vod, sklepati, od kod se ta arteški horizont napaja.

Ker so nekateri izviri iz dolomitnih masivov na severni in južni strani terciarnega sinklinorija zajeti za zagorski vodovod, bi imelo njihovo občutnejše pojevanje kaj neprijetne posledice. Zato rudnik rjavega premoga Zagorja te izvire stalno nadzoruje, posebno v zimskem času, ko je izdatnost izvirov najmanjša. Kljub temu, da je dotok vode v jamo Loke močan (preko 3000 l/min), do sedaj še ni bilo mogoče opaziti nobenega zmanjšanja površinskih izvirov. Niti bližnji izviri ob severni strani Borovnika ne pojemajo; to kaže, da dolomit v jami Loke nima z njimi nobene neposredne zveze. Verjetno se ozki pas psevdofiljskih plasti na severni strani Borovnika nadaljuje v globino in tvori med obema dolomitnima blokoma nepropustno pregrado. Dolomitni greben v jami Loke more biti torej v zvezi le z oddaljenimi dolomitnimi območji. Če predpostavljamo, da ponikne na dolomitnem terenu v okolici Zagorja letno 1000 mm padavin (kar je zelo visoko cenjeno), znaša povprečni letni odtok talne vode 1,9 m³/min/km². Če bi se voda v triadi napajala samo iz bližnjih horizontov talne vode, bi morali na območju preko 1,5 km² usahniti vsi izviri. Ker ne opazujemo nobenega pojevanja izvirov, je možno samo dvoje:

1. da napaja triado kakšen površinski vodni tok (Medija ali Kotredžki potok),

2. da se triada jame Loke napaja iz oddaljenih in zelo širokih triadnih ozemelj, zaradi česar so vodne izgube več ali manj enakomerno porazdeljene preko velike površine in so zato pri posameznih izvirih tako majhne, da jih zaenkrat ne opazimo. Najbližji vodni tok, ki bi lahko napajal triadni dolomit, je Medija ob severnem robu Borovnika. Že prej pa smo omenili izvire ob vzhodnem koncu Borovnika, na katerih še ni opaziti pojevanja. Dokler bodo ti izviri tekli, smo gotovi, da je gladina talne vode v dolomitu Borovnika višja od gladine Medije in ta ne more pronicati v triado.

Pri projektiranju globljih jamskih obzorij je eno najvažnejših vprašanj dotok vode, ki ga lahko pričakujemo pri odpiranju triade na novem obzorju. V večini primerov cenitev pričakovanega dotoka ni zanesljiva, ker propustnost dolomitov ni enakomerna. Ponekod so razpoke v dolomitu do razdalje 10 m in več od kontakta s terciarjem zapolnjene s svetlo sivo glino, ki je bila vtisnjena v dolomit med tektonskimi premikanji. Zaradi tega je dolomit na takih mestih za vodo skoraj nepropusten. Drugod pa so pore v zdobljenem dolomitu prazne in je zato dolomit močno propusten.

Le v redkih primerih je možna tudi bolj točna cenitev, če so predhodne preiskave dale dovolj podatkov. Tak primer je bil prekop v polju 3 na IV. obzorju; kmalu potem, ko je prišel v dolomit, so pričele s čela izvirati znatne množine vode (okrog 1 m³/min). Zato so s čela zvrtili tri krajše in šest daljših vrtin v različnih smereh (4. sl.), od katerih so nekatere prevrtale dolomitni greben. Dotok vode iz teh vrtin je bil močan (najmočnejša vrtina je dajala v začetku do 1500 l/min, skupno pa je bilo okrog 3000 l/min). Upravičena je bila torej bojazen, da bo dotok vode pri nadaljnjem napredovanju prekopa še močno narastel.

Pričakovani dotok pri izkopu polnega profila prekopa je bilo možno točneje oceniti. V ta namen smo razmere idealizirali na naslednji način:

1. Dolomit je enakomerno in v vseh smereh enako propusten.

2. Dolomitni greben tvori vertikalno ploščo med nepropustnimi terciarnimi plastmi, ki smo jo pravokotno prevrtali z vrtino oziroma s prekopom.

Tako idealizirane razmere se le bolj grobo približujejo dejanskemu stanju, ker dolomiti niso nikdar enakomerno propustni. Vendar pa po drugi strani v dolomitu ni bilo pričakovati večjih kavern, ki bi lahko povzročile velika odstopanja od izračunanih vrednosti. Gosta mreža vrtin okrog osi prekopa je dajala dovolj jamstva za to.

Oblika dolomitnega grebena je precej drugačna, kot smo predpostavljali, ker se greben proti globini širi, navzgor se pa še tik nad prekopom končava pod nepropustnimi terciarnimi plastmi. Zaradi velikih dimenzij dolomitnega grebena v primeri s premerom vrtine oziroma prekopa pa oblika grebena nima velikega vpliva na izračunane vrednosti.

Vpliv premera odprtine na dotok vode

Namesto smerne vrtine s premerom 86 mm je treba izkopati prekop z okroglim profilom s premerom 2,5 m. Izračunati je treba, kolikokrat se bo povečal dotok vode, pri predpostavki, da je kamenina enakomerno in v vseh smereh enako propustna.

Ker je v našem primeru vodonosna plast omejena spredaj in zadaj z nepropustnimi terciarnimi plastmi, gladina podtalnice pa je še visoko nad IV. obzorjem, bo voda dotekala z vseh strani enakomerno in v radialni smeri. Zato velja za dotok naslednja enostavna enačba (primerjaj: Bogomolov & Silin-Bekčurin, 1959, 57; Muskat, 1949):

$$Q = \frac{2 \pi kh (p_e - p_i)}{\ln r_e/r_i} \quad (1)$$

kjer pomeni:

k — koeficient propustnosti,

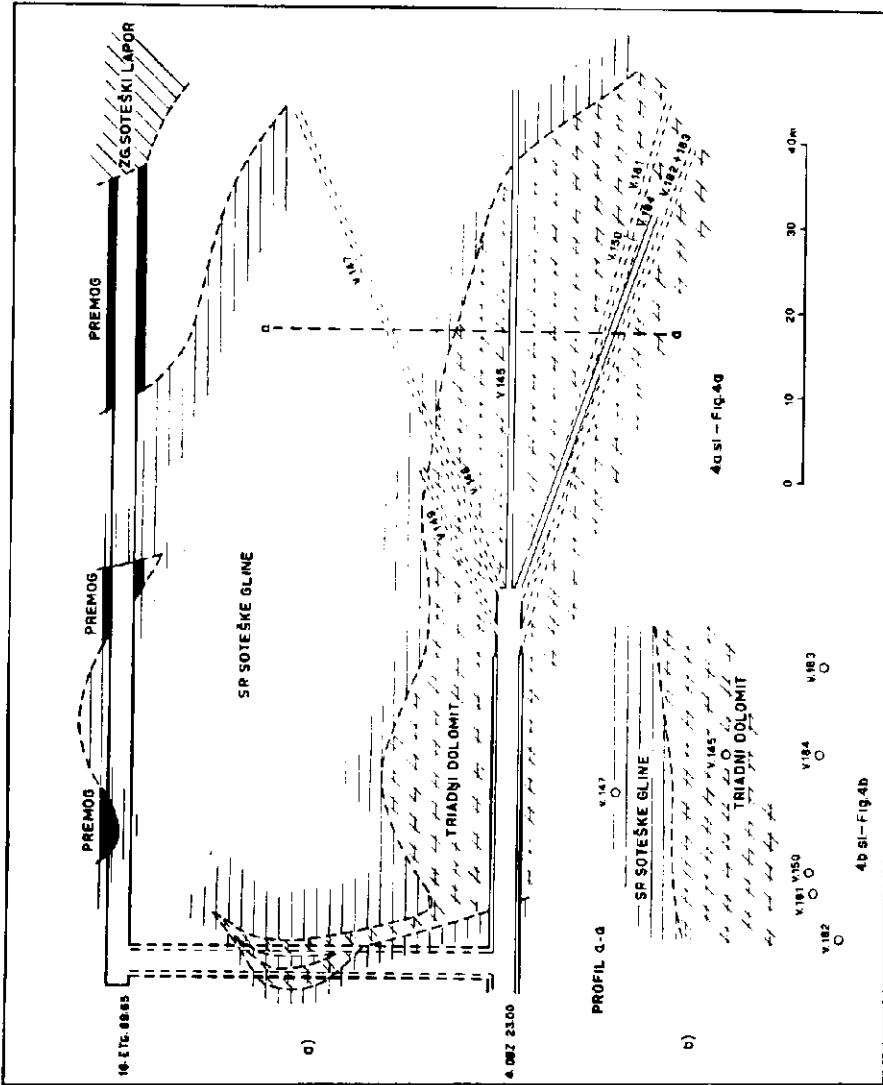
h — debelina propustne plasti,

p_e — piezometrični nivo v veliki oddaljenosti od vrtine oziroma proge, kjer se ne pozna več vpliv vrtine oziroma proge; za p_e predpostavljamo višino dolinskega dna, t. j. okrog 270 m,

p_i — piezometrični nivo v vrtini oziroma proggi — 23 m,

r_e — zunanji radij, t. j. razdalja od vrtine oziroma proge, v kateri se znižanje piezometričnega nivoja zaradi dotoka vode v vrtino oziroma progo ne pozna več; vrednost tega r_e ni zanesljiva, vendar tudi veliko zvečanje ali zmanjšanje njegove vrednosti na končni rezultat le zelo malo vpliva, ker nastopa v enačbi le pod logaritmom. V naslednjih računih bomo predpostavljali $r_e = 200$ m,

r_i — radij odprtine (vrtine oziroma proge).



4.a sl. Profil po prekopu na IV. obzorju v jami Loke

Fig. 4a. Longitudinal section of the crosscut on the IVth level of the coal mine

4.b sl. Prerez a—a pravokotno na os prekopu

Fig. 4b. Cross section a—a of the crosscut

Če vstavimo v zgornjo enačbo za r_i enkrat radij prekopa r_2 , drugič radij vrtine r_1 in zamenjamo naravni logaritem z dekadnim, dobimo za razmerje med dotokom v prekop Q_2 in dotokom v vrtino Q_1 :

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\log \frac{r_e}{r_1}}{\log \frac{r_e}{r_2}} \quad (2)$$

Če vstavimo naslednje vrednosti: $r_e = 2 \cdot 10^5$ mm, $r_1 = 43$ mm, $r_2 = 1250$ mm, dobimo:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1,63$$

kar je presenetljivo malo.

Izdatnost posameznih vrtin je zelo neenaka. Če vzamemo za osnovo najvišjo vrednost 1500 l/min, ker obstoji možnost, da bo tudi prekop zadel na te zelo propustne dele dolomita, bo znašal pričakovani dotok vode v prekop 2500 l/min (seveda pri predpostavki, da poleg ene smerne vrtine ni nobene druge vrtine ob prekopu). Dejansko je skupni dotok vode iz prekopa in venca vrtin, ki je bil zvrstan okrog osi prekopa, še večji (okrog 3000 l/min), ker zajema venec drenažnih vrtin znatno večje območje, kot bi ga sama proga s premerom 2,5 m. Povprečna razdalja vrtin od osi prekopa v prečnem profilu v oddaljenosti 30 m od čela prekopa je okrog 12 m. Če izračunamo, kakšen bi bil dotok vode v progo z enakim premerom, t. j. predpostavljamo, da je drenažni vpliv vrtin 100 %, dobimo na isti način kot zgoraj (enačba 2) $\frac{Q_2}{Q_1} = 2$. Dotok vode iz dovolj gostega venca

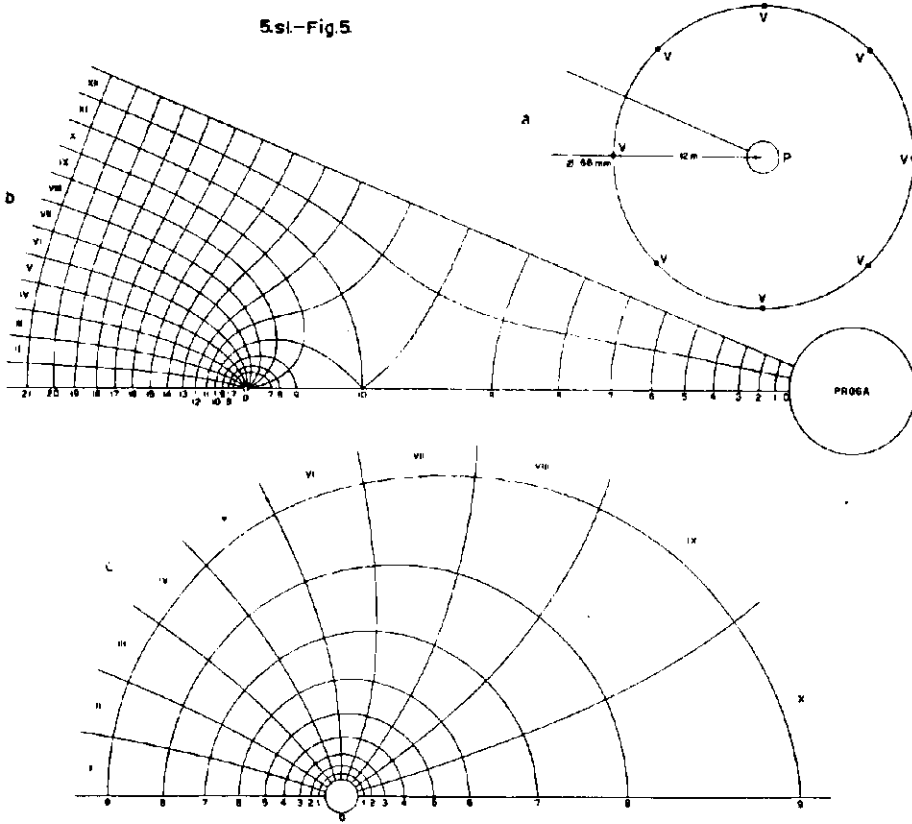
vrtin v oddaljenosti 12 m od osi prekopa bo torej le neznatno večji kot v prekop. Izračunane vrednosti se precej dobro ujemajo z merjenimi vrednostmi najizdatnejše vrtine in skupne izdatnosti vseh vrtin.

Če vstavimo v enačbo (1) podatke vrtin, lahko izračunamo koeficient propustnosti. Uporaba te enačbe je dopustna za propustnejše dele, ki so ploščati in leže med manj propustnimi območji. Za osnovo vzemimo močno propustne kamenine v vrtini 150 ($\Phi = 66$ mm) med globinama 28,0 in 39,5 m, od koder je dotekalo 400 l/min, ali povprečno 5,7 cm³/sek/cm vrtine. Iz tega izračunana propustnost je $k = 3,2 \cdot 10^{-4}$ cm/sek. Posamezni deli kamenin so verjetno še bolj propustni, vendar koeficient propustnosti verjetno le malokje prekorači vrednost $k = 10^{-3}$ cm/sek.

Drenažni vpliv venca vrtin

Drenažni vpliv sorazmerno redkega venca vrtin okrog proge je zelo velik. Zato smo zgoraj upravičeno računali dotok vode v venec vrtin s premerom 12 m, kot v progo z enakim premerom. To lahko dokažemo s poskusnim prostoročnim risanjem mreže tokovnic in ekvipotencialnih linij (linij enakega piezometričnega nivoja) za idealiziran primer, pri katerem so vrtine vzporedne s progo in enakomerno razvrščene okrog nje. Tak problem je ravninski, t. j. vse tokovnice so vzporedne s profili, ki so

5.sl.-Fig.5



5. sl. Mreža tokovnic in nivojnic okrog proge v propustni kamenini, ki jo drenira 8 vrtin

- a) Razpored vrtin v idealiziranem modelu
 P — prečnik s premerom 2,5 m
 V — vrtina s premerom 66 mm
- b) Mreža tokovnic in nivojnic v osnovnem izseku
- c) Povečana mreža tokovnic in nivojnic okrog vrtine
 I do XII tokovnice
 1 do 21 nivojnice

Fig. 5. Flow net around a crosscut in a pervious rock, symmetrically surrounded by 8 boreholes

- a) Idealised model for which the flow net was drawn
 P — crosscut, diam. 2,5 m
 V — borehole, diam. 66 mm
- b) Flow net in an elementary sector
- c) Enlarged flow net around one borehole
 I — XII flow lines
 1 — 21 equipotential surfaces

pravokotni na os proge. Če rišemo mrežo tako, da teče med dvema sosednjima tokovnicama povsod enaka množina vode in je med dvema sosednjima ekvipotencialnima ploskvama razlika piezometričnih nivojev Δh vedno enaka, mora biti razmerje med dolžino in širino elementarnih polj v tej mreži povsod enako. Najlaže rišemo tako mrežo, če je razmerje med dolžino in širino enako 1, ker pri takem razmerju napake najprej opazimo. Poleg tega se morajo sekati tokovnice in nivojnice vedno pravokotno (primerjaj Šuklje, 1957, 169 do 171). Mreža je torej sestavljena iz samih krivočrtnih kvadratov. Zaradi teh pogojev vsako bolj grobo napako v mreži že na prvi pogled opazimo, kar nam omogoča, da z nekaj vaje in potrpežljivosti napake v provizorično narisani mreži postopno popravljamo in dosežemo takšno natančnost, ki za reševanje hidrogeoloških problemov popolnoma zadostuje. V našem primeru, kjer se vrtine iztekajo v progo, moramo tudi paziti, da sta potenciala v vrtini in proggi enaka.

V idealiziranem primeru, ki ga tukaj obravnavamo, je 8 vrtin s $\phi = 86$ mm simetrično razporejenih v razdalji 12 m okrog proge s $\phi 2,5$ m. Tudi slika tokovnic je simetrična. Zato smo narisali samo en izsek, ki se simetrično ponavlja šestnajstkrat okrog osi proge. Neposredna okolica vrtine, kjer se tokovnice močno približajo, je risan še posebej v večjem merilu.

Iz 5. sl. je razvidno, da se od vseh 12 tokovnih pasov, označenih z I do XII, 10 izliva v vrtino, in le 2 v progo. To pomeni, da bo pri podanih premerih vrtin in proge ter razdalje vrtin od proge dotekalo v vrtine 83 %, v progo pa le 17 % vse vode. Če bi bila razdalja vrtin od proge manjša, bi bil njihov drenažni vpliv manjši. Pri dejanskih razmerah, kjer vrtine od osi prekopa divergirajo, bo drenažni vpliv vrtin v začetnem delu prekopa slabši kot v sredini in dalje proti koncu, kjer so vrtine bolj oddaljene od prekopa. Bolj propusten dolomit pa je ravno v drugi polovici prekopa, kjer je razdalja vrtin od prekopa tolikšna, da bi pri simetrično razporejenih vrtinah približno veljalo grafično dobljeno razmerje 4 : 1. Vrtine pa so v resnici razporejene zelo nesimetrično (4. sl.) in leže povečini na spodnji strani prekopa. Zato je razdalja med njimi manjša kot v našem idealiziranem primeru. Nad prekopom se nahaja že v majhni oddaljenosti nepropustna terciarna glina, zato je bilo vrtanje navzgor nepotrebno. Zaradi nepropustnega pokrova z ene strani in gostejše mreže vrtin z druge strani, kot smo jo predpostavljali v grafičnem primeru, je bilo pričakovati, da bo dotok vode v prekop še manjši kot v idealiziranem grafičnem primeru.

Dotok vode na bodoče V. obzorje

Pri poglobljanju jame in zgraditvi drenažnih prog na novih globljih obzorjih se bo tok vode skozi triado povečal v istem razmerju, kot razlika piezometričnih višin, ki to vodo potiska.

Danes še ne vemo, od kod se triada napaja, zato tudi ne poznamo piezometrične višine na začetku vodnega toka v triadi. S precejšnjo verjetnostjo pa predpostavljamo višino dolinskega dna (okrog 270 m). Tudi meritev vodnega pritiska v triadi, ko so prvič na III. obzorju zadeli nanjo, daje približno isti podatek. Po zgraditvi drenažnih prog v triadnem do-

limitu na V. obzorju bo piezometrična višina na koncu vodnega toka na višini tega obzorja (—70 m). Celotna razlika piezometričnih višin bo takrat znašala torej 340 m.

Za točnejšo cenitev dotoka vode na bodoče V. obzorje bi rabili še podatke o dotoku na IV. obzorje in piezometrične višine v globini V. obzorja pred poglobljanjem jame. Kakšna je ta višina, bi mogli ugotoviti s posebnimi vrtinami, ki bi segale navzdol do V. obzorja in bi bile opremljene za meritev pritiska na dnu vrtine. Te piezometrične višine ne bodo po vsej ravnini bodočega V. obzorja enake, temveč bodo med njimi večje ali manjše razlike. Po zgraditvi drenažnih prog na V. obzorju pa bodo padle vse na isto višino, t. j. na višino obzorja. Zaradi tega se bo spremenila oblika tokovnic pod V. obzorjem. Najverjetnejšo vrednost za dotok na bodoče V. obzorje bomo dobili, če bomo povečali dotok vode na IV. obzorje v razmerju povečanja celotnih piezometričnih razlik od višine 270 m do višine V. obzorja (piezometrična višina po poglobitvi), oziroma do povprečne piezometrične višine na V. obzorju pred poglobitvijo. Zaradi spremembe v obliki tokovnic ta račun seveda ne bo točen. Dobili pa bomo lahko neko skrajno zgornjo mejo, preko katere bodoči dotok na V. obzorju ne bo narastel, če za osnovo ne bomo vzeli povprečnega temveč najvišji piezometrični nivo, ki ga bomo merili pred poglobljanjem jame na V. obzorju.

Tako izračunane vodne množine bodo veljale le za vodo, ki doteka od spodaj navzgor. V začetku pa bodo pri odpiranju novega obzorja dotekajoče vodne množine nekoliko večje, ker se bodo praznile še vse pore v dolomitu, ki leži nad tem obzorjem. Računati je treba s tem, da ta voda ne bo dotekala enakomerno, temveč v posameznih močnejših sunkih, ko bomo pri odpiranju zadeli na bolj propustne dele dolomita.

Dotok vode bo na bodočem V. obzorju vsekakor precej večji kot je sedaj na IV. obzorju. Vendar po drugi strani kapaciteta vodnih poti v globini ni neomejena v primeri z današnjim dotokom vode na IV. obzorje, sicer se vrh triadnega grebena ne bi osušil. Pri dosedanjih odpiralnih delih na IV. obzorju so usahnili vsi izviri na III. obzorju, tako da imamo prosto gladino talne vode nekje med III. in IV. obzorjem.

HYDROGEOLOGIC PROBLEMS IN THE LOKA PIT OF THE ZAGORJE COAL MINE

In the Zagorje area the coal bearing Tertiary beds are underlain partly by pervious Triassic dolomites and limestones, partly by impervious Pseudozilian strata. There is a danger of water escape from dolomite or from limestone if the coal mine workings reach the water-bearing Triassic rocks or approach them very closely.

In the Loka pit a narrow reef of dolomite abundant in artesian water has been discovered under the second level (figs. 2, 3); its piezometric surface was originally close to the valley floor.

Several strong inrushes of water out of dolomite through the Tertiary strata into the pit have shown that it will be necessary to lower first

the piezometric surface of water by special mine workings before coal can be mined on a new lower level.

The whole water inflow from the dolomite into all the coal mine workings is about 3000 l/min; but no surface spring has been observed to decrease in spite of this considerable quantity. The nearest place where Triassic beds could be watered by the Medija brook is on the northern margin of the Borovnik hill built up of Triassic dolomite. But all springs flow here with the same intensity as they did earlier. This shows that there is no hydrologic connection between the Loka pit and the Triassic ridge of Borovnik. In all probability Triassic dolomite is being watered in more remote and extensive areas, so that the losses of water which occur in individual springs cannot be very considerable.

In few cases only it is possible to make in advance a more precise evaluation of the inflow of water which can be expected out of dolomite into the mine workings. Thus it has been possible to prove in advance on the basis of data obtained by means of a group of drillings made from the face of the newly begun crosscut into the Triassic beds that the whole inflow of water in the crosscut of the coal field No. 1 in the fourth level will be only slightly larger than it was into the bore holes before the crosscut has been excavated. The fig. 5 shows an idealised flow net around a crosscut made in pervious rock and surrounded by 8 boreholes. According to fig. 5 the relation between inflow into the boreholes and into the crosscut is 4:1. Conditions are actually even more favourable. From the back side i. e. the crosscut is protected by a stratum of impervious Tertiary clay, while in the floor the net of boreholes was denser than in the pattern with 8 symmetrically distributed boreholes.

The permeability of more highly crushed parts of dolomites, reckoned by means of the equation (1) (page 184) is $k = 3,2 \cdot 10^{-4}$ cm/sek.

Water flows into the Loka pit from a considerable distance under the neighbouring lower parts of the Tertiary synclinorium, and rises towards the present coal mine workings.

It will be necessary to evaluate, in connection with plans to open a new lower level, the quantity of water which will flow into the pit when this level will be completely opened. It is therefore necessary to determine the present piezometric surface of water in the depth of the future fifth level. The flow of water through the Triassic dolomite will be increased in proportion to the sinking of the piezometric water surface on the fifth level.

EXPLANATIONS OF FIGURES 3, 4 a, AND 4 b

Fig. 3. Section II across the eastern part of the Loke coal mine

Potok Medija — Medija brook

Loški rov — Loke adit

V 14 — Borehole No. 14

Govški peščenjak in konglomerat — Govce sandstone and conglomerate

Oligocenska morska glina — Oligocene marine clay
 Zg. soteške plasti — Upper Socka beds
 Premog, 1. sloj, 2. sloj, 3. sloj, 4. sloj — Coal. 1st, 2nd, 3rd, and 4th seam
 Sp. soteške plasti — Lower Socka beds
 Triadni dolomiti — Triassic dolomite
 Vdor vode — Watter inrush
 Možna smer vode — Supposed direction of underground watter flow
 Ni podatkov o globini kadunje — Depth of the coal trough is unknown
 II., III., IV. obzorje — level

Fig. 4a. Longitudinal section of the crosscut on the IVth level of the
 Loke mine

Fig. 4b. Cross section a—a of the crosscut

Premog — Coal
 Zg. soteški lapor — Upper Socka marl
 Sp. soteške gline — Lower Socka clay
 Triadni dolomit — Triassic dolomite
 V 147 — Borehole No. 147

LITERATURA

- Bittner, A., 1884, Die Tertiär — Ablagerungen von Trifail und Sagor. Jahrb. d. geol. R.—A., 34, Wien.
 Bogomolov, G. V. in Silin — Bekčurin, A. J., 1959, Specialna hidrologija, Beograd.
 Kuščer, D., 1962, Psevdoziljski skladi v okolici Zagorja. Geologija, 7, Ljubljana.
 Šuklje, L., 1957, Mehanika tal, Ljubljana.
 Teller, F., 1907, Geologische Karte der öster. — ungar. Monarchie, SW — Gruppe, Nr. 93, Cilli — Ratschach, Wien.

DOLOČANJE RAZVODNIC NA KRASU

Nada Čadež

Zaradi velike razprostranjenosti, saj zavzema več kot $\frac{1}{4}$ celotne površine Jugoslavije, kras pri nas ni le prirodna znamenitost in turistična posebnost, ampak tudi življenjski prostor velikega dela našega prebivalstva. Voda povzroča na krasu nemalo težav; nekje s preobilico dela škodo, še večkrat pa zaradi pomanjkanja otežkoča življenjske pogoje. Razni hidrotehnični ukrepi morajo upoštevati poleg splošnih še za kras specifične vodno-gospodarske probleme.

Pred vsakim posegom v naravne razmere posameznih vodotokov so potrebne predhodne hidrološke študije, katerih osnova so v veliki večini podatki o velikosti padavinskih območij. Določevanje padavinskega območja kraškemu vodotoku ali izviru je včasih zelo zapleten problem. Največkrat nam šele uporaba več metod pomaga, da dosežemo vsaj približen rezultat.

V naslednjem navajamo metode, po katerih smo večkrat uspešno reševali postavljene naloge.

Ponekod že po površinskem reliefu z večjo ali manjšo gotovostjo sklepamo na povezavo sicer ločenih kraških voda in na približno velikost njihovega povodja. Tak primer je ponikalnica Temenica na Dolenjskem. Po kratkem in dvakrat prekinjenem podzemeljskem toku se Temenica pokaže kot Prečna v Luknji pri Novem mestu.

Včasih precej zanesljivo določimo hidrografske pripadnosti kraškega območja z geološkim kartiranjem. Pri tem moramo predvsem ločiti vododržne kamenine od propustnih plasti in ugotoviti njihovo medsebojno lego in tektonski položaj. V dinarski smeri potekajoče flišne plasti na Gatačkem polju so pregrada za podzemeljski tok Ljeljinaškega potoka, ki teče severovzhodno od tega pasu. Prisiljen je teči proti kraškemu izviru Pive—Sinjcu. Ostale ponikalnice tega območja, jugozahodno od flišnega pasu, pa so usmerjene proti Trebišnici. S to ugotovitvijo smo lahko s precejšnjo natančnostjo omejili hidrografske zaledje izvira Sinjca.

Tudi po sestavi nanosa v kraškem izviru sklepamo, od kod priteka podzemeljski tok. Omenimo naj le primer iz Dolenje jame v Dobrem polju. Tam nahajamo nanos kamenin, ki grade nasprotno pobočje hriba. Te kamenine izpira ponikalnica, ki se zopet prikaže na površje v Dolenji jami.

Izjemen je tudi primer, kjer smo z analizo delcev premoga v izviru Radeščice v Podturnu na Dolenjskem določili zaledje izvira. Ugotovili

smo, da je bil premog prinesen iz Željnskih jam, ki so oddaljene v zračni črti skoraj 20 km. V Željnske jame odtoka odpadna voda iz separacije kočevskega premogovnika.

Tudi speleološke raziskave vodnih jam nam največkrat pokažejo, kam naj hidrografske prištejemo okolje raziskovane jame.

Neposredne zveze kraških voda najbolj točno ugotavljamo z barvanjem in podobnimi metodami (soljo, trosi, jeguljami, kvasovkami). Tako spoznamo povezavo ponikalnic in izvirov, kakor tudi padavinska območja posameznih izvirov (Šerko, 1946; arhiv HMZ).

Na krasu so zelo pogostni primeri, da je hidrografske zaledje kraškega vodotoka, izvira ali več izvirov brez površinskih voda. Po fizikalnih in kemičnih lastnostih bližnjih kraških izvirov sklepamo, ali so ti izviri iz istega območja ali ne. Za točnejšo omejitev povodja ti podatki ne zadoštujejo, rabijo le kot orientacija za nadaljnje raziskovanje. Za primer naj omenimo merjenja temperatur in trdot na izvirih Ljubljance, katerih zaključke so poznejša barvanja pretežno potrdila (Habe, 1937; Čadež, 1952; Oertli, 1953).

Približno velikost padavinskega območja kraškega vodotoka nam da tudi računanje odtočnih koeficientov, ki se gibljejo le v določenih mejah. Pri nas so ti koeficienti v glavnem 0,5 do 0,8. Najizrazitejši primer določite povodja na ta način, kjer na podlagi starih meja povodja določen koeficient jasno nakaže, da mora biti povodje večje, sta izvira Vipave in Hublja. Le redko pa v teh primerih lahko poleg velikosti ugotovimo tudi lego hidrografskega zaledja. To nam je uspelo n. pr. pri Vipavi, kjer domnevamo povečanje padavinskega območja z Lokvo pri Predjami.

Kjer izpod kraškega masiva s precej enakomernimi padavinami priteka več kraških izvirov z različnimi fizikalnimi in kemičnimi lastnostmi, po čemer sklepamo, da niso vsi iz istega območja, moremo z metodo specifičnega odtoka približno le določiti pripadajoča hidrografska zaledja. V redkejših primerih lahko določimo na ta način tudi lego padavinskega območja. Pri simultanih meritvah pretokov poizkušamo dodeliti posameznim izvirov tako padavinsko območje, da so specifični odtoki približno enaki.

Da bi čim točneje določili razvodnice kraških voda, moramo uporabiti še druge metode, n. pr. geomorfološke. Dosedanje izkušnje so nam pokazale, da so kraške podzemne vode po preselitvi v podzemlje v veliki večini obdržale smer predkraškega površinskega toka. Pri tem moramo upoštevati še druge faktorje, ki povzročijo spremembe v rečni mreži, to so predvsem razpokanost in prelomi, višinske razlike med sedanjo in predkraško vodno mrežo, starost krasa, napredovanje erozije, in geološka zgradba z odnosi med propustnimi in nepropustnimi plastmi. Pri upoštevanju teh činiteljev lahko predpostavimo smer podzemnega odtoka. Pri barvanju Rinže smo te predpostavke potrdili; tudi podzemna Rinža odtoka proti Kolpi.

Na smer podzemeljskega odtoka z določenega območja sklepamo tudi s primerjavo hidrogramov in podatkov o padavinah na določenem območju v primeru lokalnih neviht in njim ustreznih sunkov v stanju voda. Značilen primer je izvir Radeščice pri Podturnu, ki je v sušnem obdobju

leta naglo narastel. Šele naknadno se je ugotovilo, kje je bila v istem času nevihta. S hidrometričnimi metodami smo ugotovili tudi, da je voda v Jami v Šahnu podzemeljska Rinža. Ugotavljali smo smer vodnega toka v jami in primerjali vodne količine v jami in pri ponoru. Ker so bile smer in količine v istem času enake, smo to zvezo predpostavili. Kasnejše barvanje je predpostavko potrdilo.

To so le najvažnejši načini določanja razvodnic. Da se čim bolj približamo dejanskemu stanju, moramo uporabljati več metod in jih prilagoditi posebnostim raziskovalnega ozemlja. Na nekaterih območjih pa tudi z več metodami nismo dosegli dobrih uspehov (primer Snežnika). Zato bo potrebno v bodoče še mnogo truda, da bomo kos zapletenim hidrološkim pojavom na krasu.

METHODS OF WATERSHED DETERMINATION IN KARST REGIONS

The determination of a watershed in a Karst region calls for a thoroughgoing investigation of the catchment area supplying the streams of the region.

It is, of course, often possible to draw conclusions regarding the catchment area, from the relief and sometimes from the geologic structure of the investigated territory. Thus it has been possible to determine on the basis of the position of the flysch beds the catchment area of the Piva and the Trebišnica rivers.

Data on the catchment area of a water source can, of course, also be obtained by analyzing the material deposited at the source of a stream. An interesting example offers the source of the Radeščica river at Podturn, Lower Carniola. The coal particles found in it have been transported by water from the caves called Željnske Jame located 20 km from the source of the said river, and to which in turn they have been carried by the waste waters of the Kočevje Mine dressing plant.

Exploration of a cave itself often yields data in the light of which it is possible to determine to which drainage area the cave belongs. A direct proof, however, can be obtained only by coloring the water of the stream under investigation. This procedure was utilized in numerous instances in the Inner Carniolian and Lower Carniolian Karst. A subsidiary method is the determination of the chemo-physical properties of streams. Thus the results of the investigations and analyses carried out in the drainage area of the Ljubljana river were borne out by the coloring method.

Geomorphological features can likewise throw light upon the subterranean course of a stream. Thus, for example, several conclusions drawn on the basis of geomorphological features, were later borne out by coloring (Rinža river, Hotenka river).

Further it is possible to determine the extent and sometimes the location of a catchment area by comparing the hydrogram of the investigated stream with the precipitation data collected in the area during heavy rains, for heavy rainfall always causes the water level to

rise fast. For example, during a very dry summer the source of the Ra-deščica river at Podturn, began suddenly to swell owing, as was found out later, to a heavy rainfall over the Kočevski Rog area which formerly had not been considered to belong to the catchment area of the said river.

The run-off coefficients of the Karst streams range from 0.5 to 0.8. Thus the formerly determined catchment area of the Vipava river was considered to be too small and the conclusion was drawn that the Lokva river at Predjama also must be part of the former river's drainage area.

LITERATURA

Čadež, N., 1922, Barvanje in opazovanje Logaščice, Geografski vestnik, Ljubljana.

Čadež, N., 1958, Metoda določanja razvodnic na krasu, referat na II. jugoslovanskem speleološkem kongresu, Split.

Habe, F., 1937, Toplinski odnošaji na izviri Ljubljance, Geografski vestnik, Ljubljana.

Novak, D., 1956, Zeljske jame, Proteus, 1956/57, št. 4, Ljubljana.

Oertli, H., 1953, Karbonatharte von Karstgewässer, Stalactite, Bern.

Šerko, A., 1946, Barvanje ponikalnic v Sloveniji, Geografski vestnik, Ljubljana.

Šerko, A., 1947, Kraški pojavi v Jugoslaviji, Geografski vestnik, Ljubljana.

MAGMATSKÉ KAMENINE V KAMNIŠKIH ALPAH IN PRI LAŠKEM

Ernest Faninger

S 3 slikami med tekstom in z 2 tablama slik v prilogi

Uvod

Magmatske kamenine v Kamniških Alpah, ki so nastale v wengenskem oddelku srednje triade (Rakovec, 1946), so bile doslej le mikroskopsko preiskane (Dolar-Mantuani, 1941; Graber, 1929). Ker so pa za klasifikacijo nujno potrebni tudi kemični podatki — a teh do sedaj nismo imeli — so ostale predornine v Kamniških Alpah še vedno predmet petrografskih preiskav.

V zadnjih letih smo mikroskopsko in kemično preiskali različne vzorce iz naslednjih nahajališč:

1. Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice,
2. golica izpod Kamniškega vrha nad kmetijo Slevo,
3. kokrški kamnolom,
4. Štularjeva planina.

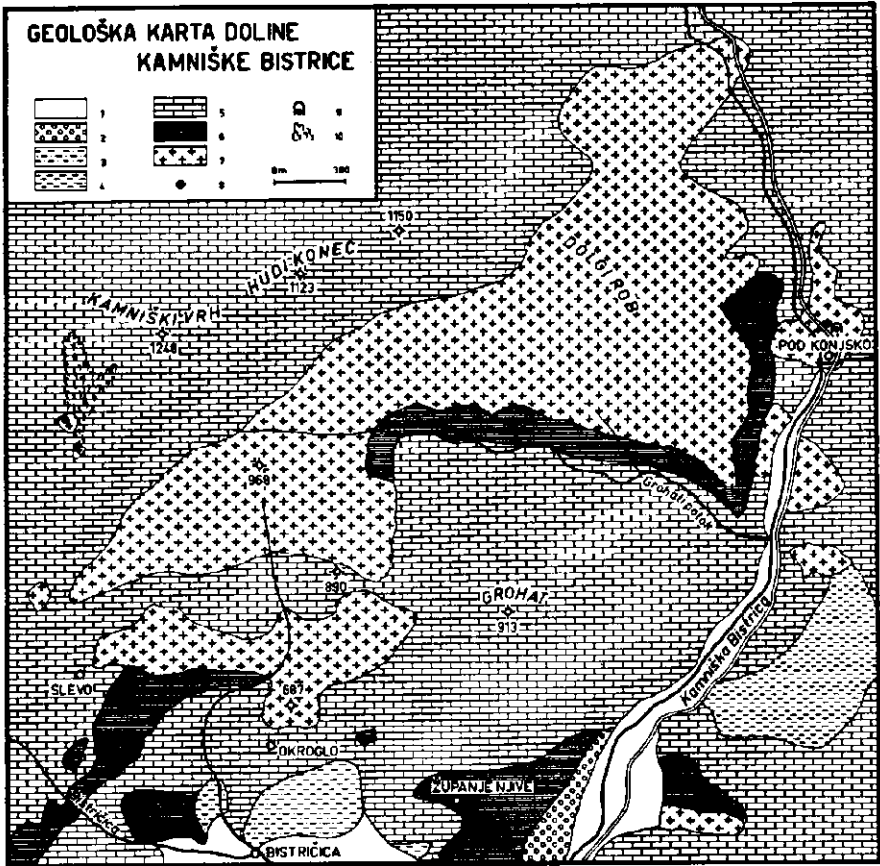
Pri tem smo ugotovili kremenove keratofire in kremenove porfirite.

V referat smo vključili tudi rezultate kemičnih preiskav wengenskih magmatskih kamenin pri Laškem. V razpravi »Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje« je objavil Hamrla (1954) poleg geološkega opisa tudi mikroskopsko in kemično raziskavo treh vzorcev wengenskih predornin: vzorec E, je določil za kremenov keratofir, vzorca 4 a in 8 pa za avgitni porfirit. K točnosti kemičnih analiz kamenin v tej razpravi je dal Cissarz (1957) nekaj kritičnih pripomb. Hamrla je poskrbel za ponovne kemične analize omenjenih vzorcev ter mi odstopil preverjene podatke v obdelavo, razen tega še analizo posebno svežega vzorca kremenovega keratofira izpod gradu nad Laškim, ki ga je označil s št. 1. Mikroskopske in kemične preiskave so pokazale, da pripadajo wengenske magmatske kamenine ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje kremenovim keratofinom in avgitnim porfiritom.

Preden preidemo k opisu vzorcev iz posameznih nahajališč, navedemo še nekaj splošnih pripomb:

Vsako kemično analizo smo preračunali na kationske odstotke, na sistem CIPW, ter na parametre po Niggliju in Zavarickem.

Pri kationskih odstotkih smo posebej upoštevali še anjone, in sicer O, OH, CO₃.



1. sl. Geološka karta doline Kamniške Bistrice
 Abb. 1. Geologische Karte des Tales von Kamniška Bistrica

1. holocenske naplavine, 2. rečna terasa, 3. miocenske plasti, 4. karnijski temen laporast apnenec in skrilavec, 5 srednje in zgornjetriadni apnenec in dolomit, 6. psevdoziljski skrilavec, 7. kremenov keratofir, 8. nahajališče vzorca, 9. kamnolom, 10. plazovje

1. Holocene Ablagerungen. 2. Flußterrasse, 3. Miocene Schichten, 4. Karnischer dunkler mergeliger Kalkstein und Schiefer, 5. Mittel- und obertriadischer Kalkstein und Dolomit, 6. Pseudogailtaler Schiefer, 7. Quarzkeratophyr, 8. Probestandort, 9. Steinbruch, 10. Bergsturz

Pri izračunavanju normativnih mineralov sistema CIPW smo CO₂ zanemarili, ker kalcit v naših wengenskih predorninah ni primaren.

Pri Nigglijevih parametrih navajamo še parameter $t = a - (alk + c)$, ki nam kaže višek ali primanjkljaj glinice.

Za izdelavo geološke karte doline Kamniške Bistrice smo vzeli za osnovo Tellerjevo geološko karto okolice Železne Kaple, karto Hinterlechnerjeve (1959) okolice Črne pri Kamniku in lastna zapažanja.

1. Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice

V dolini Kamniške Bistrice najdemo v kamnolomu pri kraju Pod Konjskem zelenkasto oziroma rjavkasto rdečo kamenino, ki jo je po mikroskopski preiskavi Dolar-Mantuani (1946) določila za kremenov keratofir.

Vzorec, ki smo ga preiskali, je zelen, mestoma rdečkast. Struktura kamenine je oligofirska. Vtrošnikom pripada 10 % obruska, in sicer 3 % kremenju in 7 % glinencem, ostalo je drobno zrnata osnova. Glinenčevi vtrošniki so do 1 mm veliki in pripadajo povečini albitu, redkeje oligoklazu. Njihova srednja vrednost znaša 6 % an. Prvotnih femičnih mineralov ni videti med vtrošniki. Ker je osnova drobno zrnata, ni mogoče točno določiti njene sestave; gotovo je povečini iz kremenja in glinencv; ugotovimo pa lahko edino klorit, limonit in prstene agregate. Kamenino preprezajo številne kremenove žile, ki vsebujejo le redke kalcitove vključke.

Če upoštevamo Rosenbuschovo klasifikacijo (1923, 366) na podlagi mikroskopskih podatkov, moremo vzorec iz Dedkovega kamnoloma imenovati kremenov keratofir po naslednjih značilnostih:

1. Redki in majhni vtrošniki pripadajo povečini albitu.
2. Osnova je prekristalizirana ali drobno zrnata.
3. Femični minerali nastopajo redko kot vtrošniki.
4. Kamnina je paleotipna.

Kemične lastnosti kremenovega keratofira iz Dedkovega kamnoloma so podane v 1. tabeli.

Kemična analiza oziroma kationski odstotki nam povedo, da je vzorec iz Dedkovega kamnoloma bogat s kremenico in alkalijami, reven pa s kalcijem, kar je tipično za kamenine granitne skupine.

Po sistemu CIPW dobimo formulo I 415. Prvi razred in prvi oddelek sta tipična za granitno skupino, kjer močno prevladujejo salični minerali nad femičnimi, in v glinencih alkalije nad kalcijem. Normativni plagioklaz ima 2,8 % an — torej je prav tako albit kot v modalnem sestavu.

Primerjajmo formulo vzorca iz Dedkovega kamnoloma po sistemu CIPW s formulo povprečja sedmih kemičnih analiz kremenovih keratofirov, ki jih navaja Rosenbusch (1923, 366) in ki ga je preračunal Germovšek (1953, 158). To povprečje ima formulo I 414. V bistvu se naša kamenina ujema s formulo povprečja sedmih kemičnih analiz kremenovih keratofirov; le v zadnjem parametru je delna razlika, ki pove, da pri kremenovem keratofiru iz Dedkovega kamnoloma natrij še močneje prevladuje nad kalijem kot pri povprečnem kremenovem keratofiru. Vendar iz Rosenbuschovih analiz vidimo, da lahko razmerje med natrijem in kalijem pri kremenovih keratofirih zelo variira. Tako ima kremenov keratofir št. 14 (Rosenbusch, 1923, 366) ravno tako pododdelek 5 kot naša kamenina. Zato lahko z gotovostjo trdimo, da je vzorec iz Dedkovega kamnoloma kremenov keratofir.

Niggljevi parametri naše kamenine kažejo visoko vrednost za si in nizke vrednosti pri parametrih c in k. Razmerje alk/al — alk je pozi-

1. tabela — Tabelle 1

Kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice
Quarzkeratophyr, Steinbruch von Dedek im Tale von Kamniška Bistrica

Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozent

Analitik: Ernest Faninger.

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	76,34	Si ⁴⁺ = 71,11	142,22
TiO ₂	0,09	Ti ⁴⁺ = 0,05	0,10
Al ₂ O ₃	13,03	Al ³⁺ = 14,30	21,45
Fe ₂ O ₃	1,10	Fe ³⁺ = 0,78	1,17
FeO	0,49	Fe ²⁺ = 0,39	0,39
MnO	0,02	Mn ²⁺ = 0,01	0,01
MgO	0,29	Mg ²⁺ = 0,38	0,38
CaO	0,34	Ca ²⁺ = 0,32	0,32
Na ₂ O*	6,25	Na ⁺ = 11,28	5,64
K ₂ O*	1,17	K ⁺ = 1,37	0,69
P ₂ O ₅	0,01	P ⁵⁺ = 0,01	0,03
H ₂ O ⁺	0,71	(2,21)	—
H ₂ O ⁻	0,18	—	—
	100,02	100,00	172,40
			— 2,21 O za OH
			170,19 O
			+ 4,42 OH
			174,61 (O + OH) ionov

CIPW

Normativna sestava
 Normative Zusammensetzung

Q — 34,28	Sal = $\frac{96,73}{2,42} = 40$	I
C — 0,90		
or — 7,07		
ab — 52,95	$\frac{Q}{F} = \frac{34,28}{61,55} = 0,56$	4
an — 1,53		
ky — 0,68	$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'} = \frac{1137}{55} = 20,7$	1
mt — 1,44		
he — 0,13		
il — 0,14	$\frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{127}{1010} = 0,13$	5
ap — 0,03		

CIPW I 415

* Alkalijske so določili s pomočjo plamenske fotometrične metode na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani.

Nigglijevi parametri:	al = 46,2	si = 462,3
Niggli-Werte:	fm = 102	ti = 0,36
	c = 2,2	p = 0,04
	alk = 41,4	k = 0,11
	100,0	mg = 0,25
		c/fm = 0,21
		qz = +149,8
		t = + 2,6
		alk/al — alk = + 8,6

Parametri Zavarickega:	a = 14,7	a' = 33,3	n = 88,6
Zavaricki-Parameter:	c = 0,4	f' = 50,0	t = 0,1
	b = 2,7	m' = 16,7	q = 33,3
	s = 82,2	Q = + 34,6	

tivno, prav tako ima visoko pozitivno vrednost tudi parameter qz. Kamenina je prenasršena z glinico (parameter t pozitiven!).

Primerjajmo sedaj parametre naše kamenine s parametri Nigglijevih magmatskih tipov, kakor jih navaja Tröger (1935, 341). Pozitivno razmerje alk/al — alk vsekakor potrjuje, da spada kamenina iz Dedkovega kamnoloma v pacifično provinco, ker se še najbolj ujema z aplitno granitnim tipom magme, predvsem glede parametrov si, mg, fm. Toda po parametrih c in k se naša kamenina približuje alkalno granitnemu tipu magme atlantske province.

Iz parametrov Zavarickega razberemo:

1. Kamenina je prenasršena s kremenico (+Q).
2. Kamenina je sicer bogata z alkalijami, vendar z njimi ni prenasršena.
3. Kamenina je z glinico prenasršena, zanjo velja odnos $Al_2O_3/CaO + Na_2O + K_2O$ (parameter a').

Ako primerjamo parametre naše kamenine s parametri kremenovega keratofira, ki ga navaja Zavaricki (1954, 375), potem vidimo, da se skoraj popolnoma ujemajo.

S pomočjo kemične analize pridemo prav tako kot po mikroskopski preiskavi do zaključka, da je vzorec iz Dedkovega kamnoloma v dolini Kamniške Bistrice kremenov keratofir.

2. Vzorec izpod Kamniškega vrha nad kmetijo Slevo

Na poti iz Stahovice proti Krvavcu, kmalu nad kmetijo Slevo v dolini Bistričice, opazimo, da je erozija močno načela južno pobočje Kamniškega vrha. V grapi pod tem vrhom, v višini kakih 900 m, najdemo manjšo golico zelenega kremenovega keratofira, ki se po barvi ostro loči od triadnih usedlin, ki ga obdajajo.

Za vzorec izpod Kamniškega vrha je značilna izrazita oligofirska struktura, kajti samo 2% obruska pripada vtrošnikom, ki so sami plagioklazi. Izmeriti smo mogli samo dve zrni — eno vsebuje 4% an, drugo pa

2. tabela — Tabelle 2

Kremenov keratofir izpod Kamniškega vrha nad kmetijo Slevo
Quarzkeratophyr von Kamniški vrh beim Bauernhof Slevo

Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozente

Analitik: Ernest Faninger.

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	76,78	Si ⁴⁺ = 76,78	153,56
TiO ₂	0,09	Ti ⁴⁺ = 0,05	0,10
Al ₂ O ₃	10,83	Al ³⁺ = 12,15	18,23
Fe ₂ O ₃	0,48	Fe ³⁺ = 0,33	0,50
FeO	0,75	Fe ²⁺ = 0,60	0,60
MnO	0,02	Mn ²⁺ = 0,01	0,01
MgO	0,52	Mg ²⁺ = 0,72	0,72
CaO	0,05	Ca ²⁺ = 0,06	0,06
Na ₂ O*	4,26	Na ⁺ = 7,85	3,93
K ₂ O*	1,21	K ⁺ = 1,45	0,73
P ₂ O ₅	—	—	—
H ₂ O ⁺	0,90	(2,36)	—
H ₂ O ⁻	0,18		—
	99,98	100,00	178,44
			— 2,86 O za OH
			175,58 O
			+ 5,72 OH
			181,20 (O + OH) ionov

CIPW

Normativna sestava
 Normative Zusammensetzung

Q = 49,98	Sal = $\frac{95,94}{2,99} = 32,1$ I
C = 2,41	Fem = $\frac{49,98}{43,55} = 1,2$ 3
or = 7,29	
ab = 35,97	
an = 0,29	
hy { en = 1,26	$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'} = \frac{817}{10} = 81,7$ 1
fs = 0,90	
mt = 0,69	$\frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{131}{686} = 0,19$ 4
il = 0,14	

CIPW 1314

* Alkalije so določili s pomočjo plamenske fotometrične metode na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani.

Nigglijevi parametri:	al = 48,4	si = 614,0
Niggli-Werte:	fm = 13,7	ti = 0,5
	c = 0,5	k = 0,16
	alk = 37,4	mg = 0,43
	100,0	qz = +367,4
		c/fm = 0,04
		t = + 10,5
		alk/al — alk = +3,4

Parametri Zavarickega:	a = 10,3	a' = 60,5	n = 84,1
Zavaricki-Parameter:	c = 0,1	f' = 22,4	t = 0,07
	b = 4,8	m' = 17,1	φ = 7,9
	s = 84,8	Q = +48,9	

13 % an. Kremenata kakor tudi prvotnih femičnih mineralov ni videti med vtrošniki. Osnova je prekrystalizirana in tako drobno zrnata, da ni mogoče določiti njene sestave. Ugotovili smo le zrnca klorita in prstene agregate.

Kemične lastnosti kamenine so podane v 2. tabeli.

Magmatski parametri vzorca izpod Kamniškega vrha nam povedo, da je kamenina kremenov keratofir, ki se odlikuje po izredno veliki množini kremenice in zelo majhni količini kalcija.

V zvezi z imenom kremenov keratofir je še vredno razčistiti vprašanje, kakšna je razlika med kremenovim keratofinom in keratofinom. To vprašanje se pojavlja v zvezi z mikroskopskim preiskovanjem, kajti kremen ponekod nastopa kot vtrošnik v večjih količinah, drugod v manjših, ali pa sploh ne. Tako imenuje Nikitin (Dolar-Mantuan, 1941) wengenske magmatske kamenine v Kamniških Alpah »keratofire s kremenom ali brez njega«. Da bi odgovorili na to vprašanje, smo preračunali vse kemične analize kremenovih keratofirov in keratofirov, ki jih navaja Rosenbusch (1923, 366 in 378) na parametre Zavarickega. Pri tem smo našli, da imajo vsi kremenovi keratofiri visoko pozitivno vrednost za parameter Q (srednja vrednost okoli 30). Kremenovi keratofiri so povečini z glinico prenasajeni, nikoli pa ne z alkalijami. Nasprotno pa so keratofiri s kremenico samo nasičeni (srednja vrednost 3), so pa zelo bogati z alkalijami in povečini z njimi prenasajeni. Torej je normativni kremen eden od odločilnih faktorjev za razlikovanje med kremenovimi keratofiri in keratofiri. Če ima kamenina mnogo normativnega kremenata, jo lahko imenujemo kremenov keratofir, ne glede na to, ali se kremen dejansko pojavlja v modalni sestavi kot vtrošnik ali ne. V tem smislu je vzorec izpod Kamniškega vrha kremenov keratofir, kljub temu da nima kremenovih vtrošnikov.

3. Magmaške kamenine v kokrškem kamnolomu

Makroskopsko in mikroskopsko smo raziskali več vzorcev predornin iz kokrškega kamnoloma in pri tem ugotovili, da je treba razlikovati tri vrste kamenin:

3. tabela — Tabelle 3
Kremenov porfirit, vzorec Kokra — 2, kokrški kamnolom
Quarzporphyrit, Probe Kokra — 2, Steinbruch Kokra

Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozente

Analytiker: Ernest Faninger.

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	67,97	Si ⁴⁺ = 68,17	136,34
TiO ₂	0,43	Ti ⁴⁺ = 0,32	0,64
Al ₂ O ₃	13,60	Al ³⁺ = 16,09	24,14
Fe ₂ O ₃	0,86	Fe ³⁺ = 0,64	0,96
FeO	1,58	Fe ²⁺ = 1,32	1,32
MnO	0,10	Mn ²⁺ = 0,06	0,06
MgO	0,55	Mg ²⁺ = 0,81	0,81
CaO	5,20	Ca ²⁺ = 5,61	5,61
Na ₂ O*	2,44	Na ⁺ = 4,74	2,37
K ₂ O*	1,72	K ⁺ = 2,20	1,10
P ₂ O ₅	0,05	P ⁵⁺ = 0,04	0,10
H ₂ O*	2,19	(7,32)	—
H ₂ O ⁻	0,32	—	—
CO ₂	2,95	(4,04)	—
	99,96	100,00	173,45
			— 7,32 O za OH
			— 4,04 O za CO ₃
			162,09 O
			+ 14,64 OH
			+ 4,04 CO ₃
			180,77 (O + OH + CO ₃) ionov

CIPW

Normativna sestava
 Normative Zusammensetzung

Q	= 35,65			
or	= 10,13			
ab	= 20,66			
an	= 20,97			
di	{	wo	= 1,89	
		en	= 0,86	
		fs	= 1,02	
hy	{	en	= 0,49	
		fs	= 0,55	
mt	= 1,30			
il	= 0,80			
ap	= 0,13			
		Sal	= $\frac{87,41}{7,04}$	= 12,4 I
		Fem		
		Q	= $\frac{35,65}{51,76}$	= 0,67 3
		F		
		$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'}$	= $\frac{576}{754}$	= 0,76 3
		K ₂ O	= $\frac{182}{394}$	= 0,46 4
		Na ₂ O		

CIPW I 3' 3 4

* Alkalije so določili s pomočjo plamenske fotometrične metode na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani, CO₂ pa po Scheiblerjevi metodi na Kmetijskem pospeševalnem zavodu v Mariboru.

Nigglijevi parametri:	al = 40,0	si = 341,0
Niggli-Werte:	fm = 14,8	ti = 1,5
	c = 28,0	p = 0,12
	<u>alk = 17,2</u>	k = 0,32
		mg = 0,29
		c/fm = 1,89
		qz = +172,2
		t = - 5,2
	alk/al — alk = + 0,75	

Parametri Zavarickega:	a = 8,2	f' = 53,0	n = 68,4
Zavaricki-Parameter:	c = 5,5	m' = 21,2	t = 0,44
	b = 4,7	c' = 25,8	φ = 18,2
	<u>s = 81,6</u>		Q = +41,3

I. Kamenina s porfirsko strukturo in srednje kislimi plagioklazi kot vtrošniki je kremenov porfirit; označujemo jo s »Kokra — 2«.

II. Kamenino s porfirsko strukturo, srednje kislimi plagioklazi kot vtrošniki in številnimi še relativno dobro ohranjenimi biotitovimi zrni, imenujemo kremenov biotitni porfirit in jo označujemo s »Kokra — 4«.

III. Zelena kamenina porfirske strukture z močno kalцитiziranimi albiti kot vtrošniki. Prvotnih femičnih mineralov ni več videti. Osnova je kriptokristalna in vsebuje tudi večja zrna kremenca in glinencev. Raziskav tega tipa kamenine v kokrškem kamnolomu še nismo končali; iz dosedanjih raziskav domnevamo, da je ta vrsta kamenin nastala s pomočjo spilitne reakcije iz kremenovega biotitnega porfirita in je torej albitiziran kremenov porfirit.

Kremenov porfirit (vzorec Kokra — 2)

Vzorec Kokra-2 je zelen in ima porfirsko strukturo. Do nekaj mm veliki vtrošniki pripadajo srednje kislim plagioklazom, njihova srednja vrednost znaša 41 % an (andezin). Kremen ne nastopa kot vtrošnik, temveč le v osnovi. Od femičnih mineralov je videti redka že zelo izpremenjena zrna biotita. Osnova je drobno zrnata, sestavljajo jo glinenci, kremen, klorit, limonit in kalцит. Plagioklazovi vtrošniki kažejo močno kalцитizacijo. Kolikor preprezajo kamenino žile, so te iz kalcita.

Kationski odstotki povedo, da je vzorec Kokra — 2 bogat s kalcijem, po čemer se zelo razlikuje od kremenovih keratofirov. Nadaljnja značilnost je še velika količina CO₂.

Po sistemu CIPW dobimo formulo I 3' 3 4. Razmerje med normativnimi saličnimi in femičnimi minerali je pomaknjeno daleč v prid saličnim mineralom — lastnost, ki je tipična za granitno skupino; v tem se vzorec Kokra — 2 ujema s kremenovimi keratofiri. Toda pri oddelkih je velika razlika: oddelek 3 ustreza dioritni skupini. In ker ima vzorec Kokra — 2 še večjo količino proste kremenice (vrsta 3), pride zanj kot za paleotipno predornino v poštevedino edino ime kremenov porfirit. Tipični kremenov por-

firit, kot ga navaja Tröger (1935, primer 149), ima formulo (I) II. 3 (4). 3. 3 (4). Naša kamenina se ujema z vsemi parametri te formule razen s prvim, kar pomeni, da je vzorec Kokra — 2 bolj leukokratni kot tipični kremenov porfirit.

Po Nigglijevih parametrih spada naša kamenina v pacifično magmatsko skupino. Po parametrih si in fm ustreza leukokratnemu kremenovodioritnemu tipu magme, po parametru alk kremenovodioritnemu, po parametru k pa zavzema vmesno lego med granodioritnim in kremenovodioritnim tipom magme.

Parametri Zavarickega povedo, da se vzorec Kokra — 2 po parametru b (femična komponenta) približuje kremenovemu keratofiru, od katerega se pa ostro loči po manjšem parametru a (alkalije) in velikem parametru c (kalcij v glinencih). Tudi pri sestavi normativnih femičnih mineralov vidimo razliko, kajti pri vzorcu Kokra — 2 nastopa parameter c' (kalcij kot komponenta femičnih mineralov), vendar temu ne smemo posvetiti večje pozornosti, kajti parametri Zavarickega ne upoštevajo CO₂, ki ga je v vzorcu Kokra — 2 precej (72 % vseh kalcijevih atomov bi lahko vezali v kalcit). Zato torej parametri Zavarickega ne kažejo popolnoma dejanskega stanja kemizma kamenine.

Na splošno lahko torej trdimo, da je vzorec Kokra — 2 kremenov porfirit, ki se odlikuje po posebni leukokratnosti. Kamenina je bila v post-vulkanski fazi precej metamorfozirana, na kar sklepamo iz kalcitizacije plagioklazov in kloritizacije prvotnih femičnih mineralov.

Kremenov biotitni porfirit (vzorec Kokra — 4)

Kamenina je rjavkasto rdeča in ima porfirsko strukturo. Vtrošnikom pripada 25 % obruska, in sicer 1 % kremenu, ostalo plagioklazom srednje vrednosti 44 % an. Od femičnih mineralov nahajamo biotit. Osnova je drobno zrnata. Zaradi majhnih zrn njene sestave ni mogoče točno določiti, sestavljajo pa jo gotovo glinenci in kremen. Določiti smo mogli le biotit, klorit in agregate limonita, ki daje kamenini barvo.

Po mikroskopskem opisu imenujemo vzorec Kokra — 4 kremenov biotitni porfirit. Njegove kemične lastnosti so podane v 4. tabeli.

Kemična analiza kakor tudi kationski odstotki potrjujejo, da lahko uvrstimo tudi vzorec Kokra — 4 med kremenove porfirate. Od vzorca Kokra — 2 se razlikuje le po tem, da ima manj kalcija ter več železa in magnezija.

Po sistemu CIPW dobimo formulo I 3' 3 3. Vzorec Kokra — 4 se v redu, oddelku in pododdelku popolnoma ujema s tipičnim kremenovim porfiritom, ki ga navaja Tröger (1935, primer 149), glede razreda pa delno odstopa zaradi večje leukokratnosti. Normativni plagioklaz ima 45 % an, v čemer se zelo lepo ujema z modalnim.

Nigglijevi parametri uvrščajo vzorec Kokra — 4 v pacifično magmatsko provinco. Magmaški tipi, ki bi prišli v poštev za našo kamenino, so leukokratni kremenovodioritni, granodioritni in kremenovodioritni tip magme (Tröger, 1935, 341).

4. tabela — Tabelle 4

Kremenov blotitni porfirit, vzorec Kokra — 4, kokrški kamnolom

Quarzblotitporphyrit, Probe Kokra — 4, Steinbruch Kokra

 Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozente

Analitik: Ernest Faninger.

	Utežni % Gewichts %	Kationen % Kationski %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	66,79	Si ⁴⁺ = 66,11	132,22
TiO ₂	0,49	Ti ⁴⁺ = 0,35	0,70
Al ₂ O ₃	14,39	Al ³⁺ = 16,82	25,23
Fe ₂ O ₃	2,46	Fe ³⁺ = 1,82	2,73
FeO	1,79	Fe ²⁺ = 1,48	1,48
MnO	0,05	Mn ²⁺ = 0,03	0,03
MgO	1,30	Mg ²⁺ = 1,90	1,90
CaO	3,52	Ca ²⁺ = 3,71	3,71
Na ₂ O*	2,29	Na ⁺ = 4,38	2,19
K ₂ O*	2,65	K ⁺ = 3,33	1,67
P ₂ O ₅	0,08	P ⁵⁺ = 0,07	0,18
H ₂ O ⁺	2,41	(7,94)	—
H ₂ O ⁻	0,46		
CO ₂	1,44	(1,95)	—
	100,12	100,00	172,04
			— 7,94 O za OH
			— 1,95 O za CO ₃
			162,15 O
			+ 15,88 OH
			+ 1,95 CO ₃
			179,98 (O + OH + CO ₃) ionov

CIPW

Normativna sestava

Normative Zusammensetzung

Q	= 33,84	Sal	= 87,34	= 10,6	I
C	= 1,54	Fem	= 8,23		
or	= 15,86	Q	= 33,84	= 0,65	3'
ab	= 19,30	F	= 51,96		
an	= 16,80	K ₂ O' + Na ₂ O'	= 653	= 1,08	3
hy {	en = 3,21	CaO'	= 604		
	fs = 0,51	K ₂ O	= 285	= 0,77	3
	mt = 3,61	Na ₂ O	= 368		
	il = 0,90				
	ap = 0,20				

CIPW 13'33

* Alkalijske so določili s pomočjo plamenske fotometrične metode na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani, CO₂ pa po Schelllerjevi metodi na Kmetijskem pospeševalnem zavodu v Mariboru.

Nigglijevi parametri:	al = 39,4	si = 313,4
Niggli-Werte:	fm = 25,1	li = 1,68
	c = 17,3	p = 0,17
	<u>alk = 18,2</u>	k = 0,43
		mg = 0,36
		c/fm = 0,69
		qz = +140,6
		t = + 3,9
		alk/al — alk = + 0,9

Parametri Zavarickega:	a = 9,1	a' = 23,7	n = 56,9
Zavaricki-Parameter:	c = 4,3	f' = 49,2	t = 0,54
	b = 8,3	m' = 27,1	q = 27,1
	<u>s = 78,3</u>		Q = +34,1

Nizka vrednost parametra alk približuje našo kamenino kremenovodioritnemu tipu magme, bistveno pa se loči od njega po parametru k, ki popolnoma ustreza granodioritnemu tipu magme. Temu tipu se naša kamenina približuje še po femični komponenti (fm) in delno tudi po pozitivni vrednosti diference al-fm, ki pa že kaže prehod k leukokratnemu kremenovodioritnemu tipu magme. Po visoki vrednosti si ustreza leukokratnemu kremenovodioritnemu tipu magme, od katerega se pa zopet ostro loči po nizki vrednosti parametra alk in višji za k. Na splošno se še naša kamenina najbolj ujema z granodioritnim tipom magme in jo zato kot paleotipno predornino imenujemo kremenov porfirit oziroma kremenov biotitni porfirit, če upoštevamo še mikroskopske podatke.

Iz parametrov Zavarickega je razvidno, da je kamenina prenasličena z glinico, ki pride tako v sestav femičnih mineralov.

4. Magmatske kamenine na Štularjevi planini

Na Štularjevi planini je Graber ugotovil avgitni porfirit (Grabber, 1929). Kamenine so povečini rjave in jih lahko razdelimo v dve skupini: Pri enih je struktura izrazito porfiriska z nekaj mm velikimi vtrošniki glincev; pri drugih je struktura prav tako porfiriska, vendar so vtrošniki manjši od 1/2 mm. Meja med obema vrstama kamenin je ostra. Druge skupine nismo natančneje preiskali, ugotovili smo le, da imajo plagioklazi pozitivno Beckejevo črto in da so femični minerali že zelo razkrojeni, tako da jih ni več mogoče določiti.

Prva skupina kamenin je najpogostnejša. Njen mikroskopski opis je naslednji: Kamenina je rjava in ima izrazito porfirsko strukturo. Do 25% obruska pripada vtrošnikom, ki so plagioklazi srednje vrednosti 43,4% an. Plagioklazovi vtrošniki so do 5 mm veliki in so delno kalcitizirani in kloritizirani. Kremena ni med vtrošniki, prav tako tudi ne femičnih mineralov. Osnova je mikrokristalna, njenega sestava — razen agregatov limonita — ni mogoče določiti.

Kemične lastnosti vzorca s Štularjeve planine so podane v 5. tabeli.

Magmatske kamenine v Kamniških alpah in pri Laškem
Magmatische Gesteine in Kamniške Alpe und bei Laško

I. tabla — Tafel I

1. slika

Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice. Kremenov keratofir; kremenov vtrošnik v drobno zrnati osnovi. Navzkrižni nikoli. 120 ×.

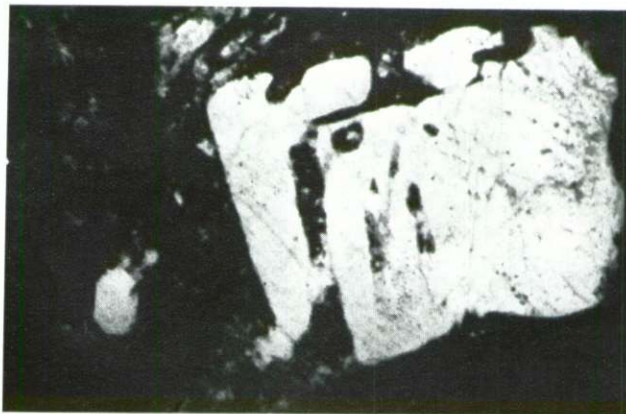


Abb. 1

Steinbruch Dedek im Tale der Kamniška Bistrice. Quarzkeratophyr; Quarzeinsprengling in feinkörniger Grundmasse. Gekreuzte Nicols. 120 ×.

2. slika

Kokrški kamnolom. Vzorec Kokra-4. Kremenov biotitni porfirit; plagioklazov in kremenov vtrošnik v drobno zrnati osnovi. Navzkrižni nikoli. 120 ×.

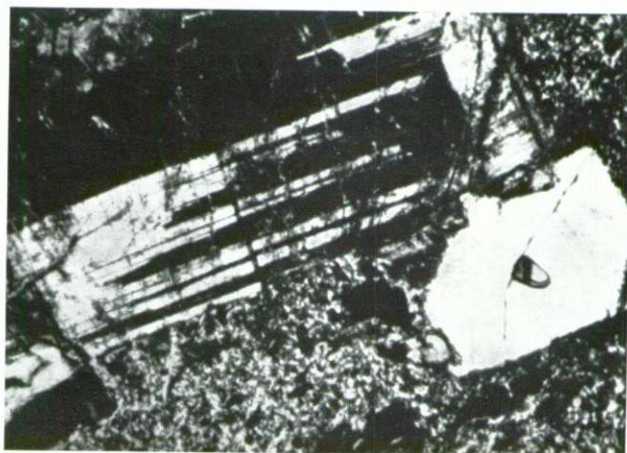


Abb. 2

Steinbruch Kokra. Probe Kokra-4. Quarzbiotitporphyrit; Plagioklas- und Quarzeinsprengling in feinkörniger Grundmasse. Gekreuzte Nicols. 120 ×.

3. slika

Kokrški kamnolom. Vzorec Kokra-4. Kremenov biotitni porfirit; biotitov vtrošnik in biotit v osnovi. Vzporedni nikoli. 120 ×.

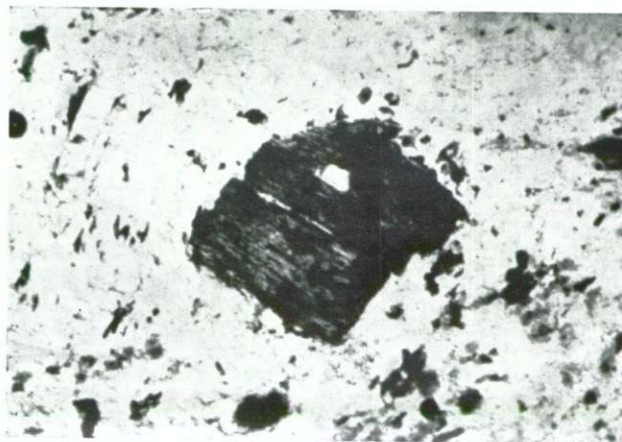
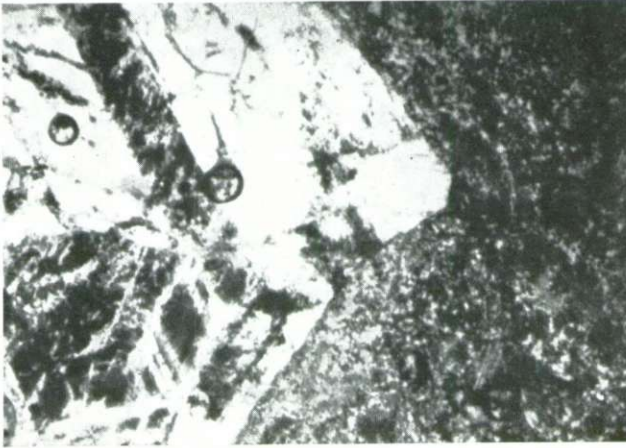


Abb. 3

Steinbruch Kokra. Probe Kokra-4. Quarzbiotitporphyrit; Biotiteinsprengling und Biotit in feinkörniger Grundmasse. Parallele Nicols. 120 ×.

II. tabla — Tafel II

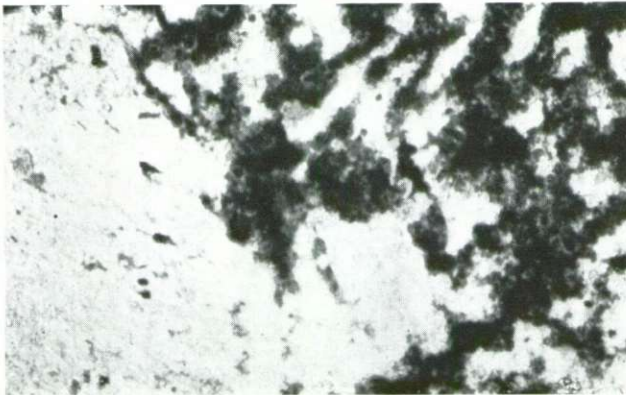


1. slika

Kokrški kamnolom. Vzorec Kokra-2. Kremenov porfirit; plagioklazov vtrošnik v drobno zrnati osnovi. Navzkrižni nikoli. 120 ×.

Abb. 1

Steinbruch Kokra. Probe Kokra-2. Quarzporphyrit; Plagiokraseinsprengling in feinkörniger Grundmasse. Gekreuzte Nicols. 120 ×.

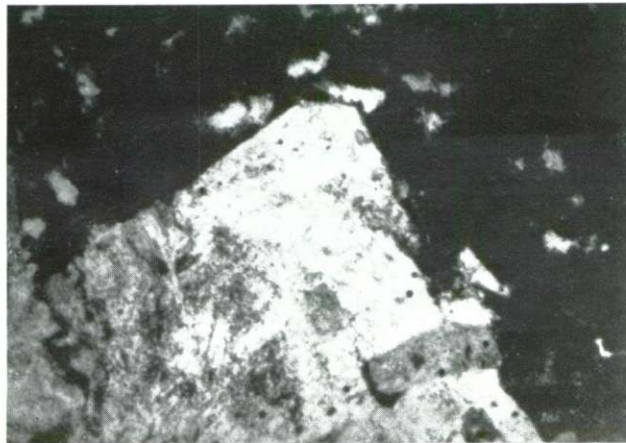


2. slika

Kokrški kamnolom. Vzorec Kokra-3. Albitiziran kremenov porfirit; albitov vtrošnik v kriptokristalni osnovi, v kateri so tudi večja zrnca kremenca in glinencev. Vzporedni nikoli. 120 ×.

Abb. 2

Steinbruch Kokra. Probe Kokra-3. Albitisierter Quarzporphyrit; Albitinsprengling in kryptokristaller Grundmasse, die auch größere Quarz- und Feldspatkörner enthält. Parallele Nicols. 120 ×.



3. slika

Kokrški kamnolom. Vzorec Kokra-3. Albitiziran kremenov porfirit; albitov vtrošnik v kriptokristalni osnovi, v kateri so tudi večja zrnca kremenca in glinencev. Navzkrižni nikoli. 120 ×.

Abb. 3

Steinbruch Kokra. Probe Kokra-3. Albitisierter Quarzporphyrit; Albitinsprengling in kryptokristaller Grundmasse, die auch größere Quarz- und Feldspatkörner enthält. Gekreuzte Nicols. 120 ×.

5. tabela — Tabelle 5

Kremenov porfirit, Štularjeva planina
Quarzporphyrit, Štularjeva planina

Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozent

Analitik: Ernest Faninger.

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	63,27	Si ⁴⁺ = 59,81	119,62
TiO ₂	0,78	Ti ⁴⁺ = 0,56	1,12
Al ₂ O ₃	18,11	Al ³⁺ = 20,16	30,24
Fe ₂ O ₃	3,00	Fe ³⁺ = 2,16	3,24
FeO	1,13	Fe ²⁺ = 0,94	0,94
MnO	0,03	Mn ²⁺ = 0,02	0,02
MgO	0,63	Mg ²⁺ = 0,88	0,88
CaO	3,51	Ca ²⁺ = 3,53	3,53
Na ₂ O*	5,49	Na ⁺ = 10,08	5,04
K ₂ O*	1,49	K ⁺ = 1,81	0,91
P ₂ O ₅	0,06	P ⁵⁺ = 0,05	0,13
H ₂ O ⁺	1,63	(5,14)	—
H ₂ O ⁻	0,18	—	—
CO ₂	0,84	(1,07)	—
	100,20	100,00	165,67
			— 5,14 O za OH
			— 1,07 O za CO ₃
			<u>159,46 O</u>
			+ 10,28 OH
			+ 1,07 CO ₃
			<u>170,81 (O + OH + CO₃) ionov</u>

CIPW

Normativna sestava

Normative Zusammensetzung

Q = 17,29	Sal = 90,91	= 13,5	I
C = 1,27	Fem = 6,73		
or = 8,85	Q = 17,29	= 0,24	4
ab = 46,56	F = 72,35		
an = 16,94	K ₂ O' + Na ₂ O' = 1047	= 1,72	2'
hy = 1,57	CaO' = 609		
mt = 1,64	K ₂ O = 159	= 0,18	4
hm = 1,90	Na ₂ O = 888		
il = 1,49			
ap = 0,13			

CIPW 1 4 2' 4

* Alkalije so določili s pomočjo plamenske fotometrične metode na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije v Ljubljani, CO₂ pa po Scheiblerjevi metodi na Kmetijskem pospeševalnem zavodu v Mariboru.

Nigglijevi parametri:	al = 42,8	si = 253
Niggli-Werte:	fm = 17,1	ti = 2,4
	c = 14,9	p = 0,10
	alk = 25,2	k = 0,15
		mg = 0,23
		c/fm = 0,87
		qz = +52,3
		t = + 2,7
	alk/al — alk = + 1,43	

Parametri Zavarickega:	a = 14,7	a' = 23,7	n = 84,8
Zavaricki-Parameter:	c = 4,3	f' = 59,1	t = 0,94
	b = 6,5	m' = 17,2	φ = 40,9
	s = 74,5		Q = +15,3

Po ionskih odstotkih vidimo, da je vzorec s Štularjeve planine bogat s kalcijem in alkalijami.

Formula sistema CIPW še najbolj ustreza kremenovemu porfiritu, razlikuje se deloma od njega le v prvem parametru, ki kaže na večjo leukokratnost, kar smo ugotovili tudi pri vzorcih Kokra — 2 in Kokra — 4.

Po vrednosti Nigglijevga parametra si se vzorec s Štularjeve planine približuje kremenovodioritnemu tipu magme, od katerega se loči po večji vrednosti parametrov alk in al ter manjši vrednosti parametra fm, po čemer se bolj približuje leukokratnemu kremenovodioritnemu tipu.

Na splošno se vzorec s Štularjeve planine razlikuje od kremenovih porfiritov iz kokrškega kamnoloma po mnogo nižji vrednosti parametra qz, tako da že nastane vprašanje, ali je vzorec s Štularjeve planine sploh kremenov porfirit ali pa porfirit. Ako primerjamo Nigglijeva parametra si in qz naše kamenine z ustreznima parametroma kremenovodioritnega in normalnega dioritnega tipa, vidimo, da se ujema s kremenovodioritnim tipom. Zato smemo trditi, da je predornina s Štularjevga vrha kremenov porfirit, ki pa je že zelo reven s prostim normativnim kremenom.

Tudi s pomočjo parametrov Zavarickega pridemo do podobnega zaključka. Parameter Q, ki pove, koliko odstotkov vseh kationov pripada prostim silicijevim kationom, ima pri vzorcu s Štularjeve planine vrednost +15,3. Pri kremenovih porfiritih, ki jih navaja Rosenbusch (1923, 399), pa dobimo za Q vrednosti +19,1, +22,2 in +27,8. Srednja vrednost za Q je +23, od katere se parameter naše kamenine že precej oddaljuje. Vendar iz razloga, ker se Nigglijeva parametra si in qz ujemata s kremenovodioritnim tipom magme, smemo še našo kamenino imenovati kremenov porfirit.

5. Magmatske kamenine v okolici Laškega

Kremenov keratofir, vzorec E₁, Laško

Mikroskopski opis vzorca najdemo v Hamrlovi razpravi (1954). Kot dopolnilo h kemični preiskavi ponovimo njegove glavne značilnosti:

6. tabela — Tabelle 6

Kremenov keratofir, vzorec E₁, Laško

Quarzkeratophyr, Probe E₁, Laško

Kemična analiza in kationski odstotki
Chemische Analyse und Kationenprozente

Analitik: ing. Saša Kandare

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	73,7	Si ⁴⁺ = 69,72	139,44
TiO ₂	0,15	Ti ⁴⁺ = 0,12	0,24
Al ₂ O ₃	13,6	Al ³⁺ = 15,17	22,76
Fe ₂ O ₃	0,63	Fe ³⁺ = 0,47	0,71
FeO	0,93	Fe ²⁺ = 0,76	0,76
MnO	0,01	Mn ²⁺ = 0,01	0,01
MgO	1,08	Mg ²⁺ = 1,51	1,51
CaO	0,50	Ca ²⁺ = 0,51	0,51
Na ₂ O	3,83	Na ⁺ = 7,04	3,52
K ₂ O	3,87	K ⁺ = 4,68	2,34
F ₂ O ₃	0,013	P ⁵⁺ = 0,01	0,03
H ₂ O ⁺	0,42	(1,32)	—
H ₂ O ⁻	0,16	—	—
CO ₂	0,37	(0,48)	—
S pod	0,01	—	—
	99,27	100,00	171,83
			— 1,32 O za OH
			— 0,48 O za CO ₂
			<u>170,03 O</u>
			+ 2,64 OH
			+ 0,48 CO ₂
			<u>173,15 (O + OH + CO₂) ionov</u>

CIPW

Normativna sestava

Normative Zusammensetzung

Q	= 34,13	Sal	= 94,06	= 19,2	I
C	= 2,21	Fem	4,90		
or	= 22,93	Q	34,17	= 0,59	"4
ab	= 32,40	F	57,72		
an	= 2,39	K ₂ O' + Na ₂ O'	1030	= 12,0	1
hy {	cn = 2,71	CaO'	86		
	fs = 0,94	K ₂ O	412	= 0,67	3'
	mt = 0,93	Na ₂ O	618		
	il = 0,29				
	ap = 0,03				

CIPW I "4 1 3'

Nigglijevi parametri:	al — 42,2	si = 426
Niggli-Werte:	fm — 15,6	ti = 0,69
	c — 3,1	p = 0,04
	<u>alk — 35,1</u>	k = 0,40
		mg = 0,56
		c'/fm = 0,20
		qz = +185,6
		t = + 4,0
		alk/al — alk = + 4,9

Parametri Zavarickega:	a = 13,2	a' = 50,5	n = 60,4
Zavaricki-Parameter:	c = 0,6	f' = 22,0	t = 0,16
	b = 5,9	m' = 27,5	φ = 8,8
	<u>s = 80,3</u>		Q = +33,2

Kamenina ima oligofirsko strukturo. Kot vtrošniki nastopajo plagioklazi srednje vrednosti 4,4 % an. Tudi kremen nastopa kot vtrošnik. Osnova je drobno zrnata. Sestavljajo jo kremen, glinenci, klorit in neki nedoločljivi fenični minerali.

Kemične lastnosti vzorca E₁ podajamo v 6. tabeli.

Formula sistema CIPW ustreza po prvih treh parametrih kremenovemu keratofiru, po zadnjem pa delno odstopa, kajti pododdelek 3 je že značilen za kremenove porfire. Razmerje med natrijem in kalijem je torej pomaknjeno mnogo bolj v korist kaliju kot je to pri tipičnih kremenovih keratofirjih, ki imajo pododdelek 4 ali celo 5.

Slednje dejstvo lepo vidimo s pomočjo Nigglijevih parametrov. Pri povprečnem kremenovem keratofiru (Germovšek, 1953, 158) ima parameter k vrednost 0,15, pri kremenovem porfiru pa 0,5. Vzorec E₁ ima k = 0,4. Torej se vzorec E₁ glede razmerja med alkalijami zelo približuje kremenovim porfirom. Vendar je treba pripomniti, da lahko razmerje med alkalijami pri kremenovih keratofirih zelo variira; o tem se lahko prepričamo iz Rosenbuschovih analiz (1923, 366). Tako ima kremenov keratofir št. 16 za parameter k vrednost 5,2, ki je že značilna za kremenove porfire. In vendar prišteva Rosenbuch kamenino h kremenovim keratofirum, ker jim po mikroskopskem opisu ustreza. Iz tega razloga moramo tudi vzorec E₁ iz okolice Laškega prištevati h kremenovim keratofirum.

Vzorec E₁ kaže v normativni sestavi višek glinice (nastopanje parametra C pri sistemu CIPW, t pri Nigglijevih parametrih ima pozitivno vrednost in pri parametrih Zavarickega se pojavlja a'). Višek glinice si lahko razlagamo z asimilacijo glinastih skrilavcev med magmatiskim delovanjem in delno tudi z izpremembami, ki jih je utrpela kamenina po nastanku.

Kremenov keratofir, vzorec št. 1, Laško

Harmrla mi je odstopil v petrografsko obdelavo še analizo posebno svežega vzorca kremenovega keratofira, ki ga je označil s št. 1. Kamenina

7. tabela — Tabelle 7

Kremenov keratofir, vzorec št. 1. Laško
Quarzkeratophyr, Probe Nr. 1, LaškoKemična analiza in kationski odstotki
Chemische Analyse und Kationenprozente

Analitik: ing. Saša Kandare

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	73,9	Si ⁴⁺ = 69,67	139,34
TiO ₂	0,18	Ti ⁴⁺ = 0,15	0,30
Al ₂ O ₃	14,4	Al ³⁺ = 16,03	24,05
Fe ₂ O ₃	0,18	Fe ³⁺ = 0,15	0,23
FeO	1,22	Fe ²⁺ = 0,97	0,97
MnO	0,01	Mn ²⁺ = 0,01	0,01
MgO	0,61	Mg ²⁺ = 0,86	0,86
CaO	0,42	Ca ²⁺ = 0,42	0,42
Na ₂ O	3,67	Na ⁺ = 6,73	3,37
K ₂ O	4,16	K ⁺ = 4,99	2,50
P ₂ O ₅	0,024	P ⁵⁺ = 0,02	0,05
H ₂ O ⁺	0,56	(1,76)	—
H ₂ O ⁻	0,20	—	—
CO ₂	0,18	(0,43)	—
S pod	0,01	—	—
	99,72	100,00	172,10
			— 1,76 O za OH
			— 0,43 O za CO ₃
			<u>169,91 O</u>
			+ 3,52 OH
			+ 0,43 CO ₃
			<u>173,86 (O+OH+CO₃)</u>

CIPW

Normativna sestava

Normative Zusammensetzung

Q = 34,13	Sal = 94,76	= 23,69	1
C = 3,05	Fem = 4,00		
or = 24,65	Q = 34,13	= 0,59	4
ab = 31,04	F = 57,58		
an = 1,89	K ₂ O' + Na ₂ O' = 1035	= 15,2	1
hy { en = 1,54	CaO' = 68		
fs = 1,79	K ₂ O = 443	= 0,75	3
mt = 0,25	Na ₂ O = 592		
il = 0,35			
ap = 0,07			

CIPW I'413

Nigglijevi parametri:	al = 49,3	si = 430,1
Niggli-Werte:	fm = 11,9	ti = 1,05
	c = 2,4	p = 0,07
	<u>alk = 36,4</u>	k = 0,43
		mg = 0,44
		c/fm = 0,21
		qz = +184,5
		t = +10,5

$$\text{alk/al} - \text{alk} = + 2,9$$

Parametri Zavarickega:	a = 13,5	a' + 63,8	n = 56,7
Zavaricki-Parameter:	c = 0,4	f' = 20,2	t = 0,24
	b = 6,1	m' = 16,0	φ = 2,1
	<u>s = 80,0</u>		Q = +32,6

je izpod gradu nad Laškim in ima isto mikroskopsko karakteristiko kot vzorec E₁, kemične lastnosti pa so podane v 7. tabeli.

Parametri vzorca Laško št. 1 se v bistvu ujemajo z vzorcem Laško E₁, zato velja tudi zanj vse, kar je bilo prej rečeno. Torej je vzorec Laško št. 1 kremenov keratofir, ki se v kemičnih lastnostih približuje kremenovim porfirom. Razmerje med kalijem in natrijem je še bolj pomaknjeno v prid kaliju in kamenina je še bolj prenasočena z glinico.

Avgitni porfirit, vzorec 4 a, Laško

Natančen mikroskopski opis vzorca 4 a najdemo v Hamrlovi razpravi (1954). Kamenina ima ofitsko strukturo. Paličasti glinenci pripadajo plagioklazom srednje vrednosti 38 % an, femični minerali pa avgitu. Poleg tega vsebuje kamenina manjše količine kremenca in minerala, ki pripada verjetno olivinu. Pojavljajo se še limonit, kalcit in klorit.

Kemične lastnosti vzorca Laško 4 a podajamo v 8. tabeli.

Če primerjamo Nigglijeve magmatske parametre in formulo po sistemu CIPW vzorca 4 a s formulami dioritnega, gabrodioritnega in gabroidnega magmatskega tipa, kot jih navaja Tröger (1935, 340), vidimo, da se naša kamenina zelo ujema z gabrodioritnim tipom, kar lepo kaže 9. tabela.

Gabrodioritna magma zavzema vmesno lego med dioritno in gabrovo. Nastane vprašanje, kako naj imenujemo ustrezno predornino, ki ima ofitsko strukturo in modalne plagioklaze z 38 % an.

Za evropske petrografe so merodajni modalni plagioklazi. Če ima njihova srednja vrednost manj kot 50 % an, spada kamenina v dioritno skupino, če pa več, potem v gabrovo. V smislu evropskih petrografov je vzorec 4 a porfirit.

Ameriški petrografi uporabljajo pri razmejitvi kamenin med dioritno in gabrovo skupino vsoto vseh normativnih femičnih mineralov, ki jih

8. tabela — Tabelle 8
Avgitni porfirit, vzorec 4 a, Laško
Augitporphyrit, Probe 4 a, Laško

Kemična analiza in kationski odstotki Chemische Analyse und Kationenprozente			
Analitik: ing. Saša Kandare			
	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	49,4	Si ⁴⁺ = 47,31	94,62
TiO ₂	2,40	Ti ⁴⁺ = 1,72	3,44
Al ₂ O ₃	16,3	Al ³⁺ = 18,39	27,59
Fe ₂ O ₃	4,07	Fe ³⁺ = 2,91	4,37
FeO	7,17	Fe ²⁺ = 5,73	5,73
MnO	0,09	Mn ²⁺ = 0,05	0,05
MgO	4,60	Mg ²⁺ = 6,55	6,55
CaO	9,72	Ca ²⁺ = 9,98	9,98
Na ₂ O	3,76	Na ⁺ = 6,98	3,49
K ₂ O	0,29	K ⁺ = 0,33	0,17
P ₂ O ₆	0,054	P ⁵⁺ = 0,05	0,13
H ₂ O ⁺	0,80	(2,53)	—
H ₂ O ⁻	0,19	—	—
CO ₂	0,88	—	—
S	pod 0,01	—	—
	99,73	100,00	156,12
			— 2,53 O za OH
			— 1,13 O za CO ₃
			<u>152,46 O</u>
			+ 5,06 OH
			+ 1,13 CO ₃
			<u>158,65 (O + OH + CO₃) ionov</u>

CIPW

Normativna sestava
 Normative Zusammensetzung

Q	=	0,73						
or	=	1,73						
ab	=	31,77						
an	=	26,73						
di	{	wo	=	8,85				
		en	=	5,46				
		fs	=	2,37				
hy	{	en	=	6,08				
		fs	=	3,13				
mt	=	5,88						
il	=	4,55						
ap	=	0,13						
			Sal	=	$\frac{60,96}{36,89}$	=	1,65	"III
			Fem	=	$\frac{0,73}{60,23}$	=	0,01	5
			K ₂ O' + Na ₂ O'	=	$\frac{673}{961}$	=	0,68	3"
			CaO'	=	$\frac{31}{606}$	=	0,05	5

CIPW "III. 5 3" 5

Nigglijevi parametri:	al = 24,1	si = 125,4
Niggli-Werte:	fm = 40,2	ti = 4,52
	c = 26,1	p = 0,06
	<u>alk = 9,6</u>	k = 0,05
		mg = 0,43
		c/fm = 0,65
		qz = -13,0
		t = -11,6
	alk/al — alk = + 0,66	

Parametri Zavarickega:	a = 9,0	f' = 44,5	n = 95,3
Zavaricki-Parameter:	c = 6,8	m' = 33,1	t = 3,5
	b = 24,2	c' = 22,4	φ = 15,2
	<u>s = 60,0</u>		Q = -4,8

9. tabela — Tabelle 9

si	al	fm	c	alk	k	mg	alk/al-alk	magmatski tip	CIPW
155	29	35	22	14	0,28	0,48	0,93	dioritni	II. 5. 3. 4.
135	24	42	23	10	0,28	0,50	0,69	gabrodioritni	II III. 5. 4. 4.
108	21	52	21	6	0,20	0,55	0,40	gabroidni	III. 5. 4. 5

dobimo po sistemu CIPW. Če je ta vsota manjša od 37,5, spada kamenina v dioritno skupino, v nasprotnem primeru pa v gabrovo. Pri vzorcu 4 a je Fem = 36,89, torej jo moramo prištevati še v dioritno skupino in kot paleotipno predornino imenovati porfirit. Vendar vidimo, da je vrednost 36,89 zelo blizu mejne vrednosti, in tako tvori naša kamenina prehod med eno in drugo skupino.

Če upoštevamo poleg kemičnih podatkov še mikroskopske, moramo imenovati vzorec 4 a avgitni porfirit. Avgitni porfiriti tvorijo prehod med dioritno in gabrovo skupino. Zato jih Rosenbusch omenja pri družini andezitov in porfiritov (1923, I, 411) in tudi pri družini plagioklazovih bazaltov, melafirov in diabazov (1923, 427), kjer prišteva k avgitnim porfiritom triadne melafire brez plagioklazov med vtrošniki.

Da bi videli položaj, ki ga zavzema vzorec Laško 4 a proti dioritni in gabrovi skupini, si oglejmo še analize avgitnega andezita, avgitnega porfirita, melafira in diabaza, preračunane na parametre Zavarickega, kar je razvidno iz 10. tabele.

Avgitni andezit, naveden v razpredelnici, spada v dioritno skupino, melafir in diabaz pa v gabrovo. Avgitni porfirit, ki ga navaja Rosenbusch (1923, 409, primer št. 20), kaže večjo sorodnost z melafiro — gotovo je v Rosenbuschovem smislu »melafir, ki nima plagioklazov med vtrošniki« (1923, 427). Pri primerjavi vzorca laško 4 a s kameninami v razpredelnici vidimo, da je naša kamenina glede alkalij na vmesnem položaju med avgitnim porfiritom in diabazom, glede femične

10. tabela — Tabelle 10

Kamenina št.	Parametri								
	a	c	b	s	f'	m'	c'	n	Q
I.	11,6	6,3	13,4	68,7	53,4	38,1	8,5	69,5	+7,9
II.	10,3	5,7	20,2	63,8	34,0	52,0	14,0	69,3	+1,3
III.	10,0	7,1	22,6	60,3	47,8	38,1	14,1	73,2	-6,5
IV.	8,3	6,2	25,9	59,6	42,5	38,8	18,7	81,7	-3,6

- I. avgitni andezit (Zavaricki, 1954, str. 376)
 II. avgitni porfirit (Rosenbusch, 1923, str. 409, primer 20)
 III. melafir (Zavaricki, 1954, str. 376)
 IV. diabaz (Zavaricki, 1954, str. 376)

komponente in proste kremenice pa kaže večjo sorodnost z diabazom in melafiirom.

Zaključek je torej naslednji: Optična preiskava je pokazala, da je kamenina Laško 4 a avgitni porfirit, ker pripadajo plagioklazi andezinu. Po kemični preiskavi kaže kamenina vmesni položaj med dioritno in gabrovo magmatsko skupino. Primerjava s parametri diabaza in melafira pokaže celo večje približevanje slednjim kot pa tipičnim predstavnikom dioritne magme. Vendar lahko ime avgitni porfirit obdržimo, ker se to ime pojavlja tudi pri paleotipnih predorninah gabrove skupine.

Avgitni porfirit, vzorec 8, Laško

Optično je vzorec 8, ki ga je preiskal Hamrla (1954) zelo podoben vzorcu Laško 4 a. Glej podroben opis v navedeni literaturi. Kemične lastnosti pa so podane v 11. tabeli.

Kationski odstotki povedo, da je vzorec 8 podoben vzorcu 4 a; vendar se pri vzorcu 8 odstotek kalcijevih atomov zmanjša, natrijevih pa ustrezno poveča, kar pomeni odmik v smer dioritne magmatske skupine.

Niggljevi parametri kot tudi formula po sistemu CIPW še najbolj ustrezajo gabrodioritnemu tipu, edino pri parametru alk opazimo prehod k dioritnemu magmatskemu tipu. Na drugi strani pa zopet kaže parameter qz nasprotno tendenco, ker je celo bolj negativen kot pri vzorcu 4 a.

Na splošno lahko trdimo iz istih razlogov, kot smo jih omenili pri vzorcu 4 a, da je vzorec Laško 8 avgitni porfirit.

Medsebojna primerjava in razvoj opisanih kamenin

Vse opisane wengenske predornine lahko razdelimo v tri skupine: v kremenove keratofire, kremenove porfirite in avgitne porfirite. Kremenovi porfiriti nastopajo v Kamniških Alpah, avgitni porfiriti pri Laškem, kremenovi keratofiri pa na obeh območjih.

Pri primerjavi kremenovih keratofirov z obeh območij opazimo, da se mikroskopski podatki v glavnem ujemajo, edino pri kemičnih analizah

11. tabela — Tabelle 11
Avgilni porfirir, vzorec 8, Laško
Augitporphyrit, Probe 8, Laško

Kemična analiza in kationski odstotki
 Chemische Analyse und Kationenprozente

Analitik: ing. Saša Kandare

	Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂	49,6	Si ⁴⁺ = 47,99	95,98
TiO ₂	2,38	Ti ⁴⁺ = 1,73	3,46
Al ₂ O ₃	15,8	Al ³⁺ = 18,03	27,08
Fe ₂ O ₃	3,84	Fe ³⁺ = 2,81	4,22
FeO	7,38	Fe ²⁺ = 5,97	5,97
MnO	0,06	Mn ²⁺ = 0,03	0,03
MgO	4,73	Mg ²⁺ = 6,84	6,84
CaO	7,42	Ca ²⁺ = 7,69	7,69
Na ₂ O	4,34	Na ⁺ = 8,14	4,07
K ₂ O	0,54	K ⁺ = 0,68	0,34
P ₂ O ₅	0,092	P ⁵⁺ = 0,07	0,18
H ₂ O ⁺	1,91	(6,14)	—
H ₂ O ⁻	0,75	—	—
CO ₂	1,06	(0,89)	—
S pod	0,01	—	—
	99,91	100,00	155,86
			— 6,14 O za OH
			— 0,89 O za CO ₃
			148,83 O
			+ 16,28 OH
			+ 0,89 CO ₃
			166,00 (O + OH + CO ₃) ionov

CIPW

Normativna sestava
 Normative Zusammensetzung

or = 3,17			
ab = 36,70		Sal = $\frac{61,90}{34,33} = 1,8$	II"
an = 22,03		Fem = $\frac{34,33}{61,9} = 0$	5
di { wo = 5,96		L = $\frac{0}{792} = 0$	3
{ en = 3,63		F = $\frac{757}{792} = 0,96$	3
{ fs = 1,99			
hy { cn = 7,54			
{ fs = 4,13			
ol { fo = 0,49			
{ fa = 0,34			
mt = 5,56		K ₂ O = $\frac{57}{700} = 0,08$	5
il = 4,49		Na ₂ O = $\frac{700}{700} = 1,00$	5
ap = 0,20			
			CIPW II" 5 3 5

Nigglijevi parametri:	al = 24,4	si = 130,5
Niggli-Werte:	fm = 42,6	ti = 4,74
	c = 20,9	p = 0,09
	<u>alk = 12,1</u>	k = 0,08
		mg = 0,44
		c/fm = 0,49
		qz = -17,9
		t = -8,6
	alk/al — alk = + 0,98	

Parametri Zavarickega:	a = 10,8	f' = 47,1	n = 92
	c = 5,6	m' = 36,5	t = 3,5
Zavaricki-Parameter:	b = 22,9	c' = 16,4	φ = 14,9
	s = 60,7		Q = -5,8

vidimo večjo količino kalija pri kremenovih keratofirih iz okolice Laškega, tako da že kažejo na prehod h kremenovim porfirom, vendar jih moramo zaradi merodajnosti optičnih preiskav imenovati kremenove keratofire.

Kremenovi keratofiri so bili v postvulkanski fazi in morda že med samimi vulkanskimi procesi delno metamorfozirani; omeniti je treba albitizacijo, kloritizacijo, silifikacijo in do neke mere tudi kalcitizacijo. Ker ti procesi ne učinkujejo na vseh krajih z enako intenzivnostjo, opazimo večja nihanja v kemični sestavi kremenovih keratofirov, predvsem pri razmerju med alkalijami — večina kremenovih keratofirov je bolj bogata z natrijem kot s kalijem, toda lahko je tudi obratno. Verjetno je bila za nastanek kremenovih keratofirov merodajna navadna granitna magma; iz njene predornine so šele po raznih metamorfnih procesih nastali kremenovi keratofiri. Ameriški petrografi, ki pri klasifikaciji magmatskih kamenin ne upoštevajo geološke starosti, imajo kremenov keratofir za riolit. Ta se razlikuje od običajnega riolita po devitrifikaciji, albitizaciji in drugih izpremembah kot posledici časa (J o h a n n s e n).

Postvulkanski procesi so še bolj učinkovali na kremenove porfirite, kjer je kalcitizacija zaradi nastopanja srednje kislih plagioklazov najbolj viden proces metamorfoze.

Tudi avgitni porfiriti so delno izpremenjeni, vendar, po kličini CO₂ sodeč, v manjši meri kot kremenovi porfiriti.

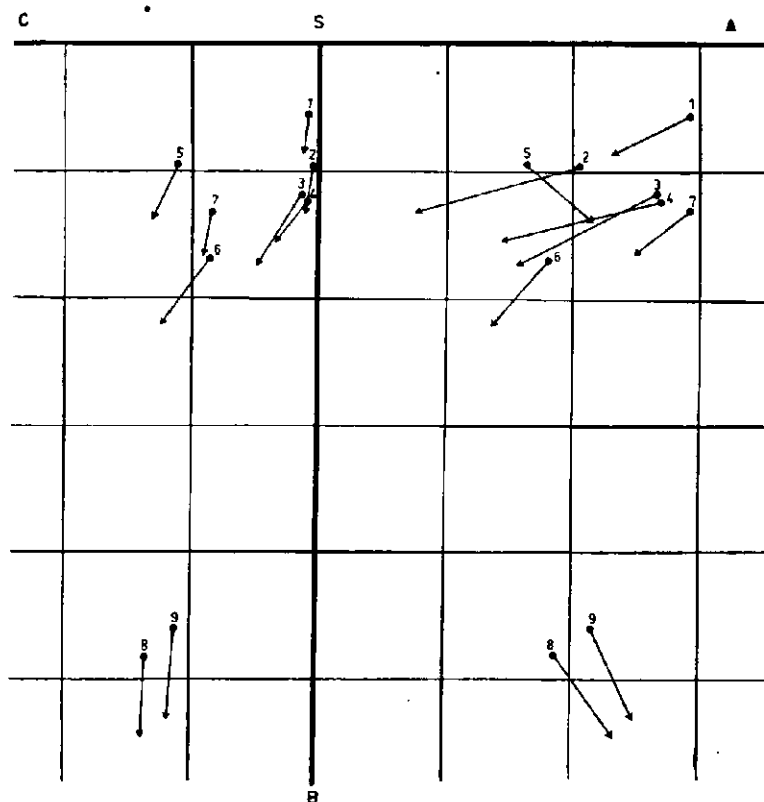
Da bi pojasnili razvoj wengenskih magmatskih kamenin z obeh območij, si oglejmo najprej grafični prikaz difference Nigglijevih parametrov al-fm v odvisnosti od qz (2. slika). Značilno je, da pridejo vsi kremenovi keratofiri in kremenovi porfiriti v skrajna gornja leva pravokotnika, kjer so različne vrste granitnih magem in granodioriti. Nasprotno sta oba avgitna porfirita v spodnjem pravokotniku — blizu območja, kjer že nastopa gabroidna magma (Zavaricki, 1954, 85). Iz dejstva, da pridejo projekcije avgitnih porfiritov v skoraj diametralno nasprotni položaj proti kremenovim keratofirov in kremenovim porfiritom, lahko sklepamo, da sta pri razvoju wengenskih magmatskih kamenin z obeh navedenih območij imeli odločilno vlogo dve povsem različni magmi:

	qz > + 100	+100 > qz > + 12	+12 > qz > - 12	- 12 > qz > - 50
al - fm > + 15	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	⑦		
	RAZNE GRANITNE MAGME	GRANODIORITNA MAGMA		
+15 > al - fm > 5				
- 5 > al - fm > 5				
- 5 > al - fm > - 15				
- 15 > al - fm				⑧ ⑨
			GABROIDNA MAGMA	

2. sl. Grafični prikaz al-fm v odvisnosti od qz

Abb. 2. Graphische Darstellung al-fm in Abhängigkeit von qz

Številka Die Nummer	Kamenina das Gestein	al-fm	qz
1	kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice Quarzkeratophyr, Steinbruch von Dedek im Tale von Kamniška Bistrica	+ 36,0	+ 149,8
2	kremenov keratofir izpod Kamniškega vrha Quarzkeratophyr von Kamniški vrh	+ 34,7	+ 367,4
3	kremenov keratofir, vzorec Laško E ₁ Quarzkeratophyr, Probe E ₁ , Laško	+ 26,6	+ 185,6
4	kremenov keratofir, vzorec Laško št. 1 Quarzkeratophyr, Probe Nr. 1, Laško	+ 37,4	+ 184,5
5	kremenov porfirit, vzorec Kokra-2 Quarzporphyrit, Probe Kokra-2	+ 25,2	+ 172,2
6	kremenov biotitni, porfirit, vzorec Kokra-4 Quarzbiotitporphyrit, Probe Kokra-4	+ 21,3	+ 140,6
7	kremenov porfirit, vzorec s Štularjeve planine Quarzporphyrit von Štularjeva planina	+ 25,7	+ 52,3
8	avgitni porfirit, vzorec Laško 4a Augitporphyrit, Probe 4a, Laško	- 16,1	- 13,0
9	avgitni porfirit, vzorec Laško 8 Augitporphyrit, Probe 8, Laško	- 18,2	- 17,9



3. sl. Grafični prikaz parametrov Zavarickega
 Abb. 3. Graphische Darstellung der Zavaricki Parameter

- 1 kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice
 Quarzkeratophyr, Steinburch von Dedek im Tale von Kamniška Bistrica
- 2 kremenov keratofir izpod Kamniškega vrha
 Quarzkeratophyr von Kamniški vrh
- 3 kremenov keratofir, vzorec Laško E₁
 Quarzkeratophyr, Probe E₁, Laško
- 4 kremenov keratofir, vzorec Laško št. 1
 Quarzkeratophyr, Probe Nr. 1, Laško
- 5 kremenov porfirit, vzorec Kokra-2
 Quarzporphyrit, Probe Kokra-2
- 6 kremenov biotitni porfirit, vzorec Kokra-4
 Quarzbiotitporphyrit, Probe Kokra-4
- 7 kremenov porfirit, vzorec s Štularjeve planine
 Quarzporphyrit von Štularjeva planina
- 8 avgitni porfirit, vzorec Laško 4 a
 Augitporphyrit, Probe 4 a, Laško
- 9 avgitni porfirit, vzorec Laško 8
 Augitporphyrit, Probe 8, Laško

ena je dala avgitne porfirite, druga pa po diferenciaciji kremenove keratofire in kremenove porfirite.

Do istega zaključka pridemo s pomočjo grafičnega prikaza parametrov *Zavarickega* naših kamenin (3. slika). Na ploskvi SAB vidimo dvoje ostro ločenih izhodiščnih področij vektorjev, ki predstavljajo naše kamenine. Iz gornjega področja izhajajo vektorji kremenovih keratofirov in kremenovih porfiritov, iz spodnjega pa vektorji avgitnih porfiritov. Obe področji sta zelo odmaknjeni drugo od drugega, vmes ni nobenega prehoda; zato domnevamo, da so avgitni porfiriti nastali iz povsem druge magme kot kremenovi keratofiri in kremenovi porfiriti. Ker tvorijo izhodišča vektorjev kremenovih keratofirov in kremenovih porfiritov enotno področje na ploskvi SAB, sklepamo, da izvirajo kremenovi keratofiri in kremenovi porfiriti iz iste magme, ki je šele po diferenciaciji dala kremenove keratofire in kremenove porfirite. To zelo lepo vidimo na ploskvi SCB, kjer tvorijo izhodišča vektorjev kremenovih keratofirov eno skupino, izhodišča vektorjev kremenovih porfiritov pa drugo.

Upoštevajoč gornja dejstva in izsledke teoretske petrografije lahko podamo za naše kamenine naslednji razvoj: Za nastanek opisanih predorin sta bili odločilni dve magmi iz popolnoma različnih vulkanskih ognjišč — eno je bilo verjetno v veliki globini v tako imenovani »bazaltni plasti« ali »sialmi« in je dalo magmo, iz katere so se razvili avgitni porfiriti; drugo ognjišče pa je bilo v mnogo višjih zemeljskih plasteh. v »sialu«, kjer je prišlo do taljenja že prej obstoječih kamenin in tako do razvoja magme, ki je pri diferenciaciji dala kremenove keratofire in kremenove porfirite.

MAGMATISCHE GESTEINE IN KAMNIŠKE ALPE UND BEI LAŠKO

Bisher wurden die wengener Ergußgesteine in Kamniške Alpe nur mikroskopisch untersucht (Dolar-Mantuani, 1941; Graber, 1929), aber nicht chemisch. Deshalb sind sie immer noch ein petrographischer Untersuchungsgegenstand geblieben.

Der Verfasser hat in den letzten Jahren einige Proben aus Kamniške Alpe chemisch wie auch mikroskopisch untersucht. So nahm er eine Probe in dem Steinbruch von Dedek im Tale des Flußleins Kamniška Bistrica und stellte dort wie schon vorher Mantuani (1941) Quarzkeratophyr fest. Auch am südlichen Abhang des Berges Kamniški vrh oberhalb des Bauernhofes Slevo wurde Quarzkeratophyr festgestellt. Im Steinbruch von Kokra wurde Quarzporphyrit bestimmt und ebenso auch auf der Stularjeva planina.

In sein Referat hat der Autor auch die Resultate der chemischen Untersuchung der magmatischen Gesteine von Laško einbezogen. Hamrla (1954) veröffentlichte in der Abhandlung »Geological relations along the northern border of the Laško syncline east the Savinja-river« auch die Ergebnisse der chemischen Untersuchung von drei wengener Ergußgesteine: die Probe E₁ wurde als Quarzkeratophyr bestimmt, die

Proben 4 a und 8 aber als Augitporphyrit. Betreffs der chemischen Analysen in dieser Abhandlung gab Cissarz (1957) einige kritische Bemerkungen. Hamrla besorgte für die Überprüfung der chemischen Analysen der erwähnten Proben und übergab dem Verfasser die neuerlich gewonnenen Analysendaten in die petrographische Bearbeitung. Außerdem hat er dem Autor auch die chemische Analyse einer besonders frischen Probe vom Schloßberge von Laško, die mit Nr. 1 bezeichnet ist, zur Verfügung gestellt. Die genauen mikroskopischen Daten der Gesteine findet man in der erwähnten Abhandlung.

Alle chemischen Analysen sind in die Kationenprozentage umgerechnet worden, daneben sind auch noch die Anionen O, OH und CO₃, besonders berücksichtigt. Weil Kalzit in allen untersuchten Gesteinen nicht primärer Natur ist, wurde CO₂ bei der Berechnung der Norm des CIPW Systems vernachlässigt. Bei jedem Gestein sind auch die Zavaricki Parameter angeführt. Bei Niggli Werten ist auch das Parameter t angegeben, womit der Tonerdeüberschuß gezeigt wird und nach der Formel $t = a - (alk + c)$ berechnet wurde.

Quarzkeratophyr, Steinbruch von Dedek im Tale von Kamniška Bistrica

Das grüne teilweise auch rötlichbraune Gestein hat oligophyrische Struktur. Als Einsprenglinge erscheinen Plagioklase mittlerer Zusammensetzung 6 % An und Quarz. Femische Minerale sind nicht unter den Einsprenglingen zu sehen. Die Grundmasse ist feinkörnig. Ihre Bestandteile sind außer Chlorit, Limonit und Tonerdeaggregaten nicht feststellbar, sicher besteht sie aber im wesentlichen aus Quarz und Feldspaten. Das Gestein ist durch viele Quarzadern durchzogen. Der mikroskopischen Untersuchung nach handelt es sich um Quarzkeratophyr.

Die chemischen Eigenschaften des Gesteines sind in der Tabelle 1 zu sehen und stimmen auch mit Quarzkeratophyr überein.

Quarzkeratophyr von Kamniški vrh beim Bauernhof Slevo

Das Gestein ist außerordentlich einsprenglingsarm. Als Einsprenglinge erscheinen nur Plagioklase. Es konnten zwei Körner gemessen werden, das eine enthält 4 % An, das andere 13 % An. Die chemischen Daten sind in der Tabelle 2 angeführt. Es handelt sich offensichtlich um einen außerordentlich quarzreichen und zugleich kalkarmen Quarzkeratophyr.

Quarzporphyrit, Probe Kokra-2, Steinbruch Kokra

Das grüne Ergußgestein hat porphyrische Struktur. Als Einsprenglinge erscheinen Plagioklase von mittlerer Zusammensetzung 41 % An. Sie sind teilweise kalzitisiert. Außer kleiner Überreste von Biotit erscheinen keine ursprünglich vorhandene femische Einsprenglinge. Die Grundmasse ist feinkörnig bestehend aus Quarz, Feldspaten, Chlorit, Limonit und Kalzit. Es sind auch dünne Kalzitadern zu sehen.

Die chemischen Eigenschaften sind in der Tabelle 3 zu sehen. Danach handelt es sich um einen sehr leukokraten Quarzporphyrit.

Quarzbiotitporphyrit, Probe Kokra-4, Steinbruch Kokra

Das Gestein leicht bräunlichrötlicher Farbe hat auch porphyrische Struktur. Als Einsprenglinge erscheinen Plagioklase mittlerer Zusammensetzung 44 % An. Auch Quarz erscheint teilweise als Einsprengling. Das Gestein ist biotitreich. Die Grundmasse ist feinkörnig. Die Plagioklase-Einsprenglinge sind teilweise kalcitisiert.

Die chemischen Eigenschaften des Gesteines sind in der Tabelle 4 zu sehen. Danach ist die Probe Kokra-4 Quarzporphyrit beziehungsweise Quarzbiotitporphyrit, wenn man noch die mikroskopischen Daten berücksichtigt.

Quarzporphyrit, Štularjeva planina

Das braune Gestein hat porphyrische Struktur. Als Einsprenglinge erscheinen schon teilweise kalcitisierte und chloritisierte Plagioklase von mittlerer Zusammensetzung 43,4 % An. Zwischen den Einsprenglingen sind keine femischen Minerale zu sehen. Quarz erscheint nicht unter den Einsprenglingen. Die Grundmasse ist feinkörnig.

Aus den chemischen Daten, die in der Tabelle 5 angegeben sind, schließt man, daß das Gestein ein Quarzporphyrit ist, der aber ärmer an freiem Quarz ist als ein durchschnittlicher Quarzporphyrit.

Der Verfasser erwähnt noch, daß er von diesem Gebiet nur eine Probe voll untersuchte, es müssen noch weitere Untersuchungen folgen.

Quarzkeratophyr, Probe E₁, Laško

Die genauen mikroskopischen Angaben des Gesteines sind in der Abhandlung von Hamrla (1954) zu finden. Die chemischen Eigenschaften der Probe E₁ aber sieht man in der Tabelle 6. Nach den mikroskopischen und chemischen Untersuchungen ist das Gestein Quarzkeratophyr, der aber reicher am Kalium ist als ein durchschnittlicher, so daß das Gestein schon einen Übergang zum Quarzporphyr aufweist. Doch weil die mikroskopischen Angaben bei der Unterscheidung zwischen Quarzporphyr und Quarzkeratophyr die maßgebendsten sind, so muß man die Probe E₁ zu den Quarzkeratophyren zählen.

Quarzkeratophyr, Probe Nr. 1, Laško

Die mikroskopischen Eigenschaften stimmen im wesentlichen mit der Probe E₁ überein. Dasselbe zeigen auch die chemischen Eigenschaften des Gesteines in der Tabelle 7. Es ist nur zu bemerken, daß das Verhältnis zwischen Kalium und Natrium noch mehr zu Gunsten des Kaliums verschoben ist und daß die Probe Nr. 1 einer noch größeren Tonerdeüberschuß aufweist, woraus man schliessen kann, daß während der Eruptionsphase die umliegenden paleozoischen Tonschiefer von der Magma assimiliert worden sind.

Augitporphyrit, Probe 4 a, Laško

Die genauen mikroskopischen Angaben sind in der Abhandlung von Hamrla (1954) zu finden. Die chemischen Eigenschaften in der Tabelle 8

zeigen eine Übereinstimmung mit dem gabbrodioritischen Magmatyp. Bezüglich der femischen Komponente (fm) und freiem normativen Quarz (qz) zeigt schon das Gestein eine große Annäherung an die Diabase und Melaphyre.

Augitporphyrit, Probe 8, Laško

Der mikroskopischen (Hamrla, 1954) und chemischen Untersuchung (Tabelle 11) nach ist das Gestein sehr ähnlich der Probe 4 a, doch in chemischer Hinsicht zeigt es eine geringere Anreicherung an Na auf Kosten des Ca.

Bei der Vergleichung aller bisher auf dem erwähnten Gebiet beschriebenen wengenschen Ergußgesteinen wurde graphisch mittels der Differenz der Niggli Werte al_{fm} in Abhängigkeit zu qz (Abb. 2) und mittels der Zavaricki Parameter (Abb. 3) zu zeigen versucht, daß für ihre Entwicklung zwei im wesentlichen verschiedene Magmatypen verantwortlich waren: das eine Magma entstammt aus der basaltischen Erdschicht und lieferten die Augitporphyrite. Das andere Magma aber entstand in höher liegenden Erdschichten — im Sial — und gab erst nach der Differentiation die Quarzkeratophyre einerseits und die Quarzporphyrite andererseits.

LITERATURA

Dolar-Mantuani, L., 1941, Keratofirske kamenine v Kamniški in Kokrski dolini. Zbornik Prirod. društva v Lj., II.

Dolar-Mantuani, L., 1942, Triadne magmatske kamenine v Sloveniji. Razprave matematično prirodoslovnega razreda Akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani.

Cissarz, A., 1957, Lagerstätten des Geosinklinalvulkanismus in der Dinariden und ihre Bedeutung für geosinklinal Lagerstättenbildung. Neues Jahrbuch für Mineralogie 91, Stuttgart.

Germovšek, C., 1953, Kremenov keratofir pri Veliki Pircšici, Geologija 1, Ljubljana.

Graber, H. V., 1929, Neue Beiträge zur Petrographie und Tektonik des Kristallins von Eisenkappel in Südkärnten. Mitteilungen der geologischen Gesellschaft in Wien, XXII Band.

Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinalne vzhodno od Savinje. Geologija, 2, Ljubljana.

Hillebrand, W., 1953, Applied Inorganic Analysis, New York.

Johannsen, A., A descriptive petrography of the igneous rocks. Vol. I.

Niggli, P., 1923, Gestein und Mineralprovinzen, Band I.

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

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

Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart.

Zavaricki, A. N., 1954, Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine, Berlin.

Tröger, E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Berlin.

ALBITIZIRAN KREMENOV PORFIRIT IZ KOKRŠKEGA KAMNOLOMA

Ernest Faninger

V razpravi »Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem« (Faninger, 1962) sem opisal tudi magmatske kamenine iz kokrškega kamnoloma, ki se nahaja na ozemlju Kamniških Alp. Po sestavi glinencev razdelimo magmatske kamenine iz omenjenega kamnoloma v dve skupini: prva obsega predornine s srednje kislimi plagioklazi (andezin) kot vitrošniki, druga pa predornine s kislimi plagioklazi (albit) kot vitrošniki. Predornine s srednje kislimi plagioklazi sem že opisal in določil za kremenove porfirite, njihove vzorce pa označil kot Kokra-2 in Kokra-4. Kamenine s kislimi plagioklazi kot vitrošniki, ki jih sedaj označujem kot vzorec Kokra-3, sem v svoji razpravi le mimogrede omenil, sedaj pa podajam njihov mikroskopsko kemični opis s klasifikacijo.

Vzorec Kokra-3 je zelen in ima porfirsko strukturo. Med vitrošniki najdemo samo glinence rjavkasto rožnate barve, femičnih mineralov kakor tudi kremena med njimi ni videti.

Kot vitrošnik nastopa albit, redkeje kislil oligoklaz; pripada jima do 40% obruska. Plagioklazovi vitrošniki imajo srednjo vrednost 5,3% an in so močno kalcitizirani; razen plagioklazov ne nastopajo nobeni drugi minerali kot vitrošniki. Motna osnova je kriptokristalna, vsebuje pa tudi večja zrnca kremena in glinencev. V osnovi vidimo še klorit in prstene agregate.

Kemični opis vzorca Kokra-3 je v 1. tabeli. Kationski odstotki kažejo, da lahko skoraj ves Ca vežemo s CO₂ v kalcit, tako da pričakujemo kislil plagioklaze v modalni kot tudi v normativni mineralni sestavi.

Kalcit je v naši kamenini sekundaren; zato po pravilih CIPW sistema CO₂ ne upoštevamo in dobimo formulo I 4 2 3". V tem primeru vsebujejo normativni plagioklazi 23,6% an in ne ustrezajo modalnim. Vendar nam navedena formula CIPW sistema dobro rabi pri ugotavljanju porekla naše kamenine, ker delno ustreza kremenovim porfiritom. Če pa upoštevamo CO₂, dobimo formulo I" 4 1 3"; sedaj znaša sestava normativnih plagioklazov 2,4% an. V tem primeru ustrezajo normativni plagioklazi modalnim, vendar je femična komponenta (Fem) zelo visoka, ker vključuje kalcit. Kot pa vemo, je kalcit nastal iz anortita plagioklazov, ki so v sestavi saličnih mineralov. Zato je razmerje Sal/Fem nerealno, če upoštevamo CO₂, vendar pa na ta način dobimo realne podatke o plagioklazih.

Pri uporabi Nigglijevih vrednosti in parametrov Zavarickega je treba tudi upoštevati, da smo CO₂ zanemarili.

1. tabela — vzorec Kokra-3, kokrški kamnolom

1. Tabelle — Probe Kokra-3, Steinbruch Kokra

Kemična analiza in kationski odstotki

Chemische Analyse und die Kationenprozent

Utežni % Gewichts %	Kationski % Kationen %	O v oksidih O in Oxyden
SiO ₂ 63,51	Si ⁴⁺ = 61,25	122,50
TiO ₂ 0,49	Ti ⁴⁺ = 0,34	0,68
Al ₂ O ₃ 16,36	Al ³⁺ = 18,61	27,92
Fe ₂ O ₃ 1,07	Fe ³⁺ = 0,78	1,17
FeO 3,00	Fe ²⁺ = 2,43	2,43
MnO 0,06	Mn ²⁺ = 0,03	0,03
MgO 0,86	Mg ²⁺ = 1,23	1,23
CaO 2,42	Ca ²⁺ = 2,52	2,52
Na ₂ O 4,23	Na ⁺ = 7,91	3,96
K ₂ O 3,99	K ⁺ = 4,85	2,43
P ₂ O ₅ 0,06	P ⁵⁺ = 0,05	0,13
H ₂ O ⁺ 2,04	(6,57)	—
H ₂ O ⁻ 0,25	—	—
CO ₂ 1,69	(2,24)	—
100,03	100,00	165,00
		— 6,57 O za OH
		— 2,24 O za CO ₃
		<u>158,19 O</u>
		+ 13,14 OH
		+ 2,24 CO ₃
		<u>skupno anionov = 171,57 (O+OH+CO₃)</u>

CIPW sistem (ne upoštevajoč CO₂)

CIPW System (CO₂ wurde nicht berücksichtigt)

$$\begin{array}{l}
 Q = 15,65 \\
 C = 0,85 \\
 or = 23,32 \\
 ab = 35,81 \\
 an = 11,71 \\
 \text{hy} \begin{cases} \text{en} = 2,13 \\ \text{fs} = 3,96 \end{cases} \\
 mt = 1,55 \\
 il = 0,90 \\
 ap = 0,13
 \end{array}$$

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{87,34}{8,57} = 10,1 \quad (1)$$

$$\frac{Q}{F} = \frac{15,65}{70,84} = 0,22 \quad (4)$$

$$\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'} = \frac{1102}{421} = 2,62 \quad (2)$$

sestava normativnih
plagioklazov = 23,6 % an

$$\frac{K_2O'}{Na_2O'} = \frac{419}{683} = 0,61 \quad (3'')$$

CIPW I 4 2 3''

CIPW (upoštevajoč CO₂)
CIPW (CO₂ wurde berücksichtigt)

<p>Q = 20,30 C = 4,79 or = 23,32 ab = 35,81 an = 0,95 en = 2,13 fs = 3,96 mt = 1,55 il = 0,90 ap = 0,13 cc = 3,87</p>	<p style="text-align: center;">Sal — $\frac{85,17}{12,54} = 6,79$ (I") Fem — $\frac{20,30}{60,08} = 0,34$ (4) $\frac{K_2O' + Na_2O'}{CaO'} = \frac{1102}{34} = 32,4$ (1)</p>	
---	---	--

sestava normativnih plagioklazov = 2,4 % an $\frac{K_2O'}{Na_2O'} = \frac{419}{693} = 0,61$ (3")

CIPW I" 41 3"

Nigglijevi parametri:

Niggli - Werte:

<p>al = 41,2 fm = 19,7 c = 11,0 alk = 28,1 <hr style="width: 100%;"/>100,0</p>	<p>si = 270,3 ti = 1,53 p = 0,1 k = 0,38 mg = 0,27 qz = + 67,9 t = + 2,1 = al — (c + alk) al — fm = +21,5</p>
--	---

Parametri Zavarickega:

Zavaricki - Parameter:

<p>a = 15,5 c = 3,0 b = 6,6 s = 74,9</p>	<p>a' = 17,0 f' = 60,6 m' = 22,4</p>	<p>n = 61,2 t = 0,56 φ = 14,9 Q = +15,8</p>
--	--	---

Preidimo k imenovanju in razlagi geneze naše kamenine. Kot imeni bi prišli v poštev kremenov keratofir in kremenov porfirir. Vzorec Kokra-3 se razlikuje od kremenovega porfirita po kisljih plagioklazih, od kremenovega keratofira pa po močni kalcitizaciji plagioklazov; tudi njegova struktura je porfiriska in ne oligofirska, ki je tipična za kremenove keratofire. Zato vzorec Kokra-3 ne more biti niti kremenov porfirir niti kremenov keratofir.

Najznačilnejši za vzorec Kokra-3 so vsekakor močno kalcitizirani albiti. Kot že vemo, v predorninah kalcit ni primaren mineral — če že nastopa, je nastal pri poznejših procesih. Ker vsebujejo pri vzorcu Kokra-3 albitovi kristali kalcit, lahko sklepamo, da je kalcit nastal s pomočjo splitne reakcije iz anortita prvotno bolj bazičnih plagioklazov. Tudi kot

optičnih osi govori za to, da albitovi vtrošniki v vzorcu Kokra-3 niso primarni, ampak da so nastali šele pri spilitni reakciji. Po novejših preiskavah ima namreč albit, ki je nastal pri spilitni reakciji, 2 V med + 79° in + 88° (Fürchtbauer, 1956). V tem intervalu leži tudi srednja vrednost kota optičnih osi albita pri našem vzorcu in znaša 2 V = + 85,7°.

Vzorec Kokra-3 nastopa skupaj s kremenovim porfiritom, najznačilnejšo kamenino v kamnolomu; njegov albit je nastal s pomočjo spilitne reakcije iz prvotno bolj bazičnih plagioklazov. Iz tega sklepamo, da je vzorec Kokra-3 pravzaprav samo izpremenjen (albitiziran) kremenov porfirit.

Ako primerjamo kemične podatke vzorca Kokra-3 s kremenovima porfiritoma iz kokrškega kamnoloma in s kremenovim keratofirom iz Dedkovega kamnoloma v dolini Kamniške Bistrice, vidimo, da se vzorec Kokra-3 še najbolj ujema glede parametrov Zavarickega c in b s kremenovim porfiritom, in sicer z vzorcem Kokra-4 (2. tabela). Razlika med obema pa je seveda pri parametru a, kar pa je umljivo zaradi albitizacije vzorca Kokra-3. Na drugi strani se pa vzorec Kokra-3 sicer ujema v parametru a s kremenovim keratofirom, vendar se od njega bistveno razlikuje v parametrih c in b, ki sta pri vzorcu Kokra-3 mnogo višja kot je običajno pri kremenovih keratofirih. Tako pridemo tudi s pomočjo kemičnih podatkov do zaključka, da vzorec Kokra-3 kljub kislim plagioklazom ni kremenov keratofir temveč albitiziran kremenov porfirit.

2. tabela — Primerjava s kremenovim porfiritom in kremenovim keratofirom

2. Tabelle — Vergleich mit Quarzporphyrit und Quarzkeratophyr

Gestein Nr. Kamenina št.	Parametri Zavarickega — Zavaricki Parameter									
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	Q
1	15,5	3,0	6,6	74,9	17,0	60,6	22,4	—	61,2	+ 15,8
2	9,1	4,3	8,3	78,3	23,7	49,2	27,1	—	58,9	+ 34,1
3	8,2	5,5	4,7	81,6	—	53,0	21,2	25,8	68,4	+ 41,3
4	14,7	0,4	2,7	82,2	33,3	50,0	16,7	—	88,6	+ 34,6

kamenina št. 1 = vzorec Kokra-3,

kamenina št. 2 = kremenov porfirit, vzorec Kokra-4, kamnolom Kokra,

kamenina št. 3 = kremenov porfirit, vzorec Kokra-2, kamnolom Kokra,

kamenina št. 4 = kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice.

Gestein Nr. 1 = Probe Kokra-3,

Gestein Nr. 2 = Quarzporphyrit, Probe Kokra-4, Steinbruch Kokra,

Gestein Nr. 3 = Quarzporphyrit, Probe Kokra-2, Steinbruch Kokra,

Gestein Nr. 4 = Quarzkeratophyr, Dedek-Steinbruch im Tale der Kamniška Bistrice.

ALBITISIERTER QUARZPORPHYRIT AUS DEM STEINBRUCH KOKRA

In der Abhandlung »Magmatische Gesteine in Kamniške Alpe und bei Laško« (F a n i n g e r, 1962) veröffentlichte ich unter Anderem auch die mikroskopisch-chemische Untersuchung zweier Quarzporphyrite aus dem Steinbruch Kokra in Kamniške Alpe, welche ich als Kokra-2 und Kokra-4 bezeichnete. In demselben Steinbruch fand ich auch ein grünlich gefärbtes Ergußgestein von porphyrischer Struktur mit stark calcitisierten sauren Plagioklaseinsprenglingen. Bevor das vorliegende Buch gedruckt wurde, war es mir noch möglich gewesen, daß ich die Untersuchung dieses Gesteines, das ich in der vorangehenden Abhandlung nur erwähnt habe und es jetzt mit Kokra-3 bezeichne, beendete. Die Untersuchungsergebnisse sind folgende:

Das Gestein Kokra-3 hat porphyrische Struktur. Als Einsprenglinge, die 40 % des Dünnschliffes ausmachen, treten vorwiegend Albite und nur ausnahmsweise saure Oligoklase auf. Der mittlere Anortitgehalt der Plagioklasen beträgt 2,5 % An. Die Plagioklasen sind sehr calcitisiert, femische Minerale sind nicht bei den Einsprenglingen zu finden. Die Grundmasse ist kryptokristallin. Sie enthält aber auch größere Körner von Feldspaten und Quarz.

Aus den mikroskopischen Untersuchungen kann man entnehmen, daß der Albit in dem Gestein Kokra-3 nicht von primärer Natur ist, sondern erst aus anortitreicheren Plagioklasen durch Albitisation entstanden ist. Man schließt das aus folgenden Gründen:

1. die Albitkristalle sind sehr calcitisiert,

2. der Mittelwert der optischen Achsen der Albite beträgt $2V = +85,7^\circ$ und liegt in dem Interwall, der für die bei der Spilitreaktion entstandenen Albite charakteristisch ist ($2V = +79^\circ$ bis $+83^\circ$, F ü r c h t - b a u e r, 1956).

Aus der Tatsache, daß die Albitkristalle des Gesteines Kokra-3 nicht von primärer Natur sind, sondern erst durch die Spilitreaktion aus anortitreicheren Plagioklasen entstanden sind und da auch die chemischen Parameter unseres Gesteines mehr dem Quarzporphyrit ähneln, kann man schließen, daß das Gestein Kokra-3 einen albitisierten Quarzporphyrit darstellt. Aus der 2. Tabelle entnimmt man, daß die Parameter c und b dem Quarzporphyrit Kokra-4 am meisten näher kommen und sich entscheidend von dem Quarzkeratophyr unterscheiden.

So kann man aus optischen wie auch aus chemischen Gründen schließen, daß das Gestein Kokra-3 nicht Quarzkeratophyr, sondern ein albitisierter Quarzporphyrit ist.

LITERATURA

Burri, C., 1959, Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage, Basel.

Faninger, E., 1962, Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem, Geologija 7, Ljubljana.

Fürchtbauer, H., 1956, Zur Entstehung und Optik authingener Feldspäte. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, Jahrgang 1956 (1956) 9—23, Stuttgart.

Sawaricki, A. N., 1954, Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine, Berlin.

Turner, F. J., and Verhoogen, J., 1951, Igneous and Metamorphic Petrology, New York.



PARAGONIT V DOLOMITNEM MARMORJU IZ KRAJA
CVETKOVO GJUBRISTE, MAKEDONIJA
 $\frac{1}{2}$ NARAVNE VELIKOSTI

PARAGONITE IN THE DOLOMITIC MARBLE
FROM CVETKOVO GJUBRISTE, MACEDONIA
 $\frac{1}{2}$ NATURAL SIZE

PARAGONIT V DOLOMITNEM MARMORJU IZ KRAJA CVETKOVO GJUBRIŠTE, MAKEDONIJA

Ana Hinterlechner-Ravnik

Z 1 barvno sliko v prilogi

Pri kartiranju so sodelavci zavoda za geološka raziskovanja LR Makedonije našli v dolomitnem marmorju pelagonidov neznan zelen mineral. Poleg tega so našli v istih dolomitnih marmorjih tudi kalцит, kosmatit in fuksit (?). Zato so sklepali, da pripada mineral paragenezi korund, diaspor, kosmatit, fuksit (?), fluorit in kalцит. Domnevali so, da je kontaktno-metamorfneга izvora.

V preiskavo smo dobili vzorec tega minerala iz kraja Cvetkovo Gjubrište, oddaljenega 2 km od G. Belice v Porečju. Neznani mineral smo kemično in rentgensko analizirali ter ugotovili, da pripada paragonitu.

Paragonit nastopa v dolomitnem marmorju v obliki gnezd, katera merijo od 1 do nekaj cm. Vidimo ga tudi v impregnacijah. Ker je mineral izrazito zelen, se lepo odraža od bele osnove dolomitnega marmorja. Zelena barva minerala izvira od kroma, ki ga je v vzorcu 0,022 %.

Sam marmor nastopa v nekaj centimetrov velikih zrnih, delno pa je tudi drobno zrnat. Kamenina je precej razpokana. Razpoke so nepravilne, nekatere pa potekajo po ploskvah razkolnosti velikih kristalov karbonata. Paragonit se nahaja med drobno zrnatimi deli kamenine ter ob razpokah.

Reakcija s HCl 1:10 je na različnih delih dolomitnega marmorja različno močna. Večji kristali reagirajo močneje. Zato sklepamo na različno stopnjo dolomitizacije prvotnega apnenca.

V marmorju so v drobno kristalnih delih ter ob razpokah tudi impregnacije in zelo redka posamezna zrna črnega neprosojnega minerala s kovinskim sijajem.

Paragonitna gnezda in impregnacije so sestavljeni iz zelo drobnih lusk. Zelo redke večje luske, ki ne nastopajo v gnezdih, temveč posamezno, dosežejo 1 mm. Njihova sestava pa se lahko že razlikuje od mikrokristalnih gnezd vzorca, ki smo ga analizirali. Luske paragonitnih vključkov imajo podoben sijaj kot sericit. Pri otipu paragonita imamo občutek, da je masten.

Iz drobca paragonitnega vključka smo naredili zbrusek. Vključek je sestavljen iz samih luskic, katerih velikostni red je 0,02 mm. Brez analizatorja so rahlo zelenkaste. Ker so luskice predrobne, jih nismo mogli

1. TABELA — TABLE 1

Kemična analiza paragonita iz dolomitnega marmorja iz kraja
Cvetkovo Gjubrište, Makedonija

Chemical analysis of paragonite from dolomitic marble from
Cvetkovo Gjubrište, Macedonia

Paragonit: (Na,K)Al₂(OH)₂(AlSi₃O₁₀)
Paragonite:

	utežni procenti Weight per cent	utežni procenti, pre- računani na 100 Weight per cent recalcula- ted to 100	št. molov oksida Number of moles of oxyde	št. gram- atomov (O, OH) Number of gram- atoms of (O, OH)	št. gram- atomov kovine Number of gram- atoms of metals	št. gram- atomov kovine na osnovo 12 (O, OH) Number of gram- atoms of metals on the basis 12 (O, OH)	formula	
SiO ₂	47,9	48,43	0,807	1,614	0,807	3,08	K	0,07
TiO ₂	0,042	0,04	0,0005	0,001	0,0005	0,002	Ca	0,08
P ₂ O ₅	0,026	0,03	0,0002	0,001	0,0004	0,002	Na	0,60
Al ₂ O ₃	39,52	39,93	0,392	1,176	0,784	2,99	P	0,002
Fe ₂ O ₃	0,12	0,12	0,00075	0,00225	0,0015	0,06	Mg	0,03
							Cr ⁺⁺⁺	0,002
MgO	0,71	0,31	0,0078	0,0078	0,0078	0,03	Fe ⁺⁺⁺	0,06
CaO	1,09	1,10	0,0196	0,0196	0,0196	0,075	Ti	0,002
Na ₂ O	4,86	4,91	0,0793	0,0793	0,1586	0,60	Al	2,07
K ₂ O	0,85	0,86	0,0092	0,0092	0,0184	0,07	Al	0,92
S	0,0034	—	—	—	—	—	Si	3,08
Cr ₂ O ₃	0,032	0,03	0,0002	0,0006	0,0004	0,002		
CO ₂	0,44	—	—	—	—	—	O	10,20
H ₂ O ⁺	4,19	4,24	0,236	0,236	0,472	1,8	(OH)	1,80
H ₂ O ⁻	0,65	—	—	—	—	—		
	100,43	100,00		3,146				

optično preiskati. Po Winchellu ima paragonit kot $(-)\ 2V = 40^\circ$, in lomne količnike $N_x = 1,564-1,577$; $N_y = 1,599-1,605$; $N_z = 1,600-1,609$. V drobcu paragonita, iz katerega smo naredili zbrusek, so bili na enem mestu tudi drobni idiomorfni kristali karbonata (0,2 mm).

Vzorec je kemično analiziral ing. Saša Kandare v Kemičnem inštitutu »Boris Kidrič« v Ljubljani. Ker se vzorec nahaja v dolomitnem marmorju, smo CO₂ vezali na MgO. Količina H₂O⁺ in vsota alkalij je nekoliko prenizka glede na količino kremenice. Domnevamo, da so temu vzrok primesi v vzorcu, ki pa jih zaradi drobne zrnivosti nismo mogli pred analizo izločiti. Rezultat kemične analize, preračunan na formulo paragonita, navajamo v 1. tabeli.

Posneli smo tudi debyegram zelenega minerala. Snemali smo na aparatu Siemens Kristalloflex/II, s Fe cevjo, v kameri z obsegom 180 mm. Po debyegramu izračunani podatki se ujemajo s tabelami kartic ASTM za paragonit. Navajamo jih v 2. tabeli.

2. TABELA — TABLE 2

Podatki rentgenske analize paragonita
X-ray diffraction data (Fe K α radiation) of paragonite

levo left	sredina middle	desno right	jakost intensities		d v Å d in Å
82,5	94,1		srednja	— M	9,661
76,6	100,2		šibka	W	4,694
75,7	101,2		močna	S	<u>4,335</u>
	103,4		šibka	W	3,716
	105,2		šibka	W	3,310
	106,2		močna	S	<u>3,133</u>
68,8	108,0		srednja	M	2,857
68,2	108,6		srednja	M	2,777
67,0	109,6		srednja	M	2,653
	111,0		močna	S	<u>2,498</u>
	112,1		srednja	M	2,379
	112,7		srednja	M	2,332
	114,9		zelo šibka	VW	2,154
	116,0		šibka	W	2,071
	118,7		srednja	M	1,901
	123,7		srednja	M	1,662
	125,5		srednja	M	1,593
	129,1		močna	S	<u>1,475</u>
	131,4		zelo šibka	VW	1,408
	133,0		zelo šibka	VW	1,368
	134,3		zelo šibka	VW	1,339
	137,3		šibka	W	1,276
	138,6		šibka	W	1,253
	139,8		šibka	W	1,232
	155,4	199,8	šibka	W	1,047
	156,6	198,5	šibka	W	1,038

**PARAGONITE IN THE DOLOMITIC MARBLE FROM CVETKOVO
 GJUBRIŠTE, MACEDONIA**

The field-geologists of the Zavod za geološka istraživanja P. R. Macedonia found during their fieldwork in dolomitic marble of Pelagonides an unknown green mineral. Beside this calcite, kossmatite and fuxite were discovered too. We got a specimen of the unknown mineral from the place Cvetkovo Gjubrište, 2 km distant from the village G. Belce in porečje. Its chemical analysis and X-ray data have proved, that it belongs to paragonite.

Paragonite is decidedly green. It occurs in microcrystalline small nodules and impregnations found generally in fine-grained parts and in cleavages of the white dolomitic marble. Paragonite inclusions are greasy-feeling. The luster of its small scales resembles that of the sericite. Under the polarizer the color of mineral is pale green. Paragonite is of fine scale size (0,02 mm). As we had too small scales at our disposal, we could not investigate its optical properties.

The sample was chemically analysed by Saša Kandra, chemist of Kemični inštitut Boris Kidrič, Ljubljana. Chemical data calculated in formula of paragonite are given in table 1. The analysis has been recalculated after deducing the H_2O^- and CO_2 as $MgCO_3$. The sample probably includes some impurities. Therefore the amount of H_2O^+ and alkalis is a little too small comparing with the percent of SiO_2 .

X-ray powder photograph of the sample was taken with Siemens-Kristalloflex/II. using $Fe K\alpha$ radiation in a camera with a circumference of 180 mm. The powder data are shown in the table 2 and agree with data for paragonite.

LITERATURA

Winchell, A. N., and H., 1951, Elements of Optical Mineralogy, Fourth Edition, Part II, Descriptions of Minerals, New York.

Rosenfeld, J. L., 1956, Paragonite in the Schist of Glebe Mountain, Southern Vermont, Am. Min., 144.

Index to the X-Ray Powder Data File, 1957, Published by the American Society for Testing Materials, 1916 Race Street, Philadelphia 3, Pa.

Gossner, B., 1925, Die chemische Zusammensetzung der Glimmerminerale, CBL f. M., 1925 A, Stuttgart.

Killing, F., 1913, Über eine Umwandlung von Phyllit in ein dichtes Paragonitgestein von der Korundlagerstätte am Ochsenkopf in Sachsen, CBL f. M., 1913, 203.

MINERALNA SESTAVA KREMENOVIIH PESKOV IZ NEKATERIH NAHAJALIŠČ V SLOVENIJI

Valentin Ocepek

S 3 tabelami

Izveček

Štirje gospodarsko pomembni predeli z nahajališči kremenovih peskov v Sloveniji so prikazani z osmimi vzorci: Moravče (3 vzorci), Štore (1 vzorec), Novo mesto (3 vzorci), Puconci, severno od Murske Sobote (1 vzorec). En vzorec je iz Olimja pri Podčetrtku.

Tabele kažejo zrnavost naravnih vzorcev, mineralno sestavo pranih frakcij od 0,06 do 2 mm ter podrobno sestavo težkih mineralov v frakciji od 0,06 do 0,5 mm.

V vseh vzorcih prevladuje kremen, precej kremenovih zrn je zraščenih, pogosto vsebujejo drobce rožencev, glinenci so pretežno alkalni in jih je malo. Tudi količina sljude je majhna. Med težkimi minerali prevladujejo zrna, značilna za magmatske kamenine, nad zrnji, značilnimi za metamorfne kamenine.

Uvod

V zadnjih letih smo preiskali več vzorcev kremenovih peskov, da bi določili njihovo kvaliteto in uporabnost. Vzeli smo jih delno sami, delno so nam jih dostavili naročniki preiskav.

Vzorci iz Moravč je vzel Valentin Ocepek; iz okolice Novega mesta (»Mokro polje« iz Struškega gozda, »Leskovec spodnja plast«), iz Puconec in iz Štor (»Sv. Ana«) jih je prinesel geolog Anton Grimšičar. Vzorca iz Ravnega in Olimja sta dostavila naročnika preiskav.

Pesek predstavlja zrna, velika 0,02 do 2 mm, oziroma po Sergeevu (1953) zrna 0,05 do 2 mm. Mineralno sestavo navajamo za zrna, velika 0,06 do 2 mm, in sicer ločeno, za frakcije 0,06 do 0,5 mm, 0,5 do 1 mm in 1 do 2 mm.

Za mineralno analizo smo pretežni del vzorcev oprali s tem, da smo po sedimentacijski analizi odločili zrna in delce, velike pod 0,02 mm, medtem ko smo vzorec iz Leskovca in Puconec oprali z mokrim sejanjem na situ 0,06 mm.

Kvalitativno smo minerale peska določevali po mikroskopski metodi. Glinence smo razlikovali od kremenja po dvojčičnih zraščenjih, konvergentni svetlobi, kotu potemnitve, kaolinizaciji glinenčevih zrn in po

Beckejevi črti v tekočini z lomnim količnikom 1,54. Za nekaj zrn glincev v vzorcih iz Hudeja pri Moravčah, Štor in Olimja smo določili tudi kot 2V. Od muskovita smo kremen razlikovali po Beckejevi črti v tekočini z lomnim količnikom 1,57. Za določevanje zrn peska imamo delno zbruske delno pa smo določevali vrsto minerala na nezbrušenih zrnih. Kolikor kakšno zrno zaradi večje debeline ni pokazalo jasne mikroskopske slike, smo ga zdrobili. Težke minerale smo določevali po običajnih mikroskopskih metodah v presevani in odbiti svetlobi (oblika zrn, pleohroizem, kot potemnitve, interferenčne barve, konvergentna slika). Poleg tega smo težke minerale frakcije 0,06 do 0,5 mm v vzorcu iz Drtije tudi kemično analizirali. V istem vzorcu smo v majhni količini izbranih zrn levkoksena kvantitativno določili tudi titan.

Količino sestavin smo v frakciji nad 1 mm določevali z izbiranjem zrn in njihovim tehtanjem, v frakcijah pod 1 mm pa s štetjem zrn pod mikroskopom. Težke minerale smo odločili z bromoformom spec. t. 2.85 do 2,90. Po odločitvi težkih mineralov smo v istem vzorcu določevali količino muskovita z razredčenim bromoformom, v katerem je kremen še plaval, in z mehaničnim tresenjem, pri čemer smo dobili koncentrate, jih stehtali ter v njih ocenili odstotek muskovita.

Okolica Moravč: Vzorec »Drtija« je iz peskokopa severno od vasi Drtija, na južnem krilu laške sinklinale. Pesek je v naravnem stanju belkasto siv, pretežno drobno zrnat, delno srednje zrnat in ima malo proda (3,25 %). Zrna pranega peska so oglata, le debelejša imajo zaobljene robove. Kremenova zrna so pretežno brezbarvna, precej je tudi svetlo sivih, motno belkastih in v zelo majhni količini lahko rdečkastih. V frakcijah pod 0,5 mm znatno prevladujejo kompaktna zrna nad zraščeniimi, medtem ko v frakcijah nad 1 mm količina zraščeni zrn znaša do polovice. Potemnitev kremenca je pretežno enotna, le delno valovita. Poleg prevladujočih kremenovih zrn vsebuje tudi drobce rožencev (zelo drobno zrnati agregati iz kremenca, kalcedona in opala; v nekaterih drobcih je tudi malo organskih primesi). Roženci so povečini belkasti, precej je tudi sivih in črnih. Z naraščanjem velikosti zrn peska narašča tudi količina rožencev; z manjšanjem zrn peska pa se pojavljajo težki minerali. Glavna količina težkih mineralov je v vseh navedenih vzorcih v frakcijah pod 0,2 mm. Vzorec iz Drtije ima v primeri z drugimi vzorci sorazmerno malo težkih mineralov. Črnkasta zrnca, ki jih v drobnih frakcijah opazujemo na oko, so pretežno ilmenit. Količina ostalih zrn težkih mineralov je razvidna iz 3. tabele. V frakcijah pod 0,5 mm dobimo malo zrn alkalnega glinca.

Izdanki podobnega belkastega peska, kot je vzorec iz Drtije, so majhni, obsežnejša pa so nahajališča rumenkastega peska, kakršnega predstavlja vzorec »Soteska« iz odkopa južno od vasi Soteska na severnem krilu laške sinklinale. Pesek je drobno zrnat do srednje zrnat, drobnejši od vzorca iz Drtije, oglat, le v višjih frakcijah imajo zrna zaobljene robove; vsebuje malo proda. Pran pesek je še lahko rumenkast, ker so zrna nekoliko prevlečena z železovimi hidroksidi. Po sestavinah in količinski sestavi je pesek v glavnem podoben vzorcu iz Drtije, le v frakcijah 0,5 do 1 mm ima večjo količino primesi glinastih drobcov — to so belkasti lažje

1. tabela

Zrnavost naravnih vzorcev peska s prodom, meljem in glino

Sito mm	25	15	7	5	3	2	1,5	1	0,5	0,2	0,09	0,06	0,02	pod 0,02	Skupaj
	Prod						Pesek							Melj in glina ¹	
Vzorec	ostanki na sitih v %														
Drtija				0,85		2,40	5,84	5,97	27,92	39,70	5,27	5,21		6,92	100,08
Soteska						0,33	0,64	1,38	17,21	61,90	6,94	5,12		6,41	99,93
Hudej						0,73	3,08	4,45	20,40	43,40	8,15	10,28		9,60	100,09
Štore							0,39	1,75	59,60	19,73	3,08	14,30		1,19	100,04
Mokro polje				26,22		29,80	7,98	2,96	6,45	9,46	2,15	3,19		11,85	100,06
Leskovec									35,89		52,07	11,96 ²			99,92
Ravno							0,03	0,03	1,31	76,52	5,16	4,90		12,03	99,93
Puconci	8,45	13,10	26,80	10,80	12,55	6,78	3,75	4,85	2,66	8,42	1,75 ³				99,91
Olimje						0,07	0,21	0,41	8,81	55,88	16,62	11,24		6,80	100,04

¹ Odprano² Presevek skozi sito 0,06 mm³ Presevek skozi sito 0,2 mm

drobljivi drobci, ki predstavljajo verjetno povsem preperle glinence in pri pranju niso razpadli — ter v frakciji 1 do 2 mm veliko količino roženecv. Svežih zrn alkalnih glinencev vsebuje malo.

Vzorec »Hudej« je površinski, vzet vzhodno od vasi Hudej. Pesek je rumenkast in v glavnem podoben vzorcu iz Soteske. V frakciji 0,06 do 0,5 mm vsebuje veliko glinencev (2,9 %). Tudi zrna so nekoliko bolj oglata. Zrna glinencev so sorazmerno sveža, brez razpok in predstavljajo pretežno ortoklaz, delno mikroklin in andezin.

Store pri Celju: Iz tega nahajališča imamo vzorec z označbo »Sv. Ana«. Pran pesek je sivkasto rumen, srednje zrnat do drobno zrnat. Glavna njegova značilnost je velika količina glinenih drobcev, ki pri pranju niso razpadli, roženecv in še precej svežih zrn ortoklaza in mikrokлина. Očitna je tudi sorazmerno velika količina težkih mineralov v frakcijah 0,5 do 1 mm in 1 do 2 mm, ki predstavljajo pretežno meljnate limonitizirane drobce. Zrna peska so oglata do pologlata. Okrog $\frac{1}{4}$ kremenovih zrn je brezbarvnih, ostala so motna. Zelo pogostna so tudi zraščena kremenova zrna (nad $\frac{1}{4}$). Kremen potemni v glavnem enotno.

Okolica Novega mesta: Pesek »Mokro polje« iz Struškega gozda je pomešan s prodom, katerega je okrog 56 %, in z ilovico ter ga je treba s separiranjem odločiti od tega materiala. Pran pesek je lahko rumenkast. V nižjih frakcijah je pretežno oglat, v manjšni količini dobimo tudi popolno zaobljena zrna in prehode med obema oblikama. V višjih frakcijah so drobci zaobljeni. Pesek je drobno zrnat do debelo zrnat. Zrna kremenova so povečini belkasta, motna, predvsem v nižjih frakcijah pa tudi brezbarvna. Značilnost vzorca je velika količina zraščanih kremenovih zrn tudi v nižjih frakcijah (okrog $\frac{1}{3}$). V zraščanih zrnih je tudi malo kaolinizirane mase. Potemnitev kremenova je pretežno enotna, v manjši meri valovita. Poleg prevladujočega kremenova vsebuje nekoliko roženecv in rdečkasto rjavih drobcev illita, ki pri pranju niso razpadli. Za težko frakcijo je značilno, da se pojavlja v relativno večji količini magnetit.

Vzorec »Leskovec« predstavlja spodnjo plast peskokopa. Pesek je belkast, zelo drobno zrnat do srednje zrnat (pod 0,5 mm). Zrna so oglata. Kremenova so pretežno brezbarvna, nekaj je tudi belkastih. Zraščanih zrn je okrog $\frac{1}{4}$. Potemnitev kremenovih zrn je enotna, delno nekoliko valovita. Pesek ima sorazmerno čista kremenova zrna, toda vsebuje veliko količino težkih mineralov: frakcija 0,06 do 0,5 mm jih ima 0,79 %. V frakciji 0,06 do 0,2 mm jih je 1,30 %, v frakciji 0,2 do 0,5 mm pa 0,33 % — v nižji frakciji štirikrat več kot v višji.

Vzorec iz peskokopa Ravno pri Smedniku je svetlo rjavkast, drobno zrnat do zelo drobno zrnat pesek, z zelo majhno količino zrn nad 0,5 mm. Pesek je oglat, pran še lahko rožnat. V njegovi sestavi¹ znatno prevladuje kremen (99,5 %), ki ima pretežno enotno potemnitev. Zraščanih kremenovih zrn je malo, precej zrn pa je pod mikroskopom nekoliko kalnih. Pod rubriko »g« v 2. tabeli se nahajajo lahko rožnate luske, ki se lahko koljejo v lističe in drobijo. Lističi so pod mikroskopom kalni, brez različnih interferenčnih barv in predstavljajo verjetno hidromuskovit.

2. tabela
Mineralna sestava pranih vrst peska v ‰

Frakcija v mm	0,06 — 0,5							0,5 — 1 — 2						
	q	ro	g	gl	tm	m	o	q	ro	g	gl	tm	m	o
Drtija	93	6,8	sl ¹	—	0,20	sl	—	a 92	8	—	sl	—	sl	—
Soteska	96	3,8	sl	—	0,33	sl	—	b 83	17	—	—	—	sl	—
Hudej	91	5,5	2,9	—	0,28	sl	0,5 ²	a 84	15	—	1	0,01	sl	—
Štore	64,5	2,5	10,5	22,1	0,40	sl	—	b 71	28,5	—	0,5	0,03	sl	—
Mokro polje	95	2,8	—	2,0	0,27	0,04	—	a 94,5	5	—	0,5	sl	—	sl ⁵
Leskovec	99	sl	—	—	0,79	0,03	—	b 84	15,7	—	0,3	sl	—	sl
Ravno	99,5	—	sl	0,4	0,07	0,09	—	a 84	10	1,5	4	0,59	sl	sl ⁶
Puonci	93,5	1,2	1,5	—	0,95	0,03	2,8 ³	b 84	15,8	—	—	0,25	sl	sl ⁶
Olimlje	76	—	4	18	0,80	0,05	1 ⁵	a 97,3	2,3	—	0,4	0,06	sl	sl ⁶
								b 97	3	—	—	—	—	sl ⁶
								a	—	—	—	—	—	—
								b	—	—	—	—	—	—
								a	—	—	—	—	—	—
								b	—	—	—	—	—	—
								a 98	0,3	0,1	—	0,50	sl	1 ³
								b 98	0,3	—	—	0,23	sl	1,6 ⁴
								a 60	—	3	35,7	1	—	0,3 ⁵
								b	—	—	—	—	—	—

q — kremen

ro — roženec

g — glinenec

gl — glineni drobc

tm — težki minerali s specifično

težo nad 2,85

m — muskovit

o — ostali drobc

¹ sl — sledovi, pod 0,1 %, v rubriki m pod 0,01 %² meljnatopeščeni limonitizirani drobc³ pretežno diaforiti, delno kremenovo-

meljasti limonitizirani drobc, v manj-

ši količini kalcit

a — frakcija 0,5 mm — 1 mm

b — frakcija 1 mm — 2 mm

⁴ vzorec Leskovec ne vsebuje teh frakcij, vzorec Ravno 0,06 %⁵ kremenovomeljasti drobc⁶ prepereli rastlinski ostanki

Sestava težkih mineralov v

Sestavina Vzorec	at	ru	zr	t	mz	g	il	mt	st	cy	ep	am
Drtija	0,5	1,5	2	5	sl	sl	72	1	0,5	2,5	—	sl
Soteska	1,5	4	5,5	5,5	sl	—	60	1	1	5	—	—
Hudej	0,5	3	4	3,5	—	—	32	—	0,5	2,5	—	sl
Štore	0,5	2	2	5,5	—	5	30	—	8,5	8	—	—
Mokro polje	1,5	2,5	5,5	2,5	—	0,5	22	7	0,5	0,5	—	—
Leskovec	1,5	16,5	1	10	—	sl	30	—	9	13	—	1
Ravno	1,5	12	1	2	—	—	33	sl	8	10	—	—
Puconci	1	18	sl	8	—	3,5	9	7	10	3,5	11	sl
Olimlje	3	2	3,5	3	—	—	7	sl	4	—	0,5	sl

at — anataz
 ru — rutil
 zr — cirkon
 t — turmalin
 mz — monacit
 g — granat
 il — ilmenit
 mt — magnetit

st — stavrolit
 cy — disten
 ep — epidot
 am — amfibol
 ad — andaluzit
 ti — titanit
 c-zt — klino-cojzit
 a,dp — avgit, diopsid

V frakciji 0,06 do 0,5 mm najdemo redkokdaj še sorazmerno sveže zrno andezina z okrog 33 % anortita.

V Puconcih je pesek pomešan s sorazmerno veliko količino proda (78,4 %) in ga je treba s separiranjem ločiti. Pesek je srednje zrnat do debelo zrnat in oglat, v višjih frakcijah pa nekoliko zaobljen. Pran pesek ima še nekoliko zrn prevlečenih z železovimi hidroksoidi, nahajamo pa tudi čista zrna. V sestavi prevladuje kremen. V nižjih frakcijah je nad ½ kremenovih zrn zraščanih, v višjih pa še več. Zraščena zrna potemne valovito, ostala pa bolj ali manj enotno. Poleg kremena je v pesku tudi nekoliko rožencev, svežih glinencev in diaforitov. Glinenci so alkalni. Količina težkih mineralov je sorazmerno precejšnja. V frakcijah 0,5 do 1 mm in 1 do 2 mm jih predstavljajo pretežno drobci dolomita, delno zrna turmalina.

frakcijah 0,06 mm do 0,5 mm

	ad	ti	c-zt	a, dp	si	hy, e	cr	du	br	lx	otr	lp, se	hm	hmg	Op	Pr
2	sl	0,5	sl	sl	0,5	1	—	sl	11	—	—	—	—	84	16	
6	—	1	—	—	0,5	1	—	sl	8	—	sl	—	—	69	31	
4	—	1	—	—	0,5	0,5	—	—	16	—	sl	—	32	80	20	
4,5	—	2,5	0,5	—	1,5	—	—	sl	22	2	5,5	—	—	52	48	
sl	1	sl	—	—	—	—	—	sl	49	1,5	—	—	6	84	16	
1	0,5	—	sl	sl	1,5	—	—	—	15	sl	—	—	—	45	55	
—	1,5	1	1	—	1,5	0,5	—	sl	27	—	sl	—	—	60	40	
—	1	1	3,5	—	15,5	—	sl	—	—	1	2	5	—	21	79	
—	0,5	—	—	sl	—	sl	—	—	72	—	1,5	sl	3	82	18	

si — silimanit

hy, e — hipersten, enstatit

cr — kromit

du — dumortierit

br — brukit

lx — levkoksen

otr — otrelit

lp, se — leptoklorit, sericit

hm — hematit

hmg — limonitizirani meljnati drobci in limonit

Op — neprozorna zrna

Pr — prozorna in prosojna zrna

sl — sledovi, pod 0,5 %

Pesek iz **Olimja** je drobno zrnat do zelo drobno zrnat, belkast, oglat in vsebuje zelo malo proda. Bistvena njegova značilnost je, da ima sorazmerno veliko glinenih drobcev, ki pri pranju niso razpadli in predstavljajo močno preperete glinence. Nekoliko glinencev je tudi svežih; so alkalni: ortoklaz in mikroklin. V višjih frakcijah je precej drobcev zraščanih iz kremenca in glinencev. Količina težkih mineralov je sorazmerno velika (0,80 % in 1 %).

Povzetek

Vzorci kremenovih peskov iz okolice Moravč, Novega mesta in Puconec predstavljajo kvalitetne kremenove peske, dasi moravški vsebujejo precej rožencev.

Zrna peska so v frakcijah pod 1 mm bolj ali manj oglata, v frakcijah nad 1 mm pa tudi nekoliko zaobljena. Najbolj zaobljena zrna so v vzorcu

„Mokro polje« iz Struškega gozda, v katerem dobimo v frakcijah pod 1 mm v zelo majhni količini tudi popolnoma zaobljena zrna.

V pretežni večini vzorcev prevladuje brezbarven, v majhni količini pa tudi obarvan kremen, medtem ko v vzorcu »Mokro polje« iz Struškega gozda prevladuje belkast, moten kremen. Moten kremen prevladuje tudi v vzorcu »Štore«.

Kemična sestava težkih mineralov
frakcije 0,06 do 0,5 mm v vzorcu iz Drtije

SiO ₂	5,00 ‰
TiO ₂	54,30 ‰
Al ₂ O ₃	5,99 ‰
FeO	2,93 ‰
Fe ₂ O ₃	25,56 ‰
Cr ₂ O ₃	3,01 ‰
ZrO ₂	1,50 ‰
MgO	1,44 ‰
CaO	0,24 ‰
Skupaj	99,87 ‰

Analiziral: V. O c e p e k

Cr₂O₃ določil: ing. M. O r e l

Višje frakcije imajo več zraščanih zrn kremenca kot nižje. Veliko zraščanih zrn kremenca, $\frac{1}{2}$ in več, v frakciji 0,06 do 0,5 mm vsebujejo vzorci iz Mokrega polja, Puconec, Štor, Olimja in Leskovca. Mikroskopska slika kaže, da se v zraščanih kremenovih zrnih iz Mokrega polja nahaja tudi nekaj kaolinizirane mase.

Glinence nahajamo pretežno kot samostojna zrna, le v manjši količini v zraščanih s kremenom. So povečini alkalni, delno tudi srednje bazični.

Sljude je v vzorcih sicer malo, toda ima veliko površino, ker so lističi zelo tanki.

Glavna količina težkih mineralov je v frakciji pod 0,2 mm. Med njimi prevladujejo minerali, značilni za magmatske kamenine, nad minerali, značilnimi za metamorfne kamenine.

THE MINERAL COMPOSITION OF QUARTZ SANDS FROM SOME FINDING PLACES IN SLOVENIA

The report describes four areas in Slovenia where economically important quantities of quartz sand occur. Eight samples represent the following occurrences: Moravče, north-east of Ljubljana (with samples "Drtija", "Soteska", "Hudej"); Štore, east of Celje (with sample "Štore"); Novo mesto (with samples "Mokro polje", "Leskovec", "Ravno"); and Puconci, north of Murska Sobota (with sample "Puconci"). One sample is from Olimje, near Rogaška Slatina.

The samples from Moravče, Novo mesto, and Puconci contain quartz of a good quality, even if there is considerable amount of hornstone in the sand from Moravče. In fractions of less than 1 mm the sand grains are more or less sharp edged. The grains larger than 1 mm can also have their edges rounded off. The grains of the sample "Mokro polje" are best rounded off and here we can even find a small quantity of perfectly rounded grains in fractions of less than 1 mm.

Our quartz is colourless in a majority of samples; coloured quartz occurs in small quantities only. A whitish quartz prevails in the sample "Mokro polje". Dim quartz can also be found as prevalent in the sample "Štore". The higher fractions contain a larger number of cemented grains than the lower fractions. In samples "Mokro polje", "Puconci", "Štore", "Olimje", and "Leskovec" a large quantity of cemented quartz grains ($\frac{1}{2}$ or more) can be found in the fraction 0.06 mm — 0.5 mm. The microscopic analysis shows that in the sample "Mokro polje" there is a small quantity of a kaolinized mass among the cemented quartz grains.

Felspars usually occur in loose grains, less frequently they are cemented. They are alkaline a medium basic grain we find exceptionally only.

Our samples contain a small quantity of mica. Its surface, however, is very large because of the thinness of its flakes.

The majority of heavy minerals can be found in the fraction of less than 0.2 mm. Among these the minerals characteristic for igneous rocks prevail over the minerals characteristic for metamorphic rocks.

LITERATURA

Freund, H., 1953, Handbuch der Mikroskopie in der Technik. B IV, T 1, Frankfurt.

Gohrbandt K., Kollmann K., Küpper H., Papp A., Prey S., Wieseneder H., Woletz G., 1960, Beobachtungen im Flysch von Triest. Verh. d. Geol. BA., H. 2, 162—196, Wien.

Milner, H. B., 1940, Sedimentary Petrography. Third Edition, London, New York.

Pelhan, C., 1956, Livarski peski. Posebna številka livarskega vestnika, Ljubljana.

Pettijohn, F. J., 1957, Sedimentary Rocks. Second Edition, New York. Poročila Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij LRS, 1952—1961, Ljubljana.

Sergeev, E. M., 1953, Granulometrisch-mineralogische Klassifikation der Sande. Vestnik Moskovskogo Univ., Nr. 19, 101—109. Ref. Zentralbl. f. M., 1956, II, H. 1, p. 76.

Winchell A. N., Winchell H., 1956, Elements of optical mineralogy, Part II, Fourth Edition, Second Printing, New York, London.

Winchell, A. N., 1957, Elements of optical mineralogy. Part III, Second Edition, Sixth Printing, New York, London.

O PRESEDIMENTACIJI MAKROFORAMINIFER V FLIŠU

Rajko Pavlovec

Z 1 sliko med tekstom

Problem, ali je favna v flišnih kameninah na primarnem ali na sekundarnem mestu, je že star. V debelo zrnatih peščenjakih, brečah in konglomeratih numuliti, alveoline, asiline, operkuline, orbitoidi, lepidorbitoidi, sideroliti itd. niso redki. Vprašanje je postalo zelo zamotano, ko so našli v isti plasti kredno, eocensko ali oligocensko favno. V eocenskih plasteh so odkrili med drugim lepo ohranjene globotrunkane (Papp, 1955). Gignoux (1936, 561) omenja, da so našli na Monte Garganu in drugod na istem mestu kredne orbitoide, cocenske ortofragmine in oligocenske lepidocikline. Zato je nastalo vprašanje, ali je bila narejena pri določevanju napaka ali pa gre za presedimentacijo. Takšne mešane favne niso ugotavljali le v raznih delih Italije, ampak tudi drugod (Prever, 1912, 14). Prever je skušal dokazati, da je favna primarna in da orbitoidi niso izumrli v zgornji kredi, ampak so živeli še v terciarju (1912, 12; glej tudi Prever, 1907, CLI). Svojo domnevo je podprl z dejstvom, da imajo orbitoidi odlično ohranjene hišice, čeprav so te razmeroma nežne. Tudi substanca v hišicah je enaka oni, kakršno je opazoval pri eocenskih makroforaminiferah iz iste plasti. Nadalje se sprašuje, od kod naj bi prišli orbitoidi v eocenski fliš Lombardije, ko jih v tamkajšnjih krednih plasteh ni. Preverjevo stališče je bilo sicer razumljivo, toda težko je verjeti, da ne bi bilo prav nobene razlike v zgradbi tipičnih krednih in »eocenskih« orbitoidov. V tako dolgem času bi se orbitoidi, katerih razvoj je bil sorazmerno hiter, vsaj nekoliko spremenili oziroma specializirali na novo okolje, ki je nastopilo s terciarno dobo. Končno tudi doslej niso našli orbitoidov v paleocenskih ali eocenskih apnencih, čeprav bi njihovo odsotnost do neke mere lahko opravičevali z občutljivostjo za spremembo temperature, morske globine itd. (Grosouvre, 1904, 513).

Z novejšimi preiskavami je postal položaj jasnejši. Deloma je bila potrebna temeljita revizija favne (Neumann, 1958), še več pa so pokazale podrobne preiskave flišnih plasti z orbitoidi. Floridia (1935, 255, 257) je našel blizu Bergama v flišnih plasteh poleg drobcev hipuritov veliko tipičnih krednih orbitoidov (*Orbitoides media* [D'Arch] in *O. cf. gensacica* Leym.), dalje *Lepidorbitoides socialis* (Leym.) in druge. Za foraminifere pripominja, da so vse majhne, kar je najbrž vpliv okolja. Poudarja, da favna ni presedimentirana, torej pripadajo tamkajšnje flišne

plasti maestrichtu. Podobno je ugotovil tudi Marchesini (1941) na mestu prvotne »mešane« favne v »staroterciarnem« flišu značilno kredno favno v zgornjesenonskem flišu. Torej je Preverjev ugovor, da ni jasno, od kod naj bi prišli »eocenski« orbitoidi, neutemeljen. Seveda so tudi danes znane plasti, v katerih nastopa prava presedimentirana favna (Silvestri, 1919, 41, 90).

Za nas je problem kredne in eocenske favne v flišnih kameninah posebno zanimiv, ker ga imamo tudi v Sloveniji. Že leta 1858 je na to naletel Stur pri plasteh na obrobju soške doline. Ti skladi kažejo deloma flišni razvoj. Stur (1858, 331, 348) je sicer po najdeni makrofavni zaključil, da so omenjeni skladi zgornjekredni (senonski oziroma iz iste formacije kot kaprotinski apnenci), vendar mu starost najvišjih plasti zaradi pomanjkanja okamenin ni bila jasna. Posebno problematični so se mu zdeli konglomerati in peščenjaki južno od Kanala (Stur, 1858, 349). Isti avtor je ugotovil razliko med njimi in kompleksom »kaprotinskih« apnencev, ločijo pa se tudi od južneje ležečih eocenskih plasti. Iz apnencev oziroma apnenih peščenjakov omenja rudiste in nerineje, medtem ko v konglomeratih ni našel favne. Končno dokazuje Stur njihovo različno starost še na podlagi lege. Prav tu omenja možnost presedimentacije najdene favne (Stur, 1858, 350). Stur opozarja na plasti, v katerih je bil najden dobro ohranjen radiolit brez sledov odrgnjenja; zato ima te plasti za senonske in poudarja, da v njih ni bilo nobenega numulita. Jasno pa pravi, če so te plasti eocenske, morajo biti eocenske tudi nižje plasti, ki so večinoma razvite kot konglomerat, katerega prodniki vključujejo rudiste (pri Doblarju in Volčah).

Deset let pozneje ugotavlja Hauer (1868, 32) isto kot Stur. Flišu podobne plasti, v katerih je najti ostanke rudistov, prišteva zgornji kredi. Celu v plasteh pri Bovcu, ki jih je imel Hauer prvotno za eocenske, je Stur (1858, 344) našel *Inoceramus* sp. in jih je zato prištel kredi.

Večji napredek so pokazale šele Kossmatove (1908) preiskave, čeprav na strani 78 sam pravi, da problem starosti teh plasti še ni rešen. Kossmat in pozneje v obsežnem delu Winkler (1921) sta med drugim obravnavala za nas zanimiv teren okrog Matajurja in Kolovrata. Na Matajurju je prvi Kossmat (1908, 83) našel orbitoide, ki jih je Schubert določil kot *Orbitoides cf. media* in *O. mamillata* Schlumb., ki jo po reviziji imenujemo *Clypeorbis namillata* [Schlumb.]. Pravi, da je meja med krednim in eocenskim flišem, ki so ga italijanski geologi pozneje zanesljivo dokazali tudi s favno (Fabiani, 1915, 124 do 128; primerjaj tudi Dainelli, 1915 in Winkler, 1921, 118), znotraj »pseudokrednega«, zelo klastičnega flišnega kompleksa. Tako je bilo jasno povedano, da je tu stik različno starih flišnih kamenin. Winkler (1921, 68) ugotavlja mejo med obema deloma po jasni diskordanci.

Pri obeh geoloških kartah (avstrijska list Tolmein — 1:75.000 — in italijanska list Tolmino — 1:100.000) naletimo na isti problem starosti fliša. V Kossmatovi (1920) karti je okrog Matajurja in v nekaterih drugih delih na severnem obrobju fliša, ki ga prišteva zgornji kredi, »orbitoidna cona najmlajše krede«. Flišne plasti nad Kanalom pa ima za eocenske. V italijanskem zemljevidu je nad Kanalom spodnjelutecijski

fliš, ki vključuje »pseudokredne« konglomerate s presedimentirano favno, dalje apnene laporje, peščenjake in brečaste apnenice. Južneje od tod v Goriških Brdih je vrisan spodnjelutecijski fliš furlanskega tipa, medtem ko so del fliša na obeh straneh soške doline med Tolminom in Plavami prišteli zgornji kredni.

1. tabela

vrsta	maastricht	paleocen	eocen
<i>Orbitoides media</i>			
<i>Orbitoides cf. apiculata</i>			
<i>Clypeorbis mamillata</i>			
<i>Lepidorbitoides cf. socialis</i>			
<i>Lepidorbitoides sp.</i>			
<i>Simplorbites sp.</i>			
<i>Siderolites sp.</i>			
<i>Miscellanea sp.</i>			

Sam sem na krajši ekskurziji nabral iz profila na desnem bregu Soče nad Kanalom vzorce iz brečastih, konglomeratnih, peščenih in apnenih plasti v flišu. V njih najdemo poleg številnih lepo ohranjenih primerkov *Orbitoides media* in *O. cf. apiculata* Schlumb., ki ju je v aksialnem prerezu zelo težko ločiti med seboj (Neumann, 1958, 65), še rod *Lepidorbitoides*, od katerega je nekaj primerkov zelo podobnih vrsti *L. socialis* (Leym.) in rodove *Siderolites*, *Simplorbites*, *Miscellanea* in *Orbitolina*. Nadalje je v teh plasteh še izredno veliko miliolid, tekstularij, rotalid in drobcev rudistov. Če tej favni prištejemo še Kossmatove primerke (1908, 83), dobimo sliko (po Neumannu, 1958 in Pokornju, 1959), ki jo kaže 1. tabela.

Iz zgornje tabele vidimo, da med favno ni izrazitih terciarnih elementov. Makroforaminifere jasno kažejo na zgornji maastricht. Morda je prav prisotnost numulitom podobnih miscelanej zmotila dosedanje raziskovalce, da kljub najdbam orbitoidov niso sklepali na zgornjekredno starost fliša. Med vsemi foraminiferami so le orbitoline starejše od zgornjega maastrichta, saj nastopajo zanesljivo le še v cenomanu (primerjaj Pavlo-

ve c, 1961). V flišne breče so torej prišle iz krednih apnencev, v katerih jih najdemo precej tudi v Sloveniji.

V profilu nad Kanalom se orbitoidi, ki so poleg lepidorbitoidov najpogostnejši, pojavljajo povečini v brečah, le redko v vezivu konglomeratov. V brečah so navadno nekoliko poškodovani, medtem ko najdemo v konglomeratih hišice, pri katerih so celo na površini ohranjeni vsi elementi.

V flišnih brečah nad Kanalom so zelo pogostni tudi rudistni drobci, ki jih v pravih eocenskih flišnih brečah ni veliko. Več pa je takšnih drobcev v klastičnih flišnih kameninah v severnem delu Goriških Brd, kjer so prave eocenske plasti, toda zelo podobne flišnim kameninam nad Kanalom. V profilu nad Kanalom tudi nisem našel kosov eocenskih apnencev, ki jih je sicer v terciarnem flišu v Sloveniji zelo veliko.

Toda če pomislimo na številne zanesljivo ugotovljene prenesene fosilne ostanke v flišu, moramo biti za starost fliša nad Kanalom kljub izključno kredni favni previdni. Sam se sicer nagibam k mišljenju, da so plasti iz omenjenega profila res zgornjekredne, saj so makroforaminifere omejene celo samo na zgornji maestricht, vendar bo mogoče to dokončno potrditi šele po podrobnih analizah sosednjih profilov in mikroforaminifer v njih. Tudi del fliša na Banjški planoti in drugod utegne biti mezozojski, saj so v njem razne zgornjekredne foraminifere. Prvi korak so pri tem naredili že Italijani ob sestavljanju geološke karte 1:100.000, list Tolmin.

Mejo med zgornjekrednim in eocenskim flišem bo zelo težko določiti. V italijanski karti 1:100.000, list Tolmin, so sicer ločeni deli bolj klastičnega (delno »pseudokrednega«) fliša od onega, v katerem je manj breč, konglomeratov in peščenjakov. Ta meja poteka po severnem delu Goriških Brd. Toda facialna razlika flišnih kamenin še ni stratigrafska meja. V južnem delu teh klastičnih flišnih plasti (nekoliko severovzhodno od Kojškega) so v vezivu konglomerata redke makroforaminifere, med katerimi so orbitoidi (zanesljivo je ugotovljen le *Orbitoides media*), *Lepidocyclina* sp., *Nummulites* sp. Med numuliti nastopa oblika najbrž iz skupine *N. partschi* (glej sliko). Žal je površina zelo slabo ohranjena. Ostali podatki so: Dm = 4,95; Š = 10, 24 in približno 33; M = 0,65; P = 0,4:0,26; K = 0,4:0,234.* Po navedenih podatkih se numulit iz Goriških brd zelo približuje podvrsti *Nummulites partschi tauricus* (de la Harpe) (glej Schaub, 1951, 148 in 151, sl. 178, tab. 4, sl. 11 do 12). Ta podvrsta se pojavlja v cuisiju (v smislu Hottinger & Schaub, 1960).

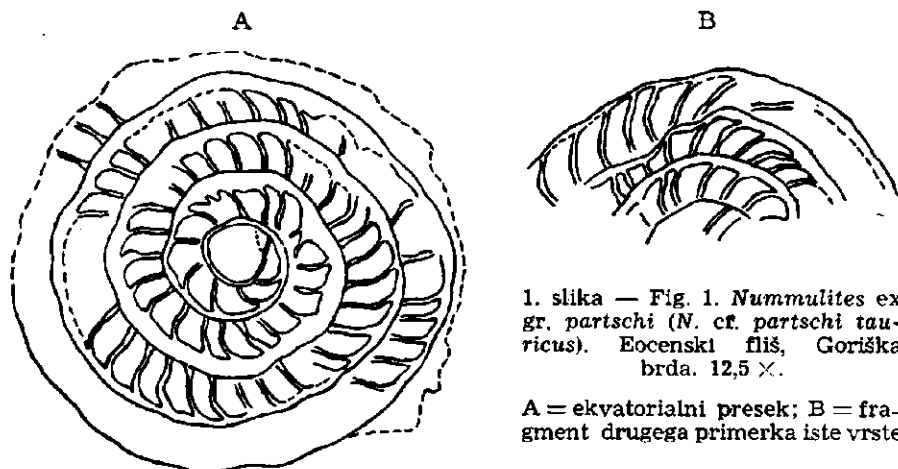
Jasno je, da je vsaj del favne iz bližine Kojškega presedimentiran in da imamo opraviti z značilno »mešano« favno. Odlično ohranjeni orbitoidi morajo izhajati iz zgornjekrednega fliša, kajti nežne hišice so se lahko izluščile nepoškodovane le iz sorazmerno neodpornega veziva konglomeratov.

Prava mešana favna nastopa tudi v flišnih brečah pri Colu. Poleg rudistnih fragmentov smo tam našli slabše ohranjene orbitoide, najbrž še miscelaneje, lepidorbitoide ali diskocikline, ki jih je v neorientiranih ali

* Dm = premer hišice; Š = število sept v prvem, drugem in tretjem zavoju; M = premer protokonha; P = razmerje med višino kamrice in spiralnim zavojem, merjeno v drugem zavoju nad devterokonhom; K = razmerje med višino in širino kamrice, merjeno v drugem zavoju nad devterokonhom.

nejasnih prerezih zelo težko razlikovati, dalje numulite in alveoline. Foraminifere so sicer tako slabo ohranjene, da ni mogoče določiti posameznih vrst, vendar je po novejših preiskavah drugih delov fliša v Vipavski dolini tudi okrog Cola najverjetneje cuisijski (spodnjeocenski) ali spodnjelutecijski fliš.

Pri tem smo prišli do problema makroforaminifer v eocenskem flišu. Pred kratkim sem skušal rešiti problem numulitov v flišnih plasteh jugozahodne Slovenije (Pavlovec, 1961, v tisku). Prišel sem do zaključka, da so numuliti sinhroni s plastmi, v katerih jih najdemo, vendar so bili vanje nanesen. V omenjenem delu podrobneje navajam vzroke, ki so me



1. slika — Fig. 1. *Nummulites* ex gr. *partschi* (*N.* cf. *partschi tauricus*). Eocenski fliš, Goriška brda. 12,5 ×.

A = ekvatorialni presek; B = fragment drugega primerka iste vrste

vodili do teh sklepov. Nisem pa mogel ugotoviti, kako daleč naj bi bili preneseni. Razpravljal sem samo o numulitih (predvsem o onih v vezivu konglomeratov), ne pa o drugih makroforaminiferah, ki jih je marsikje v flišnih brečah prav veliko. To so zlasti alveoline in diskocikline, redkeje orbitoidi, lepidorbitoidi, sideroliti, gipsine in drugi.

Numuliti, delno tudi alveoline ali diskocikline, imajo med makroforaminiferami v eocenskem flišu na Primorskem poseben položaj. Kakor sem že prej razpravljal (Pavlovec, 1961, v tisku), bi ta favna lahko prišla v fliš le iz alveolinsko-numulitnih in v zelo majhni meri še iz drugih paleocenskih apnencev, iz katerih se hišice makroforaminifer skoraj nikoli ne izluščijo tako dobro ohranjene, kot jih najdemo v flišnih kameninah. V starejših plasteh teh foraminifer še ni. Tako ostane precej možnosti, da v flišnih kameninah eocenske makroforaminifere niso bistveno starejše od fliša. Toda favna v vezivu konglomeratov se razlikuje od favne v brečah ali peščenih apnencih, čeprav nastopajo te kamenine lahko neposredno skupaj. Pri tem ne mislim toliko na posamezne vrste numulitov, ki doslej še niso v tej smeri dovolj preiskani, ampak na druge makroforaminifere. V vezivu konglomeratov nastopajo številni numuliti in zelo redke alveoline. Važno je opozoriti, da so v konglomeratih tudi zelo pogostni kosi alveolinsko-numulitnih apnencev. V brečah in peščenih apnencih so poleg numulitov in redkejših presedimentiranih zgornjekrednih makroforamini-

fer precej pogostne alveoline, diskocikline in redke gipsine. Za starost fliša je torej favna v brečah mnogo manj pomembna kot v vezivu konglomeratov, kajti nedvomno je, da so foraminifere v brečah manj homogene kot v vezivu konglomeratov in da so vsaj delno presedimentirane, oziroma prenesene iz drugih plasti kot favna, ki nastopa v vezivu konglomeratov. Toda v flišnih brečah Vipavske doline nastopajo na primer mlajše alveoline kot v alveolinskih apnencih tega dela Slovenije. Zato ni izključeno, da bi bila tudi favna iz flišnih breč precej uporabna za stratigrafsko členitev paleogena. V nadaljnjih preiskavah bo treba ugotoviti, ali se numuliti v vezivu konglomeratov razlikujejo od onih v brečah. Možno je namreč, da so se numuliti med sedimentacijo klastičnih flišnih sedimentov, zlasti breč in peščenih apnencev, pomešali z drugo favno, ki je med sedimentacijo flišnih konglomeratov morje ni nanašalo. V tem primeru bi bili numuliti poleg mikroforaminifer najvažnejši fosili za določanje starosti fliša, morda tudi pogojev nastajanja.

Upoštevati moramo še možnost, da so tudi numuliti v vezivu konglomeratov presedimentirani iz starejših flišnih plasti, iz katerih so se lažje izluščile nepoškodovane hišice kot iz apnencev. To bi lahko naredila podmorska erozija (primerjaj Gohrbandt etc., 1960) ali razpadanje flišnih kamenin, ki so bile že dvignjene nad morsko gladino. Seveda pri tem vsaj za Slovenijo ne moremo misliti na bistveno starejše plasti, kajti fliš je v naših krajih mlajši od sosednjih flišnih plasti v Istri. Da pa bi morje nanašalo material na zelo velike razdalje, si je zopet težko zamišljati, saj bi morali potem najti tudi v brečah material iz bolj oddaljenih krajev. Sedimentacijo fliša doslej še vse premalo poznamo, da bi mogli postavljati v tej smeri dovolj zanesljive sklepe.

Zanimivo je še primerjati nastopanje alveolin v flišnih plasteh naših krajev z rezultati, do katerih je prišel *Hottinger* (1960, 271). Podobno, kakor sem že sam domneval (*Pavlovec*, 1961, v tisku), trdi tudi *Hottinger*, da so alveoline vezane na ozke, facialno ustrezne pogoje. Uspevale naj bi na ne posebno globokem morskem dnu. Omenjeni avtor celo ugotavlja, da nastopajo alveoline z nežnejšimi hišicami in floskuline v plasteh z več detritusa, okrogle alveoline z dolgo spiralo ter ovalne masivne pa v plasteh, kjer je mnogo kalcijevega karbonata. Obe obliki lahko nastopata blizu druga drugi istočasno. Vendar loči *Hottinger* »pokopališča« alveolin od ostalih najdišč.

Apnene plasti s številnimi alveolinami sem pozneje našel še na mnogih mestih. Zlasti zanimiva je plast z alveolinami pri Vipolžah v Goriških brdih. V njej dobimo alveoline, ki kažejo na starejši del ilerdija (= zgornji paleocen). Iz tega časa drugod v Sloveniji ne poznamo flišne sedimentacije. Celo v bližnjih delih Vipavske doline so tedaj nastajali apnenci z miliolidami, operkulinami, alveolinami in numuliti. Ni verjetno, da bi bila na tako majhno razdaljo tako bistvena razlika v sedimentaciji, kot je potrebna za nastanek fliša oziroma apnenca. Poleg tega dobimo v flišnih plasteh Goriških brd tudi številne numulite in asiline, ki kažejo na cuisijsko ali celo lutecijsko starost. Zelo verjetno gre pri omenjeni plasti z alveolinami iz okolice Vipolž za presedimentacijo.

Pri makroforaminiferah v flišu se torej odpira vedno nova problematika. Najteže pri tem je, da je pri vsakem nahajališču nekaj specifičnosti. Do zanesljivih zaključkov je mogoče priti šele po primerjavi številnih profilov, podrobno preiskanih favnistično, petrografske in strukturno.

ON THE DERIVED LARGE FORAMINIFERS IN FLYSCH

According to the Austrian geologic map of Tolmin, scale 1/75.000, the flysch occurring at Kanal in the Soča river valley, is Eocene in age. Italian geologists, however, referred the same flysch on their map of Tolmin, scale 1/100.000, to the Lower Lutecian to which also the pseudo-Cretaceous conglomerates were assigned. The flysch contains re-deposited faunal remains.

The present writer collected in the sandstones, breccias and conglomerates occurring near Kanal, the following faunal remains: *Orbitoides media* and *O. cf. apiculata*, *Lepidorbitoides cf. socialis*, *Lepidorbitoides sp.*, *Simplorbites gensasicus*, *Siderolites sp.*, *Miscellanea sp.* and *Orbitolina sp.* The same beds abound with miliolids textularias, rotalids and fragments of rudist shells. The orbitolines were derived from older beds, while the rest of the fauna is Upper Maestrichtian in age.

Flysch beds similar to those occurring near Kanal, are encountered also in the northern portion of Goriška Brda where the cement of the conglomerates displays a rather heterogeneous fauna (*Orbitoides media*, *Lepidocyclina sp.* and *Nummulites sp.*). The nummulite belongs most probably to the group *N. partschi* and bears a close enough resemblance to the subspecies *N. partschi tauricus*.

The fauna occurring in the Eocene flysch breccias at Col near Vipava is likewise very heterogeneous. There are orbitoides, possibly miscellaneous lepidorbitoides or discocyclines, nummulites and alveolines.

In a previously published paper the present writer discusses the nummulites occurring in the Eocene flysch and, primarily, the nummulites found in the cement of the conglomerates (Pavlovec, 1961, 400—404). He found that the nummulites are synchronous with the strata, but that they had been transported thither from some unknown localities. Alveolines are extremely rare. The flysch breccias, however, contain beside nummulites also numerous alveolines, discocyclines, few gypsines etc. Since the fauna contained in the breccias is far from being homogenous, it is less suitable for the determination of the age of flysch than are the faunal remains found in the cement of the conglomerates. The flysch occurring in the Vipava river valley, Goriška Brda, and Brkini is older than that encountered in Istra. Thus it is obvious that the alveolines and discocyclines cannot stem from the Istrian flysch rocks. The large foraminifers again cannot detach themselves from the limestone without becoming damaged. Furthermore, the alveolina limestones of the Vipava river valley are Herdian in age while the Vipava flysch contains also Cuisian alveolines. Thus also the fauna occurring in the flysch breccias might be utilized for the determination of the stratigraphic sequence of the Paleogene.

It is, however, possible that also the nummulites occurring in the cement of the conglomerates were re-deposited from older flysch beds. But the flysch beds at the Vipava valley, Goriška Brde and Brkini can hardly be older and it is even less probable that the fauna had been brought into the flysch from some distant locality.

The present writer has examined an intercalation of limestone with alveolines from the flysch beds occurring in the environs of Vipolže in Goriška Brda. The alveolines point to the Lower Herdian. Elsewhere in Slovenia, however, limestones with operculines, alveolines, and nummulites were deposited during that time. The flysch occurring in Goriška Brda also contains Cuisian nummulites and assilines. Thus the alveolines contained in the bed referred to above must have been redeposited.

LITERATURA

Dainelli, G., 1915, L'Eocene Friulano. Mem. geografiche, 1—721, tab. 1—56, Firenze.

Fabiani, R., 1915, Il Paleogene del Veneto. Mem. Ist. Géol. Univ. Padova, 3, 1—336, tab. 1—9, Padova.

Fabiani, R., Kossmat, F., Winkler, A., 1937, Foglio 26 della Carta d'Italia al 100.000, Tolmino. Firenze.

Florida, G. B., 1935, Sul rinvenimento di Orbitoidi non rimaneggiate nel Flysch Lombardo. Boll. Soc. geol. It. 54, 254—262, tab. 14, Roma.

Gignoux, M., 1936, Géologie stratigraphique. 1—709, Paris.

Gohrbandt, K., Kollmann, K., Küpper, H., Papp, A., Prey, S., Wieseneder, H., Woletz, G., 1960, Beobachtungen im Flysch von Triest. Verh. Geol. B. A., 161—196, tab. 5—7, Wien.

Grossouvre, M. A., 1904, Sur la distribution verticale des orbitoides. Bull. Soc. Géol. France, 4^e ser., IV, 513—515, Paris.

Hauer, F. R., 1868, Geologische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie. Jb. geol. R. A. 18, 1—44, Wien.

Hottinger, L., 1960, Über paleocaene und eocaene Alveolinen. Eclogae geol. Helv. 53, 1, 265—283, tab. 1—21, Basel.

Hottinger, L., Schaub, H., 1960, Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Eclogae geol. Helv. 53, 1, 453—479, Basel.

Kossmat, F., 1908, Beobachtungen über den Gebirgsbau des mittleren Isonzgebietes. Verh. geol. R. A., 69—84, Wien.

Kossmat, F., 1920, Nachtrag zur »Geologischen Spezialkarte der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder der österreichisch-ungarischen Monarchie«, Tolmein 1:75.000. Wien.

Marchesini, E., 1941, Strati ad orbitoidi maestrichtiane nel Flysch del Sannio. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. 49, [1—21], tab. 3—4, Pisa.

Neumann, M., 1958, Révision des Orbitoididés du Crétacé et de l'Éocène en Aquitaine occidentale. Mém. Soc. géol. France, N. s. 37, 2—3, Mém. 83, 1—174, tab. 1—36, Paris.

Papp, A., 1959, Nummuliten aus dem Untereozän vom Kühlgraben am Fusse des Unterberges (Salzburg). Verh. geol. B. A., 163—179, Wien.

Pavlovec, R., (1961), K poznavanju eocenskih in oligocenskih numulitov Jugoslavije. Razprave IV. razr. SAZU 6, Ljubljana (v tisku).

Pavlovec, R., (1961), Zgornjekredna mikrofavna iz Logarčka pri Lazah. Naše jame 3, Ljubljana (v tisku).

Pleničar, M., 1955, Nahajališče kredne favne jugozahodno od Jelšan pri Ilirski Bistrici. *Geologija* 3, 204—207, sl. 1—3, Ljubljana.

Pokorny, V., 1958, Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie I. 1—562, Berlin.

Prever, P. L., 1907, Escursione nei dintorni di Cassino. *Bol. Soc. geol. Ital.* 26, CXLIX—CLV, Roma.

Prever, P. L., 1912, La fauna a Nummuliti e ad Orbitoidi dei terreni terziarii dell'alta valle dell'Aniene. *Mem. descr. della Carta geol. It.* 5, 2, 1—259, tab. 1—14, Roma.

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

Silvestri, A., 1919, Orbitoidi cretacee nell'Eocene della Brianza. *Atti Pontif. Acc. Rom. Nuovi Lincei*, ser. II, 5, 31—107, Roma.

Stur, D., 1858, Das Isonzo-Thal von Flitsch abwärts bis Görz, die Umgebungen von Wippach, Adelsberg, Planina und die Wochein. *Jb. Geol. R. A.* 9, 324—366, Wien.

Winkler, A., 1921, Das mittlere Isonzogebiet. *Jb. Geol. R. A.* 70, 11—124, tab. 2—7, Wien.

STAROST TERCIARNEGA FLIŠA V SLOVENIJI

Predhodno poročilo

Rajko Pavlovec

Z 1 sliko med tekstem

V zadnjih letih je proučevanje razvoja paleogena doseglo velik napredek. Med drugim sta Hottinger in Schaub (1960) izpopolnila delitev starejšega paleogena. Paleocen sta razdelila v tri dele, ki niso identični z dosedanjim poimenovanjem moncij, thanecij in sparnacij. Danij sta prištela terciaru kot spodnji paleocen. Za zgornji paleocen sta uvedla novo ime ilderij. Srednji eocen (doslej lutecij) sta razdelila v spodnji del (lutecij) in zgornji del (biarritzij). Izpopolnjeno delitev starejšega paleogena kaže slika na str. 259.

Nekatere podrobnosti nove razdelitve, kakor tudi poimenovanje posameznih oddelkov (srednji paleocen), še niso do kraja razčiščene. Med drugim še ni odločeno, ali je danij najstarejši člen terciara, ali najmlajši del krede.

Pri preiskavah paleogenskih plasti v jugozahodni Sloveniji smo skušali ugotoviti starost posameznih skladov. Pri tem smo upoštevali zgoraj navedeno razdelitev. Zlasti zanimivi so zaključki raziskav flišnih plasti. V tem članku bomo obravnavali le terciarni fliš, pustili pa bomo ob strani krednega, ki nastopa v nekaterih delih zahodne Slovenije (primerjaj članek »O presedimentaciji makroforaminifer v flišu« v isti številki Geologije).

Paleogen v Sloveniji se začne z liburnijskimi plastmi, pri katerih loči Pleničar (1960) kot najstarejši horizont foraminiferni apnenec, nato horizont s *Cosinia* sp. in *Stomatopsis* sp. (prej spodnji del kozinskih plasti), plasti z giroplevrami (prej spodnji del kozinskih plasti) in zgornji del kozinskih plasti (glavni haracejski apnenec). Plasti z giroplevrami šteje v najvišji del danija, vse mlajše dele liburnijskih plasti pa v terciar. Nad kozinskimi plastmi leži še miliolidni apnenec, ki mu sledi novo odkrit apnenec z operkulinami (operkulinski apnenec) kot najvišji člen liburnijskih skladov.

Liburnijskim plastem sledi apnenec s številnimi alveolinami in numuliti. Na obrobju Vipavske doline in Brkinov je v spodnjih delih teh plasti sicer več alveolin, v zgornjih pa več numulitov, vendar najdemo tudi mešano favno. Ker ta apnenec ne doseže večje debeline, ločitev na alveolinski in numulitni apnenec istrskega ali dalmatinskega tipa povečini ni možna. Zato ga imenujemo alveolinsko-numulitni apnenec.

V okolici Trsta vsebuje alveolinsko-numulitni apnenec srednjeilerdij-sko favno (G o h r b a n d t etc. 1960, H o t t i n g e r 1960), med katero je najznačilnejša *Alveolina triestina* H o t t. Enake plasti se pojavljajo tudi okrog Brkinov in na obrobju Vipavske doline. Iz teh krajev (okolica Jelšan) omenja H o t t i n g e r (1960) ilerdijski apnenec z vrsto *Alveolina ellipscidalis* S c h w., *A. cf. pasticillata* S c h w. in *A. cf. rotundata* H o t t. Ali sega alveolinsko-numulitni apnenec v zgornji ilerdij ali se je tedaj že začela flišna sedimentacija, še ni jasno.

Če je alveolinsko-numulitni apnenec nastajal v srednjem ilerdiju, je torej določena tudi zgornja meja liburnijskih plasti. Pri tem je pomemben še operkulinski apnenec, v katerem je poleg zelo številnih operkulin še precej diskociklin. Poleg njih so še prvi, zelo redki majhni numuliti. Po prvotnih S c h a u b o v i h (1951) opazovanjih se numuliti sicer pojavijo nekoliko pred začetkom ilerdija. Toda spodnjo mejo »paleocena z numuliti«, v smislu kakor navajata H o t t i n g e r in S c h a u b (1960), je treba popraviti tako, da se ujema s spodnjo mejo ilerdija. Ta popravek je potreben delno zaradi manjše grafične napake v tabeli (H o t t i n g e r in S c h a u b 1960), delno zaradi še neobjavljenih S c h a u b o v i h ugotovitev. Prvi numuliti so se torej pojavili šele v začetku ilerdija. S tem je podana tudi spodnjeilerdijska starost operkulinskega apnenca.

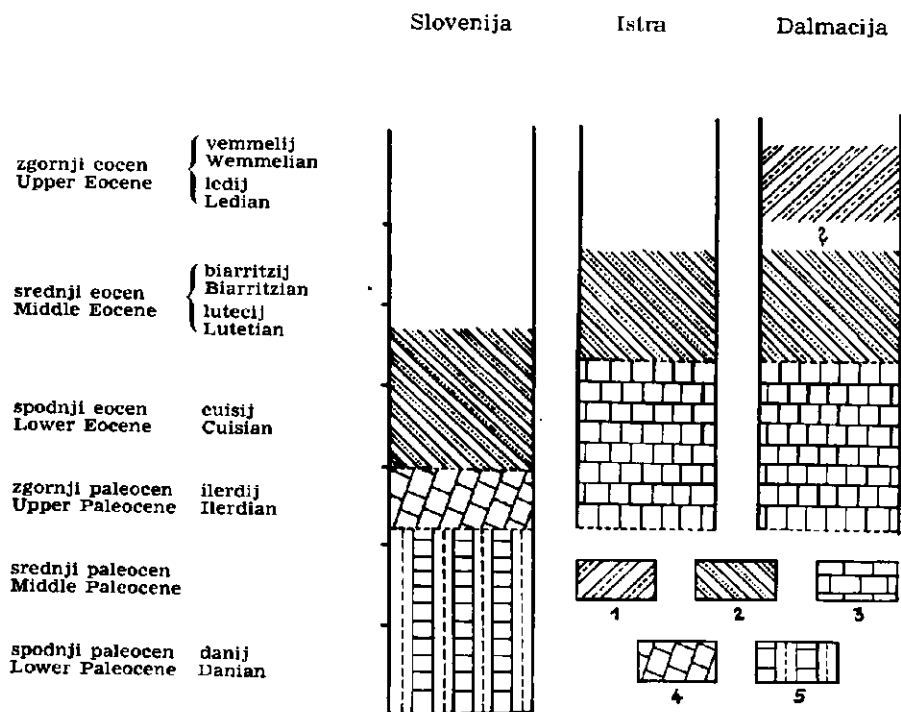
Alveolinsko-numulitni apnenec prehaja navzgor v flišne plasti. Fliš je nastajal v cuisiju, pa tudi še v luteciju (G o h r b a n d t etc. 1960). Podrobne preiskave fliša še niso končane, pa tudi numulitna favna iz teh plasti še ni dokončno obdelana.

Značilne profile opisanih plasti najdemo v Vipavski dolini, okolici Brkinov, Trsta in v Goriških brdih. Precej drugačne so razmere v Istri in to ne samo v srednji ali južni, ampak že v slovenskem delu severne Istre. V teh krajih je že mogoče ostro ločiti alveolinski in numulitni apnenec. H o t t i n g e r (1960) je iz istrskih apnencev opisal zgornjecuisijsko ali spodnjelutecijsko obliko *Alveolina* aff. *pinguis* n. sp. H o t t. in spodnje-ali srednjelutecijsko *A. cf. elliptica nuttali* D a v i e s, pa tudi numuliti in asiline kažejo na to starost. Zlasti pogostna je *Assilina spira* (d e R o i s s y). Numulitni apnenec prehaja v fliš, v katerem še vedno najdemo lutecijske vrste, med drugim *Nummulites millecaput* B o u b é e, ki prav gotovo ni presedimentiran iz starejših apnencev. Starost zgornjih delov fliša še ni povsem jasna, vendar, sodeč po debelini plasti, mora segati vsaj še v biarrizij.

Tudi v Dalmaciji nastopa v alveolinskem apnencu spodnje- in srednje-lutecijska favna, med katero našteva H o t t i n g e r (1960) *Alveolina gigantea* C h. - R i s p., *A. aff. palermitana* H o t t. in *A. levantina* H o t t. Našel je tudi *A. aff. pinguis* n. sp. H o t t. H o t t i n g e r meni, da obsega »glavni alveolinski apnenec« več korizontov. Podobno kakor v Istri vsebuje tudi dalmatinski numulitni apnenec lutecijske numulite.

V laporno-peščenih plasteh nad numulitnim apnencem v Dalmaciji je mnogo makrofavne (novejša dela: K o c h a n s k y 1947, K ü h n 1948, P a v l o v e c 1959), ki pripada delno »zgornjelutecijskemu laporju« delno prominskim plastem (po favni zgornji eocen). Za starost »zgornjelutecijskega laporja« nimam novejših podatkov. Morda je njegov ekvivalent pe-

Paleogenske plasti v jugozahodni Sloveniji, Istri in Dalmaciji
Paleogene strata in south-western Slovenia, Istra and Dalmacija



1. prominski skladi (laporji, peščenjaki, konglomerati),
2. flišni peščenjaki in laporji z debelejšimi vložki konglomeratov, breč, debelo zrnatih peščenjakov in apnencev,
3. alveolinski in numulitni apnenci istrsko-dalmatinskega tipa,
4. alveolinski in numulitni apnenci vipavsko-brkinskega tipa,
5. morski, brakični in sladkovodni apnenci in laporji (v glavnem liburnijske plasti).

1. the Promina strata (marls, sandstones, conglomerates),
2. the Flysch sandstones and marls with some thicker intercalations of conglomerates, breccias, coarse-grained sandstones and limestones,
3. the alveoline and nummulite limestones of the Istra—Dalmacija type,
4. the alveoline and nummulite limestone of the Vipava—Brkini type,
5. the sea, brackish or fresh water limestones and marls (mainly Liburnian strata).

ščen apnenec iz okolice Mostarja z zgornjelutecijsko vrsto *Nummulites meneghinii* (d' Arch.). V skladih, ekvivalentnih prominskim plastem, je bil na Biševu najden *Nummulites variolarius* Lam. (Pavlovec 1961), v okolici Mostarja pa *Nummulites striatus* (Brug.). Ni še jasno, ali se je prominska sedimentacija začela v biarritziju, oziroma, ali je »zgornjelutecijski lapor« biarritzijske starosti.

V flišnih plasteh v vzhodni Makedoniji sta bila najdena *Nummulites fabianii* (Prever) in *N. incrassatus* de la Harpe (Pavlovec 1961). Po tej favni sklepamo na zgornji eocen.

Že dosedanje preiskave so pokazale, da je fliš tem mlajši, čim bolj gremo od severozahoda proti jugovzhodu. V Istri je še nastajal apnenec, ko se je v Vipavski dolini, Goriških brdih in Brkinih že začela flišna sedimentacija. Prominske plasti so od flišnih še nekoliko mlajše.

THE GEOLOGIC AGE OF TERTIARY FLYSCH IN SLOVENIA

The Liburnian strata were deposited during the Paleocene, their uppermost part consisting of the operculine limestone, during the Lower Eerdian. The alveoline-nummulite limestone occurring along the margin of the Vipava valley, in the Brkini region, and in the environs of Trieste, are Middle Eerdian in age. The flysch overlying these strata dates from the Cuisian and Lutetian.

The flysch of Istra is younger than that of the regions referred to above, but older than the Promina strata of Dalmacija. Thus the flysch strata become younger and younger in the northwest—southeast direction.

LITERATURA

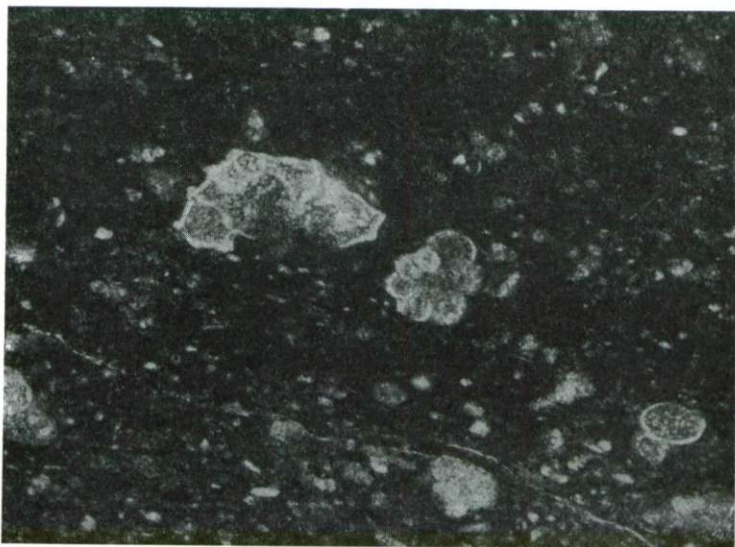
- Gohrbandt, K., Kollmann, K., Küpper, H., Papp, A., Prey, S., Wieseneder, H., Woletz, G., 1960, Beobachtungen im Flysch von Triest. Verh. geol. B. A., 161—196, t. 5—7, Wien.
- Hottinger, L., 1960, Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène. Mém. Suiss. Paléont., 75/76, 1—236, t. 1—18, Bâle.
- Hottinger, L., Schaub, H., 1960, Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Eclogae geol. Helv., 53, 1, 453—479, Basel.
- Kochansky, V., 1947, Eocenski koralji i hidrozoj Dubravice i Ostrovice u Dalmaciji. Geol. vjesnik, 1, 48—67, t. 6, Zagreb.
- Kühn, O., 1948, Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildung. Jb. geol. B. A., 91, 49—94, t. 1—2, Wien.
- Pavlovec, R., 1959, Zgornjeocenska favna iz okolice Drniša. Razprave IV. razr. SAZU, 5, 349—416, t. 1—2, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1961, K poznavanju eocenskih in oligocenskih numulitov Jugoslavije. Razprave IV. razr. SAZU, 6, 367—416, t. 1—7, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1960, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija, 6, 22—145, Ljubljana.
- Schaub, H., 1951, Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysches. Schweiz. Pal. Abh., 68, 1—222, t. 1—9, Basel.

O STAROSTI FLIŠA PRI KALIŠAH

Karel Grad

Z dvema slikama med tekstem

Pri Kališah južno od Logatca leže erozijski ostanki fliša na zgornjekrednem apnencu. Ta fliš je K o s s m a t (1905) na geološki karti Ajdovščina—Postojna v merilu 1:75.000, podobno kot ostale podobne sedimente na Primorskem, prištel eocenu.



1. sl. Lapor z *Globotruncana* sp. in *Gümbelina* sp. (55 ×), senon-mastriht, Kališe pri Logatcu

Fig. 1. Marl with *Globotruncana* sp. and *Gümbelina* sp. (55 ×), Senonian-Maestricht, Kališe near Logatec

N o s a n (1957) je uvrstil fliš pri Kališah v zgornji eocen, vendar je mnenja, da se razlikuje od tipičnega fliša v Vipavski dolini in Istri.

Fliš se javlja v več manjših erozijskih ostankih. Sestavljajo ga sivi, rjavkasto sivi in rdečkasti laporji, ki so ponekod precej trdni in podobni lapornatemu apnencu.

Poleg laporjev in peščenih laporjev so ponekod razkrite apnenčeve breče z numuliti.

Flišni ostanki leže na zgornjekrednih apnencih. To so sivi debelo plastoviti in grebenski apnenci. V njih je Pleničar (1961) našel pri Smrečnici vzhodno od Kališ naslednjo makrofavno:

Praeradiolites cylindraceus (Des Moulins) Toucas.

Praeradiolites leymeriei (Bayle) Toucas,

Radiolites galloprovincialis var. *lamarcki* (Math.) Toucas.

Fosili kažejo na senon, in sicer mastriht. V flišnih laporjih pa sem ugotovil značilno zgornjekredno mikrofavno z globotrunkanami vrste *Globotruncana* cf. *arca* in gümbelinami. Mikrofavna kaže, da je del fliša pri Kališah senonske starosti.

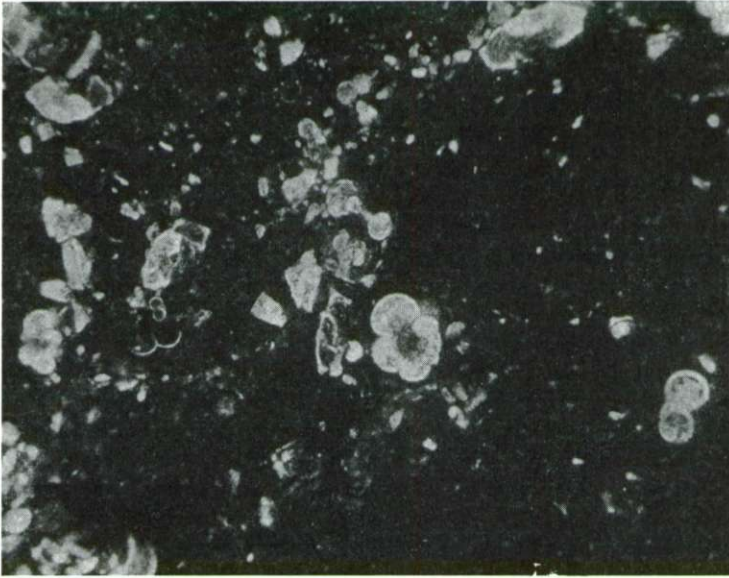
V nekaterih vzorcih flišnega laporja pa dobimo mikrofavno brez globotruncan in gümbelin, številne pa so globigerine, ki dokazujejo, da so se globokomorski sedimenti odlagali tudi v starejšem terciaru. Breče z numuliti, ki so v tektonskem stiku z laporji, so mlajše in so sediment plitvega morja.

V zvezi s temi najdbami se postavlja vprašanje, ali so pri Logatcu zastopani vsi sedimenti od senona do eocena ali ne. Žal je obravnavano ozemlje neugodno za taka proučevanja, ker so ostanki fliša razmeroma majhni in slabo razkriti. Poleg tega otežkoča podrobnejše horizontiranje fliša komplicirana tektonska zgradba. V bližini potekajo idrijski prelom, logaški prelom in ostale dislokacije. Na postavljeno vprašanje bo moči odgovoriti, ko bo preiskan severovzhodni rob goriško-vipavske flišne sinklinale, kjer je fliš na večjem prostoru v stiku s starejšimi skladi.

Kredni skladi v globokomorskem razvoju so bili doslej najdeni le v okolici Tolmina in Kobarida (Devidé, 1957). V ostalem delu Primorske in na Notranjskem je bila doslej kreda znana le v apnenem in dolomitnem faciesu (Pleničar, 1961). Apnenc in dolomit sta v glavnem v grebenskem razvoju. Globokomorski kredni sedimenti so še na Dolenjskem in v južnem delu Posavskih gub (Devidé, 1957), Ramovš, 1958. Pleničar, 1958, Žlebničnik, 1958 in Grad, 1961). Novo odkriti globokomorski zgornjekredni sedimenti pri Logatcu dokazujejo, da so bili globokomorski kredni skladi odloženi na širšem ozemlju, kot smo mislili doslej. Pričakovati je, da bomo z nadaljnimi raziskavami na stiku fliša Vipavske doline z obrobjem Trnovskega gozda, Hrušice in Javornikov ugotovili globokomorski razvoj zgornje krede še na več krajih. Buserju se je posrečilo najti v letu 1961 na Trnovskem gozdu zgornjekredne plasti v razvoju scaglie z globotrunkanami. Nekateri vzorci pa kažejo glede na značaj mikrofavne mlajšo starost, t. j. na paleocen, oziroma starejši eocen.

V zvezi s faciesi na meji kreda—starejši terciar je potrebno opozoriti na razliko v sedimentih starejšega eocena, ki jo najlepše vidimo na območju goriško-vipavske sinklinale. V jugozahodnem krilu te sinklinale leže na zgornjekrednih senonskih apnencih paleocenski in eocenski miliolidni, alveolinski in numulitni apnenci. Teh apnencev pa ni na nasprotnem, to je na severovzhodnem krilu sinklinale. Tu prevladujejo sedimenti s pelagično mikrofavno, značilno za starejši paleogen. To razliko si moremo

razložiti le na ta način, da so se odlagali v jugozahodnem delu najprej plitvomorski apnenci, v severovzhodnem delu pa istočasno sedimenti globljega morja. Poglobljanje sedimentacijskega prostora se je začelo že v zgornji kredi, na kar kažejo globokomorski sedimenti pri Logatecu in na Trnovskem gozdu. Sedimentacija se je nadaljevala najbrž neprekinjeno v starejši paleogen. Podobne razmere opisuje tudi C i t a (1955) v Severni Italiji.



2. sl. Lapor z globotruncanami in redkimi gümbelinami (30 ×), senon-mastriht, Kališe pri Logatecu

Fig. 2. Marl with Globotruncanas and rare Gumbelinas (30 ×), Senonian-Maestricht, Kališe near Logatec

ON THE GEOLOGIC AGE OF FLYSCH AT KALIŠE

At Kališe, south of Logatec, there occur eroded flysch remnants which up to now have been referred to the Eocene (K o s s m a t, 1907, N o s a n, 1957). Kališe is also the easternmost Slovene locality in which Eocene flysch appears.

The flysch at Kališe is composed of variously colored marls and sandy marls. Locally brecciated intercalations are encountered. In the marls microfaunal remains with globotruncanas, gümbelinas, and globigerinas were found. The limestone breccias abound with nummulites.

The microfaunal remains indicate that part of the flysch marls is Senonian and part of them Paleocene or Eocene in age. The eroded flysch remnants at Kališe rest upon Upper Cretaceous limestones in which a

macrofauna pointing to the Maestrichtian, i.e. Upper Senonian, was found by **Pleničar (1961)**.

The microfauna occurring in the marls at Kališe is also typically Senonian, most probably Maestrichtian. Thus the Senonian is developed both in the reef and in the deep sea facies.

Up to now Upper Cretaceous deep sea sediments have been known to occur also in the Sava folds near Ljubljana (**Grad, 1961**), in Lower Carniola and in northern Slovene Littoral (**Devidé, 1957**).

These remnants of Upper Cretaceous flysch beds throw light on the extent of the deep sea sedimentation.

Since the flysch remnants are comparatively small, they do not lend themselves to being utilized in a study of sediments deposited during the transition of the Upper Cretaceous to the Eocene. More suitable for the study of such sediments seem to be the western margins of Trnovski Gozd, Hrušica and Javorniki where the flysch sediments are uncovered over an area of several tens of kilometers and associated with pre-Eocene beds. This flysch belongs to the Gorica—Vipava syncline the two limbs of which differ considerably in development. The southwestern limb overlying the Upper Cretaceous limestones of the Trst—Komen Plain is in its lower part built up of the Kozina, the miliolida, and the alveolina-nummulite limestones belonging to Paleocene and Lower Eocene. Its upper part, however, consists of the flysch beds. On the other hand, in the northeastern limb only flysch sediments have been encountered. The limestones of the southwestern limb of the syncline are of shallow water origin while the coeval sediments of the northeastern limb are a deep sea formation as borne out by the pelagic microfauna which abounds with globigerinas and is devoid of globotruncanas and gumbelinas. Similar data were published by **Cita (1955)** for several North Italian localities.

LITERATURA

Cita, M. B., 1955, The Cretaceous-Eocene Boundary in Italy. Proceedings Fourth World Petrol. Congr. Sect. I/D, Roma.

Grad, K., 1961, Obvestilo o raziskavah krednih sedimentov v Posavskih gubah. Geologija, 6, Ljubljana.

Grad, K., 1961, Tolmač k osnovni geološki karti, Postojna 51. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur Geologischen Karte Haidenschaft und Adelsberg, Wien.

Nedela-Devidé, D., 1957, Značenje globotruncanida za rešavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. II. kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.

Nosan, A., 1957, Geologija Planinskega polja in njegove širše okolice. Poročilo. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Pleničar, M., 1958, Poročilo o globokomorskem razvoju krednih plasti pri Kostanjevici. Geologija, 4, Ljubljana.

Pleničar, M., 1961, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija, 6, Ljubljana.

Ramovš, A., 1958, Starost »krških skladov« v okolici Krškega. Geologija, 4, Ljubljana.

Žlebnik, L., 1958, Prispevek k stratigrafiji velikotrnskih skladov. Geologija, 4, Ljubljana.

ÖKOLOGISCH-STRATIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN OBERTRIADISCHEN RIFFBILDUNGEN DER NORDALPEN

Von *Erik Flügel*

(Geol.-Paläont. Abteilung, Naturhistor. Mus. Wien)

Die norische und rhätische Stufe der alpinen Trias ist in den Nordalpen häufig in Form von Kalken entwickelt, die schon in der Frühzeit der Alpengeologie als Riffbildungen gedeutet wurden. Es handelt sich um jene, oft mehrere Hundert Meter mächtige Karbonatkomplexe, die unter den Namen Dachsteinriffkalk, Hochgebirgskorallenkalk und Oberrhätischer Riffkalk bzw. Rätoliasriffkalk (Begriff nach Fabricius 1959, N. Jb. Geol. Paläont., Mh.) bekannt sind.

Die stratigraphische Gliederung dieser Riffkalke ist schwierig, da orthochronologisch verwertbare Fossilien (Ammoniten) selten sind und die konventionelle Megalodonten-Stratigraphie der Ober-Trias einer Überprüfung bedarf, wie dies auch aus der jüngsten Arbeit von E. Vegh-Neubrandt (1960, Geol. Hungar., Ser. Geol., Bd. 12) hervorgeht.

Bisher ist über die Ökologie und die faziellen Verhältnisse der obertriadischen Riffe der Nordalpen nur wenig bekannt; Untersuchungen stammen von Sickenberg (1932, Verh. zool.-botan. Ges. Wien, Bd. 82) und Sieber (1937, N. Jb. Miner. etc., (B), Bd. 78). Als Riffbildner wurden im allgemeinen Korallen (z. B. Frech 1890, Palaeontograph., Bd. 37) oder Algen (Joh. Walther 1910, Abh. Akad. Wiss. Berlin) angesprochen. Moderne Beschreibungen von Riffbewohnern (Mollusken, Brachiopoden etc.) fehlen nahezu völlig.

Um diesem Umstand abzuhelpfen, wurde 1959 an der Geol.-Paläont. Abteilung des Wiener Naturhistor. Museums eine Arbeitsgemeinschaft (E. Flügel, H. Zapfe) gegründet, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, die Lebens- und Sedimentationsbedingungen der obertriadischen Riffe am Beispiel des Gosaukamm-Riffes (Dachsteingebiet, Oberösterreich) zu untersuchen. Etwa zur gleichen Zeit begann eine Arbeitsgruppe der Princeton University, U. S. A., unter Leitung von Prof. Dr. A. G. Fischer mit der palökologischen Aufnahme der oberrhätischen Steinplatte-Riffes bei Waidring in Tirol.

Bei den Untersuchungen, die sich größtenteils auf der Auswertung von Dünnschliffen aufbauen, wurde neben Material aus dem Dachsteinriffkalk des Gosaukammes Vergleichsmaterial von mehreren anderen obertriadischen Riffen aus den Nordalpen (Rötelswand und Adnet bei Hal-

lein in Salzburg; Sonnwendgebirge in Tirol; Sauwand bei Gußwerk in Steiermark etc.) mit berücksichtigt, um einen Überblick über die Vielfalt der organischen und anorganischen Strukturen zu bekommen.

Im Laufe der Arbeiten wurde deutlich, daß die ursprünglich rein ökologische Problemstellung zu erweitern war. Es zeigte sich, daß folgender Untersuchungsgang einzuschlagen war:

1. Untersuchung der Riffbildner und der Riffbewohner,
2. Typisierung des Sediments.

Unter Berücksichtigung dieser beiden, im wesentlichen mikropaläontologischen und sedimentpetrographischen, Faktoren ist es möglich, die Mikrofazies der verschiedenen Lithotope zu erfassen:

Das Studium der Mikrofazies, also die Untersuchung der Sedimentgesteine im Dünnschliff, wurde in den letzten zehn Jahren insbesondere in jungmesozoischen Sedimenten vorangetrieben; teilweise in unmittelbarer Verbindung mit der Erdölprospektion, wie z. B. die Arbeiten von Cuvillier (1956) über die Mikrofazies der westlichen Aquitaine zeigen. In letzter Zeit sind in der Reihe der International Sedimentary Petrographical Series (Verlag E. J. Brill, Leiden) drei Bildbände erschienen, die an Hand von zahlreichen Dünnschliff-Photographien einen Überblick über die Mikrofazies der Bayrischen Alpen (Hagn 1955), der Aquitaine (Cuvillier 1956) und von S. Marokko (Rey & Nouet 1958) zu geben versuchen; dazu kommt das in der selben Reihe erschienene Buch über Sedimentationsprobleme in den Westalpen von Grunau (1957) und die von der AGIP Mineraria in Milano herausgegebene »Microfacies italiane« (1959).

Der Begriff Mikrofazies stammt von Brown (1943, Econ. Geol., Bd. 38) und bezeichnete ursprünglich das unter dem Mikroskop sichtbare Bild. Erst Cuvillier hat den Begriff auf Sedimentgesteine eingeschränkt.

Mikrofazielle Untersuchungen an triadischen Gesteinen wurden zwar schon frühzeitig angeregt (z. B. durch Gumbel 1873, Verh. Geol. Reichsanstalt Wien), aber in den Nordalpen erst — veranlasst durch das Buch von Hagn (1955) — durch Leischner (1959, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Bd. 168) versucht. In den Südalpen liegen die Verhältnisse etwas besser, wie mehrere Arbeiten in den letzten Bänden der *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* zeigen.

Im Zusammenhang mit der Untersuchung der Riffkalke hat es sich als günstig erwiesen, bei der Typisierung der Mikrofazies einerseits den gesamten in Dünnschliffen (und Schlämmrückständen) erkennbaren (auch den nicht näher bestimmbareren!) Fossilinhalt zu beschreiben, und andererseits die sedimentpetrographischen Merkmale, wie z. B. Sedimenttypus, Rhythmik, Anlagerungsgefüge, GROSSOLITHE etc. zu erfassen. Hier erweisen sich die grundlegenden Arbeiten von B. Sander (1936, *Miner. Petrogr. Mitt.*, Bd. 48, etc.) und seiner Schule (Schwarzacher, Weynschenk etc.) als sehr wertvoll.

Die paläontologische Durcharbeitung der Fossilproben aus den Riffkalcken zeigt eine überaus große Mannigfaltigkeit der Riffbildner, die in

ihrer quantitativen und qualitativen Bedeutung in den einzelnen Riffen verschieden sind. In den Dünnschliffen aus dem Gosaukamm-Riff konnten bisher folgende Gruppen festgestellt werden (nähere Bestimmung siehe E. Flügel 1960, Verh. Geol. Bundesanst. Wien):

Foraminiferen, Kalkschwämme, Hydrozoen, Korallen, Bryozoen, Ostrakoden, Molluskenreste, Crinoiden, Seeigelstachel; Algen — Solenoporaceen, Codiaceen, Dasycladaceen, Spongiostromen, sowie mehrere Mikroproblematika, die z. T. als stratigraphische Leitformen für das Rhät dienen können.

Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Sie zeigen jedoch bereits jetzt deutlich die Notwendigkeit einer eingehenden, auf der Durcharbeitung von möglichst zahlreichen Dünnschliffen aufgebauten, mikrofaziellen Analyse der Riffkalke, durch welche die oben angeführten ersten Typisierungsversuche berichtigt oder bestätigt werden. Es darf erwartet werden, daß ähnliche Arbeiten in der Trias der Südalpen sowohl für die geologische Kenntnis Sloweniens als auch für regionalgeologische Probleme in den Alpen von Vorteil sind.

OBVESTILO O RAZISKAVAH GEOLOŠKIH POGOJEV ZA GRADNJE NA OBMOČJU MESTA LJUBLJANE

Franc Drobne in Sonja Tovornik

Z 1 sliko v prilogi

Uvod

Vrtanja na območju mesta Ljubljane v geološko raziskovalne in gradbene namene so nam dala pregled o zgradbi tal in sestavi plasti. Podatki, ki sva jih zbrala, imajo orientacijski značaj in so del večjega elaborata v okviru priprav za geotehnično karto mesta Ljubljane.

Kratek geološki pregled

Območje mesta Ljubljane se razprostira na prehodu med Ljubljanskim poljem in Barjem. Ljubljansko polje in Barje prištevamo k Ljubljanski kotlini, ki je velika tektonska udorina med Julijskimi in Savinjskimi Alpami ter Dolenjskim Krasom. Pogrezala se je ob prelomih, ki potekajo ob njenih robovih oziroma v neposredni bližini.

Ljubljansko polje in severni del Barja pripadata še alpskemu delu, to je Posavskim gubam, južni del Barja pa spada že k dinarskemu ozemlju, to je k Dolenjskemu in Notranjskemu Krasu. Ljubljansko polje in tudi Barje se je močno pogrezalo. To dokazujejo velike množine naplavin, ki so zapolnile udorino. Pretežni del naplavin na Ljubljanskem polju in Barju je bil odložen v pleistocenski dobi. Naplavine iz te dobe segajo na Ljubljanskem polju do površine, medtem ko so na Barju precej globoko in se pokažejo na površini samo na Viškem Brdu pri Ljubljani. Pleistocenske usedline na Ljubljanskem polju sestavlja pretežno savski prod, ki je v raznih globinah in v različni debelini sprijet v konglomerat. Na Barju nastopajo predvsem gline, ki se menjavajo s peščenimi in meljastimi plastmi. Iz sive gline viške opekarne je Rakovec (1956, 58) določil dva fragmenta spodnje čeljustnice staropleistocenskega losa *Libralces aff. gallicus* Azzaoli. Pod to glino ležeče plasti savskega proda in konglomerata spadajo v mindelsko ledeno dobo, morda celo v günško-mindelsko medledeno dobo. Ta najdba je dokazala, da leže na Ljubljanskem polju pod prodnimi naplavinami riško-würmske medledene dobe staropleistocenske plasti.

Holocenu pripadata na Ljubljanskem polju prod in pesek v savski strugi in v njeni bližini. Enake starosti so tudi plasti v bližini Ljubljanice.

Na Barju spadata v holocensko dobo površinska plast šote ter pod njo ležeča siva glina polžarica.

Gričevja, ki obdajajo ljubljansko kotlino, so sestavljena v glavnem iz karbonskih temno sivih glinastih skrilavcev in svetlo sivih, v glavnem drobno zrnatih kremenovih peščenjakov. Manj so zastopane glinasto peščene permske plasti in apnenci, dolomiti ter glinasto peščene usedline mezozoika.

Po genezi in sestavi delimo območje mesta Ljubljane v glavnem na tri dele. V severnem delu prevladujejo savske prodne naplavine, v južnem glinasti barski sedimenti, v vmesnem, osrednjem delu pa se obe vrsti sedimentov med seboj prepletata.

Severni del mesta

V severnem delu (Šiška, Bežigrad in del Most) sega savski prod v neposredno bližino Šišenskega hriba in Golovca. Pod površinsko plastjo humusa in nasipnine, ki doseže v nekdanjih opekarskih, gramoznih in drugih jamah preko 3 m debeline, sledi plast razmeroma čistega savskega peščenega proda. Njegova debelina je povprečno 5 do 6 m, ponekod tudi do 15 m. Debelina proda narašča proti Savi in Ljubljani. Prod je v glavnem sestavljen iz belih, svetlo sivih in temno sivih apnenčevih in dolomitnih prodnikov, dalje iz oblic raznobarnih peščenjakov, skrilavcev in laporjev. Najdemo tudi prodnike zelenkastega in vijoličastega kremenovega keratofira, oziroma keratofira, porfirita in njihovih tufov. Pod prodom leži povečini ilovnata plast, ki vsebuje precej močno preperelih prodnikov zlasti peščenih, skrilavih, keratofirskih, tufskih in kremenovih, oziroma roženčevih. Na mnogih mestih preperel prod prevladuje nad ilovico, ki je v tem primeru le vezivo. Največkrat doseže ilovnata plast 1 do 2 m, ponekod pa celo nad 3,5 m debeline. Pod ilovnato plastjo leži skoraj povsod savski meljast peščen prod. Debelina te plasti je različna in znaša povečini manj kot 0,5 m, ponekod pa tudi do 5 m. Talnino meljastemurodu tvori konglomerat, ki je bolj ali manj trdno vezan. Značilno za konglomerat je, da se ne pričenja povsod v enaki globini. Najbolj pogosto ga najdemo v globini okrog 8 m. Na Kodeljevem, v Mostah na odseku med dolenjsko in štajersko železniško progo, ob Bohoričevi ulici pa se prične ponekod že v globini 2,5 do 4 m, medtem ko med Miklošičevo, Dalmatinovo in Titovo cesto na nekaterih mestih šele v globini okoli 20 m.

Na severnem robu Šišenskega hriba je med savske naplavine vrinjena plast nanosa z obrobnege gričevja. Debelina te plasti doseže tudi do 4,5 m. Sestavlja jo glina, kateri je primešano z naraščajočo globino vedno več preperellega grušča in proda karbonskih kremenovih peščenjakov in glinastih skrilavcev. Do 2,5 m debela plast šote pod savskim prodom kaže, da je bilo nekoč med Dravljami, Kosezami in Zg. Šiško manjše jezero. Ob Gospodinjski ulici, nedaleč od Vodnikove ceste, se nahaja prva plast šote 5,10 do 5,60 m pod površino, druga plast pa je ob Šišenski cesti že v globini 11,50 m. Šota prehaja navzdol v plast do 2 m debele sive organske gline.

Karbonski glinasti skrilavci in kremenovi peščenjaki Šišenskega hriba v začetku počasi tonejo v globino. Pri novi občinski zgradbi v Šiški ob Celovški cesti se nahajajo v globini 22 m, pri športnem parku ŽSD Ljubljana na 28 m, medtem ko jih pri Klečah niso navrtali niti v globini 101 m. To kaže na stopničasto prelomljeno podlago Ljubljanskega polja.

Na obrobju severnega dela mesta Ljubljane, kjer se hitro menjavajo prodne in glinaste plasti, je prvi nivo podtalne vode razmeroma blizu površine. Nahaja se 3 do 7 m pod površino. Na območju Dravelj in Kosez je možno zasledovati celo več lokalnih horizontov podtalne vode. Tako so pri kopanju vodnjaka za keramično tovarno »Dekor« dosegli v globini 1 m prvi horizont podtalne vode, v globini 3 do 4 m drugega in v globini 9 m tretjega (R a k o v e c . 1935, 182). Ti zgornji horizonti podtalne vode se približno ob Celovški cesti prelivajo na spodnji, savski horizont podtalne vode, ki se nahaja približno na 16 m globine.

Za gradbene namene so prodnata tla severnega dela Ljubljane zelo ugodna. Petrografske razmere tal na tem delu podaja priloženi blok-diagram (1. sl.).

Osrednji del mesta

Na prehodu Ljubljanskega polja v Barje, to je v osrednjem delu Ljubljane, debelina prodne plasti polagoma pojema. Tako imamo n. pr. pod vrhnjo, do 3 m debelo plastjo prsti in nasipnine v Slomškovi ulici še do 15 m debelo prodno plast, v Dalmatinovi ulici le 6 do 7 m, medtem ko se ob Erjavčevi cesti skoraj popolnoma izklini. Prevladovati začnejo glinasto meljaste plasti z vmesnimi vložki glinastega proda in drobnega peska. V bližini Rožnika in Gradu se nahajajo pod savskim prodom v globini približno 10 m pod površino 3 do 6 m debele malo propustne meljaste in glinaste naplavine, preperine karbonskih skrilavcev in peščenjakov. Ta plast se izrazito prične ob Cankarjevi cesti ter se vleče od tu dalje proti jugu in jugozahodu. Na območju Kersnikove—Dalmatinove—Miklošičeve ter Trubarjeve ceste leži pod prodom ponekod svetlo siv karbonatni melj, ki doseže tudi do 12 m debeline. V Kersnikovi ulici se pojavi v globini okoli 10 m 2 do 4 m debela plast sive gline — polzarice. Prištevamo jih med barjanske usedline. V globini povprečno okrog 16 m pod površino se prične savski prod, ki se vleče čez Mirje, Gradaščico in mimo Večne poti. Debelina te spodnje prodne plasti zaenkrat še ni točno znana. Po podatkih vrtanja je na bivšem Nunskem vrtu ob Erjavčevi cesti prodna plast debela vsaj 27 m (vrtina je bila v prod u ustavljena).

V Veselovi ulici se v globini okrog 30 m prične konglomerat, ki se menjava z vmesnimi plastmi slabo vezanega proda.

Na Mirju in dalje proti Gradaščici sestavljajo glavni del vrhnjih plasti sive gline in pretežno karbonatni melj z vmesnimi večjimi in manjšimi lečami drobnega peska ter gradaškega proda. Ob Večni poti (ob drevesnici) nastopa do globine približno 7 m droben peščen prod oziroma prodnat pesek. Prodniki so pretežno iz belega in sivega apnenca in dolomita. Vmes so tudi prodniki raznih keratofirov in tufov. Ta prod je ponekod prekinjen po sivem karbonatnem melju in meljnatem pesku. V globini 16 m pa se začne spodnja prodnata plast, plast savskega proda.

Zaradi hitrega menjavanja propustnih in manj propustnih usedlin zasledimo na tem področju lahko več lokalnih horizontov podtalne vode. Na splošno lahko za celo območje izločimo dva horizonta podtalne vode. Mešane peščeno prodne oziroma glinasto meljaste naplavine tvorijo nepropustno podlago zgornjemu horizontu talne vode. Gladina tega zgornjega horizonta se nahaja na posameznih obrobni delih skoraj na površini, sicer pa v globini 2 do 4 m, le okoli Ljudske skupščine, Prežihove in Beethovne ulice se nahaja v globini 6 do 7 m. Ta podtalnica, ki se napaja z rožniške strani, se preko robov malo propustne podlage preliva proti spodnjemu horizontu podtalne vode, ki se nahaja v globini okrog 15 m. Gladina podtalne vode ni enakomerna, temveč se spreminja zaradi lokalnega prepletanja bolj in manj propustnih plasti.

Zaradi neenakomerne sestave tal tako srednjega dela mesta kot tudi Mirja, je to območje manj ugodno za težje objekte.

Južni del mesta

Usedline na Barju so zelo raznovrstne. V dolgih obdobjih so jih prinašale Ljubljana, Iščica, Gradaščica in Želimljščica z okoliških hribov, včasih celo Sava. Debelejši prod se je vsedal ob robovih, medtem ko so sredino zapolnile drobno zrnate naplavine. Vrhno plast tvorita povečini šota oziroma židka glina polžarica. V globini približno 14 m se pojavi do 5 m debela plast dobro vležanega gradaškega proda z meljem (10 % melja, 50 % peska in 40 % proda), ki prehaja navzdol v droben pesek.

Najnovejše preiskave pri Dolgem mostu na Viču so pokazale, da leži pod gradaškimi peščeno prodnatimi usedlinami ter barjanskimi šotnimi in glinastimi plastmi savski prod. Ta se v zgornjih plasteh še večkrat menjava z vložki gradaškega proda, od globine 36 m navzdol pa nastopa sam in sega najmanj do 50 m globoko (Šercelj, 1960, 257 in Grimšičar, 1960/61, 195).

Barjanske usedline so med Dolenjsko in Ižansko cesto pomešane z gruščem karbonskih glinastih skrilavcev in peščenjakov.

Podtalna voda nastopa v globini 0,70 do 2,50 m. Barje je najslabši del Ljubljane, primeren za gradnje le nizkih objektov.

Zaključek

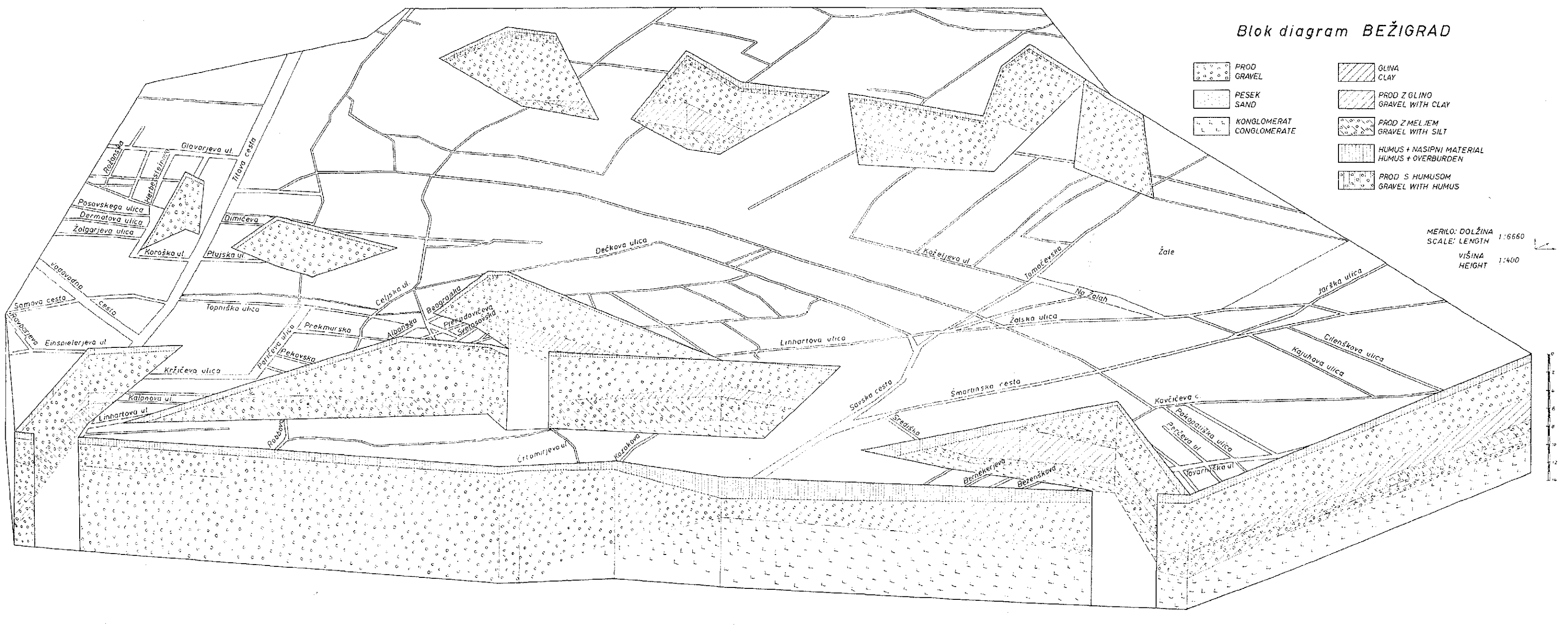
Območje mesta Ljubljane delimo glede na geološko podlago v severni del mesta (Šiška, Bežigrad, del Most), v osrednji del mesta ter v južni del — Barje.

V severnem delu prevladujejo savske prodne naplavine. Talna voda se med Šišenskim hribom ter Celovško cesto nahaja v globini približno 4 m, medtem ko je vzhodno od tod v globini 16 m. Za gradbene namene so prodnata tla zelo ugodna.

Zaradi neenakomerne sestave tal je osrednji del mesta mnogo manj ugoden za gradnjo kot severni. Na tem območju imamo dva horizonta podtalne vode. Zgornji horizont se nahaja 2 do 4 m pod površino, spodnji pa v globini približno 15 m.

Glineno peščene usedline južnega dela mesta dopuščajo gradnjo le nizkih objektov. Podtalna voda nastopa v globini 0,70 do 2,50 m.

Blok diagram BEŽIGRAD



REPORT ON THE GEOLOGIC INVESTIGATIONS MADE IN LJUBLJANA FOR ENGINEERING PURPOSES

Borings have been carried out within the city limits of Ljubljana in order to determine the geologic conditions of various building sites.

The territory on which the town of Ljubljana and its environs are located, consists of two smaller tectonic units, i. e. Ljubljansko Polje (Ljubljana Plain) and Ljubljansko Barje (Ljubljana Moor) both of which subsided along the faults running at or near the foot of the marginal hills. The subsidence was considerable as borne out by the great thickness of sediments; the deepest bore hole sunk on Ljubljansko Polje to the depth of 101.5 m, did not reach the bedrock.

On the basis of its origin and geologic structure the area in which Ljubljana is located can be divided in the northern, middle and southern part. In the northern part the thin vegetable soil layer rests on a 5 to 6 m, and in places up to 15 m, thick bed of gravel. The latter bed is underlain by a 1 to 2 m thick clay bed containing weathered pebbles. The clay passes into the silty gravel deposited by the Sava river. The gravel is in part cemented together to conglomerate which occurs at varying depths, most frequently at about 8 m.

The gravel soil of the northern part of Ljubljana lends itself readily to being utilized for building purposes. The ground water level is at the depth of about 16 m (the Sava river ground water level). In the vicinity of the Carboniferous monadnocks there is a perched ground water level at the depth of 3 to 7 m. The petrographic composition of the soil of the northern part of Ljubljana, is represented in the block diagram "Bežigrad".

In the middle part of the town the thickness of the Sava river sediments begins to decrease considerably. Here the 2 m thick upper Sava river gravel is mingled with silt and clay. The gravel is underlain to the depth of about 16 m by beds made up of colored clays, silt and clayey silt. In the so-called Mirje area the clays and silt contain single lenses of fine sand and Gradaščica creek gravels. At the depth of 16 m there begins the lower Sava river gravel bed. Owing to its heterogeneous composition the middle part of the town is less suitable for building purposes than the northern part. There are two ground water levels in this area, the upper at the depth of 2 to 4 m and the lower at the depth of 15 m.

The southern part of the town, the moorland, is least favorable for building purposes. The soil consists partly of a soft gray clay containing large masses of snail shells, and partly of silt. Intercalated between these are peat beds of various thickness and smaller lenses of silt and Gradaščica creek gravel. The ground water level is at the depth of 0.7 to 2.5 m. The moor would lend itself only to the construction of low buildings.

LITERATURA

- Drobne, F., 1957, Geološke in geomehanske karakteristike ljubljanskih stavbišč. Poročilo v arhivu Projektivnega biroja v Ljubljani.
- Grimšičar, A., 1960-61, Vrtanja na Ljubljanskem barju. *Proteus* 23, str. 195.
- Rakovec, I., 1932, H geologiji Ljubljane in njene okolice. *Geografski vestnik*, 8, str. 38.
- Rakovec, I., 1933, Novi prispevki h geologiji južnega dela Ljubljane. *Geografski vestnik*, 11, str. 167.
- Rakovec, I., 1938, K nastanku Ljubljanskega barja. *Geografski vestnik*, 14.
- Rakovec, I., 1952, O nastanku in razvoju Ljubljanskega polja. *Geografski vestnik*, 24, str. 77.
- Rakovec, I., 1956, Geološka zgodovina ljubljanskih tal. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1956, Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jugoslovanski geološki kongres, str. 59, Ljubljana.
- Sovinc, I., 1951, Prispevek h geotehnični karti Ljubljane. *Gradbeni vestnik*, št. 1 do 2.
- Šercelj, A., in Grimšičar, A., 1960, Iz ledenodobne zgodovine naših gozdov. *Gozdarski vestnik*, 18/9-10, str. 257 do 266, Ljubljana.

PLAZ V TRŽIČU

Anton Grimšičar

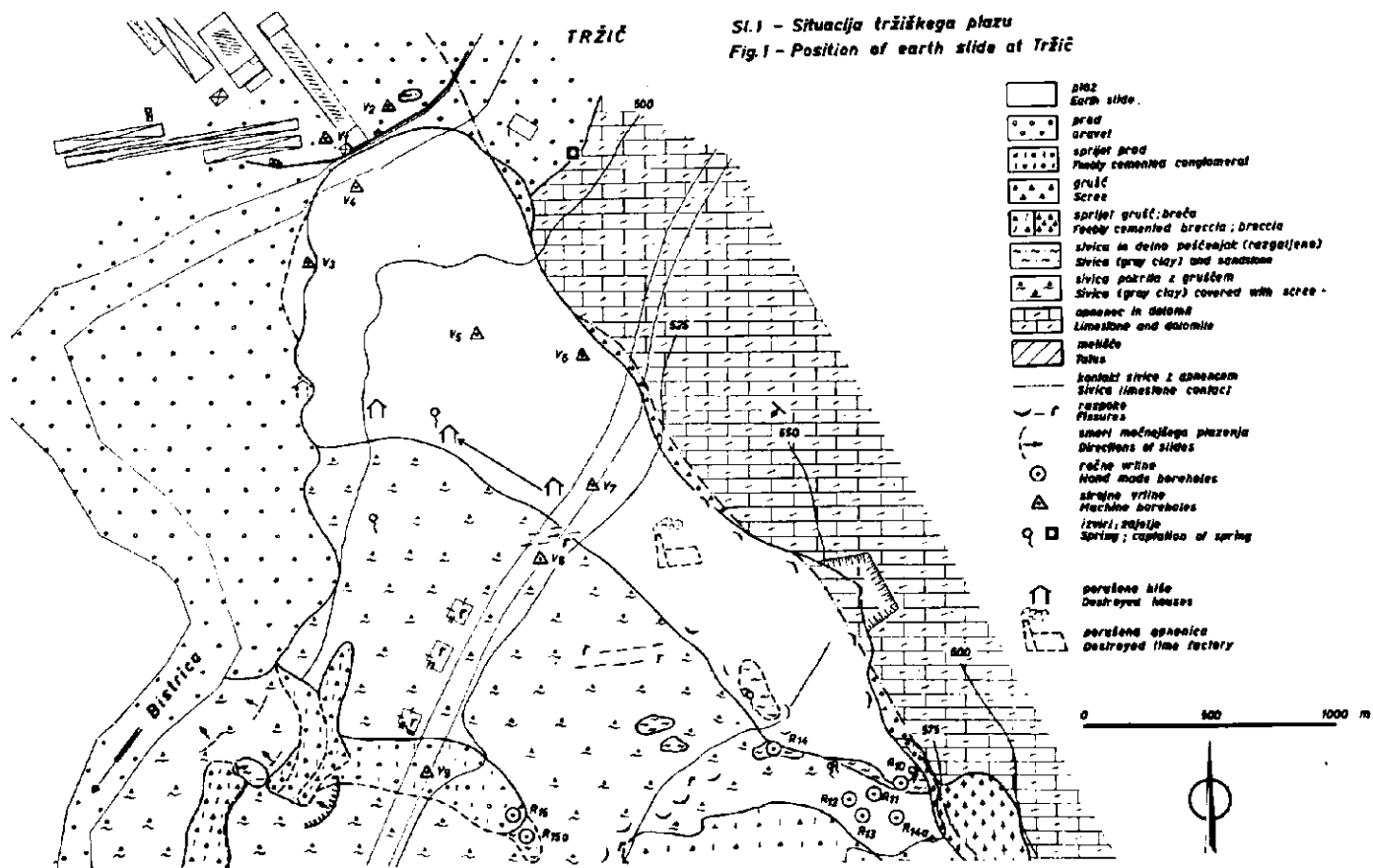
S 5 slikami med tekstem

Decembra 1959 je bil nevaren zemeljski plaz pri Tržiču. Ne bo odveč, če se še enkrat ozremo nanj ter pretehtamo vzroke in posledice te naravne katastrofe, ki bi lahko bila še večja.

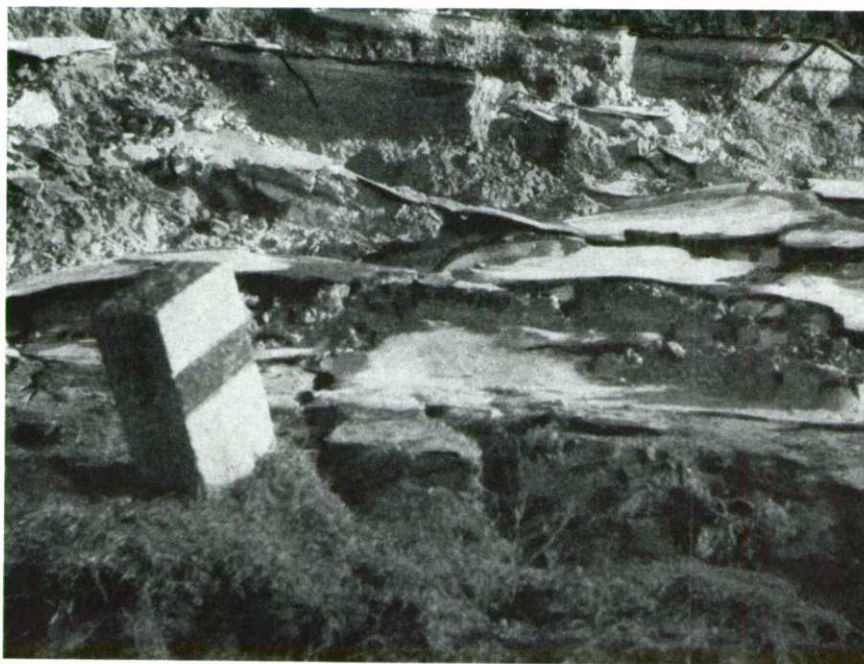
Velikokrat slišimo o plazovih, najčešče o sneženih in zemeljskih. (Plaz imenujemo večjo gmoto snega, zemlje ali kamenine, ki se je odtrgala od svojega mesta, in drsi po poševni ploskvi, drsini ali drsni coni.) Kdor je že doživel snežen plaz, se prav gotovo spominja spremljajočega šuma, včasih celo bobnenja, obenem pa grozečega občutka, zlasti če so v nevarnosti ljudje in njihovo imetje. Ob strmih pobočjih med odjugo sneženi plazovi pogosto povzročajo veliko materialno škodo. Spomnimo se velike nesreče pred vojno, ko je pod Storžičem, tudi blizu Tržiča, velik snežen plaz odnesel in zasul devet smučarjev. Take nesreče se še danes dogajajo po svetu. Največkrat pa jih povzroči človek sam, če ne pozna naravnih sil ali zanemarja varnostne ukrepe. Poznati gibalne sile plazov, pomeni tudi znati varovati se pred njimi. Kakšne so te sile, in kdaj se lahko sprostite, najbolje vedo geologi in gradbeniki, ki se morajo z njimi boriti. Včasih že zadošča, da geolog samo omeni nevarnost plazu, pa se bo gradbenik takemu terenu čim dlje izognil. So pa ozemlja, kjer se naravnim plazovom le težko popolnoma izognemo, ali se jim izognemo le v določenem odstotku verjetnosti.

Za nekatere zemeljske plazove človek ni kriv in jih tudi ne more naprej napovedati. Odvisni so od toliko raznih vzrokov, da jih nikdar ne moremo vseh ugotoviti. Nekatere pa lahko slutimo ali napovemo po značilnih pogojih kot so ostanki starih plazov, tektonska zdobljenost, glinaste kamenine, ki se z vodo ali na vlažnem zraku zmeščajo ali nabreknejo, nevidni in vidni izviri vode, neugodne strme razpoke ali plasti, erozija, potresi, velikokrat pa seveda umetni posegi, kakor nasilno spreminjanje naravnega ravnotežja s preglobokimi useki, z nasipi in s predori. Neposredni povod pa je povečini neurje ali daljše deževje oziroma nenadna sprememba ravnotežja.

Ko opisujemo plaz pri Tržiču, moramo takoj omeniti, da je bil skupna posledica geoloških pogojev in nepravilnega ravnanja človeka. Plaz je nastal ob znanem savskem prelomu, kjer se stikata terciarna sivica in srednjetriadni apnenec z vložki dolomita (1. sl.). Ob naravnem robu



Kukovice na sivico, ki je tukaj verjetno stinsnjena v prevrnjeno sinklinalo, so nastala melišča, ki so se že od nekdaj plazila po sivici proti dolini Tržiške Bistrice. Ob koncu pleistocena in v holocenu se je vrhnja plast pobočnega grušča rahlo sprijela v brečo, ki je do neke mere preprečevala plazenje, vsaj na nekaterih mestih. Istočasno se je tektonsko zmečkana sivica na površini počasi mehčala zaradi pronicajoče vode, količina grušča pa se je stalno povečavala zaradi preperevanja apnenca in dolomita; tako so se spreminjali naravni pogoji.



2. sl. Tržiški plaz je porušil del ceste Ljubelj—Kranj
Fig. 2. The Ljubelj—Kranj road destroyed by the earth slide at Tržič

Za vzdrževanje ceste in za druge potrebe so ljudje apnen in dolomitni grušč stalno izpodkopavali in s tem slabšali stabilnost pobočja. Zadnji večji plaz, ki je tudi odnesel cesto, je bil na istem mestu pred dobrimi 100 leti. Ko so na stari plaz že po večini pozabili, so po prvi svetovni vojni, pred 40 leti, na vznožju sezidali apnenico ter izkoriščali grušč. Leta 1954 so v apnenici zopet začeli peči apno in močno izkoriščati tudi kamnolom v srednjetriadnem apnencu nad apnenicami. Medtem ko so nekdanj ves droben odpadni material uporabljali za posipanje cest in podobno, se je zadnja leta, odkar je cesta asfaltirana, kopičil pod kamnolomom na sivici. Zaradi porušenega ravnotežja in pritiska na sivico se je tudi manjši izvir prestavil drugam in tako v polni meri stalno razmakal glinasto podlago. Delavci so večkrat opazovali manjše premike. Apnenice

same so že prej večkrat počile, enako tudi zid. Zlasti pogostni so bili premiki leta 1959. Dne 7. decembra 1959 so jih spet opazili na tračnicah k dimniku in v grušču pod kamnolomom, čemur pa niso posvečali pozornosti. Dne 9. decembra 1959 so se že pojavili jasni znaki plazů; začelo je dvigovati tla pod leseno lopo. Dne 10. decembra se je zrušil dimnik in je počila cesta. Istega dne se je porušen dimnik že premaknil in dvignil za 2 m zaradi dviganja in nabrekanja plazů ob cesti med triadnim apnenem in Debevčevu hišo. Od 23. na 24. uro ponoči je počila škarpa pod to



3. sl. Plaz je odnesel hišo, temeljeno na pilotih 12 m globoko

Fig. 3. The earth slide removed the house founded on piles 12 m deep

hišo za 1 čevlj široko in je razpokala močnejše tudi cesta (2. sl.). Šele 12. decembra ponoči se je začela premikati tudi večstanovanjska Debevčeva hiša skupaj s cesto (3. sl.). Hiša je ostala precej časa cela, ker je bila s piloti 12 m globoko zasidrana in povezana s traverzami. Kmalu pa je začela pokati, vendar je do 8. ure zjutraj stala še pokonci. Ob 9. uri se je zrušil ob velikem trušču prvi del, ob 13. uri pa še drugi del hiše. Plaz je med tem časom slišno šumel in pritiskal navzdol tako, da so se ostanki apnenice premaknili od 11. decembra od 15. ure do sobote 12. decembra do 8. ure za okrog 27 m, torej s hitrostjo okrog 1,5 m na uro, v soboto od 8. ure do 12. ure pa okrog 1,25 m na uro, ker se je plaz ponovno nekoliko zaustavil ob spodnji hiši, dokler je ni naslednjo noč razkral na dvoje.

Medtem ko se je plazina grmadila na pobočju in se je do sobote popoldne pojavila le manjša razpoka na vznožju ob terasi Bistrice, je od sobote na nedeljo ponoči plaz premagal tudi trenje okrog 5 m visoke prodne terase ob Bistrici ter začel odrivati Bistrico proti desnemu bregu (4. sl.). Tu so bila skladišča in delavnice tovarne Peko. Na srečo so od nedelje na ponedeljek pripeljali velik bager, ki je začel čistiti strugo Bistrice. Ta se je v nedeljo dvignila za okrog 1,5 m ter je bila delno že zajezena. Če bi se plaz premaknil z malo večjo hitrostjo, bi strugo lahko

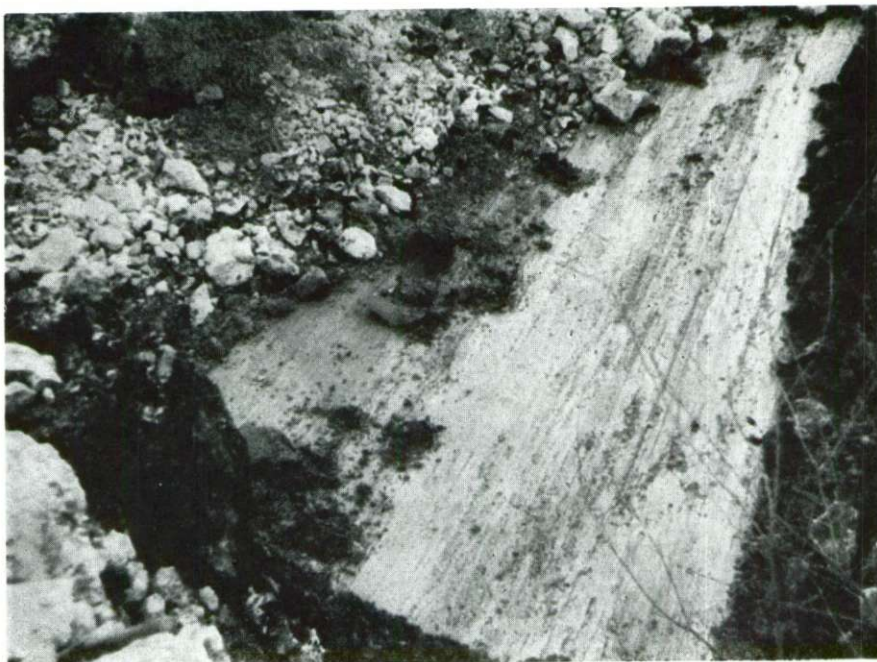


4. sl. 13. decembra 1959 je plaz segel že v strugo Tržiške Bistrice
 Fig. 4. On 13th of December 1959 the earth slide reached in the river bed
 of Tržiška Bistrica

visoko zajezil in bi bile v nevarnosti bližnje stanovanjske hiše tik ob strugi kakor tudi tovarniški obrati s stroji.

Dokler ni bilo bagra, so vojaki z lopatami, gasilci pa z močnimi curki vode izpirali plazino v naraslo Bistrico. V njej so ostali večji bloki, ki so jih prinesli v dolino že stari plazovi. Možno bi bilo, da bi voda odnesla tudi bližnji velik žagarski obrat in skladovnico desk; zato so izkopali pomožno strugo na desnem bregu, izpraznili nekaj kletnih prostorov tovarne Peko in prebili zid. Pripravljeno je bilo vse tudi za razstrelitev zidu ob Bistrici vzhodno od plazu. Zaradi možne velike globine plazu je bil v nevarnosti tudi večji dimnik v bližini na desnem bregu, ki ga je bilo treba stalno opazovati z natančnimi geodetskimi meritvami.

Plaz je seveda prekinil cestni promet, električno in vodno napeljavo, zaradi česar je bilo prizadetih mnogo ljudi. V nedeljo se je spodaj nabralo toliko plazine, da je bilo treba reševati tudi drugo hišo. Pozneje je plaz porušil tudi del tretje hiše, ki še ni bila dograjena. Možno pa je bilo, da bi se plaz nevarno razširil zlasti zgoraj, saj so se pojavljale prve razpoke nad cesto tudi bolj južno, kjer je še več stanovanjskih hiš. Potrebni so bili hitri ukrepi, ki so imeli za cilj, da se plaz čimprej umiri in odpelje voda s plazu. Napravili so zasilne žlebove, zaprli pretrgan vodovod in uvedli



5. sl. Dršina na sivici

Fig. 5. The slip surface on "sivica" (marine gray clay)

stalno službo, ki je skrbela za vzdrževanje zasilnih žlebov za odvodnjanje. Geodeti so vsak dan večkrat opazovali smeri premikov plazu in kontrolirali pomembnejše objekte.

Takoj so se začele tudi geološke raziskave z vrtinami, ki naj bi pokazale globino drsine in sestavo plasti. Najprej so bile napravljene vrtine spodaj, ob Bistrici, kjer še ni bilo premikov, vendar bi se lahko pojavili in povzročili veliko gospodarsko škodo. Sivica je tu tektonsko stisnjena. Ugotovili smo debelino plazu pod cesto (12 m) in na cesti (3,5 m). Možnost razširitve plazu proti jugu je bila manjša zaradi peščenih vložkov v sivici. Poleg vlage smo v vzorcih merili tudi količino karbonatov. V sivici iz vidne drsine nad cesto (5. sl.) smo določili 15 % CaCO_3 .

Za sanacijo smo predlagali ureditev pobočja ter zajetja hudourniške in talne vode nad plazom. Ročne vrtine so pokazale, da je sivica razmočena precej globoko in da bo temeljenje sanacijskih objektov zelo težko (vsaj 2 m globoko v sivico).

Laboratorijska preiskava vzorca sivice iz vidne drsne ploskve nad cesto je pokazala zelo nizek kot notranjega trenja ($16^{\circ}42'$), medtem ko je izmerjen naklon pobočja po dolžini celega plazu dal v povprečku znatno nižjo vrednost (okoli 13°). To kaže na dejstvo, da je bil gibalna sila plazenja razen lokalno porušenega ravnotežja zaradi nagrmadenega grušča zlasti strujni pritisk atmosferske vode. Ta skozi grušč lahko hitro pronikne v notranjost ter z dodatno silo potiska material navzdol ob že itak stalno razmočeni površini sivice. Opazovanje nihanja podtalnice je pokazalo, da se ta zelo hitro dviga in pada zlasti ob cesti, kjer je bil plaz najožji, skoraj nič pa v spodnjem delu plazu. Med gibanjem plazu je bil grušč ob cesti in nad njo tako napojen z vodo, da ni bilo možno po njem hoditi.

Kakor je razvidno iz situacije (l. sl.), je pokrit z gruščem še veliko večji del sivice. Na njem se večkrat pojavljajo plazovi, ki pa so bili do sedaj le lokalnega značaja. Tako sta se odtrgala 2 plazova pred leti pri gradnji ceste okrog 100 m južno od sedanjega plazu in spomladi 1961 en večji za hišami nad cesto. Še 100 m dalje se del ceste večkrat posede. Vse hiše do naselja Pristava so na več mestih razpokane, nekatere prav nevarno; iz najbližjih plazu so se morali ljudje ob opisani katastrofi za nekaj časa izseliti. Nevarnost bo obstajala toliko časa, dokler ne bo poskrbljeno vsaj za dobro površinsko odvodnjavanje vseh izvirov in vegetativno utrditev pobočij z nizkim grmičjem. Zaradi stalnega izpodnašanja sprijetega grušča na kontaktu s sivico je nizvodno neposredno ogrožen tudi železniški most. Tudi za njegovo varnost bo treba čimprej poskrbeti.

THE EARTH SLIDE OF TRŽIČ

The paper deals with the geologic and other conditions favoring the earth slide which in December, 1959, devastated some 100 meters of the interstate highway, a limekiln and three houses at Tržič, Upper Carniola.

The almost completely dammed Tržiška Bistrica river threatened to flood the town area in which the shoe factory "Peko" and a textile mill are located.

The earth slide started along the Sava fault, at the contact of the Tertiary "sivica" as the marine gray clay is called locally, with the Middle Triassic limestone containing intercalations of dolomite (Fig. 1). The screes accumulating on the slopes of "sivica" have sporadically slipped down toward the Tržiška Bistrica river valley but since the superface of the screes is slightly brecciated, earth slides have been comparatively infrequent. The water, however, which percolated through the screes, has begun to soften the superface of the "sivica". Besides, large amounts of waste material have been dumped during the last years on the "sivica"

behind the limekiln. And it was the pressure of this waste material and the heavy rains of 1959 that triggered the earth slide of Tržič.

The first signs of the impending disaster were observed on December 7, while the catastrophe itself occurred on December 13.

The slope stability data indicated that the water pressure in the earth slide must have been considerable; the internal angle of friction of "sivica" was $16^{\circ} 42'$ while the dip of the slip surface was only 13° .

O GEOLOŠKIH RAZMERAH MED BOHINJEM IN TRIGLAVSKIMI JEZERI

Anton Grimšičar

V letih 1955 do 1956 in delno tudi naslednja leta smo raziskovali Dolino Triglavskih jezer in okolico Bohinjskega jezera. Tu sta v načrtu dva rezervata* v okviru širšega Triglavskega narodnega parka. To ozemlje na razvodju Soče in Save Bohinjke do zdaj geološko ni bilo sistematično obdelano, zato ga je avtor ponovno geološko kartiral.

V pleistocenu ločimo več zasipov, nekateri so le pobočni, hudourniški in fluvioglacialni vršaji, drugi pa prave rečne dolinske naplavine. Možno je razlikovati dva mlajša in dva starejša zasipa, katerih starosti pa ne moremo natančno dokazati. Pleistocenska plastovita jezerska kreda, ohranjena do 50 m iznad današnje jezerske gladine, je nagubana in pokrita z morenami. V nižjih plasteh najdemo zahodno od Zlatoroga varvne (progaste) plasti.

Večji del apnencev južno od sv. Janeza uvrščamo zaradi brečaste strukture po analogiji s Tellerjevo določitvijo v starejši oligocen. V mlajšem oligocenu smo našli tudi ostanke litotamnijskega apnenca.

Na severnem pobočju Bohinjskega jezera smo našli na dachsteinskem apnencu peščene in tufitske apnene plasti, analogne jurskim skladom v češnjiški sinklinali. Po fosilnih ostankih rodu *Calpionella* sklepamo, da spadajo ti skladi v zgornjo juro. Jurski skladi, vklinjeni v dachsteinski apnenec, se nahajajo tudi severozahodno od Dednega polja na kontaktu s triadnimi dolomiti in na prevalu ob novi planinski poti Prehodavci—Dolič. Pod Vršaki je bogato nahajališče zgornjejurskih amonitov z vrsto *Perisphinctes roubyanus* Steinmann, južno od kočee pri Triglavskih jezerih ter ob poti na Ovčarijo pa smo našli hydrozoje vrste *Ceraostroma steinmanni* Kühn (E. Flügel).

Zgornjetriadne sklade sestavlja na zahodni strani Slatenske plošče skladovit dachsteinski apnenec z velikimi megalodonti (do 25 cm), v Kanjavcu pa neskladovit dolomitiziran »triglavski« apnenec (retska stopnja). Niže sledi srednji dachsteinski apnenec s skladi dolomitnega apnenca in s številnimi horizonti megalodontov. Možno je sklepati na vrsti *M. böckhi* Hörnes in *M. laczkoi* Hörnes. *M. triqueter* mut. *dolomitica* se pojavlja v spodnjem dachsteinskem apnencu. Megalodonti v zgornjem dachstein-

* Rezervat Doline Triglavskih jezer je bil z odlokom Ljudske skupščine LRS junija 1961 že proglašen za Triglavski narodni park.

skem apnencu pripadajo verjetno vrsti *Conchodus* sp. Pod dachsteinskim apnencem so neskladoviti karnijski in kasijanski apnenci z ostanki koral in krinoidov, pod temi pa ponekod svetel drobljiv kasijanski dolomit. Ladin je razvit v Slatenski plošči apneno, južno od Bohinjskega jezera pa nahajamo ploščast apnenec, tufe, tufite in porfir. To so obenem tu najstarejše plasti.

Geološka zgradba je zelo pestra. Med Kanjavcem in Vrščem smo našli velik prelom, ki se v obliki razpoke nadaljuje proti severu v Zadnico (stranska dolina Trente), proti jugu pa je njegov potek nejasen, ker ga prekriva Slatenska plošča. Morda se ravno tako v obliki razpoke nadaljuje čez Ukanc in Bohinjsko jezero proti Stari Fužini. Drug velik prelom je na južnem pobočju Bohinjskega jezera in se nadaljuje proti vzhodu. Delno je že označen na italijanski specialki (Tolmin, 1937). Tretji velik prečni prelom deli Bohinjsko jezero na dva dela in poteka zahodno od Vogarja. Številni prečni prelomi so ustvarili stopničasto zgradbo Doline Triglavskih jezer in Bohinjskega jezera.

H geomorfološkim ugotovitvam Rakovca in Winklerja (1957) bi mogli dodati, da so po novejši uvrstitvi sivice najvišji ravniki (2500 m) lahko oligocenske starosti. Povezava sarmata med Ljubljansko kotlino in Furlanijo preko Bohinja (Winkler, 1957) ni verjetna, ker ni najmanjših sledov take zveze. Močne ledeniške skalne erozije se v Bohinju ne dajo dokazati, čeprav imamo tu lepe doline v obliki črke U. Ledeniki so v glavnem počistili le nevezan grušč v spodnjih delih pobočij, medtem ko so zgornja pobočja ostala konservirana pod ledom.

GEOLOGIC RELATIONSHIP BETWEEN BOHINJ AND TRIGLAV LAKES AREA

The author has made a study of the geological conditions of the Valley areas of Triglav Lakes and the environment of Bohinj Lake during the years 1955—1956 and also during the subsequent years. Plans have been made to create here two natural preservation areas, both within the frame of an expanded Triglav National Park.

Several Pleistocene alluvial deposits could be identified within this area. Of the Soča—Sava Bohinj watershed some of these are lateral alluvial fans which are fluvio-glacial in their origin, or such as has been brought down by torrents. Other alluvial deposits are due to the transportation of materials by rivers. We can distinguish between the two older and two younger alluvial deposits, however their ages cannot be determined precisely. Pleistocene stratified lake chalk occurs from the present lake level up to 50 meters above it. It is folded and covered with moraines. Varves can be found in the lower zone, west of Hotel Zlatorog. The author places limestone beds south of sv. Janez into the older Oligocene due to their brecciated structure and also on the analogy of determination made by Teller. Remnants of lithothamnian limestone beds were found in the younger Oligocene.

Sandy and tuffaceous limestone strata analogous to the Jurassic strata from the Češnjica syncline north of the Srednja vas village in the Bohinj valley could be found covering the Dachstein limestone in the slope north of Bohinj Lake. The author believes them to belong to the Jurassic age due to the remains of *Calpionella* sp. that has been found there. Jurassic strata was also found north-west of Dedno polje in contact with Triassic dolomites, and on the pass along the new alpine path Prehodavci—Dolič which are wedged between the Dachstein limestone beds. The author also found a reach finding place of upper Jurassic ammonites with the species *Perisphinctes roubyanus* Steinmann, under Vršaki south of the alpine hut of Triglav Lakes and on the path towards Ovčarija he has found hydrozoans belonging to the species *Ceraostroma steinmanni* Kühn (E. Flügel).

The upper Triassic is represented by stratified Dachstein limestone containing large Megalodontidae — up to 25 cm, which occur in the western part of the Slatna sheet. In Kanjavec we find the unstratified dolomitized 'Triglav' limestone-Rhaetian stage, grading down into middle Dachstein limestone made up of dolomitic limestone with numerous Megalodontidae. They can be attributed to the species *M. böckhi* Hörnes and *M. laczkoi* Hörnes. The species *M. triqueter* mut. *dolomitica* appears in the lower Dachstein strata. Megalodontidae from the upper Dachstein limestone most probably belong to the species *Conchodus*. Under the Dachstein limestone we find unstratified Carnian and Cassian limestones containing remains of corals and crinoids, followed by light colored crushed Cassian dolomite on some places.

In the Slatna sheet Ladinian stage appears in limestone. Platy limestone, tuffs, tuffites and porphyry occur south of Bohinj Lake representing at the same time the oldest strata.

From a tectonic point of view the area shows a great variety. A new large fault has been discovered between Kanjavec and Vršac and continues towards the north into the Zadnica valley — part of the Trenta valley. The second large fault can be observed in the south slope of the Bohinj valley, running toward the east. This is partly indicated on the Italian Geological Map Tolmin — 1937. Another transverse fault cuts Lake Bohinj into two parts and continues west of the Vogar mountain. The step-like structure of the valley od Triglav Lakes and of the Bohinj Lake has been created by numerous transverse faults.

The author agrees principally with the geomorphological analysis made by Rakovec and Winkler (1957). On the basis of recent findings of the age of the gray marine clay we can place the highest peneplains — 2500 meters into the Oligocene. A connection of Sarmatian from the Ljubljana basin with that of Friuli across Bohinj — Winkler 1957 — does not seem probable as no traces of it can be found in our area. Neither is it possible to prove in Bohinj a strong erosion of rock by glaciers in spite of the fact that we have here beautiful U-shaped valleys. Glaciers have usually taken away the loose scree from the lower parts of slopes while the upper slopes remained preserved under the ice.

NEKAJ MISLI O SPRIJEMANJU MLAJŠEGA PRODNEGA NANOSA V LJUBLJANSKI KOTLINI*

Rajko Pavlovec

S 5 slikami med tekstem

V debelih prodnih plasteh Ljubljanske kotline je del proda že zlepljen v konglomerat, mnogo pa je še nesprijetega materiala. Prav zato so tu ugodni pogoji za opazovanje procesa konglomeriranja. Sprijemanje proda je kompleksen pojav, odvisen od vrste činiteljev. S prvimi poskusi smo hoteli ugotoviti, ali morda različna granulacija vpliva na začetek zlepljanja prodnega nanosa.

Začetna raziskovanja so bila narejena v gramoznicah pri Polici nad Kranjem, za katere smo imeli že morfometrične analize proda. O teh morfometričnih preiskavah sem poročal na 2. jugoslovanskem geološkem kongresu v Sarajevu in jih bom tu omenil le toliko, kolikor so potrebne pri problemu sprijemanja proda.

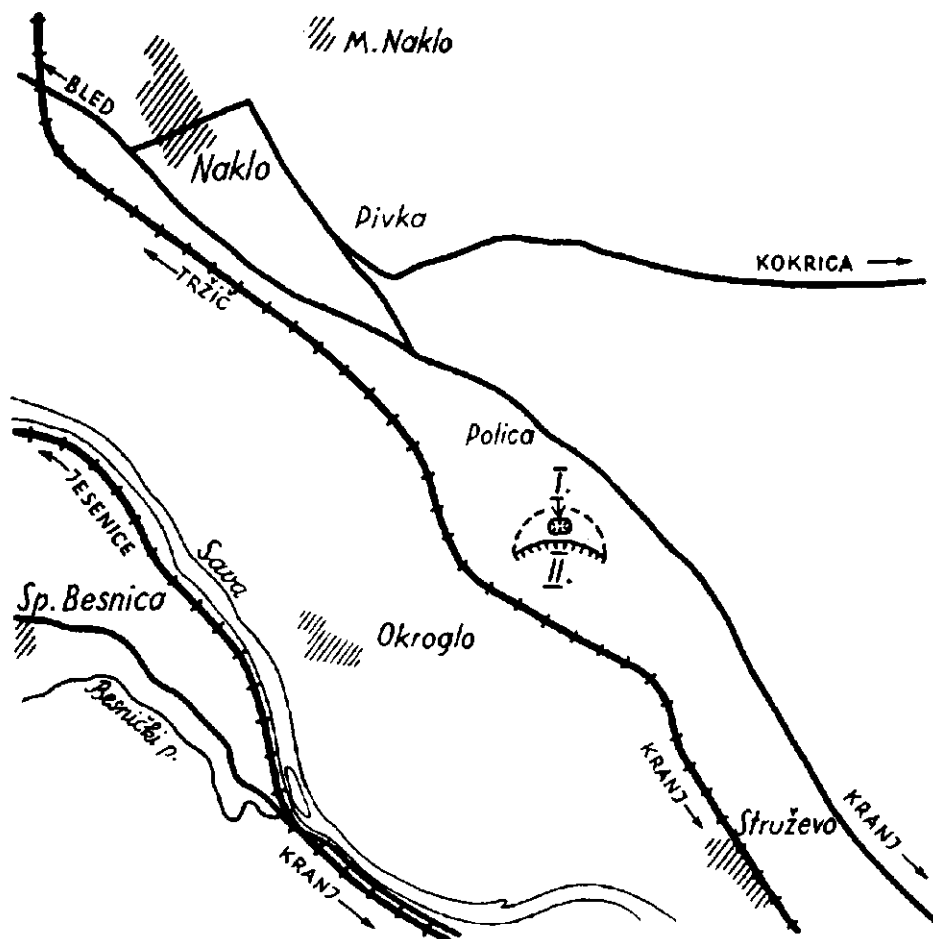
V okolici Police in Naklega nastopa poleg starejšega savskega zasipa še mlajši prodni nanos. Po Ampfererju (1918) je to nizka terasa, ki ji pripisujejo mladopleistocensko starost. Okrog Police je ta prod ponekod zelo debelo naložen in ga izkoriščajo v gradbene namene. Takoj pri vasi je manjša Poličarjeva gramozna jama, dve večji pa sta v terasi nad Struževim in Polico (1. slika, skica izdelana po situaciji leta 1957; pozneje so dela mnogo napredovala). Kranjsko podjetje »Komunala« (na sliki gramoznica II) izkorišča okrog 20 m visoko ježo terase, ki zavija na tem mestu v več 100 m dolgem loku od vzhoda proti zahodu in se na obeh koncih konča ob trdno sprijetem konglomeratu starejšega zasipa. Gramoznica je od nekdanjega roba terase premaknjena že do 50 m v notranjost. Dela hitro napredujejo. Največ materiala odvažajo po železnici, ki ima v gramozno jamo napeljan tir.

Takoj poleg te gramoznice je na severni strani manjša Projektova gramozna jama (na sliki gramoznica I). V tej smo podrobneje opazovali prodni nanos, to je prod s številnimi rahlo sprijetimi konglomeratnimi plastmi. Ze Rakovec (1955, 313) poroča, da je prod v teh gramoznicah večinoma droben in prinesen s karavanške strani.

Wentzel (1901, 11) domneva, da je Tržiška Bistrica opustila strugo mimo Naklega in Police šele v postglacialu, ko se je pri Bistrici pretočila

* Predavanje pri Slovenskem geološkem društvu dne 25. 3. 1959.

v Savo in to pot ohranila do danes. Vendar je treba pri tem misliti, da je presekala srednje odporne konglomeratne plasti. Zato se zdi današnja struga Tržiške Bistrice med Bistrico in izlivom v Savo pregloboka, da ti jo izdolbila od postglaciala do danes. Ilešiču (1935, 145) se zdi mogoče,

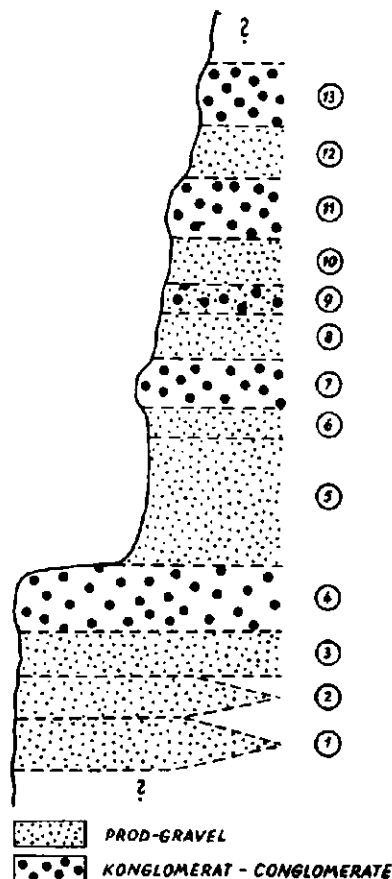


I. slika. Skica gramoznic pri Polici. 1:25.000. I, II = gramoznici v letu 1957; ——— = približen obseg današnje gramoznice

Fig. 1. Sketch of Gravel Pits near Polica. 1:25.000. I, II = gravel pits in the year 1957; ——— = approximate circumference of the actual gravel pits

da je opuščeno strugo mimo Naklega izdelala Sava, ki je potem spremenila svoj tok v današnje smer. Do sedaj ta domneva še ni dovolj podkrepljena, niti ni ovržena. Tudi poskus makroskopske ločitve žremenovih porfiritev ni prinesel uspehov, kajti podobne zelene in vijolične rdeče kamenine nastopajo tako v porečju Save kakor Tržiške Bistrice.

V gramoznicah pri Polici je vrsta različnih plasti od fine mivke in redkejše rjave ilovice do plasti z debelimi prodniki. Taki rečni nanosi ne kažejo večjih pravilnosti, kajti odlaganje proda je bilo odvisno od hitrosti in množine vode na posameznih mestih, od raznih slučajnih ovir na poti



2. slika. Profil v gramoznici, kjer so bili vzeti vzorci
 Fig. 2. Section at the spot where the samples have been taken

in podobno. Zato se plasti hitro debelijo, tanjšajo in navadno kmalu izklinijo. Na Polici se ponekod fine mivkaste plasti menjavajo z drobnim prodom na nekaj centimetrov. To se zlasti lepo vidi v skrajnem vzhodnem delu večje gramoznice. Redkejša je navzkrižna sedimentacija. Zelo debel prod nastopa samo v zgornjem delu vzhodnega roba gramoznice II. Ima obliko leče sredi plasti srednje debelega proda. Prodniki imajo premer 20 in več centimetrov. Sestavljajo jih karbonski konglomerati, grödenski peščenjaki, dachsteinski apnenci, zeleni in rjavo vijolični porfiriti, laporni

apnenci (werfen ?), starejšepleistocenski konglomerat in drugo. Reka se je na tem mestu s kratkotrajnim vdorom zajedla v prodne plasti in odložila plast debelega proda.

Za opazovanja smo vzeli vzorce iz gramozne jame I od globine 12,5 m navzgor. Celoten odkopan profil na tem mestu je visok okrog 13 m. preperine je okrog 50 cm.

V tem delu profila (2 slika) je najnižja okrog 30 cm debela odkopana plast proda. Med drobnejšim prodom je mnogo mivke. V spodnjih 20 cm je precej finega peska. Nad to plastjo je okrog 20 cm drobnega proda (2) z malo mivkine primesi. Obe spodnji plasti sta razviti lečasto in se hitro izklinjata.

V plasti 3 prevladuje mivka. Tudi ta plast se kmalu izklini; na mestu profila je debela okrog 20 cm. Nad njo leži spodnji konglomerat (4), debel okrog 30 cm in precej trdno sprijet. Najbrž je njegova sprijetost vzrok, da so pustili delavci del te plasti neodkopan in je tako ostala majhna polica, ki moli iz globlje odkopanega profila nad njo. Ker nekaj metrov proč te police ni več, lahko sklepamo, da je bil tam konglomerat že rahlejši ali se je izklinil.

Nad konglomeratom je okrog 1 m proda. Pesek, drobni in debeli prodniki sestavljajo precej enotno, nesprijeto plast (5). Prav zgoraj je nekaj drobnejšega proda (6).

Plast 7 sestavlja okrog 20 cm debel, slabše sprijet konglomerat. Na njem leži 20 cm proda (8), ki je zelo podoben plasti 5. Sledi okrog 30 cm proda. V tej plasti ločimo zelo slabo zlepljenih spodnjih 10 cm (9) in zgornji del, v katerem je nekoliko več peščene primesi (10). Vendar med obema plastema ni ostre meje in sta si zelo podobni.

V plasti 11, debeli 30 do 40 cm, je konglomerat razmeroma trdno sprijet, vendar manj kot v plasti 4. Rad se lomi v večje bloke. Prekrit je z 20 do 30 cm debelo prodno plastjo (12) s srednje debelimi prodniki in majhno množino drobnejšega materiala. Sledi ponovno konglomerat (13). V opisanem profilu je debel okrog 50 cm, vendar se hitro tanjša. Više je profil zasut z vsipajočim se materialom.

V produ in konglomeratu prevladuje svetel dachsteinski apnenec. Ponekod ga je do 70 %. Precej je tudi sivega ali skoraj črnega apnenca. Zlasti pri drobnejših frakcijah doseže skoraj ravnotežje z dachsteinskim apnencem. Drugih apnencev je mnogo manj. Med njimi so trogkofelski in werfenski oolitni apnenci, prevladuje pa laporni apnenec, ki je werfenski ali wengenski; dobimo tudi svetlo siv dolomit. Kremena je zelo malo, redek je tudi andezitni tuf, ki nastopa povečini v drobnejših frakcijah. Zelenega in rjavo rdečega porfrita je največ do 15 %. Nekaj je grōdenskih peščenjakov. Kosi trdno sprijetega starejšepleistocenskega konglomerata so zelo redki.

Med sipkim prodom na Polici so zlepljene plasti, ki kažejo začetek konglomeriranja. Take konglomeratne plasti so v poliških gramoznicah pogostne. V jami I smo jih do globine 13 m našli kar 16. Do izraza pridejo zlasti tam, kjer je voda začela izpirati steno gramoznice. Pri sprijetih plasteh je erozija počasnejša in zato ostanejo skoki in pragovi.

Proces konglomeriranja ni potekal povsod enakomerno. Najdemo prehode od zelo slabo sprijetih do trdno zlepljenih konglomeratov. V gramoznici II, ki je bliže ježe terase, so plasti konglomerata mnogo debelejšje kot v gramozni jami I. Pri zadnji je debelina posameznih sprijetih plasti komaj nekaj decimetrov in celo manj. Proces kglomeriranja je zajel plasti debelega in drobnega proda, medtem ko so plasti mivke redko sprijete v peščenjak. Konglomeratne plasti ovirajo ročno odkopavanje; zato večkrat rušijo stene gramoznice z razstreljevanjem.

Podrobnejše opazovanje kaže, da se je prod sprijemal po plasteh. To je zlasti lepo vidno pri navzkrižni sedimentaciji in tam, kjer se plasti izklinjajo. V večji gramoznici nastopa nekaj navzkrižnih plasti, v katerih se sprijete plasti menjavajo z nesprijetim prodom na nekaj centimetrov.

Kaj je povzročilo nastajanje konglomerata? O tem je v skladu s Klebelsbergovimi izvajanjmi (1948, 306) za naše razmere pisal Rakovec (1952, 87). Konglomerat naj bi nastajal v vrhnjih plasteh v suhi in topli dobi, ko je zadostno izhlapevanje, ali pa pod vplivom talne vode, če zgornje plasti dovoljujejo zadostno prezračevanje. Pri tem pa nastane vprašanje, zakaj ni prod konglomeriran v celoti, temveč le v posameznih plasteh.

Vrtine pri Klečah (Rakovec, 1952, 85 do 87) kažejo, da debelina posameznih prodnih in konglomeratnih plasti ni stalna in da se mnoge plasti prej ali slej izklinijo. V najgloblji vrtini (preko 100 m) je najmanjša debelina konglomeratne plasti 40 cm, medtem ko je pri profilu iz gramoznice I na mestu, kjer smo vzeli vzorce za opazovanje, najdebelejša sprijeta plast debela 50 cm, v vsej gramoznici pa ni konglomeratne plasti, ki bi presegala 1 m.

Poliškemu bolj podoben profil je v mlajšem zasipu pri Mavčičah, kjer so vrtali 12 m globoko (Rakovec, 1952, 90). Tu se plasti proda in konglomerata zelo hitro menjavajo.

Da bi se pri materialu iz Police zrcalile samo klimatske spremembe, ni verjetno. Pomisliti moramo, da so nekatere plasti debele komaj 20 cm in celo manj. Vsak klimatski vpliv bi to majhno debelino presegal. Prav tako bi se moralo začeti sprijemanje v vseh istočasno odloženih plasteh in ne bi smelo biti pogostnega izklinjanja konglomeratnih vložkov.

Da gre tudi na Polici za površinsko in ne talno vodo, kot je to že Rakovec (1952, 87) domneval za konglomerate na Ljubljanskem polju, nam kažejo dejstva: 1. prod je v smeri proti nekdanji ježi terase mnogo bolj sprijet kot v gramoznici I, ki je umaknjena v notranjost terase. Podoben pojav smo opazovali tudi pri Medvodah, kjer je v gramoznici v ježi terase prod sprijet v večjem obsegu, medtem ko so v bližnji jami sredi polja sprijete le redke posamezne plasti; 2. na mnogih mestih se prod prepogosto menjava s konglomeratom, in 3. v plasteh z navzkrižno sedimentacijo so sprijete plasti nagnjene, ustrezno plastovitosti, česar si z delovanjem talne vode ne moremo razlagati.

Na sprijemanje proda so morali torej vplivati tudi drugi faktorji, med katerimi je bil verjetno zelo važen različno hiter pretok vode, nasičene s kalcijevim karbonatom. Da bi začetek sprijemanja povzročila slabo propustna mivkina plast nad ali pod plastjo, kjer bi se začel tvoriti

konglomerat, so ovrгла podrobna opazovanja. Pod konglomeratno plastjo je večkrat popolnoma čist prod brez mivke. Še večkrat manjka mivka nad sprijetim prodom. Različno hiter pretok bi torej moral imeti vzrok v sami plasti. Zato smo se odločili za opazovanje zrnivosti posameznih plasti.

Za takšna opazovanja je bilo treba konglomerate razdeliti na sestavne dele. Razbijanje s pomočjo H_2O_2 ni uspelo. Konglomerat je pri tem izredno malo razpadel. Bolj je učinkovala glauberjeva sol, čeprav tudi ta ne povsem zadovoljivo. Tudi po petkratnem segrevanju in hitrem ohlajanju konglomeratov v koncentrirani raztopini te soli konglomerat ni razpadel. Celo po desetkratnem segrevanju in ohlajanju ni bilo večjih sprememb. Vendar so se vezi pri tem toliko zrahljale, da se pri dokončnem mehničnem razbijanju delci niso več poškodovali. Mehanično drobljenje pa je uspešnejše, če vzamemo še moker konglomerat. Pri osušitvi se namreč delci ponovno nekoliko sprimejo. Najtrdneje so zlepljeni drobni peščeni delci okrog večjih prodnikov. Te je zelo težko odstraniti, ne da bi jih popolnoma zdrobili. Vendar je njihova množina v razmerju s celotnim vzorcem majhna in bistveno ne vpliva na končni rezultat.

Sita za sejanje so imela odprtine 25, 15, 10, 5, 4, 3, 2, 1 in 0,8 mm. Zrna posameznih frakcij, označenih v 1. in 2. tabeli ter na 3. do 5. sliki, so torej naslednjih velikosti: I. odsejek na situ 25 mm, torej so zrna večja od 25 mm; II. 15 do 25 mm; III. 10 do 15 mm; IV. 5 do 10 mm; V. 4 do 5 mm; VI. 3 do 4 mm; VII. 2 do 3 mm; VIII. 1 do 2 mm; IX. 0,8 do 1 mm; X. presejek sita 0,8 mm, torej zrna manjša od 0,8 mm.

Količino posameznih frakcij smo izračunali v utežnih odstotkih. Meritve za to so mnogo enostavnejše kot za računanje procentualne vo-

Zrnavost prodnih in konglomeratnih plasti v utežnih odstotkih
Grain-seize distribution of the gravel and conglomerate beds
determined in percent by weight

1. tabela

Table 1

Frakcija Fraction mm	Plast Bed												
	1	2	3	4	5	6	7	9—10	11	12	13		
I > (25)	21,2	32,8	2,8	19,0	4,8	5,2	20,5	10,1	6,0	22,7	9,7		
II (15—25)	8,1	15,1	6,9	7,9	17,0	4,5	12,0	9,7	9,9	11,7	10,6		
III (10—15)	12,8	19,0	7,1	11,3	8,0	17,6	14,5	15,7	17,9	19,5	16,7		
IV (5—10)	15,8	18,7	13,9	13,7	17,7	23,9	14,6	18,1	18,0	14,3	16,2		
V (4—5)	3,8	3,4	4,0	3,5	4,5	6,4	3,6	3,7	3,7	3,2	2,8		
VI (3—4)	4,4	3,4	4,0	3,8	5,3	8,1	4,5	4,9	4,0	3,9	3,5		
VII (2—3)	6,0	3,0	5,5	4,4	6,9	9,9	6,4	6,0	5,1	4,6	6,1		
VIII (1—2)	9,9	2,4	9,4	7,4	10,8	11,0	8,9	8,6	9,5	8,0	11,2		
IX (0,8—1)	3,5	0,5	5,0	3,7	3,8	2,3	2,4	2,7	3,6	3,0	3,4		
X < (0,8)	14,5	2,0	41,5	25,3	21,2	11,2	12,6	20,5	22,3	9,2	19,8		
Skupaj %	100,0	100,1	100,1	100,0	100,0	100,1	100,0	100,0	100,0	100,1	100,0		

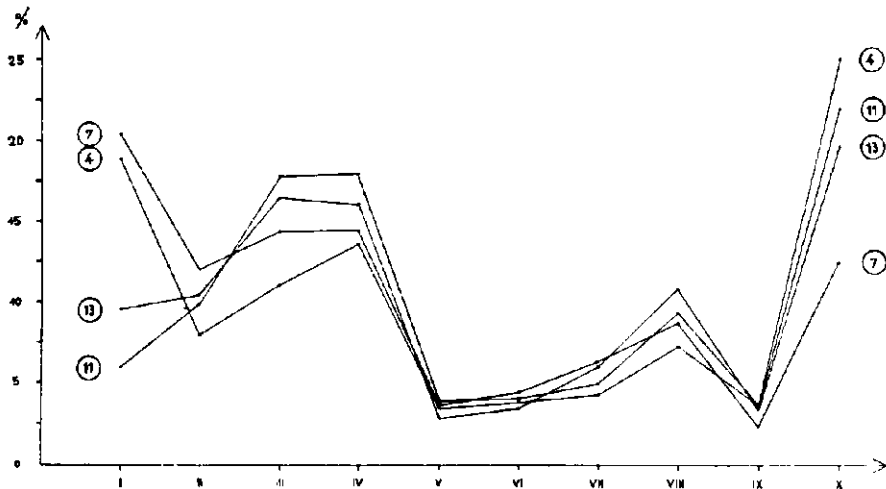
lumske sestave, kjer so zlasti težave z drobnejšimi frakcijami. Poskus obeh meritev na istem vzorcu je pokazal zelo majhno in nebitveno razliko.

Pri preračunavanju granulometričnih kakor tudi morfometričnih analiz mi je pomagala D. K e r č m a r , za kar se ji najtopleje zahvaljujem.

Zrnavost prodnih in konglomeratnih plasti je podana v 1.tabeli.

Iste rezultate kažejo diagrami (3. in 4. sl.). Na abscisi so količine posameznih frakcij, na ordinati pa ustrezne procentualne vrednosti.

Pri analizah plasti pride predvsem do izraza nepravilno nastopanje najdebelejših frakcij I, II in III. V prodnih plasteh so debelejši delci mnogo nepravilneje razporejeni kot drobnejše peščene ali mivkaste frakcije. Pri meritvah že en sam debelejši prodnik znatno vpliva na procentualno vrednost.



3. slika. Granulometrični diagrami konglomeratnih plasti 4, 7, 11, 13

Fig. 3. Granulometric diagrams of conglomerate beds 4, 7, 11, 13

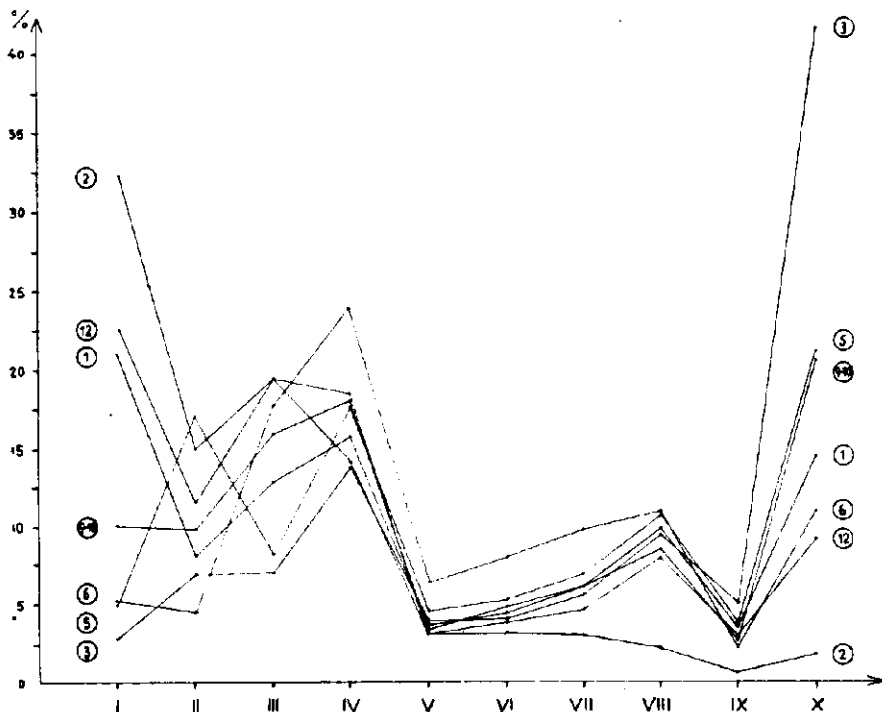
Na diagramih lepo vidimo, da pade količina delcev od frakcije IV do frakcije V, nato se dviga do VIII in pri frakciji IX zopet pade. Količina najdrobnejših delcev (frakcija X) je različna.

Večjo količino frakcije IV do neke mere lahko opravičimo z razliko med odprtiniami sit. Pri frakcijah V do VIII je razlika med odprtiniami posameznih sit 1 mm, med IV in V pa 5 mm. Podobno je tudi z majhno količino frakcije IX. Ker pa ni bil glavni namen granulometričnih analiz določitev zrnivosti, ampak ugotovitev razlik granulometričnega sestava prodnih in konglomeratnih plasti, so zgornja opazovanja povsem zadostovala.

Pri poskusu delitve najmanjše frakcije s sitom 0,2 mm je bilo v plasti slabo sprjetega konglomerata zrn pod 0,2 mm komaj 2,9 % in pri prodni plasti 4,2 %. Da je najdrobnejših delcev malo, je ugotovil tudi M. B r o -

dar, ki je naredil poskus z aparatom Kopeckega. Pokazalo se je, da delcev pod 0,1 mm skoraj ni bilo več. Za njegovo prijaznost se mu ponovno najlepše zahvaljujem.

Posamezna odstopanja nekaterih plasti od srednjih vrednosti so povzročile spremembe v rečnem toku. V plasti 2 je malo mivke in precej debelejših prodnikov. Odložena je bila torej v močnejšem toku kot druge plasti. V plasti 3 je več mivke in malo debelih prodnikov, kar kaže, da



4. slika. Granulometrični diagrami prodnih plasti 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 12

Fig. 4. Granulometric diagrams of gravel beds 1, 2, 3, 5, 6, 9-10, 12

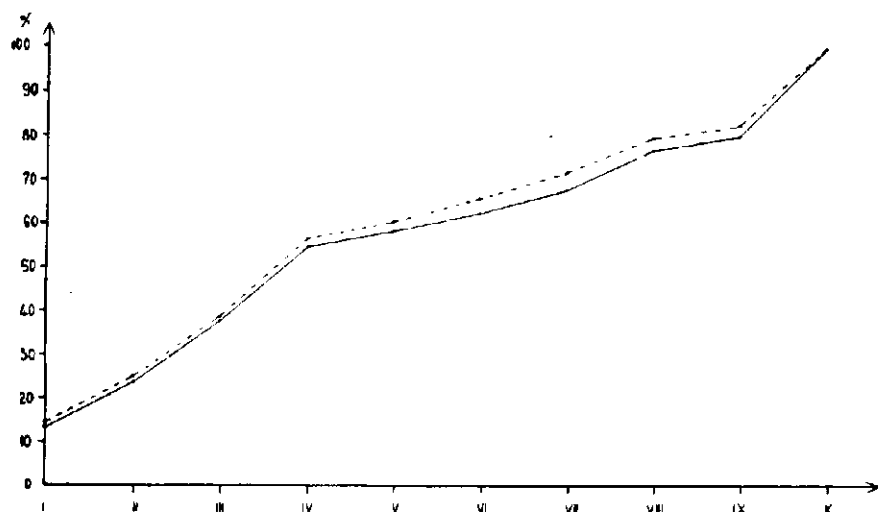
je bila plast odložena v mirnem toku, kajti voda se je umirila ali vsaj prestavila glavni tok. V plasti 12, ki leži med dvema konglomeratnima plastema, je malo drobne frakcije, kar potrjuje opazovanja, da mivka nad konglomeratom ali pod njim ni vplivala na njegovo sprijemanje.

Na vprašanje, ali sedimentacija vpliva na nastanek konglomeratov, odgovarjajo srednje vrednosti posameznih frakcij, ki jih kaže 2. tabela.

Iste rezultate kaže 5. slika; razlika med krivuljo konglomerata in proda je zelo majhna. Iz vsega tega sledi, da v našem primeru nista samo množina in velikost zrn vplivali na sprijemanje proda.

Predpostavko, da je vplivala na sprijemanje sprememba klime, smo preizkusili z morfometrično analizo prodnikov, ki smo jih vzeli delno

iz istih plasti kot vzorce za granulometrično analizo (Pavlovac, 1957). Morfometrična analiza kaže, da je med vsedanjem vseh plasti profila vladalo enako podnebje (vsaj večjih sprememb ni bilo); s tem je dokazano, da na začetek sprijemanja proda niso vplivale znatne klimatske spremembe. Iz prejšnjih izvajanj pa sledi, da konglomeriranja tudi nista povzročili samo različna velikost in množina zrn. Ker se prod sprijema plastovito in ne v nepravilnih kompleksih, so morale obstajati določene razlike pri sedimentiranju. Domnevamo, da je za sprijemanje največjega pomena poroznost posameznih plasti. Pri tem ne gre samo za velikost in množino zrn, ampak predvsem za njihovo razporeditev v prostoru; edino na ta način je možna različna poroznost tudi pri enaki granulometrični sestavi plasti. V manjših poroznih plasteh je pretok vode počasnejši; zaradi tega se pri ugodnih pogojih (zadostno izhlapevanje, primerna koncentracija CaCO₃ itd.) izločuje več kalcijevega karbonata. Na ta način se



5. slika. Sumarna krivulja srednjih vrednosti frakcij I—X. — — — — prodne plasti; ————— konglomeratne plasti

Fig. 5. Summary curve of average values of fractions I—X. — — — — gravel beds; ————— conglomerate beds

najprej zlepijo najmanj porozne plasti. Pri nadaljnjem procesu konglomeriranja še bolj zapolnjene pore vedno težje propuščajo vodo. Zato se voda ustavlja že tik nad sprijeto plastjo. Konglomeriranje se torej nadaljuje od spodaj navzgor. Počasi se zlepi celoten prodni nanos v konglomerat, kakršen je v Ljubljanski kotlini starejši zasip.

Po opisani domnevi je najverjetneje, da je bil začetek konglomeriranja vezan na plasti bliže površja, kjer je vpliv pronicajoče vode največji in izhlapevanje najlažje. Tudi debeli deli konglomerata na Ljubljanskem polju (glej omenjeni profil pri Klečah) so morali biti prvotno razdeljeni na tanjše plasti z vmesnim nesprijetim prodom. Sprijemanje je do danes

Srednja vrednost zrnavosti proda in konglomerata v utežnih odstotkih

Average grain-seize of the gravel and conglomerate determined in percent by weight

2. tabela

Table 2

Frakcija Fraction	prod Gravel	konglomerat Conglomerate	prod + konglomerat Gravel + Conglomerate
I	14,2	13,8	14,0
II	10,4	10,1	10,3
III	14,2	15,1	14,6
IV	17,5	15,6	16,5
V	4,1	3,4	3,8
VI	4,9	4,0	4,5
VII	6,0	5,4	5,7
VIII	8,6	9,3	8,9
IX	3,0	3,3	3,1
X	17,2	20,0	18,6

že toliko napredovalo, da so se te vmesne plasti zlepile. Temu v prid govori dejstvo, da so v globini sprijeti debelejši deli kot na površini. Ni pa izključeno, da je v globljih plasteh imela vpliv na sprijemanje pozneje še talna voda.

Opisani pojavi so le prispevek k raziskovanjem v tej smeri in se ne morejo posplošiti, kajti za različne konglomerate so potrebne nadrobne preiskave. Pri tem je treba poleg drugega predvsem upoštevati kemizem sprijemanja, in to še posebno tam, kjer vezivo ni le kalcijev karbonat, kakor pri opisanih konglomeratih, ampak nastopajo razne železove in druge spojine.

ON THE CEMENTATION OF YOUNGER PLEISTOCENE GRAVEL ALLUVIUM IN THE LJUBLJANA BASIN

In the Ljubljana Basin the thinner and thicker strata of gravel and conglomerate follow irregularly each other. The author wished above all to find whether the grain-seize influences the cementation. Samples for analyses were taken from the gravel pits at Polica near Kranj (Fig. 1). Here the gravel is of the Upper Pleistocene age (Ampferer, 1918), and has been worn most probably by the Tržiška Bistrica river (Wentzel, 1901; Ilešič, 1935; Rakovec, 1955). Among the alluvial sand there are cemented strata which show the initial stage of the conglomeration. In one place alone 16 such layers were found down to the depth of only 13 m. Some of these beds are only slightly cemented while the others are very compact. The river sand is regularly not cemented into the sandstone.

The gravel is conglomerated inside the strata structure, which can be best seen in those places where the strata cross each other (delta-sedimentation), or thin out. The conglomeration can possibly take place

in two ways: in the upper strata during a dry and hot period, and in the lower strata under the influence of the ground water (Klebelberg, 1948; Rakovec, 1952).

The author points out that the conglomerate here occurs in horizontal beds. It is improbable that the gravel at Polica reflects only climatic changes since some of these beds have a thickness of only 20 cm. or one even considerably less. Similarly the cementation ought to have taken place simultaneously in all strata and there is no proof of frequent thinning out of conglomerate lenses.

Facts showing the ground water cannot cause the conglomeration at Polica are as follows: 1) The slope of the terrace shows more conglomerated gravel than the interior of the terrace. 2) The interchange between the gravel and conglomerate is too frequent in many places. 3) In strata where the delta-sedimentation took place the conglomerate beds have a dip which corresponds to the structure of strata.

According to the author, one of the most important reasons for the beginning of the cementation in individual beds is the difference in the speed with which water, saturated with the CaCO_3 , passes them.

Table 2 showing the average grain-size values of individual fractions, is drawn up to illustrate the question if the sedimentation influence the conglomeration. Similar results shows Fig. 5. The differences between the grain-size curves representing conglomerate and those representing gravel are very small. It can be concluded, that there not only quantity and grain-size have been influencing the cementation of the gravel.

By means of morphometric analyses of the gravel the author wanted to see if eventually changes of climate have been influencing the cementation too. The samples were taken partly from the same places of those for granulometric analyses (Pavlovic, 1957). The morphometric analyses show, that during the cementation of all strata the climatic conditions have not been changed essentially. As mentioned before, the conglomeration has not taken place due to the different size and quantity of grains, either.

As gravel is cementated in layers and not in irregular complexes, there had to exist differences in sedimentation. It seems, that for the cementation the porosity of the different layers is of greatest importance. Not only grain-size and quantity are important, but first of all the quantitative distribution of particles. Only in this way different porosity but equal granulation is possible.

In less porous strata the flow of the water is slower. Therefore under favorable conditions (sufficient evaporation, high concentration of CaCO_3) more calcium carbonate is deposited. Thus the least porous strata would be cemented first. As the process of cementation continues, the partly filled pores allow less and less water to pass. The water would therefore be stopped above the already cemented stratum. The conglomeration would therefore take place from the lower strata upwards. During longer time the whole complex is cemented in a conglomerate, like those as there are the older sediments in the Ljubljana Basin.

It seems most probable, that the initial conglomeration has taken place in the beds closer to the surface; there the influence of the penetrating water is the greatest, and also the water can evaporate quickly. Also thick layers of conglomerate on the Ljubljana field (see cross-section Kleče; Rakovec, 1952) should have been divided primarily in thinner strata with intermediate noncemented gravels. Until today the cementation process advanced so far, that also these intermediate gravels are cemented. This supposition is founded on the fact, that deeper down thicker parts are cemented than on the surface, although it is not impossible, that also ground water influenced the cementation of deeper beds.

LITERATURA

Ampferer, O., 1918, Über die Saveterrassen in Oberkrain. Jb. geol. R. A. 67 (1917), 405—454, Wien.

Ilešič, S., 1935, Terasa na Gorenjski ravnini. Geogr. vestnik, 11, 132 do 167, Ljubljana.

Klebelberg, R., 1948, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie I, 403 pp., Wien.

Pavlovec, R., 1957, Prvi poskusi z morfometrično metodo v Jugoslaviji. II. kongres geologa FNRJ, 199 do 213, Sarajevo.

Rakovec, I., 1952, O nastanku in razvoju Ljubljanskega polja. Geogr. vestnik, 24, 77 do 94, Ljubljana.

Rakovec, I., 1955, O pleistocenskih bovidih na Slovenskem. Razprave IV. razr. SAZU, 3, 301 do 328, Ljubljana.

Wentzel, J., 1901, Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte des Thales der Neumarkter Feistritz, Jahresber. St. Oberrealsch. Laibach (1900/1901), 1—15, Laibach.

POROČILO DIREKTORJA GEOLOŠKEGA ZAVODA V LJUBLJANI ZA LETO 1960

S 4 slikami v prilogi

Obča geološka služba

V okviru občne geološke službe je zavod opravljal naslednja dela:

1. Naloge, ki jih ima po zakonu o rudarstvu. Pregledal je geološko dokumentacijo, ki so jo predložila raziskovalna in eksploatacijska podjetja, ter dal mnenje o upravičenosti raziskav:

a) v nahajališčih kremenovih peskov Puconci, Moščanci, Branoslavci, Frekope in Globoko,

b) v nahajališčih kovin v Posavskih gubah na območju Posavskih rudnikov in na območju Gorenja vas—Žiri,

c) v nahajališčih nafte in plina v Lendavi.

Mnenja o upravičenosti eksploatacije pa je dal na podlagi rezultatov raziskovalnih del za kredo v Radovni, kalcit v Stahovci, okrasni kamen na območju Sežane in za kremenov pesek v Pokleku.

2. Komisija za ocenjevanje zalog mineralnih surovin je imela 14 rednih sej, na katerih je pregledala dokumentacijo in potrdila zaloge naslednjih mineralnih surovin:

a) premoga v Zagorju, Trbovljah-Hrastniku in Velenju,

b) nafte in plina v Lendavi in posebej za vrtino Fi-7,

c) kremenovega peska na območju Novega mesta,

č) bentonitnih, keramičnih in opekarskih glin v Štorah, Libojah, Trbovljah-Dobrne, Majšperku, Račjem selu in Krmelju,

d) apnenca in cementnega laporja za cementarni v Trbovljah in Anhovem, za projektirano cementarno v Senovem in za apnenico v Sežani.

3. V sodelovanju z ostalimi delovnimi skupinami smo v okviru občne geološke službe izdelali petletni načrt za raziskave mineralnih surovin in geološko kartiranje. Vanj smo vključili tudi sistematične raziskave in opazovanja plazovitih terenov v LR Sloveniji.

Vodja občne geološke službe je bil ing. Franc Drovenik.

Geološko kartiranje

V okviru oddelka za regionalno geologijo smo kartirali naslednja območja:

a) **Osnovna geološka karta FLRJ.** Nadaljevali smo sistematično kartiranje v Slovenskem Primorju in na Notranjskem (listi Postojna 51, 52 in delno 54) ter na območju Posavskih gub (list Ljubljana 54). Skupno je bilo kartirano 1003 km². Sodelovali so: 6 geologov, 2 geološka tehnika in 2 laboranta. Število terenskih dni znaša 750; povprečni učinek je torej nekaj nad 1,3 km² na dan. V resnici je učinek geologov večji (1,5 km² na dan), ker so morali prehoditi vse kartirano ozemlje.

b) Ostale karte in profili:

1. Po naročilu Podjetja za proizvodnjo nafte Lendava smo kartirali Vitanjske nize v obsegu 300 km². Pri kartiranju je sodelovalo 5 zavodovih geologov, 1 geološki tehnik, 1 laborant in 2 zunanja geologa. Učinek je bil tu nekaj več kot 1,2 km² na dan.

2. Za rudnik kroma Raduša smo kartirali Ljubotenski serpentinski masiv.

3. Po naročilu okrajne zadružne zveze Murska Sobota smo izdelali petrografsko karto Goriškega v Prekmurju.

4. Po naročilu Elektrogospodarske skupnosti Slovenije smo izdelali karto porečja gornje Soče v zvezi s projektiranjem in gradnjo za objekte hidroelektrarn med Kobaridom in Tolminom.

5. Karta območja Knezdol—Mala planina za gradnjo vodovoda Trbovlje.

6. Geološka karta vzhodne Slovenije v merilu 1:200.000, sestavljena na podlagi obstoječih geoloških kart po naročilu Zavoda za geološka in geofizikalna raziskovanja v Beogradu.

7. Geološki profil osrednje Dolenjske v zvezi z raziskavami naftonosnih struktur za hrvatski geološki zavod.

Poleg tega so v oddelku pripravili še 17 elaboratov in poročil: 4 o rentgenskih analizah, 2 o petrografskih in 2 o sedimentno petrografskih preiskavah ter 9 o mikropaleontoloških določitvah.

Vzporedno z navedenimi nalogami so posamezni geologi podrobneje študirali določene probleme. Dr Mario Pleničar je po večletnem delu končal paleontološko in stratigrafsko obdelavo krednih skladov južne Primorske in Notranjske. Delo, na podlagi katerega je dobil doktorski naslov, je objavil v Geologiji 6, str. 22 do 145.

Karel Grad je nadaljeval raziskave paleozojskih in mezozojskih skladov v Posavskih gubah. Predhodno obvestilo o dosedanjih rezultatih raziskav krednih sedimentov je objavil v Geologiji 6, str. 313 do 315, obširnejši poročili o geoloških razmerah v okolici Litije ter med Rudnico in Savo pa v tej knjigi.

Stanko Buser je pričel s paleontološko in stratigrafsko obdelavo jurskih plasti v Dinaridih; med drugim je našel lepo ohranjene primerke fosila *Lithiotis problematica*, ki mu bodo omogočili rešiti problem te školjke.

Lija Rijavec, vodja mikropaleontološkega laboratorija, se že več let ukvarja s terciarnimi plastmi v panonskem obrobju. Na podlagi mikrofavne skuša horizontirati miocenske sklade in določiti mejo med oligocenom in miocenom.

Ljudmila Šribar je v jurskih sedimentih ugotovila doslej pri nas nepoznane titonske vrste *Calpionella alpina* Lorenz in *Calpionella elliptica* Cadisch. Na ozemlju Tolmina in Kobarida je razčlenila zgornjekredne sedimente na podlagi mikrofavne in ugotovila, da volčanski apnenci niso spodnjekredni, temveč spadajo v spodnji del zgornje krede.

Ana Hinterlechner, vodja mineraloško petrografskega laboratorija, se je poleg običajnih mikroskopskih in rentgenskih preiskav ter petrografskega kartiranja podrobneje ukvarjala z magmatskimi kameinami.

Rozika Tovšak, vodja sedimentno petrografskega laboratorija, in njena sodelavka Saša Orehek sta sodelovali pri raziskovanju v širši okolici idrijskega rudišča. Na podlagi težkih mineralov, posebno cinabarita, sta proučevali, od kod je prihajal sedimentni material, ter omejevali posamezna območja, ki so prišla v poštev za podrobnejše raziskave.

Rezultat skupnega dela zavodovih geologov v zadnjih desetih letih pa bo geološka karta Slovenije v merilu 1 : 200.000 z ustreznim tolmačem. V letu 1960 so pripravili topografsko podlago in že pričeli vnašati geološke podatke za območje južne in vzhodne Slovenije.

Raziskave mineralnih surovin

Nafta in plin

Po programu raziskav Podjetja za proizvodnjo nafte Lendava je geofizikalna skupina gravimetrično in geomagnetno raziskala v letu 1960 dve območji:

1. Ozemlje Brkinov in Čičarije v Slovenskem primorju je izmerila z 960 detajlnimi točkami na površini 480 km².

Karta Bouguerjevih anomalij, izdelana v merilih 1:25.000, 1:50.000 in 1:100.000, kaže, da znaša težnostni vpliv ob reki Dragonji v Istri +3 mgl; od tu se proti jugozahodu dviga in nakazuje bujsko antiklinalo, proti severovzhodu pa konstantno pada z gradientom 1,5 mgl/km. Ob skrajnem severovzhodnem robu meritev znaša — 32 mgl. Izogame potekajo v glavnem vzporedno od severozahoda proti jugovzhodu in se v njih verjetno odraža vpliv osnovnega gorstva, ki pada proti severovzhodu.

Naloga raziskav je bila, ugotoviti reško sinklinalo, vendar po dosedanjih rezultatih ob skrajnem robu meritev še ni vidna tendenca izoblikovanja vplivne sinklinale.

Karta anomalij vertikalne magnetne intenzitete, izdelana v enakih merilih kot gravimetrična karta, ne nakazuje vpliva magnetno susceptibilnih kamenin. Vrednosti se spreminjajo le v mejah točnosti meritev. To kaže na veliko debelino sedimentov, tako da eventualni vpliv osnovnega gorstva ne seže do površine.

2. Območje Slovenskih Konjic, južnega pobočja Pohorja in Konjiške gore je izmerila s 440 detajlnimi točkami na površini 220 km².

Po karti Bouguerjevih anomalij se ljutomerska sinklinala konča pri Slovenskih Konjicah; posamezni negativni vplivi se kažejo še proti Stranicam, Frankolovemu, Zrečam in Oplotnici. Na severnem krilu je močan vpliv Konjiške gore, ki premakne sinklinalni vpliv proti severu. Na južnem delu Konjiške gore pa težnostni vplivi bolj počasi padajo proti Ponikvam, medtem ko proti Pohorju naraščajo.

Vertikalna magnetna intenziteta ima tri stopnje. Najmočnejše anomalije so v pasu Slovenska Bistrica—Čadram—Skomarje; dosežejo $\pm 160 \gamma$; spodnja meja pa je -120γ . Povprečna širina tega pasu je 2 km. Severno od tod, na južnem pobočju Pohorja, nastopajo anomalije $\pm 30 \gamma$, južno od tega pasu pa ± 15 do 20γ . Močne magnetne anomalije od Slovenske Bistrice do Skomarij povzročajo magmatske kamenine, ki so ponekod na površini.

Premog

1. **Velenje.** Glavni raziskovalni objekt na področju premogov je bil tudi v letu 1960 velenjski lignitni bazen v zvezi s projektiranjem novega kemičnega in energetskega kombinata. Pri raziskavah so sodelovali odsek za premog, oddelek za vrtnje, fizikalno kemični laboratorij, mikropaleontološki laboratorij in odsek za geoelektrične meritve geofizikalnega oddelka zavoda.

a) V vzhodnem delu Šaleške kadunje, kjer je predviden dnevni kop, smo izvrtali še dve vrtini, tako da je bilo skupno v letih 1959 do 1960 izvrtanih 10 vrtin. Njihova globina je znašala 53 do 138 m. Spodnja meja premogovnega horizonta se je gibala v globini okrog 40 do 91 m, zgornja pa na okrog 24 do 67 m. Odsek za premog je podrobno obdelal profile vrtin in izračunal zaloge.

b) Ena izmed glavnih nalog je, izračunati zaloge v celotni kadunji, določiti kalorično moč lignita in prostorninsko težo koristne izkopsnine. V ta namen smo v centralnem in zahodnem delu kadunje izvrtali nadaljnjih 20 vrtin, globokih 271 do 612 m. Razen v eni, je bil v vseh ostalih prevrtan premogovni horizont. Njegova spodnja meja se je gibala v globinah okrog 233 do 547 m, zgornja pa med 204 do 436 m. Del teh vrtin je bil postavljen tako, da so dale tudi orientacijske podatke za lokacijo novega jaška »Šoštanj«.

V severnem krilu kadunje smo v glavni smerni progii zahodnega obrata jame Velenje izvrtali dve vrtini, da bi ugotovili debelino lignitnega sloja, sestavo talnine in položaj triadne podlage. Prva vrtina je bila zastavljena na koti 27 m v premogu in je potekala v njem do globine 82 m, t. j. do kote -55 m, druga je bila na koti 27,5 m in je potekala v premogu do kote $-48,8$ m.

c) V južnem krilu vzhodnega dela jame Velenje smo izvrtali s površine 4 vrtine, globoke 97 do 178 m s premogovnim horizontom med 74 in 78 m do 139 in 154 m.

č) V vzhodnem polju stare jame smo izvrtali še eno poševno vrtino pod kotom 45°, globoko okrog 90 m.

d) Poseben problem je v geološki zgradbi krovnine sloja, zlasti zato, ker so skoraj vse dosedanje vrtine pokazale, da so v njej vodonosne plasti (1. in 2. sl.). Dosedanje raziskave so dale osnovo za podroben študij hidrogeoloških razmer v krovlini kot tudi v triadni podlagi z vidika naraščajoče proizvodnje.

Kot dopolnilo geoloških raziskav je skupina za geoelektrične meritve vse vrtine tudi karotirala po metodah navideznega specifičnega upora, lastnega potenciala in merjenja temperature. Na ta način je v krovlini določila porozne cone; po dobljenih vrednostih za poroznost se da sklepati na vodonosnost.

e) Po metodi navideznega specifičnega upora je skupina za geoelektrične meritve sondirala severni del kadunje, da bi po razlikah v upornosti kamenin ugotovila relief triadne podlage. Upor v pliocenskih sedimentih je znašal 40 do 100 ohmm., v triadnem apnencu oziroma dolomitu pa 600 do 1500 ohmm.

2. Zagorje. Na rudniku pripravljajo projekt za poglobljanje jame Kotredež s šestega na osmo obzorje. Preiskati je bilo treba geološke pogoje v talnini premogovega sloja, da bi dobili podatke za projektiranje jaška, s katerim bi odprli osmo obzorje. V ta namen smo izvrtali na šestem obzorju vrtino 48/60. V profilu so se menjavali peski in gline s prodnatimi plastmi. Grob pesek je vseboval prodnike keratofira in keratofirskega tufa. V globini 20 m se je pričel dolomitni grušč z drobci keratofira. Globlje je postajal dolomitni grušč vedno debelejši, kar je kazalo na bližino triadne podlage. Na to se je dalo sklepati tudi po dotoku vode od globine 33,20 m dalje. Količina pritoka je znašala 8 l/min. Po teh podatkih in zaradi zarušavanja smo vrtino v globini 44,10 m ustavili. Zaradi neugodne sestave talnine bodo morali verjetno projekt spremeniti in namesto jaška graditi vpadnike.

S šestega obzorja smo izvrtali v prekopu v severno krilo drugo vrtino, 49/60, da bi ugotovili globino kadunje. Do globine 150,20 je vrtina potekala v govškem pesku in glini s prodnatimi vložki; v takem vložku je bilo na odseku 143 do 156 m 7 l/min vode. Nato je do 261 m sledila oligocenska morska glina in končno krovni lapor, v katerem smo vrtanje ustavili v globini 270,90 m, ne da bi dosegli dno kadunje.

Vrtina je bila globlja, kot se je dalo predhodno oceniti po vpadih plasti v višjih delih kadunje. To kaže, da sta krili kadunje v spodnjem, oligocenskem delu bolj strmi kot v zgornjem, miocenskem delu.

3. Šega-Makole. V sodelovanju z vodstvom rudnika smo usmerjali in kartirali rudarska raziskovalna dela v skupni dolžini 1176 m. Poleg tega smo kartirali še 36 km² površine; s tem je tako imenovani dravinjski produktivni pas od Zreč do Makol površinsko raziskan. V obdelavi so po-

datki raziskovalnih del v zadnjih treh letih; zaključno poročilo bo obsegalo tudi izračun zalog.

4. Senovo. Na rudniku so projektirali in pričeli z izkopom obzornih prog v triadni podlagi premogonosnih terciarnih plasti. Ker je triada v naših premogovnikih povečini vodonosna, je bilo s tem računati tudi v Senovem. Vendar se je pokazalo, da so tu razmere bolj ugodne. Na podlagi študije geološke zgradbe in hidroloških razmer je dr. ing. Milan Hamrla izdelal elaborat, po katerem sestavljata triadno podlago wengenski apnenec in dolomit. Apnenec vsebuje lapornate vložke, ki so dobra zaporna plast za vodo, dolomit pa nima pomembne napajalne cone. Na podlagi takih razmer ni bilo pričakovati večjih vodnih količin, ki jih ne bi bilo možno brez težav obvladati. Pri nadaljnjem izkopu proge se je pokazalo, da je bila predpostavka točna.

Po daljšem presledku so se zopet začele raziskave v vzhodnem delu premogišča, kjer smo kartirali površino v obsegu 32 km². Na območju med Senovim in Brestanico pa smo izvrtali tri vrtine, ki so nam dale orientacijske podatke o geoloških razmerah v tako imenovani srednji in južni kadunji. Profil vrtine 26/60 kaže, da se oligocenske plasti proti jugu izklinjajo.

5. Pojerje—Blatni vrh. Blizu naselja Pojerje zahodno od Planine je že pred več kot sto leti (1837) obratoval manjši premogovnik. Nazadnje so odkopavali tu premog v letih 1938 do 1941. Iz tega časa se je ohranilo nekaj jamskih skic.

Po naročilu Rudnika Laško smo pregledali geološke pogoje in izdelali ustrezen elaborat. Po podatkih površinskega kartiranja in razmer v 27 m dolgem rovu, ki so ga izkopali domačini, je profil naslednji: na triadni podlagi je grobo peščena talninska glina, sledi lečasto razvit sloj oligocenskega premoga (debel povprečno 1 m, največ pa 4 m), krovniko pa sestavlja siv glinast lapor z vmesnimi peščenimi glinastimi in tufskimi plastmi. V večjem delu profila je facies morski, le v bazalnem delu sladkovodni, kjer je razvit tudi premog; s tem so možnosti za zaloge precej omejene.

6. Vremski Britof. Kartirali smo rudarska dela v jami Jadran IV in površino v območju Vremski Britof—Spodnje Vreme. Izračunali smo zaloge, ki znašajo 40.000 ton kategorije A + B in 1 milijon kategorije C.

Dela na področju rudarske geologije premogišč je vodil dr. ing. Milan Hamrla.

Živo srebro

1. Idrija. Raziskave so obsegale geološko kartiranje, geofizikalne meritve in globinsko vrtnanje. Kartirali smo območje proti Šentviški gori v obsegu 91 km² in s tem v glavnem končali program geološkega kartiranja v širši okolici idrijskega rudišča. Skupno je bilo v zadnjih treh letih kartirano okrog 467 km² v merilu 1:10.000. V naslednjih letih bomo posamezne dele kartiranega ozemlja podrobneje raziskovali po različnih dopolnilnih metodah.



1. sl. Vrtina E-6 v zahodnem delu šaleške kadunje je zadela na arteško vodo



2. sl. Črpalni poizkus na vrtini II/2 v osrednjem delu šaleške kadunje

Z geofizikalnimi meritvami, predvsem po metodi inducirane polarizacije, smo sodelovali pri usmerjanju jamskih del. V prejšnjih letih smo z medsebojnim dopolnjevanjem geofizikalne in geokemične metode raziskovali v glavnem karbonatne kamenine, letos pa smo pričeli obe metodi uvajati tudi v skrilavih kameninah, posebej v skrilavcu s samoročnim živim srebrom.

Z globinskim vrtnjem smo preiskovali območje vodnega rova. V severozahodnem delu, v okolici jaška »Borba«, se kredni apnenec kot podlaga rudišča in karbonski skrilavec kot severna meja rudišča zelo zblížata. Vrtnje je imelo namen, ugotoviti zgradbo druge luske, ki se nahaja med obema kontaktoma. Vrtina št. 1, vrtana s površine, je do 42 m potekala v grödenskem skrilavcu in peščenjaku, prešla v tej globini v karbonski glinasti skrilavec in nato pri 156 m neposredno v kredno podlago, v kateri smo pri 161 m vrtnje ustavili.

Vrtino št. 2 smo vrtali horizontalno iz rova na koti 320 m. V njenem profilu je bil do 44 m zgneten glinast skrilavec, nato je sledil zdrobljen triadni dolomit do 46,10 m, kjer je vrtina prešla v kredni apnenec. Da bi ugotovili nadaljnje zaporedje plasti, smo vrtali še do 180 m, vendar v profilu ni bilo nobene spremembe.

Horizontalna vrtina št. 3 pa je pokazala naslednjo sliko: do 56,40 m se menjavali črn in rdeč glinast skrilavec ter zdrobljen dolomit; pri 56 m je bil dotok vode 9 l/min. Sledil je temno siv dolomit z vložki svetlejšega dolomita od 93,50 m, nato do 194,5 m temen zgornjepermski dolomit, za njim pa do 159,3 m črn glinast skrilavec in dolomit ter končno do 162,3 m permski dolomit. Sledovi mineralizacije so bili pri 15 in 50 m.

Po podatkih prve vrtine se druga, rudonosna luska, severozahodno od rudišča izklini; karbonske plasti leže tu neposredno na kredni podlagi.

Raziskave na koti 320 m skupno s podatki vrtin iz prejšnjih let (47/50, 4/52 in 8/56) kažejo, da se severno in severozahodno od rudišča nahaja struktura, ki ustreza inverznemu zaporedju plasti v spodnji zgradbi rudišča.

2. Kanomlja. Že v prejšnjih letih smo skušali pojasniti izvor kapljic samoročnega živega srebra pri Petriču v Kanomlji. Izkopali smo kratek rov in nato še plitev jašek, vendar podatki, ki smo jih dobili, niso rešili problema. Pred nadaljevanjem rudarskih del smo letos raziskovali po geokemični metodi; analize vzorcev so dale manjše koncentracije živega srebra. V načrtu imamo izdelavo metalometrične karte.

3. Kurja vas. Po podatkih geokemičnih analiz in geofizikalnih meritev smo na idrijsko-žirovskem območju v okolici Kurje vasi izvrtali dve vrtini. Prva, globoka 113 m, je potekala skozi konglomerat in dosegla skrilavec; druga, globoka 220,50 m je pokazala podoben profil konglomerata in skrilavca, vendar z vložki sadre, debelimi 11 m. Zaradi neugodnih rezultatov smo nadaljnje vrtnje ustavili.

Svinec in cink

1. **Mežica.** O geoloških raziskavah v okolici mežiškega rudišča v zadnjih treh letih je napisal posebno poročilo ing. Ivo Stručl: objavljamo ga v tej knjigi 43—53 stran. Geologi zavoda pa so pričeli z raziskavami hidrogeoloških razmer v območju rudišča, da bi ugotovili napajalne cone. Kartirali so pojave vode v jami, barvali Helenski potok na površini in dva ponikalna potoka v jami v revirju Peca. Opazovanja so pokazala, da vode z območja Pece tečejo v jamo revirja Navršnik. Hidrogeološke raziskave bomo nadaljevali prihodnje leto.

2. **Posavski rudniki svinca, cinka in barita.** Podobno kot prejšnja leta, so rudarske raziskave tudi letos prinesle bolj skromen uspeh. Manjša orudenenja, ki so jih našli, niso bistveno povečala zalog.

S 1. januarjem 1961 se bo podjetje razdelilo; obrat Litijo bo prevzel rudnik Mežica, medtem ko bo obrat Pleše posloval kot samostojen rudnik barita.

Železo in mangan

1. **Savske jame nad Jesenicami.** Po stari rudarski karti, katere original hrani Tehnični muzej na Jesenicah, smo določili lego sideritne leče v karbonskem apnencu. Da bi se izognili težavnemu odpiranju starih rovov oziroma gradnji dolgih prog do orudenenja, smo se odločili za vrtanje. Zaradi strmega vpada plasti smo vrtali poševno. Že prva vrtina, locirana v bližini starega rova »Nepomučni«, je pod kotom 70° in z azimutom 340° zadela 35 m pod nivojem starega »Karlovega« rova na siderit v skupni debelini okrog 6 m. Ruda je bila v apnencu ob kontaktu s skrilavcem. Končna globina vrtine: 311 m.

Druga vrtina, oddaljena od prve 110 m proti severozahodu, je pod enakim kotom in v smeri 345° skozi karbonske plasti prišla v globini 192 m v rdeč in zelen permski peščen skrilavec, kakršen je bil v prvi vrtini na 227 m. Ustavljena je bila v globini 254.90 m.

Tretja vrtina, 150 m severovzhodno od prve, je pod naklonom 75° in z azimutom 10° pokazala slabe sledove orudenenja in je šla dvakrat skozi stara rudarska dela. Ustavljena je bila v karbonskih skladih v globini 218 m.

2. **Železno.** Na ozemlju med Veliko Pirešico in Dobrno smo geološko kartirali 35 km² v merilu 1:12.500. V wengenskih tufih blizu stika s kasijanskim dolomitom in dachsteinskim apnencem so tod v okolici Železna, Galicije in Socke nahajališča limonitne rude in okre, ki sta nastali iz pirita. Rudne izdanke smo preiskali z razkopi in jaški. Da bi ugotovili globino oksidacijske cone, je Železarna Štore pričela z rudarskimi deli.

3. Geofizikalna skupina je po magnetometrični metodi prospektirala nahajališča železne rude na petih območjih v LR Makedoniji. Na dveh krajih, v Algunji pri Kumanovem in vzhodno od Prespanskega jezera, je našla pomembnejše anomalije in predlagala nadaljevanje raziskav.

4. **Počenska gora.** Raziskovanja manganove rude na Počenski gori v prejšnjih letih so imela površinski značaj. Sedaj smo na dveh izdankih izkopali po en rov (10 m in 40 m) in vzeli povprečne vzorce za separacijske in hidrometalurške poizkuse, ki jih bo napravil Metalurški inštitut v Ljubljani.

Boksit

Savinjska dolina. Geološko smo kartirali 20 km² ozemlja južno od Nazarja do Letuša, da bi ugotovili stratigrafski položaj plasti z boksitom. Rudarsko smo preiskali nahajališče Žifernik in ga sistematično vzorčevali.

Kemična analiza vzorcev iz jaškov je dala naslednji rezultat:

Žifernik I:	povprečje boljših vzorcev %	povprečni vzorec %
Al ₂ O ₃	53,94	51,13
SiO ₂	11,69	16,23
TiO ₂	2,22	2,12
Fe ₂ O ₃	19,82	13,20
žarozguba	11,96	11,98

*

Raziskovalna dela zavoda na kovinah je v glavnem vodil dr. ing. Boris Berce, ki se je v zadnjih letih podrobneje ukvarjal z genezo naših rudišč in je v 6. knjigi »Geologije« objavil posebno razpravo o nastanku mežiškega rudišča. Poleg tega je uvajal geokemično metodo raziskav na živo srebro in krom.

Rudarska dela Posavskih rudnikov svinca, cinka in barita je spremljal ing. Franc Drogenik, ki je poleg tega pripravil dokumentacijo za vrtanje v Savskih jamah in nadzoroval vzorčevanje manganove rude na Počenski gori.

Geofizikalne raziskave rudišč sta izvajala ing. Ferdo Miklič in ing. Franc Šumi s svojima geofizikalnima skupinama.

Območje boksitov v Savinjski dolini je kartiral in rezultate rudarskih del spremljal geolog Janez Stern.

Nekovine

Raziskovalna dela večjega obsega so bila v naslednjih krajih:

Po naročilu rudnika Senovo smo preiskali območje hriba Armeško ter izračunali zaloge laporja in apnenca, ki se tod nahajata v taki količini in kakovosti, da sta lahko podlaga za gradnjo projektirane cementarne.

Za cementarno Trbovlje smo površinsko in z vrtinami preiskali okolico Pleskega ter podali zaloge po količini in kakovosti v zvezi s povečano proizvodnjo. Za isto cementarno smo ocenili tudi zaloge apnenca pri Zidanem mostu.

Opekarske gline smo raziskali in izračunali zaloge v Trbovljah-Dobrni, Dragučevi pri Mariboru in v Ljutomeru.

Raziskave kremenovih peskov na Goričkem v Prekmurju smo zaenkrat izvedli pri separaciji v Puconcih in v Moščancih. Rezultati so ugodni tako glede količine kot glede kakovosti. Pesek v Moščancih ustreza tudi za steklarske izdelke. Z nadaljnjim vrtnjem bi mogli odkriti dovolj zalog za predvideno steklarno.

Sodelovali smo nadalje pri raziskavah kremenovih peskov v okolici Novega mesta in v Krmelju, keramične gline v Govciah nad Laškim, in okrasnega kamna v okolici Sežane.

Raziskovalna dela na nekovine so vodili: dr. ing. Boris Berce, ing. Franc Drovenik in dr. ing. Milan Hamrla.

Geotehnične raziskave

1. Drava. O geoloških raziskavah za projektiranje in gradnjo hidroelektrarn na Dravi med Mariborom in Ptujem (HE Loka in IIE Hajdoše) sta ing. Marko Breznik in geolog Ljubo Žlebnič napisala posebno poročilo, ki ga objavljamo v tej knjigi na strani 151—176.

Stimec Drave med Ptujem in Ormožem naj bi izkoristili hidroelektrarni Borl in Ormož. Projekt predvideva več derivacijskih variant. Jez naj bi bil pri Budini ali Zabovcih. Od tod bo vodil dovodni kanal do strojnic pri Mali vasi in Mihovcih ali pri Forminu in Cvetkoveih. Od strojnice bo voda odtekala nazaj v Dravo po odvodnem kanalu do Zavrča ali do Ormoža.

Prve raziskave so imele namen ugotoviti debelino kvartarne prodnate naplavine in globino nepropustne podlage. Pri Budini je nepropustna podlaga zelo globoko — 37 m pod površino. Zato je bila pri nadaljnjem proučevanju projekta nakazana možnost, da se jez prestavi nizvodno v Zabovce, kjer je nepropustna pliocenska podlaga v globini 3,5 do 10 m. Med Zabovci in Budino poteka velik prelom, ob katerem so bile dvignjene starejše nepropustne plasti. Gre za prelom, ki poteka po jugovzhodnem krilu Ptujsko-ljutomerske sinklinale, se nadaljuje v smeri Vitanja kot vitanjski prelom in po Mislinjski dolini proti Avstriji kot labodski prelom. Ta prelom loči Centralne Alpe od Južnih apeniških Alp, t. j. pri nas Pohorje od Karavank z Bočem in Halozami. Njegov vpliv na bodoči jez hidroelektrarne bo treba posebej preštudirati.

Razen profila za projektiranje jezovne zgradbe so bile preiskane še razmere v trasi dovodnega kanala Budina—Mala vas, na mestu strojnice v Mali vasi ter geološki in hidrogeološki pogoji po ostalih variantah dovodnih kanalov, strojnic in odvodnih kanalov.

2. Mura. Tudi za izrabo voda reke Mure v energetske namene je možnih več variant. Raziskave smo pričeli na varianti ljutomerskega kanala. Njegova trasa poteka od predvidenega jez v Hrastju po višji terasi mimo Križevca in Razkrižja do izliva Murice v Muro. Izvrtali smo tri vrtnice; prva je bila v profilu predvidenega jez v Hrastju, druga na mestu

predvidene strojnice pri Križevcih in tretja v trasi kanala med Križevci in Razkrižjem (pri Pristavi).

3. **Sava.** Izdelali smo inženirsko geološko poročilo o geoloških raziskavah, ki so bile izvedene v letu 1959 za osnovni energetski projekt za Savo od Litije do Brežic. Na tem odseku je predvidenih sedem pretočnih stopenj: HE Renke, HE Trbovlje, HE Suhadol, HE Vrhovo, HE Boštanj, HE Blanca in HE Krko. Geološko je bila doslej najboljše preiskana stopnja HE Krško, za katero se že izdeluje idejni projekt.

Po dosedanjih podatkih bo možno pregrade v vseh profilih fundirati na nepreperelo skalno osnovo. Debelina prodnega nanosa v savski strugi je 5 do 10 m. Pod njim je 0,5 do 3 m debela plast preperete kamenine, ki jo bo pri fundiranju treba odstraniti. Na obeh bregovih reke so v vseh profilih pregrad prodne terase, visoke 5 do 20 m, ki jih bo treba tesniti. Po rezultatih črpalnega poizkusa v Vrhovem je koeficient propustnosti terasnega proda dokaj velik.

Akumulacijski bazeni vseh stopenj so vodotesni, razen na bokih pregrad in pod pregradami, kjer bodo potrebna injekcijska dela. Obseg injiciranja bo večji tam, kjer sta v podlagi dolomit in ploščast apnenec, manjši pa tam, kjer je skalna osnova iz skrilavca in peščenjaka.

Proda za betonski agregat je dovolj na nizkih terasah med Litijo in Zalogom, na višjih terasah med Radečami in Sevnico ter na Ljubljanskem in Krškem polju. Prod v rečni strugi nizvodno od Zagorja ni uporaben, ker je pomešan s premogovim prahom.

4. **Soča.** Vodni strmec Soče od Kobarida do Tolmina, obenem pa ves strmec njenega pritoka Tolminke naj bi izkoristila hidroelektrarna Tolmin. Projekt predvideva ločno pregrado v soteski Soče pri Kobaridu, kjer bi se njena gladina dvignila od kote 197 m na 260 m. Od jezua naj bi voda odtekala po 12,7 km dolgem dovodnem rovu na levem bregu Soče do glavnega zbiralnika v Tolminskem Gradu, od tu pa po navpičnem jašku na turbine v strojnici, katere temelji so predvideni na koti 148 m. Iz strojnice bi voda odtekala po 600 m dolgem kanalu nazaj v Sočo.

Po istem projektu naj bi zajezili Tolminko 60 m nizvodno od njenega sotočja z Zadlaščico z 80 m visoko betonsko pregrado. Gladina vode bi se tu dvignila od 183 m na 260 m. Na desnem bregu Tolminke je predviden dovodni kanal do zbiralnika v bližini glavnega zbiralnika. Iz zbiralnika je projektiran navpični jašek do turbin v skupni strojnici.

Izdelali smo geološko karto vsega ozemlja, kjer so projektirani objekti bodoče hidroelektrarne, poleg tega pa še detajlne karte pregrad na Soči in Tolminki ter območja strojnice in odvodnega kanala. Za dovodni kanal pa smo sestavili tudi geološki profil. Izvrtali smo 8 vrtin v profilu pregrade Kobarid, 4 vrtine za jez na Tolminki in 8 vrtin na mestu strojnice in odvodnega kanala v Tolminu.

Soteska, v kateri je predvidena pregrada Kobarid, je iz zgornje-triadnega plastovitega in neplastovitega apnenca, dolomitiziranega apnenca in dolomita. Kakih 100 m nizvodno od cestnega mostu čez Sočo se soteska

razširi v dolino, prekrito s kvartarnimi sedimenti, ki tvorijo terase. Na obeh bregovih reke so številni izviri dokaj visoko nad gladino, kar dokazuje, da se podtalnica dviga proti pobočjem, in sicer na levem bregu precej položno, na desnem pa v začetku strmo. To so potrdili tudi podatki vrtanja. V vrtini K 7 na levem bregu, oddaljeni od Soče 600 m, je bila gladina podtalnice dne 4. 4. 1960 na koti 258,6 m, v vrtini K 6, oddaljeni od reke 50 m na desnem bregu, pa je bila podtalnica dne 24. 4. 1960 na koti 212,64 m. Gladina reke je bila v istem času na koti 197,2 m, izvir nad cesto je na višini 215,5 m, izvir nad Glavnim trgom v Kobaridu, 400 m od Soče, pa v višini 230 m. Gladina podtalnice se torej strmo dviga proti Kobariškemu Stolu.

Podtalna voda pa ni v enotnem horizontu. Razdeljena je v nešteto con v zdobljenem apnencu in dolomitu, ki jih ločijo med seboj nepropustni deli apnenca in dolomita. To dokazuje arteska voda, ki smo jo dobili v vrtinah K 3a (vrtana pod kotom 60° proti strugi) in K 3b (vrtana pod kotom 45° v desni breg).

Akumulacijski bazen je v zgornjem delu sestavljen iz nepropustnih plasti krednega fliša in jurskih ploščastih apnencev, ki so delno lapornati. Spodnji, triadni del bazena ima dva vzporedna pasova. Prvi, od pregrade bolj oddaljen, je dolomitni pas, v katerem ni računati z izgubami vode, posebno ne na desnem bregu, kjer je med dolomitom in apnencem vmesna plast jurskega lapornatega apnenca. Bliže pregradi pa je pas razpokanega dachsteinskega apnenca. Zato bo v ožjem območju pregrade potrebna injekcijska zavesa.

Nizvodno od apnenega grebena pri Kobaridu bo treba vsaj eno leto pred zaježitvijo Soče meriti izdatnost izvirov na trgu, pri ribogojnici in pri kapelici ob cesti v Drežnico. Na ta način se bo dalo ugotoviti eventualne spremembe pri polnjenju bazena. Nenormalno pojačanje izvirov bi kazalo na kraške kanale, po katerih bi se izgubljala voda iz bazena.

V trasi dovodnega rova zaenkrat ni bilo posebnih raziskav z vrtanjem. Njegov geološki profil smo napravili po podatkih površinskega kartiranja, uporabili pa smo tudi izkušnje iz bohinjskega tunela, ker bo del dovodnega rova potekal v enakih kameninah — flišnih plasteh, volčanskem apnencu ter jurskem apnencu in skrilavcu.

Jašek iz dovodnega rova in strojnica, ki bo vkopana na jugozahodnem pobočju Tolminskega gradu, bosta v plastovitem jurskem apnencu z roženci. Ker jurski apnenec zelo strmo tone pod mlajše, pleistocenske naplavine, bo treba kaverno za strojnico pomakniti čim dlje v pobočje.

Širše območje soteske, kjer je predvidena pregrada na Tolminki, je antiklinalno vzbočeno: jedro je iz dolomita, na njem leži debelo plastovit in neplastovit apnenec. Profil pregrade je na zahodnem krilu vzbočenja. V dolomitu in apnencu je opaziti tektonske drse v prečni smeri na tok Tolminke. Večje drse in prelomi so vzvodno od pregrade. Ob njih so 1 do 5 m pa tudi 10 m široke porušene cone.

5. HE Solkan. Vode Soče nizvodno od Plav bo izkoristila hidroelektrarna Solkan. Profil za pregrado še ni dokončno izbran. Obstojita dve varianti; po prvi naj bi bil jez nizvodno od izvirov Mrzleka, po drugi pa nad temi izviri. Vprašanje Mrzleka se postavlja zato, ker so to največji izviri ob Soči, ki napajajo goriški vodovod. Po prvi varianti bi prišli ti izviri v akumulacijski bazen. Opazovanja kažejo, da je bila ob visokih vodah Soče gladina Mrzleka višja od gladine Soče. Pri tem je treba upoštevati, da je ob visokih vodah Soče imel tudi Mrzlek visoke pretoke. V akumulacijskem bazenu pa bo voda v Soči visoka tudi takrat, ko bo imel Mrzlek majhne pretoke. Vendar zaradi »višinske zapore« ni pričakovati, da bi se vode Soče ob normalnih pogojih mešale z izviri Mrzleka. Visoki vodi Soče ustreza visoka gladina Mrzleka in obratno. Zato bo v zajetju za vodovod gladina vode vedno višja kot v Soči in bo podtalnica odtekala od zajetja proti akumulacijskemu bazenu.

Mrzlek pa tvori proti Soči »temperaturno zaporo«. Vode Mrzleka imajo nižjo temperaturo (9,5^o C) in zaradi tega odrivajo vode Soče. To se lepo vidi pozimi, ko se Soča ohladi in »temperaturna zapora« oslabi.

Vprašanje vodovoda Stare Gorice je možno rešiti z zajetjem v aluvialni ravnini, vodovod Nove Gorice pa vezati na hubeljski vodovod.

Akumulacijski bazen hidroelektrarne Solkan bo segal od Solkana do Plav. V vsem tem odseku je struga ozka in se voda ne bo nikjer razširila izven rečnega korita. Večji del bazena od solkanskega mostu do Plav je v propustnem krednem apnencu in pleistocenskem konglomeratu, vendar izgub ne bo, ker je apnenec na jugozahodu naravno zatesnjen s flišnimi plastmi, ki ob vsem jugozahodnem delu Sabotina segajo više od bodoče gladine Soče. Nevarnost vodnih izgub pa obstoji na levem bregu Soče nizvodno od solkanskega mostu, kjer je Soča erodirala flišni lapor in peščenjak ter v pleistocenu zasula staro strugo s prodom. Ob robu teras je prod danes že sprijet v konglomerat. To staro strugo smo raziskali s petimi vrtnami. Po njihovih podatkih je dno stare struge okrog 40 m pod današnjo površino, t. j. nekako v višini današnje gladine Soče.

Na desnem bregu v tem odseku Soča ni erodirala flišnega laporja in peščenjaka. Nanj bo možno priključiti pregrado, ki bo temeljena na krednem apnencu. Oba bregova Soče bo treba 50 do 100 m nad pregrado tesniti z injekcijsko zaveso.

6. Tara. Na podlagi rezultatov geoloških raziskav v prejšnjih letih smo izdelali inženirsko geološko poročilo za projektiranje pregrade Mateševo v Črni gori. Ta pregrada je predvidena na Tari 1,8 km severozahodno od Mateševa pri Črni poljani; visoka bo 100 m. Oba boka pregrade in podlago prodnih naplavin sestavljajo kredne flišne kamenine. Potrebna bo injekcijska zavesa.

Geološki pogoji so ugodni za zemeljsko pregrado. Za betonsko pregrado bi bilo treba na desnem boku in v strugi odstraniti naplavine, zelo neugodne pa so razmere za fundiranje betonske pregrade na levem bregu, ki ga sestavlja debelejša preperela cona.

Akumulacijski bazen sestavljajo gornjekredni laporni apnenec z vložki glinastih in laporastih skrilavcev, silificiran apnenec, trda glina in peščenjak z vložki apnenca. Apneni vložki so naravno zatesnjeni z nepropustnimi plastmi in bo zato akumulacijski bazen vodotesen. Pričakovati pa je, da bodo na nekaterih odsekih v pobočju preperelih kamenin nastali plazovi.

Geološka in hidrogeološka raziskovalna dela v zvezi s projektiranjem hidroelektrarn v LR Sloveniji je v sodelovanju z Elektrogospodarsko skupnostjo Slovenije in projektanti Elektroprojekta iz Ljubljane in Maribora vodil ing. Marko Breznik. Sodelovala sta docent Dušan Kuščer kot zunanji sodelavec in geolog Ljubo Zlebnik.

Geomehanske raziskave

Izdelali smo 75 elaboratov in poročil o geoloških in geomehanskih pogojih za temeljenje raznih gradbenih objektov. V prvi polovici leta so bile raziskave večidel v zvezi z gradbeno dejavnostjo v Ljubljani, v drugi polovici leta pa v Mariboru in okolici.

Večje naloge v Ljubljani: stolpnica za trgovsko podjetje »Metalka« na vogalu Titove in Dalmatinove ulice, poslovna stavba na Miklošičevi cesti, nova šola na Erjavčevi cesti, poslovna stavba za trgovsko podjetje »Na-Ma« na vogalu Titove in Tomšičeve ulice, poslovna stavba za trgovsko podjetje »Merkur« v Trubarjevi ulici in stanovanjsko naselje v Šiški, v Mariboru pa: osnovna šola, vajenska šola, novi hotel, višja komercialna šola, skladišče za »Himo«, stolpnice in novi dravski most.

Raziskave v ostalih krajih Slovenije:

— Dobja vas pri Ravnah na Koroškem (transformator po naročilu »Elektro« Slovenj Gradec),

— Dobropolje (raziskava tal za apnenico po naročilu Industrijskega biroja Ljubljana),

— Idrija (konsolidacija plazu po naročilu Uprave za vodno gospodarstvo LRS),

— Ivanjkovci (nova šola po naročilu Občinskega ljudskega odbora Ormož),

-- Jeruzalem (sušilnica za Vinograd gospodarstvo »Jeruzalem«),

— Ljutomer (skladišče za »Agroservis« in tovarniška dvorana za tovarno krmil po naročilu poslovne zveze »Brazda«),

— Ormož (zdravstveni dom in stanovanjski blok po naročilu Občinskega ljudskega odbora Ormož),

— Postojna (nova tovarna kosovnega pohištva po naročilu tovarne »Javor« iz Pivke, gimnazijska stavba po naročilu Občinskega ljudskega odbora Postojna),

- Ravne na Koroškem (vodovod po naročilu Občinskega ljudskega odbora Ravne na Koroškem),
- Senovo (nova cementarna, po naročilu Rudnika Senovo),
- Slivnica pri Mariboru (osnovna šola po naročilu Občinskega ljudskega odbora Maribor-Tabor),
- Slovenj Gradec (vodnjak za vodovod),
- Škofja Loka (tovarna hladilnikov),
- Šmartno pri Litiji (novi industrijski objekti za Lesno industrijo Litija),
- Zreče (stanovanjski polstolpnici za tovarno orodja).

Pričeli smo orientacijske raziskave za gradnjo luških objektov v Baru. Dela so obsegala vrtanje in geomehanske preiskave. V ta namen smo opremili poseben terenski laboratorij.

Po naročilu Zavoda za geološka in kemična raziskovanja iz Titograda smo raziskali območje mesta Bar. Inženirsko geološko poročilo vsebuje splošen pregled sestave tal na celem območju bodočega mesta, njegovega industrijskega dela in luke. Registrirali smo tudi gladino podtalnice za ves čas geotehničnega vrtanja.

Odsek za mehaniko tal in temeljenje z geomehanskim laboratorijem je vodil ing. Janko Drnovšek s sodelovanjem ing. Franca Vidica.

Hidrogeološke raziskave

1. **Šmarješke toplice.** Raziskave za povečanje količin termalne vode smo pričeli že v letu 1959 in jih nadaljevali s presledki v letu 1960. Izvrtali smo tri vrtine v skupni globini 218,30 m in v dveh izmed njih uredili zajetji, ki dajeta 15 l/sek termalne vode s prostim pretokom v višini terena (3. sl.).

2. **Dolenjske toplice.** Kartirali smo okolico toplic in nato po geološki karti locirali tri vrtine. Dve vrtini smo izvrtali v centru termalnega območja, eno pa severno od športnega bazena. Globina znaša skupno 295 m. Ugotovili smo, da prihaja termalna voda iz jugozahodne smeri in da sta temperatura in višina vodostajev termalne vode odvisni od višine vodne gladine v potoku Sušici.

Raziskave je financirala Uprava za vodno gospodarstvo LRS ob sodelovanju Občinskega ljudskega odbora Novo mesto in zdravilišč.

3. **Zemeljski pregradi Vanganel in Kubed.** Po naročilu Vodne skupnosti Koper smo preiskali geološke pogoje za zaježitev potokov Vanganel in Kubed. Akumulaciji sta namenjeni za namakanje polja ob suši.

Hidrogeološke raziskave je vodil geolog Tone Nosan.

Vrtanje in konsolidacija tal

Dejavnost zavoda na področju vrtanja in konsolidacije tal je prikazana v 1. do 5. tabeli.

Rudarsko geološko vrtanje

1. tabela

Raziskovalni objekt	Kraj Občina	Naročnik	Število vrtin	Izvrtano m
1. strojno:				
Rudnik lignita Velenje	Velenje Šoštanj	Rudnik Velenje	29	10.208,54
Rudnik rjavega premoga Zagorje	Zagorje Zagorje	Rudnik Zagorje	2	315,00
Rudnik rjavega premoga Senovo	Senovo Senovo	Rudnik Senovo	3	555,30
Rudnik svineca in cinka Mežica	Mežica Ravne	Rudniki svineca in topilnica Mežica	14	3.764,00
Rudnik živega srebra Idrija	Idrija Idrija	Rudnik živega srebra Idrija	3	503,30
Strukturno vrtanje na živo srebro	Kurja vas Logatec	Zvezni geol. zavod	2	333,50
Strukturno vrtanje na železno rudo	Savske jame Jesenice	Zvezni geol. zavod	3	610,09
Strukturno vrtanje na cementni lapor	Trbovlje Trbovlje	Cementarna Trbovlje	7	390,95
Strukturno vrtanje na cementni lapor	Senovo Senovo	Rudnik Senovo	5	322,85
Strukturno vrtanje na apnenec	Kresnice Litija	Kresniška industrija apna	1	13,40
Skupaj			69	17.016,84
2. ročno:				
Nahajališča kremenovega peska	Puconci M. Sobota	Proizvodnja krem. peska Puconci	161	1.059,45
Nahajališča kremenovega peska	Novo mesto Novo mesto	«Kremen» Novo mesto	4	117,75
Strukturno vrtanje na živo srebro	Kurja vas Logatec	Zvezni geol. zavod	24	50,80
Skupaj			189	1.228,00

Inženirsko geološko vrtanje v LRS (strojno)

2. tabela

Raziskovalni objekt	Kraj Občina	Naročnik	Število vrtin	Izvrta- no m
Raziskava tal za visoke stavbe	Ljubljana	Zavod za stan. izgradnjo	32	808,30
Raziskava tal za hotel	Maribor	ObLO Maribor-Center	3	26,00
Raziskava tal za šolo	Maribor	»Gradis« Ljubljana	5	48,00
Raziskava tal za stolpnico	Maribor	Zavod za stan. in komun. izgr. Maribor	2	26,00
Dravski most	Maribor	Uprava za ceste LRS	12	206,00
Raziskava tal za cementarno	Senovo Senovo	Rudnik Senovo	5	44,10
Plaz v Idriji	Idrija Idrija	Uprava za vodno gospodarstvo	2	89,50
Raziskava tal za gradnjo apnenice	Dobrepolje Grosuplje	Industrijski biro Ljubljana	2	23,00
HE Tolmin	Tolmin Tolmin	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	16	701,00
HE Solkan	Solkan Nova Gorica	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	10	254,60
HE Borl	Ptuj Ptuj	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	7	205,80
HE Hajdoše	Ptuj Ptuj	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	37	387,00
HE Loka	Maribor	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	53	702,90
HE Ožbalt	Ožbalt Radlje	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	45	576,20
HE Križevci	Hrastje-Križevci Ljutomer	Elektrogospodar. skupnost Slovenije	3	62,70
			Skupaj 234	4.161,10

Inženirsko geološko vrtanje v LR Srbiji in LR Črni gori (s t r o j n o)

3. tabela

Raziskovalni objekt	Kraj Občina	Naročnik	Število vrtin	Izvrtno m
Raziskave tal v območju mesta Bar	Bar Bar	Zavod za geol. in kem. raziskovanja Titograd	3	206,00
HE Biogradsko je- zero (na Tari)	Biogradsko jezero Kolašin	Elektroprivreda Titograd	3	220,00
HE Vaškovo (na Tari)	Vaškovo Zabljak	Elektroprivreda Titograd	3	459,00
HE Tepca (na Tari)	Tepca Zabljak	Elektroprivreda Titograd	4	438,00
HE Mratinje in Ca- reva vrata (na Pivi)	Mratinje Plužine	Elektroprivreda Titograd	6	676,50
Injekcijske vrtine na pregradi Krupac	Krupac Nikšić	HE Gornja Zeta Nikšić	72	2.232,15
HE Luge (na Limu)	Luge Ivangrad	Zajednica elektro- privrednih predu- zeća Srbije »ZEPS«	1	50,00
HE Setihovo (na Limu)	Setihovo Prijepolje	Zajednica elektro- privrednih predu- zeća Srbije »ZEPS«	3	125,00
HE•Rudo (na Limu)	Rudo Prijepolje	Zajednica elektro- privrednih predu- zeća Srbije »ZEPS«	5	147,00
HE Brodarevo (na Limu)	Brodarevo Prijepolje	Zajednica elektro- privrednih predu- zeća Srbije »ZEPS«	4	240,00
Skupaj			104	4.793,65

Hidrogeološko vrtanje (s t r o j n o)

4. tabela

Šmarješke toplice	Šmarješke toplice Novo mesto	Uprava za vodno gospodarstvo LRS in ObLO N. mesto	3	207,30
Dolenjske toplice	Dolenjske toplice Novo mesto	Uprava za vodno gospodarstvo LRS in ObLO N. mesto	3	294,00
Skupaj			6	501,30

Ročno je bilo izvrtno v inženirsko geološke namene v zvezi s pro-
jektiranjem gradenj v raznih krajih Slovenije skupno 117 vrtin (899,80 m).
v okviru raziskav na Dravi in Muri pa 1821 vrtin (5035,54 m).

Rekapitulacija vrtanja

5. tabela

Vrsta vrtanja	Število vrtin	Izvrstano m
1. v LR Sloveniji		
Rudarsko geološko (strojno)	69	17.016,84
Inženirsko geološko (strojno)	234	4.161,10
Hidrogeološko (strojno)	6	501,30
Skupno strojno vrtanje v LRS	309	21.679,24
2. v LR Črni gori in LR Srbiji		
Inženirsko geološko (strojno)	104	4.793,65

Skupno je zavod izvrtal v letu 1960 strojno 26.472,89 m in ročno 7.163,34 m.

Rudarsko geološka in inženirsko geološka gradbena dela

V Savinjski dolini smo v nahajališču boksita Žifernik izkopali 5 jaškov, globokih 4,00 do 21,70 m. skupno 53,70 m. Iz jaškov smo naredili še 3 prečnike v skupni dolžini 26,60 m.

V okviru raziskav za hidroelektrarne v LR Srbiji smo v Brodarevu izkopali 2 raziskovalna rova (48,80 m) in v Lugh dva rova (54,40 m). V teh dveh krajih smo napravili še razkope v obsegu 88 m³.

Vodstvo oddelka za vrtanje, konsolidacijo tal in rudarske raziskave je sredi leta prevzel ing. Peter Grašek.

Strojna služba

Poleg rednega vzdrževanja zavodovih vrtilnih strojev, črpalk, pogonskih motorjev, vozil in ostale opreme je posebna delovna skupina pod vodstvom vodje strojne službe ing. Cirila Lukmana izdelala v novi delavnici prvo serijo šestih vrtilnih strojev po njegovih načrtih (glej 4. sl.).

Splošen opis novega vrtilnega stroja je naslednji:

Vrtilni stroj »J 600« se uporablja za raziskovalno rotacijsko vrtanje. Stroj sestoji iz:

— podnožja (sani) s koluti in paralelnim vodilom za samovlek,

— hidravlično pomičnega gornjega dela s pogonskim dieselskim motorjem, sklopko, z menjalnikom hitrosti, reduktorjem, vrtalno hidravlično glavo, bobnom, zavorami, zobniško oljno črpalko, s hidravličnim sistemom z manometri in regulatorji,

— samostojno stoječe manometriške skrinjice.

Pogon za rotacijo dobivata vreteno in boben od dieselskega motorja preko sklopke, menjalnika hitrosti in reduktorja. Oljna črpalka za hidravlični pogon pa dobiva pogon neposredno od dieselskega motorja preko enoredne verige 5/8". Podajalno gibanje vretena je hidravlično od oljne zobniške črpalke preko hidravličnega sistema in hidravlične glave. Prav tako je hidravlično urejen pomik vsega stroja k vrtini ali od nje po podnožju.

Splošni tehnični podatki stroja:

globina vrtanja	600 m
začetni premer vrtanja	146 mm
končni premer vrtanja	46 mm
premer vrtalnega drogovja	42 in 50 mm
izvrtina vretena	52 mm
maksimalni hod vretena	507 mm

število vrtljajev vretena:

a) pri $n_{mot} = 800$ vrt/min	109, 212, 364 in	650 vrt/min
b) pri $n_{mot} = 1500$ vrt/min	205, 398, 686 in	1220 vrt/min

premer bobna	305 mm
dolžina bobna	164 mm
dolžina žične vrvi (B \varnothing 16 mm)	25 mm

obodne hitrosti bobna

pri $n_{mot} = 800$ vrt/min	0,145, 0,282, 0,483,	0,665 m/sek
---------------------------------------	----------------------	-------------

maksimalni horizontalni pomik stroja

po podnožju	300 mm
-----------------------	--------

moč dieselskega motorja »Torpedo« tipa 512

pri 1000 vrt/min	20 KM
pri 1500 vrt/min	30 KM
maksimalni tlak oljne črpalke za hydr. pogon	50 atm
gabaritne mere: dolžina	2400 mm
širina	1100 mm
višina	1650 mm
teža celotnega stroja	1950 kg

Ing. C i r i l L u k m a n pripravlja konstrukcijo vrtalnega stroja tipa »J-500« za vrtanje širokih profilov (450 mm). Tak stroj zavod nujno potrebuje za vrtanje vodnjakov. Poleg tega pripravlja še konstrukcijo

vrtalnih strojev za vrtanje do globine 300 m in 1200 m ter izdelavo jeklenega trinoga in hidravličnega ključa za zavijanje in odvijanje vrtalnega drogovja.

Knjižnica

	kupljeno		darovano		zamenjava		skupno		Skupno število v knjižnici	
	sign.	zv.	sign.	zv.	sign.	zv.	sign.	zv.	sign.	zv.
Knjige in separati	54	129	11	14	104	105	169	248	4929	3969
Periodika	13	603	1	46	16	486	30	1135	498	8218

Vrednost nabavljene literature:

I. Knjige

1. Nakup	222.896 din
2. Zamenjava	92.520 din
3. Darovano	4.260 din
4. Predplačila	40.000 din
Skupno	359.676 din

II. Periodika

1. Nakup	354.814 din
2. Zamenjava	333.266 din
3. Darovano	35.090 din
Skupno	723.170 din

Nakup literature v letu 1960 skupno	617.710 din
Zamenjava literature v letu 1960 skupno	425.786 din
Darovano literature v letu 1960 skupno	39.350 din
Skupno	1.082.846 din

Skupna vrednost knjižnice dne 31. 12. 1960 17.244.448 din

Zavod zamenjuje svojo publikacijo »Geologija« s 34 domačimi in 259 inozemskimi institucijami.

Strokovni arhiv

Strokovni arhiv je prejel v letu 1960 298 novih poročil in raznih strokovnih dokumentov; skupno jih je katalogiziranih 7092. Arhiv je urejen po sistemu, ki ga je predpisal Zvezni geološki zavod v Beogradu. Vodijo se kartoteke po krajih, materialu in avtorjih.

Knjižnico in strokovni arhiv je urejevala Marina Kralj.

Gradnja obratnih prostorov in adaptacije

1. Dne 14. 12. 1960 je komisija, imenovana po Oddelku za urbanizem, gradbene in komunalne zadeve OLO Ljubljana pregledala tehnično izvedbo novih gradenj v Dimičevi ulici:

- remontne delavnice,
- garaž in lope za cevi,
- objekta za operativno, strojno in materialno službo,
- zunanje ureditve novogradenj,
- transformatorske postaje v zgradbi remontne delavnice,
- razširjene transformatorske postaje v zgradbi gradbene šole.

Iz gradbenega dnevnika je razvidno, da je Dolenjsko gradbeno podjetje pričelo z gradnjo 6. 3. 1959 in jo dokončalo 15. 10. 1960. Komisija je ugotovila, da so vsi objekti v glavnem solidno in pravilno dograjeni. Predračunska vsota za gradnjo je bila odobrena v višini 93.700.000 din. Ponudena vrednost je znašala 97.920.538 din, obračunska 106.577.179 din, medtem ko je bilo izplačano 105.722.351 din.

2. Ko je bil dokončan objekt za operativno, strojno in materialno službo, se je vanj preselilo med drugim tudi knjigovodstvo, izpraznjene prostore pa smo adaptirali za razširitev geomehanskega laboratorija.

Upravni odbor

Zavod se upravlja po načelih družbenega upravljanja. Njegov upravni odbor so sestavljali:

Predsednik:

ing. Pavle Vrbič, svetnik pri Sekretariatu Izvršnega sveta za industrijo in obrt LRS.

Člani:

ing. Pavle Benedik, direktor Rudnikov svinca in topilnice Mežica,
ing. Franc Boltežar, šef odseka za gradnjo hidroelektrarn pri Elektrogospodarski skupnosti Slovenije,

Franc Drobež, podpredsednik OLO Ljubljana,

ing. Franc Drovenik, vodja oddelka pri Geološkem zavodu,

Peter Janežič, svetnik pri Državnem sekretariatu za finance LRS,

ing. Sergej Jeglič, svetnik pri Zavodu za gospodarsko planiranje,

ing. Miran Mejak, direktor Proizvodnje nafte Lendava,

ing. Slavko Papler, direktor Geološkega zavoda Ljubljana,

dr. Mario Pleničar, vođa oddelka pri Geološkem zavodu,

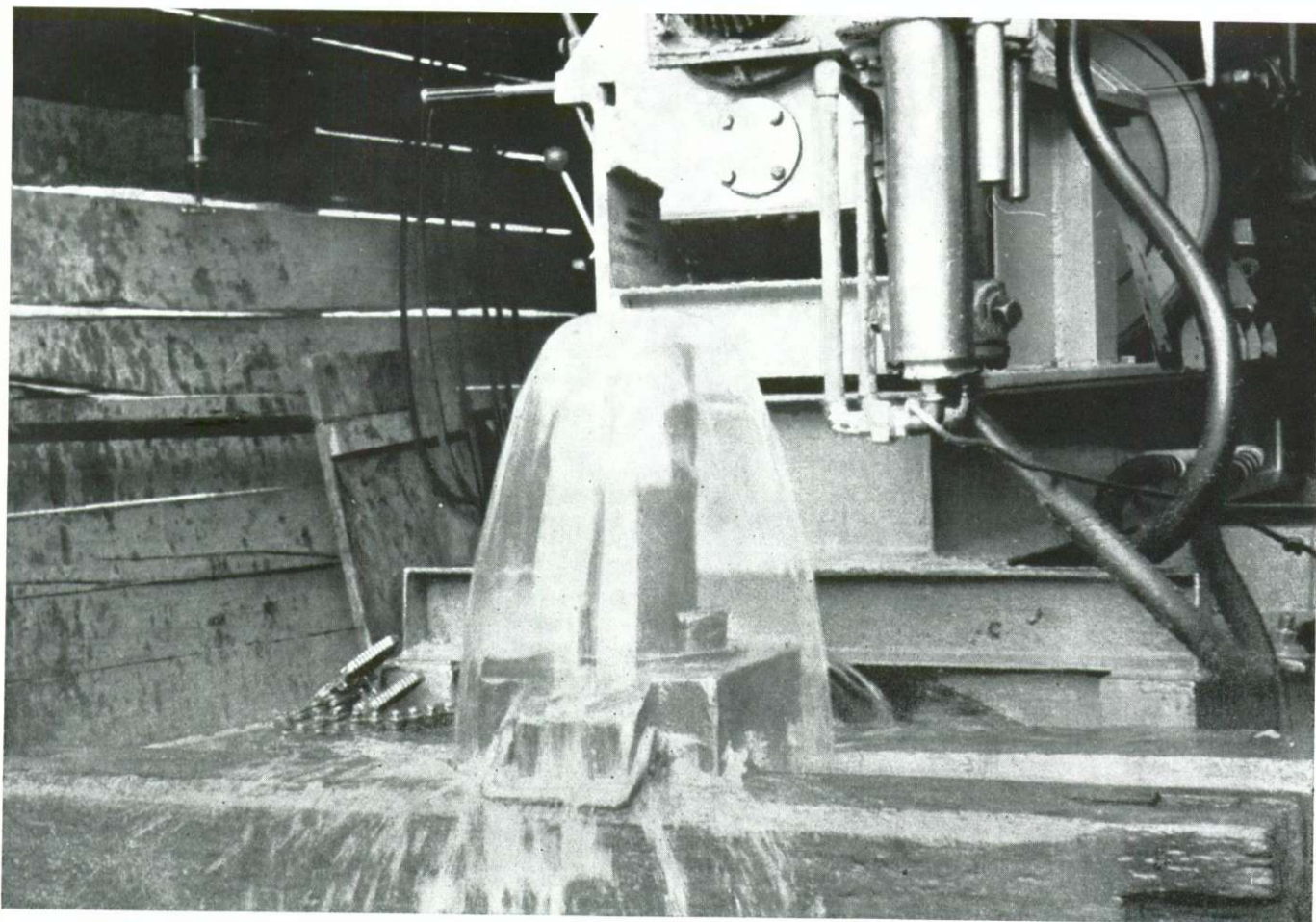
ing. Dušan Pipuš, tehnični direktor Rudnika lignita Velenje,

ing. Karel Pupis, vodja strokovne skupine za vodno gospodarstvo pri Sekretariatu IS za kmetijstvo LRS,

ing. Ciril Prohinar, direktor Rudnika živega srebra Idrija,

ing. Oskar Repe, namestnik vodje oddelka pri Geološkem zavodu,

ing. Franc Šumi, šef odseka pri Geološkem zavodu.



3. sl. Pretok termalne vode iz globine 70 m (vrtina V-3) v Šmarjeških toplicah v februarju 1960



4. sl. V novi delavnici Geološkega zavoda so izdelali prvo serijo vrtnih strojev »J 600«

Število zaposlenih po strokah in kvalifikacijah

Uslužbenci	1. 1. 1960		1. 12. 1960		Delavci	1. 1. 1960		1. 12. 1960	
	Fak. izobrazba	32		35			Vkv.	23	
Srednja strok. izobrazba	52		62		Kv.	87		96	
Nižja izobr.	21		28		Pkv.	28		37	
Pomožno osebje	8		11		Nkv.	50		150	
Skupaj	113		136		Skupaj	188		309	
						+ 2		4 učenci	

Uslužbenci po strokah in kvalifikacijah:

Fakultetna izobrazba			Srednja izobrazba		
	1. 1. 1960	1. 12. 1960		1. 1. 1960	1. 12. 1960
geološka stroka	15	17	geološka stroka	5	7
rud. stroka	10	11	rud. stroka	11	20
gradbena stroka	2	2	gradbena stroka	2	2
geodetska stroka	2	2	geodetska stroka	1	1
kemična stroka	1	1	kemična stroka	4	5
strojna stroka	1	1	strojna stroka	3	1
pravna stroka	1	1	elektro stroka	1	1
Skupaj	32	35	vrtnalna stroka	3	1
			fin. admin. stroka	22	24
			Skupaj	52	62

Nižja izobrazba

	1. 1. 1960	1. 12. 1960
geološki risar	6	7
laboranti	10	10
fin. admin.	5	11
Skupaj	21	28
Pomožni	8	11

Povprečno število zaposlenih v primerjavi z letom 1959

	Leto 1959			Leto 1960			Razlika
	Uslužbenci	Delavci	Skupaj	Uslužbenci	Delavci	Skupaj	
I. 103	152	255	114	186	300	45	
II. 102	150	252	118	188	306	54	
III. 105	154	259	118	194	312	53	
IV. 103	155	258	122	196	318	60	
V. 106	157	263	123	219	342	79	
VI. 110	157	267	124	247	371	104	
VII. 111	163	274	126	285	411	137	
VIII. 113	169	282	129	301	430	148	
IX. 119	186	305	134	309	443	133	
X. 117	189	306	135	304	439	133	
XI. 115	187	302	136	313	449	147	
XII. 113	188	301	131	315	446	145	
	1317	2097	3324	1510	3057	4567	1243
	109,75	167,25	277	125,8	254,7	380,6	

Med letom 1960 prekinilo delovno razmerje:	uslužbenci 10	delavci 60
Med letom prišlo k zavodu:	uslužbenci 33	delavci 185
	Razlika: uslužbenci 23	delavci 125

Pri delavcih sta v številu 125 všteta 2 učenca.

Strokovni izpit so opravili:

Tehniki: Anton Kelhar, Branko Rihtar, Jože Trunkelj in Albin Štale.

Inženirji in geologi: ing. Janez Novak, ing. Danilo Ravnik, mineralog-petrograf Ančka Hinterlechner, mineralog-petrograf Dragica Strmole, mikropaleontolog Ljudmila Bobnar-Sribar in geolog Miran Iskra.

Tečaji, specializacije, kongresi

Ing. Franc Šumi, geofizik, je v času od 12. 8. do 3. 9. 1960 obiskal rudnik Boliden na Švedskem.

Jerko Kovač, strojni tehnik, je bil od 1. 10. 1960 dalje kot štipendist tehnične pomoči ILO v Zahodni Nemčiji na specializaciji v vrtnanju vodnjakov in vgrajevanju filtrov.

Dr. ing. Boris Berce se je v avgustu 1960 udeležil XXI. geološkega kongresa v Kopenhagenu na Danskem, v septembru pa geološke okkurzije v ZSSR.

*

Na koncu še kratko obvestilo, ki smo ga dolžni še za leto 1959. Dne 1. aprila 1959 je zapustil zavod njegov dolgoletni direktor ing. Danilo Jelenc in odšel na novo dolžnost v Etiopijo. Dne 1. septembra 1959 je nastopil službo direktorja ing. Slavko Papler.

Zaključek

Za leto 1960 je značilno, da se je obseg del znatno razširil na vseh področjih zavodove dejavnosti. To dokazuje tudi skupna realizacija v višini 619,623.051 din, ki je za 56 % večja kot v letu 1959. Zavod se je v zadnjih letih organizacijsko in finančno utrdil, kar je v veliki meri posledica njegove prilagoditve potrebam gospodarstva, zlasti rudarstva in gradbeništva, s katerima je vzpostavil tesno sodelovanje preko družbenega upravljanja. Sedanji položaj zavoda in njegovo finančno poslovanje bo treba vskladiti z novimi zakonitimi predpisi: zavod bo z novim letom začel poslovati kot znanstveni zavod in se bo financiral po predpisih, ki veljajo za gospodarske organizacije. To vprašanje je delovni kolektiv pretresel na sindikalnem sestanku, obravnaval pa ga je tudi Upravni odbor na svojih sejah. Prednost novega načina finančnega poslovanja je predvsem v formiranju skladov in njihovi namenski uporabi, kar bo nudilo delovnemu kolektivu možnost, da zavod tehnično še bolj izpopolni in materialno okrepi. S tem si bo ustvaril potrebne pogoje za nadaljnje raziskovalno delo v znanstvene namene in za gospodarske potrebe.

POROČILO O DELU INŠTITUTA ZA GEOLOGIJO UNIVERZE V LJUBLJANI V LETU 1961

Inštitut za geologijo je ustanovil univerzitetni svet univerze v Ljubljani v aprilu 1960 s tem, da je združil geološko paleontološki inštitut, mineraloški laboratorij in kvartarološki inštitut naravoslovne fakultete laboratorij za mineralogijo in petrografijo rudarskega inštituta fakultete za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo ter laboratorij za proučevanje tal pri fakulteti za agronomijo, gozdarstvo in veterinarstvo.

Inštitut je bil ustanovljen z namenom, da se v okviru enotne organizacije doseže boljša koordinacija znanstvenega dela na področju geoloških ved.

V letu 1961 je program inštituta obsegal naslednja dela:

a) historična geologija in paleontologija

1. Terciar Posavskih gub

Raziskovalni program terciarja Posavskih gub smo razdelili na tri faze. Prva faza se je pričela 1. julija 1961 in bo trajala do 30. junija 1962. Druga faza obsega čas do 30. junija 1963, tretja pa do 1. oktobra 1964, ko mora biti končan elaborat o celotnem programu.

V letu 1961 smo končali profiliranje in nabiranje vzorcev v okolici Zagorja, delno pa smo kartirali ozemlje med Trbovljami in Hrastnikom ter med Radovljico in Tržiško Bistrico. V zvezi z navedenimi terenskimi deli smo laboratorijsko preiskali 202 vzorcev, iz katerih smo izprali mikrofavno in pripravili 40 vzorcev frakcije 0.02 do 0.006 cm za ločitev težkih mineralov.

Pri mikropaleontološki preiskavi vzorcev se je pokazalo, da moremo morske oligocenske in miocenske plasti na podlagi mikrofavne dobro ločiti v več oddelkov. Tipična oligocenska morska glina vsebuje bogato foraminiferno favno, v kateri prevladujejo lagenide, medtem ko so pretežno aglutinirane foraminifere bolj redke. V tej oligocenski morski glini je več vrst, ki jih v mlajši, spodnjegovški glini ne najdemo (*Cyclammina acutidorsata*, *Clavulinoides szabóii*, *Cylindroclavulina rudislostia*, *Karreriella hantkeni*, *Tritaxilina hantkeni*, *Planularia kubinyii*, *Vaginulinopsis pseudodecorata*, *V. gladius*, *Marginulina behmi*, *Guttulina hantkeni*).

Spodnjemiocenske govške plasti, ki leže z nejasno diskordanco na oligocenskih, delno pa tudi neposredno na predterciarni podlagi, je možno razdeliti na več con. V teh conah se kaže, da je slanost v spodnjemiocen-

skem morju postopno pojemala. Spodnja cona vsebuje še normalno morske favno, podobno kot oligocenska morska glina, vendar manjkajo značilne, zgoraj našteje vrste. Sledi cona z bolj siromašno favno: spodaj prevladuje *Bolivina dilatata*, više pa *Nonion commune* in *Virgulina schreibersiana*. Vrh govških plasti sestavljajo brakične usedline s *Strebius beccarii*.

Takšno zaporedje plasti smo opazovali samo v okolici Zagorja. Med Trbovljami in Hrastnikom so spodnjemiocenske plasti mnogo slabše razvite; tu manjkajo povsod zgornji, brakični govški sedimenti, marsikje pa tudi spodnje, morske govške usedline. Kjer pa morske govške plasti nastopajo, so razvite kot zelenkasto siv, pogosto glavkonitni peščenjak in apnen peščenjak, medtem ko gline vedno manjkajo.

Nad govškimi slede laške plasti, ki so v okolici Zagorja sestavljene iz tako trdih kamnin, da jih ne moremo izpirati (lapor, peščenjak in konglomerat). V okolici Trbovelj in Hrastnika pa so laške plasti razvite tudi kot mehak lapor, ki ga je možno lepo izpirati. Vsebuje dobro ohranjeno foraminiferno favno z *Unigerina* cf. *liesigenis* in *Bolivina* sp., foraminifere drugih vrst pa so zelo redke.

Prehod iz morskih srednjemiocenskih usedlin v brakične zgornjemiocenske je pri Zagorju postopen, vzhodno od Hrastnika pa se pričnejo sarmatski skladi z debelo plastjo bazalnega konglomerata.

Na območju med Radovljico in Tržiško Bistrico so terciarne plasti povečini zgrajene iz laporaste gline in andezitnega tufa. Foraminiferna favna v glini je vsa oligocenska in dokazuje, da so tufske plasti, vložene med glino, tudi oligocenske in ne miocenske, kot je veljalo doslej.

Že dosedanje raziskave s kombinacijo mikropaleontoloških in sedimentno petrografskih metod so dale dobre rezultate, uporabne za stratigrafsko korelacijo terciarnih plasti z raznih območij Posavskih gub. S tem je pa podana tudi osnova za reševanje problemov o njihovi zgradbi, ki je zaradi mlade tektonike dokaj komplicirana. Posamezni podatki raziskav v povezavi z rudarskimi deli že sedaj koristno rabijo pri projektiranju in izvedbi raziskovalnih in eksploatacijskih del v Zasavskih premogovnikih.

Raziskave vodi ravnatelj inštituta docent Dušan Kuščer, njegovi sodelavci pa so: asistent Franc Drobne, kustos Franc Cimerman in laborant Vekoslav Kovač.

2. Razvoj mlajšega paleozoika v okolici Ortneka na Dolenjskem

Raziskave dolenjskega paleozoika naj bi bile končane v eni fazi od 1. julija 1961 do konca junija 1962.

V letu 1961 smo pregledno kartirali okolico Ortneka, poiskali nahajališča fosilov, zbrali fosilni material, ga preparirali in izdelali zbruske za določevanje mikrofavne.

Obdelan fosilni material (brahiopodi, fusuline, psevdoschwagerine, krinoidi in redke korale) kaže, da so kamenine povečini srednjeperske starosti, manjši del je spodnjeperski, medtem ko zgornjeperskih skladov doslej nismo našli. V karbonskih (javorniških) skladih so samo nedoločljivi rastlinski ostanki.

Mlajšepaleozojski skladi v okolici Ortneka povezujejo paleozoik Posavskih gub s paleozoikom v okolici Gerovega na Hrvaškem. Dolenjski paleozoik pa je tem pomembnejši, ker se njegov razvoj razlikuje od razvoja na Hrvaškem in v Posavskih gubah.

Nosilec teme je docent dr. Anton Ramovš, njegova sodelavca pa sta docent dr. Vanda Kochansky-Devidé in laborant Ciril Gantar.

3. Pleistocenska favna iz Risovače pri Arandjelovcu

Delo je razdeljeno na dve fazi; prva traja od 1. julija 1961 do konca junija 1962, druga pa do 1. julija 1963.

Raziskave v letu 1961 so obsegale prepariranje, restavriranje in konserviranje fosilnega materiala — skupno okrog 4000 fosilnih kosti in zob, najdenih pri večletnih izkopavanjih v Risovači pri Arandjelovcu. Pričeli so tudi že z determiniranjem, meritvami in komparacijo fosilnega materiala.

Doslej preiskan material sestoji povečini iz slabo ohranjenih kostnih delov. Zato je bilo prepariranje, posebno pa restavriranje in konserviranje zelo zamudno. Poleg tega je bilo treba odstraniti z vseh fragmentov precej debelo plast sigaste skorje. Tudi določevanje je počasneje napredovalo kot je bilo predvideno, ker je material slabo ohranjen, mnogo kosov pa je nedoločljivih.

Med značilnejšimi bolje ohranjenimi deli (v glavnem gre za mandibule z molarji in za metapodije) so bili ugotovljeni naslednji rodovi in vrste: *Spalax* sp., *Canis lupus*, *Vulpes* sp., *Ursus spelaeus*, *Panthera* sp., *Equus* sp. in *Bos primigenius*. Najpomembnejša med vsemi je vrsta *Spalax* sp., ki je bila prvič najdena med pleistocensko favno v Jugoslaviji.

Med preiskano favno so zastopane take vrste, ki so značilne predvsem za mlajši pleistocen. Vse določene vrste so bolj ali manj cvrtermne: manjkajo izrazito toplodobni in mrzlodobni tipi, ki bi omogočili podrobnejšo datacijo. Pričakovati je, da bo z določitvijo nadaljnjih vrst možna natančnejša kronološka opredelitev.

Favna je pretežno gozdna. Dva rodova, oziroma vrsti, *Spalax* in *Equus*, kažeta na stepno podnebje, kar je razumljivo, ker leži Risovača nedaleč od južnega obrobja Panonske nižine. Kljub temu moremo reči, če upoštevamo še, da močno prevladuje jamski medved, da je favna podobna ostalim mladopleistocenskim favnam iz naših paleolitskih najdišč.

Nosilec teme je akademik prof. dr. Ivan Rakovec, njegov sodelavec pa je preparator in laborant Richard Šimnovec.

4. Subfosilni živalski ostanki iz mostiščarske dobe na Ljubljanskem barju

Določevanje subfosilnih ostankov iz mostiščarske dobe je razdeljeno na dve fazi; prva traja od 1. julija 1961 do konca junija 1962, druga pa do 31. decembra 1962.

Pri izkopavanjih na Ljubljanskem barju v letih 1875 do 1876 so našli precej materiala, ki so ga nato odpeljali v dunajski prirodoslovni muzej. Od tam so ga sedaj vrnil, in sicer okrog 150 kosov kosti in zob. Po do-

govoru bomo po determinaciji po en primerok posameznih vrst poslali nazaj dunajskemu muzeju, ves ostali material pa ostane v zbirki katedre za geologijo in paleontologijo Fakultete za naravoslovje in tehnologijo. V primerih pa, če bodo posamezne vrste zastopane samo s po enim primerkom, jih bomo ohranili v Ljubljani.

V letu 1961 smo preparirali ves material, poslan z Dunaja ter zbrali del literature o mostiščarski favni srednje Evrope in literaturo o problemih domestikacije. Pregledali smo tudi podoben material v ljubljanskem Prirodoslovnem muzeju in determinirali ostanke živalskih skupin Suidae in Cervidae.

Favna Ljubljanskega barja je zastopana z več vrstami divjih in domačih živali. Med divjimi vrstami so najštetvilnejši ostanki glodalcev in jelenov, manj ostankov pripada rjavemu medvedu in divji svinji. Med domačimi pa prevladujejo Suidae, Bovidae in Ovicaprinae. Pri teh je zlasti zanimiv razvoj domestikacije, ki ga bomo v nadaljnjem delu še preiskovali.

Nosilec teme je akademik prof. dr. Ivan Rakovec v sodelovanju z asistentko Katico Drobne.

5. Sedimentno petrografske raziskave triadnih kamenin v jugovzhodnem delu Ljubljanskega bazena

Program je razdeljen na dve fazi; prva traja od 1. julija 1961 do konca junija 1962, druga pa do 1. julija 1963.

Namen raziskav je, ugotoviti po sedimentno petrografskih metodah, ali obstajajo med triadnimi in mlajšepaleozojskimi kameninami v okolici Ljubljanskega barja takšne razlike v sestavi težkih mineralov, da bi jih lahko uporabljali za lokalno stratigrafsko korelacijo.

V ta namen smo v letu 1961 kartirali okolico Škofljice in Pleš ter za primerjavo še območje Drenovega griča. Profilirali smo in nabrali vzorce vzdolž ceste Drenov grič—Lesno brdo; ta profil nam bo rabil kot standardni profil rabeljskih skladov za obrobje Ljubljanskega barja.

Pri kartiranju v okolici Pleš se je pokazalo, da na terenu težko ločimo plasti, ki so jih do sedaj uvrščali delno v werfen delno pa v rabelj. Zato bi mogle te plasti spadati v isti oddelek. Analiza težkih mineralov iz teh skladov in njihova primerjava z minerali standardnega profila pri Drenovem griču bo prispevala k rešitvi postavljenega vprašanja.

Nosilec teme je ravnatelj inštituta docent Dušan Kuščer, njegova sodelavka pa asistentka Dragica Strmole.

b) kvartarologija

1. Izkopavanje v paleolitski postaji Ověja jama pri Prestranku

Prvotno je bilo predvideno, da bi bilo delo končano v eni fazi, in sicer izkopavanje v poletnih mesecih 1961, obdelava najdenega materiala pa do konca junija 1962. Vendar se je pokazalo, da ima paleolitska postaja Ověja jama znatno večji obseg kot je bilo pričakovati. Zato je inštitut predlagal skladu Borisa Kidriča, naj bi omogočil nadaljevanje izkopavanj v poletnih

mesecih 1962, del sredstev pa naj bi prispevala Univerza. Nadaljevanje izkopavanj v letu 1962 je potrebno tudi iz tehničnih razlogov: sveže odkopani, do 5 m visoki profili, bodo vzdržali kvečjemu eno zimo, nato se bodo začeli močneje rušiti. Artefakti in paleontološki material iz porušene zemljine pa ne bodo imeli pomembne vrednosti, ker jim ne bo možno določiti točne pozicije.

V letu 1961 so bila opravljena naslednja dela:

1. Izkopavanje v Ovčji jami na površini 35 m² do globine največ 5 m; skupno je bilo izkopano 90 m³ zemljine.
2. Zbiranje artefaktov in paleontološkega materiala.
3. Določevanje lege arheoloških in paleontoloških najdb glede na določen koordinatni sistem.
4. Izdelava profilov pleistocenskih sedimentov.
5. Prepariranje in inventiranje izkopanega gradiva.
6. Sestavljanje znanstvene in tehnične dokumentacije (meritve, zapiski in fotografije).
7. Sondiranje v Zakajenem spodmolu v obsegu 2 × 2 × 2 m.

Pri izkopavanju v Ovčji jami smo našli dva kulturna horizonta s skupno 430 kamenimi artefakti, jedri in odbitki. Odkrili smo več sledov ognjišč ter nabrali okrog 70 zob in kostnih fragmentov pleistocenske favne, ki pridejo v poštev za paleontološko determinacijo. Na ognjiščih smo dobili precej oglja, ki ga bo treba mikroskopsko preiskati.

Vzporedno z delom v Ovčji jami smo izvedli v manjšem obsegu tudi sondiranje v bližnjem Zakajenem spodmolu. Jama leži kakih 400 m jugovzhodno od Ovčje jame na obrobju Prestranškega ravnika na nadmorski višini 590 m. Po obliki je zelo podobna Ovčji jami, je pa za spoznanje manjša in ima vhod delno založen z velikimi podornimi skalami. V sondi, globoki 2 m, smo 1,20 do 2 m pod površjem našli 14 kremenovih odbitkov in artefaktov, drobce oglja in nekaj nedoločljivih fragmentov kosti. Te najdbe dokazujejo, da gre tudi v Zakajenem spodmolu za novo odkrito paleolitsko postajo.

Nosilec teme o paleolitskih izkopavanjih je akademik prof. dr. Srečko Brodar v sodelovanju z asistentom dr. Francem Osolotom. Pri izkopavanjih so sodelovali še: tehnična sodelavka Vida Pohar ter študentje Drago Jordan, Mladen Viher, Janez Turnšek, Milan Biasizzo in Slavc Forte.

2. Stratigrafska obdelava Potočke zijalke na Olševi

Za obdelavo Potočke zijalke je bil predviden čas od 1. julija 1961 do 1. oktobra 1962. Ker so bili vzorci kamenin in vsi primerki paleontološkega značaja med vojno uničeni, je možno to paleolitsko postajo obdelati le na podlagi nadrobnege študija zapisnikov o izkopavanjih v letih 1928 do 1936 ter po fotografijah in ohranjenih artefaktih.

V letu 1961 smo ekscerpirali topografske in stratigrafske podatke iz terenskih zapisnikov o izkopavanjih v prvih letih (1928 do 1933). Rekon-

struirali smo tloris jame in sektorjev v posameznih fazah odkopa in izdelali načrt profilov, ki pridejo v poštev za preiskavo. Obdelali smo vhodni del jame z več kulturnimi horizonti.

c) mineralogija in petrografija

1. Petrografsko kemične preiskave prodornin obrobja Jelovice. Pokljuke in Blegaša ter točna določitev starosti plasti, v katerih nastopajo njihovi tufi

Prvotno smo imeli namen preiskati wengenske magmatske kamenine in njihovo razmerje do rudišč in mineralnih pojavov le na ožjem območju Slovenije, kar je omogočila Univerza iz svojih sredstev. Naknadno je upravni odbor zveznega sklada za znanstveno delo odobril dodatna sredstva, zato smo program razširili na Gorski Kotar, Liko in Črno goro in tako zajeli v glavnem vso dinarsko orogeno provinco. S tem v zvezi je dobila tema tudi nov naslov: Študija wengenske metalogene dobe v Jugoslaviji. Delo naj bi bilo končano do konca leta 1964.

V letu 1961 smo detajlno posneli magmatske kamenine in njihove tufe v okolici planine Rovtarice. S tem je zbran material z vsega območja Jelovice in Besniškega boršta z izjemo okolice vasi Jamnik in Vodiške planine nad Kropo, kjer bomo kartirali v letu 1962.

Nadaljevanje raziskav v letu 1961 je preprečila prometna nesreča na cesti v Medvodah dne 24. septembra, pri kateri se je nosilec teme prof. dr. ing. Jože Duhovnik težko poškodoval.

2. Mikroskopske preiskave umetnih mineralov in taljenih zmesi

V zvezi s poizkusi s sončno pečjo v Piranu nam je Metalurški inštitut v Ljubljani poslal v preiskavo 10 vzorcev umetnih mineralov, 7 vzorcev taljene zmesi $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ in dva vzorca taljene zmesi $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.

Določili smo naslednje umetne minerale: forsterit, monticelit, mervinit, akermanit, gelenit, korund, mulit, dolomit, grosular in špinel.

Z izjemo dolomita, so vsi ostali minerali zelo lepo kristalizirali. Velikost zrn se giblje od 0,04 mm do $0,3 \times 0,8$ mm, medtem ko so bila zrnca umetnega dolomita le redko večja od 0,003 do 0,004 mm.

Kristalizacija taljenih zmesi pa je bila slaba, kar je verjetno posledica prehitrega ohlajevanja. Velikost zrnec v vseh vzorcih je bila do 10 mikronov, količina stekla pa je v vzorcih prvih poizkusov znašala nad 85 %, v vzorcih drugih poizkusov pa je bila celo večja.

Mikroskopsko je vse vzorce preiskal in izdelal dvoje poročil docent dr. ing. Stanko Grafenauer, 20 zbruskov in 31 mikroposnetkov pa je izdelal laborant Ciril Gantar.

3. Mikroskopska preiskava vzorca grafita

Po naročilu Metalurškega inštituta v Ljubljani je docent dr. ing. Stanko Grafenauer preiskal vzorec grafita iz Etiopije. S preštovanjem 2000 zrnec je določil naslednjo sestavo vzorca: 7,82 % kristalnega grafita, 0,40 % amornega grafita, 0,91 % magnetita, hematita in pirita ter

90,87 % kremenca in ostalih prosojnih mineralov. Grafit nastopa v izredno drobnih zrnih in luskih, povečini vrasel v jalovinskih mineralih; vzorec lahko imenujemo grafitni skrilavec.

4. Mikroskopska preiskava tufa kremenovega keratofira

Rudnik kaolina Črna pri Kamniku nam je poslal v preiskavo tri kose kamenine iz raziskovalnega rova Sela-Rožično v Tuhinjski dolini, in sicer iz vzhodnega krila raziskav. Na prvi pogled so se vsi trije vzorci le malo razlikovali med seboj. Nadrobnejša analiza pa je pokazala, da vsebujeta dva vzorca kot glavni sestavni del bolj debelo zrnat kremen, znatno več kalcita in plagioklazov in manj kaolinita, medtem ko tretji kos kalcita skoraj nima, vsebuje manj plagioklazov, toda več kaolinita.

V prvem primeru gre za kalcitiziran in kloritiziran litoidni tuf kremenovega keratofira, v drugem pa za silificiran in kaoliniziran litoidni tuf kremenovega keratofira.

Vzorci je mikroskopsko preiskal prof. dr. ing. Jože Duhovnik, dva zbruska pa je napravil laborant Ciril Gantar.

č) hidrogeologija in rudarska geologija

1. Raziskovanje slatin in toplic v vzhodni Sloveniji

Celotni program raziskav obsega tri faze, porazdeljene na čas od 1. julija 1961 do 1. oktobra 1964.

Glavni namen raziskav je, sestaviti kartoteko slatin in toplic vzhodne Slovenije s podatki o geografski legi, geoloških in hidrogeoloških pogojih, kemični sestavi — s podrobnimi analizami za glavne vrelece in preglednimi za ostale — ter o možnosti izkoriščanja.

V letu 1961 smo opravili naslednja dela:

1. Zbirali smo dokumentacijo s posebnim ozirom na vrelece v severo-vzhodni Sloveniji.

2. Sestavili smo seznam vseh slatin in toplic ter močnejše mineraliziranih vrelecev v LR Sloveniji z osnovnimi podatki za kartoteko.

3. Hidrogeološko smo kartirali slatine v severozahodnem Prekmurju (Večeslavci, Ocinje, Nuskova — dva izvira — Sotina in Rogaševci) in v jugozahodnem delu Prekmurja na območju Petanec na levem bregu Mure.

Nosilec teme je docent Ciril Šlebingar.

2. Geološka študija ozemlja med Vaslami in Hrastnikom

Z rudnikom rjavega premoga Trbovlje-Hrastnik je inštitut sklenil pogodbo o študiji, ki naj pojasni geološko zgradbo premogonosnih plasti in poda sliko o hidrogeoloških razmerah v zvezi z napredovanjem rudarskih del v globino.

Delo naj bi bilo končano do konca junija 1962. Doslej smo površinsko kartirali večji del terena ter za primerjavo profilirali vzdolž Krištanol-

skega potoka vzhodno od Hrastnika, kjer imamo normalno stratigrafsko zaporedje plasti. Zbrali smo tudi material za izdelavo strukturne karte premogovega sloja.

Izvedbo raziskav je prevzel ravnatelj inštituta docent Dušan Kuščer.

d) ostala dela

Po naročilu raznih ustanov in podjetij smo izdelovali mikroposnetke v preiskovalne namene ter konstruirali kristalografske modele v učne namene.

*

Pregled o opravljenem raziskovalnem delu kaže, da v programu prevladujejo teme s področja historične geologije vključno kvartarologijo in iz paleontologije. Mineraloške in petrografske preiskave so bile z izjemo študije o wengenski metalogeni dobi manjšega obsega, toda vezane na kratke roke, ker so povečini sestavni deli širših raziskav drugih zavodov in podjetij.

Člani inštituta so poleg navedenega sodelovali še z gospodarskimi organizacijami na področju rudarstva, elektrogospodarstva in vodnega gospodarstva pri reševanju določenih nalog geološkega značaja.

PRIREDITVE SLOVENSKEGA GEOLOSKEGA DRUŠTVA
V LETIH 1958/59, 1959/60 IN 1960/61

PROCEEDINGS OF THE SLOVENE GEOLOGICAL SOCIETY
IN THE YEARS 1958/59, 1959/60, AND 1960/61

26. 11. 1958, Grimšičar, A., Geološki položaj ozemlja ob novi avtomobilski cesti od Škofljice do Bregane.

Uvod v ekskurzijo; objavljeno v *Geologiji*, 6. knjiga, str. 338 do 352, Ljubljana, 1960.

The geologic conditions along the new Ljubljana—Zagreb highway from Škofljica to Bregana.

Introduction to the geological excursion along the new Ljubljana—Zagreb highway. Published in *Geologija*, 6, pp. 338—352, Ljubljana, 1960.

10. 12. 1958, Duhovnik, J., O sistemu visokega šolstva v Ameriki.

The system of higher education in the United States of America.

17. 12. 1958, Duhovnik, J., O študiju geologije in rudarstva v Ameriki.

The studies of geology and mining engineering in the United States of America.

7. 1. 1959, Nosan, A., Hidrogeologija Čateških toplic.

Objavljeno v *Geologiji*, 5. knjiga, str. 63 do 79, Ljubljana, 1959.

Hydrogeology of the Čatež thermal springs.

Published in *Geologija*, 5, pp. 63—79, Ljubljana, 1959.

28. 1. 1959, Hrovat, A., Nekaj zanimivosti iz gradnje kopske avtomobilske ceste.

Some interesting observations connected with the construction of the Ljubljana—Koper highway.

11. 2. 1959, Drovnik, F., Vtisi iz Sirije.

Some impressions from a travel in Syria.

18. 2. 1959, Osterc, V. in Pavlovac, R., Diskusijski večer o petrografskem simpoziju v Beogradu od 2. do 4. 2. 1959.

Discussions on the Belgrade petrographic symposium from 2nd to 4th February 1959.

25. 2. 1959, Kuščer, D., Psevdoziljski skladi v okolici Zagorja.
Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 67—69, Ljubljana, 1962.
Pseudozilian beds from the Zagorje area.
Published in Geologija, 7, pp. 67—69, Ljubljana, 1962.
11. 3. 1959, Trček, C., Potovanje po Etiopiji.
A travel through Ethiopia.
25. 3. 1959, Pavlovce, R., Nekaj misli o sprijemanju mlajšega
prodnega nanosa v Ljubljanski kotlini.
Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 287 do 298, Ljubljana, 1962.
On the cementation of younger Pleistocene gravel alluvium in the
Ljubljana basin.
Published in Geologija, 7, pp. 287—298, Ljubljana, 1962.
8. 4. 1959, Avčin, F., Naravne lepote Slovenije, Plitvic in Dal-
macije.
Beauty of the natural scenery of Slovenia, of the Plitvice Lakes, and
of Dalmatia.
15. 4. 1959, Grad, K., Geološke razmere v okolici Litije.
Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 107 do 111, Ljubljana, 1962.
Geologic conditions in the Litija region.
Published in Geologija, 7, pp. 107—111, Ljubljana, 1962.
26. 4. 1959, Wraber, M. in Ramovš, A., Uvod v geološko-
botanično ekskurzijo na Rašico.
Objavljeno v Geologiji, 6. knjiga, str. 353 do 355, Ljubljana, 1960.
Introduction to geological-botanical excursion to Rašica.
Published in Geologija, 6, pp. 353—355, Ljubljana, 1960.
27. 4. 1959, Mlakar, J., Geološke razmere idrijskega rudišča in
okolice.
Objavljeno v Geologiji, 5. knjiga, str. 164 do 179, Ljubljana, 1959.
Geologic features of the Idrija mercury ore deposit.
Published in Geologija, 5, pp. 164—179, Ljubljana, 1959.
6. 5. 1959, Šlebinger, C., O sarmatski stopnji.
On the Sarmatian stage.

1959/60

25. 11. 1959, Pleničar, M., Nafta v Sloveniji.
Oil in Slovenia.
9. 12. 1959, Trček, C., Sueški prekop.
Suez Canal.

19. 12. 1959, Kuščer, D., Uvod v ekskurzijo na plaz pri Tržiču.
Introduction to geological excursion to the earthslide at Tržič.
23. 12. 1959, Gadžić, S., Injekcijska zavesa Zakruplje na Nikšićkem polju.
The grouting curtain Zakruplje in the Nikšić Polje.
28. 12. 1959, Kuščer, D., Diskusijski večer o vprašanju trostopenjskega študija geologije.
Discussions regarding the study of geology at the university on three successive levels.
13. 1. 1960, Grad, K., Geološke razmere med Rudnico in Savo.
Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 113 do 118, Ljubljana, 1962.
Geologic relations in the area between Rudnica mountain and Sava river.
Published in Geologija, 7, pp. 113—118, Ljubljana, 1962.
29. 1. 1960, Banko, I., Uvod v ekskurzijo na gradbišče mostu na Ljubljanici v Mostah.
Introduction to geological excursion to the bridge building site on the Ljubljanica river at Moste.
17. 2. 1960, Pavlovec, R., Vtisi z ekskurzije po severnoitalijanskih nahajališčih paleogenske favne.
Some impressions from an excursion through the northern Italian finding places on the Palaeogenic fauna.
2. 3. 1960, Berce, B., Struktura ozemlja med Cerknim, Idrijo in Rovtami.
Geologic structure of the area between Cerkno, Idrija, and Rovte.
17. 3. 1960, Kuščer, D., Diskusijski večer o uvedbi geološkega študija na Tehnični fakulteti.
Discussions regarding the study of geology at the School of Technology.
30. 3. 1960, Bohinec, V., Antarktika.
Antarctica.
5. 4. 1960, Kuščer, D., Groenland.
Greenland.
13. 4. 1960, Berce, B., Uporaba geokemične metode pri preiskavah rudišč živega srebra.
Application of the geochemical method in the researches of mercury deposits.
24. 4. 1960, Kuščer, D., Pavlovec, R. in Šercelj, A., Uvod v ekskurzijo v Medvode, Bobovk in Lokarje.
Introduction to geological excursion to Medvode, Bobovk and Lokarje in Upper Carniola (Gorenjsko).

5. do 6. 11. 1960, Posvetovanje slovenskih geologov:

Meeting of the Slovene geologists:

Šercelj, A., O novih najdbah starejšega pleistocena v Sloveniji.
On the new finding places of early Pleistocene deposits in Slovenia.

Flügel, E., Ökologisch-stratigraphische Untersuchungen in den obertriadischen Riffbildungen der Nordalpen.

Veröffentlicht in Geologija, 7, pp. 265—267, Ljubljana, 1962.

Ecologic-stratigraphic examinations in the Upper Triassic reefs of Northern Alps.

Published in Geologija, 7, pp. 265—267, Ljubljana, 1962.

Fanning er, E., Magmatske kamenine v Kamniških Alpah.

Igneous rocks in Kamniške Alpe.

Grimšičar, A., Geološke razmere med Bohinjem in Triglavskimi jezeri.

Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 283 do 285, Ljubljana, 1962

Geologic relations in the area between Bohinj and Triglav Lakes.

Published in Geologija, 7, pp. 283—285, Ljubljana, 1962.

Drobne, F. in Nosan, A., Hidrogeologija Šmarjeških toplic.

Hydrogeologic relations of Šmarješke toplice (Šmarjeta thermal springs).

6. 11. 1960, Nosan, A., Moretti, F., Ramovš, A. in Šercelj, A., Uvod v ekskurzijo na Dolenjsko.

Introduction to geological excursion to Lower Carniola (Dolenjska).

1960/61

25. 1. 1961, Gams, I., Visokogorska in druga jezera v Sloveniji.
High mountain and other lakes in Slovenia.

8. 2. 1961, Grimšičar, A., Plaz pri Trziču.

Objavljeno v Geologiji, 7. knjiga, str. 275 do 282, Ljubljana, 1962.

Earth slide at Trzič.

Published in Geologija, 7, pp. 275—282, Ljubljana, 1962.

15. 3. 1961, Pleničar, M., Kredni skladi v južni Sloveniji.

Cretaceous formation in southern Slovenia.

22. 3. 1961, Habe, F., Tektonika, bistveni pogoj pri nastanku kraških jam.

Tectonic processes — essential for the karst caves development.

22. 3. 1961, Pavlovce, R., Nekaj novih opazovanj numulitne favne Jugoslavije.

Some new observations on nummulitic fauna in Yugoslavia.

† RAJKO GRADNIK



20. junija 1961 je v 81. letu starosti umrl na Bledu najstarejši član Slovenskega geološkega društva R a j k o G r a d n i k. Po poklicu je bil učitelj; takoj po prvi svetovni vojni je poleg tega kot izredni slušatelj obiskoval na novo ustanovljeni ljubljanski univerzi predavanja in vaje iz geologije in mineralogije. Zlasti pridno je hodil na ekskurzije. Vsega tega ni delal zaradi izpitov ali pridobitve naslova, temveč iz čiste ljubezni do geologije, ki ga je do smrti zanimala in privlačevala.

Kot učitelj in pozneje šolski nadzornik v radovljiškem okraju je poleg ostalih dolžnosti pri svojih kolegih in učencih vneto budil tudi zanimanje za naravo in njen razvoj.

Če bi hoteli oceniti njegove zasluge za slovensko geologijo, ne bi o tem našli dosti napisanega. Mnogi pa se mu zahvaljujejo za pomoč in podatke, ki so jih dobili od njega.

Ukvarjal se je tudi z limnologijo Blejskega in Bohinjskega jezera, o čemer je napisal dve razpravi v Geografskem vestniku; v zadnjem letu pa je izšel prav tam njegov tehtni prispevek o klimatskih potezah Bleda. K turističnemu vodiču Bleda je napisal geološki del, na raznih tečajih pa je predaval slušateljem o geoloških posebnostih Gorenjske.

Kot geolog je največ sodeloval s pokojnim F. Seidlom. Skupaj sta delala geološki profil čez Karavanke od Gorice do Jesenic. Ko je Seidl študiral »Zlatensko pločo«, je bil 10 dni Gradnikov gost. Pri tem je naletel na težave, ker ni našel zveze med prelomom pod Vernerjem in v Dolini Triglavskih jezer; skoraj je že obupal nad svojo teorijo. Med tem se je Gradnik podal na Triglav, kamor Seidl zaradi bolezni ni smel. Po povratku mu je povedal, da je z vrha lepo videl kontakt med neskladovitim srednjetriadnim apnencem Mišeljkega vrha in dachstein-skim apnencem na robu Velske doline proti Hribaricam. Takšen odnos do terenskega dela je imel tudi pri drugih geologih.

Pokojnega Gradnika na naših ekskurzijah in kongresih ne bo več. Toliko svetlejši pa naj ostane nanj spomin pri vseh, ki smo ga poznali.

20. 4. 1961. Kuralatnam, K., (Ceylon), Geologija in geomorfologija Ceylona.

Geologic and geomorphologic features of Ceylon.

26. 4. 1961. Ravnik, D., Geofizikalne raziskave Velenjskega lignitnega bazena s posebnim ozirom na karotažne meritve vrtin.

Geophysical survey of Velenje lignite basin in view of boreholes logging.

12. 4. 1961, Diskusijski večer o srednji in visoki šoli glede pouka geologije.

Discussion regarding the geology lessons in secondary and high schools.

21. 5. 1961, Ekskurzija Borovnica—Pekel—Pokojišče.

Geological excursion into the area of Borovnica, Pekel gorge, and Pokojišče.

31. 7. 1961. Evernden, J. F., Berkeley, California, Določanje geološke starosti po metodi K-Ar.

Geologic age determination by means of K-Ar method.