

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1965

✓

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

8. KNJIGA



LJUBLJANA 1965

+ 115706

115706



0 2846 | 1965

10

VSEBINA — CONTENTS

Sercelj, A.

Paleobotanične raziskave in zgodovina Ljubljanskega Barja	5
Paleobotanical Examinations and the Development of Ljubljana Moor	26

Sovinc, I.

Nekaj osnovnih geotehničnih značilnosti sedimentov iz vrtine BV-1 med Notranjimi goricami in Podpečjo na Ljubljanskem Barju . .	28
Some Geotechnical Properties of Sediments from the Bore Hole BV-1 on Ljubljana Moor	33

Buser, S.

Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskega Barja in njegovega obrobja	34
Geological Structure of the Ljubljana Moor with Special Regard to Its Southern Borderland	54

Tancik, R.

Pedološke značilnosti Ljubljanskega Barja	58
Pedological Features of the Ljubljana Moor	78

Ravnik, D.

Geoelektrične raziskave na Ljubljanskem Barju	80
Geoelectric Exploration of the Ljubljana Moor	89

Pleničar, M.

O novih najdbah rudistov na območju Kočevskega Roga	92
New Discoveries of Rudistes in the Region of Kočevski Rog, South- eastern Slovenia	99

Turnšek, D.

Velike tintinine v titonskih in valangijskih skladih severozahodne Dolenjske	102
Large Tintinnina in the Tithonian and Valanginian Strata from North Western Dolenjska	110

Rijavec, L.

Razvoj terciarnih sedimentov med Rudnico in Bočem	112
The Development of the Tertiary Sediments Between Rudnica and Boč Mountains	116
Izdanka krednih sedimentov severovzhodno od Prelog pri Slovenskih Konjicah	119

<i>Sribar, Lj.</i>	
Meja med krednimi in terciarnimi skladi v Goriških Brdih	121
The Boundary Between Cretaceous and Tertiary in Goriška Brda	126
<i>Buser, S.</i>	
Starost plasti s Keramosphaerina (Bradya) tergestina (Stache) v slovenskih Dinaridih	130
Stratigraphic Position of the Beds with Keramosphaerina (Bradya) Tergestina (Stache) in Slovenian Dinarids	133
<i>Pavlovec, R.</i>	
Regionalni obseg liburnijskih plasti	135
Regional Extent of the Liburnian Strata	136
<i>Osole, F.</i>	
Izkopavanje v paleolitski postaji Ovčja jama pri Prestranku v letu 1961	139
Fouille dans la station paléolithique de «Ovčja jama» près de Prestranek	157
<i>Gräf, W. in Ramovš, A.</i>	
Rugose Korallen aus dem Jungpaläozoikum Sloweniens	160
Rugozne korale iz mlajšega paleozoika Slovenije	185
<i>Hinterlechner-Ravnik, A.</i>	
Magmatske kamenine v grödenskih skladih v Sloveniji	190
Igneous Rocks in the Gröden (Val Gardena) Strata in Slovenia	219
<i>Faninger, E.</i>	
Kemizem wengenskih magmatskih kamenin na Slovenskem, prikazan s parametri Zavarickega	225
Die wengener magmatischen Gesteine auf dem Gebiete Sloweniens dargestellt durch Zavarickij Parameter	239
Petrokemične tabele wengenskih magnatskih kamenin	249
Petrochemische Tabellen der wengener Eruptiogesteine	252
Čizlakit v novejši petrografski klasifikaciji	263
Čizlakit in neueren petrographischen Systemen	267
<i>Iskra, M.</i>	
Geološka zgradba Savskih jam	279
The Geologic Features of the Savske Jame Iron Ore Deposit	296
<i>Vidic, F.</i>	
Geotehnična in hidrološka raziskovanja Barskega Polja v Črni Gori	299
Geotechnical and Hydrological Investigations of the Barsko Polje in Crna Gora	319
<i>Žlebnik, Lj.</i>	
Hidrogeološki problemi v zvezi z epigenetsko dolino Drave v Mariboru	320
Hydrogeologic Problems Connected with the Epigenetic Valley of the Drava River at Maribor Town	326
<i>Kuščer, D.</i>	
O vrednosti nekaterih strukturnih analiz	329

GEOLOGIJA

GEOLOGICAL
TRANSACTIONS
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Letnik 1965 • 8. knjiga • Volume 8.

PALEOBOTANIČNE RAZISKAVE IN ZGODOVINA LJUBLJANSKEGA BARJA

Alojz Šercelj

Z 1 sliko v prilogi

Kratka vsebina. Skoro vsi sedimenti v profilu vrtine BV-1 med Notranjimi Goricami in Podpečjo od 105 do 80 m so bili brez peloda. Od globine 80 m navzgor pa je pelod v pretežni večini plasti. Iz diagrama moremo razbrati, da so se sterilne plasti na dnu odlagale v času prvih sunkov würmske poledenitve (W I). Sledi göttweiški interstadial, nato W II, paudorfski interstadial, glavna würmska poledenitev (W III), kasni glacial in pretežni del holocena. Te ugotovitve kažejo na izredno hitrost ugrezanja barjanskega dna (100 m v skoro 50 000 letih) in s tem torej na izdatno neotektoniko, ki nam pojasni izredno seizmično ogroženost ljubljanskega prostora.

Uvod

Sedimenti Ljubljanskega barja so že desetletja zanimali ne le domače, ampak tudi tuje evropske znanstvenike, zakaj območje jugovzhodnih Alp ni le ključ za reševanje lokalnih geoloških in paleoflorističnih problemov, ki zadevajo pleistocen, temveč bo tudi našim severnejšim sosedom pojasnilo marsikatero nerešeno vprašanje.

Geologi pričakujejo, da bodo sedimenti, ki sicer izvirajo iz neposredne bližine alpskih ledenikov, toda z ozemlja, ki ni bilo nikdar pod ledom, in je bilo torej vedno pokrito s takšno ali drugačno vegetacijo, dali natančen pregled o razvoju pleistocena.

Tudi evropski botaniki upajo, da bodo v globinah Ljubljanskega barja našli potrditev domnev, da je bil ljubljanski prostor ledenodobni refugium srednjeevropskih flornih skupin.

V zadnjih letih se je raziskovalno delo paleofloristov in gozdarjev koncentriralo okrog zgodovine bukve, najvažnejšega in najimpulzivnejšega tvorca naših gozdov. Mnogostranska problematika razvoja bukovih ras in njihovih naselitvenih arealov je v glavnem še nerešena in bodo ravno ti podatki imeli odločilno veljavo pri odgovorih na to vprašanje.

Iz vsega tega pa bo naša glavna gospodarska dejavnost — gozdarstvo — dobila marsikatero koristno pobudo za nego in vzgojo gozdov.

Metodika dela

Glede na zelo različno sestavo vzorcev je bilo treba prilagoditi ves preparacijski postopek posameznim vzorcem.

Karbonate je bilo najlažje odstraniti s topljenjem v 10-odstotni solni kislini.

Silikate in kremen smo izločili s kuhanjem v koncentrirani fluoro-vodikovi kislini.

V primerih, ko je bil vzorec peščen ali je vseboval preveč kalcijevih silikatov, je bila potrebna flotacija (včasih tudi naknadna po končanem obravnavanju s HF). Le v nekaterih primerih smo to napravili z bromoformom; povečini pa je bila enako učinkovita flotacija s cinkovim kloridom, ki ima sicer to slabo lastnost, da je močno viskozen in se material v nasičeni raztopini le nerad razpusti.

S takim, sicer precej zamudnim postopkom se ločita organski in anorganski material. Organski se pri centrifugiranju dvigne na površino tekočine, ves anorganski del pa se vsede na dno epruvete.

Amorfni organski detritus, ki včasih precej moti pri mikroskopski preiskavi, smo raztapljali po Erdtmanovem postopku acetolize.

Za razbarvanje in nabrekanje vzorcev smo v vseh primerih uporabili postopek KOH po v. Postu.

Profil in njegove značilnosti

Geološki profil vrtine kaže, da so usedline zanesljivo jezerske le v bližini površja, do globine 13 m, in na nekaj mestih v globini med 50 in 80 m. Pesek, mivka in mestoma celo nezaobljen prod pa so prinesle tekoče, celo hitro tekoče vode.

Ze samo te ugotovitve so bistveno spremenile našo dosedanje predstavo o geološki preteklosti Ljubljanskega barja. Vidimo namreč, da je bilo tu pravo jezero le v mlajšem času (holocenu). V pleistocenskih hladnih dobah je bilo grezanje sicer najmočnejše, toda kompenzirala ga je močna akumulacija. Pasoviti peščeni vložki v profilu vrtine pa kažejo, da je bil ta del Barja nekajkrat jezero, povečini pa zamočvirjeno ali občasno preplavljeno polje, podobno kot današnje Cerkniško jezero.

Te ugotovitve so obetale kaj slabe rezultate pelodnih analiz, saj se pelod navadno ohrani le v jezerskih usedlinah. Toda zaradi naglega grezanja sedimenti niso bili dalj časa izpostavljeni preperevanju; zato se je pelod le ohranil v večini plasti, odpornejši celo v takih, kjer ga skoro ne bi mogli pričakovati. Gotovo pa je, da so bila nežnejša in občutljivejša pelodna zrnca zaradi delovanja oksidacijskih procesov v nekaterih plasteh uničena, kar moramo upoštevati pri interpretaciji diagrama.

Debelo zrnatih peskov in mivk seveda nismo analizirali, delno zato, ker je bilo v takem materialu komaj kaj pričakovati, največ pa zato, ker se je pri izvlačenju vrtalne cevi sipki material premešal.

Najbolj problematična je trda, zeleno siva, marmorirana glina (gley), ki vsebuje mestoma tudi zelo preperele koščke lesa, kar je jasen dokaz sočasne vegetacije. Toda pri pelodnih analizah se je ta glina pokazala kot

najsterilnejša; v njej povečini nismo našli niti zrnca peloda. Po videzu in po do sedaj splošno veljavnem mnenju naj bi bila ravno ta glina tipična jezerska usedlina. S podobnimi sterilnimi plastmi smo se že srečali pri proučevanju glin iz opekarne Lokarji pri Vodica (D r o b n e, P a v l o v e c, Š e r c e l j, 1960).

Diagram

V diagramu so pravzaprav združeni trije delni diagrami. V prvem so prikazane vrednosti drevesnih pelodov (AP = arborum pollen); njihov seštevek je vzet kot celota (100 %). Iz drugega vidimo odstotno razmerje med drevesnim in nedrevesnim (NAP = non arborum pollen) pelodom; tu pa smo vzeli kot celoto seštevek obojih (AP + NAP = 100 %). Tretji nam predstavlja vrednosti NAP; to je celokupno število nedrevesnega peloda, vzeto kot celota (100 %).

Odstotne vrednosti iste rastlinske vrste zaporednih spektrov so zvezane s črto, mesta pa, kjer je bil pelod uničen ali material ni bil primeren za analizo, toda bi po vseh okoliščinah sodeč moral vsebovati pelod, so zvezana s prekinjeno črto; ploskve pod njo pa niso črtkane. Tako se jasno ločijo »rekonstruirane«, oziroma domnevane vrednosti od dejansko ugotovljenega stanja.

Disjunktni silhuetni diagram smo uporabili zato, ker je najpreglednejši in ga je najlažje brati, saj moremo na njem za vsako rastlinsko vrsto posebej zasledovati potek njenega napredovanja in upadanja.

Navadno se diagram opisuje od spodaj navzgor, kar je seveda popolnoma normalno, kajti zgornja, mlajša vegetacija, je vedno le rezultanta vseh prejšnjih oblik vegetacije.

Diagram nam torej v enem pogledu prikazuje veliko število zaporednih faz (spektrov) iz preteklosti, ki izvirajo druga iz druge. Iz takih sprememb moremo razbrati splošne razvojne zakonitosti in tendence ter jih aplicirati tudi za prihodnost ter tako pospeševalno ali zaviralno vplivati na razvoj.

Razčlenitev diagrama

Diagram obsega več različnih časovnih period. Zato je primerno, da že predhodno podamo njegovo okvirno razčlenitev, ki jo bomo pri opisovanju posameznih faz skušali utemeljiti. Pri razčlenitvi se opiramo na sedaj splošno priznano kronološko razdelitev würmske poledenitve, s katero se naš diagram zelo lepo ujema:

- G Holocen
- F Kasni glacial
- E Glavna würmska poledenitev (W III)
- D Interstadial (W II/W III)
- C Krajša poledenitev (W II)
- B Veliki interstadial (W I/W II)
- A Začetna würmska poledenitev (W I)

A Glacial (W I)

Na skalni podlagi v globini 105 m imamo v vrtini razmeroma debel, skoro nezaobljen dolomitni pesek in prod, ki ga je nanesa voda iz neposredne bližine, z dolomitnega osamelca severno od tod. Od 100 do 80 metrov pa se menjavajo finejši pesek, mivka ter drobno in debelo zrnat karbonatni pesek. Posebno značilen je debelejši in nezaobljen dolomitni prodec, ki je v dobah hitrejšega ugrezanja vsakokrat naglo zapolnil nastalo udorino.

Tak material je že sam po sebi neprikladen za ohranitev peloda. Ker pa se je sedimentiral v času, ko je bila vegetacija siromašna, je toliko bolj razumljivo, da v sedimentih od dna pa vse do globine 84 m ni peloda. Šele tu se pojavijo pelodna zrnca borovca (*Pinus*) in smreke (*Picea*), kar pomeni razmeroma hladno podnebje.

Iz tega smemo sklepati, da spada ta spekter v neko ledeno dobo, zelo verjetno v konec prve würmske poledenitve (W I); še posebno smo upravičeni postaviti to domnevo, če pogledamo naslednji odsek diagrama (B), v katerem nastopi toplodobna vegetacija.

B Interstadial (W I/II)

Ta doba je čas splošne otoplitve ter začasnega, ne ravno kratkotrajnega umika ledenikov. Zato se je v vseh evropskih pokrajinah zopet naselila mezofilna listavska vegetacija.

Isto vidimo tudi iz našega diagrama, saj je težišče vegetacije na krivuljah listavcev, borova krivulja pa močno upade. Znatna nihanja borove krivulje in večkratne prekinitev krivulj listavcev bi mogli le v manjši meri pripisovati klimatskim nihanjem. Vzroke za ta pojav bomo morali iskati drugje. Zdi se, da smemo domnevati za globino 55 do 77 m razmeroma nizke pelodne vrednosti borovca, nekako od 20 do 30 %; to je namreč povprečje za srednjeevropske diagrame iz tega interstadiala.

Na nekaterih horizontih, ki sicer vsebujejo pelod, toda kažejo jasne sledove preperevanja (fosilni humus), pelodne slike nikakor ne moremo imeti za normalno. V času, ko so bile te plasti rodovitna tla, je bilo namreč preperevanje selektivno. To pomeni, da je mnogo bolj prizadelo pelod listavcev, posebno pelod gabra, jesena, javora in drugih, medtem ko se je odpornejši pelod borovca, smreke in jelke dosti bolje ohranil. Le na ta način si moremo razlagati skoro stoodstotne vrednosti borovega peloda, ki jih sredi tople periode razberemo na nekaterih nivojih diagrama. V takih primerih moramo seveda upoštevati sosednje spektre, v katerih se je pelod normalno ohranil, in po njih rekonstruirati dejansko stanje.

Na globini 78 m začne upadati borova krivulja ter znatno naraščati pelodna vrednost jelke, delno smreke in breze, kar moremo imeti za prve znake začetka tople dobe. Takoj za omenjenimi drevesnimi vrstami se že prvič pojavita tudi hrast (*Quercus*) in gaber (*Carpinus*) in za njima še drugi predstavniki mezofilne gozdne vegetacije. In res že na prvi pogled vidimo, da je ta del diagrama floristično mnogo pestrejši in bolj razgiban, kar je pač v zvezi z znatno toplejšim podnebjem.

Kot smo že omenili, kaže borova krivulja malo nenavadna nihanja, saj kar skokoma narašča in upada. Vendar lahko po določenih znakih sklepamo, da bi morala biti pri normalnih pogojih sedimentacije precej nizka, z malo večjim dvigom na globini med 61 do 57 metrov. V tem delu namreč opažamo splošni upad listavske vegetacije.

Smreka (*Picea*), ki je že v začetku te periode dosegla znatne vrednosti, je posebno v prvem delu tople dobe močno nazadovala, kar je vidno iz njene prekinjene krivulje. Šele proti koncu interstadiala so postale življenjske razmere za smreko spet ugodnejše.

Jelka (*Abies*) se je pojavila znatno kasneje, istočasno z drugimi mezofilnimi elementi, in je posebno v začetku ter proti koncu te dobe dosegla znatne vrednosti, 20 do 30 %. Tudi njena krivulja je prekinjena, toda verjetno ne iz klimatskih vzrokov. O kakršnikoli povezanosti z bukvi jo tu ne bi mogli govoriti, saj potekata liniji bukve in jelke popolnoma ločeno. Tako torej o združbi *Abieti-Fagetum*, ki je v današnjem času tako pomembna, tedaj še ni sledu.

Bukev (*Fagus*) pa je dosegla le manjšo razprostranjenost in še to za razmeroma malo časa. Videti je torej, da ni imela še niti malo današnje impulzivnosti in konkurenčne moči.

Macesen (*Larix*) je zastopan vseskozi le sporadično in z neznatnimi vrednostmi, le v prehodnih dobah nekoliko močneje, toda nikoli v izrazitih glacialih.

Breza (*Betula*) ni dosegla omembe vredne razširjenosti niti v tej topli fazi niti pred njo ali po njej. Ker je pelod breze precej odporen, smemo njeno sliko, ki jo kaže diagram, imeti za normalno.

Zelo močan dvig pelodne vrednosti breze opazimo šele v drugem delu tople dobe, kar pa nikakor ne moremo imeti izključno za znak klimatskega poslabšanja, ampak je morda tudi posledica porasta barja ali neke prehodne erozije, možno tudi požara, zaradi česar se je mogla breza, kot pionir gozdnih tal, razbohotiti na razgaljenih terenih.

Tudi jelši (*Alnus*) ni posebno ugajala ta doba, iz česar lahko sklepamo, da je bila razmeroma suha.

Leska (*Corylus*) je glede na njeno produkcijo peloda naravnost minimalno zastopana.

Brest (*Ulmus*) in lipa (*Tilia*) prav tako nista prišla do veljave in sta le v najugodnejšem času dosegla nekoliko večjo razširjenost. Ker je tudi njun pelod dokaj odporen, je njuna vrednost realna in so kakršnekoli spekulativne rekonstrukcije odveč.

Zelo značilna pa je podobnost in vzporednost krivulj hrasta (*Quercus*) in gabra (*Carpinus*). Njuni skoro neprekinjeni krivulji dosežeta zelo visoke vrednosti. Iz tega sklepamo, da sta v zadnji pleistocenski otoplitvi oba našla zelo ugodne življenjske pogoje, vsekakor mnogo ugodnejše kot v današnji dobi.

Gaber je torej starejši in morda že nazadujoči florni element; danes je v resnici mnogo manj vitalen kot mlada in prekipevajoča bukev.

Nekateri raziskovalci govorijo o pleistocenski združbi *Quercetum mixtum*, to je združbi hrasta, bresta in lipe, kakršno naj bi tvorila ta drevesa tudi v začetku holocena. V našem primeru vidimo, da se te linije

ne pokrivajo v celoti (tudi v holocenu so zaporedne); posebno lipa predstavlja tako neznatne vrednosti, da se zdi ta, tudi sicer umetno skonstruirana združba, v našem primeru skoro neverjetna.

Mnogo bolj harmonični sta tu liniji gabra in hrasta. Ti dve vrsti se tudi edafsko ujemata. Zato bi mogli bolj upravičeno imenovati v vsakem primeru hipotetično združbo *Quercus-Carpinetum*, podobno današnjim združbam *Quercus-Carpinetum*. Podobne vegetacijske združbe v pleistocenu predvideva tudi Horvat (1959).

Nikakor pa ne smemo prezreti kolone ob skrajnem desnem robu diagrama AP, kamor smo vnesli drevesne vrste, ki se pojavljajo le sporiadično in še to le z redkimi pelodi. Včasih so prav take drevesne vrste zelo pomembne za interpretacijo vegetacijske slike.

Tisi (*Taxus*) in brinju (*Juniperus*) ne bomo pripisovali posebne važnosti. Pač pa zasluži največjo pozornost pelod rodov *Carya*, *Tsuga* in *Vitis silvestris*. Na spodnjem horizontu je *Carya* zanesljivo določena po značilnih in zelo dobro vidnih znakih, v zgornjem pa bi mogla biti zrnca zamenjana z deformiranimi ali kako drugače spremenjenimi pelodnimi zrnici gabra.

Tsuga in *Carya* sta značilni rastlini prehodnega obdobja iz terciara v kvartar, ki sta po Gamsu (1935) izumrli v Evropi že pred riško ali vsaj v času riške poledenitve. Kompleksne gozdne združbe pa sta tvorili le v tegelenskem interglacialu, to je na prehodu iz pliocena v pleistocen.

Za naše ozemlje je dokazano, da je imela *Carya* še v günškomindelem interglacialu enako vlogo v gozdni vegetaciji kot jo ima danes bukev (Šercelj, 1961). Še celo v mindelskem interstadialu je bila *Tsuga* pri nas vodilni iglavec (Šercelj, Grimšičar, 1960).

Zeliščni del diagrama (NAP) kaže na začetku in na koncu interstadiala višje vrednosti pelodov tipa *Artemisia* in praproti.

Značilno je, da se ob koncu toplega obdobja pojavi najprej *Ephedra*, sicer zelo redka, toda značilna rastlinica preglacialnih ali kasnoglacialnih obdobj, kmalu za njo pa še *Selaginella*, ki nakazuje dejanski začetek naslednje glaciacije.

C Glacial (W II)

Že na globini 54 m upade vsa mezofilna listavska vegetacija: brest, gaber, leska, jelša in hrast, bukev in lipa pa že davno prej. Namesto teh se močno uveljavi bor in se njegova krivulja spet povzpne na visoke vrednosti. Tudi med NAP so poleg značilnih indikatorjev ledenodobnih razmer, kot so *Selaginella* in *Ephedra*, znanilke ohlajajočega se podnebja *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae* ter *Myrica*. Njihove krivulje se namreč ravno v tem času močneje dvignejo.

Toda to naj bi bil le začetek druge würmske poledenitve, o njenem poteku pa nimamo podatkov, ker se žal v sedimentih iz te dobe pelod ni ohranil. Zato seveda ne izvemo iz diagrama prav ničesar o klimatskih razmerah te kratkotrajne poledenitve.

D Interstadial (W II/III)

Med sterilne peščene plasti se v globini med 44 in 42 m vključuje plast, ki vsebuje precej močno preperelih organskih snovi. Zdi se, da gre tu za močvirske sedimente, ki pa so bili že podvrženi pedogenetskimi procesom. Pelod je sicer tudi tu slabo ohranjen, vendar nam je omogočil rekonstrukcijo precej značilne vegetacijske slike.

Rastlinstvo te, razmeroma najkrajše tople periode, nikakor ni bilo »ledenodobno«, saj se je tedaj poleg bora in breze, smreke in jelke pojavila še vrsta mezofilnih listavcev: jelša, hrast, lipa, gaber, jesen, javor in celo bukev.

Zeliščno vegetacijo pa v glavnem zastopajo trave (*Gramineae*), košarice (*Compositae*), lobodike (*Chenopodiaceae*), klinčnice (*Caryophyllaceae*), kobuljnice (*Umbelliferae*), praprotnice in celo trpotec (*Plantago*).

Toda to je le rudimentna slika vegetacije krajšega obdobja, kajti zaradi sterilnosti sosednjih plasti ne moremo ugotoviti, ali je bila vegetacija prej in pozneje še bohotnejša in pestrejša.

E Glacial (W III)

Kdaj se je končal interstadial in kdaj je nastopila ponovna poledenitev, iz diagrama ne moremo videti. Spet je namreč prekinjen zaradi sterilnih plasti.

Ko pa se na globini 38 m le pojavi vegetacija, je ta popolnoma hladnodobna: bor (*Pinus*) in vrba (*Salix*). Tema dvema se kasneje pridruži še breza, ki doseže vrednosti nad 20 %, kar so obenem tudi najvišje vrednosti, ki jih je breza sploh dosegla. Macesen se vseskozi pojavlja le sporadično. Najkasneje pa vstopi v diagram jelša, sprva najbrž *Alnus viridis*.

Vsa drevesna vegetacija, ki jo kaže diagram od globine 38 do 18 m, je izrazito hladnodobna, po čemer lahko sklepamo na mrzlo podnebje, na glacial.

Še bolj prepričljivo dokazujejo glacialno obdobje nekateri predstavniki zeliščne vegetacije. *Selaginella selaginoides* se takoj v začetku te periode pojavi z visokimi vrednostmi in se neprekinjeno obdrži vse do kasnega glaciala. Tudi bližino gozdne meje nakazuje *Selaginella*, kar se popolnoma ujema s splošnim mnenjem, da je bila v Alpah v zadnji poledenitveni dobi gozdna meja za vsaj 1200 m niže, kot je danes.

Ephedra, ki se natančno v istem času kot *Selaginella* pojavlja sicer le sporadično, je še značilnejši element pokrajin s pionirskimi hladnodobnimi gozdiči. Beug (1957) označuje efedro kot sicer redkega, toda zelo značilnega predstavnika kasnoglacialne vegetacije v Nemškem sredogorju na višinah od 600 do 800 m. Glede na zemljepisni položaj in nadmorsko višino se zdi, da bi lahko vzporejali tamkajšnje kasnoglacialne razmere z razmerami v pleniglacialu W III pri nas. To mnenje potrjuje tudi precejšnja sorodnost naše vegetacije iz viška poledenitve s tamkajšnjo kasnoglacialno.

Vidimo torej, da so v času, ko so srednjo Evropo, kolikor je ni bilo pod ledom, pokrivala brezgozdne tundre, jugovzhodno obrobje Alp pa so poraščali borovi in brezovi gozdiči.

Diagram kaže še neko drugo značilnost. Znano je, da dosega vrednosti NAP tako v času tunder kot v času brezovih in borovih gozdičev v srednjeevropskih diagramih večstokratne vrednosti AP. Take vegetacijske razmere so značilne za tundro ali grmovnato tundro. V vseh naših diagramih, in tudi v tem, pa dosega NAP v najhladnejših periodah komaj 40 % celotne pelodne vrednosti. To se pravi, da ne doseže v razmerju do AP niti 100 %. V tem primeru torej ne moremo govoriti o tundri, kvečjemu o »gozdni tundri« (Büdel, 1951; Frenzel, 1960), najverjetneje pa bi to bila tajgi podobna gozdna formacija, kajti ravno za tajgo je značilna tako skromna zeliščna vegetacija.

Kasni glacial in holocen

Kot začetek holocena velja dogovorno čas bipartitije skandinavskega ledenika, ki je obenem tudi doba trajnejšega izboljšanja klimatskih razmer. Zato bomo morali ločiti vegetacijski periodi (F, G), ki ju kaže diagram v zgornjem delu, na hladnodobno — kasnoglacialno ter toplodobno — holocensko.

F Kasni glacial

Začetek obdobja, ki ga dobro poznamo iz srednje in severne Evrope, in ki je vsaj sprva čas brezdrevesnih tunder, bi mogli na našem diagramu postaviti v globino 17 do 18 m. Tu namreč opazimo bistveno spremembo v sedimentaciji, pa tudi vegetacija nam nakazuje začetek nove dobe.

To je sicer še vedno čas brezovih in borovih gozdov, toda že opažamo nekaj bistveno novega: spet se začenja pojavljati toplodobna listavska vegetacija, ki smo jo že dvakrat prej zasledili v interstadialnih obdobjih.

Tedanje borove gozdove sta v glavnem sestavljala dva borovca: Slabše in v ledenih dobah erodirane površine je poraščal rdeči bor (*Pinus silvestris*), morebitna barja tudi planinski bor (*Pinus mugo*), globlja in boljša tla pa je verjetno zasedel cemprin (*Pinus cembra*). Tak sklep nam dovoljuje diagram, saj dosega pelod navadnega borovca in cemprina zelo visoke vrednosti. Neomejeno gospodstvo bora je trajalo z manjšima presledkoma ves čas do konca te dobe, to je do začetka holocena.

Vodilni gozdni združbi borovcev se je kmalu pridružila tudi smreka, z borom pa sta si že prej delili prostor tudi breza in vrba. Njihov pelod namreč doseže prav v tem času razmeroma visok odstotni delež.

Vrba je poraščala obvodne, močvirne predele, breza pa je gotovo našla dovolj razgaljenih in erodiranih zemljišč. Tudi jelša se je že močno vrasla v to vegetacijo in moramo dopuščati poleg grmičaste zelene jelše (*Alnus viridis*) tudi že drevesnate vrste (*Alnus incana* in *A. glutinosa*).

Značilni grm hladnih severnih barij, na katerih še danes dobro uspeva, je *Myrica*. Njen pelod dobimo pri nas skoro v vseh sedimentih iz kasnega glaciala, toda danes je v naših krajih ni več.

Že v začetku te dobe se le prehodno pojavijo v diagramu tudi leska, brest, hrast, lipa ter celo bukev in gaber. Res sicer nobeno od teh dreves ne dosega visokih pelodnih vrednosti, niti ni nobeno uspevalo dolgo časa, vendar že njihova prisotnost zanesljivo dokazuje začasno izboljšanje podnebja.

Toda kmalu spet prevlada bor in doseže skoro 100-odstotne pelodne vrednosti, kar je znak, da so listavci ponovno izginili od tod.

Vendar je ta popolna borova dominacija trajala le malo časa, kajti znova in še v večjem obsegu so se spet pojavile prejšnje mezofilne vrste. Leska in brest sta dosegla že precejšnje vrednosti in še višje hrast.

Ob ponovnem, toda mnogo šibkejšem in zadnjem vzponu borovca in breze so bili mezofilni listavci v svoji ekspanziji sicer nekoliko ovirani ali so celo nazadovali, toda ne za dolgo.

Kmalu so spet nezadržno prevladali listavski gozdovi, sedaj predvsem bukev, bor pa je bil že v začetku tople holocenske dobe popolnoma izrinjen.

Taka slika je za ocenjevanje podnebnih razmer zelo pomembna. Vidimo, da je bilo podnebje vse prej kot subarktično, in da so bile otoplitve, toda tudi ohlادتve, precej močne.

Toplotna nihanja se tudi zelo lepo odražajo iz diagrama zelišč (NAP). Za viške poledenitvenih period tako značilna *Selaginella* prav lepo sledi obema viškoma borovca tudi v tem času in tudi vmesno toplo obdobje razločno registrira s tem, da njena vrednost močno upade.

Take vegetacijske spremembe: pojavljanje in izginjanje listavcev, so gotovo posledica klimatskih in ne edafskih sprememb.

Po vsem tem se zdi upravičena domneva, da sta zadnja dva viška borove krivulje odsev kasnoglacialnih hladnih sunkov, mlajšega in starejšega drias. Prvi toplodobni listavci pa naj bi se pojavili v ustreznih interstadialih, ki bi ju mogli vzporejati z böllinškim oziroma allerödskim interstadialom.

G Holocen

Na Ljubljanskem barju imamo precej zanesljivo časovno merilo za določanje meje med pleistocenom in holocenom. To je začetek sedimentacije jezerske krede. V vseh vrtnah na Barju je namreč mogoče opaziti jasno mejo med finimi glinastimi sedimenti kasnoglacialnega obdobja ter začetkom usedanja krede, ko se je voda začela ogrevati in se je zavaljo tega izločal iz prenasočene raztopine kalcijev karbonat. Pa tudi bujno se razvijajoče rastlinstvo, posebno alge, je odvezemalo vodi ogljikovo kislino ter s tem učinek kemičnega procesa usedanja karbonatov znatno povečalo še z biološkim delovanjem.

Tudi pelodna vsebina gline kaže na vegetacijo hladnega obdobja, v kredi pa že takoj v začetku prevlada toplodobna vegetacija. Tako se torej klimatološki podatki vegetacijske slike, ki je v tem pogledu gotovo odločujoča, in sedimentacijske razmere popolnoma ujemajo.

Ce bi kdo pričakoval podoben začetek in razvoj holocenske vegetacije, kot ga poznamo iz srednjeevropskih diagramov, bi zaman iskal v intervalu

med borovo-brezovo in bukovo fazo še fazo leskovih in fazo mešanih hrastovih gozdov.

Diagram jasno kaže, da med obema glavnima fazama ni bil mogoč razvoj teh dveh, drugod sicer tako izrazitih gozdnih faz. Leska, ki je nastopila že v kasnem glacialu, pa se nato zaradi ponovne ohlavitve spet umaknila, je dosegla v prehodnem času komaj 40 %.

V isto kratko periodo, še nekoliko pred lesko, se stiska tudi QM, ki se je prav tako pojavil že davno prej. V tej formaciji je brest prednjačil po času in razširjenosti, pa tudi lipa je že tedaj ob sicer navidežno nizkih vrednostih dosegla višek; pri lipi je namreč treba upoštevati njeno majhno pelodno produkcijo. Hrast je sicer tudi nastopil že v kasnem glacialu, toda maksimuma še niti v tej fazi ni dosegel, kajti povsod se vidi, da je sprva zastajal za obema partnerjema, predvsem za brestom.

Smreka, ki je že prej dosegla nekoliko večje pelodne vrednosti, je prav v tem prehodnem času znatno upadla.

V zelo močnem upadanju so tudi trije predstavniki kriofilne vegetacije: bor, breza in vrba. Bor je doslej popolnoma dominiral, sedaj pa je najmočnejše upadel, saj je od skoro stoo odstotnih vrednosti, ki jih je dosegel še v kasnem glacialu, padla njegova pelodna vrednost pod 10 %. Tudi breza je z že sicer nizkih vrednosti padla na le nekaj odstotkov, vrba pa je skoro popolnoma izginila.

Iz teh nasprotujočih si razvojnih tendenc — naglega in dokončnega upada vseh kriofilnih elementov, ob istočasnem močnem uveljavljanju mezofilnega in termofilnega rastlinstva — je dopusten nedvomen sklep: to je prehodni čas iz hladne v toplo dobo, prehod iz pleistocena v holocen.

Pojavlja se sicer ugovor, da je v vseh srednjeevropskih diagramih meja med kasnim glacialom in postglacialom po eni strani ter upad borovih in brezovih gozdov po drugi strani časovno premaknjena, da so se namreč borovi gozdovi tamkaj v preborealu šele začeli razvijati in so v borealu dosegli višek. Toda pozabiti ne smemo, da so tamkajšnje pokrajine pokrivalo tundre še v mlajšem driasu, in so jih šele v preborealu poselile združbe borovca in breze.

Drevesne vrste, ki so se bile v glacialu umaknile daleč proti evropskemu jugu, se gotovo niso mogle takoj vrniti v še nedavno zaledenele severnejše pokrajine, čeprav so se tudi tam klimatski pogoji že izboljšali. Tjakaj se je torej moralo vse rastlinstvo priseljevati z juga šele postopoma, ena rastlinska vrsta za drugo (prim. Firbas, 1923, Bertsch, 1940, Zeuner, 1952), medtem pa sta breza in bor opravila svojo pionirsko nalogo.

Naše ozemlje pa so skozi ves glacial poraščali borovi gozdovi in je bila zato možna takojšnja naselitev listavskih gozdov, kakor hitro so iz refugijev v neposredni bližini prišli prvi semenjaki in so izboljšane klimatske razmere dovoljevale razvoj mezofilnega gozda.

Posamezne razvojne stopnje vegetacije se navadno označujejo po vodilni floristični skupini. Vsi evropski diagrami kažejo, da so se gozdne faze razvijale v razmeroma dolgih časovnih zaporedjih in so res tipično razvite (Bertsch, 1943, Firbas, 1949).

Kot smo že omenili, sta se pri nas dve značilni srednjeevropski gozdni fazi, leskova in QM, komaj za kratek čas vrinili med kasnoglacialno borovo in holocensko bukovo fazo. Glede na dejstvo, da nam ne le ta, ampak tudi vsi drugi diagrami z našega ozemlja prepričljivo dokazujejo popolno dominacijo od konca borove faze skozi vse časovne periode, lahko po vsej pravici označimo ta čas kot bukovo fazo.

Res je sicer, da se ta oznaka postavlja prvič za tako zgodnja obdobja; doslej res še ni noben diagram kazal tako ranega in tako bohotnega nastopa buke. Kot je v prejšnji dobi borovec ves čas obvladoval gozdno vegetacijo, tako je sedaj postala bukev neomejeni gospodar gozdov, in to neprekinjeno od boreala do subatlantika. Edini enakopravni partner, ki se je z njo celo povezal v gozdno združbo *Abieti-Fagetum*, in je tudi v atlantiku znatno napredoval, je bila jelka.

Vse druge tvorce naših gozdov je bukev izrinila že kmalu v začetku holocena in so se verjetno morali umakniti na položaje in kraje, ki za bukev niso bili prikladni, kamor torej konkurenčna moč bukev ni segla.

Od vseh drevesnih krivulj sta gotovo najznačilnejši borova in bukova; borova zaradi nenadnega in močnega padca, bukova pa ravno obratno — zaradi naglega dviga.

Bor je doslej ostal na vrednostih 5 do 10 % skozi ves postglacial, znak, da se je komaj še kje našel zanj kak prostor. Šele tik pod vrhom diagrama, to je v času, ko se že začenja čutiti človekov vpliv, se začne borova krivulja spet dvigati. Toda ta dvig nima nič skupnega s klimatskimi spremembami, ki naj bi bile nastopile v subatlantiku. Človek je namreč s požigalništvom začel uničevati prav klimaksne gozdove na najboljših tleh in s tem ustvarjal pogoje za ponovno naseljevanje gozdnih pionirjev: breze in bora. Tu je torej treba iskati vzroke dviga borove (in brezove) krivulje na vrhu diagrama, in je to le odsev porasta edafo-genih, ne pa klimatogenih brezovih in borovih gozdov.

Tudi smreki, ki se je pojavila že v začetku kasnega glaciala, so, kot je videti, najbolj ugajale klimatske razmere ob koncu pleistocena in v začetku holocena. V času bukove dominacije pa se ni mogla več obdržati na enakih pozicijah in zato ostaja njena krivulja ves čas na vrednosti pod 10 %. Verjetno pa so nizke vrednosti smrekovega peloda tudi v zvezi z njeno ekološko karakteristiko, saj jo Firbas (1949) označuje kot borealno-kontinentalno-montano drevo. Zato seveda neposredna okolica jezera, ki je kot velik toplotni rezervoar gotovo ustvarjalo ravno nasprotno mikroklimatske razmere, ni bila zanj ugodna.

Breza je dosegla prav v kasnem glacialu največjo razširjenost, toda jo je toplodobna holocenska vegetacija takoj izrinila in se v diagramu pojavlja skozi ves holocen le še sporadično. Vzrok tolikšnega nazadovanja je prav gotovo njena heliofilnost ter majhna konkurenčna sposobnost, enako kot pri boru.

Proti vrhu diagrama pa se njena krivulja spet pojavi v strnjeni in dvigajoči se liniji, kar smemo imeti za znak, da je dobila malo več možnosti za razširjenje. Delno je to bil začetek rasti barja, kjer naj bi se bila naselila *Betula pubescens*, delno pa so naselitev breze omogočile iz raznih vzrokov razgaljene gozdne površine.

Jelša, ki je bila tu že v kasnem glaciale, je bila najbrž sprva zastopana v glavnem po vrstah *Alnus vidiris* in *A. incana*, v holocenu pa je verjetno prevladala *A. glutinosa*, ki je dobila dovolj prostora ob zamočvirjenem jezerskem obrežju.

Vendar so odstotne pelodne vrednosti jelše zelo nizke, če upoštevamo njeno pelodno produktivnost ter poleg tega še neposredno bližino sedimentacijskega območja v jezeru. Uveljavljala se je le počasi in nekako v atlantiku dosegla višek, nato ponovno upadla, se le za malo časa spet dvignila in do časa, ob katerem se diagram konča, znova močno upadla.

Leska, ki v večini srednjeevropskih diagramov nastopa kot samostojen gozdni edifikator, je morala pri nas ostati le skromna gozdna spodrast sprva borovih, kasneje pa hrastovih gozdov. To je za dosedanje predstave o razvoju srednjeevropske vegetacije nekaj nenavadnega.

Toda tako nizke pelodne vrednosti leske niso tu izjema, temveč opazamo ta pojav v vseh naših diagramih.

Brest, lipa in hrast so v evropskih pokrajinah severno od Alp nastopili kot naravni nasledniki leskove faze v atlantiku. Južno od Alp (Severna Italija) in v Panonski nižini (Madžarska) se je *Quercetum mixtum* uveljavil celo že prej, najbrž v borealu, torej istočasno kot pri nas bukev in z enako silovitostjo: takoj v začetku je dosegel višek razvoja in nato polagoma upadal (L o n a, 1957, Z o l y o m i, 1953).

V našem diagramu sicer res opazimo, da so se vsi trije elementi *QM* pojavili prav tako že zelo zgodaj, še pred holocenom, toda do samostojne gozdne faze se niso povzpeli.

Prva vstopita v diagram lipa in hrast, šele kasneje brest. V drugih diagramih iz tega obdobja (npr. pri Bevkah) vstopijo krivulje vseh treh drevesnih vrst istočasno v diagram in doseže ravno brest sprva največjo vrednost, tu pa vstopa brestova krivulja nekoliko kasneje od ostalih dveh.

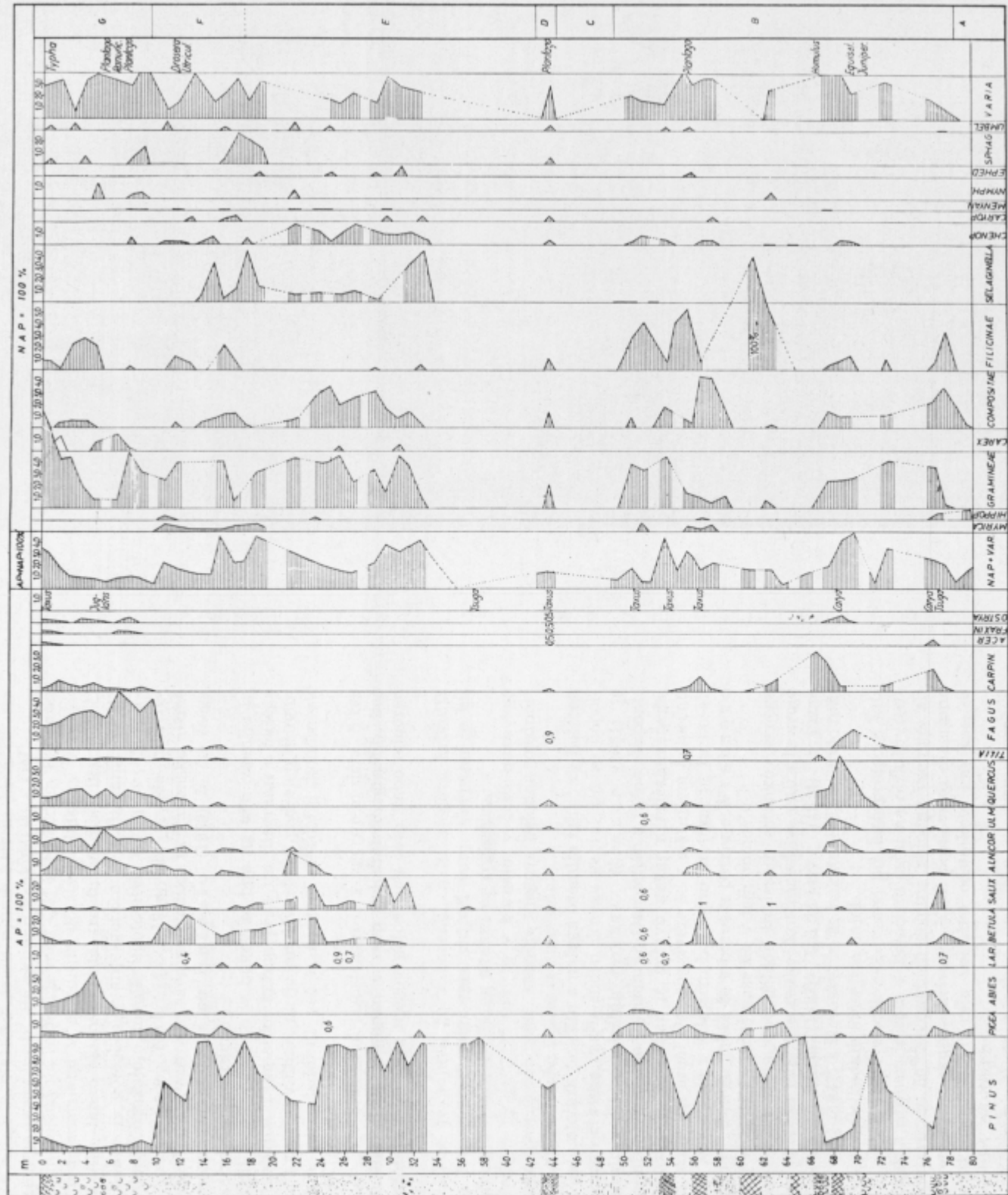
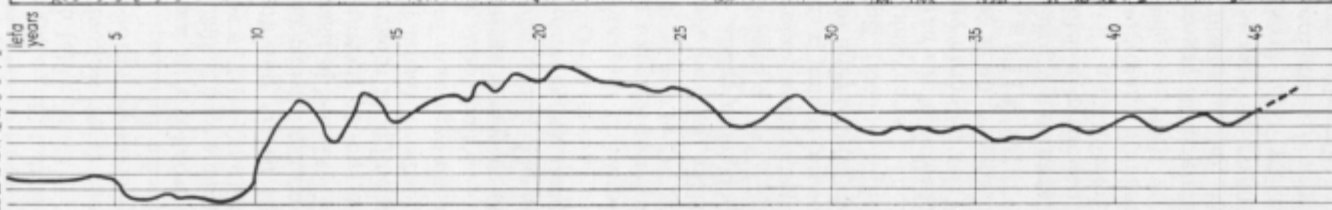
Pelodna vrednost lipe je ostala vseskozi zelo nizka. To je gotovo v veliki meri treba pripisati dejstvu, da lipa ni anemofilno drevo in je zato slab producent peloda.

Brestova krivulja narašča le polagoma in doseže šele ob času bukovega viška vrednost nad 10 ‰, nato pa za dalj časa upade in se šele proti vrhu diagrama spet nekoliko dvigne.

Hrast se je sicer počasneje uveljavljal, toda njegova krivulja kaže, da ga niti bukev niti drugo drevje ni moglo kaj dosti prizadeti, saj ostaja večinoma na vrednostih nad 10 ‰.

Bukev, ki se je že v kasnem glaciale pojavljala sporadično, je skozi ves holocen popolnoma dominirala nad ostalo gozdno vegetacijo in je zato oznaka »bukova faza« res upravičena. Že takoj v začetku svojega nastopa v borealu dosega njena krivulja 40 ‰, po manjšem vmesnem upadu pa se povzpne še više in kmalu doseže 50 ‰. Takega stanja pa ne kaže le ta diagram, temveč doseže bukev tudi v drugih diagramih že v začetku holocena take in še višje vrednosti, ponekod celo nad 60 ‰.

Takoj po prvem višku je začela bukev upadati in se ji je v vedno večjem obsegu pridružila jelka, katere krivulja dosega v diagramu višek skoraj 40 ‰. To subfazo izrazitih bukovih-jelovih gozdov bi verjetno



Pelodni diagram vrtnine BV-1 med Notranjimi goricami in Podpečjo na Ljubljanskem Barju

Pollen diagram from the bore hole profile BV-1 between Notranje gorice and Podpeč villages on Ljubljana Moor

lahko postavili že v atlantik. Skladni potek njunih krivulj kaže, da sta ostali tudi poslej tesneje povezani in sta skupno konkurirali s QM.

Če se sedaj ozremo nazaj na razmerje med QM v Padski in Panonski nižini ter bukovimi formacijami v osrednjih gorstvih Balkana in jugovzhodnega obrobja Alp, lahko sklepamo, da gre tu za dve vikariirajoči gozdni formaciji: Bukev je porasla osrednje gorske dele Balkana vse do obronkov Alp, kar lepo dokazujejo novejša ugotovitve (Gigov, Milovanović, 1960 in Gigov, Nikolić, 1959), ter seveda tudi rezultati raziskav v Sloveniji. Prostrane ravnine Padske in Panonske nižine pa naj bi bile domena QM, oziroma po Horvatu (1959) že od vsega začetka združb *Quercus-Carpinetuma*.

Gaber je nastopil šele v času, ko je bukev že bila na tem ozemlju in se tudi že močno razširila. Tako sliko kažejo prav vsi diagrami z našega ozemlja. Iz njegove krivulje vidimo, da je ostal vseskozi podrejen drugim gozdnim formacijam, niti sledu ni več o njegovi nekdanji bohotnosti v göttweiskem interstadialu.

Pelod rodu *Acer* je v diagramu registriran le v zgornjem delu. Sicer pa je javor že navadno slabo zastopan v vseh pelodnih diagramih, ker je pač slab producent peloda in je njegov pelod tudi zelo slabo odporen proti preperevanju.

Jesen (*Fraxinus*) se je pojavil že v borealu, nato njegova krivulja izgine iz diagrama ter se proti vrhu spet vključi vanj. Verjetno je bil v tem presledku precej zreduciran, da ga analiza ne registrira.

Črni gaber (*Ostrya*) je nastopil tudi že v borealu, v času bukovega viška, in sicer z najvišjimi vrednostmi; kasneje njegova pelodna vrednost polagoma upada, tako da občasno izgine iz diagrama.

Tudi v drugih palinoloških profilih z našega ozemlja lahko za holocen ugotavljamo zelo zgodnje viške razširjenosti črnega gabra, kar se popolnoma ujema z rezultati fitosocioloških raziskav. Wraber (1961) je opisal izolirano termofilno združbo *Cytisantho-Ostryetum* z južno eksponiranih pobočij Bohinjske kotline, kar je gotovo nekaj nepričakovanega, toda obenem dokaz, da je bil areal *Ostryon* zveze še v starejšem holocenu obsežnejši, in naj bi se bil šele v mlajšem holocenu pretrgal in razkosal. Višek pelodnih vrednosti črnega gabra že v borealu potrjuje W r a b r o v o domnevo, da se je ta združba že tedaj naselila v tem območju.

Po Firbasu (1949) so najdbe peloda in lesnih ostankov črnega gabra celo v južnem obrobju Alp zelo redke; kot zanesljive citira le svoje ugotovitve z Ljubljanskega barja (1923), Lüdijske (1944) iz južne Švice, Sarntheimove (1947) s Koroške, in še nekatere. Tako bodo tudi sedanje ugotovitve dopolnilo redkih starejših najdb.

NAP — zeliščni pelod, ki je včasih zelo važen pri interpretaciji klimatskih in vegetacijskih razmer, je tudi v holocenu ostal na nizkih vrednostih, saj nikoli ne preseže 50 % vrednosti celotne pelodne vsebine, ali 100 % AP. Res je sicer, da se skupna krivulja NAP proti vrhu diagrama dviga, toda vrednosti nad 100 ali celo več 100 odstotkov, kakršne so drugod normalne, nikjer ne doseže.

Krivulja trav (*Gramineae*) se posebno na vrhu diagrama močno vzpne. To nam daje slutiti, da smo v času, ko se že očituje človekov vpliv

na gozdove. Povečanje odstotka peloda trav in pri drevesni vegetaciji bora in breze kaže, da je človek že uničeval gozd. To pa se je začelo s kovinsko dobo, kmalu po času mostiščarjev, proti koncu subboreala.

Nekako v tem času je sedimentacija krede v tedanjem jezeru prenehala in se je jezero spreminjalo v barje, ki ga je začela preraščati šota. Ta pojav je bil, kot je videti, po vsem barju istočasen, namreč v času mostiščarske kulture, kar bi kazalo tudi na to, da se je jezerska gladina naglo znižala.

Eden od možnih vzrokov bi bila izredno sušna perioda ob koncu bronaste dobe, ki naj bi bila po Paretu (1948) celo povzročila precejšnje selitve tedanjih ljudstev in njihov umik k vodam. Vendar pelodne analize ne registrirajo kakih posebno katastrofalnih sprememb v vegetaciji. Delno zato ne, ker se kratkotrajnejše klimatske spremembe niso mogle takoj odraziti tudi v trajnejši gozdni vegetaciji, delno pa ne zato, ker izvirajo vsi podatki iz jezerskih usedlin; bližina jezera pa je gotovo omilila morebitne večje škode na gozdni vegetaciji vsaj v bližnji okolici.

Drug možen vzrok znižanja vodne gladine tedanjega jezera, ki ga omenja tudi Melik (1954), bi utegnili biti posledica nenadnega znižanja odtočnega nivoja, ki se je bil morda zaradi bujnega vodnega rastlinja zarastel, pa ga je voda znova predrla. Seveda ne smemo izključevati tudi najmlajše tektonike, za katero posebno prepričevalno govori ravno debelina tega profila.

S tem časom se torej končuje naš diagram; nadaljnji razvoj vegetacije je možno zasledovati iz nekaterih drugih diagramov, ki se nanašajo na dobo po usahnitvi jezera (Firbas, 1923, Šercelj, 1955).

Utemeljitev kronologije

Nobenega dvoma ni, da nakazuje v diagramu prikazani floristični razvoj dve različni časovni periodi: del holocena in del pleistocena, in sicer le würmsko poledenitev.

Razčlenitev holocenskega dela diagrama je možna že na podlagi dosežanih pelodnih raziskav pri nas in še bolj pri naših sosedih, posebno v Nemčiji. Ob tem je treba poudariti, da se horizontiranje diagramov npr. v Nemčiji in drugih srednjeevropskih pokrajinah ne ujema z našim in se tudi ne more ujemati. Če namreč priznavamo dejstvo, da se je srednjeevropska vegetacija naseljevala v postglacialni dobi iz svojih refugijev na sever prav skozi naše ozemlje, potem moramo tudi priznati, da je prišla najprej do tu, in šele kasneje npr. v srednjo Nemčijo. Iz tega razloga se seveda nismo oprijeli Firbasovih pelodnih horizontov.

Težava glede glavnega, to je pleistocenskega dela diagrama pa je v tem, da imamo pred seboj prvi würmski diagram iz naših krajev; iz severnjaških pokrajin pa ga ni in ga niti ne moremo pričakovati, kajti bile so ob časih poledenitev pod ledom ali pa so bile porasle kvečjemu z brezgozdnimi tundrami. Od tam poznamo torej le med seboj ločene interglacialne in interstadialne pleistocenske profile.

Zato se celotna evropska kronologija würmskih poledenitvenih faz naslanja v glavnem le na geološke ter paleopedološke podatke in v pre-

cejšnji meri na prazgodovino človeka in njegovih kultur, manj pa na ugotovitve paleobotaničnih preiskav, ki bi bile sicer zelo dragocene.

Ker je Gross (1958) na podlagi do tedaj znanega gradiva podal precej podrobno členitev würmske dobe ter k temu še temperaturno krivuljo, ki se po poteku, časovnem razmerju in vseh bistvenih elementih presegnetljivo ujema z našim diagramom, smo se oprijeli njegove razčlenitve, čeprav seveda ne smemo popolnoma zanikati možnosti drugačne interpretacije. Woldstedtova krivulja (1960) je v bistvu podobna Grossovi, zato ne bomo navajali obeh.

Če priznavamo neprekinjeno odlaganje sedimentov, nosilcev v diagramu prikazane vegetacije — za daljše prekinitve ali erozijo ni nobenega dokaza — potem bomo posamezne faze uvrstili tako, kot kaže 1. tabela.

1. tabela

Po Grossu (1958)		Oznake		Začetek*	Faze diagr.
		nove	stare		
Holocen				10 000 let	G
Glavni würm	Kasni würm	Mlajši drias	Wh ₃	Kasni glacial	12 000 15 000 17 000 F
		Alleröd			
		Starejši drias			
		Bölling			
		Najstarejši drias			
		Daniglacial			
	Maksimum poledenitve		Wh ₂	W III	25 000 E
	Paudorfski interstadial		Wh _{1/2}	WII/WII	26 000 D
	2. poledenitvena faza		Wh ₁	WII	29 000 C
Göttweiški interstadial (— Aurignaški presledek)		Wv/h	WI/WII	44 000	B
Stari würm s tremi stadiali in dvema interstadialoma		Wv	WI	53 000	A

Meja med holocenom in kasnim glacialom se zdi precej trdno določena s spremembo sedimentacije: takoj ob začetku tople dobe se je začela usedati jezerska kreda in je tako meja med glino in kredo približna meja med holocenom in pleistocenom. Take razmere so ugotovljene tudi v drugih profilih z Barja. Če priznamo princip sedimentacije krede, kot ga pojmuje limnologija (Ruttner, 1952), potem ne moremo zanikati, da se je začel iz jezerske vode, bogate s $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, izločati sekundarni kalcijev karbonat takoj, ko se je dovolj ogreela.

* Absolutna starost v letih, določena v glavnem na podlagi analiz C₁₄. Danes se nekateri znanstveniki spet ogrevajo za večjo starost würma. Toda, četudi bi se to pokazalo za resnično, nikakor ne bi porušilo same razčlenitve, le posamezne dobe bi se proporcionalno raztegnile.

Z definitivnim začetkom sedimentacije krede pa sovpada tudi dokončna prevlada mezofilnega listavskega gozda in takoj za tem bukve.

Začetek holocena je na podlagi dosti mlajšega diagrama z Ljubljanskega barja tudi Firbas (1923) že istovetil z začetkom bukove krivulje. To je seveda večina znanstvenikov doslej brez ugovorov priznala (Zeuner, 1952).

Tudi profila iz Klane na Hrvaškem in z Livanjskega polja, (Gigov, Nikolić, 1959) kažeta podobne razmere.

Na Kopaoniku v Srbiji pa je nastopila bukev celo nekoliko prej, v preborealu (Gigov, Milovanović, 1960). Prehod iz pleistocena v holocen je tu določen tudi z analizo mikroflore (diatomej).

Vendar ne smemo načelno zavračati še drugega mnenja, da bi namreč začetek holocena morali pomakniti nekoliko navzdol, v manjšo otoplitveno periodo pred končnim upadom borove krivulje. S tem bi pa zašli v težave, kako razložiti ponovni močni porast borovih in brezovih gozdov v najtoplejši dobi. K dokončni odločitvi nam bodo pomagale analize C₁₄.

Temperaturna krivulja ob robu diagrama kaže toplotne razmere za tale obdobja: (letnice seveda ne gre jemati do številke natančno):

od	0 do 10 000 let	— holocen (G)
od	10 000 do 17 000 let	— kasni glacial (F)
od	17 000 do 29 000 let	W II — W III (C, D, E)
od	29 000 do 44 000 let	— Göttweiški interstadial (B)
od	55 000 do ? let	— W I (A)

Vse periode, v katerih prekorači krivulja julijsko izotermo 10° C navzdol, predstavljajo stadiale, dvig nad 10° C pa pomeni interstadialno obdobje, ko je mogla uspevati gozdna vegetacija. Prirejena je sicer za srednjo Nemčijo, vendar to ni ovira, da je ne bi aplicirali tudi za naše kraje, seveda s primerno korekturo. Po Firbasu poteka namreč današnja polarna gozdna meja po črti, na kateri dosega temperatura dnevni povpreček vsaj 10° C in to 60 do 70 dni na leto.

Če primerjamo julijsko temperaturno povprečje Ljubljane za zadnjih 100 let, ki znaša 19,7° C (Manohin, 1952), ter julijsko povprečje v srednji Evropi (Münster: 17,3, Warszawa s kontinentalnejšim podnebjem pa 18,7° C), nekako 18° C (Gross sam jemlje kraje s povprečjem 19° C), potem bomo morali korigirati krivuljo za naše kraje vsaj za 1° C. Januarske povprečke pa bi morali po karti Gorczyńskiego (Schwarzbach, 1961), korigirati celo najmanj za 4° C.

Nekako pred 10 000 leti se temperaturna krivulja močno dvigne. Ta dvig bi v našem diagramu lahko korelirali s strmim vzponom bukove in istočasnim naglim padcem borove krivulje. To naj bi bila torej meja pleistocen : holocen.

Kasni glacial, to je čas med 10 000 in 17 000 leti, bomo obravnavali kot celoto. Karakterizirata ga dve znatni ohladitvi: v mlajši naj bi bila padla povprečna julijska temperatura skoro na 10°, v starejši pa celo na 8° C. Ti dve ohladitvi predstavljata mlajši in starejši drias, torej dva stadiala. Dva vmesna temperaturna dviga pa naj pomenita oba interstadiala, allerödski in böllinški. Čeprav ju poznamo v glavnem iz severa

Evrope, vendar dopušča Charlesworth (1957) njuno manifestiranje tudi v Alpah.

Če sedaj skušamo vzporejati temperaturno krivuljo in naš diagram, bomo sicer za naše kraje korigirali povprečne julijske temperature za 1 do 2° C navzgor (zimске celo za več); že to nam dovoljuje sklep, da je bila v mlajšem driasu meja približno 600 m nad ravnico Ljubljanske kotline, upoštevajoč negativni temperaturni gradient 0,5° C za 100 m višinske razlike (Schwarzbach, 1961). To stanje nakazuje dobro opazni dvig borove in brezove krivulje; toda še vedno so uspevali tu ne le borovi gozdovi, ampak so se obdržali tudi nekateri listavci.

Nekako pred 12 000 leti doseže Grossova temperaturna krivulja vrednosti 15°, torej pri nas skoro 17°. To je znana allerödsko otoplitev. Celo v severni Nemčiji je ta interstadial dopuščal razvoj brezovih gozdov. V Nemškem sredogorju so segali ti gozdiči do 800 m (Beug, 1957). Isto je ugotovil A. Bertsch (1961) za jugovzhodno Nemčijo.

Tudi iz Tirolskih Alp pri Salzburgu so znani (na višini 811 m) allerödski brezovi in borovi gozdiči (Zagwijn, 1952). Diagram iz Roggendorfa ob Donavi, ki kaže že celo mezofilne elemente: *Corylus*, *Alnus*, *Tilia* in *Ulmus*, je Brandtner (1949) uvrstil v göttweiški interstadial. Po analizah C₁₄ (Felgenhauer, Fink, de Vries, 1959) pa se je pokazalo, da je allerödski.

Cisto normalno je torej, da se je tudi v Ljubljanski kotlini z razmehoma majhno nadmorsko višino in južno lego že v tem času nekoliko močnejše, čeprav začasno, uveljavila mezofilna gozdna vegetacija.

Pred allerödsko otoplitvijo pa se temperaturna krivulja giblje zelo nizko, že pod kritično temperaturo 10°. Tudi po diagramu je bila vegetacija izključno borova, le 2 odstotka predstavlja smreka. To dokazuje, da je bila ohladitev zelo ostra. Gre torej za starejši drias, ohladitev, ki je v srednji Evropi imela popolnoma tundrsko obeležje, pri nas pa je znižala gozdno mejo do dna Ljubljanske kotline.

Še en manjši dvig temperature je opazen pred to ohladitvijo, ko naj bi se dvignila temperatura na 12°, pri nas pa morda na 14°. To naj bi bil böllinški interstadial. Tudi naš diagram kaže upad borove in brezove krivulje, pa tudi prvi mezofilni listavci so se pojavili v tej kratki otoplitvi.

Med 17 000 in 25 000 leti se temperaturna krivulja s precejšnjim nihanjem giblje le na desni strani; najnižja julijska temperatura naj bi bila 5° C, pri nas torej največ 7°, kar pomeni, da naj bi bila v času najhujše poledenitve gozdna meja še niže kot v Ljubljanski kotlini. Toda pri tem le ne smemo shematično prenašati temperaturnega gradienta na naše kraje, ampak moramo upoštevati še druge faktorje, ki gotovo niso bili nepomembni za tedanje podnebje pri nas. Povprečna januarska temperatura je v vzhodnoalpskem predgorju (Charlesworth, 1957) znašala v času zadnje poledenitve -13,7° C, povprečna julijska pa od 11 do 12° C (cf. karto, št. 212, 213).

Na take razmere kaže tudi vegetacija, saj so med drevesnimi vrstami zastopani izrazito kriofilni elementi. Nenavadne pa so izredno nizke vred-

nosti NAP, in to v vseh diagramih, ki sežejo v ta čas. Take razmere so namreč značilne za tajgo, v kateri je kljub redki poraslosti z drevesno vegetacijo izredno malo nedrevesnega rastja. Take razmere bi torej utegnile biti tik pred tundro, ki naj bi prevladovala v vsej srednji Evropi.

Med 25 000 in 26 000 leti kaže temperaturna krivulja manjši in kratkotrajnejši dvig do 13° C, torej znatno šibkejši kot allerödski in nekoliko močnejši kot böllinški. Tudi naš diagram registrira na globini 42 do 44 m upad borove krivulje, istočasno pa se pojavijo skoro vsi običajni mezofilni listavci, kar pomeni toplo dobo. Ker pa so se listavci pojavili le za malo časa, ne kaže to na kaj večjo razširjenost, kar je obenem tudi dokaz za manjšo in šibkejšo toplotno dobo.

To naj bi bil torej šibkejši, po Grossu le 1.000 let trajajoči paudorfski interstadial, v diagramu faza D.

Čas od 26 000 do 29 000 let je glede na krivuljo hladna doba, pa tudi diagram kaže isto (faza C).

V razdobju od 29 000 do 44 000 let se temperaturna krivulja giblje veseskozi nad 10° C, kar je zopet znak interstadialnih razmer. To je bil göttweiški (aurignaški) interstadial, dolg po minimalnih Grossovih cenitvah 15 000, po maksimalnih (Vértes, 1955) pa kar 30 000 let.

Temperaturi povpreček, ki ga kaže krivulja, sicer res ni dosegel niti 14° C, pri nas torej malo nad 15°, toda vendarle je bilo to dovolj, da so se za dalj časa razvili skromnejši listavski gozdovi.

Tudi vegetacija, vidna z diagrama med 50 in 80 m globine, kaže podobne razmere: le malo mezofilnih listavcev; edino hrast in gaber sta dosegla precejšnje vrednosti, bukev pa zelo malo. Znatna nihanja borove krivulje seveda niso le posledica klimatskih razmer, čeprav moramo dopuščati precej višje vrednosti borove krivulje, kot jih poznamo v holocenu, morda približno take kot v allerödu.

Iz te dobe imamo za primerjavo diagrame tudi iz sicer zaledenelih delov Evrope; posebno na Poljskem so po zaslugi Szaferja morda najtemeljiteje preiskali pleistocensko floro. Aurignaški profil s Krpatov (Birkenmajer, Šrodoň, 1960) je še revnejši z mezofilno floro, pač pa bogatejši s smrekjo; borovec dominira seveda tudi tam.

Od 80 m globine navzdol so skoro vsi sedimenti brez peloda; zato o njih ni mogoče trditi nič zanesljivega. Vendar je glede na grobost odloženega materiala mogoče sklepati, da se je teren tedaj zelo hitro pogrezal, in da torej vse te plasti niso starejše od würmskih. To se zdi še posebno upravičeno, ker je na globini 84 m ugotovljena iglavska vegetacija (*Pinus*, *Picea*).

Ce bi namreč bila v tem času kaka faza daljšega mirovanja, bi gotovo morali biti v sedimentih neki sledovi interstadialnih ali interglacialnih pedogenetskih procesov.

Temperaturna krivulja za dobo pred 44 000 leti, to je v prvem delu würmske poledenitve W I, se giblje pod 10° C. S tem sta podana zanesljiva paralela in kronološki položaj teh sicer sterilnih sedimentov.

Tektonika

Za bodoče gospodarstvo Barja in razumevanje seizmičnih pojavov v ljubljanskem prostoru je poznavanje tektonike izrednega pomena. Rakovec je zbral doslej znane ugotovitve ter podal (1955) pregled tektonike za vso Slovenijo in še posebno za ljubljansko okolico. Prav tam obravnava tudi najmlajšo tektoniko (neotektoniko) predvsem v zvezi s potresi, ki so po zgodovinskih podatkih močneje prizadeli Ljubljano v letih 1000, 1340, 1348, 1509, 1511 in 1895. Prišel je do prepričanja, da so dislokacije tega ožjega območja odločilne pri potresih v Ljubljani.

Toda ravno z Barja doslej ni bilo zanesljivih podatkov o tem, kdaj naj bi se bile barske grude začele ugrezati, in kako so se ugrezale. V tem pogledu je dala vrtna dragocen podatek: Del Barja, kjer je bila izvedena vrtna, se je začel pogrezati (ali ponovno ugrezati) in naglo zasipati šele v würmski poledenitveni periodi, morda celo ob koncu starejšega würma (W I), tik pred göttweiskim interstadialom, pred pribl. 50 000 leti. Začetno grezanje je bilo namreč najhitrejše in zato razmeroma kratkotrajno. Tako intenzivno ugrezanje bi lahko primerjali z ugrezanjem Padske nižine: pri Padovi so sedimenti mlajšega drias v globini 26 do 30 m, od 54 do 107 m pa interglacial Riss-Würm (Marchesoni, Paganelli, 1960). Pri Ca Marcozzi v delti reke Po pa so na globini od 182 do 522 m šele mindelskoriški sedimenti (Paganelli, 1961).

To pomeni, da se je barska gmota ob borovniškem tektonskem jarku morala v 50 000 do 70 000 letih znižati najmanj za 100 m, ali povprečno za 1 do 2 metra v 1000 letih. Toda to je bil le rob, za sredino lahko domnevamo še večje ugrezanje in temu tudi ustrezno večjo hitrost grezanja.

Ker pa pogrezanje zelo verjetno ni potekalo in tudi danes ne poteka enakomerno, si moremo predstavljati, da so se tektonski premiki dogajali le občasno, toda so bili tedaj izdatnejši in so jih spremljali močni potresi.

Tako bi torej ob barskih dislokacijskih črtah lahko iskali verjetni hypocenter nekdanjih in prihodnjih ljubljanskih potresov, ki pa jih seveda ni mogoče predvideti.

Vsekakor pa kaže ugotovitev, da je zahodna barska gruda v fazi intenzivnega recentnega in subrecentnega grezanja, tudi na precejšnjo potresno ogroženost tega terena. Kako je v tem pogledu z vzhodnim delom Barja, ki naj bi se bil pričel grezati že ob koncu terciara, bo pokazala prihodnja vrtna v tem delu Barja.

Jezerska kreda, šota in barjansko gospodarstvo

Jezerska kreda je že sedaj zelo pogosten, in ne bo dolgo, ko bo prevladujoč vrhnji sediment, s katerim se bo moral človek na Barju neposredno spoprijeti.

Šota, ki sedaj kot preproga leži na kredni, je dobro vezan rastlinski pletež, ki prenaša vrhnje pritiske na mnogo večje ploskve v kredni; obenem pa je šota še vedno toliko gosta, da ne dopušča iztiskavanja krede navzgor.

Toda zaradi osuševanja bo šota neizbežno skrepenela, se »pulverizirala« ter se stanjšala na minimum, s čimer bo tudi konec njene nosilnosti. Danes le še redkokje presega 2 m, toda še pred 50 leti so bila šotišča 4 do 6 m debela (K r a m e r, 1905).

Kreda je, kot je znano, izredno plastična, včasih celo tekoča, kar je popolnoma razumljivo, saj vsebuje po analizah tudi do 60 % vode (U h l i ř, 1958). Zato se seveda na mestih, kjer je bila šota porezana, površje v kratkem izravna z drugo površino; saj bočni pritisk testaste mase ne dovoljuje kotanj.

Iz ročnih vrtin v vzhodnem delu Braja je zelo znan 10 do 20 cm debel vodni horizont, v katerem je kreda skoraj tekoča (od tu ni mogoče dobiti jedra). Le-ta horizont leži v sedimentih atlanske dobe in loči kreda na dve poli ter ustvarja med njima izredno spolzko drsno ploskev, po kateri se zgornji del zlahka premika. Ravno drsna ploskev je bila tudi neposreden vzrok tolikšnih težav pri začetnih regulacijskih delih Iščice v letih 1957 do 1958. Ko je bilo vodstvo gradbišča dne 3. VIII. 1958 na to opozorjeno, je upoštevalo situacijo in prilagodilo nadaljnja dela stvarnim možnostim: namesto močnega poglobljanja struge pod globino vodnega horizonta so prešli na njeno širjenje.

Celo vrsto problemov še skriva jezerska kreda, ki jih tehniki še danes ne morejo zajeti v določene formule. Do tega bodo gotovo prišli mnogo laže in prej, če bodo čim podrobneje seznanjeni o tem, kako, kdaj in zakaj je ta sediment nastajal.

V času, ko je F i r b a s proučeval šoto z Ljubljanskega barja, je veljalo — vsaj kot je razvidno iz njegovih izvajanj — splošno prepričanje, da je jezerska kreda glaciogena odkladnina, da je torej mikroskopski mineralni drobir, ki prihaja neposredno iz ledeniškega področja (Seetrübe), in ki se takoj usede, ko se voda umiri. To pomeni, da bi morala biti kreda stara najmanj 15 000 let ter zelo suha in strnjena, saj karbonatni melj zelo slabo veže vodo.

Zato je F i r b a s pri analizah dosledno upošteval le šoto, jezerske krede ni niti analiziral, čeprav je imel vzorce in jih je tudi vnesel v profil. Zanj je torej kreda pomenila pleistocen, najnižja plast šote (Torfmudde) pa začetek holocena.

Vse to res velja za glaciogena jezera, ne pa za ombrogena, kakršno je bilo nekdanje Ljubljansko barje. Tudi diagram namreč v celoti negira F i r b a s o v o m n e n j e.

Že na podlagi arheoloških dognanj v zvezi z eneolitskimi in bronastodobnimi mostiščarskimi naselbinami se je namreč pokazalo, da se je kreda sedimentirala tja do 1800 ali 1600 pr. n. š. Z novjšimi pelodnimi analizami (Š e r c e l j, 1959, 1961) pa je bilo zanesljivo ugotovljeno, da se je začela kreda odlagati v začetku holocena.

Zato je izključen vsak neposredni vpliv ledenikov. Ostane torej le druga možnost njenega nastanka, da je namreč kreda kemična in organogena usedlina iz tople postglacialne dobe.

Iz vsega tega vidimo, da je kreda zelo mlada barska usedlina, stara od 10 000 do 4000 let. Postala bo vedno hujša in nevarnejša ovira barjan-

skega gospodarstva, saj zaradi izredne plastičnosti in znatne debeline (5 do 10 m) ne bo prenesla količkej večjih obremenitev.

Možnost smotrne gospodarske ureditve in intenzivna izraba pravih barskih površin, to je zemljišč na šoti in kredi bo tedaj odvisna od več faktorjev, katerih efekt se bo sumiral:

1. Najmlajša tektonika izkazuje povprečno ugrezanje za 10 do 20 cm na vsakih 100 let, ki pa se lahko iznenada tudi znatno poveča. To utegne imeti seveda močan vpliv na vodni režim Barja, saj vemo, da ga že od rimskih časov skušajo urediti, pa so se doslej vsa prizadevanja izjalovila.

2. Vsa šotišča na Barju so že davno mrtva, torej ne rastejo več, ampak nasprotno — šota nezadržno skrepeneva in se zato njene plasti hitro tanjšajo ter se tudi s tem znižuje celotni nivo barske površine.

3. Kolikor bi se z regulacijo Barja znižala talna voda, bi proces zniževanja barske površine zajel še kreda, kajti zavoljo izsušitve bi se tudi kreda zelo skrčila.

Vse to bi imelo za posledico ponovno zamočvirjenje in bi se tako znašli v začaranem krogu, o katerem je bilo že precej diskusije. Če bi z osuševanjem znižali talno vodo, bi šota skrepnela, kreda pa se osušila, kar bi povzročilo vedno izdatnejše zniževanje barske ravnine in prej ali slej njeno ponovno zamočvirjenje: če pa ostane sedanji vodni nivo, bo tudi kreda ostala še vnaprej enako plastična in bo njena nosilnost toliko manjša, kolikor tanjša bo postajala plast šotne odeje nad njo.

Preden bi se torej dokončno odločili za tako drago in tvegano rešitev problema z nasipi, ki so bili za bistveno drugačne sedimente holandskih, frizijskih in šlezviških obal edina rešitev, bi bilo vredno napraviti cenen in nazoren poskus: Nekje na šotišču pri Črni vasi ali pri Bevkah bi na ploskvi nekaj 100 m² popolnoma odstranili šoto, tako da bi se pokazala na površju kreda in bi s tem ustvarili razmere, kakršne bodo čez nekaj desetletij vladale po vsem Barju. Tu naj bi se preizkušala nosilnost tal za strojno obdelavo in tudi možnost postavitve objektov in nasipov, kakršni so predvideni ob Ljubljani. Struga Ljubljance verjetno res teče vsaj v glavnem po naplavljenih trdinskih ali sekundarno impregniranih in utrjenih tleh, toda v vsem teku gotovo ne. Kaj bi torej imeli od večine stabilnih objektov, če bi se jih nekaj vendarle ugrezalo ali kako drugače poškodovalo? Na sektorju, kjer Ljubljanka prečka borovniški jarek, je 10 ali morda še več metrov krede. Če bi tamkaj hoteli postaviti nasipe in druge objekte na trdno podlago, bi na vsak način morali odstraniti kreda. Toda, kako potem zavarovati objekte pred bočnimi pritiski te na pol tekoče mase, ki se počasi pretaka in pritiska zdaj sem zdaj tja? Takih pritiskov seveda ni moč preračunati, ne predvideti. Ali ni bil morda most čez Iščico tudi žrtev prav teh razmer v kredi?

Če upoštevamo vsa navedena dejstva, se zdi od predlaganih variant ureditve Barja najboljša ta, da bi vsa zemljišča na šoti in kredi zasadili z jelšo, za katero so to naravna rastišča (za trdinska tla imamo seveda mnogo več izbire). Žal ta predlog vsaj za sedaj ni bil sprejet.

Jelša, ki je danes na svetovnem trgu konjunktorno blago, bi najprej povrnila minimalne investicije, poleg tega pa bi bil to najmanj radikalen in najmanj nevaren poseg v samo barje. S tem bi se skrepenevanje močno

zavrlo, šotišča bi se vsaj delno oživila, vsekakor pa utrdila in bi se z intenzivnim priraščanjem talne organske mase kompenziralo zniževanje terena. To bi torej pomenilo reševanje problema v sodelovanju z naravo, ne pa dragega boja proti njej. Za barske površine bi bila to najugodnejša rešitev, za kmetijstvo pa nam še vedno ne primanjkuje boljših površin na Barju samem in v bližnji okolici.

Zdi se torej, da ni pravega razloga, niti gospodarskega ne, da bi s tveganimi in dragimi operacijami za vsako ceno hoteli pridobivati kmetijske površine na neugodnih zemljiščih, ki dajo brez vsega tega za mnogo nižjo ceno in brez rizika enak ali boljši gospodarski učinek.

Opomba avtorja

Članek je bil napisan in predložen uredniškemu odboru leta 1961. Literatura, ki je izšla po tem datumu, ni mogla biti upoštevana. Medtem pa so stratigrafska, paleopedološka, malakološka in palinološka raziskavanja publike prinesla nove rezultate, ki so močno spremenili staro členitev würma, slonečo v glavnem na jamski stratigrafiji paleolitskih nahajališč, in pomaknili göttwiški interstadial nazaj v interglacial.

PALEOBOTANICAL EXAMINATIONS AND THE DEVELOPMENT OF LJUBLJANA MOOR

Almost all sediments occurring in the deepest horizons of the borehole BV-1 were bare of pollen. From 80 m upwards pollen were present in most of the layers. The diagram permits us to suppose that the sterile beds at the base were deposited during the time of the first onsets of the Würm glaciation (W I). The subsequent beds could be correlated to the Göttweig interstadial, Würm II, Paudorf interstadial, Würm III, Late-Glacial and to the greater part of the Holocene. These findings point to an extremely fast subsidence of the basin (100 m within some 50 000 to 60 000 years) and in turn to a vigorous neotectonic activity in the light of which it can be easily understood why the territory around Ljubljana is incessantly menaced by earthquakes.

Author's remark

The present article has been written and submitted to the editorial committee in the year 1961. The newest results, yielded by the investigations of the loess stratigraphie could not be taken in account therefore.

LITERATURA

- Bertsch, F., 1940, Geschichte des deutschen Waldes. Jena.
Bertsch, F., 1942, Lehrbuch der Pollenanalyse. Jena.
Bertsch, A., 1961, Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. Flora, 151. Jena.
Beug, H. J., 1957, Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). Flora, 145. Jena.
Birkenmajer, K. i Śröder, A., 1960, Interstadial oryniacki w Karpatach. Z badań czworzędu w Polsce, 9. Warszawa.

Brandtner, F., 1949, Die bisherigen Ergebnisse der stratigraphisch-pollenanalytischen Untersuchungen eines jungeszeitlichen Moores von Interstadialen Charakter aus der Umgebung von Melk a/Donau. Archaeol. austr. II. Wien.

Büdel, J., 1951, Die Klimazonen des Eiszeitalters. Eiszeitalter und Gegenwart I. Oehringen.

Charlesworth, J. K., 1957, The Quaternary Era. London.

Drobne, F., Pavlovec, R., Šercelj, A., 1960, Nekaj analiz ter problematika pleistocenskih sedimentov v Lokarjih pri Vodica. Kamniški zbornik VI. Ljubljana.

Felgenhauer, F., Fink, J., de Vries, H., 1959, Studien zur absoluten und relativen Chronologie der fossilen Böden in Oesterreich, I. Oberfellabrunn. Archaeol. austr., 25. Wien.

Firbas, F., 1923, Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Lotos, 71. Prag.

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

Frenzel, B., 1960, Die Vegetations- und Landschaftszonen Nordeasiens während der letzten Eiszeit und der postglazialen Wärmezeit. Abh. math.-naturw. Kl. Akad. Wiss. u. Lit., I, II. Mainz.

Gigov, A., Milovanović, D., 1960, Paleobotanička analiza sedimenta Semetškog jezera na Kopaoniku. Zb. Rad. Biol. inst. Srbije, III. Beograd.

Gigov, A., Nikolić, V., 1959, Analiza polena u tresetnim sedimentima Livanjskog polja (zapadna Bosna). Arhiv biol. nauka, XI. Beograd.

Gross, H., 1958, Die bisherigen Ergebnisse von C₁₄-Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und Nachbargebieten. Eiszeitalter und Gegenwart, IX. Oehringen.

Horvat, I., 1959, Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck der erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge. Acta Soc. bot. Pol., XXVIII/3. Kraków.

Kramer, E., 1905, Das Laibacher Moor, das grösste und interessanteste Moor Oesterreichs. Laibach.

Manohin, V., 1952, Kratek pregled temperatur in padavin v Ljubljani v 100-letni opazovalni dobi 1851 do 1951. Geogr. v. XXIV. Ljubljana.

Marchesoni, V., Paganelli, A., 1960, Ricerche sul Quaternario della Pianura Padana. Rendic. Ist. sci. Univ. Camerino. I. Camerino.

Paganelli, A., 1961, Ricerche sul Quaternario della Pianura Padana. Analisi polliniche di sedimenti torbo-lacustri di Ca Marcozzi (Delta Padano). Rendic. Ist. sci. Univ. Camerino, II. Camerino.

Paret, O., 1948, Das neue Bild der Vorgeschichte. Stuttgart.

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

Ruttner, W., 1954, Grundriss der Limnologie.

Schwarzbach, M., 1961, Das Klima der Vorzeit. Stuttgart.

Šercelj, A., 1955, Palinološki profil kolišča pri Kamniku pod Krimom. Arheol. v. VI/2. Ljubljana.

Šercelj, A., 1959, Prispevek k zgodovini naših gozdov. Gozd. vestn. XVII. Ljubljana.

Šercelj, A., Grimšičar, A., 1960, Iz ledenodobne zgodovine naših gozdov. Gozd. vestn. XVIII. Ljubljana.

Šercelj, A., 1961, Naseljevanje gozdne vegetacije v Sloveniji od zadnje poledenitve do danes. Disert. Ljubljana.

Uhliř, H., 1956, Historiat osuševalnih del na Ljubljanskem barju, I, II. Ljubljana.

Vértes, L., 1956, Gruppen des Aurignacien in Ungarn. Archaeol. austr., XIX-XX. Wien.

Wraber, M., 1961, Termofilna združba gabrovca in omelike v Bohinju (Cytisantho-Ostryetum Wraber assoc. nova). Razpr. IV. r. SAZU, VI. Ljubljana.

NEKAJ OSNOVNIH GEOTEHNIČNIH ZNAČILNOSTI SEDIMENTOV IZ VRTINE BV-1 MED NOTRANJIMI GORICAMI IN PODPEČJO NA LJUBLJANSKEM BARJU

Ivan Sovinc

S 6 slikami med tekstom

Uvod

V splošnem razumemo pod izrazom »geotehnične značilnosti sedimentov« vse tiste značilnosti sedimentov, ki imajo odločilno vlogo na ponašanje sedimentov med gradnjo in po izgradnji objektov na njih.

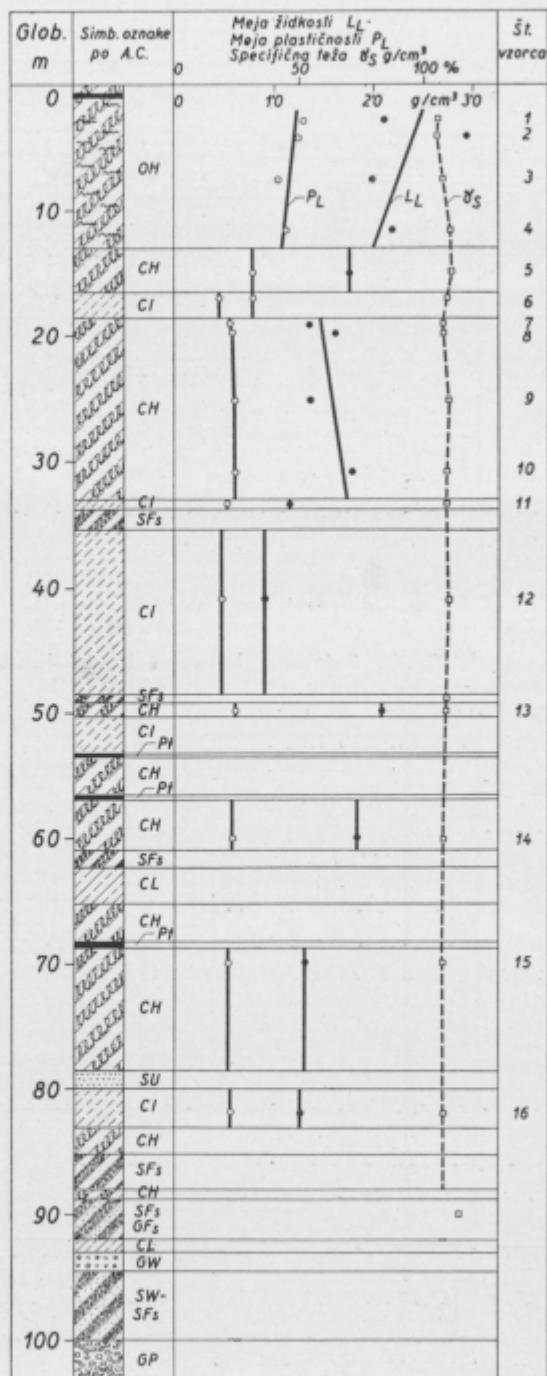
Vpliv geoloških faktorjev na te značilnosti, to je predvsem način prenašanja in odlaganja ter spremembe po sedimentaciji, je v splošnem znan že zelo dolgo. Vendar ti geološki činitelji pogosto ne morejo zadovoljiti projektanta-gradbenika, ker mu ne dajejo potrebnih numeričnih vrednosti, ki jih mora uvesti pri statičnih in stabilnostnih računih objektov, temeljenih na takšnih tleh, v ustrezne matematične obrazce.

Pri vrtanju geološke vrtine BV-1 na Barju so bili vzeti tudi vzorci zemljin z namenom, da se na njih ugotove geotehnične značilnosti tal. Tovrstne preiskave so bile izvršene v laboratoriju podjetja »Elektrosond«, Zagreb, pod vodstvom ing. L. Prebega. V tem poročilu bomo analizirali le rezultate preiskav plastičnosti, zrnivosti in specifičnih tež. Preiskane so bile sicer tudi nekatere druge geotehnične značilnosti (prirodna vlaga, stisljivost), vendar rezultatov teh preiskav tu ne bomo navajali. Analiza rezultatov teh preiskav je namreč pokazala, da so se vzorci med odvzemom in med transportom v laboratorij toliko poškodovali, da ne predstavljajo verne slike razmer v tleh.

Geotehnična klasifikacija

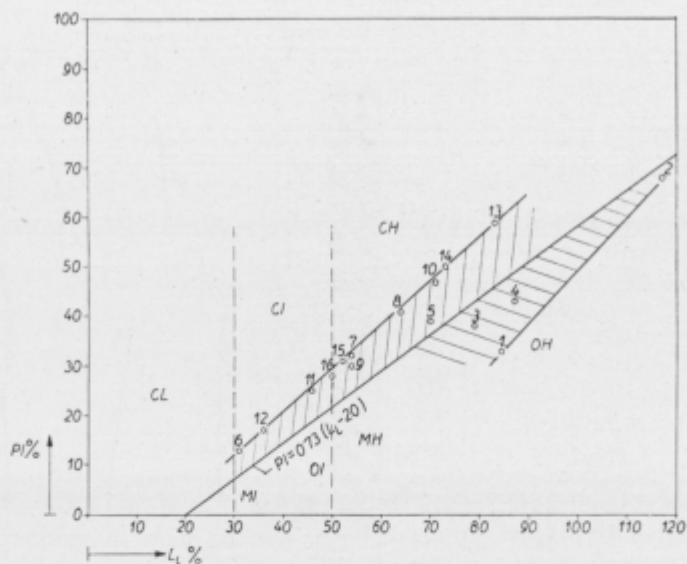
V sondažnem profilu na sliki 1 so zemeljske plasti označene s simboli klasifikacije, ki jo je l. 1948 objavil prof. A. Casagrande in jo imenuje Airfield Classification (kratica AC). Po njej pomeni znak C glino, znak M melj, znak S pesek in znak G gramoz (ali prod). Priključeni znaki pomenijo: L nizko, I srednjo in H visoko plastičnost; W dobro stopnjevano zrnavost, F čezmerno primes drobnih frakcij, ki pripadajo melju (F_s) oziroma glini (F_c). Šoto predstavlja znak Pt, organske gline pa znak O. Profil je sestavljen po podatkih laboratorijskih geomehanskih raziskav.

Na profilu na sliki 1 so s številkami 1 do 16 označeni tisti vzorci, ki so bili preiskani v laboratoriju.



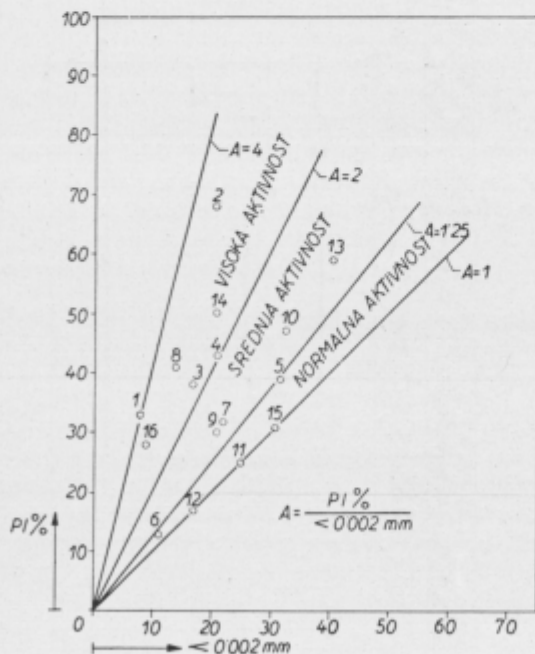
I. sl. Osnovne geotehnične značilnosti sedimentov vrtine BV-1

Fig. 1. Fundamental geotechnical characteristics of the sediments from the bore hole BV-1



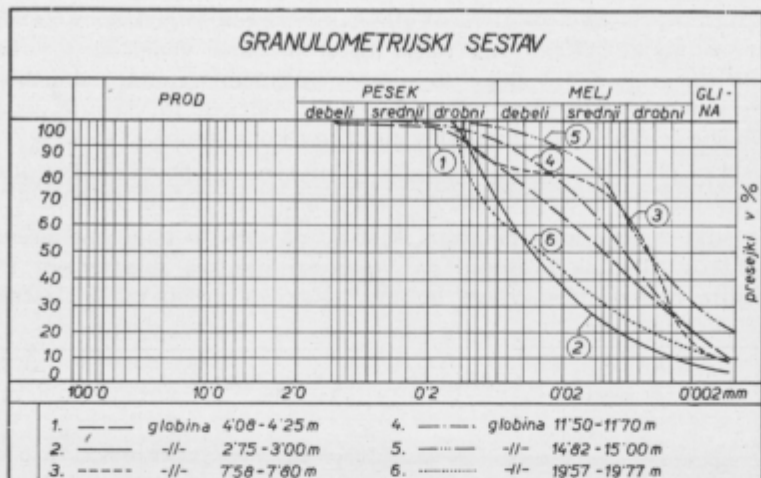
2. sl. Odvisnosti med mejo židkosti (L_L) in indeksom plastičnosti (PI)

Fig. 2. Relations between liquid limit (L_L) and plasticity index (PI)



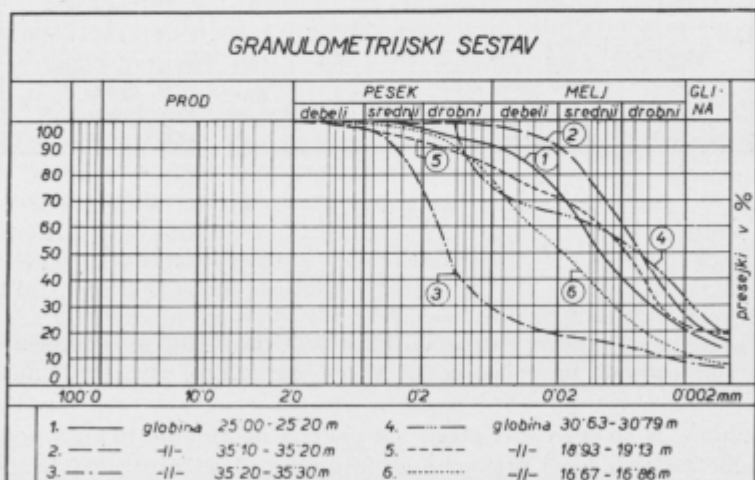
3. sl. Aktivnost sedimentov

Fig. 3. Activity of the sediments



4. sl. Granulometrijska sestava vzorcev jeder iz različnih globlin vrtine BV-1

Fig. 4. Particle size distribution of the core samples from various depths of the bore hole BV-1



5. sl. Granulometrijska sestava vzorcev jeder iz različnih globlin vrtine BV-1

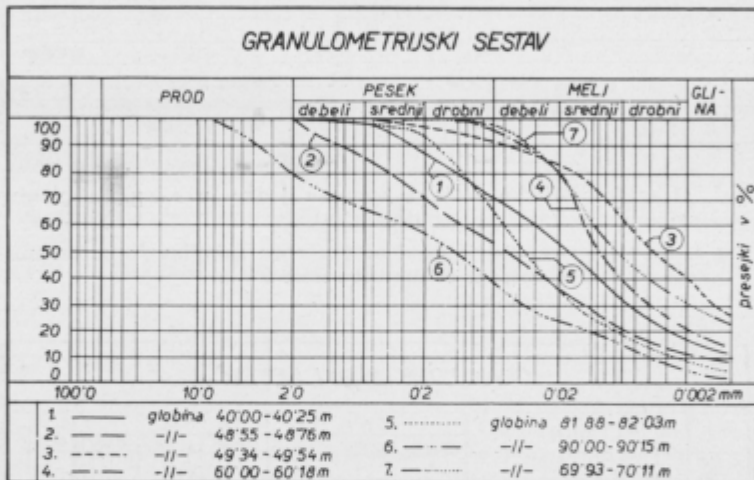
Fig. 5. Particle size distribution of the core samples from various depths of the bore hole BV-1

Plastičnost

Rezultati preiskav plastičnosti glinastih vzorcev so prikazani na sliki 1. Podane so meje židkosti L_L , to je tista množina vode, ki jo vsebuje zemljina na prehodu iz židke (tekoče) v plastično (gnetno) konsistenco, in meje plastičnosti P_L , to je tista množina vode, ki jo vsebuje zemljina na prehodu iz plastične (gnetne) v poltrdno konsistenco.

Visoke plastičnosti, ugotovljene predvsem v površinskih plasteh, opozarjajo, da so tla v plastičnem stanju zelo stisljiva in drsljiva.

Na sliki 2 podajamo diagram, kjer so na absciso nanesene vrednosti meje židkosti L_L , na ordinato pa vrednosti indeksa plastičnosti PI , ki predstavlja razliko med vlago ob meji židkosti in ob meji plastičnosti



6. sl. Granulometrijska sestava vzorcev jeder iz različnih globin vrtine BV-1

Fig. 6. Particle size distribution of the core samples from various depths of the bore hole BV-1

($PI = L_L - P_L$). Premica z označbo $PI = 0,73$ ($L_L - 20$) podaja razmejitev med vrstami glin C na eni in melji M ter organskimi glinami O na drugi strani.

Vidimo, da so prve štiri plasti (od površja do globine 13 m) v področju z označbo OH; so torej organske glin visoke plastičnosti. Od te globine navzdol so glin anorganske, in sicer srednje (I) in visoke (H) plastičnosti. Zanimivo je, da leže skoraj vsi v ta diagram naneseni rezultati na premici, ki je razmejitveni premici skoraj vzporedna. To dejstvo daje slutiti, da so usedline podobnega geološkega izvora.

Na sliki 3 podajamo razmerje med indeksom plastičnosti PI in odstotkom glinastih zrn manjših od 0,002 mm. Razmerje je uvedel Skempton

(1953) in ga imenuje aktivnost. Glede na njegovo delitev so glinaste usedline iz vrtine normalno do visoko aktivne.

Visoka aktivnost predvsem površinskih glinastih plasti potrjuje že s preiskavo plastičnosti ugotovljeno dejstvo, da vsebujejo te plasti precej organskih primesi. Takšne gline so zelo porozne in zato zelo stisljive.

Specifična teža

Specifična teža trdne sestavine je bila določena na vseh 16 vzorcih. Rezultati preiskav so prikazani na sliki 1.

Zrnavost

Preiskave zrnavosti so bile za glinaste vzorce pripravljene z Bouyoncos-Casagrandejevo sedimentacijsko metodo, za glinasto peščene vzorce pa kombinirano s sejanjem in s sedimentiranjem. Rezultati analiz so razvidni iz krivulj zrnavosti na slikah 4, 5 in 6.

Povzetek

Za karakteristične vzorce iz vrtine BV-1 so podani rezultati laboratorijskih geomehanskih preiskav plastičnosti, specifičnih tež in zrnavosti.

Rezultati preiskav kažejo, da so tla v plastičnem stanju predvsem v površinskih plasteh zelo stisljiva, drsljiva ter zmerno do zelo aktivna.

SOME GEOTECHNICAL PROPERTIES OF SEDIMENTS FROM THE BORE HOLE BV-1 ON LJUBLJANA MOOR

In this paper the results of laboratory investigations of normally consolidated lacustrine clay from the bore hole BV-1 located on Ljubljana Moor between Podpeč and Notranje Gorice villages are given. Fig. 1 shows the section of the cored sediments and their liquid limit (L_L), plastic limit (P_L), and specific gravity (γ_s) variations with depths. Fig. 2 shows plasticity characteristics of the sediments, Fig. 3 sensitivity of clay, and Figs 4 to 6 particle size distribution. In the upper part of the bore hole the sediments are very compressible and highly plastic and their shear strength is very low.

GEOLOŠKA ZGRADBA JUŽNEGA DELA LJUBLJANSKEGA BARJA IN NJEGOVEGA OBROBJA

Stanko Buser

S 4 slikami med tekstom in z 2 slikama v prilogi

Uvod

V razpravi obravnavamo južni del Ljubljanskega barja z barskimi osamelci in njegovo obrobje, ki se ponekod strmo dviga in je razrezano z globokimi in ozkimi dolinami. Borovniška dolina loči na zahodu ležečo Logaško planoto od vzhodno ležečega krimskega hribovja. Slikoviti Iški Vintgar deli krimsko in mokrško hribovje. Želimeljska dolina sega v dinarski smeri daleč v južno zaledje Barja in deli mokrško hribovje od Dolenjskega hribovja. Jugovzhodno obrobje Barja prehaja prek Šmarskega suhega podolja v Grosupeljsko polje.

Barje ima po svojih hidrografskih značilnostih v južnem delu značaj kraškega polja. Vode pritekajo na barsko ravnino nadzemno in v številnih kraških izviri, nanizanih ob obrobju od Ligojne na zahodu do Šmarja na vzhodu. Barsko površje predstavlja danes več ali manj verno sliko nekdanjega jezerskega dna. Nivo Barja se je zaradi intenzivnega odstranjevanja šotne plasti močno znižal. Poleg tega v tem delu tektonski procesi še vedno trajajo in je intenzivno grezanje celotne barske kotline dokazano z nivelacijskimi merjenji. Površje Barja je skoraj ravno in imajo po njem tekoče vode le neznaten padec, zato je ozemlje močno zamočvirjeno in ob daljših deževnih dobah nastopajo poplave.

Južno od Barja ležeče hribovje je sestavljeno predvsem iz mezozojskih dolomitov in apnencev, zato je v tem delu le malo površinsko tekočih voda. Povečini zakraselo površje pokrivajo veliki gozdovi, ki jih je človek izkrčil le ob manjših naseljih.

Dosedanje geološke raziskave

Najstarejši geološki podatki za to območje so na Lipoldovi manuskriptni geološki karti Višnja gora—Cerknica v merilu 1:75 000 iz leta 1858.

Stache je podal 1859. leta v svoji razpravi le splošne stratigrafske razmere na območju južno od Barja.

Hauer je izdal leta 1873 pregledno geološko karto vzhodnih alpskih dežel Avstro-Ogrske monarhije. Poleg stratigrafskih členov, ki jih pozna že Lipold, je Hauer ločil že guttensteinske apnence.



1. sl. Miniaturno kraško polje Ponikve pri Preserju
Fig. 1. Miniature Polje of Ponikve at Preserje village

Konec prejšnjega stoletja se je z načrtom osušitve Barja bavil Podhagsky. Izdelal je nivelacijsko karto z izohipsami na 1 m. Izvedel je 749 ročnih vrtin na Barju in je rezultate svojih raziskav obdelal v neobjavljenem poročilu leta 1882.

Stache je v razpravi iz leta 1889 prvič omenil jurske apnence na krinskem območju, ki jih je primerjal s podobnimi apnenci Južnih Tirolov. Razpravi je priložena geološka karta, ki pa se bistveno ne razlikuje od Hauerjeve karte.

Kramer je v letu 1905 precej izčrpno obdelal v svoji razpravi in priloženi karti geološke razmere Barja in njegovega zaledja. Na geološko karto je vnesel mnogo novih podatkov, med njimi tudi jurske sklade na območju krimskega hribovja.

Kossmat (1909) se je v mnogih svojih delih dotaknil zgradbe Barja in njegovega obrobja z naravi in večjimi prelomi. Pomembna je njegova geološka karta Ajdovščina—Postojna v merilu 1:75 000, ki obsega tudi skrajni zahodni del Barja.

Waagen (1914) je posebno s hidrografskega stališča raziskal območje od južnega roba Barja do Kolpe. V svojem delu je omenil tudi jurske sklade. Natančneje je razčlenil triadne plasti.

Leta 1933 je izšla Vettersova geološka karta Avstrije in sosednjih ozemelj v merilu 1:500 000, ki ima mnogo popravkov starejših podatkov in v precejšnji meri ustreza stvarnemu stanju. Leta 1937 je izdal k njej obširen tolmač.

Slebinger se je tudi ukvarjal s stratigrafijo in tektoniko južnega obrobja Barja, njegovi izsledki pa so podani samo v rokopisu leta 1952.

Ramovš je raziskoval ozemlje okolice Borovnice in svoje izsledke z geološko karto objavil leta 1953. Posebno natančno je obdelal kasianske in rabeljske sklade pri Borovnici.

Germovšek je leta 1955 objavil rezultate svojega raziskovanja južnovzhodnega obrobja Barja. Posebno natančno je obdelal vse stratigrafske člene in zgradbo tega območja. Ni pa ločil dolomitov srednje in zgornje triade.

Rakovec je izdal več del o geologiji območja Ljubljane. Leta 1955 je izšlo njegovo obsežno delo, ki mu je priložena tudi geološka karta.

Berce je podal 1955. leta poročilo o preiskavah rudišča Pleše pri Škofljici. Posebno zanimive so ugotovitve o zgradbi okolice rudišča.

Leta 1959 so vrtali na Barju blizu Podpeči, leta 1962 pa pri Črni vasi. Namen vrtanja je bil predvsem ugotoviti globino skalnate podlage ter debelino in sestavo pleistocenskih in holocenskih sedimentov.

Stratigrafski opis

Na kartiranem ozemlju smo našli kamenine vseh geoloških dob od karbona do holocena. Pri tem pa moramo pripomniti, da je starost permskih plasti problematična.

Karbon

Karbonski sedimenti so razširjeni na barskih osamelcih v zahodnem in vzhodnem delu Barja, dalje v okolici Škofljice, okoli vasi Klada jugovzhodno od Iga in v Želimeljski dolini.

V karbonskih plasteh na tem območju nismo našli fosilnih ostankov. Na bližnjem Ljubljanskem gradu so v podobnih sedimentih najdeni fosilni ostanki praproti *Neuropteris tenuifolia* Ett. in preslice *Calamites* sp. Po tem lahko sklepamo, da so sedimenti nastali v karbonu, natančneje starosti pa ne moremo določiti. V zadnjem času je uspelo Ramovšu (1962) na podlagi fosilov dokazati, da spadajo podobne plasti na območju Ortneka v trogkofelsko stopnjo srednjega perma. Prav verjetno je, da je vsaj del plasti, če ne že vse, ki smo jih doslej imeli za karbonske na območju Posavskih gub, enake starosti.

Plasti karbona so razvite v obliki sivega glinastega skrilavca in kremenovega sljudnega peščenjaka, ki se običajno menjavata med seboj ali pa postopno prehajata eden v drugega. Svež peščenjak je običajno temno siv, preperel pa je rjavkast. Zrna v peščenjaku so zaobljena ali tudi nezaobljena, velikosti 0,1 do 4 mm. Večkrat je opaziti, da preide debeleje zrnat peščenjak v konglomerat. Med zrni prevladuje kremen (45 do 55 %).

Poleg kremena nastopajo še glinenci (3 do 4 %) in sljude (3 do 4 %). Poleg tega vsebuje peščenjak še neprosojno organsko substanco.

Glinasti skrilavec je svež temno siv, preperel pa svetleje siv, včasih tudi rahlo rdečkast. Pod polarizacijskim mikroskopom ga ni moči raziskati zaradi premajhne velikosti zrn. Skrilavec je večkrat kloritiziran in sericitiziran in ima zato svilnat videz.

Pri vasi Klada jugovzhodno od Iga izdanja izpod triadnih kamenin kremenov konglomerat. Prodniki v konglomeratu so pretežno iz kremena in črnega lidita, poleg so še prodniki sljudnega peščenjaka in glinastega skrilavca. Vezivo med zrnji je peščeno sljudnato in precej limonitizirano.

Triada

Na kartiranem ozemlju so razvite vse triadne plasti, ki v zgornjem delu prehajajo v jurske sklade.

Werfenske plasti se pojavljajo pri Ligojni, na barskih osamelcih, nadalje med Rakitno in Zilcami (Sv. Vidom) in južno od Škofljice.

Na večjem delu je moči razlikovati spodnje in zgornjowerfenske plasti. Samo južno od Škofljice je ta delitev otežkočena.

Spodnje in zgornjowerfenske plasti so povečini določene s fosilnimi ostanki, delno pa po stratigrafskem položaju. V spodnjewerfenskem sljudnem peščenjaku se dobe školjke *Claraia clarae* Emmrich, *Pseudomonotis (Eumorphotis) venetiana* Hauer, *Anodontophora fassaensis* Wiss. V rožnatem in sivem oolitnem apnencu srednjega werfena najdemo številne majhne polžke *Holopella gracilior* Schauroth. V zgornjewerfenskem lapornatem apnencu in skrilavcu je na več mestih najden polž *Natiria costata* Münster. V tem lapornatem apnencu so tudi značilne podolgovate in okrogle apnene tvorbe, podobne fukoidom v flišu.

V spodnjem werfenu se svetlo do temno siv ali bel dolomit menjava s tanjšimi in debelejšimi plastmi sljudnega skrilavca in peščenjaka. Dolomit je ponekod ooliten; mnogokrat postopno prehaja v peščenjak in v sljudni skrilavec. Svež peščenjak je svetlo siv, preperel pa svetlo rjav in močno drobljiv. Nad dolomitom, ki se menjava s sljudnim skrilavcem in peščenjakom, leži vijoličast sljudni skrilavec. Ponekod se med tem skrilavcem pojavlja peščenjak.

Nad vijoličastim skrilavcem sledi rožnat in siv oolitni apnenec, kot vmesni člen med spodnjim in zgornjim werfenom. Oolitni apnenec ponekod bočno prehaja v vijoličast skrilavec, zato je horizont apnenca na raznih krajih tudi različne debeline.

Na oolitnem apnencu leži skladovit dolomit, ki se v spodnjem delu še menjava z vijoličastim skrilavcem. Više postane dolomit svetlejši in se menjava s plastmi sivkasto rjavega peščenjaka, ki vsebuje le malo sljude in se po tem razlikuje od spodnjewerfenskega peščenjaka in skrilavca, ki vsebuje mnogo sljude. Najvišji člen zgornjega werfena tvori lapornat gomoljast apnenec s plastmi lapornega skrilavca. V spodnjem delu tega horizonta se še menjava dolomit z apnencem. Gomoljaste apnenčeve konkrecije so tudi v lapornatem skrilavcu, ki je zaradi tega brečast. Horizont lapornega gomoljastega apnenca je značilen za najvišji zgornje-

werfenski oddelek in je enako razvit v okolici Ligojne in jugovzhodno od Rakitne.

Srednja triada se pričenja z anizično stopnjo, razvito v obliki mendolskega dolomita.

Mendolski dolomit se vleče v ozkem pasu zahodno od Ligojne. Anizične starosti je tudi del dolomita ob werfenskih plasteh jugovzhodno od Rakitne. Možno je, da pripada tej stopnji tudi del dolomita na jugovzhodnem obrobju Barja.

Starost mendolskega dolomita je določena na podlagi zaporedja plasti. Zahodno od Ligojne preide zgornjewerfenski apnenec v mendolski dolomit, v katerem ni nobenih fosilnih ostankov.

Mendolski dolomit je v spodnjem delu siv, više pa postane svetlejši, skoraj bel. Dolomit je povečini masiven, le poredko debelo skladovit. Kroji se paralelepipedsko. Na kontaktu z zgornjewerfenskim apnencem vsebuje še vključke lapornatega skrilavca.

Spodnji del ladinske stopnje — buchenstein — verjetno na tem območju sploh ni zastopan. Našli smo le sklade, ki smo jih uvrstili v wengen in kasian.

Wengenske plasti nastopajo zahodno od Žilc, pri Mikcih nad dolino Iške in pri vasi Kremenica jugovzhodno od Iga. Možno pa je, da je del wengenskih plasti razvit v obliki dolomita, ki je na videz kasianski. V primeru, da to drži, imajo wengenski skladi precej večjo razširjenost.

Fosilnih ostankov nismo našli, zato smo starost wengenskih kamenin določili le po litološki sestavi in delno po položaju.

Vzhodno od Mikcev nastopata dolomitni konglomerat in temen, skoraj črn dolomit, ki vsebuje gomolje in plasti rožencev. Zahodno od Žilc se pojavljata porfirit in njegov tuf. Lege porfiritna in tufa ne moremo točno določiti, ker izdanjata le na majhni površini. V potoku severozahodno od Žilc se vidi, da se menjavajo približno 1 m debele plasti porfiritna s približno enako debelimi plastmi tufa, kar kaže na periodične izlive magme.

Svež porfirit je modrikasto siv in precej trden. Vsebuje 1 mm velike vtrošnike. Osnova kamenine je mikrokristalna. Kot vtrošniki nastopajo glinenci in maloštevilni kristali biotita. Glinenci so v glavnem sveži in pripadajo srednjemu andezinu. Porfiritni tufi se že na zunaj ločijo od porfiritna. Običajno so rumenkasto zeleni. Poleg plagioklazov nastopata še sericit in kalcit.

Pri vasi Kremenica je v spodnjem delu wengenskih skladov temno siv dolomit, na njem pa rjavkasto zelen drobnozrnat tuf, spremenjen že skoraj v glino. V tufu ni moči dobiti sveže kamenine za petrografsko preiskavo. Med tufom so v zgornjem delu vložki temno sivega roženca, ki dosežejo debelino tudi do 50 centimetrov.

Dolomitni konglomerat v spodnjem delu wengenskih skladov kaže na erozijsko fazo na meji anizične in ladinske stopnje. Wengenske usedline imajo sorazmerno majhen obseg, delno zato, ker že prvotno niso bile odložene na vsem kartiranem ozemlju, delno pa jih je odstranila erozija.

Kasianske plasti zasledimo v prekinjenih manjših pasovih ali krpah na vsem kartiranem ozemlju. Največji obseg imajo pri Ligojni, Borovnici

in jugozahodno od Rakitne. Precejšnjo površino zavzemajo tudi na jugovzhodnem obrobju Barja.

Kasianske kamenine so dokazane z lepo ohranjenimi ostanki alge *Diplopora annulata* Schafh., ki jo nahajamo na vsem območju v apnencu in dolomitu. Apnene alge dobimo najlaže na izluženi površini apnenca in dolomita. Ohranjene so nekaj centimetrov dolge stene cevč, notranjost pa zapolnjuje apnenec ali dolomit. Ostanki alg so v apnencu bolj pogostni kot v dolomitu.

Glavna kamenina je drobnozrnat dolomit. Povečini je dolomit neskladovit, razen tam, kjer se menjava z apnencem. Med trdnejšim dolomitom so ponekod peščene dolomitne plasti. Na takih mestih so običajno odprte manjše jame, v katerih kopljejo pesek.

V zgornjem delu se pojavljajo med dolomitom debelejše ali tanjše plasti svetlo sivega in rahlo rožnatega apnenca. Debelina apnenih vključkov se vertikalno in horizontalno precej spreminja.

Karnijsko stopnjo zastopajo pestro razviti rabeljski skladi. Največji obseg zavzemajo severno od Vrhlike in pri Borovnici, na jugovzhodnem obrobju pa jih je manj. V okolici Rakitne nastopajo rabeljske kamenine ob prelomih.

Starost rabeljskih skladov je določena po njihovi legi in značilnem litološkem značaju kamenin. Južno od Borovnice vsebuje apnenec ostanke majhnih megalodontov. Rabeljski skladi leže na kasianskem diplopornem apnencu in dolomitu ter pod dolomitom noriško-retske stopnje; s tem je z gotovostjo določena njihova starost.

Ponekod lahko ločimo rabeljske sklade po litološki sestavi na tri dele.

V spodnjem delu prevladuje značilno vijoličasto rdeč skrilavec v menjavi s peščenjakom in konglomeratom, ki ga sestavljajo prodniki apnenca, dolomita, kremena, jaspisa, roženca in porfirita. Poleg skrilavca in konglomerata nastopa še rjavkasto zelen tufit, ki vsebuje ob useku železniške proge južno od Borovnice večje zoglenele rastlinske ostanke. Zahodno od Ligojne leži na bazi vijoličastega skrilavca oolitna železno-boksitna ruda. V podlagi boksita so na Kopitovem griču pri Borovnici glineno,tufske kamenine. Ruda nastopa v plasteh in lečah. Kemična analiza dveh vzorcev iz Borovnice in Rakitne je naslednja:

	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Vlaga	Zarilna izguba
	v %					
Borovnica	8,60	1,86	15,74	59,93	0,74	12,73
Rakitna	13,33	2,08	17,27	53,25	1,28	12,67

Srednji del rablja predstavlja pri Borovnici temno siv, delno črn apnenec, ponekod precej lapornat z lapornoglinenimi vložki. V njem so pogostni ostanki majhnih megalodontov. Apnenec srednjega dela rablja ni razvit povsod.

Zgornji del rablja tvori dolomit, ki se menjava z glinastim skrilavcem ali skrilavo glino. Plasti dolomita so debele do 1 metra, vmesne skrilave plasti imajo nekaj manjšo debelino. Pri Ligojni vsebuje na nekaterih

mestih dolomit, ki se menjava z glinastim skrilavcem, gomolje ali plasti roženca.

Vprašanje je, če pripada rablju ves horizont dolomita, ki se menjava z glinastim skrilavcem. Rabeljske kamenine so se odlagale v različnih pogojih; zato so nastajali nehomogeni sedimenti kot je menjavanje dolomita in glinastega skrilavca. V začetku noriške stopnje so sedimentacijski pogoji postali enotnejši; takrat so se pričeli odlagati debeli skladi glavnega dolomita. Mejo med rabljem in glavnim dolomitom postavimo torej tam, kjer se med dolomitom ne pojavljajo več plasti glinastega skrilavca.

V razvoju rabeljskih sedimentov na zahodnem in vzhodnem obrobju Barja praktično ni nobene razlike. O razliki sicer piše Germovšek (1955, 236), vendar jo opazimo le v smeri sever — jug in ne v smeri vzhod — zahod.

Med kasianskimi in rabeljskimi skladi je na vsem kartiranem območju erozijska diskordanca izražena v brečah in navaljenih blokih v bazi rabeljskih sedimentov. Kamenine spodnjega rablja so nastajale v plitvejšem morju, ki se je v srednjem in zgornjem delu rablja poglobilo.

Zaradi pomanjkanja fosilnih ostankov se ne da ločiti dolomit noriške od dolomita retske stopnje. Ker triadni skladi postopno prehajajo v jurske, je s tem z gotovostjo dokazano, da je zastopana tudi retska stopnja. Obe stopnji sta razviti v obliki glavnega dolomita.

Glavni dolomit zavzema velike površine na Logaški planoti in na krimsko-mokrškem hribovju ter na jugovzhodnem obrobju Barja. Poleg tega je verjetno še večji južni del barskega dna iz glavnega dolomita. Del dolomita ob werfenskih plasteh jugovzhodno od Rakitne pripada najbrž tudi glavnemu dolomitu.

Starost dolomita je dokazana s fosilnimi ostanki in ponekod po legi in litološki sestavi. V dolomitu smo našli številne primerke megalodontov z vrsto *Megalodus triqueter* Wulf. Zastopanih je še več drugih vrst, vendar so ohranjena le kamena jedra. Poleg megalodontov so pogostni tudi polži vrste *Worthenia solitaria* Benn. Zelo značilne so še alge z vrsto *Sphaerocodium bornemanni* Rothpletz. Plast z algami je debela komaj okoli 1 meter. Alge so kamenotvorne in lepo izstopajo na sprani površini dolomita. Čeprav te alge niso vodilne samo za glavni dolomit, se na kartiranem območju pojavljajo samo v enem konstantnem horizontu, ki je na terenu vodilni orientacijski horizont. Plast z algami se pojavlja bolj v srednjem delu glavnega dolomita, in sicer malo nižje, kot plast z megalodonti.

Glavni dolomit je značilno pasovit; sestavljajo ga temnejši in svetlejši pasovi, široki nekaj milimetrov. V spodnjem delu, nad rabljem, so pasovi večinoma drobno nagubani, v zgornjem delu pa so ravni. Pasovi so vzporedni s skladovitostjo. V zgornjem delu je med pasovitim dolomitom še bel drobnozrnat dolomit, ki je podoben kasianskemu. V tem zrnatem dolomitu dobimo običajno megalodonte.

Pasovitost je posledica različne zrnivosti dolomita in primesi. Mikrokristalni pasovi s primesjo glinice so temnejši, drobnozrnati pa svetlejši. V temnejših, mikrokristalnih pasovih, so pogostni ostanki mikroorga-

nizmov, ki jih v svetlejših pasovih ni. Verjetno so prav mikroorganizmi imeli precejšen pomen pri tvorbi tako značilne pasovitosti, ki je v glavnem dolomitu regionalen pojav na večjem delu slovenskih Dinaridov.

Jura

Jurske sklade smo po fosilnih ostankih in legi razdelili v liadne, doggerske in malmske. Po litološki sestavi se plasti iste starosti na raznih mestih med seboj delno razlikujejo, fosilni ostanki pa so povsod enaki. Na vsem obsegu kartiranega ozemlja so jurski skladi v kraškem razvoju, ki se po fosilih in litološki sestavi loči od bližnjega severno ležečega alpskega razvoja.

Skladi spodnje liade leže konkordantno na zgornjetriadnem dolomitu, ki ga spremljajo v ozkem pasu od Vrhnike prek Logaške planote do Cerkniškega jezera. Večji obseg zavzemajo spodnjeliadne plasti na južnem obrobju Barja na območju krmsko-mokrškega hribovja.

Zaradi pomanjkanja fosilnih ostankov smo spodnjeliadne sklade določili le na podlagi stratigrafskega zaporedja plasti. Srednjeliadne plasti pa so dokazane s fosili. Med Jezerom in Tomišljem pri Podpeči vsebuje apnenec nedoločljive ostanke apnenih alg in tekstularije.

V glavnem imamo v spodnji liadi siv zrnat dolomit in menjavanje svetlo sivega apnenca z zrnatim dolomitom. V pasu med Vrhniko in Cerkniškim jezerom je razvit samo dolomit. Dolomit je temno siv, drobnozrnat, v splošnem precej bituminozen in tanko do debelo skladovit. V krmsko-mokrškem hribovju se v spodnji liadi menjavata svetlo siv apnenec in svetel zrnat dolomit. Ponekod prevladuje apnenec, drugod dolomit.

Plasti spodnje liade večidel spremljajo srednjeliadni skladi. Vlečejo se v strnjenem pasu od Vrhnike proti Cerknici. Nadalje jih zasledimo na območju krmskega hribovja, kjer so razkosani s prelomi.

Srednjeliadne plasti so zelo bogate s fosilnimi ostanki. Najpogostnejši vodilni fosili so školjke iz skupine litiotid, ki se pojavljajo v tako velikih množinah, da so kamenotvorne. Horizont z litiotidami je stalen. Bele lupine litiotid vedno lepo izstopajo v črnem apnencu in dolomitu. Na južnem robu Barja se dajo iz glinenih plasti izluščiti cele lupine, po katerih je sklepati, da je zastopanih več vrst, ki pa še niso določene. Poleg litiotid smo našli megalodontne vrste *Pachymegalodus chamaeformis* Gümb. Številni so še brahiopodi z vrstami *Terebratula rotzoana* Schaubert in *T. renieri* Catullo. V plasteh z litiotidami smo določili makroforaminifero *Orbitopsella praecursor* Gümb. Tudi ta foraminifera je stalen spremljevalec horizonta z litiotidami.

Srednjeliadne plasti sestavlja temno siv do črn gost apnenec z vložki oolitnega apnenca. Ponekod pa se apnenec menjava z dolomitom. Lupine litiotid se pojavljajo v apnencu in dolomitu. Ponekod so med plastmi apnenca glineno-lapornate plasti.

Siv gost apnenec na desnem bregu Iške vzhodno od vasi Iška je imel G e r m o v š e k za rabeljski; tako je označen tudi na R a k o v č e v i



2. sl. Bele lupine školjk litiotid v podpeškem kamnolomu
Fig. 2. White shells of *Lithiotis* in the limestone quarry of Podpeč

geološki karti (1955). V tem apnencu smo našli številne litiotide, ki pričajo o njegovi srednjeliadni starosti.

Med srednjeliadnimi in malmskimi plastmi leži debela serija apnenca in dolomita, ki ne vsebuje nobenih vodilnih fosilov. Te plasti smo prišteli na podlagi lege v zgornjo liado in dogger. Razprostirajo se v širokem pasu od Vrhnike proti Cerknici, velik obseg imajo tudi na območju krimskega hribovja.

Na Logaški planoti je iz te dobe razvit siv gost skladovit apnenec, ki se menjava z oolitnim apnencem. V srednjem delu prevladuje siv gost apnenec. Tudi na krmskem hribovju se menjavata siv gost in oolitni apnenec. Zahodno od Vrhnike nahajamo plasti, ki vsebujejo velike oolite s premerom do 15 milimetrov. To je značilni horizont doggerja, ki se razteza od Trnovskega gozda vseskozi prek Notranjske na Dolenjsko. Med Podpečjo in Preserjem leži nad srednjeliadnim apnencem svetlo siv ali bel dolomit s poredkimi vložki temno sivega oolitnega apnenca. Dolomit je drobnozrnat in neskladovit. Pri Podpeči izkoriščajo ta dolomit za žganje apna. Tudi zahodno od Vrhnike se pojavlja med oolitnim apnencem siv zrnat dolomit, ki zavzema večjo površino.

O apnencu na Kostajncevem griču nad Tomišljem južno od Barja pravi Rakovec (1955, 32), da pripada malmu (titonu).

Apnenec oziroma dolomitni apnenec vsebuje številne ostanke krinoidov in kolonijskih koral, ki jih je Germovšek verjetno imel za hidrozoje; o njih poroča tudi Rakovec (1955). Tik pod temi dolomitnimi apnenci s krinoidi in koralami leži konkordantno temno siv srednjeliadni apnenec s številnimi litiotidami. Lepo se vidi postopen prehod srednjeliadnega apnenca v zrnat dolomitni apnenec, ki bi naj predstavljal malmske sklade. V tem delu ni najti nobenih sledov kakšne regresije, o kateri poroča Rakovec (1955, 122 do 123), temveč imamo neprekinjeno sedimentacijo od triade prek vse jurske dobe do zgornje krede. Po tem sodeč pripada apnenec na Kostajničevem griču zgornji liadi, ali kvečjemu spodnjemu doggerju.

Malmske sklade smo razdelili na podlagi fosilnih ostankov na dva dela: spodnji ustreza oxfordu in spodnjemu kimmeru, zgornji pa zgornjemu kimmeru in titonu.

Skladi spodnjega dela malma se vlečejo v ozkem neprekinjenem pasu od Snežnega griča zahodno od Vrhnike do Ivanjske rebri na jugu. Del svetlih apnencev med Preserjem in Borovnico verjetno tudi pripada temu oddelku, vendar tega zaradi pomanjkanja fosilov nismo mogli dokazati.

Starost teh skladov je dokazana v spodnjem delu s hidrozojem *Cladocoropsis mirabilis* Felix, ki je sedaj prvič najden v Sloveniji. V zbruskih apnenca smo našli foraminifere: *Choffatella* cf. *peneropliformis* Yabe and Hanzawa, *Nodosaria* sp. in miliolide. Poleg teh se dobe še alge *Coscinoconus alpinus* Leupold, *C. conicus* Maslov, *C. pagodaeformis* Maslov. Poleg mikrofosilov so pogostni še hidrozoji, korale in polži z rodом *Nerinea* sp.

Spodnji del malma sestavlja temno siv apnenec s kladokoropsisi, nad njim pa leži svetlo siv oolitni apnenec s hidrozoji.

Skladi zgornjega dela malma potekajo v ozkem pasu v smeri sever-jug od Snežnega griča zahodno od Vrhnike proti Ivanjski rebri.

Stratigrafska pripadnost teh plasti je ugotovljena z algami. V zbruskih apnenca smo našli številne primerke alg *Clypeina jurassica jurassica* Favre, *C. jurassica minor* Kerčmar, *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Acicularia elongata* Carozzi.

Na Kossmatovi karti so ti skladi označeni kot »mejni dolomit« in so prišteti spodnji kredi.

V spodnjem delu malma se menjavata bel zrnat dolomit in svetlo siv apnenec. Malmski dolomit se razlikuje od liadnega in doggerskega po tem, da ni bituminozen. Vmesne apnene plasti se horizontalno večkrat izklinjujejo, tako prevladuje na južnem delu kartiranega ozemlja dolomit, na severnem pa apnenec. Ostanki alg so številni v apnencu, v dolomitu pa le redki.

Kreda

Spodnjekredne plasti so razširjene na zahodnem delu kartiranega ozemlja. Raztezajo se v smeri sever-jug od Raskovca, ki leži jugozahodno od Vrhnike, do Planinskega polja.

Starost srednjekrednih plasti je dokazana delno s fosilnimi ostanki delno pa po stratigrafskem zaporedju plasti. V spodnjem delu leži kon-

kordantno na skladih zgornjega malma apnenec z velikimi tintinidami, ki so značilne za spodnjo kreda. Že bolj v zgornjem delu nahajamo školjke *Requienia ammonia* Goldf., *Monopleura* sp. in *Caprina* sp. Poleg teh se dobe še foraminifere z rodom *Orbitolina* sp. V splošnem pa je v spodnji kredi manj fosilnih ostankov kot v zgornji.

Konkordantna lega spodnjekrednih plasti z jurskimi in zgornjekrednimi brez vmesnih breč ali drugih znakov transgresije ali regresije kaže, da imamo v tem delu razvito celotno spodnjo kreda. Vsekakor bo potrebno predvsem mikropaleontološko raziskati apnene plasti, ki leže med malmskimi skladi s *Clypeina jurassica* Fav. in apnencem z rekvienijami.

Spodnjekredni skladi so v spodnjem delu sestavljeni iz svetlo sivega skladovitega apnenca. Nad tem apnencem leži temno siv apnenec z nekaj centimetrov debelimi vložki sivega dolomita. Apnenec in dolomit imata na svežem prelomu močan vonj po bitumenu. Temen apnenec vsebuje rekvienije in pripada torej aptiju in baremiju. Valangij, otrivij in albij pa so prav gotovo razviti v obliki svetlo sivega apnenca, ki leži na zgornjemalmskih skladih.

Zgornjekredne plasti se pojavljajo le na majhni površini na severni strani Planinskega polja.

Te plasti so bogate z odlomki giroplever, kaprinid, radiolitov, hondrodont in pektinid. S tem je dokazana cenomanska in delno tudi turonska stopnja.

Zgornjekredni skladi so iz svetlo sivega, skoraj belega apnenca, ki vsebuje številne ostanke lupin rudistov. Lupine so navadno temnejše od apnenca in zdrobljene. Zgornjekredni apnenec je grebenska tvorba, ki je nastajala na kontinentalnem pragu vzdolž mediteranske geosinklinale.

Kvartar

Kvartarni sedimenti zavzemajo na kartiranem ozemlju veliko površino. Zastopani so pleistocenski in holocenski sedimenti.

Pleistocenski sedimenti so ugotovljeni v opekarniških jamah na Vrhniki, v vrtinah med Notranjimi Goricami in Podpečjo in pri Črni vasi.

Starost pleistocenskih plastih je dokazana s fosilnimi ostanki. V nekdanji Petričevi opekarni na Vrhniki so našli v globini 3 metrov rogovje severnega jelena *Rangifer* sp. Na Viču pri Ljubljani so dobili tudi v opekarni staropleistocenskega losa *Libralces* aff. *gallicus* Azarolli. (Rakovec, 1954.)

Grezanje barske kotline je bilo najbolj intenzivno v času würmske poledenitve. Na območju barske kotline so bile odložene tudi staropleistocenske plasti, ki jih v vrtini med Notranjimi Goricami in Podpečjo ni. Sklepamo lahko, da so bile staropleistocenske plasti odložene na večjem obsegu, a pozneje pred odložitvijo mlajšepleistocenskih plastih erodirane. V vrtini med Podpečjo in Notranjimi Goricami so po ugotovitvah Šerceljja debele pleistocenske plasti iz würmske poledenitve. Starejših plasti od würma v tej vrtini ni zastopanih, čeprav so vrtali do skalne osnove, ki se pojavi na globini 105 metrov. Ostanke sladkovodnih

mehkužcev, ki se dobe v teh plasteh, niso za stratigrafijo večjega pomena, saj iste vrste žive še danes na Barju.

Na Ljubljanskem barju predstavljajo pleistocenske plasti v glavnem gline, ki se v raznih globinah menjavajo s peskom in prodrom. Glina je siva, sivo zelena do rjavkasto siva.

Po značaju sedimentov sodeč, pleistocenske plasti na Ljubljanskem barju niso le jezerski sedimenti, ampak so tudi naplavina tekoče vode. Ozemlje Barja je bilo v pleistocenu samo občasno jezero, povečini pa zamočvirjeno ali samo začasno poplavljenno polje, podobno nekaterim današnjim kraškimi poljem z občasnimi poplavamami.

V holocen prištevamo dolinske nanose rek in potokov ter del jezerskih plasti na Barju.

Fosilni oziroma subfosilni ostanki so dobljeni le v jezerskih plasteh. Najdeni so številni sladkovodni moluski v polžarici (Pavlovac, 1960). Pri številnih arheoloških izkopavanjih na Barju so našli tudi številne ostanke kosti živali, ki so živele v okolici še v času mostiščarjev.

Nanosi ob potokih sestoje v glavnem iz prodra, peska in gline. Na Rakitni je aluvij iz glinasto-peščenih naplavin, ki zadržujejo talno vodo in je svet zato zamočvirjen.

Vode kraškega tipa prinašajo na Barje rjavkasto glino, ki ne vsebuje debelejšega drobirja. Največ drobirja prinaša Iška, ki je pravi hudournik. Iška je s svojim drobirjem ustvarila znani veliki vršaj, ki sega daleč v Barje. Želimeljščica odloži večino drobirja že pred vstopom na barsko ravnino. Prav tako nanaša Borovniščica le malo prodra in peska na Barje, ker ga odloži, še preden doseže barsko ravan. Potoki z območja Škofljice in Lavrice prinašajo s seboj predvsem karbonski peščenjak in skrilavec, s katerim so precej na debelo prekrili ozemlje v okolici Babne gorice.

Holocenske sedimente na Ljubljanskem barju predstavlja pod vrhnjo plastjo črne barjanske prsti ležeče črno rjavo šotno blato, ki sestoji iz rastlinskih in anorganskih snovi. Šota, ki je nekoč prekrivala veliki del Barja, je danes ohranjena le na manjšem obsegu pri Bevkah na zahodnem delu Barja, na vzhodnem delu pa jo dobimo južno od osamelca Grmez in pri Črni vasi. Šotna plast pri Bevkah je debela 2,6 metra. Približno na globini 1 do 2 metra pod vrhnjo plastjo prsti in šotnega blata se prične polžarica, ki jo sestavljajo v glavnem karbonati, vsebuje pa tudi precej glinenih primesi in ostankov moluskov.

Tektonika

Na kartiranem ozemlju ločimo dvoje večjih območij; v severnem imajo tektonski elementi v glavnem smer vzhod — zahod, tj. alpsko smer, v južnem pa prevladuje dinarska smer severozahod — jugovzhod. Na obeh območjih pa se pojavljajo poleg prevladujoče še druge smeri.

Zelo značilno za razločevanje obeh območij je tudi pojavljanje rabljskih, jurskih in krednih skladov. Na južnem območju nastopajo v spodnjem delu rablja klastični sedimenti, v zgornjem pa dolomit, ki se menjava s plastmi glinastega skrilavca. Više si konkordantno slede jurske in kredne plasti v apnenem in dolomitnem razvoju. V severnem območju

pa nastopajo rabeljski skladi še samo blizu meje z južnim območjem, jurske plasti sploh manjkajo, kredni skladi pa so ponekod v razvoju scaglie, ki se razlikuje od kraškega razvoja krede, značilnega za južno območje.

Neposredni stik obeh območij opazujemo le v okolici Škofljice in Smarja, naprej proti zahodu pa ga prekrivajo debele pleistocenske in holocenske plasti Ljubljanskega barja. Mejo predstavlja narivni rob, ki poteka mimo Škofljice preko barskih osamelcev Babna gorica in Grmez. Naprej proti zahodu zasledimo mejo na osamelcih Dobčenica, Plešivica in Kostanjevica. Od tukaj pa preide pri Ligojni na zahodno obrobje Barja.

V severnem območju prevladuje narivna zgradba, v južnem pa grudasta. Obe območji sta po prelomih razkosani na več tektonskih enot:

Poljansko vrhniški nizi segajo na kartirano ozemlje v okolici Ligojne. Po mnenju R a k o v c a (1955, 77) zavzema ta enota ozemlje do preloma, ki poteka od Logatca proti Vrhniki. Jugozahodni del te enote zaradi drugačnega stratigrafskega zaporedja in različnih smeri tektonskih elementov tvori posebno enoto, ki jo poimenujemo zaplanska luska, medtem ko njen jugovzhodni del pripada že vrhniško cerkniški grudi. Južno mejo Poljansko vrhniških nizov predstavljajo prevrnjene triadne plasti pri Ligojni. Starejši rabeljski skladi so severno od Ligojne narinjeni na mlajše rabeljske sklade. Na območju Ligojne so skladi prišli pri narivanju v obrnjen položaj in se prelomili. V tem delu ne moremo zaslediti kakšnih večjih sinklinal ali antiklinal, o katerih poroča R a k o v e c (1955). Plasti potekajo v glavnem v alpski smeri, vendar se pogosto pojavlja tudi dinarska smer. Številni večji in manjši prelomi so zdrobili neplastične dolomite in apnenec.

Zaplanska luska. Imenovali smo jo po kraju Zaplana, ki leži v središču ozemlja. Sestavlja jo v glavnem zgornjetriadni dolomit. Skladi zaplanske luske so narinjeni od zahoda proti vzhodu in jugovzhodu na mlajše jurske in kredne sklade vrhniško cerkniške grude. Na zahodu pa je na zaplansko lusko narinjeno idrijsko žirovsko ozemlje. Severozahodna meja zaplanske luske ima značaj preloma, ob katerem je bila relativno dvignjena iznad poljansko vrhniških nizov. Ob prelomu so prišli na dan rabeljski skladi, ki spremljajo severno mejo luske. Zahodno od Vrhnike je gornjetriadni dolomit narinjen na srednjeliadni apnenec.

Smer plasti v zaplanski luski je prečno dinarska. Njeno južno mejo tvori prelom, ki poteka od Logatca proti Vrhniki. Južno od tega preloma pa so plasti dinarsko usmerjene.

Barska kotlina z osamelci. Barska kotlina je globoko pogreznjena gruda, ki je na debelo pokrita s pleistocenskimi in holocenskimi naplavinami. V tem delu poteka meja med južno ležečim tektonskim območjem, ki pripada Notranji dinarski coni in med severno ležečimi Posavskimi gubami. Pri kartiranju in z geofizikalnimi meritvami v letu 1962 je dokazano, da je v vzhodnem delu Barja narinjen zgornjetriadni dolomit na karbonske plasti. Na osamelcu Babna gorica pri Škofljici nastopa glavni dolomit, sosednji osamelec Grmez pa je iz karbonskega peščenjaka. Z geoelektričnimi meritvami so ugotovili, da leži glavni dolomit pri Babni gorici na karbonskem peščenjaku. Prav tako se pojavlja glavni

dolomit na osamelcih v zahodnem delu Barja na Kostanjevici, Sinji gorici, Blatni Brezovici in Plešivici ter Dobčenici. V tem delu medsebojni odnosi kamenin niso jasno vidni, marsikje pa je možno sklepati, da leže zgornjetriadni skladi neposredno na karbonskih plasteh. Vsekakor obstaja možnost, da so na območju Barja mezozojski skladi narinjeni na karbonske, medtem ko so doslej trdili ravno obratno.

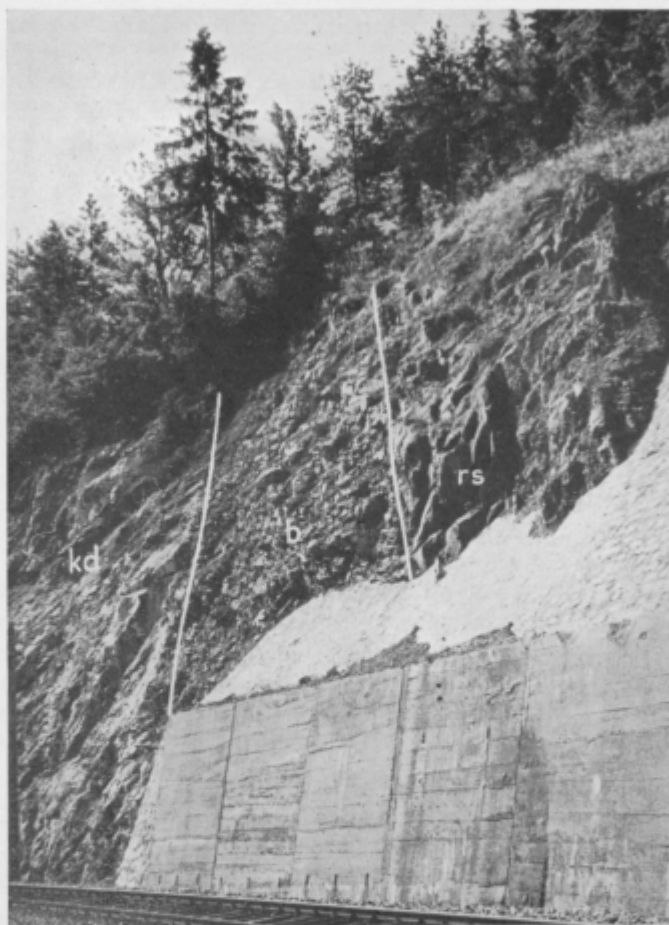
V vrtini med Notranjimi Goricami in Podpečjo so navrtali prav takšen dolomit kot je pri Notranjih Goricah in Podpeči na površini. Pri Podpeči je ta dolomit dokazan kot zgornjetriadni. Tudi v vrtini, ki so jo izvrtali v letu 1962 pri šotišču v Črni vasi, je v podlagi pleistocenskih sedimentov dolomit. Po tem, da sestavlja večji del južnega obrobja Barja zgornjetriadni dolomit, ki se pojavlja tudi na barskih osamelcih in v vrtini, lahko sklepamo, da sestavlja tudi večji južni del dna barske kotline.

Značilno dinarsko usmerjeni prelomi na južnem obrobju Barja se pod debelimi kvartarnimi naplavinami nadaljujejo proti severnemu barskemu obrobju. Zanimive podatke o nadaljevanju teh prelomov nam nudijo geoelektrične meritve v vzhodnem delu Barja. S temi meritvami je bilo dognano, da je debelina kvartarnih naplavin od Škofljice proti zahodu nekako do površinskega toka Iščice majhna in znaša do 50 metrov. Majhno debelino kvartarnih sedimentov v tem delu kaže tudi pojav dolomitnih čeri v strugi potoka, ki teče od Klanca proti Babni gorici. Blizu Iščice se po rezultatih geoelektričnih meritev debelina kvartarnih naplavin proti zahodu zelo hitro poveča. Če iščemo vzroke tej nenadni odebelitvi kvartarnih sedimentov, lepo vidimo, da imamo v tem delu nadaljevanje želimejskega preloma v dinarski smeri. Ta prelom se torej nadaljuje proti severozahodu zahodno od osamelca Grmez in še naprej proti Ljubljani. Dno barske kotline se je na jugozahodni strani tega preloma pogreznilo in leži zato globlje kot na severovzhodni strani. Pod barskimi naplavinami se nadaljuje tudi mišjedolski prelom, ki ga omenja Rakovec (1955, 86). Rezultati geoelektričnih meritev lepo kažejo, da je dno Barja med obema prelomoma pogreznjeno v obliki ozkega tektonskega jarka.

Da se je barska kotlina grezala precej intenzivno, priča velika debelina pleistocenskih in holocenskih sedimentov. Z vrtino med Podpečjo in Notranjimi Goricami so dokazali debelino teh sedimentov 105 metrov, vrtina pri Črni vasi pa je zadela na podlago približno na 117 metrih. Z geofizikalnimi meritvami na vzhodnem delu Barja so dognali, da znaša debelina kvartarnih sedimentov največ do 200 metrov. Nekateri so menja, da je vzhodni del Barja globlje pogreznjen kot zahodni (Rakovec, 1955, 86). Dokler ne bomo poznali debeline kvartarnih usedlin na celotnem Barju, vsaj po podatkih geofizikalnih meritev, so ene ali druge trditve več ali manj brez prave osnove.

Vrhniško cerkniška gruda. Starejši avtorji so imenovali del tega ozemlja Logaška planota ali zahodno krilo borovniške antiklinale, Breznik (1961, 123) pa Logaško bloška planota. Naziv, ki ga tukaj uvajamo, se ne opira več toliko na površinsko obliko, ampak na zgradbo ozemlja. Ozemlje te tektonske enote je bilo ob prelomih dvignjeno oziroma spuščeno; zato naziv gruda docela ustreza.

Vrhniško cerkniška gruda je omejena na vseh straneh s prelomi. Razteza se v širokem pasu v dinarski smeri. Severna meja proti poljansko vrhniškim nizom še ni točno ugotovljena in verjetno poteka ob prelomu pri Ligojni ali po Podlipski dolini. Na severozahodu je na vrhniško



3. sl. Apnena in dolomitna bazalna breča (b) na kasianskem dolomitu (kd) in na bazi rabeljskih skladov (rs)

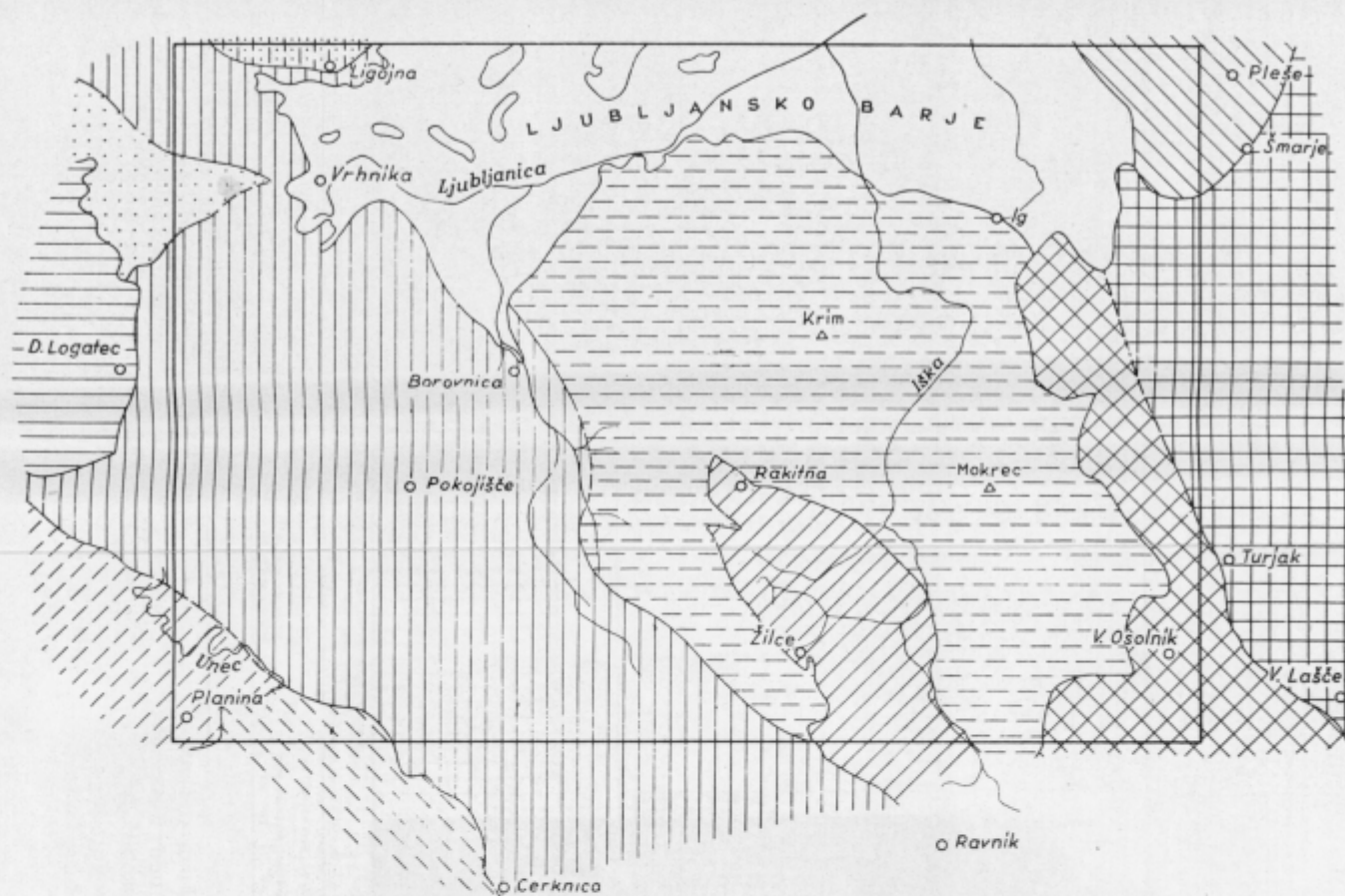
Fig. 3. Calcareous and dolomitic breccia underlain by Cassian dolomite (kd) and Rabelj strata (rs)

cerkniško grudo narinjena zaplanska luska. Zahodna meja poteka ob narivnem robu pri Logatcu, kjer je od zahoda narinjeno idrijsko žirovsko ozemlje. Jugozahodno mejo predstavlja idrijski prelom, ob katerem je bil dvignjen jugovzhodni podaljšek Hrušice. Na vzhodu meji vrhniško cerkniška gruda na zahodno obrobje barske kotlie in dalje na borovniški

GEOLOŠKO ZAPOREDJE PLASTI
V JUŽNEM OBROBJU LJUBLJANSKEGA BARJA
COLUMNAR SECTION
OF THE SOUTHERN BORDERLAND OF LJUBLJANA MOOR

STAROST AGE	LITOLOŠKA SESTAVA LITHOLOGIC COMPOSITION	DEBELINA V METROH THICKNESS IN METERS	OPIS DESCRIPTION
KVARTAR QUATERNARY		120	ALUVIJ ALLOVIUM
		70	JEZERSKI, BARŠKI IN ALUVIALNI SEDIMENTI LACUSTRINE, MOOR AND ALLUVIAL SEDIMENTS
			MUDISTNI APNENEC MUDIST LIMESTONE
SPODNJA KREDA LOW CRETACEOUS		900	TEMNOSIV BITUMINOZNI APNENEC Z VLOŽKI DOLOMITA DARK GREY BITUMINOUS LIMESTONE WITH DOLOMITE INTERCALATIONS
SPODNJA KREDA LOW CRETACEOUS		200	BEL ZRNAT DOLOMIT S PLASTMI APNENCA Z ALGO CLYPEINA JURASSICA WHITE GRANULAR DOLOMITE WITH LIMESTONE BEDS INCLUDING CLYPEINA JURASSICA
20. JURA UPPER JURASSIC		150	OLITNI APNENEC S HIDROZOI DOLITIC LIMESTONE WITH HYDROZOA
20. JURA UPPER JURASSIC		750	DOLITEN IN SIV GOST APNENEC GREY DENSE DOLITIC LIMESTONE
SP IN SR JURA LOW AND MID JURASSIC			ZRNAT DOLOMIT Z VLOŽKI OLITNEGA APNENCA GRANULAR DOLOMITE WITH DOLITIC LIMESTONE INTERCALATIONS
SP JURA LOW JURASSIC		200	SIV GOST IN DOLITEN APNENEC Z LITHOTIDAMI GREY DENSE AND DOLITIC LIMESTONE WITH LITHOTIDAE
SP JURA LOW JURASSIC		200	ZRNAT DOLOMIT Z VLOŽKI BELOSIVEGA APNENCA GRANULAR DOLOMITE WITH WHITISH GREY LIMESTONE INTERCALATIONS
SP JURA LOW JURASSIC			ZRNAT DOLOMIT GRANULAR DOLOMITE
ZGORNJA TRIADA UPPER TRIASSIC		1300	PASOVIT DOLOMIT LAMINATED DOLOMITE
ZGORNJA TRIADA UPPER TRIASSIC		250	DOLOMIT S PLASTMI GLINASTEGA SKRILAVCA INTERCHANGE OF DOLOMITE AND CLAY SHALES
ZGORNJA TRIADA UPPER TRIASSIC		150	APNENEC, LAPORNI SKRILAVEC, DOLOMIT LIMESTONE, MARLY SHALE AND DOLOMITE
ZGORNJA TRIADA UPPER TRIASSIC		30	ROČE SKRILAVCE IN PEŠČENJAK, KONGLOMERAT, BREČA, TUFIT, BOKSIT RED SHALE AND SANDSTONE, CONGLOMERATE, BRECCIA, TUFFITE AND BAUKITE
SREDNJA TRIADA MIDDLE TRIASSIC		300	BEL ZRNAT DOLOMIT Z VMESNIMI PLASTMI BELEGA APNENCA WHITE GRANULAR DOLOMITE WITH WHITE LIMESTONE INTERCALATIONS
SREDNJA TRIADA MIDDLE TRIASSIC		7	BIDITNI PORFIRIT IN NJEGOVI TUF BIDTITE PORPHYRITE AND ITS TUFF
SREDNJA TRIADA MIDDLE TRIASSIC			DOLOMITNI KONGLOMERAT, DOLOMIT Z ROŽENCI, TUF DOLOMITIC CONGLOMERATE, DOLOMITE WITH HORNSTONES AND TUFF
SREDNJA TRIADA MIDDLE TRIASSIC		200	SIV IN BEL MENDOLSKI DOLOMIT GREY AND WHITE MENDOLA DOLOMITE
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC		100	GOMOLJAST LAPORNAT APNENEC, LAPORNAT SKRILAVEC SPHERULITIC MARLY LIMESTONE AND MARLY SHALE
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC		400	DOLOMIT S PLASTMI PEŠČENJAKA DOLOMITE WITH SANDSTONE INTERCALATIONS
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC		40	OLITNI APNENEC, SLJUDNAT IN LAPORNAT SKRILAVEC DOLITIC LIMESTONE, MICACEOUS AND MARLY SHALE
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC		100	VJOLČAST IN RJAV SLJUDNAT PEŠČEN SKRILAVEC VIOLET AND BROWN MICACEOUS SANDY SHALE
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC		100	SLJUDNAT DOLOMIT S PLASTMI SLJUDNATEGA SKRILAVCA MICACEOUS DOLOMITE WITH MICACEOUS SHALE INTERCALATIONS
SPODNJA TRIADA LOWER TRIASSIC			MEŠANJE TEMNOSIVEGA PEŠČENJAKA IN SKRILAVCA, KONGLOMERAT INTERCHANGE OF DARK GREY SANDSTONE AND SHALE, CONGLOMERATE

PREGLEDNA SKICA JUŽNEGA OBROBJA LJUBLJANSKEGA BARJA
GENERAL SKETCH MAP OF THE SOUTHERN BORDERLAND OF LJUBLJANA MOOR



2 1 0 2 4 6 km

- | | |
|---|---|
|  Barska kotlina z osamelci
Moorland with monadnocks |  Vrhniško-cerkniška gruda
Vrhnika-Cerknica fault block |
|  Zaplanska luskasta zgradba
Imbricate structure of Zaplana |  Idrijsko-žirovsko ozemlje
Idrija-Žiri area |
|  Poljansko-vrhniški nizi
Poljane-Vrhnika hills |  Rakitniška gruda
Rakitna fault block |
|  Krimsko-mokrško hribovje
Krim-Mokrc hills |  Južni del Posavskih gub
Southern part of Sava folds |
|  Hrušica
Hrušica mountain |  Ozemlje severozahodne Dolenjske
North western part of Lower Carniola |
|  Rakeško-cerkniška luskasta zgradba
Imbricate structure of Rakek-Cerknica |  Želimeljsko-ortneško naravno ozemlje
Overthrust zone of Želimlje-Ortnik |

prelom, ki poteka v dinarski smeri od Borovnice proti jugozahodu. Ob borovniškem prelomu se je vrhniško cerkniška gruda dvignila nad vzhodno ležeče krimsko hribovje. Proti zahodu je bil dvig vedno manjši in se je verjetno zahodni del grude istočasno pogrezal, ko se je vzhodni del dvigal. Pri Borovnici so se ob prelomu pokazale na dan plasti kasianskega apnenca in dolomita, nad katerimi leže rabeljski skladi. Te plasti tvorijo borovniško antiklinalo. Vprašanje pa je, če antiklinalna zgradba resnično obstaja. Ohranjeno je namreč samo njeno zahodno krilo, vzhodno pa je odrezano po borovniškem prelomu. Vpadi rabeljskih skladov vzhodno od Borovnice se hitro menjavajo, kar je posledica bližine preloma. Možno je, da so se rabeljske plasti ob prelomu lokalno nagubale in zgnetle in smo tako dobili navidezno antiklinalno zgradbo.

Rabeljske plasti postopno prehajajo v zgornjetriadni dolomit, ta pa v jurske sklade. Najmlajše so spodnje in zgornjekredne plasti, s katerimi se na zahodu ta zgradba zaključí. Da je bil vzhodni del vrhniško cerkniške grude dvignjen najvišje, kaže že samo zaporedje plasti, saj se ob borovniškem prelomu pojavijo najstarejši skladi. Na vzhodni strani borovniškega preloma so namreč jurske plasti, ki pripadajo že krimskemu hribovju.

Borovniški prelom je na kartiranem ozemlju eden najdaljših. Ob njem se pojavlja več sto metrov široka zdrobljena cona. Pri Beču in jugo-vzhodno od Krajnc se ob prelomu pokažejo izpod zgornjetriadnega dolomita rabeljske kamenine, ki jasno govorijo za dvig ob prelomu.

Na severozahodnem delu vrhniško cerkniške grude sledimo od Logatca proti Vrhniku v apnencu in dolomitu več zdrobljenih con, ki nam nakazujejo smeri prelomov.

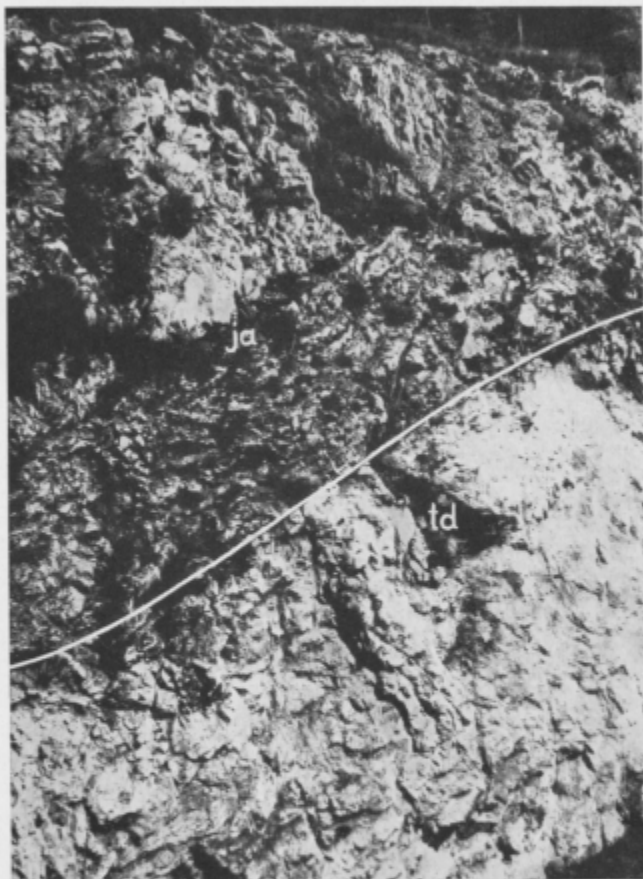
Močnejši prelom poteka od Vrhnike pod Storževim gričem in se nadaljuje še proti severozahodu. Ta prelom predstavlja vzhodni rob nariva zaplanske luske. Verjetno se prelom od Vrhnike nadaljuje pod pleistocenskimi in holocenskimi plastmi Barja mimo Podgore in Bistre proti Borovnici in je nadaljevanje borovniškega preloma.

Rakeško cerkniška luska. Naziv za to tektonsko enoto je uvedel Breznik (1961, 124). Enota obsega dolomitno podolje Unško rakeškega polja in del Cerkniškega polja in je podaljšek Hrušice. Lusko omejujeta na severovzhodu cerkniški prelom, na jugozahodu pa predjamski prelom. Med obema prelomoma je bila luska dvignjena in narinjena proti jugozahodu na javorniško snežniško grudo. Luska se verjetno konča na območju Cerkniškega polja ob združitvi obeh prelomov. Možno pa je, da se idrijski in predjamski prelom v tem delu ne združita, temveč poteka prvi naprej mimo Lipsenja proti Ložu, drugi pa mimo Gorenjega jezera proti Loškemu polju.

Zgornjetriadni dolomit in jurski skladi, ki sestavljajo rakeško cerkniško lusko, so močno zdrobljeni. Zdrobljene cone spremljajo v več metrov širokih pasovih predjamski in idrijski prelom.

Hrušica. Tektonski enoti Hrušice pripada Planinska gora in večji del Planinskega polja (Breznik, 1961, 124). Na severovzhodu omejuje Hrušico idrijski prelom, ob katerem se je dvignila nad vrhniško cerkniško grudo.

Hrušico sestavlja zgornjetriadni dolomit, ki prehaja konkordantno proti zahodu v jurske plasti, te pa v kredne. Večji del dna Planinskega polja sestavlja prav tako zgornjetriadni dolomit. V tem delu predstavlja tektonska enota Hrušica ob idrijskem prelomu dvignjeno grudo. Ob idrijskem prelomu se je zaradi dviga pokazal na dan zgornjetriadni dolomit.



4. sl. Jurski apnenec (ja) narinjen na zgornjetriadni dolomit (td) pri vasi Breg

Fig. 4. Jurassic limestone (ja) overthrust on the Upper Triassic dolomite (td) at Breg village

Krimsko mokrško hribovje. Južno od barske kotline leži krimsko mokrško hribovje, ki tvori samostojno tektonsko enoto. Severna meja proti barski kotlini poteka nekje pod mlajšimi plastmi Barja. Ob tej meji ni sledov kakšnih večjih prelomov, ni pa izključeno, da potekajo blizu

samega obrobja. Zgornjetriadni dolomit, ki leži pod mlajšimi plastmi Barja, ima verjetno zvezo z dolomitom, ki sestavlja severni rob krimskega hribovja. Na jugozahodu meji krmsko hribovje ob borovniškem prelomu na zahodno ležečo vrhniško cerkniško grudo. Prelom je nagnjen pod kotom 30 do 50° proti severovzhodu. Ob njem je narinjeno Krmsko hribovje na vrhniško cerkniško grudo. Nariv se lepo vidi v useku železniške proge pri Bregu. Vzhodna meja krmsko mokrškega hribovja poteka ob narivnem robu jugovzhodno od Iga proti Škriljam. V tem delu je zgornjetriadni dolomit narinjen na werfenske sklade. Na jugovzhodnem delu te enote je ozemlje zgrajeno iz spodnje in srednjetriadnih skladov in že pripada rakitniški grudi.

Krmsko mokrško hribovje sestavljajo zgornjetriadni dolomit in jurski skladi. Plasti in prelomi imajo značilno dinarsko smer. Od vzhoda proti zahodu si navadno sledijo vedno mlajše plasti.

Krmsko mokrško hribovje je grudasto. Ob dinarsko usmerjenih prelomih so se posamezne grude dvigale ali grezale. Zaradi dviganja in grezanja se isti skladi večkrat ponove, kar lepo sledimo pri jurskih kameninah, v katerih se horizont z litotidami večkrat ponovi.

Ob dinarsko usmerjenem prelomu, ki poteka mimo Prevalja prek Brezovice, se je ozemlje na jugozahodni strani preloma dvignilo. Prelom je odrezal jurske sklade, ki se vlečejo v dinarski smeri. Prelom, ki poteka od Planinice proti Preserju, ima mediteransko smer. Od Planinice proti Strahomerju pa poteka prelom v dinarski smeri.

Močan prelom v dinarski smeri sledimo od vasi Paka na obrobju Barja proti Rakitni in dalje proti jugovzhodu. Ker leži Rakitna ob tem prelomu, bi ga lahko imenovali rakitniški prelom. Od Paka do Rakitne je bilo ozemlje na jugozahodni strani rakitniškega preloma dvignjeno. Prelom pada proti severovzhodu. Severno od Zabočevega so jurski skladi v tektonskem stiku z zgornjetriadnim dolomitom. Od Rakitne proti Vrbici sledimo prelom, ki loči krmsko hribovje od rakitniške grude.

Ob prelomu se je na vzhodni strani dvignila rakitniška gruda. Med tem prelomom in borovniškim prelomom sega krmsko hribovje še dalje proti jugovzhodu. Od Rakitne proti Žilcam (Sv. Vidu) poteka niz prelomov v dinarski smeri.

Tudi v vzhodnem delu krmsko mokrškega hribovja je moči slediti več močnejših prelomov, povečini v dinarski smeri. Jugovzhodno od Iške vasi poteka mišjedolski prelom v dinarski smeri proti Kureščku. Proti severozahodu pa se isti prelom nadaljuje mimo T'omišlja in še naprej v isti smeri pod mlajšimi plastmi Barja.

Rakitniška gruda. Zaradi pojava spodnje in srednjetriadnih plasti na območju jugovzhodno od Rakitne, smo izdvojili v tem delu tektonsko enoto in jo imenovali po Rakitni rakitniška gruda.

Rakitniška gruda je omejena na severovzhodu z rakitniškim prelomom, jugozahodna meja pa poteka ob prelomu od Rakitne proti Žilcam (Sv. Vidu). Na jugozahodu sega rakitniška gruda skoraj do Velikih Blok. Jugovzhodno mejo predstavlja prelom, ki poteka od Vrbice mimo Bukovca in pod Mačkovcem.

Rakitniško grudo sestavljajo spodnje in srednjetriadni skladi. Werfenske plasti zavzemajo tukaj največji obseg na kartiranem območju. Smer plasti in glavnih prelomov je dinarska. Grudo so razkosali dinarsko usmerjeni prelomi v več manjših delov. Ob teh prelomih so se posamezni deli znotraj grude dvigali ali grezali. Zaradi teh dvignjenih in pogreznjenih delov se plasti iste starosti večkrat ponove.

V tej grudi so bili dvignjeni na površino starejši triadni skladi; po tem sklepamo, da je bila rakitniška gruda od sosednjih delov najvišje dvignjena. Mlajši skladi so bili zaradi močnega dviga erodirani. Kolikor so dolomiti jugovzhodno od Zakotkarja in pri Zalesu delno tudi zgornjetriadni in ne samo anizični, so to erozijski ostanki. Če so to res erozijski ostanki, potem je moral biti zgornjetriadni dolomit narinjen na werfenske sklade.

Želimeljsko ortneško narivno ozemlje. Zahodno od Želimelj izdanjajo karbonski in starejši triadni skladi. Ta zgradba se nadaljuje proti jugu prek V. Osolnika na Ortnek, kjer izdanjajo paleozojske plasti.

Povsod naokoli je ozemlje te tektonske enote obdano s prelomi, ki predstavljajo narivne robove. Zahodno mejo predstavlja v dinarski smeri potekajoč prelom, ob katerem je zgornjetriadni dolomit mokrškega hribovja narinjen na werfenski dolomit. Vzhodna meja poteka po dinarsko poteka-jočem želimeljskem prelomu.

Želimeljsko ortneško narivno ozemlje sestavljajo karbonski in triadni skladi. Pri vasi Klada so na karbonski kremenov konglomerat narinjene spodnje in zgornjewerfenske plasti. Werfenski skladi so na območju Sarske narinjeni na kasianski dolomit.

Južni del Posavskih gub. Južno od Škofljice se pojavljajo karbonski in werfenski skladi. To ozemlje pripada Posavskim gubam, ki v tem delu prihajajo v stik z Dolenjskim Krasom. Na tem območju Posavskih gub nastopajo narivi, ki pridejo posebno do izraza zahodno od Škofljice. Na Vrhovki južno od Pleš je z rudarskimi deli ugotovljeno, da so triadne plasti narinjene na karbonske. Na to sklepamo po profilih, ki jih je naredil Berce (1955). Ob laniškem prelomu pa so karbonski skladi narinjeni na triadni dolomit. Južni del Posavskih gub je omejen proti ozemlju severozahodne Dolenjske s prelomom, ki poteka med werfenskimi in kasianskimi skladi južno od Škofljice. Možno je, da predstavlja ta prelom narivni rob, ob katerem je kasianski dolomit narinjen na werfenski dolomit. Od Tlak proti Šmarju poteka prelom med kasianskim in werfenskim dolomitom. Zahodno od Šmarja pa je zgornjetriadni dolomit narinjen na werfenske plasti.

Zanimiv je potek werfenskih plasti na ozemlju jugovzhodno od Škofljice. Plasti imajo v tem delu konstantno prečno dinarsko oziroma mediteransko smer in vpadajo proti jugovzhodu. Isto smer plasti opazimo tudi v werfenskem dolomitu v okolici Želimelj, kjer vpadajo proti severozahodu.

Ozemlje severozahodne Dolenjske. Južno od Posavskih gub se razprostirajo predvsem srednje in zgornjetriadni skladi, ki tvorijo posebno tektonsko enoto. Mejo med Posavskimi gubami in severozahodno Dolenjsko predstavlja prelom med Šmarjem in Gumniščem. Ob tem prelomu

je ozemlje severozahodne Dolenjske narinjeno na Posavske gube. Zahodno mejo pa tvori že omenjeni želimeljski prelom.

Ob robu doline južno od Zg. Blata se lepo vidi, da je zgornjetriadni pasovit dolomit narinjen na kasianskega. Ob stiku obeh dolomitov se pojavljajo lečasto vgneteni rdeči rabeljski skrilavci in skrilave glin. Rabeljski skladi so se ohranili samo zaradi tega, ker so bili vgneten med dolomit in jih erozija ni mogla odstraniti. Zgornjetriadni in kasianski dolomit sta ob kontaktu močno zdrobljena. Plasti in prelomi so pri tej tektonski enoti povečini dinarsko usmerjeni.

Paleogeografski razvoj

Na vsem kartiranem območju nismo mogli z gotovostjo najti permskih skladov; po tem je moči sklepati na erozijsko diskordanco med karbon-skimi in werfenskimi skladi. Tudi če se ugotovi, da pripadajo skrilavci in peščenjaki, ki smo jih doslej imeli za karbonske, permu, kot je to primer pri Ortneku (R a m o v š, 1962), nam še vedno manjkajo spodnje- in zgornjepermski skladi.

Drugo erozijsko diskordanco zasledimo v pričetku ladinske stopnje. Na premikanje morskega dna kažejo dolomitni konglomerati na bazi wengenskih plasti. Proti koncu anizične stopnje so bili nekateri deli dvignjeni iznad gladine. Erozija je odstranila ponekod precejšnji del anizičnega dolomita. Beli dolomitni prodniki v konglomeratu v bazi wengenskih plasti imajo svoj izvor v tem dolomitu. Zaradi erozije so na tako velikem prostoru anizični skladi le malo zastopani.

Na prehodu ladinske v karnijsko stopnjo je moči ugotoviti premikanje morskega dna in obale. V zgornjem delu rabeljskih plasti dobimo bloke, breče in konglomerate iz kasianskega dolomita, ki kažejo na erozijsko fazo pred odložitvijo rabeljskih skladov. Tudi sestava spodnjerabeljskih kamenin kaže na pogosto nihanje globine morskega dna. Med sedimentacijo zgornjetriadnega dolomita pa so vladali na vsem kartiranem ozemlju približno enaki sedimentacijski pogoji.

Jurski skladi so razviti z vsemi svojimi členi in postopno prehajajo v kredne plasti.

Eocenski fliš je pri Kališah jugozahodno od Logatca transgresivno odložen na zgornjekredni apnenec. Kopno je imelo na območju kartiranega ozemlja še večji obseg in verjetno flišne plasti v tem delu sploh niso bile odložene. Po odložitvi eocenskih flišnih plasti je bilo ozemlje docela dvignjeno in ni več nobena transgresija zajela tega območja.

Ljubljansko polje in Barje sta nastala na prehodu pliocena v pleistocen. Barska kotlina se je intenzivno grezala v pleistocenski dobi, posebno pa še v času würmske poledenitve, na kar kažejo velike debeline sedimentov te dobe v globokih vrtinah. Tektonski procesi na območju širšega zaledja Barja pa še vedno trajajo, čemur so dokaz pogostni potresi in manjši potresni sunki na območju Ljubljane.

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE LJUBLJANA MOOR WITH SPECIAL REGARD TO ITS SOUTHERN BORDERLAND

Simultaneously with deep borings and geophysical measurements carried out during the last few years in the region of the Ljubljana Moor, geological investigations have been made also of its southern borderland. The present writer has collected numerous samples for micropaleontologic, sedimentologic and petrologic examination. The macropaleontologic examination of the collected material with the exception of the samples from the Jurassic beds, has, by and large, been accomplished.

Stratigraphic sequence of beds

The oldest beds occurring on the mapped territory belong to the Carboniferous. Clayey shale alternates with quartz mica sandstone. Quartz conglomerate is represented to a somewhat smaller extent.

The Triassic beds have, wherever possible, been divided into stages or substages. It has been found that the entire Triassic formation is developed. The Lower Triassic consists of Werfen beds of the Scitian stage. The lower part is made up of dolomite alternating with micaceous shale and violet-brown micaceous shale. The middle part consists of pink and gray oölitic limestone overlain by dolomite with intercalated beds of brown sandstone. The top part is built of marly limestone.

The Anisian stage is represented by gray and white Mendola dolomite, conglomerate, dolomite with hornstone, black limestone, porphyrite and porphyritic tuff. The upper part of the Ladinian stage is represented by white granular Cassian dolomite with limestone intercalations.

The Carnian stage is built up of the Rabelj beds whose lowermost part is developed in the form of red shale and sandstone, tuffaceous sandstone, conglomerate, breccia and in places iron-bauxite ore. These beds are overlain by dark gray limestone and dolomite with intercalated beds of shale.

The Noric and the Rhetic stages cannot be differentiated; the corresponding beds are represented by a typical fine-banded dolomite.

The Jurassic beds have been divided into stages partly on the basis of fossil remains and partly with respect to their position. It has been ascertained that the entire Jurassic from the Lower Liassic to the Upper Malm is developed. The Jurassic beds of the Karst facies are divided into the Liassic, Dogger and Malm. The Liassic beds rest conformably on the Upper Triassic dolomite and are represented by limestone and dolomite. Especially characteristic is the Middle Liassic horizon with *Lithiotides*. The Dogger is represented by typical oölitic limestone and dolomite. The lower part of the Malm consists of oölitic limestone with hydrozoan, while the upper part is made up of dolomite alternating with limestone containing the alga *Clypeina jurassica* Fav.

The Lower Cretaceous rests conformably on the Malm beds and is developed in the form of dark gray limestone with thin intercalations of

bituminous dolomite. The Lower Cretaceous is overlain by Upper Cretaceous rudist limestone.

The Quaternary sediments are dealt with primarily on the basis of data obtained by borings in the region of the Moor. The oldest Quaternary beds are of the Würm age. On the surface these beds have been uncovered only at several brick yards located in the western part of the Ljubljana Moor. Pollen analyses have shown that the clay collected from the boreholes sunk in the Ljubljana Moor to the bedrock at the depth of 105 m, belongs to the Würm. The younger Holocene sediments belong to river, brook and moor sediments.

Tectonics

On the mapped territory two larger tectonic units can be distinguished. The tectonic elements of the first unit trend, by and large, in the Alpine direction while those of the second follow the Dinaric i. e. NW-SE direction. The region trending in the Alpine direction extends over the northernmost part of the mapped territory while the southern, larger part trends in the Dinaric direction. However there are other trends alongside of the two dominant ones, both in the one and the other region.

A direct contact between these two units can be seen only in the environs of Škofljica and Šmarje while farther on the boundary is overlain by thick Pleistocene and Holocene beds of the Ljubljana Moor. The boundary is represented by the overthrust margin extending past Škofljica over the Moor monadnocks Babna Gorica and Grmez. Farther westward the boundary can be traced on the monadnocks Dobčevica, Plešivica and Kostanjevica from whence it swerves at Ligojna to the western margin of the Moor.

The two regions are dissected by overthrusts and faults into several parts or better tectonic units. Most of these units have now been classified for the first time since more extensive regional studies of the geological structure of the mapped territory have up to now been lacking.

There are no Permian beds on the entire mapped territory — a fact permitting the assumption of an erosional unconformity between the Carboniferous and the Werfen beds. Another unconformity with the dolomitic conglomerate is clearly discernible at the base of the Wengen beds. The unconformity is related to the volcanic activity of that time. In the lower part of the Rabelj beds occur boulders and conglomerates of Cassian rocks which point to erosion prior to the deposition of the Rabelj beds. During the time of the sedimentation of the Upper Triassic dolomite more or less similar conditions must have prevailed all over the mapped territory. The Jurassic beds are represented by all stages and gradually pass upwards into Cretaceous beds.

After the deposition of the Cretaceous beds the territory was entirely uplifted and since then has never again been invaded by the sea. The great thickness of Pleistocene beds indicates that during the Pleistocene the subsidence of the Moor must have been considerable especially so during the Würm glaciation as borne out by the Würm sediments struck

upon by deep boring. The subsidence can be discernible even at the present time. The tectonic processes along the margin of the Moor are still going on as is borne out by earthquakes which are especially vigorous within the wider region of Ljubljana.

LITERATURA

Berce, B., 1955, Geologija rudišča Pleše (tipkano poročilo v arhivu Geološkega zavoda Ljubljana).

Breznik, M., 1961, Akumulacija na Cerkniskem in Planinskem polju. Geologija 7. Ljubljana.

Germovšek, C., 1955, Poročilo o kartiranju južnovzhodnega obrobja Ljubljanskega barja. Geologija 3. Ljubljana.

Hauer, F., 1873, Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie, Blatt 6. Östliche Alpenländer, Wien.

Kerčmar, D., 1961, Prve najdbe zgornjejurskih apnenih alg v Sloveniji. Geologija 7. Ljubljana.

Kossmat, F., 1903, Ueberschiebungen im Randgebiete des Laibacher Moores. Comptes Rendus IX. Congrès géol. internat. de Vienne. Wien.

Kossmat, F., 1905, Über die tektonische Stellung der Laibacher Ebene. Verh. Geol. R. A. Wien.

Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur geologischen Karte der Haidenschaft und Adelsberg 1:75 000, Wien.

Kossmat, F., 1909, Ueber das tektonische Verhältnis zwischen Alpen und Karst. Mitt. Geol. Ges. Wien.

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

Kramer, E., 1905, Das Laibacher Moor, Laibach.

Lipold, V., 1858, Geologische Aufnahme in Unter Krain im Jahre 1857. Jahrb. Geol. R. A., 9, Wien.

Melik, A., 1944, Ljubljansko mostiščarsko jezero in dediščina po njem. Dela Akad. znan. in umetn. 2, Ljubljana.

Melik, A., 1960, Slovenija II. Posavska Slovenija. Ljubljana.

Pavlovec, R., 1960, Quarternary Fresh-Water and Terrestrial Molusks in Slovenia. Bll. Sc. 4,4 Yougoslavie.

Pleničar, M., Kerčmar, D., 1960, Tolmač h geološki karti FLRJ lista Laze in Cerknica (Arhiv geol. zavoda Ljubljana). Ljubljana.

Podhagsky, J., 1882, Tehnično poročilo k projektu o izsuševanju Ljubljanskega močvirja. V arhivu Hidrotehniškega oddelka in Glavnega odbora za obdelovanje Ljubljanskega barja. Ljubljana.

Podhagsky, J., 1888, Die Entwässerung des Laibacher Moores. Zeitschr. Oesterr. Ing. Arch. Ver., Wien.

Poročilo o rezultatih vrtine med Notranjimi Goricami in Podpečjo na Ljubljanskem barju. (V rokopisu v biblioteki Slov. akad. znan. in umetn. v Ljubljani.) Ljubljana, 1959.

Rakovec, I., 1933, Novi prispevki h geologiji južnega dela Ljubljane. Geogr. vestnik 9, Ljubljana.

Rakovec, I., 1938, O nastanku Ljubljanskega barja. Geogr. vestnik 14, Ljubljana.

Rakovec, I., 1953, Bizon iz mostičarske dobe na Ljubljanskem barju. Arheološki vestnik 3. Ljubljana.

Rakovec, I., 1954, Libralces aff. gallicus Azzaroli z viškega Brda pri Ljubljani. Razprave IV. raz. Slov. akad. znan. in umetn. 2. Ljubljana.

Rakovec, I., 1955, Geološka zgodovina ljubljanskih tal. V knjigi Zgodovina Ljubljane I. Ljubljana.

Rakovec, I., 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije. Prvi jugosl. geol. kongres. Ljubljana.

Ramovš, A., 1953, O stratigrafskih in tektonskih razmerah v borovniški dolini in njeni okolici. Geologija 1. Ljubljana.

Ramovš, A., 1962, Poročilo o geološkem razvoju v okolici Ortneka in Sv. Gregorja (tipkano poročilo na Geološkem zavodu Ljubljana). Ljubljana.

Seidl, F., 1912, Širokočelni los (*Alces latifrons* Dawk.) v diluvijalni naplavini Ljubljanskega barja. Carniola, N. v. 3.

Stache, G., 1859, Uebersicht der geologischen Verhältnisse der Küstländer von Österreich-Ungarn. Abh. Geol. R. A. 13. Wien.

Stache, G., 1889, Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abh. geol. R. A. Bd. XIII. Wien.

Slebinger, C., 1953, Obvestilo o kartiranju lista Cerknica 1 in 2. Geologija 1. Ljubljana.

Vetters, H., 1937, Erläuterungen zur geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. Wien.

Waagen, L., 1914, Karsthydrographische Mitteilungen aus Unterkrain. Verh. Geol. R. A. Wien.

Zlebnik, L., Grad, K., 1953, Poročilo o geološkem kartiranju wengenskih in rabeljskih skladov med Drenovim gričem, Št. Joštom in Butajnovu. (Arhiv Geol. zavoda v Ljubljani.)

PEDOLOŠKE ZNAČILNOSTI LJUBLJANSKEGA BARJA

Rudi Tancik

Z 1 sliko v prilogi

Kratka vsebina. Za melioracijo Ljubljanskega barja ter za povečanje rastlinske in živinorejske proizvodnje, ki jo zahteva neposredna bližina Ljubljane, se je pokazala potreba po predhodni sistematični pedološki raziskavi. Ta naj bi pojasnila vse važnejše lastnosti barjanske zemlje, ki jih moramo poznati pri izvajanju melioracijskih del. Za uspešno načrtovanje hidromelioracij je bilo nujno ugotoviti, za koliko so se tla Ljubljanskega barja usedla oziroma dvignila od zadnjih meritev (v letih 1880 do 1958). Poleg tega je bilo treba poiskati važnejše talne zvrsti, prikazati njihovo razprostranjenost na situaciji v merilu 1 : 25 000 ter ugotoviti njihovo površino. To nalogo je poverila uprava za vodno gospodarstvo LR Slovenije avtorju, projektantu pri podjetju Projekt — nizke zgradbe Ljubljana.

Pedološke raziskave so bile na terenu in v laboratoriju. Tla celotnega Barja so bila sondirana v prečnih presekih po stacionarnih točkah, oddaljenih med seboj 100 do 200 m, po potrebi pa še v vzdolžnih (lomljenih) presekih zaradi lažje razmejitve posameznih talnih zvrsti. Prečni preseki (po Podhagskyju iz l. 1880) so bili ponovno sondirani v letu 1958, vsi drugi pa prvič v letu 1959. Medsebojna razdalja presekov je okroglo 1000 m. Pri sondiranju smo uporabljali holandski sveder v premeru 80 mm. Izvrtali smo prek 700 vrtin, povprečno do globine 2 m, največ pa do 4 m; vrtine so podrobneje opisane v terenskih priročnikih (v arhivu podjetja). Pri sondiranju smo še posebej zasledovali začetek polžarice (jezerske usedline) in določevali vrsto tal in njihovih važnejših lastnosti s prstno probo. Na značilnih mestih posameznih talnih zvrsti smo po končanem sondiranju izkopali pedološke jame, globoke do 200 cm, iz katerih smo vzeli vzorce za laboratorijsko preiskavo. Fizikalne analize so bile izvedene po Gračaniu, mehanične analize o zrnavosti zemlje z metodo pipet, izsledki kemičnih analiz pa so bili določeni: humus rudninskih tal po Kotzmannu, organskih tal po Knoppu in po bikromatni metodi, kislost tal (pH v n KCl) po potenciometrični metodi, žarilna izguba z žarenjem v platinskih lončkih, CaO, K₂O in P₂O₅ v pepelu 10 % HCl in CaCO₃ po volumnetrijski metodi s Scheiblerovim kalcimetrom. Uporabili smo tudi terenske in laboratorijske izsledke preiskav bivšega kmetijskega znanstvenega zavoda v Ljubljani in kmetijskega inštituta Slo-

venije. Po analizi in sintezi vseh navedenih terenskih in laboratorijskih preiskav smo v letu 1959 izdelali prvo pedološko karto Ljubljanskega barja v merilu 1:25 000 s pripadajočimi talnimi preseki in pedološko študijo.

Elaborat pedoloških raziskav Ljubljanskega barja je priključen investicijskemu programu za melioracijo Barja, ki ga je odobrila republiška revizijska komisija v Ljubljani leta 1959.

V ostalem elaborat vsebuje naslednje podatke:

1. Obravnava značilne in važnejše talne zvrsti, njihove morfološke, fizikalne in kemične lastnosti, razvoj, delež in proizvodno sposobnost, ter daje smernice za projektiranje hidro in agromelioracij ter kmetijske proizvodnje. Vzporedno so ugotovljeni tudi življenjski pogoji barjanske preslice in možnosti njenega zatiranja. Podrobno je opisana barjanska poljarica kot matična podlaga organskih tal.

2. Zadnje pedološke meritve so pokazale, da so barjanska tla še vedno v gibanju. V primerjavi s prvimi meritvami (leta 1880) so se usedla na nekaterih mestih tudi do 3,5 m zaradi izkopavanja, požiganja, preperevanja šote in zaradi izsuševanja barjanskih zemljišč. Ponekod pa so se tla dvignila zaradi uravnovešenja zemljišč na šotnih odkopih in naplavljanja po nekraških vodah (1. sl.).

Zaradi usedanja barjanskih tal in negotovosti glede tektonskega ugrezanja ter izredno slabih geomehanskih lastnosti poljarice, se pojavljajo nove tehnične težave: v odpravi poplav Ljubljanice in pritokov, gradnji težjih gradbenih objektov in v strojno kmetijski obdelavi zemlje.

Pregled pedoloških raziskav na Ljubljanskem barju

Pedološke raziskave Ljubljanskega barja so se pričele s programom za njegovo izsuševanje, ki ga je izdelal ing. I. P o d h a g s k y. V ta namen je bilo poleg drugih meritev l. 1880 izvedeno prvo sistematično sondiranje Barja v sedmih prečnih presekih. Napravljenih je bilo 749 vrtin različnih globin. Ob teh preiskavah so v grobem ugotovili, da je na Barju blizu 7700 ha rudninsko trdinskih in 8000 ha organskih tal.

Važnejše podatke o terenskih in prvih laboratorijskih raziskavah s proizvodnimi poizkusi vsebuje knjiga dr. E. K r a m e r : Das Laibacher Moor, Ljubljana 1905. Od takrat do danes pa so se pedološke razmere dokaj spremenile. V letih 1938 do 1940 je bivša Kmetijska poizkusna in kontrolna postaja v Ljubljani pripravljala obsežnejše sistematične raziskave Barja, toda nadaljnje delo je preprečila vojna.

Sistematične pedološke raziskave s pedološkim kartiranjem za končno melioracijo in ureditev Barja je pričelo podjetje »Projekt — nizke zgradbe« v Ljubljani po naročilu bivše uprave za vodno gospodarstvo LRS šele v letu 1957. Trajale so do leta 1959. Prvi izsledki teh raziskav so podani v tem pedološkem poročilu.

Splošne pedološke značilnosti Barja in njegovega obrobja

Skupna površina celotnega melioracijskega ozemlja Ljubljanskega barja, vključno prodnato območje Iškega vršaja, zavzema po zadnji planimetrijski izmeri iz merila 1 : 25 000 16 327 ha, brez slednjega (380 ha) pa 15 947 ha ali okroglo, upoštevajoč dopustne napake pri meritvah, 16 000 ha.

Tla na celi melioracijski površini se v pogledu talnih zvrsti močno prepletajo med seboj, vendar tvorijo glavnino rudninska (trdinska) tla, ki zavzemajo z upoštevanjem prodnatih tal Iškega vršaja (rjava plitka karbonatna tla s peščeno prodnatim podtaljem) 8914 ha, brez slednjih pa 8534 ha, medtem ko obsegajo organska tla 7413 ha površine. Na poplavnem območju so organska tla ponekod bolj, drugod manj prekrita z debelejšo ali tanjšo glinasto, glinasto meljasto, meljasto ali pa s peščeno glinasto naplavino. Na obrobju Barja oziroma ob njegovih osamelcih, ki se kot otoki dvigajo iznad Barja, pa so organska tla prekrita z glinastimi do peščeno glinastimi preperinami kislih karbonskih skrilavcev in peščenjakov ter rjavo karbonatno kraško ilovico, mestoma pomešano z dolomitom.

Rudninska tla, ki obrobajo skoraj celotno Barje, so se razvila predvsem na onih mestih, ki jih odtekajoča voda bivšega Mostiščarskega jezera ni več dosegla in kjer so se talne plasti dopolnjevale z naplavinami barjanskih vodotokov in z nanosi z obrobnegega hribovja. Zato se tu organska tla niso razvila, ali pa so bila le v začetnem razvoju, ki je bil prekinjen z naplavinami in nanosi. Po mehanični sestavi so skoraj vse barjanske naplavine glinaste. V tem pogledu so skoraj vsa rudninska (trdinska) tla, razen na prodnatem vršaju Iške in nekaterih pritokih Ljubljanice, enotna, razlikujejo se le po stopnji zaglejenosti. Rudninska tla so po nastanku torej pretežno globoke, glinaste, ponekod tudi glinasto peščene naplavine s peščenim podtaljem, ki so delno nanesena na obrobje Barja z bližnjega hribovja, delno pa so ostala na mestu (in situ), kjer so se razvila (tla barjanskih osamelcev). Rudninska tla, kolikor niso poplavljen, zamočvirjena ter preveč vlažna in hladna, so sposobna za vse posevke, vendar zaradi prevelike vlažnosti in megle setev pšenice ni priporočljiva. Nanesena tla s hribovja so nekoliko bolj peščena, po primeseh peska in proda pa se odlikujejo zlasti rjava plitka karbonatna tla s peščeno prodnatim podtaljem. Vršaj Iške je zasul celo njeno dolino in skoraj celo desetino bivšega Mostiščarskega jezera. Tla so za poljedelstvo ugodna, toda lahka in plitka (15 do 20 cm) s peščeno ilovico in glinastim peskom, močno vodopropustna in zato sušna. Za vsa druga rudninska tla, ki so na obrobju oziroma izven območja Barja, je značilno, da so se podobno kot na barjanskih osamelcih na preperini kislih kamenin razvila rjava kislata tla, ki so vododržna, na dolomitu pa plitka humozna karbonatna rendzina in rjava karbonatna kraška ilovica, obe vodopropustni.

Organska tla so nastajala ob ojezeritvah; razvile so se tri vrste šotnih zemljišč ali šotišč (mah): visoko barje, prehodno ali vmesno barje in plitko ali nizko barje. Organska tla Barja na splošno niso niti visoko niti nizko barje, pač pa se pojavljajo v odvisnosti od količine apna v barjanski vodi kakor tudi od osnove, na kateri se razvija rastlinstvo. Nizko šotno zemljišče

ali plitka organska tla ali nizko barje je vedno razvito na apnenčasti osnovi (polžarici) in v vodi, ki vsebuje dosti apnenca. Glavni posrednik za tovrstno tvorbo so sprva alge, katerim sledo mahovi (iz vrst *Hypnum* in *Mnium*), ločki (*Carex*), trstičje (*Scirpus*), trs (*Typha*), kolmez (*Accorus calamus*), razne preslice (*Equisetum*), dvokaličnice pa tudi listje, stebila in vejevje drevja in grmičja, kar moremo še danes ugotoviti v šotnatih zemljiščih širom Barja. Tu so močvirske rastline, posebno: loček (šaš, *Carex*) in biček (*Juncus*), *Sesleria*, triliskovica (*Menyanthes*), rosika (*Drosera*), ki so bile prva prevleka na apnenčasti polžarici. Za nadaljnje utrjevanje pokrova sta važna šilek (*Rhynchospora*) in suhopernik (*Eriophorum*). Visoko barje se je razvilo samo na neapnenčasti ozirom z apnom zelo revni osnovi ali pa na nizkem barju z močnim razraščanjem mahov iz vrst *Sphagnum*.

Za Ljubljansko barje je torej značilno, da se je visoko barje razvilo na nizkem barju, kar pomeni, da je to prehodno ali vmesno barje. Od tod izvira slaba obstojnost drevja, ki ga preraste mah šotar (*Sphagnum*), če je prepuščeno samo sebi. Po njegovem delovanju so bile prekrите mnoge izkopenine iz predzgodovinske dobe. Značilne kemične analize kažejo medsebojno razliko organskih tal iz značilnega visokega barja (šotišča med Grmezom, Babno gorico in Škofljico, v Hauptmancih, Vrbici ali Koslerjevi gošči, Brezovem logu pri Lipah, med Borovniščico in Sivčevim kanalom, med Borovniščico in Bistrom, pri Bevkah in Kostanjevici, pod Plešivico in na Rakovi jelši), prehodnega ali vmesnega barja (srednje globoka organska tla) in nizkega barja (plitka barjanska tla).

ORGANSKA TLA VISOKEGA, PREHODNEGA IN NIZKEGA BARJA

(Po analizi Kmetijskega poskusnega zavoda v Ljubljani 1959)

1. tabela

Organ- ska tla	Značaj humusa	pH v nKCl	Hidro- litična kislost y ₁	Adsorb- k. kompl. v %	CaO	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ %	Skupni	
							K ₂ O %	P ₂ O ₅ %
Visoko barje	močno kisel	6,63	5,00	17,60	0,23	2,02 4,07	0,010	0,026
Prehodno barje	slabo kisel	7,20	3,25	30,50	1,57	6,22	0,020	0,058
Nizko barje	nevtra- len	7,77	1,50	43,40	2,87	8,37	0,040	0,090

Analize (1. tabela) kažejo, da so kemične lastnosti visokega barja slabše od nizkega barja. Rodovitnost organskih tal na visokem barju je dosti slabša kot na nizkem barju, vendar so tla nizkega barja za sušo in za poplave mnogo bolj občutljiva kot pa tla na visokem in prehodnem barju, poleg tega so še na splošno mnogo bolj poraščena z močvirsko (*Equisetum palustre*) in barjansko preslico (*E. heleocharis*).

Od začetnih pedoloških raziskav do danes se je stanje zemljišč dokaj spremenilo zaradi postopnega naplavljanja, osuševanja, rezanja, požiganja in preperevanja šote, deloma pa tudi zaradi obdelave. Šotnati del organskega sloja se je med tem časom bolj razkrojil, obdelovalna plast črnice pa po vplivu občasne suše in negospodarskega izkoriščanja prehaja iz drobno mrvičastega zloga v prašnati zlog, kar se pojavlja zlasti tam, kjer zemljišč ne gnojijo in kjer ni dovolj koloidno glinastih primesi.

Na organskem delu Barja si pod tanko plastjo črnice šotne plasti sledijo po naslednjem vrstnem redu:

1. Zgornja plast je v območju ostankov visokega barja sestavljena iz šotnih mahov (*Sphagnum*). Na mestih, kjer se visoko barje ni moglo prav razviti, je ta plast sestavljena iz mešanice mahov, grmičevja, močvirskih trav, zlasti munca (*Eriophorum vaginatum*). V splošnem ima najvišja plast, kot zadnja razvojna stopnja barij, zelo majhno specifično težo in je zelo rahla.

2. Naslednja oziroma druga šotna plast je povečini nastala iz listnatih mahov (*Hypnum*). V tej plasti se nahaja ponekod bolj, drugod manj razkrojeno močvirsko travinje ter močvirsko grmičevje. Šota iz te plasti je v mokrem stanju podobna gobi, suha pa se med prsti tare v prah. Je manj elastična od šote iz mahov šotarjev (*Sphagnum*).

Med prvo in drugo plastjo se ponekod nahajajo drevesni štori, pomešani med močvirske rastline. Ta vmesna plast je ponekod 20 do 30 cm debela; kot ostanek gozda je povečini na podnožju barjanskih osamelcev.

3. Tretja plast je zelo razkrojena šota iz listnatih mahov in je že pomešana z vodnim travinjem. Proti robu barja najdemo v šotni plasti pomešano trsje.

4. Četrta plast je jezerska ali šotna usedlina, ki je mešanica apnenčastega jezerskega blata (polžarice) in humoznih sestavin (ostanki jezerskih usedlin — alg, listja, peloda, vodnega živalstva idr.). To plast imenujemo gyttja, ki počasi ali pa naglo prehaja v apnenčasto jezersko blato ali polžarico.

Iz tega kratkega pregleda vidimo, da organska tla niso tako enostavna, posebno še glede vodopropustnosti. Zato ne smemo pričakovati, da bo šotna plast v vsej svoji debelini enakomerno propuščala vodo. V katerih mejah se bodo lastnosti šotne plasti menjavale, si najlaže predstavljamo, če navedemo vodne in zračne lastnosti za nerazkrojeno in razkrojeno šoto oziroma njeno usedlino.

Čim bolj je šota razkrojena, tem slabša je njena vodopropustnost. Malo razkrojena šota propušča vodo v večji meri šele, če je z njo popolnoma prepojena. Koeficient propustnosti je zelo majhen, $k = 0,001$ do $0,002$ cm/sek (po Kostjakovu $k = 0,0005$ do $0,005$ cm/sek, po Akulovu je vodna hitrost v šoti $v = 40$ do 60 mm/h), in to kljub temu, da ima šota zelo veliko praznin. Poroznost, ki je v razvitem zemljišču blizu 50 %, je pri šoti 80 do 87 % od njene prostornine (2. tabela). Praznine v šoti so razmeroma velike; to dokazuje njena lastnost, da jo s stiskanjem moremo ožeti kot gobo. Razlago za majhno propustnost šote pri majhni tlačni razliki nam daje njena higroskopičnost. Po že navedenih podatkih

HIDROPEDOLOŠKE LASTNOSTI BARJANSKIH TAL

2. tabela

Obdeloval- na površina ha	Aktiv- ni sloj zemlje cm	Max. kapa- cитета prost- or. ‰	Specif. teža prost- or. ‰	Poroz- nost prost- or. ‰	V_{min} V_{opt} m ³ /ha	V_{max} m ³ /ha	Rezervna vlaga V zemljišču mm	
Rudninska tla								
1	Zaglejene naplavine					$\frac{2700}{3500}$	85 ‰ od V_{max} 6100	260
	6 235	0—100	46	1,4	54			
2	Rjava naplavljená tla s peščenim podtaljem					$\frac{2250}{2920}$	85 ‰ od V_{max} 5482	256
	1360	0—100	43	1,5	45			
3	Rjava plitka karbonatna tla s peščno prodnatim podtaljem					$\frac{1575}{2050}$	80 ‰ od V_{max} 2240	19
	400	0—50	40	1,4	45			
Organska tla								
1	Globoka organska tla					$\frac{4350}{5655}$	95 ‰ od V_{max} 7885	223
	3087	0—100	83	0,18	87			
2	Srednje globoka organska tla					$\frac{4100}{5330}$	95 ‰ od V_{max} 7125	180
	2348	0—100	75	0,26	82			
3	Plitka organska tla					$\frac{1525}{1928}$	90 ‰ od V_{max} 2570	59
	1610	0—50	57	0,77	61			

 V_{min} = najmanjša dosegljiva vlažnost zemlje

 V_{opt} = želena vlažnost zemlje

 V_{max} = največja dosegljiva vlažnost zemlje

more šota vsrkati do 20 ‰ higroskopične vlage. Velika higroskopičnost pa je zopet posledica velike množine hidrofilnih koloidov, zlasti huminskih kislin v šoti. Ta lastnost je pri osuševanju tem bolj neugodna, ker je šota, posebno če ni razkrojena, tako prožna, da pri osuševanju ne razpoka; zato se voda ne more odcejati po razpokah iz oddaljenejših mest. Zaradi vseh teh lastnosti je mogoče šoto le s težavo osušiti, nasprotno pa jo je zopet težko prepojit z vodo. Suha šota propušča vodo šele tedaj, če je z njo prepojena vsaj do polovice ali pa če vodo dodajamo pod pritiskom.

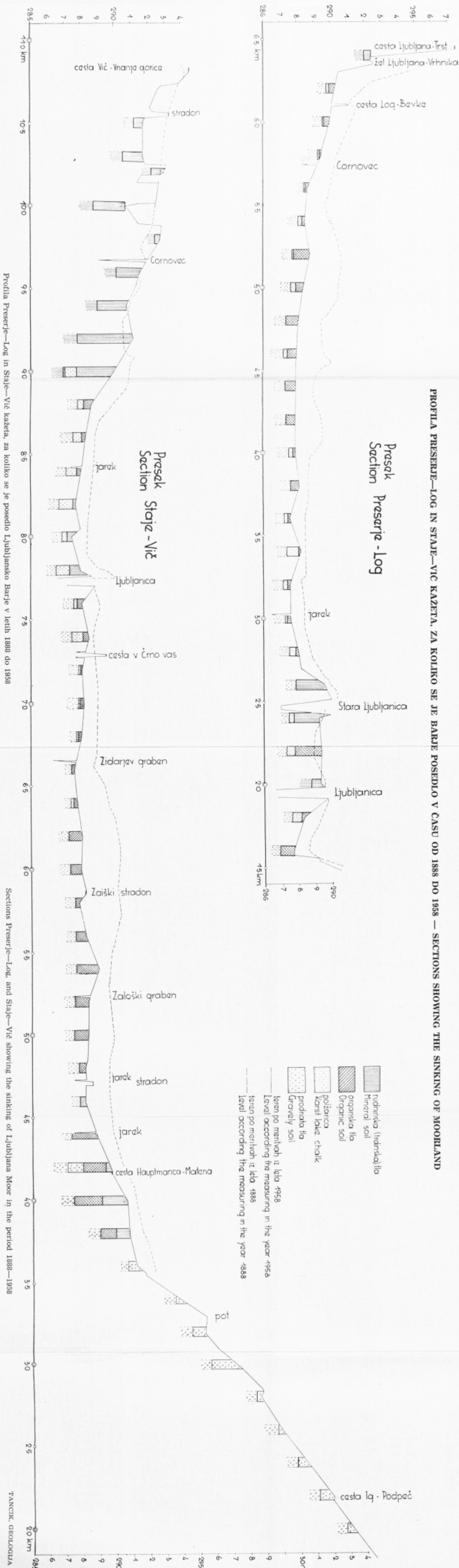
V prah spremenjeni šoti ne moremo več vrniti njenih prejšnjih lastnosti. Zrak propuša šota šele tedaj, če je popolnoma izsušena, kar je zopet neugodno pri spreminjanju šote v kulturno zemljišče. K vsem tem lastnostim moramo dati še veliko izhlapevanje nad šotnim zemljiščem, ki je 2 do 3-krat večje kakor nad peskom, čeprav pri nastajanju sloja šotnega mahu živi le 5 do 15 cm globoka plast in že 0,5 m debela plast izgubi vsako zvezo s podlago. Popolnoma razkrojena šota ne propuša praktično niti vode niti zraka. Takemu stanju je najbližja četrta šotna plast na Barju, šotna usedlina ali gytija, ki je običajno homogena in mikroskopično amorfna; sveža usedlina je blatna in gnetljiva kot testo, pri sušenju se zelo krči in trga, kajti sestavljena je iz nepovratnih hidrogelov. Čeprav so razpoke za vodno pronicanje ugodne, je pri osuševanju gytije neugodna oblika razpok, ker ima listnat zlog; zato razpada na lističe školjkaste oblike.

Šota na Barju se s svojimi lastnostmi giblje nekako med tema dvema skrajnostima. Čiste šote je le še malo (Bevke, Grmez idr.); vsa druga zemljišča na Barju so že pokrita s travno rušo, kolikor niso preoravana. Po opazovanjih na terenu se šota ne razkraja od zgoraj navzdol, ampak od spodaj navzgor; zato najdemo le še tanke plasti prave šote. Najvišji šotni plasti, tj. prva in druga plast, se s svojimi lastnostmi približujeta brezobličnemu stanju. Zato je zelo verjetno, da vodopropustnost pada z globino. Vrhnji šotni sloj je najmanj stisnjen in je zato bolj vodopropusten. V večji globini je šota bolj razkrojena. Ker so procesi razkrojevanja anaerobnega značaja, pričakujemo, da so nižje šotne plasti dosti bolj prepojene z zaščitnimi humusnimi koloidi.

Pri izsušitvi najvišjih šotnih plasti, ki imajo še ohranjeno strukturo, je nevarnost, da bodo, preveč osušene, le s težavo znova vsrkale vodo. Če je zgornja plast popolnoma izsušena, se šota oziroma črnica, spremeni v prah. Tako imenovano »pulverizacijo črnice« moremo pričakovati le na preoravanih zemljiščih ob velikih sušah, kjer so tla slabo zaščitena pred vetrovi in žgočim soncem, torej pred premočnim izhlapevanjem, medtem ko tega pojava na zemljiščih pod travinjem ni. Nevarnost pulverizacije torej ne nastopa zaradi zniževanja vodne gladine v Ljubljani pri malih vodah, pač pa zaradi nepravilnega izkoriščanja in obdelave organskih tal. Zniževanje vodne gladine Ljubljane je le glavni vzrok razkrojevanja šote. Da preprečimo pulverizacijo, je najenostavnejše in najboljše z močnim gnojenjem in namakanjem ustvarjati močno in gosto travno rušo. Preoravana organska tla zaščitimo pred pulverizacijo edinole z gnojenjem s kompostom, kateremu primešamo dovolj gline ali ilovice. Zemljišča pa je mogoče zaščititi tudi s prekrivanjem z 10 do 15 cm debelo plastjo ilovnate ali glinaste zemlje, kar naprednejši barjanski kmetovalci že izvajajo (Bevke, Blatna Brezovica, Sinja Gorica). S tem ukrepanjem je dosežen meliorativni učinek na fizikalne, kemične in mikrobiološke lastnosti zemlje. Na tako izboljšanih zemljiščih so pridelki najboljši.

Kmetijstvo na Ljubljanskem barju, zlasti ono, ki je navezano na organska tla, je dokaj mlado in v primerjavi s kmetijstvom na rudninskih tleh še ni uravnovešeno. Vzrok temu je neurejen vodni režim Ljubljane

PROFILA PRESEKJE—LOG IN STAJE—VIČ KAZETA, ZA KOLIKO SE JE BARJE POSEDLO V ČASU OD 1888 DO 1958 — SECTIONS SHOWING THE SINKING OF MOORLAND



in njenih pritokov ter zamočvirjenost zemljišč. Le-ta imajo, kot smo videli, svoje posebnosti, ki jim je kos le kmetovalec z dolgoletnimi izkušnjami.

Pri pedološkem sondiranju Barja smo ugotovili, da so se tla v primerjavi z meritvami iz l. 1880 že močno spremenila. Povečini so se skrčila, drugod pa celo dvignila, kar je na Barju reden pojav, posebno po rezanju šote (1. sl.). Sicer pa se organska tla iz leta v leto vedno bolj krčijo, zlasti če so brez koloidno glinastih zemljin. Organska plast se krči tako na njivah kot na travnikih in pašnikih. Krčenje se pojavlja zaradi mehaničnega poseganja pa tudi s kemičnim razkrojem organskih snovi v vodi, ogljikovo kislino, amoniak, žveplov vodik, metan in rudninske sestavine. Tako moremo najti krčenja in usedanja na organskih kot na rudninskih tleh, kjer prekrivajo šoto. Na Barju imamo vse stopnje razkroja organskih tal (I do 10) in tudi vse razvojne stopnje krčenja (I do IV).

RAZVOJNE STOPNJE KRČENJA ORGANSKIH TAL

3. tabela

	I	II	III	IV
1	humus			
2	šota	humus		
3	gyttja	gyttja	gyttja	
4	polžarica	polžarica	polžarica	polžarica

Ta razvoj krčenja se izraža posebno tam, kjer so organska tla intenzivno obdelovana, spremlja pa ga širjenje barjanske preslice, ki se pomika vzporedno z razvojem razkroja in krčenja organskih tal; njeno širjenje je precej odvisno od slabe obdelave in gnojenja.

Preslica na barjanskih tleh je v tesni povezavi s fizikalno kemičnimi lastnostmi zemlje in kaže na degradacijo organskih tal, še bolj pa na njihovo izčrpanost in slabo gospodarjenje.

Napačno je mnenje, da preslicam ugajajo kislila ali močno kislila tla. Plitka organska tla so nevtralna do slabo lužnata, toda preslica je na njih najbolj razširjena.

Vse preslice brez izjeme imajo v svojih izrastkih vzdušnice ali zračne prehode, ki so pri posameznih vrstah bolj ali manj razviti. Zaloge njihove rezervne hrane so pretežno v gomoljih, ki segajo tudi prek 5 m globoko. S tem se prilagajajo na vsaka tla, pa naj bodo kislila, nevtralna ali lužnata, vlažna ali suha. Za vse vrste preslic je merodajno, da imajo dovolj vlage, zraka in svetlobe, česar jim zlasti na plitkih organskih, pa tudi na drugih barjanskih tleh ne primanjkuje. Na Barju sta najbolj razširjeni močvirska (*Equisetum palustre*) in barjanska preslica (*E. heleocharis*). Še posebno strupena je poslednja, ki povzroča barjanski živinoreji občutno škodo. Obema ugaja le stoječa voda, posebno pa sta zahtevni glede svetlobe. Po zunanem videzu spoznamo močvirsko preslico po enakomerni in stožčasti obliki, medtem ko je barjanska preslica nepravilne oblike in bolj na široko razrasla. Ko je ob košnji sena zrela, izloča značilen vonj po alkaloidu, imenovanem equisetin. Strupeno deluje na ljudi, konje, posebno pa še na

govejo živino. Pri ljudeh povzroča vnetje kože in gležnjev, če hodijo bosi po mokri preslici. Konji, krmljeni s to preslico, postajajo omotični, v zadnjih nogah se opotekajo, včasih celo poginejo, zlasti mladi konji, starejši pa se krme, pomešane s preslico, celo privadijo in jim ne škoduje. Meso klavnih konj, krmljenih s tako krmo, je lepo svetlo rdeče, podobno govedu in ima zato večjo vrednost. Za govedo in drobnico je preslica mnogokrat smrtonosna. Govedo in drobnica, krmljena s travo ali senom s primesjo barjanske preslice, izhira. Molzne krave presuše, breje pa izvrtačajo. Stopnja obolenosti je vsekakor odvisna od količine krmi primešane preslice.

Za rastlinsko hrano je preslica zelo skromna, zato lahko uspeva tudi v sami polzarici, posebno okoli jarkov, kjer so tla najbolj vlažna. Močno je razširjena tudi po njivah. Po terenskih opazanjih je na lahkih, plitkih in tudi globokih organskih tleh, kjer je stoječa cedna voda, preslica zelo razširjena, medtem ko je že na istem zemljišču, ki je na območju sveže, tekoče podtalne vode (Bevke, pod Hribom, Brest na robu Iškega vršaja ob izlivu Zidarjevega kanala, ob Bistri in drugod) redka.

Za zatiranje preslice so učinkovita naslednja sredstva: odvajanje cedne vode z osuševanjem, namakanje s svežo vodo, preoravanje s krožno brano, valjanje, zlasti pa močno gnojenje s hlevskim gnojem, gnojnico, kompostom in umetnimi gnojili ter kolobarjenje. V zadnjem času se vršijo poskusi zatiranja s spodrezovanjem rizomov preslice vzajemno z različnimi kemičnimi sredstvi.

Močno gnojenje z apnenim dušikom in kalijevimi gnojili v zvezi z valjanjem preslici zelo škoduje, ker ne prenaša karbidovih sestavin niti klora. Na obmorskih zamočvirjenih zemljiščih, ki jih zaslanjuje morje, ni preslice. Zato so začeli za zatiranje preslice uporabljati tudi kemična sredstva (kalijev klorid, natrijev klorat, kalcijev in magnezijev klorid in apneni dušik).

Gospodarska vrednost šote v kmetijstvu je bila do nedavnega dokaj slabo poznana. S požiganjem in rezanjem šote za kurjavo je bila v preteklosti napravljena ogromna gospodarska škoda ne samo za Barjane, temveč za celo Slovenijo. Slabo humoznost rudninskih tal bi mogli znatno izboljšati s predelano šoto, iz katere v Nemčiji proizvajajo humozno gnojilo pod imenom »huminal«. Tako organsko gnojilo bi našlo tudi pri nas hvaležnega potrošnika v vrtnarstvu, vinogradništvu in v splošnem kmetijskem gospodarstvu za gnojenje vseh vrst zemlje, od lahke peščene do težke glinaste. Po splošnem pravilu nepredelane šote ne moremo označevati za gnojilo, ker ima le malo rudninskih snovi. Je pa čisti vir organske snovi, ki more povečati humoznost kompostu, hlevskemu gnoju in zemlji. Šota sama po sebi ne razpada, zato je potrebna posebna predelava. Navlažena že v kratkem času vsrkava dušikove spojine, žveplov vodik in druge pline. Kot stelja močno zmanjšuje vlago, vsrkava gnojnico in s tem veže njen dušik. V ta namen lahko uporabljamo vsakovrstno šoto, ki je najboljše sredstvo za izboljšanje in popraviljanje fizikalnih, kemičnih in mikrobioloških lastnosti zemlje. Zadržuje vlago v sušnih tleh, težka tla napravlja rahla in zračna, jih dolgotrajno prezračuje in bogati z drobnoživkami.

Sveže izkopana šota vsebuje običajno huminske kisline, ki tla zakisavajo, zato je važno, da jo razkisamo. V ta namen jo na zraku osušimo, osušeno pa polivamo z gnojnico ter mešamo z apnom, drobno zmletim apnencem, s cestnim blatom, z industrijskimi apnenimi odpadki, lesnim pepelom in tudi s sprhnelo polžarico. Pri gnojenju z zdrobljeno šoto smemo uporabljati samo dobro navlaženo, ker sicer jemlje vlago zemlji, razen tega pa močno veže rastlinske hranilne snovi. Rudninskim tlom je namreč na enakem prostoru in pri enakih pogojih zaradi večje teže na razpolago štiri do sedemkrat toliko hranilnih snovi, kot pa šoti oziroma organskim tlom. Ta pojav kaže, zakaj zahtevajo organska tla toliko umetnih gnojil.

Zaloga šote na Ljubljanskem barju je danes neznatna v primeri z ono v preteklosti. Vendar obstajajo še zadnji ostanki v tanjših ali debelejših plasteh (do 3 m), kjer jo režejo za domačo kurjavo, le manj za steljo.

Polžarica pokriva celotno dno bivšega Mostiščarskega jezera v več metrov debelih plasteh. Ponekod je njena debelina do 8 m. Na njej so se razvila današnja organska pa tudi rudninska tla. Sestoji iz apnenčastega blata, glena ali mulja, dobro pomešanega z glinastimi, prašnatimi ter drobno peščenimi delci, iz ostankov apnenčastih oklepov sladkovodnih jezerskih polžkov in deloma iz organskih sestavin jezerskih alg, planktona, ostankov cvetnega peloda ter drugih v vodi živečih organizmov. Po zrnatosti predstavlja apnenčast melj, glinast melj ali pa glino z drobnim peskom. Polžarica je različno obarvana, posebno v zgornji plasti, kar je odvisno od množine organskih sestavin, ki dajejo sivkasto barvo z zelenkastim ali modrikastim odtenkom, medtem ko so nižje plasti bolj izrazito belkaste in sivkaste. Na obrobjih je gornja plast polžarice skoraj vedno rumenkasto siva zaradi primesi z više ležečih položajev nanesenega materiala, dostikrat pa se opaža tudi vpliv ferikarbonata in ferohidrokarbonata, drobno sprhnelih organskih sestavin in huminskih kislin iz zgornjih organskih plasti, ki dajejo modrikasto sivo, zelenkasto sivo in tudi rumenkasto sivo in rjavkasto barvo.

Nastajanje polžarice še danes lahko opazujemo v Zadnjem kraju na presihajočem kraškem Cerkniškem jezeru. Tam lahko zasledujemo tvorbo apnenčastega jezerskega blata in nizkega barja na apnenčastem blatu, ki ga pokrivajo alge, močno inkrustirane s kalcijevim karbonatom. Ponekod so se pričele razvijati že višje rastline — enokaličnice. Od teh so najpogostejše trave iz rastlinske združbe trstičja, bičja in ločja.

Polžarica vsebuje glede na prostorninsko vodno kapaciteto 74 do 78 % vlage, glede na utežno vodno kapaciteto pa 54 do 58 % vlage, pri tem pa je njena higroskopična vlaga le 3,25 do 5,13 %, mrtva vlaga pa 3,30 do 50,25 %. Dozdevna ali prostorninska specifična teža bi znašala 0,57 do 0,62, prava specifična teža pa 2,41 do 2,51. Vodni režim v polžarici je zelo slab; v kapilarnih ceveh, napolnjenih z njo, se je voda dvignila v 5 urah samo (največ) 138 mm, v 24 urah 167 mm, v 48 urah 354 mm. Polžarica vodo torej zelo počasi sprejema in tudi zelo počasi oddaja. Zato se tla na njej počasi ogrevajo in tudi počasi ohlajajo. Takšna tla so čezmerno sušna ali pa čezmerno vlažna. Po podatkih Tehnične visoke šole — Laboratorija za mehaniko tal — je koeficient propustnosti polža-

LABORATORIJSKE PREISKAVE POLŽARICE Z LJUBLJANSKEGA BARJA V PRIMERJAVI Z JEZERSKIM GLENOM
CERKNISKEGA JEZERA

(Po analizi Kmetijskega znanstvenega zavoda 1950)

4. tabela

Nahajališče	Globina cm	Zrnavost v %					Vrsta usedline	Barva	Humus %, v nKCl	pH	CaCO ₃	P ₂ O ₅ K ₂ O %
		> 2 mm	< 2 mm	2—0,1 mm	0,1—0,05 mm	0,05—0,01 mm						
Črna vas	25—61	0,12	99,88	—	—	—	meljasta ilovica	rumenka- sto siva modrika- sto siva svetlo siva	5,25	8,6	78,60	0,03/0,06
	61—86	1,98	98,02	—	—	—			7,75	8,5	70,91	0,03/0,05
	86—150	0,14	99,86	—	—	—			0,55	8,6	80,23	0,03/0,08
Lipe	60—130	1 ¹⁵ (oklepi polžkov)	98,5	8,6	13,2	30,0	glinasta ilovica	svetlo siva	2,13	7,2	59,37	0,04/0,35
Bevke	112—200	1 ¹⁶ (oklepi polžkov)	98,4	16,0	13,0	14,0	glin s peskom	svetlo siva	2,16	7,1	45,15	0,03/0,35
1	80—170	1,2	98,8	10,0	17,2	40,6	peščena ilovica	svetlo siva	1,42	7,0	72,16	0,01/0,09
2	40—120	0,8	99,2	26,8	44,2	2,4	glinast pesek	rumenka- sto rjava	1,35	7,0	8,23	0,01/0,25
3	80—200	0,9	99,1	11,2	14,0	38,0	peščena ilovica	svetlo siva	2,21	7,1	69,45	0,000/0,009
4	70—180	0,7	99,3	46,0	12,4	21,2	meljasto peščena ilovica	rjavkasto rumena	1,23	7,1	29,18	0,012/0,08

Cerkniško jezero
Zadnji kraj

Ljubljansko barje

rice s prirodno poroznostjo in konsistenco okoli 10^{-6} do 10^{-7} mm/sek, kar pomeni, da je za zrak in vodo v prirodnem stanju nepropustna.

Zaloge železa in aluminija so v polžarici razmeroma majhne (1,67 do 2,45 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ter 0,96 do 2,54 % Al_2O_3). Zato se pri melioracijah z drenažnimi cevmi pri zadostnem padu ni bati začepljenja po železnih, pač pa po žvepljenih bakterijah, ki proizvajajo sadro. Polžarica in na njej ležeče organske plasti vsebujejo 0,31 do 0,75 % SO_3 . Zato začepljenje drenažnih cevi s tvorbo sadre ni izključeno.

4. tabela kaže, da vsebuje jezerski glen s Cerkniškega jezera mnogo manj glinastih delcev ($< 0,01$ mm), da je manj humozen in revnejši s kalijem (K_2O) in fosforom (P_2O_5) kot barjanska polžarica. Količina apnenca je v obeh bazenih zelo različna; to je odvisno od vodnih razmer, globine in od življenjskih pogojev sladkovodnih polžkov. V Črni vasi na Barju (pri cerkvi) vsebuje polžarica celo 39 do 44 % CaO oziroma 78 do 80 % CaCO_3 , najmanj pa ga vsebuje severozahodni del Barja, kjer je polžarica že precej pomešana z glinastimi in peščenimi naplavinami; tu je bila voda s kalcijevim bikarbonatom manj nasičena zaradi razredčevanja po nekraških vodah.

V barjanskem kmetijstvu bi mogla polžarica koristiti za apnanje bližnjih neapnenčastih rudninskih, globokih ter srednje globokih organskih tal, ki so revna z apnom in zakisana ($\text{pH} < 6,5$), medtem ko apnanje plitkih organskih tal ni potrebno.

Tla Ljubljanskega barja

Podjetje »Projekt — nizke zgradbe« je v letih 1958 in 1959 na Ljubljanskem barju s holandskim svedrom izvrtalo prek 700 vrtin, globokih do 4 m. Vrtine so bile razvrščene v 21 prečnih presekih, oddaljene med seboj 100 do 200 m. Zaradi lažje razmejitve posameznih talnih zvrsti smo po potrebi vrtali še po vzdolžnih presekih.

Na podlagi terenskih in laboratorijskih raziskav smo tla na Ljubljanskem barju razdelili v dve glavni skupini:

- I. rudninska (trdinska) tla
- II. organska tla.

Vsaka od navedenih skupin se deli v posamezne pedološke zvrsti:

- I. rudninska (trdinska) tla:

- 1. zaglejena tla
- 2. rjava naplavina
- 3. tla barjanskih osamelcev
- 4. rjava plitka karbonatna tla s peščeno prodnatim podtaljem.

- II. organska tla:

- 1. plitka organska tla
- 2. srednje globoka organska tla
- 3. globoka organska tla.

I. Rudninska tla

1. **Zaglejena tla.** Ta tla morejo biti močno, zmerno ali šibko zaglejena na rudninskem ali pa tudi na organskem podtalju; nahajajo se v območjih, kjer se gladina podtalnice v večjem delu leta zadržuje pri:

močno zaglejenih tleh v globini	0 do 80 cm
zmerno zaglejenih tleh v globini	80 do 140 cm
šibko zaglejenih tleh v globini	> 140 cm

Na zaglejevanje ne vpliva samo podtalnica, temveč tudi površinska voda, ki zaradi teže propustnih, povečini glinastih plasti, ne pronica v globino in se zlasti jeseni, pozimi in spomladi zadržuje v gornjih plasteh, le poleti se tla nekoliko osušijo.

Prisotnost in višina podtalnice se izraža v talnem prerezu s pojavljanjem gleja. Pod površinsko, humozno plastjo A je mogoče opaziti najprej zaglejeno plast, v kateri prihaja podtalnica v stik z zrakom. Tu se oksidirajo v vodi raztopljeni železni ioni in se izločijo kot rjav železov hidroksid $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$. V težkih glinastih in ilovnatih tleh se železo izloča predvsem v prehodih korenin in v razpokah. Zaglejena plast je zato sivo rjavo marmorirana. Pod zaglejeno plastjo se pojavlja svetlo siva ali sivo modra reducirana plast (G), kjer se zaradi trajne podtalnice odvijajo le anaerobni procesi, katerih posledica je sivo modra barva.

Ta tla so značilna za območja ob Želimeljščici, Podlipščici, Drobeniniki, ponekod ob Ljublanici in njenih drugih pritokih. Ker so tla mokra in zamočvirjena, so povečini pod močvirskim travinjem.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI ZA ZAGLEJENA TLA
(okolica Podlipščice)

5. tabela

Globina cm	Pedološka oznaka	pH v nKCl	Humus* ‰	V 10 ‰, HCl			Vrsta zemlje
				CaO ‰	K ₂ O ‰	P ₂ O ₅ ‰	
0 do 10	A ₁	6,5	14,0	1,17	0,12	0,09	ilovica
10 do 45	A ₂ G	6,5	4,5	0,73	0,12	0,08	glinasta ilovica
45 do 70	CG	6,4	2,7	1,07	0,06	0,09	glina
nad 70	G	5,0	4,7	0,43	0,13	0,07	glina

Tla so bogata s humusom, zmerno oskrbljena z apnom, kalijem in fosforom. Humus je kisel, ker tlom primanjkuje zraka. Tla so od jeseni do pomladi močno vlažna in zato dolgo časa hladna. V skupnem povprečju je za globino 0 do 100 cm maksimalna kapaciteta tal za sprejemanje in zadrževanje vode 46 prostor. ‰, specifična teža (utežna) 2,7, prostorninska 1,4, poroznost 54 prostor. ‰. Vsa zaglejena tla so potrebna odvodnjavanja, zlasti pa zračenja, kar bo mogoče doseči predvsem s krtno drenažo in z globokim oranjem (40 cm).

* Humus je določen s kalijevim bikromatom.

2. **Rjava naplavljenja tla.** Ponekod so na peščenem podtalju, drugod pa so srednje globoka in bolj ali manj peščena. Nahajajo se na območju Mestnega in Gozdnega loga, med Brezovico in Vnanjimi Goricami med Vrhniko in Verdom, ob Lubiji in Bistri ter ponekod neposredno ob Ljubljani. Tudi ta tla so vlažna, toda bolj šibko zaglejena. Tla so ali v celoti peščeno ilovnata do peščeno glinasta, mestoma na peščenem (mivkastem) vodopropustnem podtalju, ki pa leži največkrat na neposredni glinasti plasti. Ker nimajo pravega odtoka, so od jeseni do pomladi vlažna, vendar se hitreje ogrevajo od drugih rudninskih tal. Primerna so bolj za osuševanje s cevno drenažo.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI ZA RJAVA NAPLAVLJENA TLA
(na območju Verda — globoko peščena tla)

6. tabela

Globina cm	Pedološka oznaka	pH v nKCl	Humus ‰	V 10 ‰ HCl			Vrsta zemlje
				CaO ‰	K ₂ O ‰	P ₂ O ₅ ‰	
0 do 18	A ₁	6,6	4,6	0,30	0,08	0,12	peščena ilovica
18 do 35	AG	6,5	2,8	0,43	0,05	0,12	ilovica
35 do 85	B	6,5	1,9	0,34	0,04	0,18	peščena ilovica
nad 85	G	6,6	0,5	—	—	—	ilovica

Tla na tem območju so povečini preoravana, toda zaradi nepropustnih plasti se podtalnica dviguje v aktivno plast s koreninsko mrežo, kar neugodno deluje na rast, zlasti za črno deteljo. Potrebno je znižati podtalnico, toda s cevno drenažo.

Peščenim rjavim naplavinam so podobna rjava tla s peščenim podtaljem, katerih važnejši laboratorijski izsledki se nanašajo na območje Malega Grabna.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI ZA RJAVA NAPLAVLJENA TLA
(med Rakovo jelšo in Mestnim logom — peščeno podtalje)

7. tabela

Globina cm	Pedološka oznaka	pH v nKCl	Humus*	V 10 ‰ HCl			Vrsta zemlje
				CaO ‰	K ₂ O ‰	P ₂ O ₅ ‰	
0 do 17	A ₁	6,4	4,2	0,05	0,18	0,12	ilovnat pesek
25 do 40	BC	6,4	2,1	0,04	0,15	0,06	ilovnat pesek
nad 50	C	7,1	0,7	0,05	0,12	0,05	ilovnat pesek

Ta tla so povečini pod travniki, delno zaradi oddaljenosti, delno zaradi mokrotnosti, ki jo povzročajo slabo propustne glinaste plasti, na katerih je peščeno podtalje. Tla so v celoti primerna za preoravanje, toda le po odvodnjavanju s cevno drenažo.

* Humus je določen po Kotzmannu.

V skupnem povprečju je za globino 0 do 100 cm maksimalna kapaciteta tal za sprejemanje in zadrževanje vode 43 prostor. %, specifična teža (utežna) 2,6, prostorninska 1,5, poroznost 45 prostor. %.

3. Rjava plitka karbonatna tla s peščeno prodnatim podtaljem. To so tla lškega vršaja, ki spadajo v širše melioracijsko območje Ljubljanskega barja. Tla imajo za poljedelstvo dobre fizikalne in kemične lastnosti, toda zaradi plitkosti in razmeroma globoke podtalnice (6 do 8 m) so sušna. V dolgih sušnih obdobjih je to stanje precej občutno.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI

8. tabela

Globina cm	Pedološka oznaka	pH v nKCl	Humus* %	V 10 % HCl			Vrsta zemlje
				CaO %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	
0 do 20	AC	7,10	3,8	6,5	0,11	0,07	peščena ilovica
nad 20	C	—	—	12,96	—	—	pesek s prodom

Tla so peščeno ilovnata do peščeno glinasta z dolomitnim prodom in prehajajo v apnenčasto dolomitni prod. So zmerno humozna, apnenčasta in zmerno oskrbljena s kalijem in fosforom; njihova reakcija je nevtralna. V skupnem povprečju je za globino 0 do 50 cm maksimalna kapaciteta tal za sprejemanje in zadrževanje vode 40 prostor. %, specifična teža (utežna) 2,6, prostorninska 1,4, poroznost 45 prostor. %. Potrebno je močnejše gnojenje z organskim gnojem za povečanje humoznosti zemlje in dodatno gnojenje z umetnimi gnojili (NPK). Za zagotavljanje stalnosti pa tudi povečanje pridelkov so tla potrebna namakanja.

4. Tla barjanskih osamelcev. Ta tla so analogna obrobnemu gričevnatu hribovitemu delu Ljubljanskega barja. V odvisnosti od matične osnove so na preperinah kislih kamenin rjava tla, bolj ali manj razvita, vododržna in zato vlažna; po mehanični sestavi so ilovnata, zmerno humozna, šibko kislila do kislila, revna z apnom in fosforom, toda bogata s kalijem. Povečini so pod gozdom, manj pod ornico in sadnim drevjem; primerna so za sadjarstvo.

Na dolomitu so se razvila delno plitka, humozna karbonatna tla (protorendzina), delno rjava rendzina, ki je nekoliko debelejša, in rjava kraška ilovica (degradirana terra rossa). Tudi ta tla so povečini pod gozdom, kjer pa so položnejša, so pod ornico in delno pod naselji.

V melioracijskem pogledu prihajajo za tla barjanskih osamelcev v poštev le kmetijsko tehnični in gozdno tehnični ukrepi, medtem ko v vodno melioracijskem pogledu to območje ne kaže nobenih potreb.

II. Organska tla

V to zvrst smo uvrstili tla, katerih organska plast (brez upoštevanja gytte, ki je po fizikalnih in kemičnih lastnostih podobna polžarici) je debela do 30 cm. Humozna črnica je globoka 5 do 20 cm in prehaja prek

* Humus je določen po Kotzmannu.

šote ali pa tudi brez nje v nepropustno šotnato ali pa v jetrno gyttjo, ponekod pa prehaja humozna črnica neposredno v nepropustno peščeno gyttjo, nepropustno glinasto gyttjo ali pa neposredno v polžarico. Apnenčasta gyttja prehaja iz polžarice navzgor v jetrnatost in v globljih organskih tleh še v šotno gyttjo.

Nastanek gyttje je v glavnem vezan na odmrlo vodno rastlinstvo in živalstvo, nastajala pa je, ko je površino dna pokrivala še plitka voda. Plasti jetrne in šotne gyttje dosežeta različno debelino, ponekod tudi 2 m. Mokra gyttja nima določenega zloga in je brezoblična zdrizasta masa, osušena pa je listnatega zloga.

1. **Plitka organska tla** so povečini na osrednjem oziroma na najnižjem delu Barja, pa tudi kot večji ali manjši otoki na območju srednje globokih in globokih organskih tal, v odvisnosti od globine požiganja in reza-nja šote.

Humozna organska plast je relativno plitka (5 do 20 cm), sestavlja pa jo črnica, ki je zračna in vodopropustna. Kjer je črnica dobro oskrbovana in gnojena, je mrvičastega zloga, kjer so ji primešani naplavljeni glinasti delci, je bolj grudičastega zloga, slabo oskrbovana in negnojena pa je zrnato prašnatega zloga. Polžarica se pojavlja v globini 30 do 60 cm.

Plitka organska tla so delno pod travinjem delno pod ornico, ki jo prelagajo za pet do šest let pod travinje, da se odpočije, kajti v tleh, ki so stalno pod ornico, že prihaja na dan apnenčasta polžarica. Od vseh organskih tal so ta tla s preslico najbolj zapleveljena.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI ZA PLITKA ORGANSKA TLA

1. Črna vas

9. tabela

Globina cm	Pedol. oznaka	pH v nKCl	Humus po Knoppu ‰	Zarilna izguba ‰	V pepelu 10‰ KCl CaO ‰	K ₂ O ‰	P ₂ O ₅ ‰	Vrsta zemlje
0—11	H _I	7,0	39,80	41,99	2,83	0,49	0,24	črnica šotnata črnica
11—25	H _{II}	6,9	35,32	38,11	3,56	0,56	0,13	
25—61	CG	8,6	5,25	41,83	43,48	0,06	0,03	polžarica
61—86		8,5	7,75	41,89	39,60	0,05	0,03	
86—150		8,6	3,03	38,89	44,26	0,08	0,03	
2. Podpeč								
0—23	H _I	6,8	26,40	62,40	3,17	0,23	0,29	črnica
32	CG	8,2	5,60	—	28,60	—	—	polžarica

Reakcija črnice je povsod nevtralna, polžarice pa alkalna. Črnica je bogata s humusom, apnom, kalijem in fosforom. V skupnem povprečju za plitka organska tla je za globino 0 do 50 cm maksimalna kapaciteta tal za sprejemanje in zadrževanje vode 57 prostor. %, specifična teža (utežna)

1,95, prostorninska 0,77, poroznost 61 %, kar je značilno za organska tla. Ta tla so zelo občutljiva za vlago in sušo. Pri dolgotrajnejših padavinah so mokra in prva pod vodo zaradi nepropustne polžarice, zlasti tam, kjer ni dobrega odvodnega sistema. Ob suši tla močno razpokajo in se pojavlja »pulverizacija«, zlasti na ornica, ki so slabo zasenčene, vtem ko se »pulverizacija« na travnikih z gosto in močno travno rušo navadno ne pojavlja.

2. Srednje globoka organska tla. V to zvrst spadajo organska tla, katerih organska plast je debela 30 do 100 cm. Šotne plasti v njih so v glavnem že močno razkrojene. Tla so delno pod travniki delno pod njivami. Travniki so zlasti na nižjem svetu, ki je nastal zaradi neenakomernega izkoriščanja šote, medtem ko so njive le na laže dostopnih, odcednih mestih.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI ZA SREDNJE GLOBOKA ORGANSKA TLA

1. Borovnica

10. tabela

Globina cm	Pedol. oznaka	pH v nKCl	Humus (bikromat) %	Žarilna izguba %	V pepelu CaO %	10 % K ₂ O %	KCl P ₂ O ₅ %	Vrsta zemlje
0—20	H _I	7,1	28,10	68,20	3,65	0,38	0,26	črnica
20—60	H _{II}	6,6	27,30	49,10	5,10	0,36	0,25	šota
nad 60	CG	7,5	5,60	—	38,50	—	—	razkrojena polžarica

Reakcija organske plasti je nevtralna do šibko kisl, medtem ko je polžarica slabo alkalna. Tu se pojavlja že bolj šotna plast nizkega barja. Apna je v tleh dovolj in tudi kalija s fosforom ne primanjkuje. Vendar je potrebno močnejše gnojenje organskih tal od rudninskih zaradi majhne specifične teže, ki jo imajo organska tla. Srednje globoka organska tla so glede fizikalnih lastnosti podobna globokim organskim tlom. Maksimalna kapaciteta za sprejemanje in zadrževanje vode je 75 prostor. %, specifična teža (utežna) 1,44, prostorninska 0,26, poroznost 82 prostor. %.

Srednje globoka organska tla so povečini mokra in zamočvirjena, v sušnem obdobju pa so občutljiva za sušo, zlasti za travinje oziroma krmne rastline in zelenjadarstvo; zato prihaja v poštev osuševanje s cevno drenažo, z odprtimi jarki, ponekod pa tudi s krtno drenažo, kjer šota še ni močno razkrojena. Tudi tu se pojavljajo delno šotne plasti delno jetrna gyttja. Zato so ta tla slabše propustna, ker se gyttja pojavlja ponekod bliže površini in s svojo nepropustnostjo vpliva na večjo vlažnost tal, razen tega pa so tla slabše propustna tudi zaradi večje razkrojenosti šote. Iz navedenih razlogov so tla v prirodnem stanju bolj primerna za travništvo in pašnike, po osuševanju bodo pa primerna tudi za poljedelstvo.

3. Globoka organska tla. Sem prištevamo vsa organska tla, kjer je organska plast debela prek 100 cm. Plasti gyttje in polžarice se javljajo

še le po enem metru globine ter so zelo debele (tudi prek 2 m), mehke in nepropustne.

Globoka organska tla so razširjena predvsem v Iškem in Borovniškem bazenu, na območju Bevk, Blatne Brezovice in Kostanjevice ter v ožjem pasu med Preserjem in Tomišljem. Tla se izkoriščajo za poljedelstvo in travništvo. Poljedelstvo je najbolj razširjeno v gornjem delu Iškega bazena, na Ilovici in v Borovniškem bazenu, medtem ko povsod drugod le v bližini naselij. Na območju globokih organskih tal so tudi šotišča s prirodnim in avtohtonim barjanskim rastlinstvom, ki so večji del zaščiteni, manjši del pa se še izrabljajo (Lipe, Bevke). Ta tla predstavljajo še zadnje ostanke visokega barja in zavzemajo le še majhne površine. Kolikor so še ostala v prirodnem stanju, so zaraščena z neprodarno goščo, ki jo sestavljajo nizki močvirski bor, močvirska breza, jelševje, vrbje z grmičjem, robidovjem in vresjem, močvirsko praprotnjo ter z gozdnim travinjem — ostricami. To je samorastno barjansko rastlinstvo na zadnjih ostankih visokega barja. Od tega je največja površina na Vrbici (Koslerjeva gošča), kjer je še nedotaknjenega blizu 27 ha, od katerih je 10 ha pod varstvom ljubljanske univerze.

VAŽNEJŠI LABORATORIJSKI IZSLEDKI GLOBOKIH ORGANSKIH TAL

1. Borovnica

11. tabela

Globina cm	Pedol. oznaka	pH v nKCl	Humus (bikromat) ‰	Žarilna izguba ‰	V pepelu CaO ‰	10 ‰ K ₂ O ‰	HCl P ₂ O ₅ ‰	Vrsta zemlje
0—10	H _I	4,7	27,20	—	3,52	0,03	0,25	črnica
10—65	H _{II}	5,6	26,50	—	3,06	0,02	0,07	šota
65—120	H _{III}	6,4	26,30	—	2,69	0,02	0,07	šotna črnica
120	CG	7,8	5,10	—	48,80	0,02	0,07	polžarica

Šotne plasti, ki segajo pri globokih organskih tleh nad 1 m globoko, so kisle do slabo kisle; vrednosti pH so v povprečju 4,5 do 6,5. Reakcija z globino narašča, zaloga apna v tleh je na splošno zadovoljiva. Po navedeni analizi imajo tla značaj prehodnega barja, značaj visokega barja imajo le šotišča. Globoka organska tla so glede fizikalnih lastnosti podobna srednje globokim organskim tlam. V skupnem povprečju je za globoka organska tla maksimalna kapaciteta za vodo 83 prostor. ‰, poroznost 87 prostor. ‰, medtem ko je specifična teža (utežna) 1,43, prostorninska 0,18. Zelo nizke specifične teže, ki so tudi do sedemkrat manjše kot v rudninskih tleh, nas opozarjajo, da je v globokih organskih tleh v enaki prostorninski enoti do sedemkrat manj suhe snovi kakor v rudninskih tleh. Medtem ko je v enem hektarju rudninskih tal do globine 20 cm blizu 3 000 000 kg suhe snovi, vsebuje 1 ha organskih tal (prostorninska specifična teža 0,20) do 20 cm globine komaj 400 000 kg suhe

snovi. Tako bi znašala na primer pri rudninskih tleh z 0,1 % P_2O_5 zaloga fosfora 3000 kg/ha, pri organskih tleh z istim odstotkom P_2O_5 pa komaj 400 kg/ha. To kaže, da so globoka organska tla zaradi majhnega odstotka suhe snovi najbolj revna z rastlinskimi hranili. Očitno je zlasti pomanjkanje kalija, medtem ko je fosfora nekoliko več. Iz tega sledi, da je treba globoka organska tla do sedemkrat močnejše gnojiti kot rudninska tla, kar pa je še vedno gospodarno, kajti na vseh organskih tleh je zaradi ogromnih količin humusa, pri ugodni vlagi in pri ustrezni agrotehnik, mogoče doseči maksimalne pridelke, kar so že dokazali poskusi na Ljubljanskem barju.

Kolikor globoka organska tla ležijo na prirodno nižjem svetu, imajo ugodne fizikalne lastnosti (v pasu pod vrhniško železniško progo in v osrednjem delu borovniškega bazena). Tu je vodopropustnost organskih tal za rastlinstvo ugodna, z osuševanjem pa bi bila lahko še boljša. V večini primerov se takoj pod zgornjo plastjo črnice pojavljajo plasti slabo razkrojene šote, vodopropustnost pa je tem večja, čim manj je šota razkrojena. Voda lahko pronica do nepropustnih plasti gyttje oziroma do polžarice, ki se v globokih organskih tleh pojavljajo šele izpod 1 m globine in zato nimajo kvarnega vpliva na zgornje plasti.

Neugodne razmere so na prirodno nižjem svetu, v katerega se izceja voda, poleg tega še zakisana od huminskih kislin (Iški bazen, Hauptmanca in vsa območja globokih organskih tal pod izohipso 288 m, kjer je gladina podtalnice skoraj na površju, nekoliko se zniža le v poletnih mesecih). Iz navedenih razlogov so tla v prirodnem stanju primernejša za travnike in pašnike, v zelo dobre njive pa jih je mogoče spremeniti le po primerni odvodnji — na višjih položajih s krtno drenažo, povsod drugod pa v odvisnosti od bodoče strukture zemljišč s cevno drenažo in z odprtimi jarki.

4. Prehodna barjanska tla. Po podrobnejši pedološki razvrstitvi spadajo sem rudninsko organska tla na prehodu rudninskih v organska tla. Zavzemajo le manjše površine, kot ožji vmesni pasovi. To so delno nanosi delno z naplavinami prekrita, bolj ali manj globoka organska tla, več na organskem kot pa na rudninskem podtalju. Kjer so dovolj suha, so pod njivami, sicer pa pod zamočvirjenimi travniki. V obeh primerih so tla potrebna odvodnjavanja glede na prevladujočo zvrst zemlje.

Zaključek

Na Ljubljanskem barju so nujno potrebni melioracijski, kmetijski in hidrotehnični ter splošno ureditveni ukrepi za zboljšanje in povečanje kmetijstva. Ljubljana in bližnja industrijska središča zahtevajo iz dneva v dan več mleka, mesa, maščob in sveže zelenjave. Vse to je mogoče proizvajati na Barju, ki je med največjimi melioracijskimi območji Slovenije. Poleg tega bo melioracija Barja najkrajša pot za ureditev socialističnih odnosov v barjanskem kmetijstvu. Dosedanje pedološke raziskave so pokazale, da od celotnega melioracijskega ozemlja zavzemajo:

Rudninska barjanska tla:

1. zaglejena tla	6 563 ha	(41,2 %)
2. rjava naplavina s peščenim podtaljem	1 432 ha	(9,0 %)
3. tla barjanskih osamelcev	500 ha	(3,1 %)
4. plitka karbonatna tla	39 ha	(0,2 %)
rudninska tla skupaj	8 534 ha	(53,5 %)

Organska barjanska tla:

5. plitka	1 694 ha	(10,6 %)
6. srednje globoka	2 470 ha	(15,4 %)
7. globoka	3 249 ha	(20,5 %)
organska tla skupaj	7 413 ha	(46,5 %)
rudninska tla skupaj	8 534 ha	(53,5 %)
rudninska in organska barjanska tla	15 947 ha	(100 %)

Od celotnega melioracijskega ozemlja zavzemajo:

rudninska in organska barjanska tla	15 947 ha	(97,7 %)
plitka rjava karbonatna tla s peščeno prodnatim podtaljem	380 ha	(2,3 %)
skupaj:	16 327 ha	(100 %)

Medtem ko so rudninska tla za obdelavo v splošnem težka, izvzemši rjava plitka karbonatna tla na apnenčasto peščenem produ ter ponekod rjave naplavine s peščenim podtaljem, so organska tla, če so osušena, za obdelavo lahka, v mokrem stanju pa težka, zlasti če vsebujejo več glinastih primesi.

Za melioracijske ukrepe prihajajo, po odbitku nerodovitnega sveta, v poštev rudninska in organska tla, in sicer:

a) za osuševanje in prezračevanje

od rudninskih tal	7 632 ha	(90 %)
od organskih tal	7 045 ha	(95 %)
skupaj:	14 677 ha	(92 %)

b) za namakanje prihajajo v poštev zemljišča v odvisnosti od padavin v rastni dobi, od hidropedoloških lastnosti tal oziroma od rezervne vlage v zemlji in od bodoče strukture rastja. Rudninska tla, izvzemši prodnate naplavine, ki so že po svoji naravi sušne, so v naravnem stanju preveč mokra, slabo zračna in zato tudi zamočvirjena. Treba je zato najprej odpraviti poplave in znižati podtalnico. Sušna obdobja so občutna na rudninskih in organskih tleh, slabo pa vplivajo zlasti na travinje oziroma na krmne rastline in na vrtnine.

V kmetijsko tehničnem pogledu so organska tla še posebno značilna zaradi svoje majhne prostorninske, pa tudi utežne specifične teže; zato

zahtevajo za optimalno proizvodnjo mnogo več rastlinskih hranil kot rudninska tla.

Razkroj organskih plasti, ki se razvijajo nad polžarico od spodaj navzgor, povzroča postopno usedanje organskih, pa tudi rudninskih tal, ki ležijo na organskih plasteh. Pedološki preseki barjanskih tal ta dogajanja potrjujejo, kar je še posebno upoštevati pri urejevanju Ljubljane in njenih pritokov ter pri gradnji osuševalnih in namakalnih jarkov.

Po svoji proizvodni sposobnosti so rudninska tla primernejša za poljedelstvo, organska tla pa za travništvo, medtem ko so rudninsko organska, kot prehodna tla, primerna za zelenjadarstvo. Vsekakor so rudninska tla v pogledu melioracijskih stroškov mnogo manj zahtevna od organskih, niso tako pogosto poplavljen kot organska in povečini že v sedanosti sposobna za spremembo v kulturnejše stanje. Iz navedenih razlogov naj imajo rudninska tla v melioraciji prednost pred organskimi že glede na možnost strojne obdelave.

PEDOLOGICAL FEATURES OF THE LJUBLJANA MOOR

In order to improve and expand farming in the region of the Ljubljana Moor extensive melioration works will have to be carried out. Ljubljana and the neighboring industrial centers demand from day to day more milk, meat, fats and fresh vegetables all of which could be readily produced in the region of the Moor which, incidentally, is the largest reclamation area in Slovenia.

The hitherto carried out pedological investigations have shown that the entire area of the Moor in need of melioration consists of:

Mineral soil:

1. Gleyey soil	6 563 ha	(41,2 ‰)
2. Brown alluvium on sandy subsoil	1 432 ha	(9,0 ‰)
3. Monadnock soil	500 ha	(3,1 ‰)
4. Shallow carbonaceous soil	39 ha	(0,2 ‰)
Total mineral soil	8 534 ha	(53,5 ‰)

Organic soil:

5. Shallow organic soil	1 694 ha	(10,6 ‰)
6. Middle deep organic soil	2 470 ha	(15,4 ‰)
7. Deep organic soil	3 249 ha	(20,5 ‰)
Total organic soil	7 413 ha	(46,5 ‰)
Total mineral soil	8 534 ha	53,5 ‰
Total mineral and organic soil	15 947 ha	(100 ‰)
The entire melioration area consists of mineral and organic soil	15 947 ha	(97,7 ‰)
shallow brown carbonaceous soil on sandy gravel subsoil	380 ha	(2,3 ‰)
Total	16 327 ha	(100 ‰)

While, by and large, the mineral soil, with the exception of the brown shallow carbonaceous soil on calcareous sand and gravel and in places the brown alluvial soil on a sandy subsoil, is tilled only with difficulty, does the organic soil if dry and containing only small amounts of clay, lend itself readily to tilling.

The melioration project will embrace only the mineral and the organic soil. Of the former 7 632 ha (90 %) and of the latter 7 045 ha (95 %), that is a total area of 14 677 ha (92 %), will have to be drained and aerated.

The irrigation of the meliorated land will, of course, depend on the amount of precipitation during the growth period, the hydrologic properties of soil and the structure of the future vegetation. The mineral soil, excepting alluvial gravel, is in its natural state moist, poorly aerated and, consequently, marshy. It will therefore be necessary to control floods and to lower the ground water table. Both mineral and organic soil are susceptible to droughts which in turn affect primarily forage and vegetable crops.

A characteristic feature of the organic soil is its low volume and weight specific gravity owing to which it requires a considerably larger amount of plant nutrients to yield optimal crops than does the mineral soil.

The decomposition of the organic soil resting upon the »polžarica« (lake chalk = carbonaceous mud) gives rise to a gradual settling of the organic as well as of the overlying mineral soil. This is borne out by the pedologic sections and should be taken into consideration in the future flood control works in the Ljubljana River drainage area as well as in the construction of the drainage and irrigation system.

The mineral soil is suitable for field crops, the organic soil for forage crops and the combined organic-mineral soil for truck crops.

The meliorations costs for the mineral soil are, of course, much lower than those for the organic soil because the former is less flooded than the latter and can, by and large, be meliorated within a very short time. It is held that for the reasons referred to above the melioration of the mineral soil should be given priority over the melioration of the organic soil, especially since the former can be readily machine tilled.

GEOELEKTRIČNE RAZISKAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Danilo Ravnik

S 4 slikami med tekstem in z 1 sliko v prilogi

Kratka vsebina. Geološki inštitut SAZU je predvidel v letu 1962 raziskovalno vrtino v vzhodnem delu Ljubljanskega barja. Locirati jo je bilo treba tako, da bi dosegla veliko globino, vendar naj ne bi bila predaleč v območju prodnatega nanosa Iške.

To nalogo smo rešili z geoelektričnim sondiranjem po metodi navidezne specifične upornosti. Izmerili smo površino 35 km² in ugotovili mejo med plitvo in globoko ležečo starejšo podlago. Ta meja poteka v dinarski smeri želimeljske prelomnice, na površini pa se sklada s smerjo potokov Želimeljščice in Iščice. Vzhodno od tod leži podlaga do približno 60 m globoko, zahodno od Iščice pa prek 100 m. V globokem delu smo izločili dve depresiji z globinami 140 m in prek 200 m.

Novo vrtino smo locirali med obe depresiji pri Črni vasi in ocenili njeno globino na 120 m. S kasnejšim vrtanjem so zadeli na dolomit 117 m globoko. Dno Ljubljanskega barja je v globokem delu karbonatne sestave, v plitvem pa so specifične upornosti podlage imele vrednosti, ki ustrezajo tako karbonskim kot mezozojskim kameninam.

S to ceneno, hitro in zadosti zanesljivo geofizikalno metodo je treba preiskati celotno Barje in ugotoviti njegovo geološko sestavo in zgradbo. Z nadaljnjimi direktnimi metodami pa bi reševali le posebne naloge in obenem kontrolirali geofizikalne podatke.

Uvod

Dosedanje študije o postanku in razvoju Ljubljanskega barja se opirajo predvsem na geološke podatke njegovega obrobja. Globlje so raziskovali Barje že skoraj pred 110 leti na njegovem zahodnem delu, ko so gradili železniško progo Ljubljana Trst. Ob tej priliki so na območju med Notranjimi Goricami in Preserjem vrtali največ do globine 51,5 m, podlage Barja pa še niso dosegli.

Obsežnejše so sicer raziskave zaradi osuševanja ali agrikulturnih projektov, vendar so te omejene le na globine nekaj metrov. Prav tako obstaja nekaj podatkov, dobljenih pri gradnji raznih gradbenih objektov na Barju, na primer mostov.

Vrtina BV-1, ki so jo na predlog Geološkega inštituta SAZU izvrtali v letu 1959 pri Podpeči v bližini železnice, je v globini 105 m zadela na

dolomitno podlago. Pri tem so bili dobljeni številni podatki, ki so osvetlili nekatere probleme geneze Barja, vendar je bilo zaradi njegove velike površine in neenotne zgradbe potrebno primerjati te podatke še s preiskavami na novih vrčinah.

Geologi so domnevali, da je podlaga najgloblje v centralnem in vzhodnem delu Barja. Zato so v letu 1962 predvideli na tem območju novo vrtino, ki jo je bilo treba postaviti tako, da ne bi prišla preveč v območje peščeno prodnatega nanosa Iške. Taki nanosi so za študij nastanka in razvoja Barja manj zanimivi.

Podatek o največji debelini kvartarnih sedimentov s čim manjšo vsebnostjo peska in proda moremo dobiti z ustrežno geofizikalno metodo. Dosedanje poznavanje električnih lastnosti kvartarnih sedimentov na Barju in predterciarnih kamenin na njegovem obrobju je govorilo v prid uporabe geoelektrične metode navidezne specifične upornosti.

Geološke značilnosti

Ljubljansko barje je okoli 20 km dolga in 7 km široka tektonska udorina, zapolnjena s peščenimi, prodnatimi in glinastimi kvartarnimi sedimenti v debelini več kot 100 m.

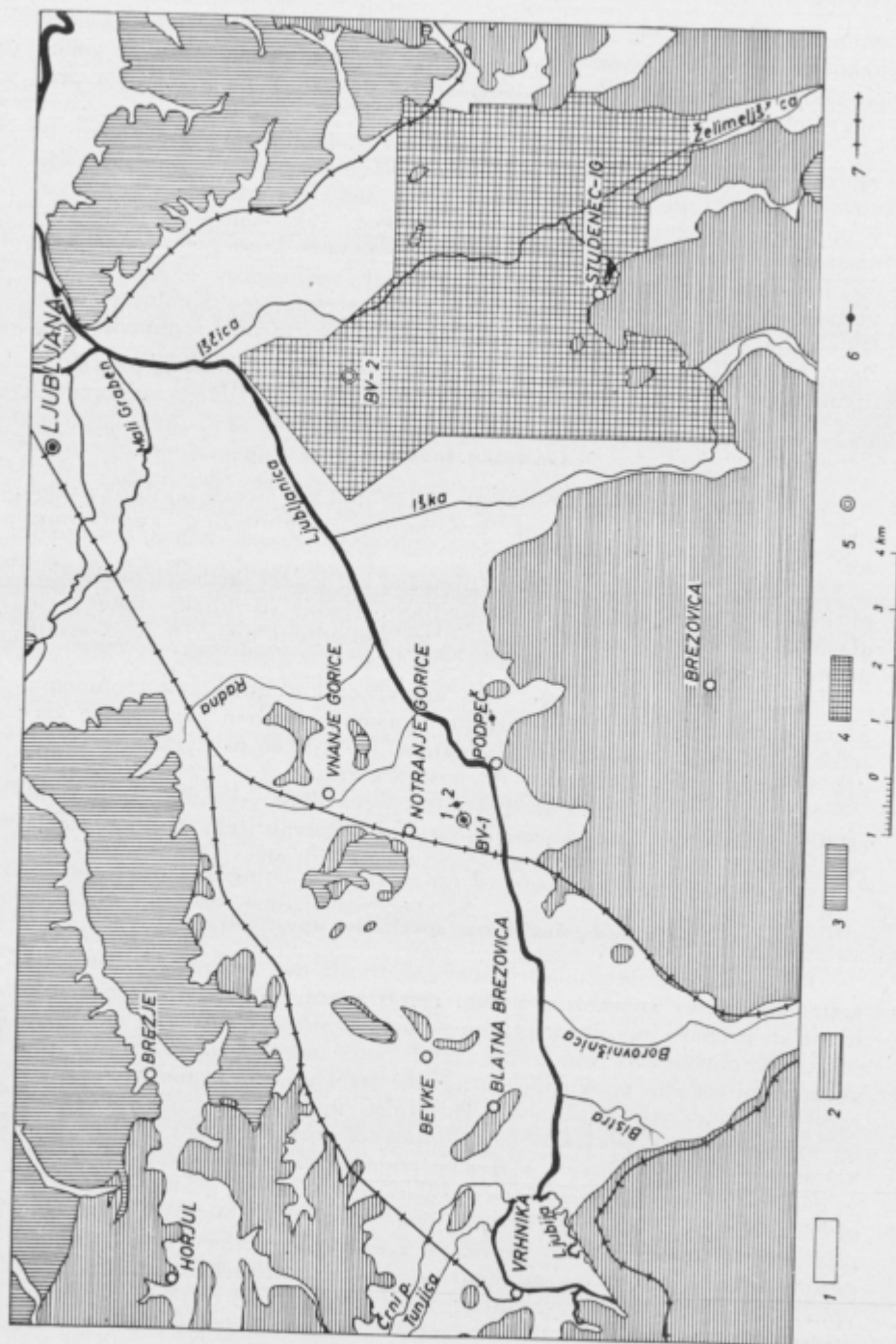
Severno obrobje Barja tvorijo pretežno karbonski skrilavci, peščenjaki in konglomerati, južnega pa sestavljajo triadni in jurski apnenci in dolomiti. Številni osamelci na Barju so sestavljeni delno iz karbonskih delno iz triadnih kamenin.

Tektonsko pripada Barje tako alpskemu kot dinarskemu območju. Številne tektonske črte, ki so ugotovljene na njegovem obrobju, se verjetno nadaljujejo pod barjanskimi nanosi. Ob njih so se izvršila premikanja, ki so oblikovala današnjo Barjansko kotlino.

Na 1. sliki smo prikazali poenostavljeno sliko geoloških razmer na celotnem prostoru Ljubljanskega barja. Upoštevali smo le tiste stratigrafske formacije, katere moremo razlikovati tudi električno.

Metoda navidezne specifične upornosti

Pri metodi navidezne specifične upornosti merimo na zemeljski površini električno upornost s štirimi električnimi poli, razvrščenimi simetrično in premočrtno. Z zunanjsima poloma tvorimo enosmerno električno polje, med notranjsima pa merimo nastalo potencialno razliko. Z izmerjenimi vrednostmi toka in potencialne difference ter z upoštevanjem geometrične razvrstitve elektrod izračunamo specifično upornost. Na njeno velikost ne vplivajo samo geoelektrične lastnosti površinske plasti, temveč tudi kamenin v večjih globinah. V kakšni globini moremo še ločiti dve plasti, je odvisno od njunih geoelektričnih parametrov in od gostote toka v tej globini. Električni parametri, specifična upornost in električna anizotropija, leže za določeno vrsto kamenine v določenem intervalu; na velikost gostote toka v globini pa moremo pri uporabljeni elektrodni razvrstitvi vplivati s spreminjanjem velikosti tokovnega dipola. S tem pa dobimo precej točne geoelektrične podatke o geološki sestavi do določene globine.



Vpliv geoelektrično različnih plasti je integralen. To pomeni, da z meritvami ugotovljena specifična upornost še ne predstavlja vrednosti te električne lastnosti v določeni globini, temveč je to le integralna vrednost specifičnih upornosti vseh plasti do določene globine. Za razliko od prave jo imenujemo »navidezna specifična upornost«, ki je funkcija velikosti vsakokratnega tokovnega dipola. Iz te krivulje pa moremo z raznimi grafoanalitičnimi postopki ugotoviti iskane geometrične in električne parametre, ki karakterizirajo določen geološki vodnik. To so globine do posameznih plasti, njihove debeline in nakloni ter njihove prave specifične upornosti.

Eksaktna interpretacija je možna le tedaj, če so izpolnjeni vsi pogoji za njeno veljavnost. Sestava kamenin v vertikalni in horizontalni smeri mora biti homogena in izotropna, geometrična razdelitev geoloških elementov pa v prostoru enostavna.

Če hočemo zgoraj omenjene električne parametre prevesti v geološke podatke, moramo ugotoviti specifične upornosti vseh tistih geoloških vodnikov, ki sodelujejo pri oblikovanju geoelektričnega profila terena. To izvedemo z merjenji specifičnih upornosti na izdankih, v vrtinah ali na jedrih iz vrtin. Najboljše podatke dobimo, če izvedemo vse tri vrste meritev; meritve samo na jedrih pa dajo manj zanesljive rezultate.

Da bi mogli z interpretacijo geoelektričnih meritev na površini podati čimbolj verno sliko razmer v globini, moramo poleg rezultatov samih meritev upoštevati še geološki profil območja in izkušnje na podobnih problemih. Zato podatkov interpretacije ne smemo ocenjevati le s stališča direktnih raziskovalnih metod, ki nam dajo podatek za točno določeno mesto v zemlji s poljubno natančnostjo (vrtina, rov, izkop), temveč predstavljajo povprečno sliko geoloških razmer, ki se pri normalnih pogojih le malo razlikujejo od stvarnega stanja. Toda v primeru, da so posamezne plasti neenakomerno razvite in če poleg tega nastopa še zelo komplicirana geološka zgradba, je interpretacija težavna.

Geoelektrični problem

Geoelektrični profil na Barju smo ugotovili z dvema sondama navidezne specifične upornosti ob vrtini BV-1 pri Podpeči (1. sl.).

Na obeh sondah se jasno kaže prisotnost visoko uporne karbonatne podlage. Čeprav sta sondi med seboj oddaljeni 200 m, sta si po obliki enaki, globina pa je na sondi 2 za nekaj metrov manjša kot na sondi 1. Na prvi sondi interpretirana globina do podlage je znašala 99 m, kar je

1. sl. Situacija Ljubljanskega barja (Geologija, poenostavljeno po Rakovcu)

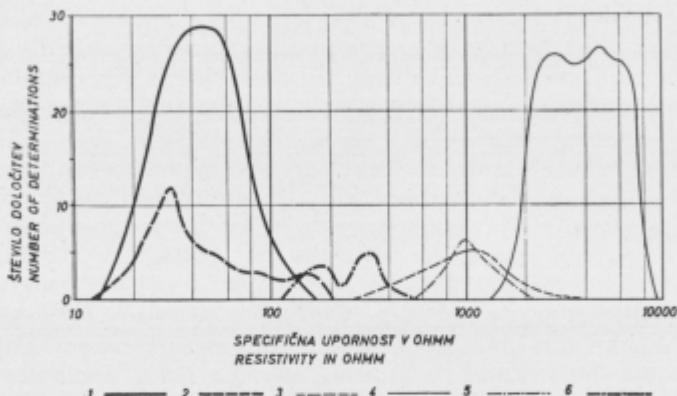
Fig. 1. Sketch map of Ljubljana moor

Geološko in geoelektrično različne kamenine
Geologically and geoelectrically different rocks

1 Kvarter (glina, pesek, prod, šota), Quaternary (clay, sand, gravel, peat); 2 Mezozoik (apnenec, dolomit), Mesozoic (limestone, dolomite); 3 Paleozoik (glinasti skrilavec, peščenjak, konglomerat), Paleozoic (clay shale, sandstone, conglomerate); 4 Geoelektrično izmerjeno območje, Geoelectrically surveyed area; 5 Vrtina, Borehole; 6 Posamezna geoelektrična sonda, Single geoelectrical sounding; 7 Železniška proga, Railway

za 6 % manj, kot kažejo podatki vrtanja. Temu je vzrok nejasen prehod kvartarnih sedimentov v sprva nekompaktno dolomitno podlago. Kljub temu je rezultat zadovoljiv. Kvartarni sedimenti imajo v površinski plasti nekoliko višjo upornost kot v večjih globinah, kjer prevladuje čista ali peščena glina. V glavnem so po vsej globini razmeroma enakomerne sestave.

Za kvantitativno interpretacijo potrebne vrednosti pravih specifičnih upornosti kamenin smo dobili s plitvim geoelektričnim sondiranjem na



2. sl. Variacijske krivulje specifičnih upornosti kamenin na vzhodnem delu Ljubljanskega barja

Fig. 2. Curves of rocks resistivity changes on the eastern part of Ljubljana moor

1 Humus, glina, pesek, prod (recentna površinska plast), Humus, clay, sand, gravel (recent surface layer); 2 Melj, glina, pesek, prod (kvartar), Silt, clay, sand, gravel (Quaternary); 3 Čist pesek in prod (kvartar), Pure sand and gravel (Quaternary); 4 Apnenec, dolomit (triada), Limestone, dolomite (Triassic); 5 Laporni apnenec, skrilavec (triada, werfen), Marly limestone, shale (Triassic, Werfenian); 6 Glinasti skrilavec, peščenjak (karbon), Clay shale, sandstone (Carboniferous)

obrobju Barja, z merjenjem jeder iz vrtine BV-2 ter delno pri interpretaciji samih sond na Barju. Rezultate šestih električno različnih kamenin smo prikazali na 2. sliki v obliki variacijskih krivulj specifičnih upornosti. Njihove vrednosti se med seboj toliko razlikujejo ali pa si sledijo v takem zaporedju, da jih moremo pri terenskih meritvah še razločiti. Kot vidimo, specifične upornosti niso ozko omejene stalnice, temveč pripada določenemu geološkemu vodniku običajno precej širok upornostni interval. Ti intervali se med seboj celo prepletajo. Široki intervali in prekrivanje za interpretacijo niso ugodni. S tem se zmanjša točnost in zanesljivost interpretacije, ki pa ostane običajno še vedno v dopustnih mejah.

Pomembno vlogo pri velikostnem redu upornosti ima voda, ki zlasti vpliva na vrednosti pri visoko upornih kameninah. Specifične upornosti raznih voda na Barju znašajo pri 18° C od 20 do 40 ohm-m.

Za rešitev postavljene naloge je važen jasen kontrast med kvartarnimi sedimenti in mezozojsko oziroma karbonsko podlago. Diferenciacija podlage v apneno, dolomitno, skrilavo werfensko ali skrilavo karbonsko kamenino je možna. Vendar je zato potrebno še več meritev na posameznih petrografskih različnih stratigrafske serije plasti ter detaljnije sondiranje.

Rezultati terenskih meritev

Geoelektrične meritve smo začeli na vzhodnem delu Barja, kjer naj bi bila locirana vrtina. Približno v vzdolžnih kilomske mreže smo na površini 35 km² izmerili 50 geoelektričnih sond z razdaljo 1 do 6 km med tokovnimi elektrodami. Poleg tega smo predvsem na obrobju sondirali še na 17 stališčih. Te sonde so bile plitve in so rabile le za ugotovitev specifičnih upornosti posameznih vrst kamenin.

Primerjava geoelektričnih sond iz vzhodnega dela Barja s sondami pri Podpeči je pokazala, da je geoelektrična sestava kvartarja in njegove podlage na vzhodnem delu bolj heterogena.

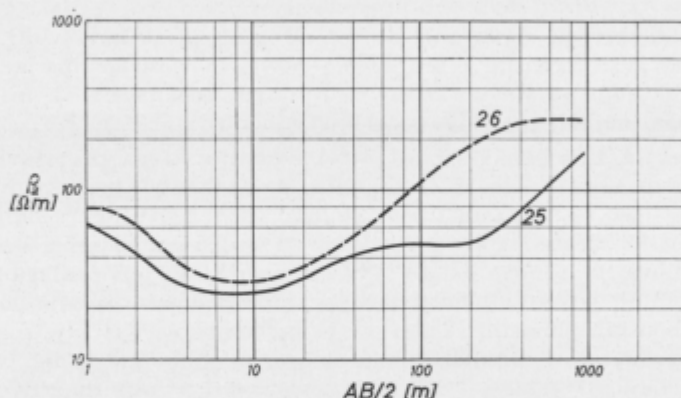
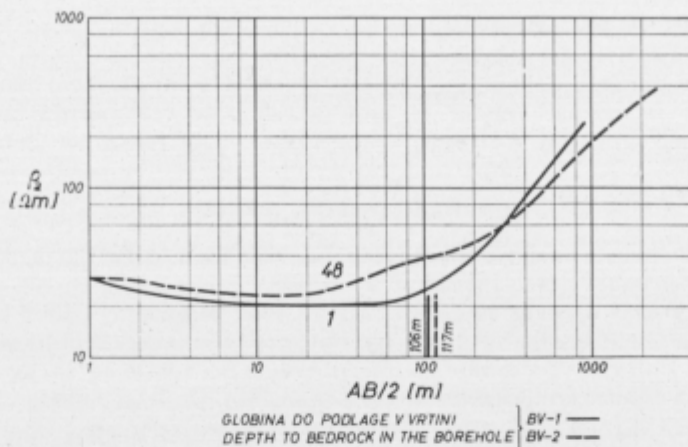
V obliki krivulj sondiranja se več ali manj jasno kaže vpliv sestave sedimentov. Vse terenske krivulje smo razvrstili v razne tipe, ki se med seboj razlikujejo po številu plasti in njihovih parametrih. 3. in 4. slika kažeta nekaj najbolj značilnih geoelektričnih sond.

Največ je zastopan štiriplastni tip krivulje, ki ga predstavljata na primer sondi 18 (4. sl.) in 25 (3. sl.). Niso pa redki tudi primeri dvo-, tro- in celo pet- ter šestplastnih tipov. Skupno vsem krivuljam sondiranja je navadno jasno izražen vpliv podlage, ki je bodisi karbonatna, bodisi glinasto skrilava. Iz njihove oblike lahko sklepamo, ali leži podlaga globoko ali plitvo in ali je sestavljena iz kompaktnih apnencev oziroma dolomitov ali iz karbonskih glinastih skrilavcev in peščenjakov. Krivulje sondiranja peščeno prodnatega vršaja Iške imajo drugačno obliko kot le delno peščeni glinasti sedimenti ostalega dela Barja. Isto velja tudi za plitvo ležeče plasti, ki so ali glinaste, peščeno glinaste ali prodnate.

Vse geoelektrične sonde smo kvantitativno interpretirali po indirektni metodi, kjer smo upoštevali že poznane geološke (geološki profil vrtine, splošni geološki podatki) in električne (specifične upornosti) podatke. Pri interpretaciji smo uporabljali teoretične modelne krivulje iz literature, povečini pa smo jih konstruirali sami po aproksimativni metodi.

Rezultat te interpretacije je bila globina do predkvartarnega dna Ljubljanskega barja oziroma njegov relief (5. sl.). Mestoma je bilo mogoče sklepati tudi o sestavi podlage (triada ali karbon). Kot kaže variacijski diagram (2. sl.), lahko električno razlikujemo skrilavo karbonsko in karbonatno triadno podlago. Pri zadnji pa bi mogli morebiti izločiti še werfenske plasti. Za nedvoumno diferenciacijo podlage, posebno tam, kjer leži globoko, je treba razmike med tokovnimi elektrodami še povečati. Pri tem pa predpostavljamo, da je debelina podlage velika v primerjavi z nanosi nad njo.

Takoj ob zaključku terenskih del smo predlagali lokacijo za vrtino BV-2 pri Črni vasi (5. sl.). Izbrali smo jo po približni interpretaciji sond,



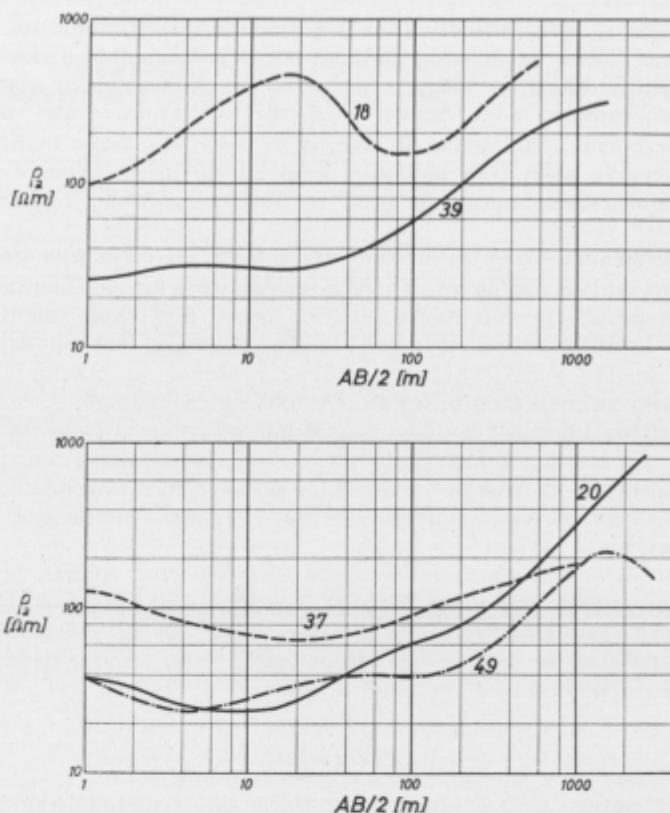
3. sl. Značilne krivulje geoelektričnih sond na Ljubljanskem barju

Fig. 3. Characteristic geoelectrical soundings on the Ljubljana moor

$\frac{AB}{2}$ — polovična razdalja med tokovnimi elektrodama
 Half distance between current electrodes
 ρ_a — navidezna specifična upornost
 Apparent resistivity

ležečih severno od Iške Loke, in ocenili globino do podlage na približno 120 m. Kasneje izvrtana vrtina je zadela na dolomitno podlago pri 117 m.

Glede na obe sondi (1 in 48), katerih interpretacija je bila kontrolirana z vrtalnimi podatki, tudi napaka v določitvi globine podlage na ostalih sondah ne bo presegla več kot $\pm 10\%$. Večje napake pa niso izključene med posameznimi sondami, kajti razdalja 1 km med merilnimi stališči je pri takih geoloških razmerah za zanesljivo interpolacijo pre-



4. sl. Značilne krivulje geoelektričnih sond na Ljubljanskem barju

Fig. 4. Characteristic geoelectrical soundings on the Ljubljana moor

$\frac{AB}{2}$ — polovična razdalja med tokovnimi elektrodama
Half distance between current electrodes
 ρ_a — navidezna specifična upornost
Apparent resistivity

velika. Sonde na vrtninah smo narisali v diagramu 3. slike. Zraven smo z vertikalno črto označili globino do podlage, ugotovljeno z vrtnanjem.

Na prehodu iz plitvega dela Barja zahodno od Grmeza v depresijo onstran Iščice smo izmerili sonde 25 in 26 (3. sl.). Prva je plitva z verjetno karbonsko podlago, druga je globlja; njeno podlago pa sestavljajo apnenci ali dolomiti. Sonda 18 (4. sl.) kaže, kako izrazit je vpliv peščeno prodnatega vršaja Iške. Pri sondi 20 pa so kvartarni sedimenti precej homogeni in le proti dnu nekoliko bolj peščeni ter ležijo na debeli apneni podlagi.

Med Babno gorico in karbonskim obrobjem ležeča sonda 37 (4. sl.) nesporno kaže na karbonsko podlago. Sonda 39, izmerjena 2 km južneje, je v prvem približku dvoplastna, podlaga pa ima tudi tu še razmeroma

nizko upornost. Bolj komplicirano sestavo imajo sedimenti na sondi 49, kjer se pod visoko upornostno podlago pojavlja kamenina nizke upornosti in precejšnje debeline. Mogoče je temu vzrok tektonsko spremenjena kamenina prelomne cone. Razen sonde 49 pa kažeta v tem delu Barja na nizko uporno sestavo dna še dve sondi med Iško Loko in Studencem.

Primerjava vseh treh globokih sond 20, 48 in 49 (3. in 4. sl.) jasno priča o električno, skoraj verjetno pa tudi o geološko različni sestavi podlage.

Na raziskanem ozemlju moremo jasno ločiti območje, kjer leži podlaga razmeroma plitvo (do 60 m). To je območje vzhodno od Želimeljščice in Iščice. Nasprotno je dno Barja zahodno od te črte okoli 150 m globoko, v bližini Ljubljane pa celo prek 200 m. Vzhodni rob te depresije se ujema s smerjo podaljška želimeljskega preloma, ki poteka v dinarski smeri ravno na meji med plitvo in globoko ležečo podlago.

Specifična upornost podlage na sondah vzhodno od Iščice in Želimeljščice je nižja kot na sondah zahodno od tod, na nekaterih mestih pa celo enaka upornosti, ki ustreza karbonskim skrilavcem. Tako nizke upornosti opazamo skoro na vseh sondah v trikotu Grmez—Babna gorica—Škofljica—Studenc—Iščica.

Plasti čistega proda zaznavamo na geoelektričnih sondah le približno do črte, ki poteka pod vasjo Matena, nekoliko nad Iško Loko, v rahlem loku prečka cesto Ljubljana—Ig in zavije proti vasi Ig. V sondah severno od tod opazamo še peščeno prodnate sedimente, vendar leže nekoliko globlje in so pomešani z meljem in glino.

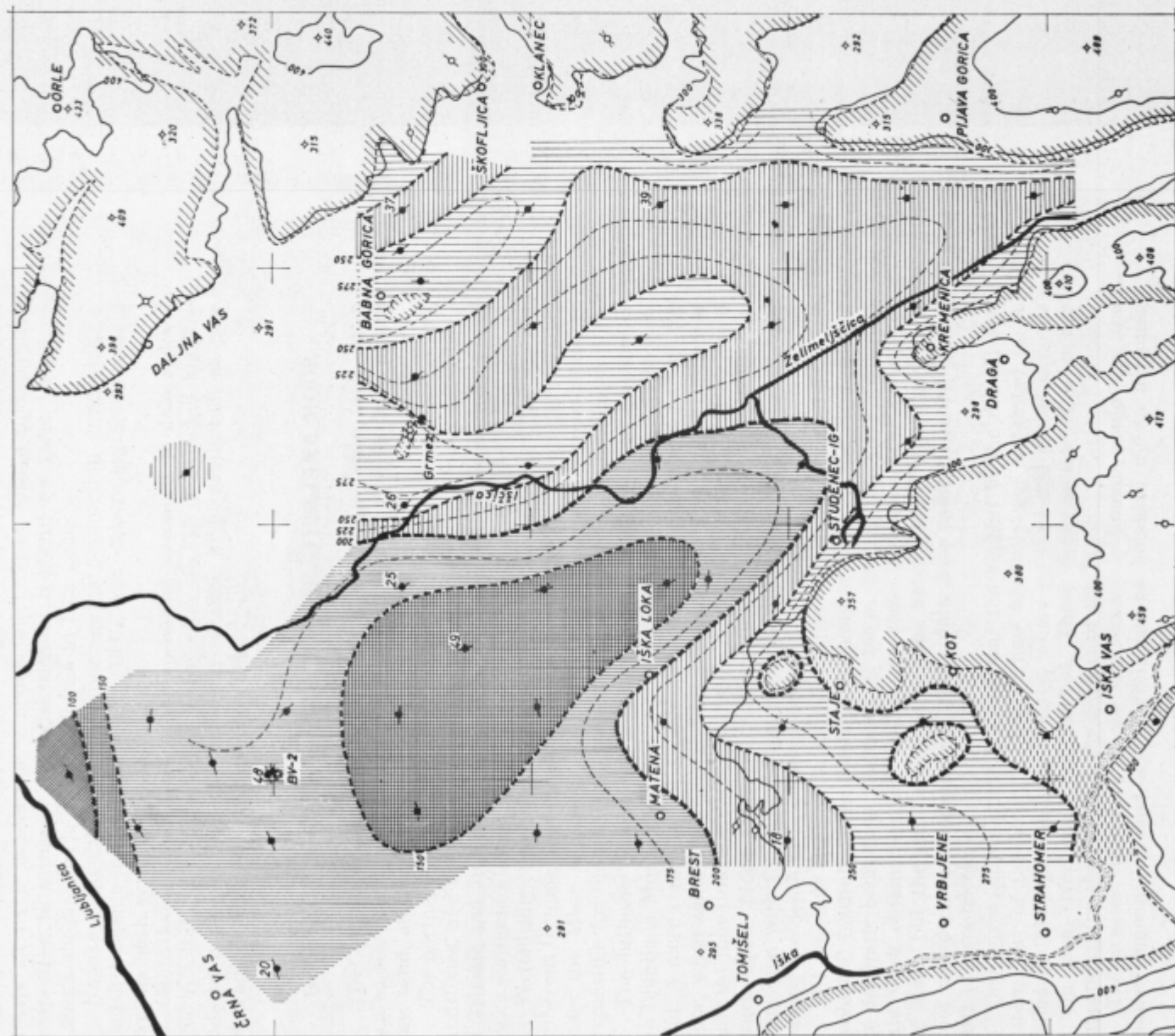
Zaključki

Na vzhodnem delu Ljubljanskega barja smo z metodo navidezne specifične upornosti ugotovili obliko in globino predterciarne podlage.

Na raziskanem ozemlju smo locirali vrtino BV-2 pri Črni vasi, ki je dosegla podlago pri 117 m. To se dobro ujema z interpretacijo geoelektrične sonde v bližini vrtine.

Na reliefu podlage moremo razlikovati dvoje območij. Vzhodno od Iščice in Želimeljščice je dno Barja do približno 60 m globoko. Njena specifična upornost leži v glavnem med vrednostmi, ki ustrezajo karbonskim, manj pa triadnim sedimentom. Zahodno od Iščice ter severno od črte Matena—Iška Loka je podlaga prek 100 m globoko. Na tem območju smo izločili dve depresiji. Prva leži med Iško Loko in vrtino BV-2 ter je globoka približno 140 m, druga pa se pričinja severno od vrtine in se razprostira proti Ljubljani. Tu so globine večje in presegajo celo 200 m. Podlago globokega dela sestavljajo karbonatne kamenine. Izjemoma opazamo na treh sondah tega območja zmanjšanje njene upornosti, kar si razlagamo z morebiti tektonsko spremenjeno kamenino. Vzhodni rob depresij in globokega dela se na splošno ujema z dinarsko smerjo želimeljske prelomnice. Prej omenjene sonde pa leže ravno v tej smeri.

Kvartarni sedimenti zahodno od Iščice so sestavljeni bolj heterogeno kot vzhodno od nje. Pri prvih je v dolnjem delu vedno opazno povišanje specifičnih upornosti, kar je v zvezi s prisotnostjo peščeno prodnatih



S. SL
FIG. 5

RELIEF PODLAGE VZHODNEGA DELA LJUBLJANSKEGA BARJA THE BEDROCK RELIEF OF THE EASTERN PART OF LJUBLJANA MOOR



GEOTEKTRIČNA SONTA
GEOTELECTRICAL SOUNDING

GEOTEKTRIČNA SONTA NA IZDANKIM V OBRISU
LJUBLJANSKEGA BARJA
GEOTELECTRICAL SOUNDING ON OUTCROPS IN THE
BORDERLAND OF LJUBLJANA MOOR

VRTINA
BOREHOLE

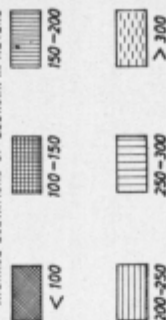
MEJA MED KVARTARNIMI IN STAREJŠIMI KAMENINAMI
BORDERLINE BETWEEN QUATERNARY AND PRE-QUATERNARY ROCKS

100 m
50 m
25 m

IZOHIPSE PODLAGE
50 m
25 m

CONTOUR LINES OF BEDROCK

POSRPNE NADNORSKE VŠINE PODLAGE V METRIM
AVERAGE ELEVATIONS OF BEDROCK IN METERS



sedimentov. Sonde pri Podpeči kot sonde vzhodno od Iščice take sestave nimajo ali pa je izražena le v manjši meri. Vpliv visoko upornostnega vršaja Iške je zaznaven z geoelektričnimi merjenji na vsem terenu od južnega obrobja Barja do vasi Matena in Iška Loka.

Napaka v določitvi globin do podlage na posameznih geoelektričnih sondah verjetno ne bo preseгла $\pm 10\%$, kar dokazujeta interpretaciji sond na obeh vrtnah.

Geofizikalna metoda navidezne specifične upornosti je dala zadovoljive rezultate. Z nadaljevanjem teh meritev na Barju bi dobili koristne podatke o njegovi geološki sestavi in zgradbi, ki bi rabili tudi za projektiranje nadaljnjih raziskovalnih del.

GEOELECTRIC EXPLORATION OF THE LJUBLJANA MOOR

The Ljubljana Moor is a 20 km long and 7 km wide fault basin located south of Ljubljana and filled up with an over 100 m thick bed of clay, sand, and gravel.

The northern borderland of the Moor consists of Carboniferous shales, sandstones, and conglomerates while the southern borderland is built up of Triassic and Jurassic limestones and dolomites. The numerous monadnocks scattered all over the Moor are likewise built of these rocks (Fig. 1).

Tectonically the Moor belongs to the Alpine-Dinaric region. The numerous tectonic lines occurring along its margin continue most probably under the Moor sediments. The earth movements along these lines are responsible for the present-day configuration of the Ljubljana Moor.

The hitherto carried out studies on the origin and development of the Ljubljana Moor based on the geological data compiled for its borderland. A more complete investigation was made in the western part of the Moor, when some 110 years ago the railroad line Ljubljana—Trieste was built. At that time the deepest borehole drilled 51,5 m but no bedrock was struck upon. More extensive investigations have been carried out in connection with the reclamation and agricultural projects, but these have reached the depth of few meters only.

The borehole BV-1 at Podpeč drilled in 1959 at the suggestion of the Geological Institute at the Slovene Academy of Sciences and Arts reached the dolomitic bedrock at the depth of 105 m. During this work numerous data were obtained which cleared up some aspects of the genesis of the Moor, but the great expanse and the heterogenous structure of the Moor called for a comparison of these data with those obtained on the basis of new boreholes.

Geologists supposed the bedrock was the deepest in the central and eastern part of the Moor. In 1962 a new borehole was suggested to be drilled in this region in such a place, where no sand and gravel deposits of the Iška river could be touched. These deposits are of a minor importance for the study of the genesis of the Moor.

The greatest thickness of the Quaternary sediments containing the smallest amount of sand and gravel, can be obtained by an adequate

geophysical method. The appreciable differences between the electrical properties of the Quaternary sediments of the Moor and those of the pre-Tertiary rocks of its borderland spoke in favour of the application of the apparent resistivity method.

On the surface of 35 sq. km 50 electrical soundings set up at a distance of one kilometer from each other, were measured by the resistivity method using Schlumberger's electrode configuration. Seventeen additional electrical soundings set up mainly in the borderland were used for the resistivity determination of the pre-Tertiary rocks. The results of the above mentioned measurements, the resistivity determinations on core samples from borehole BV-2, and partly the data interpreted from the electrical sounding curves were used for the construction of the resistivity variation curves of all those geological conductors forming the geoelectric pattern of the investigated area (Fig. 2).

A comparison of the electrical soundings from the eastern part of the Moor with the sounding curves at Podpeč showed that the geoelectrical section of the eastern part is more heterogeneous than that of the region of borehole BV-1.

Among the geoelectrical field curves obtained by electrical sounding the four-layer type was most frequent although cases of less than four layer and even more layered types were not rare. Figs 3 and 4 show some most significant cases. Common to all sounding curves is usually a clearly expressed influence of the bedrock which is either carbonaceous or clayey shaly.

All electrical soundings were interpreted by the indirect grapho-analytic method using either the theoretical model graphs found in the literature or curves plotted by author on the basis of the approximation method.

Fig. 3 represents the two electrical soundings (set up) at the boreholes and their depths to the bedrock which agree satisfactorily with the results obtained by the geoelectric method. The location of borehole BV-2 was determined by geoelectric measurements.

The pre-Tertiary Moor bedrock can be divided into two parts. East of the Iščica river and the Želimeljščica river the bedrock is at the depth of about 60 m. Its resistivity, generally, corresponds with the resistivities of Carboniferous rather than Triassic sediments. West of the Iščica river and north of the villages Matena and Iška Loka the bedrock is lying considerably deeper. In this region two depressions were determined, the one situated between Iška Loka and borehole BV-2 is about 140 m deep. The other one beginning north of the borehole and extending towards the Ljubljana river exceeds the depth of 200 m. The deeper part of the bedrock consists of carbonaceous rocks. The eastern margin of the depressions and of the deeper part, generally, corresponds with the Dinaric direction of the Želimlje fault.

The high resistivity of the alluvial fan of the Iška stream was recorded by geoelectrical measurements all over the region from the southern margin of the Moor to the villages Matena and Iška Loka.

The error in the determination of the bedrock depths at each electrical sounding will probably not exceed ± 10 percent as proved by the interpretation of the soundings at the two boreholes.

The apparent resistivity method yielded satisfactory results. A proceeding of these measurements in the Moor would, no doubt, yield valuable data on its geological composition and structure which in turn might be used for a basis of future investigation projects.

LITERATURA

Buser, S., 1961, Stratigrafija in tektonika južnega obrobja Ljubljanskega barja. Arhiv Geološkega zavoda, Ljubljana.

Kalenov, E. N., 1957, Interpretacija krivih vertikalnega električnega zondiranja, Moskva.

Rakovec, I., 1955, Geološka zgodovina ljubljanskih tal, V. knjiga Zgodovine Ljubljane, Ljubljana.

Rakovec, I., 1959, Poročilo o rezultatih vrtine med Notranjimi Goricami in Podpečjo na Ljubljanskem barju, SAZU, Ljubljana, 1959.

Compagnie Générale de Géophysique, Abaques de sondage électrique, Geophysical Prospecting, 1955.

0 NOVIH NAJDBAH RUDISTOV NA OBMOČJU KOČEVSKEGA ROGA

Mario Pleničar

Z 1 sliko med tekstem in z 12 slikami v prilogi

O razvoju krednih skladov na Kočevskem so pisali že Protzen (1932), Uršič (1931, 1932) in Germovšek (1953). Prva dva sta se pri svojih raziskavah omejila na neposredno okolico Kočevja. Severne polovice Kočevskega Roga, ki prehaja že v visoke planote na južni strani Krke, v svojih razpravah nista zajela. Protzenovo glavno delo je bila obdelava kočevske terciarne premogovne kadunje. Starejše sklade v neposredni okolici je omenil v razpravi le bolj pregledno. Vendar so njegove ugotovitve o krednih skladih dovolj pomembne, da jih moramo še sedaj upoštevati pri študiju geoloških razmer med Kočevjem in dolino Krke. Popravljen je Lipoldovo manuskriptno geološko karto, na kateri so skoraj vsi apnenčevi in dolomitni skladi uvrščeni med triadne plasti. V spodnjekrednih skladih je našel lupine školjk iz rodu *Requienia*, v zgornjekrednih pa poleg bogate foraminiferne favne še lupine školjke *Chondrodonta* (*Ostrea*) *joannae* (Choffat) in *C. (Ostrea) joannae* var. *munsoni* (Hill.). V upravi rudnika premoga v Kočevju je dobil dva rudista iz talnine premogovnih skladov. Določil ju je kot *Radiolites* cf. *radius* d'Orbigny in *Sauvagesia* (?) spec.

Več se je ukvarjal z razdelitvijo krednih skladov okoli Kočevja Uršič. Našel je mnogo fosilov, od katerih je objavil tudi slike, vendar so mnoge nerazločne. V spodnjekrednih skladih je našel (1932, str. 87) poleg foraminifer in koral še rudiste *Requienia ammonia* Goldf., *Pachytraga lapparenti* Paquier, *Monopleura varians* Math., *Monopleura trilobata* d'Orbigny in *Caprina schiosensis* Boehm. *M. trilobata* d'Orb. je po Kutassyjevem fosilnem katalogu iz leta 1934, str. 121 in 138 identična s *Caprotina perplexa* Pošta in je vodilna za cenoman, torej za zgornjo kredno. *Caprina schiosensis* Boehm je tudi vodilna za zgornjo kredno, in sicer za cenomansko in turonsko stopnjo (Kutassy, 1934, str. 154).

V zgornjekrednih skladih je določil Uršič naslednje rudiste: *Radiolites* sp., *Caprotina hirudo* Par., *Sphaerulites angeoides* Lam., *Vaccinites oppeli* Douv., *Radiolites jouannetti* (Des Moulins) d'Orb., *Radiolites* cf. *radius* d'Orb. in *Sauvagesia* sp. Pri vasi Želne je našel poleg rudistov še školjke iz rodu *Chondrodonta* podobno kot že Protzen.

Protzen in Uršič sta na podlagi fosilne favne sklepala, da imamo pri Kočevju v zgornji kredi opravka s cenomansko in turonsko stopnjo.

Leta 1953 je G e r m o v š e k objavil v Geologiji članek o zgornjekrednih klastičnih sedimentih v okolici Kočevja. Na območju Kočevskega Roga je ugotovil več krednih sinklinal, katerih jedro je izpolnjeno z zgornjekrednimi klastičnimi sedimenti. Tik pod temi klastičnimi sedimenti je povsod našel svetlo siv do bel rudistni zgornjekredni apnenec in na podlagi tega sklepal, da tudi klastični sedimenti, ki delno ležijo konkordantno na zgornjekrednem apnencu, pripadajo še zgornji kredi. Primerjal jih je z zgornjekredno scaglio in jih prišteval v senonsko stopnjo. Svojih zaključkov G e r m o v š e k ni podprl z navedbo favne.



+ Najdišče rudistne favne
+ Locality of rudistid fauna

V letu 1962 smo ugotovili na podlagi globotruncan, da pripadajo krpe klastičnih sedimentov na Kočevskem res senonski stopnji (Š r i b a r , 1962), v svetlo sivem apnencu pod njimi pa smo našli poleg radiolitov še školjke iz rodu *Chondrodonta* in številne zastopnike iz skupine kaprinid.

Posebno bogato in zanimivo je nahajališče kaprinid ob novi gozdni cesti na zahodni strani Luške gorice, jugovzhodno od Smuke. Nahajališče leži na severozahodnem krilu sinklinale; v njenem jedru je G e r m o v š e k našel zgornjekredne klastične sedimente pri Rdečem kamnu in Luži.

Svetlo siv ali skoraj bel apnenec je precej razpokan. Iz njega se morejo sorazmerno lahko luščiti veliki kosi lupin kaprinid. Skleпам, da je to nekdanji rudistni greben. Poleg kaprinid se dobijo še lupine radiolitov in hondrodont. Od radiolitov so ostala le kamena jedra, zato jih ni mogoče določiti. Kaprinide sem lahko določil na podlagi prečnih presekov lupin.

Leta 1962 sem v posebni razpravi obravnaval vprašanje razvoja in razširjenosti kaprinid pri nas. V tej razpravi, kakor tudi v prejšnji iz leta 1960, sem omenil vodilni zgornjekredni kaprinidni horizont, ki je

izredno bogat s kaprinidami. V tem horizontu dobimo tudi številne lupine hondrodont. Horizont ni zanimiv samo zaradi mnogih lepih primerkov kaprinid, ampak tudi zato, ker je petrografsko zelo značilen in razširjen po vsej južni Primorski in Notranjski. Zato ga uporabljamo kot nekakšen reporni horizont. V prvih razpravah o razvoju krednih skladov v slovenskih Dinaridih sem ga štel na mejo med cenomansko in turonsko stopnjo. Že takrat sem se močno nagibal k mnenju, da pripada bolj v turonsko kot v cenomansko stopnjo. Po poznejših primerjavah spremljevalne favne in na podlagi močno specializiranih vrst kaprinid pa lahko trdim, da pripada v celoti v turonsko stopnjo.

Horizont s kaprinidami je bil znan že v starejši geološki literaturi o našem Primorju. Avstrijski geologi so ga imenovali na Tržaško-komenski planoti »repenske obrežne tvorbe«. Nikdar pa niso posebej poudarjali, da je to horizont s kaprinidami ali s hondrodontami, čeprav so v njem omenjali tudi te fosile. Kaprinidne apnenice so omenjali na območju Prestranškega ravnika in na Snežniku, vendar ga niso stratigrafsko uvrstili ali vsaj primerjali z »repensko tvorbo«.

Na podlagi Protzenovega dela in obeh Uršičevih razprav sem že prej domneval, da vodilni kaprinidni horizont obstaja tudi na Dolenjskem in Kočevskem. Ko sem imel zadnja leta priliko tam delati, sem to domnevo lahko potrdil. Našel sem nahajališče kaprinid v belem apnencu na Slovenskem vrhu zahodno od Kočevja. Vendar tam ni bilo lepo ohranjenih primerkov. Nahajališče, ki ga obravnavam, je v vodilnem turonskem kaprinidnem horizontu južno od Kočevja, kjer je apnenec zelo podoben apnencu na Tržaško-komenski planoti, lahko bi celo rekel, apnencu, ki ga lomijo v repenskih in vrhoveljskih kamnolomih kot »kraški marmor«. Razlika med obema je v tem, da je repenski zelo debelo skladovit in malo razpokan, kočevski pa tanko skladovit in zelo močno razpokan. Zaradi tega iz kočevskega kamna ni mogoče dobivati blokov v kamnoseške namene kot pri Vrhovlju in Repentaboru.

Paleontološki del

Ordo: **Pachyodonta**

Subordo: **Chamacea**

Familia: **Caprinidae**

Neocaprina Pleničar 1960

Neocaprina nanosi Pleničar

1., 2. in 3. sl.

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

1962 *N. nanosi* Pleničar, Kaprinide in rod *Radiolitella* v krednih skladih jugozahodne Slovenije, Razprave SAZU, Ljubljana.

Typus: prečni prerez leve lupine je shranjen v paleontološki zbirki Geološko-paleontološkega inštituta univerze v Ljubljani z inventarno številko 3737.

Življenjska doba: turon.

Nahajališča: Nanos, Hrušica, Kočevski Rog (vsa nahajališča so v severozahodnih Dinaridih).

Material: 10 cm dolg del leve ali zgornje lupine.

Zahodno od Luške gorice na severnem obrobju Kočevskega Roga sem dobil lepo ohranjen del zgornje lupine vrste *N. nanosi* (1. sl.). Vrsto sem lahko določil šele na podlagi prečnega prereza lupine. Doslej so bili znani samo prečni prerezi leve lupine, ornamentacija lupine pa ne. To je prvi primerek, kjer je ohranjen del lupine. Na njem vidimo, da potekajo na zunanji strani lupine široki podolžni grebeni, ki jih ločijo ozki kanali. Na zunanjem delu lupine je vidna tudi ligamentna brazda. Tam so grebeni ožji. Širina grebenov se spreminja od 2 do 5 mm in se ujema s širino kanalov v notranjem delu lupine. Prečni presek lupine meri 55 oziroma 73 mm, ker ima lupina obliko sploščenega valja.

Na prečnem prerezu (2. sl.) iste lupine so lepo vidni sklepni elementi: *l*, *B*, *B'*, *n*, *mp* in *ma*. Posebno je zanimiv ligamentni stebriček *l*, ki ga doslej na presekih te vrste še nismo mogli ugotoviti. Palealni kanali so veliki; razmejujejo jih tanke radialne ploščice, nekatere od njih se na zunanji strani lupine viličasto cepijo. Za to vrsto je značilna pahljačasta razporeditev akcesornih kanalov za zobom *B* palealnih kanalov na palealnem delu lupine.

Isti vrsti pripada verjetno tudi del prereza lupine, ki ga vidimo na 3. sliki.

Neocaprina carniolica n. sp.

4., 5., 6. in 7. sl.

Derivatio nominis: po Kranjski deželi — Carniolia (latinsko), kjer je bila školjka najdena.

Holotypus: prikazujejo ga 4., 5., 6. in 7. slika (zgornja in spodnja lupina). Primerka sta spravljena v paleontološki zbirki Geološkega zavoda v Ljubljani z inv. št. 1233 in 1234.

Locus typicus: Luška gorica (Kočevski Rog).

Stratum typicum: turon.

Material: zgornja in spodnja lupina.

Diagnoza in primerjava z drugimi vrstami istega rodu: Ligamentni stebriček je skoraj raven. Tudi pri tej vrsti so prednji mišični odtisi *ma* bolj razviti od zadnjih *mp*, vendar so oboji po vsej svoji dolžini enako debeli in se ne zožujejo kot pri do sedaj znanih vrstah tega rodu. Zob *B'* je mnogo močnejši od *B*.

Glavna razlika napram do sedaj znanim vrstam pa je v obliki in razporeditvi akcesornih kanalov in v tem, da je lupina na palealnem delu mnogo manj perforirana. Akcesorni kanali *oma* so pri novi vrsti manjši kot pri drugih. Palealni kanali se ne raztezajo niti čez polovico oboda lupine. Zato je presledek med palealnimi in akcesornimi kanali *omp* zelo velik. Pri ostalih vrstah rodu *Neocaprina* pride na tem mestu le do močnega zmanjšanja premerov palealnih kanalov ali celo do prav kratke prekinitve kanalov.

Nova vrsta *N. carniolica* je v prečnem prerezu bolj podobna vrsti *nanosi* kot vrsti *gigantea*. Ornametacija lupine se od vrste *nanosi* zelo razlikuje. Nova vrsta nima podolžnih reber. Na veliki lupini (tako zgornji kot spodnji) so vidne samo prirastne linije in izrazita ligamentna brazda.

Vrsta *N. carniolica* spada med velike kaprinide, kar vidimo že iz odlomkov lupin (5. in 6. sl.), ki so na sliki prikazani v naravni velikosti. Lahko cenimo, da doseže zgornja lupina (5. sl.) dolžino 20 do 25 cm in širino do 8 cm. Dimenzije spodnje ali desne lupine (6. sl.) je težje oceniti, ker je manjka večji del. Vendar domnevam, da tudi ta lahko doseže dolžino okoli 20 cm in srednjo širino okoli 6 cm. Obe lupini se proti vrhu koničasto ožita. Vrh je verjetno nekoliko zavrt.

Lupini smo našli na istem mestu kot *N. nanosi*, to je pod Luško gorico. Bili sta v skladu apnenca v ležečem položaju. Apnenec je svetlo siv in sestavljen skoraj izključno iz lupin in odlomkov lupin kaprinid. Poleg kaprinid so bili najdeni odtisi školjke iz rodu *Chondrodonta* (7. in 8. sl.).

Prečna prereza spodnje in zgornje lupine sta zanimiva še zato, ker kažeta razvoj specializiranih vrst kaprinid pri rodu *Neocaprina*.

Pri vrstah *N. nanosi* in *gigantea* imamo izredno tanke ploščice med posameznimi akcesornimi ali palealnimi kanali (Pleničar, 1960, 2. in 4. risba). To kaže že na visoko stopnjo specializacije. Na primerkih z *Nanosa* so mnoge ploščice tako tanke, da so povečini že zdrobljene. Ploščice so se zdrobile zaradi sunkov, ki so jih povzročali valovi. Pri vrsti *N. senabori* (Pleničar, 1962) so radialne ploščice med kanali precej močnejše. Pri novi vrsti *N. carniolica* so ploščice med akcesornimi kanali še močnejše in številnejše; zato so kanali nekoliko manjši, ker odpade na masivni del lupine večji prostor. Vendar opazimo na stenah ploščic, ki omejujejo akcesorne kanale, močne grbine. To so preostanki ploščic, ki so tudi sedanje kanale delile in tako še bolj zmanjševale perforirani prostor. Vrsta *N. carniolica* je torej na poti k večji specializaciji in kaže znake tega razvoja. Pri njej mejne ploščice izginjajo, perforacijski prostor se veča. Vidimo le še zadnje ostanke izginulih ploščic v obliki grbin na stenah preostalih ploščic. Iz istega razloga znaten del palealnega dela lupine pri novi vrsti še ni perforiran. Kaže, da se perforacija pri kaprinidah pričinja pri akcesornih kanalih in šele nato pride na vrsto palealni del.

Ker so ravno akcesorni in palealni kanali, njihov razpored, število in oblika glavni kriterij pri ločitvi nove vrste *N. carniolica* od ostalih vrst rodu *Neocaprina*, lahko sklepamo, da vrsta *N. carniolica* ni nič drugega kot manj specializirana vrsta rodu *Neocaprina*. Morda bi se dalo s sistematičnim zbiranjem in primerjanjem kaprinid najti cel filogenetski niz.

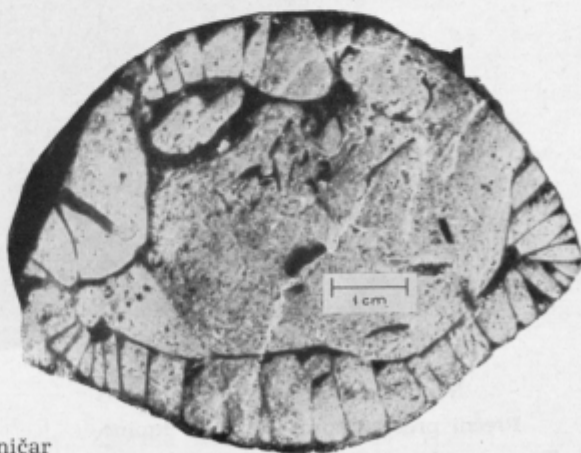
Neocaprina sp.

11. in 12. sl.

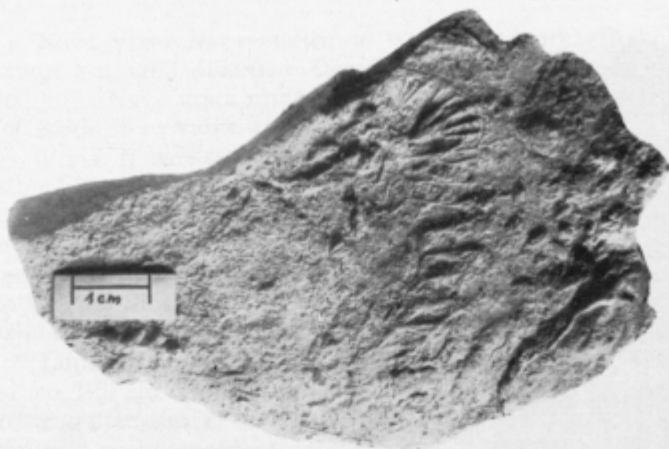
V svetlo sivem apnencu na območju Luške gorice sem našel še več nepopolnih prečnih in poševnih prereзов ter odlomkov lupin školjk rodu *Neocaprina*.



1. slika — Fig. 1
Neocaprina nanosi Pleničar
 Zgornja ali leva lupina
 The upper or left shell



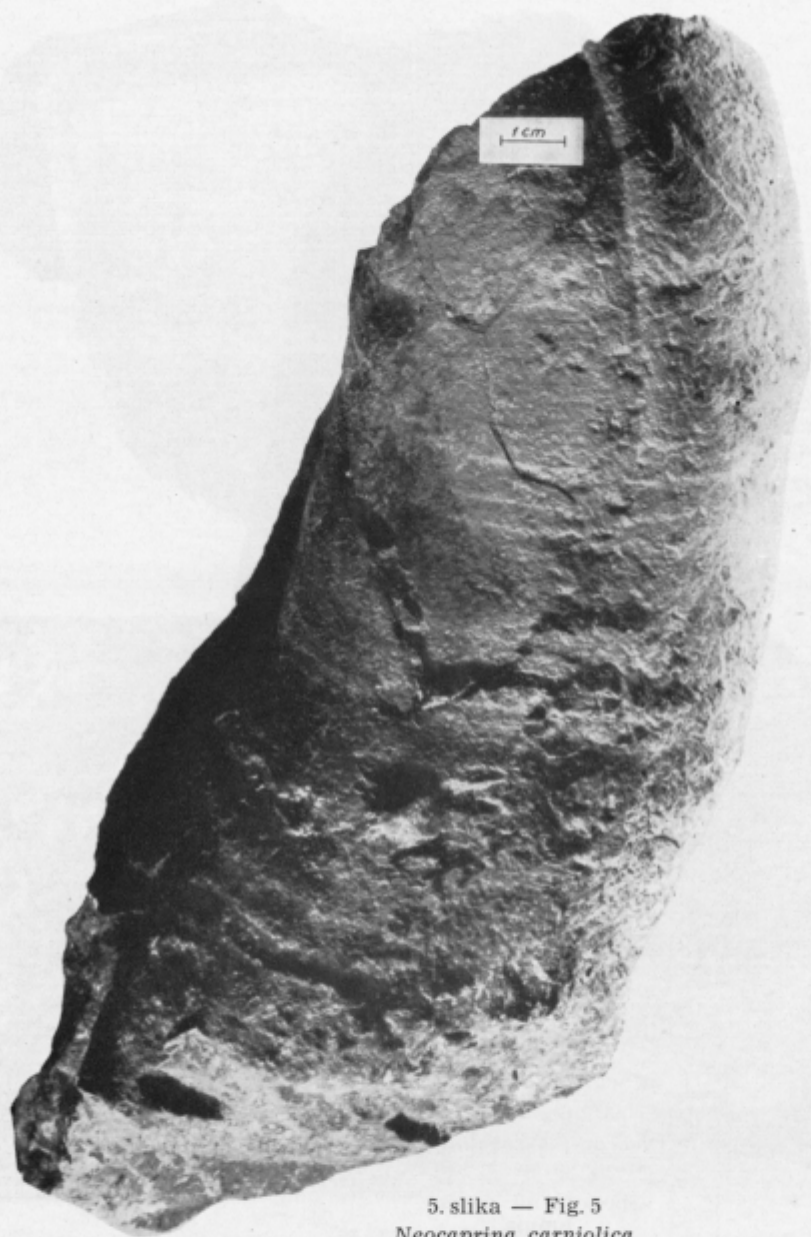
2. slika — Fig. 2
Neocaprina nanosi Pleničar
 Prečni prerez zgornje ali leve lupine
 Transversal section of the upper or left shell



3. slika — Fig. 3
Neocaprina cf. nanosi Pleničar
 Del prereza lupine
 Fragment of the shell section



4. slika — Fig. 4
Neocaprina carniolica n. sp.
 Prečni prerez zgornje ali leve lupine
 Transversal section of the upper or left shell



5. slika — Fig. 5
Neocaprina carniolica
n. sp.

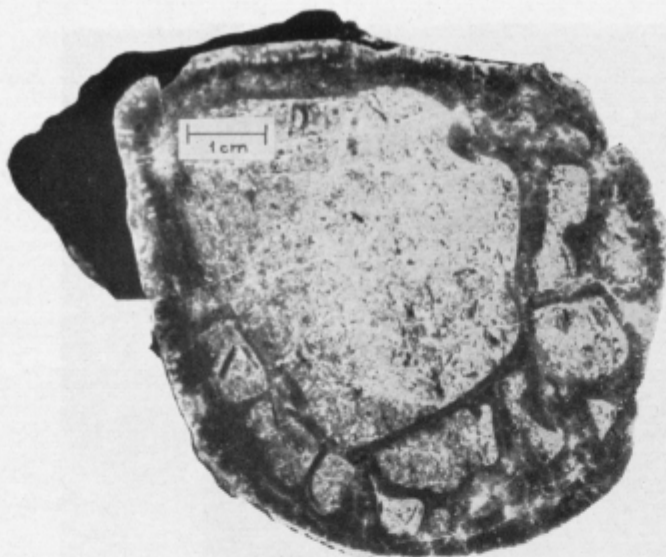
Zgornja ali leva lupina
The upper or left shell



6. slika — Fig. 6
Neocaprina carniolica
n. sp.

Spodnja ali desna
lupina

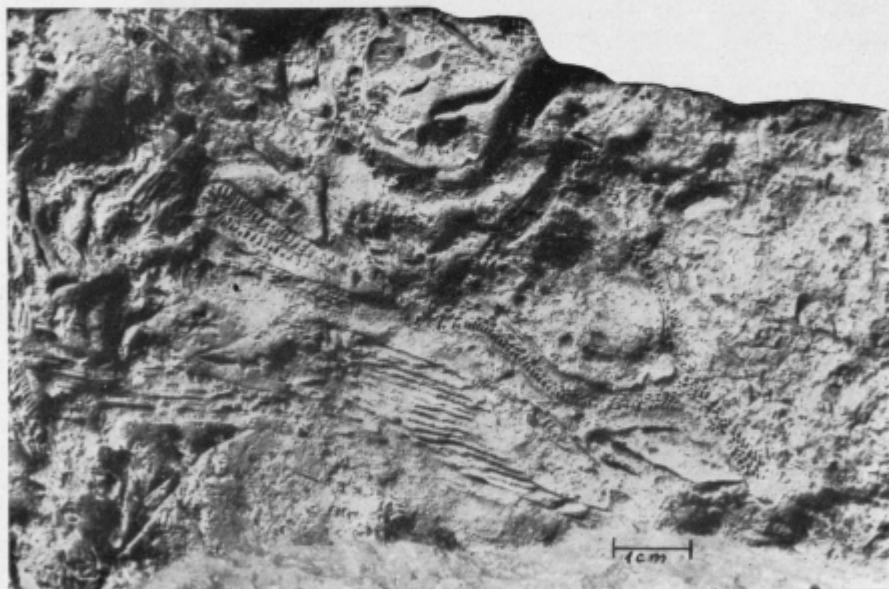
The lower or right
shell



7. slika — Fig. 7
Neocaprina carniolica
n. sp.

Prečni prerez spodnje ali
desne lupine

Transversal section of
the lower or right shell



8. slika — Fig. 8
Ichthyosarcollites rogi n. sp.

Prečni prerez lupine
Transversal section of the shell



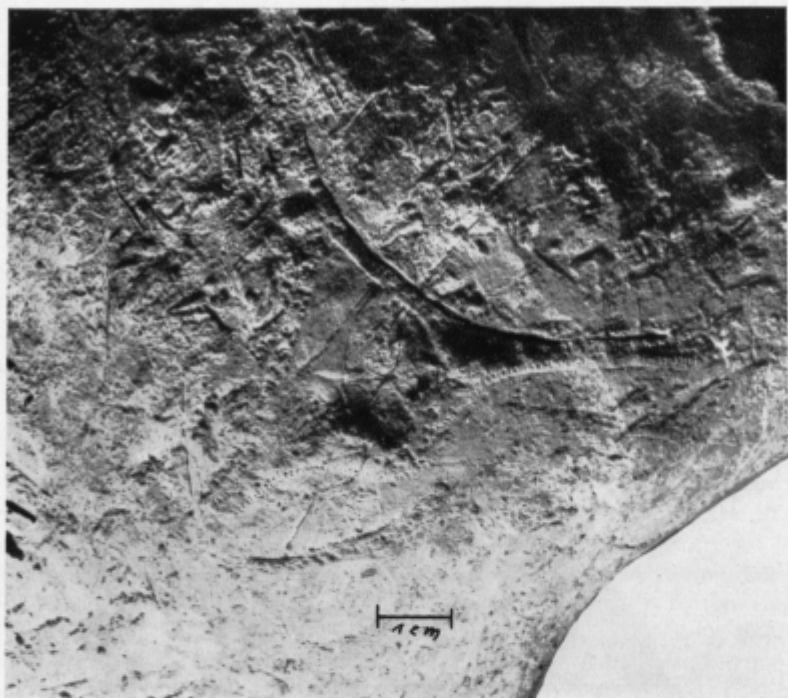
9. slika — Fig. 9

Zgoraj — Above: *Ichthyosarcrolites rogi* n. sp.

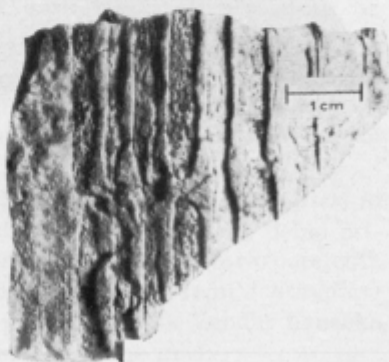
Prečni presek lupine, naravna velikost
Cross section of the shell, natural size

Spodaj — Below: *Ichthyosarcrolites tricarinatus* Parona

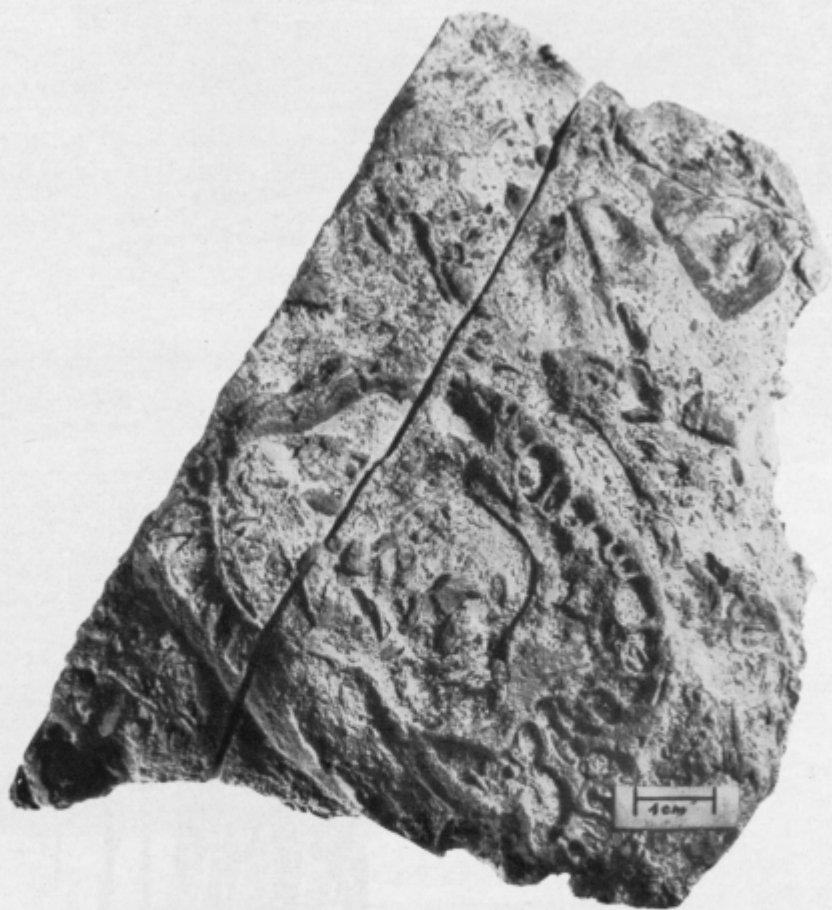
Prečni presek lupine, naravna velikost
Cross section of the shell, natural size



10. slika — Fig. 10
Ichthyosarcollites rogi n. sp.
 Prečni prerez lupine
 Transversal section of the shell



11. slika — Fig. 11
Neocaprina sp.
 Del lupine
 Fragment of the shell



12. slika — Fig. 12

Neocaprina sp.

Prečni prerez lupine

Transversal section of the shell

Ichthyosarcolites Desmarest 1812

Ichthyosarcolites rogi n. sp.

8., 9. in 10. sl.

- Derivatio nominis: po hribovju Kočevski Rog, na obrobju katerega je bila vrsta najdena.
- Holotypus: 8. slika, paleontološka zbirka Geološkega zavoda v Ljubljani, inv. št. 1235.
- Locus typicus: Luška gorica v Kočevskem Rogu.
- Stratum typicum: turon.
- Material: več prečnih prerezov spodnje? lupine.

Diagnoza in primerjava z drugimi vrstami: Prečni prerez spodnje? lupine kaže značilno trikotno obliko. Lupina ima tri ozke in izredno visoke grebene. Na prečnem prerezu se ti grebeni vidijo kot trije dolgi kraki, ki potekajo iz vsakega ogla trikotne lupine. Dolžina krakov je tolikšna kot širina lupine brez grebenov. Lupina je sorazmerno tanka in se po tem približuje vrstama *I. bicarinatus* in *I. tricarinatus*. Dalje je za to vrsto pomembno, da ima na zunanjem delu lupine drobne, elipsaste, radialno razmeščene kanale, ki so na grebenih (v prečnem prerezu: na krakih) še posebno izraziti. Kanali na notranjem delu lupine so okrogli.

Na prečnem prerezu vidimo zobno jamico *b*, ligamentni stebriček *l*, ki je kratek in zelo širok. Mišični odtis *mp* je močnejše razvit kot *ma*.

Vse najdene oblike nove vrste so precej majhne, saj merijo premeri lupin 25 do 30 mm. Iz lupin molijo še grebeni, visoki 30 do 35 mm, torej so enako visoki, ali izjemoma celo višji kot znaša premer lupine. Te grebene je imela školjka za zasidranje na morskem dnu med skalami ali lupinami drugih živali, ali pa so ji rabili za oporo, da se ji lupina ni prelomila. Če so rabili temu drugemu namenu, lahko sklepamo, da so bile lupine razmeroma dolge, kajti kratkim lupinam tako visoki grebeni ne bi bili potrebni. V prerezih vidimo, da so bili grebeni proti vrhu še nekoliko širši in zaobljeni, ne pa ostri kot je to navadno pri grebenih in izrastkih, ki jih imajo moluski za zasidranje. Tako lahko še z večjo verjetnostjo domnevamo, da so imeli pripadniki vrste *I. rogi* grebene za oporo, za nekakšno ojačenje dolge in vitke lupine, da je valovi ne bi mogli zlomiti.

O grebenih, ki so najznačilnejša posebnost rodu *Ichthyosarcolites*, ni v literaturi mnogo podatkov. Na slikah prerezov so navadno le delno prikazani na spodnjem delu, kjer izhajajo iz lupin. Po radialno razporejenih kanalih v grebenih se vrsta *I. rogi* približuje tisti vrsti rodu *Ichthyosarcolites*, ki nastopa na Nanosu (Pleničar, 1960, 1962). Vendar nanoška vrsta nima ostalih dveh grebenov tako visokih, kot je prvi.

Nova vrsta nastopa poleg vrst rodu *Neocaprina*, ki jih uvrščamo po zadnjih podatkih v turonsko stopnjo.

Paleobiološke značilnosti

Favna pod Luško gorico ima naslednje posebnosti: Pojavlja se v dveh podhorizontih. V spodnjem prevladujejo zastopniki vrste *Ichthyosarcolithes rogi* n. sp. Apnenec je poln lupin te vrste, katerih prereze vidimo na preperelih površinah skal drugega poleg drugega. Le zelo poredko najdemo poleg še kak preraz školjke iz rodov *Caprina* ali *Neocaprina*. Zgornji podhorizont, ki je nedvomno grebenska tvorba, je sestavljen iz lupin školjk rodu *Neocaprina*, *Caprina* in morda še kakih drugih kaprinid z močno perforiranimi lupinami, iz velikih rekvienid z debelimi lupinami, iz radiolitov in iz hondrodont. V zgornjem podhorizontu leže lupine nepravilno druga poleg druge, kar kaže, da so jih valovi po smrti živali premetavali. Razmere so precej podobne kot v ostalih nahajališčih rudistne favne v severozahodnih Dinaridih. V spodnjem podhorizontu leže lupine vzporedno druga poleg druge. To enosmerno orientiranost lahko ugotovimo na podlagi dejstva, da najdemo na isti ravni ploskvi apnenca vedno enako orientirane prereze lupin. Na nekaterih ploskvah so skoraj vsi prerezi pravokotni na podolžno os lupine, na drugih zopet skoraj vsi poševni, na tretjih skoraj vsi podolžni itd. Podoba je, da so močni stranski grebeni na lupinah le precej pripomogli k stabilni legi lupin in so jih celo po smrti živali obdržali nepoškodovane v pokončni legi, kar je redkost pri ostalih rudistih v naših apnencih v Dinaridih.

Poglejmo še odnose med posameznimi rudistnimi rodovi in vrstami v našem nahajališču. Poleg velike množice zastopnikov vrste *Ichthyosarcolithes rogi* n. sp. se dobijo le redke močno perforirane lupine kaprinid. Hondrodont in ostale favne skoraj ni najti. Kot nam kažejo prečni prerezi zastopnikov rodu *I. rogi*, so to rudisti z drobnimi in gostimi kanali. Po svoji strukturi so nekoliko podobni lupinam rodu *Caprinula*, ki imajo tudi drobne in na gosto preprežene kanale v lupini. Kakor so kaprinule živele izolirano od ostalih rudistov in moluskov z debelimi lupinami, tako kaže, da so tudi zastopniki rodu *Ichthyosarcolithes*, zlasti pa nov rod *I. rogi*, gradili podobno svoje grebene brez ostale favne. Edino močno perforirane kaprinide, ki so bile zelo prilagodljive tudi na slabše življenjske pogoje, so ponekod živele tudi med individui vrste *I. rogi*. Zaman iščemo tam hondrodonte in rudiste z debelimi masivnimi lupinami.

Nasprotno najdemo v zgornjem podhorizontu poleg velikih neokaprin obilo školjk z debelimi in masivnimi lupinami hondrodont, rekvienid in radiolitov.

Opomba avtorja

Ko je bila ta razprava že v tisku, je Ante Polšak objavil članek: Sur la biostratigraphie du Crétacé de L'Istrie méridionale v Bull. csi. Conseil Acad. RSF Yougoslavie, Tome 9, No. 3, 1964, v katerem je isto vrsto imenoval *Ichthyosarcolithes poljaki*.

Poleg vrste *I. rogi* oz. *poljaki* se dobijo pri Luški gorici še preseki vrste *I. tricarinatus* Parona, ki imajo značilen štirikotni prečni presek lupine (9. sl.).

NEW DISCOVERIES OF RUDISTES IN THE REGION OF KOČEVSKI ROG, SOUTHEASTERN SLOVENIA

In 1962 rudistid fauna, the key fossil for the Turonian stage, has been found in white limestone in the Kočevski Rog region, in southeastern Slovenia. Near the hamlet Luža this limestone is overlain by the Senonian clastic sediments of scaglia. The locality of Cretaceous fauna is situated by the roadside westerly of the Luška Gorica hill.

In the key horizon two parts are to be distinguished. The lower part is distinctive by the species *Ichthyosarcolites rogi* n. sp., in the upper one the species *Neocaprina*, *Caprina*, *Chondrodonta*, and the debris of *Radiolites* shells are represented abundantly. The shells of the species *Ichthyosarcolites rogi* n. sp. are laying parallel with each other, while the caprinoids in the upper part of the key horizon are deposited irregularly. The limestone of both parts of the caprinoid key horizon belongs to the "Repen littoral formation", first discovered on the Trst-Komen plateau, previously considered to belong to the Cenomanian and Turonian stages of Cretaceous. Now they may be regarded to belong to the Turonian stage solely.

Palaeontological Part

Ordo: **Pachyodonta**

Subordo: **Chamacea**

Familia: **Caprinidae**

Neocaprina Pleničar 1960

Neocaprina nanosi Pleničar

Figs. 1, 2, 3

The synonymy is given in:

1962 *Neocaprina nanosi* Pleničar, *Caprinide* in rod *Radiotella* v krednih skladih jugozahodne Slovenije, Razprave SAZU, Ljubljana.

In the locality of Kočevski Rog a part of the upper valve of *N. nanosi* n. sp. was found (Fig. 1). Until now only transversal sections of the upper valve have been known. On the transversal section of this valve can be seen also the ligament column 1, which could not be ascertained on previously known sections.

Neocaprina carniolica n. sp.

Derivatio nominis: named by the country, where the shell was found.

Holotypus: shown in Figs. 4, 5, 6, 7 (upper and lower valve). Both valves are kept in the Palaeontological Collection of the Geološki zavod Ljubljana, numbers 1233 and 1234.

Locus typicus: Luška gorica (Kočevski Rog).

Stratum typicum: Turonian stage.

Material: Upper and lower valve.

Diagnosis and comparison with other species belonging to the same genus: The ligament column is nearly straight. Also in this species the anterior muscle scars *ma* are better developed than the posterior muscle scars *mp*, but both are in all their length of equal thickness and not decreasing as in the species known until now. The *B'* is thicker than the dent *B*. The pallial canals extend less than to the half of the circumference of the valve. The new species in transversal section resembles best the species *N. nanosi* Pleničar.

The length of the upper valve is about 20 to 25 cm, the width about 8 cm. The length of the lower valve is about 20 cm, its width 6 cm. The valves are narrowing conically towards the top of the shell.

The species *N. carniolica* n. sp. is a species of the genus *Neocaprina* less specialized than the other species known until now.

Neocaprina sp.

Fig. 11

On the locality Kočevski Rog there have been found many other, but not well preserved, sections of different species of the genus *Neocaprina*.

Ichthyosarcolithes Desmarest 1812

Ichthyosarcolithes rogi n. sp.

Figs. 8, 9, 10

Derivatio nominis: named by the Kočevski Rog mountains in south-eastern Slovenia, where the shell has been found.

Holotypus: Fig. 8; Palaeontological Collection of the Geološki zavod Ljubljana, number 1235.

Locus typicus: Luška gorica (Kočevski Rog).

Stratum typicum: Turonian stage.

Diagnosis and comparison with other species belonging to the same genus: The transversal section of the lower valve shows a characteristic triangular shape. The shell has three narrow and well-marked ribs, seen in the transversal section as three long ridges. Near the surface of the shell there are radially arranged canals. These canals are particularly well developed on the three ridges. In the shell interior the sections of the canals are circular.

In the transversal section can be seen the tooth socket *b*, and the ligament column *l* which is very wide. The muscle scar *mp* is better developed than the scar *ma*. The diameters of the valves are about 25 to 30 mm, the heights of the ridges about 30 to 35 mm. Towards their tops the ridges are wider and rounded.

Palaebiological characteristics

Besides the species *I. rogi*, a smaller number of shell belonging to other *Caprinoid* species can be found, but neither *Chondrodonta* radiolites nor thick-shelled radiolites. A rather abundant fauna, however, besides the shells belonging to the genus *Neocaprina*, can be found in the higher part of the key horizon, particularly shells of the species *Chondrodonta*, *Sphaerulites* and *Requienia*. This indicates a great adaptability of the genus *Neocaprina*, living together with a fauna specially fitted for particular conditions of life. This fauna is needing great quantities of calcium salts to build up their thick and strong shells. The genus *Neocaprina* reacts against the lack of calcium salts by increasing the width of their canals. The series *I. rogi* n. sp. has not been as adaptive, and is therefore always found separated from the other fauna. The three strong ridges on the valve of the series *I. rogi* n. sp. have held this shell in upward position also after its death, and have preserved it in this way against the force of the sea waves.

Author's remark

During the print of this paper the article of Ante Polšak was published: Sur la biostratigraphie du Crétacé de l'Istrie méridionale, Bul. sci. Conseil Acad. RSF Yougosloavie, Tom 9, No. 3, 1964 in which the same species is named *Ichtyosarcosolites poljaki*.

Besides *I. rogi* (poljaki) at Luška gorica occur also *I. tricarinatus* Parona for which the quadrangular cross section of the shell is characteristic (Fig. 9).

LITERATURA

Douvillé, H., 1887, Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés. Bull. Soc. géol. d. Fr. (3), 15, Paris.

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

Kühn, O., 1932, Fossilium catalogus, I. Animalia, Pars 54, Rudistae, Berlin.

Kutassy, A., 1934, Pachyodonta mesozoica. Fossilium catalogus, I. Pars 68, Berlin.

Parona, C. F., 1923, Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d'Italia. Fauna del neocretacico della Tripolitania, molluschi, parte II, Lamellibranchiati, Roma.

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

Pleničar, M., 1962, Kaprinide in rod Radiolitella v krednih skladih jugozahodne Slovenije. Razprave SAZU, Ljubljana.

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

Sribar, L., 1962, Mikrofavna na listu Ribnica, poročilo, arhiv Geološkega zavoda, Ljubljana.

Uršič, F., 1931, Krečnjak sa Chondrodonta joannae Choff. u blizini Kočevja u Slovenačkoj. Geol. anali, knj. X., II. dio, Beograd.

Uršič, F., 1932, Stratigrafski pregled slojeva u okolini Kočevja u Dravskoj banovini. Vesnik Geol. zavoda kralj. Jug., knj. II., Beograd.

VELIKE TINTININE V TITONSKIH IN VALANGIJSKIH SKLADIH SEVEROZAHODNE DOLENJSKE

Dragica Turnšek

Z 10 slikami med tekstem in z 1 tablo v prilogi

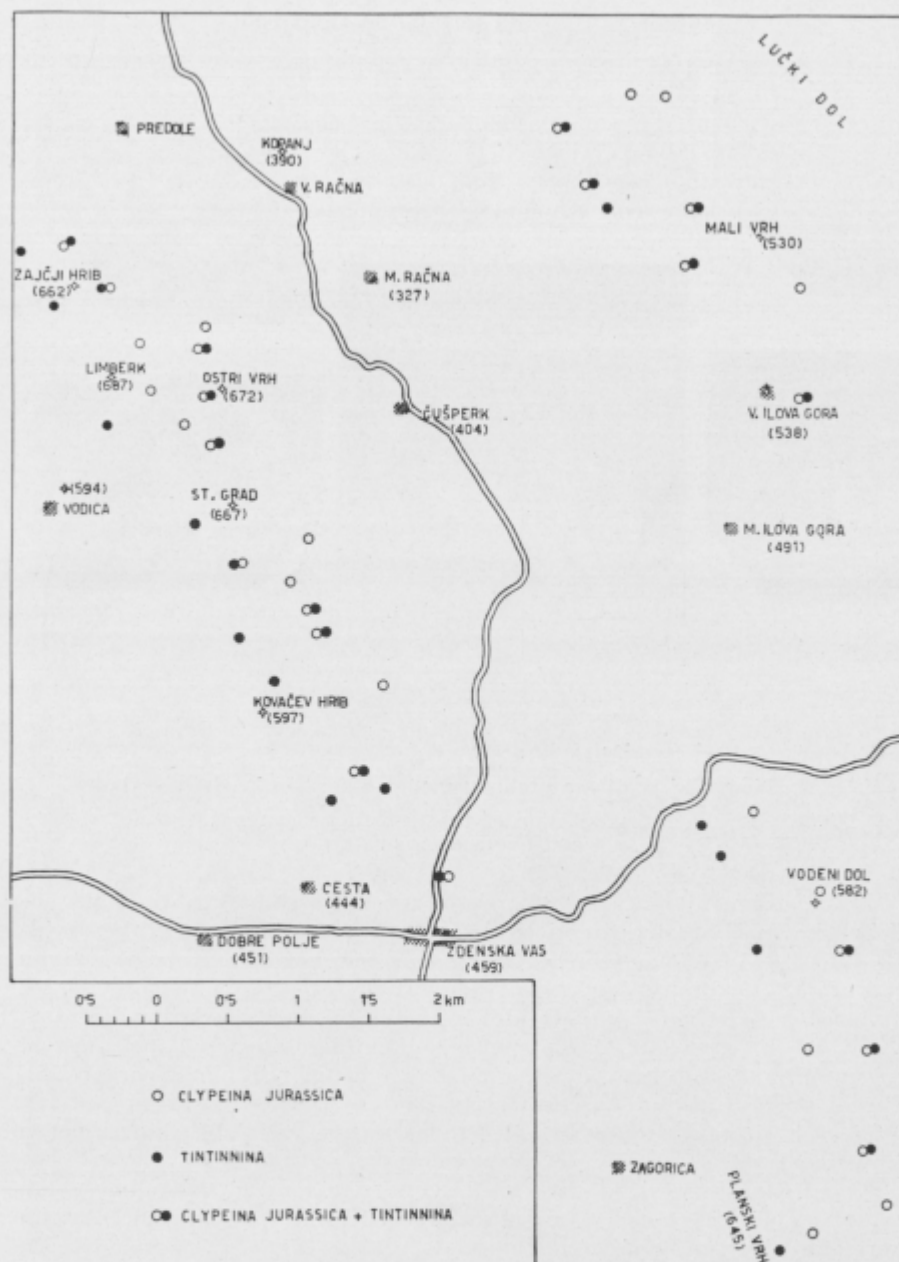
Kratka vsebina: Po proučevanju mikrofavne in mikroflore smo pri geološkem kartiranju Dolenjske našli na več krajih titonske in valangijske plasti. V titonskih apnencih se pojavlja najpogosteje apnena alga *Clypeina jurassica* Favre, poleg nje pa so zelo številne tudi velike tintinine, ki se nadaljujejo še v spodnjo kredo (valangij). Določili in opisali smo naslednje vrste velikih tintinin: *Tintinnopsella simplex* Radoičič, *Campbelliella mileši* Radoičič, *Daturellina costata* Radoičič, *Daturellina slovenica* n. sp., *Calpionella gigantea* n. sp., *Metacyclina* sp. in *Zetella* sp.

Radoičičeva je v južni Dalmaciji in Črni gori dobila velike tintinine le v valangijskih skladih. Ker so bile v Švici najdene že v zgornji juri, domneva, da so migrirale od severa proti jugu. Tudi v Sloveniji (v severnih Dinaridih) se pojavijo tintinine že v plasteh, kjer je *Clypeina jurassica* še zelo pogostna, to je v zgornjem malmu. Domneva Radoičičeve o migraciji je verjetna, vendar bo za končno potrditev te domneve treba proučiti še veliko širše območje.

Uvod

V kraškem razvoju mezozoika v Sloveniji, to je v slovenskih Dinaridih, so bile zgornjejurske plasti najdene na velikem prostranstvu (Buser, 1962; Kerčmar, 1962). Starost smo jim določili po mikroflori in mikrofavni. Od spodnjekrednih skladov so bili doslej s favno dokazani le baremski, aptski in albski skladi (Pleničar, 1960). V spodnjem delu krede tudi Pleničar omenja svetle apnence, vendar jih ni raziskoval, zato iz teh plasti nismo poznali nobene favne. Mikropaleontološke raziskave pa so pokazale, da so ti apnenci bogati s tintininami in pripadajo valangiju.

Pri opisu favne in profilov sem v pričujočem članku upoštevala samo nahajališča, ki sem jih sama kartirala, tintinine in drugi mikroorganizmi pa so bili najdeni tudi na mnogih drugih krajih Notranjske in Primorske (Buser, 1962).

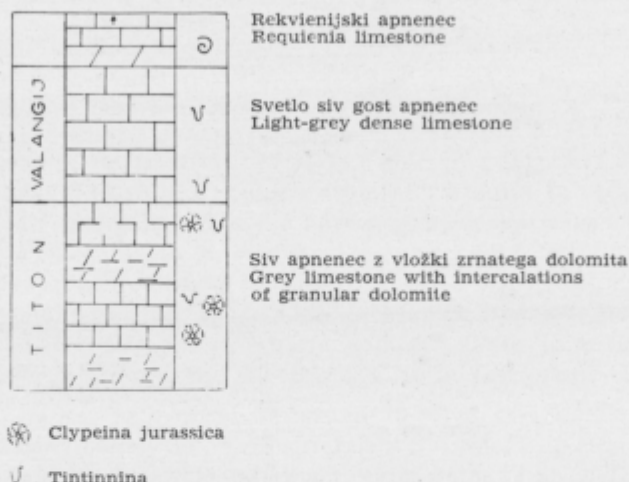


1. sl. Nahajališča klipein in tintinin v severozahodni Dolenjski
 Fig. 1. Find-spots of Clypeina and Tintinnina in Dolenjska (Lower Carniola)

Nahajališča velikih tintinin na Dolenjskem

Konkordanten prehod med juro in kreda opazujemo v naslednjih krajih Dolenjske (1. sl.):

1. Zahodno in jugozahodno od Račne in Čušperka na vrhovih Zajčji hrib, Limberk in Kovačev hrib.
2. Jugozahodno od Lučkega dola med krajema Koti in Ilova gora.
3. Na Planskem vrhu vzhodno od dobrepoljske doline.



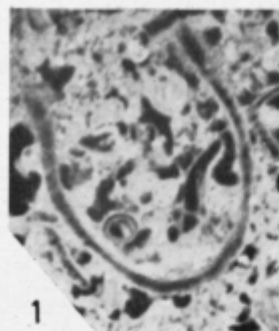
2. sl. Shematski profil na prehodu med jurskimi in krednimi skladi

Fig. 2. Generalized section of the transition between Jurassic and Cretaceous strata

V vseh omenjenih krajih je razvoj zgornjejurskih skladov (2. sl.) podoben kot na Logaški planoti (Kerčmar, 1962), le s to razliko, da so tu oxfordski in kimmerični oolitni apnenci zelo bogati z grebensko favno hidrozojev in koral. V zgornjem kimmeru in titonu* pa se pojavlja siv apnenec, v katerem so le redki dolomitni vložki, medtem ko na Notranjskem dolomit prevladuje. V apnencu dobimo alga *Clypeina jurassica*, ki jo spremljajo *Clypeina jurassica minor* in drugi redki mikroorganizmi. Precej pogoste so tudi velike tintinine, ki se pojavijo že v razmeroma nizkem horizontu titona; dobimo jih skoraj v vseh zbruskih, kjer so klipeine (1. sl.).

Nad titonskimi skladi leže gosti svetlo sivi apnenci valangija. V teh plasteh alga *Clypeina jurassica* ni več, dobimo pa tintinine, ki jih spremlja alga *Salpingoporella annulata*, druga favna pa je zelo redka. Valangijsko starost določajo tem apnencem velike tintinine, ki imajo majhno vertikalno razširjenost in so zato važni vodilni fosili (Radovič, 1962).

* Naziv titon uporabljamo namesto portlanda (zg. malm).



1



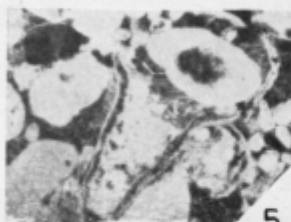
2



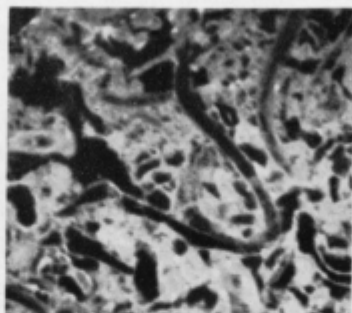
3



4



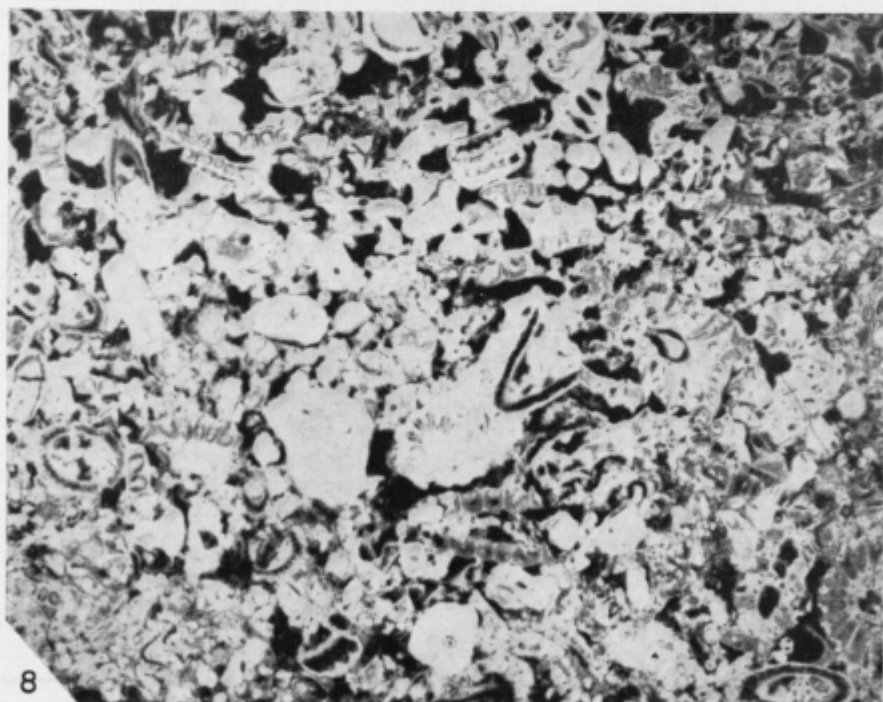
5



6



7



8

I. TABLA — PLATE I.

Vse fotografije so negativni. Pov. 12 ×

All photographs are negatives. Enlarged 12 ×

1. sl. *Calpionella gigantea* n. sp., zbrusek 1241/61

2. sl. *Daturellina costata* Radoičić, zbrusek 1187/61

3. sl. *Daturellina slovenica* n. p., zbrusek 1187/61 a

4. sl. *Campbelliella mileši* Radoičić, zbrusek 1147/61 b

5. sl. *Daturellina costata* Radoičić, zbrusek 1187/61 b

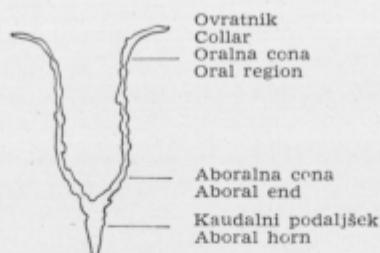
6. sl. *Tintinnopsella simplex* Radoičić, zbrusek 1241/61

7. sl. *Zetella* sp., zbrusek 1162/61

8. sl. Apnenec z algo *Clypeina jurassica* in velikimi tintininami. Pov. 6 ×.
Limestone with *Clypeina jurassica* and large Tintinnina. Enlarged 6 ×

Paleontološki opis

V Črni gori in Dalmaciji je Radoičićeva odkrila bogata najdišča velikih tintinin. V svoji zanimivi doktorski disertaciji in drugih manjših člankih je prvič v literaturi opisala več novih vrst in celo rodov te zanimive fosilne skupine migetalkarjev (Ciliata).



3. sl. Lorika

Fig. 3. Lorica

Tintinine v Dinaridih so izredno velike in odstopajo od svojih doslej znanih vrstnic. Kakor vemo iz literature, so bile znane le tintinine v velikosti največ okrog 300 mikronov. Velike tintinine pa dosežejo velikost tudi do 3 mm. Radoičićeva jih je imenovala »aberantne tintinine«, prof. Hadži pa take pojave izredne velikosti imenuje gigantizem (obratno od nanizma, kjer se pojavijo izredno majhni individui). Pravi, da gre pri tem pojavu za dedne spremembe v obliki mutacij in za sodelovanje selekcije (Hadži, 1961, 59).

Sistematično proučevanje tintinin sloni na obliki lorike, to je apnene hišice, podobne zvonu ali čaši, v kateri je živel enoceličar.

Tintinnina

Tintinnopsella simplex Radoičić

4. sl. in I. tab. 6. sl.

1962 *T. simplex* Rad. — Radoičić, p. 29, sl. 14, Tab. I. sl. 7.

Podolgovata zvončasta lorika, aboralni del je okrogel in zaprt.

Ovratnik je postavljen poševno na loriko.

Dimenzije: dolžina lorike 2,08 mm,
premer ovratnika 2,43 mm,
premer oralne odprtine 1,34 mm.

Naš primerek kaže podobnost z vrsto *T. simplex* Radoičić, tej pa je precej podobna tudi vrsta *T. cyttarocyloides* Radoičić. Mogoče gre samo za eno vrsto z nekoliko spremenjenim ovratnikom. Pri nas je bila *T. simplex* najdena v zgornjetitonskih in valangijskih plasteh.

Campbelliella mileši Radoičić

5. sl. in I. tab. 4. sl.

1959 *C. mileši* Rad. — Radoičić, p. 80, Tab. II, sl. 1, 3.

1962 *C. mileši* Rad. — Radoičić, p. 40, sl. 23—24, Tab. III. sl. 1—3.



4. sl. — Fig. 4.

Tintinopsella simplex
Radoičić



5. sl. — Fig. 5.

Campbelliella
mileši Radoičić

Osrednji del lorike je cilindričen. Aboralni del je malenkostno razširjen in odprt. Oralna cona lorike je zelo široka in se v blagem loku



6. sl. — Fig. 6

Daturellina costata
Radoičić



7. sl. — Fig. 7. *Daturellina*

slovenica n. sp.

odpira navzven. Opazujemo pojav reduplikacije. V naših primerkih smo dobili največ 4 zaporedne generacije. Ta tintinina je od vseh najbolj razširjena. Našli smo jo v zgornjem titonu in valangiju.

Daturellina costata Radoičić

6. sl. in I. tab. 2. in 5. sl.

1962 *D. costata* Rad. — R a d o i č i ć , p. 49—50, sl. 28—29, Tab. IV. sl. 5—6.

Lorika je cilindrična in odprta na obeh straneh. V oralnem delu se nekoliko razširi. Ovratnik je zelo oster in obrnjen navzgor. Opazujemo pojav reduplikacije.

Dimenzije: dolžina lorike	1,98 mm	2,08 mm
aboralni premer	0,58 mm	—
oralni premer	1,12 mm	1,72 mm
premer ovratnika	1,47 mm	1,76 mm

Tudi ta tintinina je zelo pogostna in je bila najdena v zgornjetiton-skih in spodnjevalangijskih skladih.

Daturellina slovenica n. sp.

7. sl. in I. tab. 3. sl.

Holotip:	zbr. št. 1187/61 a.
Derivatio nominis:	prvič najdena v Sloveniji.
Lokaliteta:	Stari grad, jugozahodno od Račne.
Horizont:	zgornji titon.

Lorika ima obliko široko odprtega zvona in je na obeh straneh odprta. Nad aboralnim delom se začne čaša počasi razširjati. V oralnem delu se stene tako razširijo, da se nagnejo skoraj vodoravno. Zato je premer ovratnika skoraj štirikrat večji kot premer aboralnega dela. Ovratnik je zelo koničast in na skrajnem vrhu zavihan navznoter. Stena lorike je precej tanka.

Dimenzije: dolžina lorike	1,98 mm,
aboralni premer	0,58 mm,
oralni premer	1,28 mm,
premer ovratnika	2,18 mm.

Novo opisana vrsta se najbolj približuje vrsti *D. costata* Radoičić. Razlikuje pa se od nje po večji širini oralnega in ovratnikovega dela lorike in po ovratniku, ki je zavihan navznoter. Tudi stene so tanjše kot pri vrsti *D. costata*.

Calpionella gigantea n. sp.

8. sl. in I. tab. 1. sl.

Holotip:	zbrusek št. 1241/61.
Derivatio nominis:	je zelo velika.
Lokaliteta:	Zajčji hrib, zahodno od Račne.
Stratigrafski horizont:	valangij.

Ovalna lorika je najširša v oralnem oziroma suboralnem delu. Ovratnik je ožji in nekoliko vbočen. Na zunanji strani ima več majhnih brazd. Aboralni del lorike je okrogel in širok.

Dimenzije: dolžina lorike 2,72 mm,
 najširši premer lorike 2,21 mm,
 premer ovratnika 1,98 mm.

Po obliki lorike je naš primerek zelo podoben vrsti *Calpionella alpina* Lorenz, ki je bila prvič najdena na Majorki v plasteh titona.



8. sl. — Fig. 8. *Calpionella gigantea* n. sp.

Loči pa se od nje po velikosti in po ovratniku, ki je pri novi vrsti konkavno vbočen in ima na zunanji strani brazde. Pri vrsti *C. alpina* pa je ovratnik raven in postavljen navpično na loriko.

Metacyclina sp.

9. sl.



9. sl. — Fig. 9.
Metacyclina sp.



10. sl. — Fig. 10.
Zetella sp.

Lorika je ovalna, v oralni coni je močno zožena. Ovratnik je tanek in koničast. Aboralni del je okrogel in širok. Po obliki lorike ustreza naš primerek rodu *Metacyclina*, vendar ni podobna nobeni doslej znani vrsti.

Zaradi slabe ohranjenosti materiala nove vrste ni mogoče opisati. Najbolj se še približuje vrsti *Metacyclina glandiformis* Radoičić, le mnogo manjša je od nje. Pojavlja se v spodnjevalangijskih plasteh.

Zetella sp.

10. sl. in I. tab. 7. sl.

Dobro je ohranjen le aboralni del lorike in kaudalni podaljšek, ki se na spodnjem koncu razširi kakor pri vrstah rodu *Zetella* Radoičić. Zanimiva je tudi konkavna oblika lorike, ki pri dosedanjih vrstah še ni bila omenjena. Lorika je najširša v suboralnem delu. Oralni del se zoži in je približno enako širok kot aboralni del. Zaradi edinega primerka in le delne ohranitve lorike nove vrste ni mogoče opisati. Primerek je bil najden v valangijskem apnencu.

Meja med juro in kreda

Radoičićeva je v Črni gori in Dalmaciji postavila začetek kredne dobe v zvezo s pojavom velikih tintinin. Tudi v Istri pri Rovinju, kjer je dobila velike tintinine skupaj z algo *Clypeina jurassica*, je to združbo uvrstila v »infravalangij«. Ker pa so bile velike tintinine v Švici najdene že v zgornji juri, domneva, da so migrirale od severa proti jugu. (Radoičić, 1962)

Vprašamo se, kje naj postavimo mejo med juro in kreda v naših dolenjskih nahajališčih? Velike tintinine dobimo v skladih, kjer je *Clypeina jurassica* še najbolj pogostna. Za to algo pa je večina strokovnjakov mnenja, da je njen največji razmah v zgornji juri (v titonu oziroma portlandu). Torej se tudi prve tintinine pojavijo že v zgornji juri. Pojav neke nove favne je vsekakor pomemben, vendar menim, da je za stratigrafijo alga *Clypeina jurassica* važnejša kot tintinine. *C. jurassica* je namreč zelo razširjena apnena alga. Najdena je bila v zgornjejurskih plasteh v Švici, Franciji, Italiji, Španiji in v mnogih drugih krajih. Poznajo jo tudi v raznih azijskih nahajališčih. Velike tintinine pa so bile doslej najdene le v Jugoslaviji in Švici. V švicarskih nahajališčih jih je Carozzi opisal kot pteropoda *Vaginella striata* n. sp., v resnici pa so zaradi svoje radialne strukture nedvomno velike tintinine in ne pteropodi (Radoičić, 1962, 14 do 17). Te švicarske oblike so najdene v skladih portlanda in v morskih interkalacijah purbecka (Carozzi, 1954).

Vemo, da so tudi majhne tintinine znane že v jurskih plasteh. Nekatere vrste se pojavljajo celo samo v titonu. V Abruzzih v Italiji sta Raffi in Forti (1959, 11, 13, 18) dobila v zgornji juri (Tithonian) algo *Clypeina jurassica* in tintinino *Calpionella alpina*.

Tudi Maync (1938) opisuje mejne plasti med juro in kreda v Švici (Titliskette). V zgornji juri omenja algo *C. jurassica* in kalpionele.

Za določitev meje med juro in kreda v dolenjskih nahajališčih sem upoštevala pojav alge *Clypeina jurassica* in postavljam mejo tam, kjer ta

alga povečini izumre. Lahko se je kak osebek ohranil še v spodnji kredi, toda taki primerki so redki in osamljeni. Tudi sedimentacija se je po koncu klipein nekoliko spremenila. Sive apnenice zgornje jure z vložki zrnatega dolomita so zamenjali svetlo sivi gosti, skladoviti apnenci v spodnji kredi.

Domneva Radoičičeve, da so velike tintinine migrirale od severa proti jugu, je verjetna, vendar bo za končno potrditev te domneve treba dobiti podatke o velikih tintininah še iz drugih krajev, zlasti iz vmesnega območja med Švico in Slovenijo.

LARGE TINTINNINA IN THE TITHONIAN AND VALANGINIAN STRATA FROM NORTH WESTERN DOLENJSKA

On a basis of micropalaeontological findings on many places of Dolenjska (Lower Carniola) Tithonian and Valanginian strata were discovered. In the Upper Malmian beds the calcareous algae *Clypeina jurassica* Favre most often appears. In the upper part of these strata besides algae the Large Tintinnina occur, that also continue in the Lower Cretaceous (Valanginian).

The beginning of Cretaceous period of Črna gora and Dalmacija was connected by Radoičić with the appearance of Large Tintinnina. These fossils have also been found in Switzerland in the Upper Jurassic beds, Radoičić presumed, that they moved from the northwest towards the southeast (Radoičić, 1962).

In our findings the appearance of *Clypeina jurassica* was taken into consideration to determine the boundary between the Jurassic and the Cretaceous. It was made there, where this algae become extinct. Large Tintinnina already occur in the strata, where *Clypeina jurassica* is still very often found. Therefore they were ranged besides into Valanginian also into the Upper Tithonian. The presumption of Radoičić, that the Large Tintinnina moved, is possible, but before a final decision is reached it is necessary to examine the whole region between Switzerland and Dinarids, and between the North and South Dinarids.

In the Upper Tithonian and Valanginian strata in north western Dolenjska the following species of Large Tintinnina were found: *Campbelliella mileši* Radoičić, *Daturellina costata* Radoičić, *Daturellina slovenica* n. sp., *Calpionella gigantea* n. sp., *Metacyclina* sp., and *Zetella* sp.

Daturellina slovenica n. sp.

Fig. 7., Pl. 1. fig. 3

The lorica has a shape of a wide bell open on both sides. Above aboral region a cup slowly begins to extend. In the oral region the walls are so extended that they are nearly horizontally bent. Therefore the diameter of collar is four times bigger than the diameter of aboral region. Collar is very pointed and on the uppermost top turned inwards. The wall of lorica is rather thin. Dimensions: the length of lorica 1,98 mm,

aboral diameter 0,58 mm, oral diameter 1,28 mm, diameter of collar 2,18 mm.

The newly described species more nearly approaches the species of *D. costata* Radoičić. It is distinguished from the latter by a widening of oral and collar region of lorica and by collar, which is turned inwards. The walls are also thinner than of the species *D. costata*.

Calpionella gigantea n. sp.

Fig. 8., Pl. 1. fig. 1

Oval lorica is the broadest in oral and suboral region. Collar is more narrow and a little concave. On the outside it has some small grooves. Aboral region of lorica is round and wide. Dimensions: length of lorica 2,72 mm, the widest diameter of lorica 2,21 mm, diameter of collar 1,98 mm.

Our specimen is very similar to the species of *Calpionella alpina*. They are different in size and in collar, which is on the new species concave bent and has on the outside some grooves. Collar of *C. alpina* is plain and vertically placed on lorica.

LITERATURA

Buser, S., 1962, Razvoj jurskih slojev v slovenskem Dinarskem gorovju. Report 5. Meeting Geol. Yugoslavia, 163—167, Beograd.

Campbell, A. S., 1954, Tintinnina in: Moore R. C. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part D, Protista 3, D 166—D 180, Kansas.

Carozzi, A., 1954, L'organisme «C» J. Favre (1927) est une Vaginella portlandienne. Archives des Sciences, Vol. 7/2, 107—111, Genève.

Ferasin, F. — Rigato G., 1957, Studi sui Tintinnidi fossili delle Prealpi Venete. Mem. Accad. Patavina di SS. LL. AA. Cl. Sc. Mat. Nat. 69, 1956—57, 3—27, T. I—II, Padova.

Hadži, J., 1961, Problemi drobnosti (nanizma) in velikanstva (gigantizma) v živalstvu. Razprave SAZU, Cl. IV. 6, 51—270, Ljubljana.

Kerčmar, D., 1962, Prve najdbe zgornjejurskih apnenih alg v Sloveniji. Geologija, 7, 9—24, T. I—IV, Ljubljana.

Matthes, H. W., 1956, Einführung in die Mikropaläontologie. Calpioneliden, pp. 184—187, Leipzig.

Maync, W., 1938, Die Grenzsichten von Jura und Kreide in der Titliskette. Eclogae Geol. Helv. 31, 21—70, Basel.

Müller, A. H., 1958, Lehrbuch der Paläozoologie, 2/1, Protozoa, III. Kl., Ciliata, 93—94, Jena.

Pleničar, M., 1961, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija, 6, 22—145, Ljubljana.

Pokorny, V., 1958, Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie, 7. Kapitel: Tintinnina, pp. 430—442, Berlin.

Radoičić-Brstina R., 1957, O nalasku fosilnih tintinida u Dinaridima. Zapisnici srp. geol. društva za 1955, 179—181, Beograd.

Radoičić, R., 1959, Krupe tintinine Campbelliella nov. gen. i Daturellina nov. gen. Vesnik Zavoda za geol. geofiz. istr. NR Srbije, 17, 79—86, T. I—II, Beograd.

Radoičić, R., 1962, Paleoeekologija i biostratigrafija aberantnih tintinina Jugoslavije, Beograd (Doktorska disertacija, rukopis).

Raffi, G., — Forti A., 1959, Micropaleontological and Stratigraphical Investigations in «Montagna del Morrone» (Abruzzi — Italy). Revue de Micropaléontologie, 2. Anné, N. 1, 8—20, Paris.

RAZVOJ TERCIARNIH SEDIMENTOV MED RUDNICO IN BOČEM

Lija Rijavec

Kratka vsebina. Območje med Rudnico in Bočem smo kartirali z namenom, da stratigrafsko razčlenimo terciarne sedimente. Pri raziskavi smo uporabili mikropaleontološko metodo, na podlagi katere smo določili oligocenske, miocenske, pliocenske in holocenske sedimente.

Sivi sijudnati peščeni laporji pri Lembergu in Lipoglavu so glede na stratigrafsko pripadnost še vedno problematični; vzorci s tega območja so vsebovali foraminifere, ki niso vodilne za oligocenske niti miocenske sedimente.

Uvod

V letu 1958 smo kartirali ozemlje vzhodnega dela Posavskih gub med Bočem na severu in Rudnico na jugu. Tod so raziskovali že Zollikofer (1861—62). Stur (1871) in Dreger (1895—98). Zanimiva je Dregerjeva geološka specialka Rogatec—Kozje. Avtor omenja na jugu kartiranega ozemlja »govški peščenjak«, kateremu pripisuje miocensko starost. Med govškim peščenjakom se javljajo severno od Loke pri Žusmu še soteške plasti. Dregerjev govški horizont smo mikropaleontološko detajlno preiskali in določili na podlagi foraminifer oligocensko starost sedimentov. Dreger prav tako ne omenja na ozemlju, ki smo ga kartirali, zgornjemiocenskih in pliocenskih sedimentov. Po njegovi karti leže te plasti šele vzhodneje.

Stratigrafski pregled

Na preiskanem ozemlju imamo oligocenske, miocenske, pliocenske in holocenske sedimente.

Oligocen

Oligocenski sedimenti leže na jugu kartiranega ozemlja transgresivno na različnih mezozoičnih skladih. Zastopajo jih konglomerat, prod, peščenjak in pesek. Med peščenjakom in peskom leže plasti laporastih skrilavih glin in rjavih laporjev. Gline in laporji vsebujejo foraminifere.

Ločiti moremo dva faciesa, morskega in brakičnega. Morski ima večji obseg. Brakičen facies je bil dokazan na podlagi makrofavne, najdene pri geološkem kartiranju l. 1948 v bližini Babne gore. Profesor Rakovec je determiniral naslednje školjke in polže:

Cerithium margaritaceum var. *moniliformis* Grat.
Cerithium margaritaceum var. *calcarata*
Cerithium plicatum Breg.
Melanopsis hantkeni Hof.
Neritina sp.
Mytilus aquitanicus May — Eym.
Corbula carinata Buj.
 Morski razvoj pa nam dokazujejo naslednje foraminifere:
Vaginulinopsis pseudodecorata Hagn
Spiroplectammmina carinata (d'Orb.)
Nodosaria intersita Franz.
Karrerella siphonella (Reuss)
Almaena osnabrugensis (v. Münster)
Martinottiella communis (d'Orb.)
Planularia kubinyi (Hantk.)
Clavulinoides szabói (Hantk.)
Cyclammmina acutidorsata (Hantk.)
Lagenodosaria spinicosta (d'Orb.)
Globigerina bulloides d'Orb.
Cornuspira polygyra Reuss
 iglice morskih ježkov.

Od foraminifer najdemo oblike, ki so karakteristične za oligocenske sedimente Madžarske (Kis Cell pri Budimpešti). Foraminiferna favna s *Clavulinoides szabói* vsekakor potrjuje oligocensko starost skladov.

Na severu kartiranega ozemlja leži oligocen na karbonu in triadi. Razvit je kot siv sljudnat peščen lapor, ki ima ponekod vonj po nafti in nas močno spominja na sedimente pri Leskovcu v Halozah. Med laporji se javlja peščenjak, andezitski tuf in tufski peščenjak. Nad temi leže na nekaterih mestih peščenjaki, katerim smo pripisovali oligocensko starost, lahko pa so že nekoliko mlajši, za kar pa nimamo zanesljivih dokazov.

Sive sljudnate peščene laporje smo prav tako preiskali mikropaleontološko. V glavnem so vzorci vsebovali foraminifere, ki niso vodilne niti za oligocenske niti miocenske sedimente. Zato je njihova stratigrafska pripadnost problematična. Od foraminifer nastopajo:

Bathysiphon taurinensis Sacco
Spiroplectammmina carinata (d'Orb.)
Martinottiella communis (d'Orb.)
Sphaeroidina bulloides d'Orb.
Bolivina sp.
Bigenerina sp.
Virgulina schreibersiana Czjzek

Nekateri vzorci sivega sljudnatega peščenega laporja pa so v neposredni bližini kontakta s triado vsebovali poleg drugih še karakteristične oblike kot npr.:

Clavulinoides szabói (Hantk.)
Nodosaria cf. *intersita* Franz.

Almaena osnabrugensis (v. Münster)
Karrieriella siphonella (Reuss)
Cornuspira polygyra Reuss
Cornuspira involvens (Reuss)
Cyclammia cf. *acutidorsata* (Hantk.)
Cibicides cf. *ungerianus* (d'Orb.)
Anomalina sp.
Robulus sp.
Bathysiphon sp.
 iglice morskih ježkov.

Lapor in tuf smo našli tudi severno od Ravne gore (Hrvatska) in na več krajih južno od šoštanjsko-velenjske prelomnice.

Miocen

Miocenski sedimenti zavzemajo precejšnji obseg. Pripadajo tortonu in sarmatu. Torton je razvit precej pestro in leži diskordantno na oligocenskih plasteh. Sestavljajo ga kremenov konglomerat, peščenjak, pesek, apnenec z litotamnijami, lapor in skrilava glina. Na podlagi mikrofavne smo določili spodnji in srednji torton. Zgornji torton pa ni zanesljivo dokazan. Spodnji torton ima podoben razvoj kot v Slovenskih goricah. Našli smo naslednje foraminifere:

Orbulina suturalis Brönn.
Vaginulina legumen (Lin.)
Uvigerina macrocarinata Papp. u. Turnovsky
Uvigerina aculeata d'Orb.
Uvigerina semiornata d'Orb.
Siphonodosaria pauperata (d'Orb.)
Robulus sp.
Martinottiella communis (d'Orb.)
Globigerina bulloides d'Orb.
 iglice morskih ježkov.

Srednji torton je razvit v obliki laporja, ki mestoma vsebuje pole apnenega peščenjaka in apnenca z litotamnijami. Lapor vsebuje mikrofavno. V tem horizontu nastopajo naslednje oblike:

Uvigerina venusta Franz.
Uvigerina cf. *pygmaea* d'Orb.
Textularia sp.
Gyroidina soldanii d'Orb.
Bathysiphon taurinensis Sacco
Bathysiphon filiformis Sars
Globigerina bulloides d'Orb.

Sarmat

Sarmatske plasti se pričenjajo s srednje zrnatim kremenovim konglomeratom, ki prehaja v apnen peščenjak, mestoma tudi v pesek. Slede še laporji, ki vsebujejo foraminifere:

Cibicides lobatulus (W. u. J.)
Articulina sarmatica Karr.
Rotalia beccarii (Linné)
Elphidium cf. *reginum* (d'Orb.)
Cytheridea mülleri (v. Münster)

Pliocen

Pliocen je razvit laporno. Vsebuje ostrakodno favno, na podlagi katere smo določili panonsko starost. Na kartiranem ozemlju imamo le malo panona, ta se razširi šele proti vzhodu. Od ostrakodov nastopajo:

Candona sieberi Mehes
Herpetocypris abscissa (Reuss)
Lineocypris fahrioni Turnovsky

Ostrakoda *Candona sieberi* in *Herpetocypris abscissa* kažeta na spodnji panon, *Lineocypris fahrioni* pa na srednji panon.

Holocen

V dolinah večjih voda so razviti še holocenski sedimenti. Predstavljajo jih glina, pesek in prod.

Tektonika

Terciarni sedimenti so nagubani. Na ozemlju imamo dve sinklinali. Jedro vmesne antiklinale sestavljajo predterciarna podlaga in oligocenski skladi.

Severno od Šmarja pri Jelšah poteka prelom v smeri vzhod—zahod. Prelom poteka mimo Rogaške Slatine.

Zaključki

Pri geološkem kartiranju ozemlja med Rudnico in Bočem smo horizontalizirali terciarne sedimente. Razen razčlenitve pa nas je zanimal tudi razvoj terciarnih sedimentov. Sedimente smo vzorčevali po profilih in jih potem preiskali po mikropaleontološki metodi. Na podlagi mikrofavne smo ugotovili oligocensko, miocensko in pliocensko starost sedimentov. Holocenskih sedimentov nismo izpirali.

Problematični so še vedno sivi sljudnati peščeni laporji na severu kartiranega ozemlja. Vzorci niso vsebovali vodilnih foraminifer za oligocenske ali miocenske sedimente. Terciarne sedimente med Rudnico in

Bočem smo primerjali s terciarnimi sedimenti v laški sinklinali. V laški sinklinali je naslednje zaporedje plasti:

siva laporasta glina s foraminifero *Clavulinoides szabói* (oligocen),
govške plasti z morsko in brakično foraminiferno favno (spodnji miocen),

laški lapor s foraminifero *Uvigerina venusta* in *Bolivina dilatata* (srednji miocen — torton).

Med govškimi plastmi in sivo lapornato glino je diskordanca (Kuščer, 1955). Burdigalskih in helvetskih sedimentov v Sloveniji do sedaj še nismo z gotovostjo ugotovili.

Na ozemlju med Rudnico in Bočem pa je zaporedje plasti naslednje:

Konglomerat oziroma prod, peščenjak, pesek, vmes plasti laporastih skrilavih glin in rjavih laporjev s foraminifero *Clavulinoides szabói*, *Cerithium margaritaceum* var. *moniliformis*. Makro in mikrofavna kažeta na menjavanje morskega in brakičnega faciesa oligocena.

Kremenov konglomerat, peščenjak in pesek, apnenec z litotamnijami, lapor in skrilava glina s foraminifero *Orbulina suturalis*, *Vaginulina legumen* — morski facies (spodnji torton).

Lapor s polami apnenega peščenjaka in apnenca z litotamnijami; vsebuje foraminifere *Uvigerina venusta* in *Uvigerina* cf. *pygmaea* — morski facies (srednji torton).

Srednje zrnat kremenov konglomerat s prehodom v peščenjak, mestoma tudi pesek in lapor s foraminiferami *Cibicides lobatulus*, *Articulina sarmatica*, *Rotalia beccarii* (mala oblika) — brakičen facies (starejši sarmat).

Lapor z ostrakodi *Candona sieberi* in *Herpetocypris abscissa* — močna osladitev (panon).

THE DEVELOPMENT OF THE TERTIARY SEDIMENTS BETWEEN RUDNICA AND BOČ MOUNTAINS

The region between Rudnica and Boč in eastern Slovenia consists of the Oligocene, Miocene, Pliocene and of the Holocene sediments.

In the southern part of the mapped region the Oligocene sediments are deposited in a transgressive position on the Mesozoic strata. They consist of conglomerate, sandstone and of sand. Between the sandstone and sand there are intercalated marly shal clay and brown marl with foraminifers characteristic of the Oligocene. The foraminifers, which were found, resemble the foraminifers of the Oligocene Kis Cell clay near Budapest.

In the northern part of the mapped area the Oligocene strata lie over the Carboniferous and over the Triassic beds. They are developed as grey micaceous sandy marl, which has in some parts a smell of oil. Among the marl sandstone, andesite tuff, and tuff sandstone may be found. In some places above them the sandstone is placed, supposedly of the Oligocene age, but it may be younger — until now more reliable proofs have not been found.

The grey micaceous sandy marl contains foraminifers that are neither leading for the Oligocene nor for the Miocene age.

Some samples of the grey micaceous sandy marl, in the immediate neighbourhood of the contact with the Triassic, contains besides other foraminifers also *Clavulinoides szaboi*.

The Miocene sediments are represented by the Tortonian and by the Sarmatian strata. The Tortonian strata lie unconformably on the Oligocene beds. They consist of the siliceous conglomerate, sandstone, sand, lithothamnion limestone, marl and of the shaly clay. The Lower and the Middle Tortonian beds were determined by the microfauna. The Upper Tortonian is not reliably proved. The development of the Lower Tortonian is similar to that at Slovenske gorice. The following foraminifers were found:

Orbulina suturalis Brönn.
Vaginulina legumen (Lin.)
Uvigerina macrocarinata Papp u. Turnovsky
Uvigerina aculeata d'Orb.
Uvigerina semiornata d'Orb.
Siphonodosaria pauperata (d'Orb.)
Robulus sp.
Martinottiella communis (d'Orb.)
Globigerina bulloides d'Orb.

The Middle Tortonian marl, including the calcareous sandstone and lithothamnion limestone intercalations, contains the following microfauna:

Uvigerina venusta Franz.
Uvigerina cf. *pygmea* d'Orb.
Textularia sp.
Gyroidina soldanii d'Orb.
Bathysiphon filiformis Sars
Bathysiphon taurinensis Sacco
Globigerina bulloides d'Orb.

The Sarmatian strata begin with the siliceous conglomerate, which passes into the calcareous sandstone and into sand overlain by marl, containing foraminifers:

Cibicides lobatulus (W. u. J.)
Articulina sarmatica Karr.
Rotalia beccarii (Linné)
Elphidium cf. *reginum* (d'Orb.)
Cytheridea mülleri (v. Münster)

The Pliocene marl contains the ostracod fauna, proving its Panonian age:

Candona sieberi Mehes
Herpetocypris abscissa (Reuss)
Lineocypris fahriani Turnovsky

The Holocene gravel and redeposited clay occur in the valleys of large streams.

LITERATURA

- Anić, A., 1952, Gornjeoligocenske naslage južnog pobočja Ivančice u Hrvatskoj. Geološki vjesnik S. II—IV. 1948-50, Zagreb.
- Bittner, A., 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. Jahr. d. geol. R. A. Wien.
- Dreger, J., 1920, Erläuterungen zur geologischen Karte Rohitsch-Drachenburg. Wien.
- Ellis and Messina, 1940, Catalogue of Foraminifera.
- Grad, K., 1958, Geologija Haloz. Poročilo. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.
- Grill, R., 1943, Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. Mitt. d. R. f. B. Zweigstelle Wien 6.
- Grill, R., 1957, Die stratigraphische Stellung des Hollenburg Karl — stettener Konglomerats (Niederösterreich) Ver. d. Geol. B. A. Wien.
- Grill, R., Küpper, H., 1954, Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien. Wien.
- Hagn, H., 1952, Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. München.
- Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje. Geologija, Ljubljana.
- Hamrla, M., 1955, Geologija Rudnice s posebnim ozirom na rudne pojave. Geologija, Ljubljana.
- Hamrla, M., 1958, Poročilo o geološki obdelavi ozemlja med Senovim in Komorivcem. Poročilo. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.
- Hantken, M., 1875, Die Fauna der Clavulina Szaboi-Schichten. Földtani Közlöny 4, Budapest.
- Papp, A., 1951, Die Molluskenfauna des Panon im Wiener Becken. Mitt. d. Geol. Gessell. Band 44. Wien.
- Papp, A., 1954, Miogypsinidae aus dem Oligozän von Zagorje. Geologija, Ljubljana.
- Papp, A., 1954, Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. Mitt. d. Geol. Gessell. Wien. Bd. 45, 1952.
- Papp, A., Turnovsky, K., 1953, Die Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon (Helvet und Torton) des Wiener Beckens. — Jahrb. d. Geol. Bundesanst. XCVI Band. Wien.
- Rijavec, J., 1959, Mikropaleontološko poročilo o vzorcih iz okolice Loke pri Zusmu—Šmarja pri Jelšah—Podplata. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.
- Stur, D., 1871, Geologie der Steiermark. Graz.
- Zollikofer, Th. V., 1859, Die geologische Verhältnisse des Drauthales in Untersteiermark. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien.

IZDANKA KREDNIH SEDIMENTOV SEVEROVZHODNO OD PRELOG PRI SLOVENSKIH KONJICAH

Lija Rijavec

Leta 1957 smo pri geološkem kartiranju premogonosnih terciarnih sedimentov v okolici Slovenskih Konjic našli dva izdanka krednih plasti, in sicer na območju, kjer naj bi bile po Tellerjevi geološki specialki Pragersko—Slovenska Bistrica le pliocenske usedline.

Kreda prihaja na površje v majhnem obsegu v dveh grapah na nadmorski višini 380 do 400 m. Razvita je v obliki gostega sivo rožnatega ploščatega apnenca in laporja.

Apnenec se močno razlikuje od rudistnega apnenca, ki ga najdemo zahodno in vzhodno od Zreč, lapor pa je zelo podoben neogenskemu laporju, kamor so ga prvotno tudi prištevali.

Iz apnenca smo naredili zbruske za mikropaleontološko preiskavo, lapor pa smo izprali, ker smo v njem pričakovali mikrofavno. Makrofavne nismo našli.

V zbruskih smo ugotovili številne preseke globotruncan ter gimbelin. Prav tako smo našli tudi v laporju precej številno foraminiferno favno, ki pripada zlasti globotruncanam. V vzorcih smo določili naslednje foraminifere:

Globotruncana arca (Cushman)

Globotruncana lapparenti Brotzen

Neoflabellina interpunctata (v. d. Marck)

Cornuspira sp.

Gaudryina sp.

ostrakodi.

Apnenec in lapor z globotruncanami severovzhodno od vasi Preloge ustrezata facialno sedimentom scaglie z globotruncanami v centralnih Apeninih in predstavljata sedimente globljih delov morja.

Oba izdanka krednih sedimentov sta vezana na vitanjsko prelomnico, ki poteka od Vitanja mimo Konjic dalje proti vzhodu. Plasti krednega ploščatega apnenca in apnenega laporja imajo vpad 80°.

V tem delu Slovenije doslej nismo poznali takšnega razvoja krednih sedimentov, zato sta oba izdanka toliko pomembnejša za študij paleogeografskih razmer.

LITERATURA

Ellis and Messina, 1940, Catalogue of Foraminifera, New York.

Götzinger, G., 1954, Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien.

Hamrla, M., 1957, Geologija ozemelj Vitanje—Zreče—Konjice—Stoperče v premogovnem mislinjsko-dravinjskem pasu. Poročilo v arhivu Geološkega zavoda Ljubljana.

Teller, F., 1899, Erläuterungen zur geologischen Karte Pragerhof—Windisch Feistritz.

Teller, F., Dreger, J., 1898, Geologische Spezialkarte, Blatt Pragerhof—Windisch Feistritz, Wien.

MEJA MED KREDNIMI IN TERCIARNIMI SKLADI V GORIŠKIH BRDIH

Ljudmila Šribar

Z 1 sliko med tekstom in s 6 slikami v prilogi

V letu 1963 je ekipa geologov Geološkega zavoda Ljubljana kartirala ozemlje Goriških Brd. Pri kartiranju smo vzeli večje število vzorcev za mikropaleontološke preiskave. Podrobno smo obdelali dva profila; prvega pri vasi Podsabotin, severozahodno od Nove Gorice, drugega pa pri naselju Loke severovzhodno od Nove Gorice. V obeh primerih so eocenski flišni sedimenti v neposrednem kontaktu z laporji in lapornatimi apnenci v faciesu scaglie. Te kamenine so dobile svoje ime po značilnem načinu preperevanja v obliki luskic oziroma iveri. Sklepali smo, da imamo neprekinjeno sedimentacijo od zgornje krede do eocena. Za razjasnitev tega problema in meje med krednimi in terciarnimi skladi smo podrobno opazovali oba profila in mikropaleontološko preiskali 60 zbruskov.

Profil pri Podsabotinu

Vas Podsabotin leži na flišnih sedimentih, v katerih prevladuje apnen peščenjak z vmesnimi plastmi laporja in trde gline. Profil smo začeli na severovzhodnem koncu vasi Podsabotin, kjer leži med flišnimi sedimenti apnena breča z ostanki mikrofavne in mikroflore. Breča je v celoti svetlo siva, posamezna zrna pa so temno siva do skoraj črna. Preiskali smo zbrusek (št. 81) iz apnene breče. Prevladujejo zrna kalcita, nekaj pa je kremenovih in mikrokristalnih silikatnih zrn. Velikost zrn je 0,5 do 4 mm. Vzorec vsebuje številne ostanke velikih foraminifer in alg. Najvažnejši rodovi so:

Assilina sp.,
Discocyclina sp.,
Nummulites sp.,
Lithothamnium sp.

Celotna mikrofavna, zlasti pa rodova *Assilina* sp. in *Nummulites* sp. kaže, da brečo lahko uvrstimo v eocen.

Pod apneno brečo leži ploščast peščen lapornat apnenec in sivkasto rjav lapor z vložki apnenega peščenjaka. Plasti vpadajo ca. 200/65°. Te sklade prištevamo še k flišu. V peščenem lapornatem apnencu ni ostankov mikrofavne. To so sedimenti eocena. Debelina tega dela eocenskih plasti

**ZGORNJEKREDNE IN SPODNJETERCIARNE PLASTI
PRI PODSABOTINU
UPPER CRETACEOUS AND LOWER TERTIARY BEDS
NEAR PODSABOTIN**



je ca. 10 m. Točneje jih stratigrafsko ne moremo opredeliti, ker ne vsebujejo fosilnih ostankov. Preiskali smo štiri vzorce, št. 82 do 85.

Pod flišnimi sedimenti sledita rdečkasto rjav lapor in lapornat apnenec — rdeča scaglia.

Plasti rdeče scaglie so litološko precej enotne, po mikrofavni, ki jo vsebujejo, pa smo jih lahko razdelili v tri dele.

Zgornji del sestavljata rdečkasto rjav do rdečkasto vijoličen lapor in lapornat apnenec. Rdečkasto rjav lapor niže vsebuje pole sivkasto zelenega

laporja. Skladi vpadajo proti jugozahodu in so rahlo nagubani. Iz teh plasti so vzorci št. 86 do 91 z bogato pelagično foraminiferno favno. Nastopajo naslednje vrste in rodovi:

Globorotalia aragonensis (Nuttall)

Globorotalia sp.

Globigerina eoceana d'Orb.

Globigerina sp.

Našteta mikrofavna ustreza po svoji vertikalni razširjenosti spodnjemu eocenu in paleocenu. Debelina spodnjeeocensko-paleocenske rdeče scaglie je ca. 30 m. Nismo dobili vrst, na podlagi katerih bi lahko ločili v globokomorskem razvoju spodnje eocenske plasti od paleocenskih. Tudi v sosednji Italiji v globokomorskem razvoju ni postavljena točna meja med spodnjim eocenom in paleocenom (Cita, 1955). V splošnem je določevanje terciarnih pelagičnih foraminifer v zbruskih zelo težavno in problematično. Zelo redko dobimo namreč presek, ki je toliko značilen za neko vrsto, da jo lahko določimo. V centralni Italiji je Renz (1936) ločil paleocen od spodnjega eocena. To pa mu je uspelo le s pomočjo velikih foraminifer. Verjetno se dajo paleocenski sedimenti ločiti od eocenskih tudi v globokomorskem razvoju, kjer imamo le pelagične foraminifere. (Cita, 1955). Vendar so za to potrebne izprane foraminifere iz več profilov. V našem primeru tega nismo mogli izvesti.

Pod spodnjeeocensko-paleocensko rdečo scaglio sledita rjavkasto rdeč do vijoličast lapor in lapornat apnenec z vmesnimi polami sivkasto zelenega laporja in lapornatega apnenca. Plasti so debele 3 do 8 cm in so rahlo nagubane. Vpadajo ca. 20/60°. Značilno je, da v litološko enakih sedimentih, kot smo jih imeli v zgornjem delu, nastopi sprememba mikrofavne; globorotalije, ki so v zgornjem delu zelo številne in nekatere oblike globigerin, izginejo. Pojavijo pa se druge oblike globigerin in nekaj redkih globigerinel, ki so značilne za danij. Na podlagi tega sklepamo, da ustreza srednji del rdeče scaglie danijski stopnji. Iz teh plasti so vzorci št. 92 do 95. Debelina danijskih sedimentov je majhna; znaša največ 10 m.

V spodnjem delu rdeče scaglie so med laporjem in ploščastim lapornatim apnencem redki vložki apnenega peščenjaka. Opazujemo, da postajajo sedimenti vedno bolj apneni. Plasti so debele 3 do 20 cm. V sicer homogenih plasteh rdečkasto rjavega lapornatega apnenca nahajamo kose sivega brečastega apnenca, velike do 20 cm, in večje leče apnene breče.

Mikrofavna spodnjega dela rdeče scaglie se bistveno razlikuje od mikrofavne v srednjem in zgornjem delu; pojavi se zgornjekredni rod globotrunkana. Na podlagi tega smo razmejili kredne in terciarne plasti; doslej namreč niso našli globotrunkan v plasteh mlajših od maastrichta.

V spodnjem delu rdečkasto rjavih laporjev in lapornatih apnencev smo vzeli vzorce št. 96 do 121. Določili smo naslednje vrste:

Globotruncana calcarata Cushman

Globotruncana arca (Cushman)

Globotruncana stuarti (de Lapparent)

Globotruncana cf. contusa (Cushman)

Globotruncana lapparenti tricarinata (Quereau)
Gümbelina sp.
Globigerina cretacea d'Orb.
Pseudotextularia varians Rzehak

Po mikrofavni smo uvrstili spodnji del rdeče scaglie v zgornji senon, in sicer v kampan in maastricht. Najbolj pogostna je vrsta *Globotruncana stuarti*, ki je vodilna za zgornji senon. Debelina zgornjesenonskih plasti znaša ca. 90 m.

Rdeča scaglia leži na sivem ploščastem apnencu z odlomki rudistnih lupin. Na kontaktu je apnena breča z rdečim lapornatim vezivom. Preiskali smo dva zbruska sivega apnenca, vendar v njih nismo našli pomembnejše mikrofavne, pač pa številne fragmente rudistnih lupin.

Profil pri naselju Loke

Profil pri naselju Loke je geološko podoben profilu pri Podsabotinu. Vas Loke leži na eocenskih flišnih sedimentih. Prevladuje apnen peščenjak z vložki laporja in trde gline. V flišnem peščenjaku so številni rastlinski ostanki. Plasti vpadajo najprej proti severozahodu in so močno nagubane. Na kontaktu flišnih sedimentov z rdečkastim laporjem je obrnjena guba flišnega peščenjaka, tako da ležijo tu plasti rdeče scaglie diskordantno na eocenskemu flišu. Obrnjena lega plasti je nastala zaradi nariva mezozojskih kamenin na eocenske sedimente.

Profil smo začeli še v flišnih sedimentih. Preiskali smo 4 zbruske lapornatega peščenega apnenca. Kamenina je sestavljena iz zrn kalcita, kremenca in femičnih mineralov. Vsebuje precej glinaste primesi. Lapornat peščen apnenec ne vsebuje mikrofavne, pač pa rastlinske ostanke.

Nad flišnimi sedimenti sledita rdečkasto rjav lapor in lapornat apnenec. To so sedimenti v faciesu rdeče scaglie. Litološko so te plasti precej enotne; na podlagi rezultatov mikropaleontoloških preiskav pa smo jih lahko razdelili, prav tako kot pri Podsabotinu, v tri dele.

V zgornjem delu rdeče scaglie imamo v rdečkasto rjavem laporju in lapornatem apnencu lečo apnenega peščenjaka. Ta vsebuje ostanke velikih foraminifer npr.:

Discocyclina discus (Kaufman)
Discocyclina sp.,
Nummulites sp.

Rdečkasto rjav lapor in lapornat apnenec pa vsebujeta ostanke planktonskih foraminifer. Zastopana sta rodova *Globorotalia* sp. in *Globigerina* sp. Na podlagi teh smo uvrstili zgornji del scaglie v spodnji eocen — paleocen. Posameznih vrst nismo mogli določiti, ker je mikrofavna zelo siromašna in slabo ohranjena. Zato tudi nismo mogli ločiti spodnje-eocenskih plasti od paleocenskih. Isti problem smo imeli tudi v profilu pri Podsabotinu, čeprav je tam mikrofavna veliko bolj bogata.

Srednji del rdečkasto rjavega laporja in lapornatega apnenca se litološko ne razlikuje od zgornjega dela. Plasti vpadajo proti severo-

zahodu. Nagla sprememba nastopi v mikrofavni. Rodu *Globorotalia* sp. v teh plasteh nismo našli. Pojavijo pa se vrste globigerin, vodilne za danij.

Navzgor slede, še vedno v obrnjeni legi, plasti rdečkasto rjavega laporja in lapornatega apnenca z vmesnimi polami sivkasto zelenega lapornatega apnenca. V tem delu nastopajo številne globotrunkane. Določili smo vodilne vrste za zgornji senon, in sicer za maastricht in kampan. Nastopajo naslednje foraminifere:

Globotruncana stuarti (de Lapparent)

Globotruncana sp.

Gümbelina sp.

Pseudotextularia varians Rzehak

Najpogostejše nastopa v vzorcih *Globotruncana stuarti*, ki ima značilno obliko, da jo tudi v zbruskih lahko določimo.

Zaključek

Na podlagi rezultatov mikropaleontoloških preiskav smo razdelili litološko in facialno enak, pretežno rdečkasto rjav lapor in lapornat apnenec, v tri dele. S tem smo dokazali obstoj spodnjega eocena in paleocena ter danija nad maastrichtom. V neposrednem kontaktu z eocenskimi flišnimi sedimenti je rdeča scaglia s številnimi globorotalijami in globigerinami. To so sedimenti spodnjega eocena in paleocena (1. in 2. sl.). Pod njimi leže litološko enake plasti. V njih nismo našli globorotalij, pač pa zelo številne globigerine, z značilnimi oblikami in dimenzijami danijskih globigerin (3. sl.). Mikrofavna teh plasti ustreza daniju. Ločili smo ga lahko v profilu pri Podsabotinu in v Lokah. Meja med danijem in maastrichtom je prav tako ostra in še bolj izrazita. V zbruskih jo opazimo že na prvi pogled. Pojavijo se značilne oblike globotruncan (4. sl.). Prevladuje vrsta *Globotruncana stuarti*, ki je vodilna za zgornji senon (Boresetti, 1962). Prav tako vodilna je *Globotruncana calcarata* (5. sl.) in *Pseudotextularia varians* (6. sl.). Pojav vodilnega rodu *Globotruncana* sp. je bistvenega pomena za stratigrafijo. Označuje nam mejo med kreda in terciarjem. S tem prištevamo danij v terciar. To razdelitev upošteva danes že večji del geologov (Pavlovic, 1963).

Zgornjekredni skladi v faciesu scaglie so v Sloveniji precej razširjeni in se je o njih že dosti pisalo (Ramovš, 1958, Pleničar, 1958, Zlebnik, 1958, Grad, 1961, 1962). Sama sem našla prvič globotrunkane v t. i. krških in velikotrnskih skladih na Gorjancih v letu 1955, ko sem tam kartirala za diplomsko delo. V vseh teh primerih so zastopani sedimenti, ki niso starejši od turona.

V dolini Soče so razširjeni volčanski apnenci, v katerih dobimo razvojno starejše oblike globotruncan. S problemom njihove starosti so se ukvarjali že avstrijski in italijanski geologi. Tudi v zadnjem času so mikropaleontološko preiskovali volčanske apnence. Devidé (1957) je ugotovila za volčanske apnence v bližini vasi Modrej na levem bregu Soče spodnjesenonsko starost. V mikropaleontološkem laboratoriju Geolo-

škega zavoda Ljubljana smo preiskali več vzorcev laporjev in lapornatih apnencev iz doline Soče. Po mikrofavni kaže, da segajo volčanski apnenci še v turon, verjetno celo v cenoman. Vendar naše preiskave niso bile dovolj sistematske. Potrebno bi bilo detajlno preiskati celotni profil volčanskih apnencev, da bi ugotovili njihov stratigrafski obseg. S tem bi postavili tudi spodnjo mejo pojavljanja globotruncan in sedimentov v faciesu scaglia v Sloveniji.

Facies scaglia imajo za globokomorski facies, značilen za geosinklinale. Nekateri avtorji (Trevisan 1938—1939) domnevajo, da je nastanek scaglie v zvezi s hitro poglobitvijo morskega dna. Pri preiskavi sedimentov facies scaglia, v katerih imamo t. i. pelagične foraminifere, govorimo tudi mi o globokomorskem nastanku teh sedimentov. Vendar nekaj okoliščin, kot na primer pojav brečastih kamenin med laporji in lapornatimi apnenci, nasprotuje tej domnevi. Tega problema pa tu nismo reševali.

THE BOUNDARY BETWEEN CRETACEOUS AND TERTIARY IN GORIŠKA BRDA

Two sections through Goriška Brda have been micropaleontologically investigated, the first near the village Podsabotin, north-west from Nova Gorica, the second near the hamlet Loke, north-east from Nova Gorica.

The scope of the investigations was the distinction of the boundary between Cretaceous and Tertiary beds in the Scaglia facies. In both sections Eocene Flysch sediments are in direct contact with marls and marly limestones belonging to the Scaglia facies. The microfauna was investigated in thin sections.

Podsabotin section

The village Podsabotin lies on Flysch sediments, predominantly calcareous sandstones. The investigations started on the north-eastern part of the village, in calcareous breccia lying between Flysch sediments. The most important genera found in the breccia, are

Assilina sp.

Discocyclus sp.

Nummulites sp.

Lithothamnium sp.

The whole microfauna, and specially the genera *Assilina* sp. and *Nummulites* sp., shows the Eocene origin of the breccia. Underlying the breccia is a platy, sandy, marly limestone, without any microfauna. The beds have a dip of 200/65, and a thickness of about 10 meters. Their age is Eocene.

Red Scaglia follows these Flysch sediments. Although lithologically rather uniform, according to microfauna the Scaglia can be divided in three parts.

In the upper part of the reddish brown marls and marly limestones the following foraminifers have been found:

Globorotalia aragonensis (Nuttall)

Globorotalia sp.

Globigerina eoceana d'Orb.

Globigerina sp.

According to its vertical distribution, the microfauna mentioned above belongs to Lower Eocene and Paleocene. The thickness of the beds is about 30 meters. Although many thin sections have been investigated, it was not possible to distinguish between Lower Eocene and Paleocene. It is known (Cita, 1955), that also in Italy the exact boundary between Lower Eocene and Paleocene sediments of the deep sea origin can not be determined.

The medium part of the Red Scaglia does not differ lithologically from Eocene beds, but only in the microfauna. The *Globorotalias*, abundant in the upper part of the Scaglia, disappear as well as some forms of *Globigerinas*. Other forms of *Globigerinas*, as well as some rather scarce *Globigerinellae*, characteristic for Danian stage, appear. Therefore it can be concluded that the medium part of the red or reddish brown marls and marly limestones of Red Scaglia belongs to Danian. The thickness of these layers does not exceed 10 meters.

In the lower part of the Red Scaglia the intercalations of the calcareous sandstone may be found between the marl and the marly platy limestone. Although the layers of reddish brown marly limestone are nearly homogeneous, sometimes fragments of grey, breccia-like limestone and lenses of calcareous breccia may be found.

The microfauna of the lower part of the Red Scaglia differs essentially from the microfauna of the medium and upper part. The Upper Cretaceous genus of *Globotruncana* appears. Accordingly, as up to now *Globotruncana* have never been found in layers younger than Maastricht, the Cretaceous and Tertiary can here be separated. The following foraminifers have been determined:

Globotruncana calcarata Cushman

Globotruncana arca (Cushman)

Globotruncana stuarti (de Lapparent)

Globotruncana cf. *contusa* (Cushman)

Globotruncana lapparenti tricarinata (Quereau)

Gümbelina sp.

Globigerina cretacea d'Orb.

Pseudotextularia varians Rzehak

According to the microfauna the lower part of the Red Scaglia was classified as Upper Senonian, i. e. Campanian and Maastricht. The thickness of the beds is about 90 meters.

The Red Scaglia overlies grey platy limestones, characterized by rudistid shells. On their contact there is a calcareous breccia cemented with red marl.

Loka section

The geological section near the hamlet Loka is geologically similar to the Podsabotin section. Although here the microfauna is poorer, it is possible to divide the Red Scaglia into three parts, similarly as near Podsabotin. According to the micropaleontological investigations, the lithologically and facially similar, reddish brown marl and marly limestone was divided into three parts. The distinction between Lower Eocene, Paleocene, and Danian overlying the Maastricht, was definitely established.

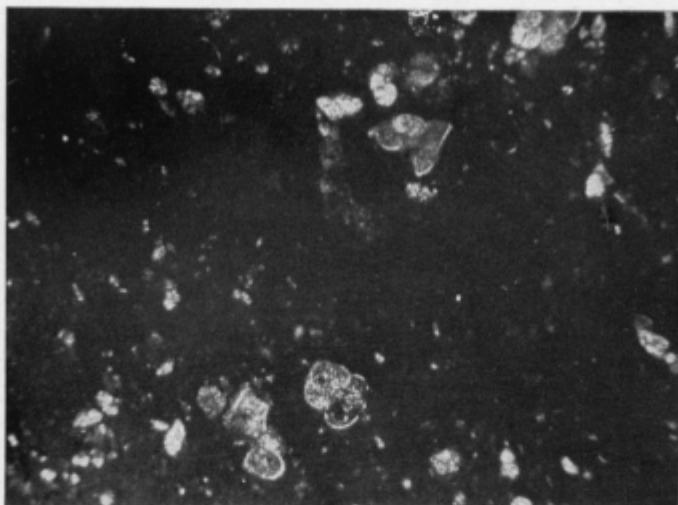
The Red Scaglia of Loka section abundant in Globorotalias and Globigerinas, is in immediate contact with Eocene Flysch and belongs to Lower Eocene and Paleocene (Fig. 1, and 2). Below these layers, strata abundant with typical Danian forms of Globigerina have been found (Fig. 3). In the Loka section the boundary between Danian and Maastricht is sharp and evident. Characteristic forms of Globotruncanas can be found (Fig. 4). The species *Globotruncana stuarti*, which characterizes the Upper Senonian, is predominant (Borsetti, 1962). Leading fossils are also *Globotruncana calcarata* (Fig. 5), and *Pseudotextularia varians* (Fig. 6), as well. The appearance of the leading fossil gen. *Globotruncana* sp. is of essential value for stratigraphic evaluation, showing the boundary between Cretaceous and Tertiary.

The Upper Cretaceous strata of Scaglia facies are widely developed in Slovenia and have been rather often described (Ramovš, 1958, Pleničar, 1958, Žlebnik, 1958, Grad, 1962). The author has found Globotruncanas for the first time in the Gorjanci mountains in 1955, always in sediments, not older than Turonian.

In the valley of the Soča river there are limestones with older forms of Globotruncanas. The problem of their age has been of considerable interest for Yugoslav, Italian, and Austrian geologists for many years. Devidé (1957) determined Lower Senonian age of Volče limestone near the village Modrej on the left bank of the Soča river. In the micropaleontological laboratory of the Geological Survey in Ljubljana a certain number of marl and marly limestone specimens from the Soča valley have been investigated. According to their microfauna they belong to Turonian, and probably even to Cenomanian age. A more systematical investigation of the Volče limestone would show the lower limits and the whole extent of the Globotruncanas in the Scaglia facies in Slovenia.

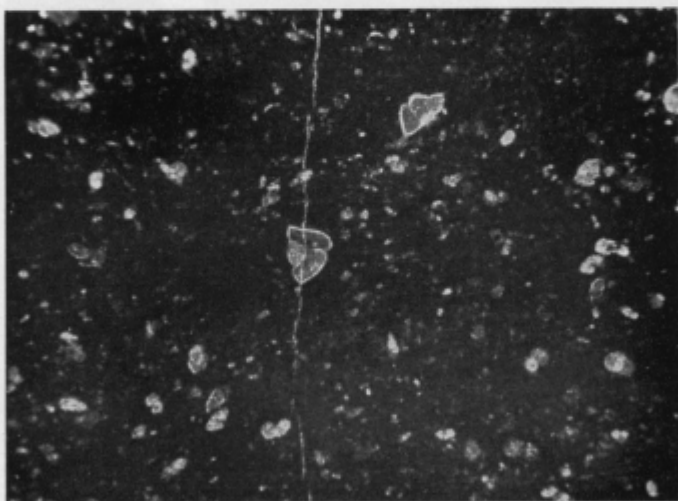
LITERATURA

- Bolli, H., 1951, The genus *Globotruncana* in Trinidad, *Journal of Paleontology*, vol. 25, No. 2, Menasha.
- Borsetti, A. M., 1962, Foraminiferi planctonici di una serie cretacea dei dintorni di Piobbico, *Annali del Museo Geologico di Bologna*. Vol. XXIX, Bologna.
- Cita, M. B., 1955, The Cretaceous-Eocene boundary in Italy, *Inst. di Geol. Pal. e Geol. d. Univ. di Milano*, Milano.
- Cita, M. B., 1955, Il Daniano in Italia, *Inst. di Geol. Pal. e Geol. d. Univ. di Milano*, Milano.



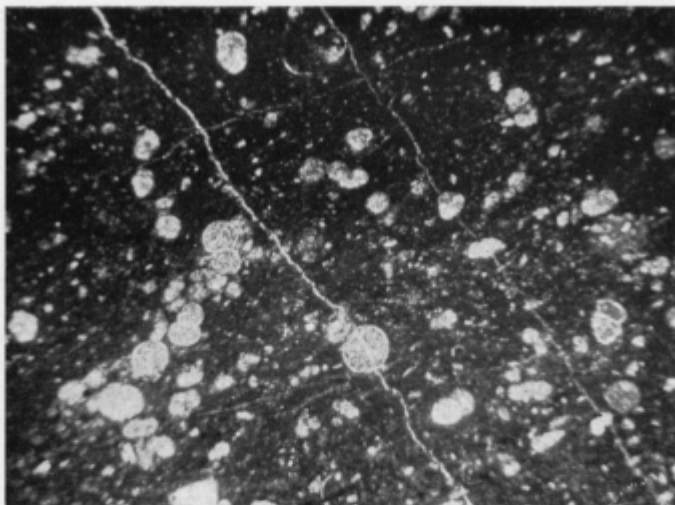
1. sl. Lapor z *Globorotalia aragonensis* (Nuttall) in *Globigerina* sp., pov. 35 $\times$, paleocen-spodnji eocen, Podsabotin

Fig. 1. Marl with *Globorotalia aragonensis* (Nuttall) and *Globigerina* sp. Enlarged 35 $\times$. Paleocene-Lower Eocene, Podsabotin

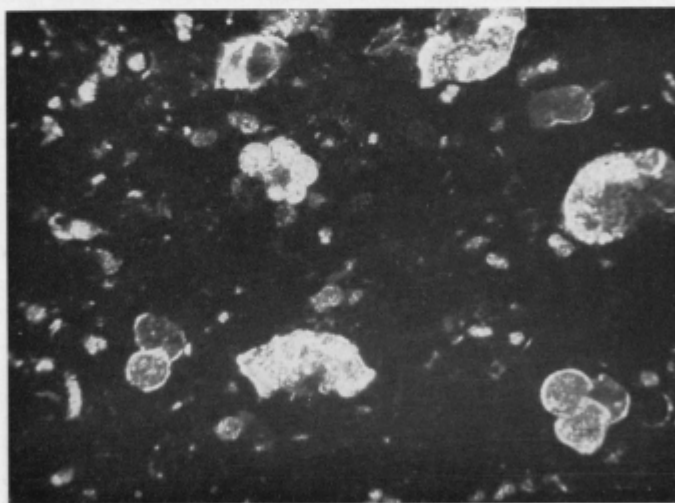


2. sl. Lapor z *Globorotalia* sp. in *Globigerina* sp., pov. 25 $\times$, paleocen-spodnji eocen, Podsabotin

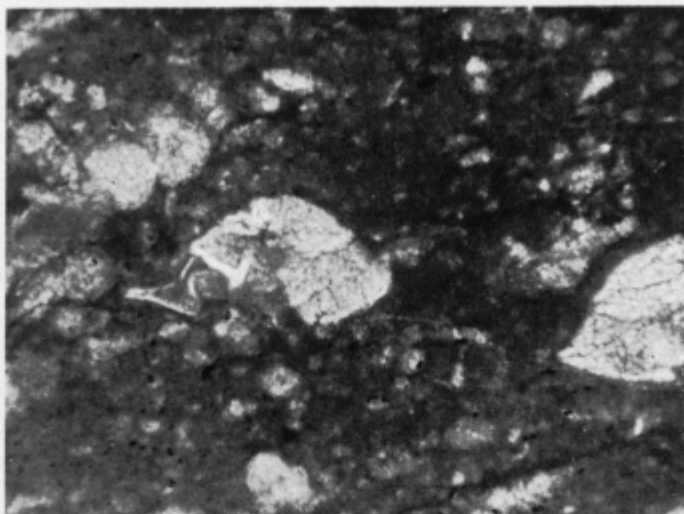
Fig. 2. Marl with *Globorotalia* sp. and *Globigerina* sp. Enlarged 25 $\times$. Paleocene-Lower Eocene, Podsabotin



3. sl. Lapor z *Globigerina* sp., pov. 35 $\times$, daniij, Podsubotin
 Fig. 3. Marl with *Globigerina* sp. Enlarged 35 $\times$. Danian stage, Podsubotin

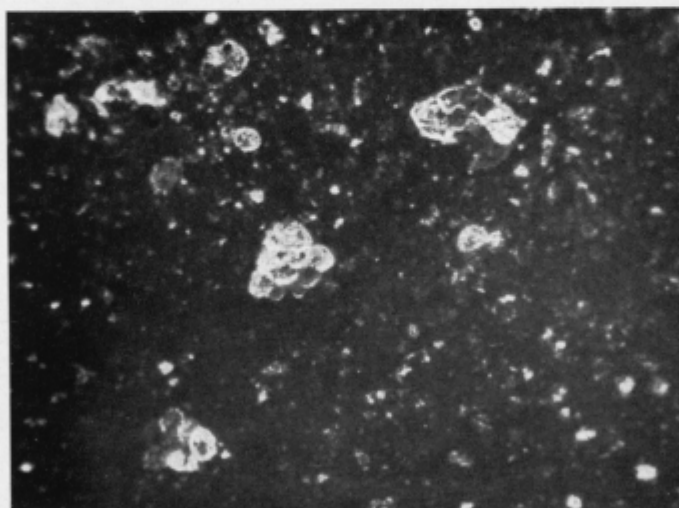


4. sl. *Globotruncana stuarti* (de Lapparent), *Globotruncana* sp. in *Globigerina* sp., pov. 35 $\times$, kampan-maastricht, Podsubotin
 Fig. 4. *Globotruncana stuarti* (de Lapparent), *Globotruncana* sp. and *Globigerina* sp. Enlarged 35 $\times$. Campanian-Maastrichtian, Podsubotin



5. sl. *Globotruncana calcarata* Cushman, pov. 55 $\times$, kampan-
maastricht, Podsabotin

Fig. 5. *Globotruncana calcarata* Cushman. Enlarged 55 $\times$.
Campanian-Maastrichtian, Podsabotin



6. sl. *Pseudotextularia varians* Rzehak, pov. 35 $\times$, kampan-
maastricht, Loke

Fig. 6. *Pseudotextularia varians* Rzehak. Enlarged 35 $\times$.
Campanian-Maastrichtian, Loke

Čanović, M., 1958, Nalazak paleocena i dubokovodnog eocena u faciji »scaglia« na Crnogorskom Primorju, Geološki glasnik, knj. II, Titograd.

Ellis, B. and Messina, A. R., 1940, Catalogue of Foraminifera, Spec. Publ. Am. Mus. of Nat. Hist., New York.

Grad, K., 1962, O starosti fliša pri Kališah. Geologija 7, Ljubljana.

Graham, J. J., 1962, A review of the planktonic foraminifera from the Upper Cretaceous of California, Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Vol. XIII, part 3, Stanford.

Hagn, H., 1953, Die Foraminiferen der Pinswanger Schichten (Unteres Obercampan), Paläontographica, Bd. 104, Abt. A, Stuttgart.

Nedela-Devidé, D., 1957, Značenje globotruncanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji, II. kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.

Noth, R., 1951, Foraminiferen aus Unter- und Oberkreide des österreichischen Anteils an Flysch, Helveticum und Vorlandvorkommen, Geol. B. A., Wien.

Pleničar, M., 1961, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem. Geologija 6, Ljubljana.

Radoičić, R., 1958, Rezultati prvih mikropaleontoloških proučavanja flišnih sedimenata Durmitora, Geološki glasnik, knj. II, Titograd.

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

Renz, O., 1936, Stratigraphische und mikropaleontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide — Tertiär) in Zentralen Apennin, Ecl. geol. Helv., 29, Basel.

Zlebnik, L., 1958, Prispevek k stratigrafiji velikotrnskih skladov, Geologija 4, Ljubljana.

STAROST PLASTI S KERAMOSPHAERINA (BRADYA) TERGESTINA (STACHE) V SLOVENSKIH DINARIDIH

Stanko Buser

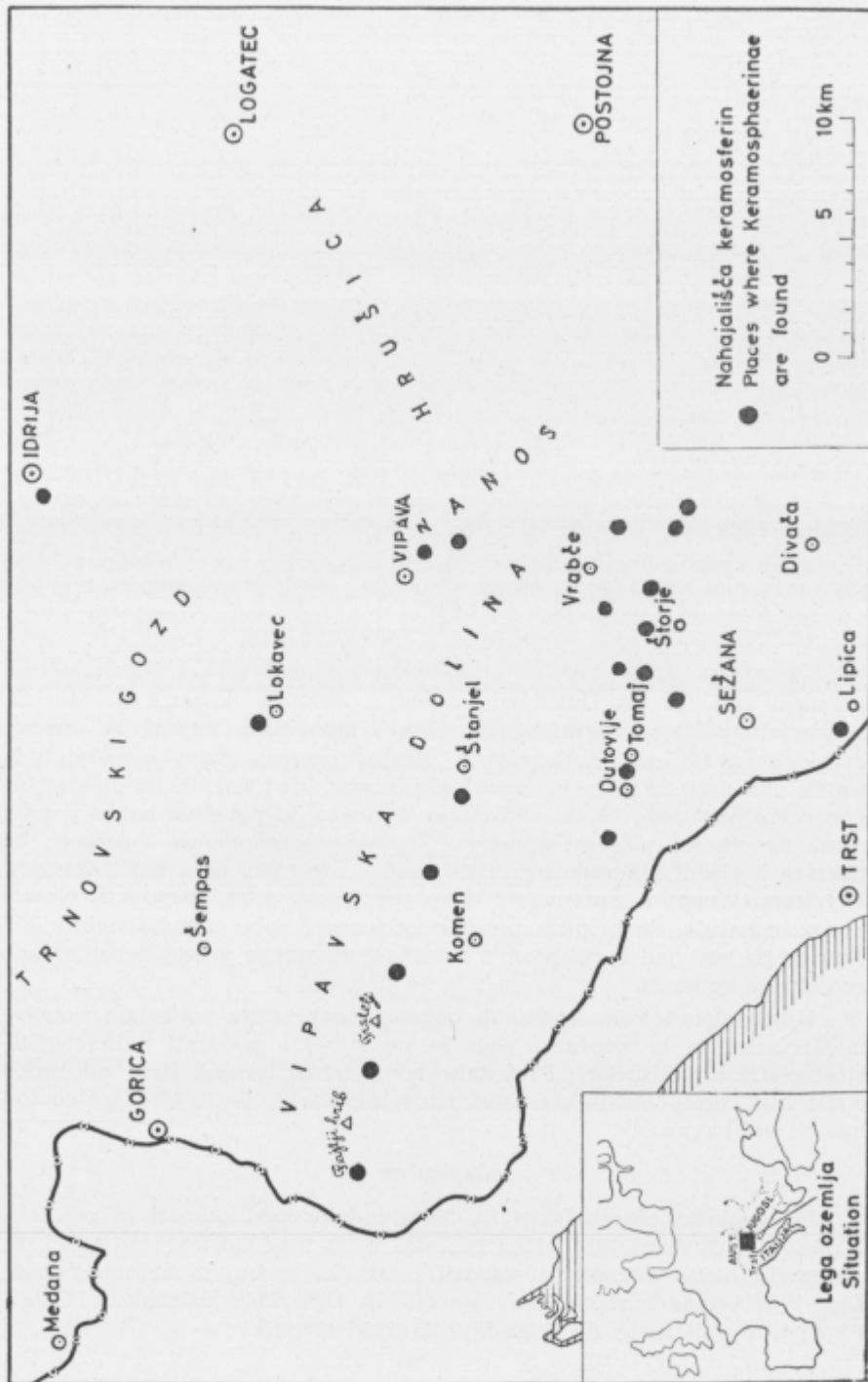
Z 1 sliko med tekstom in s 3 slikami v prilogi

V letu 1963 smo na velikem območju Tržaško-komenske planote in na delu Nanosa reambulirali geološko karto lista Gorica. Pri reambulaciji in kartiranju smo prišli do zanimivih zaključkov o starosti plasti, ki vsebujejo keramosferine.

Prvikrat je podal predhodno obvestilo o najdbi keramosferin Stache leta 1873. Kasneje je postal ta fosil predmet številnih razprav o njegovi sistematski uvrstitvi. Mnogi so imeli keramosferine za foraminifere, nekateri pa so jih prištevali med hidrozoje. Vendar je še danes marsikaj nejasnega glede sistematske uvrstitve keramosferin. Stratigrafsko pripadnost plasti, v katerih nastopajo keramosferine, je določil Stache 1889 in 1912. Po njegovem mišljenju pripadajo plasti s keramosferinami danijski stopnji, ki jo je prišteval zgornji kredi. Skoraj vsi kasnejši raziskovalci, ki omenjajo plasti s keramosferinami na širokem območju jugoslovanskih Dinaridov, so enakega mišljenja, da so plasti s keramosferinami danijske starosti. Zanimivo je mišljenje Schuberta (1905), ki meni, da pripadajo plasti s keramosferinami, ki nastopajo na listu Biograd—Tijesno, turonu. Montagne (1941, citirano po Polšku, 1958) je mišljenja, da pripadajo apnenci s keramosferinami santonu. Radoičić (1960) pripisuje plasti, ki vsebujejo keramosferine maastrichtu.

Pri naših terenskih raziskavah v letu 1963 smo po legi keramosferinskega korizonta ugotovili, da pripadajo skladi s keramosferinami v slovenskem delu Dinaridov kampaniju, zgornjemu delu santonija in verjetno spodnjemu delu maastrichta.

V spodnjem delu senona na Tržaško-komenski planoti in Nanosu običajno nastopa bel drobno zrnat rudistni apnenec, ki ga sestavljajo združene rudistne lupine in bodice morskih ježkov. To je v bistvu tip apnenca nabrežinskega »marmorja«, v katerem so pri Lipici odprti veliki kamnolomi okrasnega kamna. V tem apnencu nastopa v spodnjem delu horizont s hipuriti. Najbolj pogostne vrste so *Hippurites* (Vacc.) *gaudryi* Mun.-Ch., *Hippurites* (Vacc.) *cornuvaccinum gaudryi* (Mun.-Ch.) Kühn, *Hippurites* (Orb.) *nabresinensis* Futt. in *Hippurites* (Vacc.) *sulcatus* Defr. Našeta hipuritna favna kaže na santonijsko in kampanijsko pod-



stopnjo senona. Mejo med senonskimi in turonskimi plastmi pa smo postavili pod hipuritnim horizontom.

Na terenu pa se hipuritni horizont ne pojavlja zvezno, ampak se marsikje bočno izklinjuje ter je marsikje težko potegniti mejo med turo-
nom in senonom.

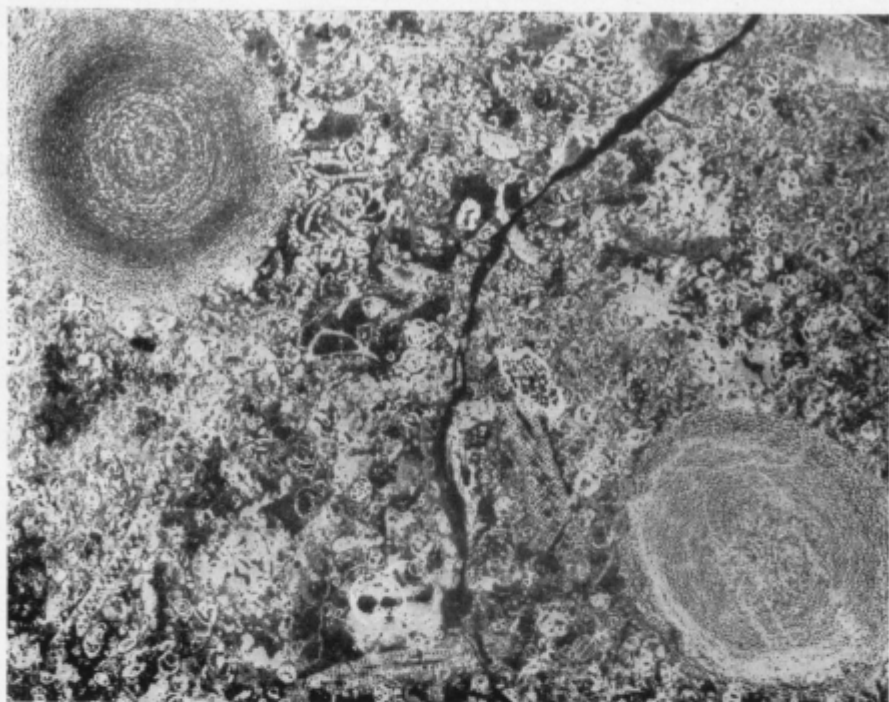
Tik nad hipuritnim horizontom leži horizont, ki je zelo bogat s številnimi primerki *Keramosphaerina (Bradya) tergestina* (Stache). Horizont s keramosferinami se ne izklinjuje in nam je zaradi tega pri geološkem kartiranju važen stratigrafski reper. Keramosferine so ponekod tako pogostne, da so prav kamenotvorne. Marsikje na Tržaško-komenski planoti nastopajo keramosferine celo med hipuriti, ki so bili že zgoraj omenjeni in je že po tem nesporno določena kampanijska in santonijska starost plastem, v katerih se pojavljajo. Nikakor pa ne nastopajo keramosferine v danijskih plasteh. Tako odpade sedaj, ko mnogi raziskovalci dajejo danijsko stopnjo v terciar, vsaka možnost, da bi keramosferine segale še v paleocen. Poleg keramosferin nastopajo ponekod še velike kolonije hidrozojev, pogostni pa so še ostanki morskih ježkov. Pri Tomaju je dobljen v horizontu s keramosferinami zelo velik primerek hipurita, ki še ni določen.

Na Tržaško-komenski planoti nastopa v krovlini keramosferinskega horizonta tankoploščast do skrilav apnenec, ki je precej bituminozen in vsebuje leče ter gomolje roženca. Apnenec je v litološkem pogledu precej podoben tankoploščastemu komenskemu apnencu v okolici Komna, vendar je senonski apnenec še bolj skrilav kot komenski. Doslej so ploščast senonski apnenec pri Dutovljah, Tomaju, Kazljah, Avberju in Štorjah primerjali tudi v stratigrafskem pogledu s komenskim apnencem, vendar docela neupravičeno. Za komenski ploščast apnenec nam je sedaj tudi uspelo dokazati, da pripada spodnjemu turonu. Med senonskim ploščastim apnencem nastopajo vložki rudistnega apnenca, ki ponekod bočno popolnoma nadomešča ploščast apnenec. V ploščastem apnencu z roženci, ki pokriva horizont s keramosferinami, smo v zgornjem delu našli eksogire z vrstami *Exogyra auricularis* Gein. in *Exogyra cf. decussata* Goldf. Eksogire kažejo, da pripada ploščast apnenec z roženci maastrichtu. Na Nanosu pa leže nad horizontom s keramosferinami še precej debeli skladi rudistnega apnenca.

Mikropaleontološka obdelava bogatega nabranega materiala s keramosferinami še ni končana, zato še ne moremo podajati natančnejših stratigrafskih zaključkov. Prav tako bomo lahko izvajali širše zaključke o sistematskem položaju keramosferin šele po zaključenih mikropaleontoloških raziskavah.

Zaključek

Pri geološki reambulaciji na Tržaško-komenski planoti in na delu Nanosa zaradi dovršitve del na geološki karti lista Gorica, smo prišli do zanimivih novih dognanj o starosti plasti, ki vsebujejo keramosferine. Doslej je večina raziskovalcev slovenskih Dinaridov priznavala Stachejevo mišljenje, da pripadajo danijski stopnji.



1. sl. Zbrusek apnenca s *Keramosphaerina (Bradya) tergestina* (Stache)

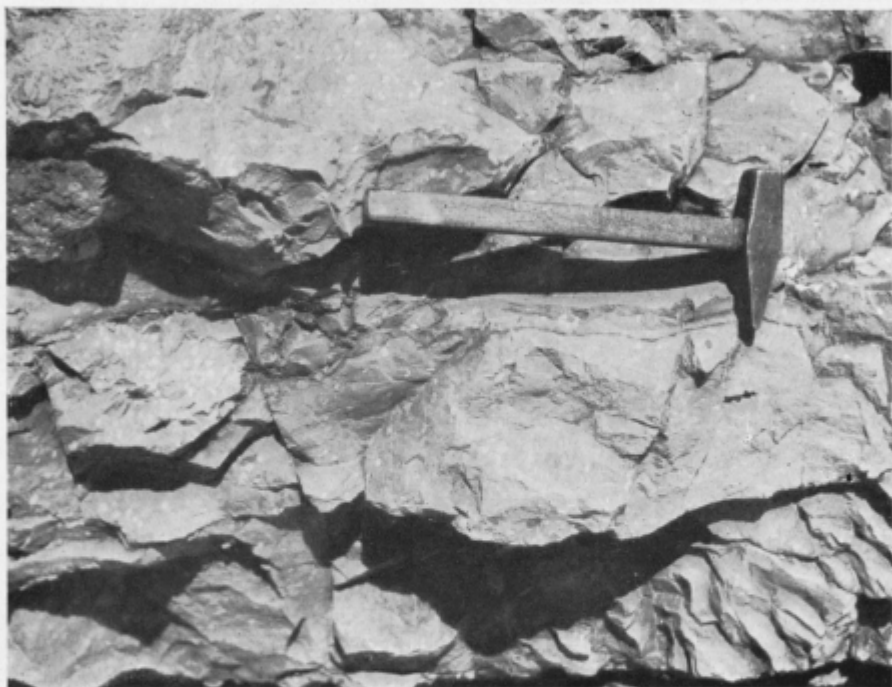
Fig. 1. Thin section of the limestone with *Keramosphaerina (Bradya) tergestina* (Stache)

BUSER, GEOLOGIJA 8



2. sl. Keramosferine v apnencu iz okolice Dutovelj

Fig. 2. Keramospherinae in the limestone from the vicinity of Dutovlje



3. sl. Keramosferine ob cesti iz Podnanosa na Nanos
Fig. 3. Keramospherinae at the road Podnanos—Nanos

BUSER, GEOLOGIJA 8

Pri naših terenskih raziskavah smo po legi keramosferinskega horizonta ugotovili, da pripadajo skladi s temi fosili v slovenskih Dinaridih zgornjemu delu santonija, kampaniju in verjetno še spodnjemu delu maastrichta.

Plasti s primerki *Keramosphaerina (Bradya) tergestina* (Stache) leže tik iznad horizonta s hipuriti *Hippurites (Vacc.) gaudryi* Mun.-Ch., *H. (Vacc.) cornuvaccinum* var. *gaudryi* (Mun.-Ch.) Kühn, *H. (Orb.) nabresinensis* Futt. in *H. (Vacc.) sulcatus* Defr. Našteta hipuritna favna kaže na santonijsko in kampanijsko podstopnjo senona. Keramosferine nastopajo ponekod celo že v samem horizontu s hipuriti in je s tem dokazano, da so iste starosti kot hipuritni horizont.

Nad horizontom s keramosferinami nastopa na Tržaško-komenski planoti ploščast apnenec, ki vsebuje številne gomolje roženca. V tem apnencu smo v zgornjem delu našli eksogire vrst *Exogyra auricularis* Gein. in *Exogyra* cf. *decussata* Goldf., ki kažejo, da ploščast apnenec pripada maastrichtu. Na Nanosu leže nad horizontom s keramosferinami še precej debeli skladi rudistnega apnenca.

STRATIGRAPHIC POSITION OF THE BEDS WITH KERAMOSPHAERINA (BRADYA) TERGESTINA (STACHE) IN SLOVENIAN DINARIDS

During the geological reambulation of the Triest-Komen plateau and of a part of Nanos mountain undertaken to complete the geological investigations on the geological map, section Gorica, new interesting results concerning the age of the Keramosphaerinae bearing beds were achieved.

Up to now all investigators of the Slovenian Dinarids agreed with the views of Stache, who already in 1873 furnished the first communication on Keramosphaerinae, found by him in the vicinity of Triest. He believed them to belong to the Danian stage.

During our field investigations, it was possible to establish the exact position of the Keramosphaerina horizon. The beds with these fossils in the Slovenian Dinarids belong to the upper part of Santonian, to Campanian, and probably even to the lower part of Maastrichtian.

Beds containing *Keramosphaerina (Bradya) tergestina* (Stache) lie immediately above the horizon with *Hippurites (Vacc.) gaudryi* Mun.-Ch., *H. (Vacc.) cornuvaccinum* var. *gaudryi* (Mun.-Ch.) Kühn, *H. (Orb.) nabresinensis* Futt., and *H. (Vacc.) sulcatus* Defr. This fauna suggests the Santonian and Campanian substage of Senonian. Keramosphaerinae occur on places in the hippurites horizon, which is a proof that they are of the same age.

Above the horizon with Keramosphaerinae occurs on the Triest-Komen plateau a platy limestone containing numerous chert nodules. In the upper part of this limestone exogyres were found. They belong to

the species *Exogyra auricularis* Gein. and *Exogyra* cf. *decussata* Goldf., which prove that the platy limestone belongs to Maastrichtian. On Nanos there is above the horizon with *Keramosphaerinae* a rather thick development of the rudist limestone.

LITERATURA

Buser, S., 1964, Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ, list Gorica in Palmanova. Arhiv Geološkega zavoda. Ljubljana.

Kossmat, F., 1905, Erläuterungen zur geologischen Karte der Österreich. Monarchie, SW Gruppe, Nr. 98. Haidenschaft und Adelsberg. Wien.

Kossmat, F., 1909, Der küstenländische Hochkarst und seine tektonische Stellung. Verh. d. k. k. geol. R. A. Wien.

Pavlovec, R., 1963, Stratigrafija starejšega paleogena v južnozahodni Slovenji. Razprave SAZU, razr. za prirodn. vede. Ljubljana.

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

Pleničar, M., 1963, Tolmač k osnovni geološki karti FLRJ, list Postojna. Arhiv Geološkega zavoda. Ljubljana.

Polšak, A., 1959, Rudisti i neki drugi fosili okolice Vrpolja i Perkovića u Dalmaciji. Geološki vjesnik 12. Zagreb.

Radoičić, R., 1960, Mikrofacije krede i starijeg tercijara spoljnih Dinarida Jugoslavije. Zavod za geol. istraživanja N. R. Crne Gore, Titograd.

Schubert, R., 1905, Erläuterungen zur geologischen Karte Zaravecchia-Stretto. Wien.

Schubert, R., 1912, Geologischer Führer durch die Nördliche Adria. Sammlung geologischer Führer, 17. Berlin.

Stache, G., 1873, Neue Petrefaktenfunde aus Istrien. Verhandl. d. k. k. geol. R. A. Wien.

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

Stache, G., 1905, Ältere und neue Beobachtungen über Gattung *Bradya* Stache in Bezug auf ihr Verhältniss zu den Gattungen *Porosphaera* Steinmann und *Keramosphaera* Brady und auf ihre Verbreitung in den Karstgebieten des österreichischen Küstenlandes und Dalmatien. Verhandl. d. k. k. geol. R. A. Wien.

Stache, G., 1912, Über *Rhipidionina* St. und *Rhipidionina* St. neubenannte *Miliolidentypen* der Grenzstufe des Küstenländischen Paläogens und die *Keramosphärinen* der oberen Karstkreide. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Wien.

Šikić, D., 1956, Nova nalazišta danijena u Dalmaciji. Geološki vjesnik 8-9. Zagreb.

REGIONALNI OBSEG LIBURNIJSKIH PLASTI

Rajko Pavlovec

Plasti med zgornjo kreda in eocenom v jugozahodni Sloveniji ter Istri je Stache imenoval liburnijsko stopnjo. Objavil je vrsto opazovanj, katerih rezultate je združil v obsežno monografijo (Stache, 1889). V zadnjem času je bilo poudarjeno, da liburnijska stopnja ni pravilno ime, ker te plasti obsegajo več stopenj: spodnji, srednji in zgornji paleocen (Pavlovec, 1963).

Klasična nahajališča liburnijskih plasti so v raznih delih jugozahodne Slovenije, lepe profile z nekoliko specifičnim razvojem pa dobimo tudi južneje v Istri (Pazin, Labin, Raša). Del liburnijskih plasti je sicer lahko sladkovodnega nastanka, vendar je več brakičnih ali morskih plasti, kot so mislili doslej (Pavlovec, 1963). Poudariti je treba še to, da so bile najdene pogostne foraminifere tudi v plasteh s številnimi oogoniji haracej. Vendar morje ni moglo biti odprto ali globoko. Poleg favne kaže na to hitro horizontalno in vertikalno spreminjanje sedimentov.

Liburnijske plasti moramo torej definirati stratigrafsko (spodnji in srednji paleocen ter spodnji del zgornjega paleocena), paleontološko (*Cosinia*, *Stomatopsis*, *Orbitolites*, *Coscinolina*, *Operculina*, *Rhipidionina*, *Rhapydionina*, miliolide, *Chara* itd.) in petrografsko (horizontalno in vertikalno hitro se menjavajoči navadno precej bituminozni apnenci in laporji, ponekod vložki premoga). Po takšni definiciji lahko istrske terciarne sedimente pri Labinu in Pazinu imenujemo liburnijske plasti, čeprav vključujejo že facialne razlike (npr. plasti s *Perna* sp., debeli vložki premoga itd.).

Čim dlje gremo od klasičnega ozemlja liburnijskih plasti, tem težje pričakujemo takšne sedimente. V Dalmaciji, Bosni in Hercegovini jih sicer ugotavljajo, vendar doslej ni nikjer znanih dobrih profilov. To ime so dobili zaradi stratigrafske lege (ki pa še ni povsem jasna) in fosilov (miliolide, haraceje in drugo).

Normalno nadaljevanje liburnijskih plasti sledimo v Furlaniji, kjer pa so zelo redko razkrite. Najzahodnejše najdišče je Monte di Medea kake 4 km jugozahodno od Krmina (Desio in Martinis, 1950; Martinis, 1962).

Bonni in Vanossi (1960, 45) omenjata, da spominjajo nekatere plasti in favna v zahodni Liguriji na brakični paleocenski razvoj (»Liburnico«). Richter (1961, 117) gre še dalje in te plasti označuje kot »liburnijska stopnja«. Pravi, da petrografsko in favnistično zelo spo-

minjajo na Stachejeve moncijske kozinske apnenice. V njih je našel ostreje, cirene, ceritije in haraceje.

Za zahodno Ligurijo velja toliko bolj pripomba, ki smo jo podali za Dalmacijo, Bosno in Hercegovino. Razdalja je prevelika, da bi tam mogli iskati podaljšek plasti, ki so nastale v bazenu z dokaj specifičnimi sedimentacijskimi in najbrž tudi tektonskimi procesi.

Zanimivo je nadalje še to, da se liburnijske plasti pojavljajo v bazenu, ki ga na severu obdajajo Alpe, na jugu pa nenaguban plato (cf. Richter, 1962, 469 in 472). Ne da bi se podrobno spuščali v problem tega platoja, moramo ugotoviti, da na njem kakor tudi v Alpah ni liburnijskih sedimentov. Če je bil plato v paleocenu res nekaka stabilna masa, so torej nastale liburnijske kamenine v manjšem bazenu. Čeprav bi imel ta zvezo s kakim drugim bazenom zahodno od platoja, sedimentacijski pogoji ne bi mogli biti enotni v obeh kadunjah. Tudi to govori proti liburnijskim plastem v zahodni Liguriji.

Richter (1962, 475) podaja nadalje pripombe h Kossmatu (1913) oziroma Winklerju (1924). Prvi je prišteval Trnovski gozd in Hrušico Dinaridom, drugi Alpam. Richter poudarja, da so triadne in jurske plasti enako razvite od Velebita preko Snežnika do Hrušice in Trnovskega gozda. Podobno je tudi s kraško kredo. Temu moramo dodati dejstvo, da se pojavljajo rdeči laporji in skrilavci (*«scaglia»*) tudi na južni strani Trnovskega gozda in Hrušice. Te plasti pa so značilne za Alpe. Meja med obema gorstvoma je torej še vedno nerešeno vprašanje. Sedimentacijski bazen v najstarejšem terciarju je imel brez dvoma tesno povezavo z dogajanjem na alpskem in dinarskem delu, zakaj nastal je prav tam, kjer so bile stične točke med obema gorstvoma najtesnejše.

REGIONAL EXTENT OF THE LIBURNIAN STRATA

The strata between the Upper Cretaceous and Eocene in south western Slovenia and Istria have been termed Liburnian by Stache; he had published a great many observations the results of which were united in his extensive monography (Stache, 1889). It has been recently pointed out that the Liburnian sediments include several stages Lower, Middle and Upper Paleocene (Pavlovec, 1963). The classic finding places of the Liburnian strata are in various parts of south western Slovenia and fine sections with a rather specific development can be also found in the southern Istria (Pazin, Labin, Raša). A part of the Liburnian strata might be of fresh-water origin, but there are more brackish-water or marine sediments as it has hitherto been assumed (cf. Pavlovec, 1963). It is necessary to emphasise here that a lot of foraminifers have been found in the strata with numerous oogonia of Characeae. But the sea could have been neither open nor deep; besides fauna as well the fast changing of sediments in both the horizontal and the vertical direction are pointing to it.

The Liburnian strata have to be defined: 1. stratigraphically (the Lower Paleocene, the Middle Paleocene, and lower part of the Upper

Paleocene); 2. paleontologically (*Cosinia*, *Stomatopsis*, *Orbitolites*, *Coscino-lina*, *Operculina*, *Rhipidionina*, *Rhapydionina*, *Miliolidae*, *Chara* etc.); 3. sedimentologically (various, horizontally and vertically fast alternating, usually rather bituminous limestone and marl, in some place coal intercalations). According to such a definition we may the Istrian Tertiary sediments at Labin and Pazin call Liburnian strata, though they include facial varieties already (e. g. strata with *Perna*, thick coal intercalations etc.).

The further we go away from this classical region of the Liburnian strata the harder we expect to get such sediments. In Dalmatia, Bosnia and Herzegovina investigators are identifying them, but until now no good sections have been known there. The strata have been named as Liburnian according to their stratigraphic position (which has not been cleared yet entirely) and because of the fossils (*Miliolidae*, *Characeae* etc.).

A normal continuation of the Liburnian strata we trace in Furlania, where they are very rarely revealed. The westernmost finding place is Monte di Medea about 4 km. SW of Cormons (Desio and Martinis, 1950; Martinis, 1962).

Bonni and Vanossi (1960, 45) mentioned that some strata and the fauna in western Liguria remind of the brackish-water Paleocene sediments ("Liburnico"). Richter (1961, 117) even defined these strata as "Liburnian series"; he stated that they were very much alike the Stache's Montian Kozina limestones, petrographically and faunistically. He had found *Ostrea* sp., *Cirena* sp., *Cerithium* sp. and Characeae in them.

What has been said for Dalmatia, Bosnia and Herzegovina is even more suitable for western Liguria. It is too great distance that we could search there for the extension of strata which have originated in a basin with rather specific sedimentary processes, and probably tectonic ones too.

Of the further interest is the fact that the Liburnian strata occur in a basin surrounded in the north by the Alps and in the south by a not folded plateau (cf. Richter, 1962, 469 and 472). Without enter into details of the problem of this plateau we have to state here that on it as well as in the Alps there are no developed Liburnian sediments. If the plateau really acted as a stable mass in the Paleocene then the Liburnian rocks originated in a smaller basin, even if the latter had had the connections with any other basin westward of the plateau, the conditions of sedimentation could not have been uniform in both basins. And this, too, denies the existence of Liburnian strata in western Liguria.

Then Richter (1962, 475) gave some observations on Kossmat (1913) and Winkler (1924) respectively. The former regarded Trnovski gozd and Hrušica as parts of the Dinaric Alps, the latter assigned them to the Alps. Richter is pointing out that the Triassic and Jurassic strata are equally developed from Velebit over Snežnik to Hrušica and Trnovski gozd and so is with the Dinaric Cretaceous. Here the fact to be added that the red marls and shales ("scaglia") also occur on the southern side of Trnovski gozd and Hrušica. These strata, however, are a characteristic of the Alps. The border between the two mountain systems

is still an unsolved problem. In the oldest Tertiary the sedimentation basin was without doubt closely connected with the occurrences in the Alpine and Dinaric part; it originated just there where the convergent points between the two mountain systems were the firmest.

LITERATURA

Bonni, A., in Vanossi, M., 1960, Ricerche e considerazioni sul Flysch della Liguria occidentale. — Atti Ist. geol. Univ., 11, 31—178, tab. 3. Pavia.

Desio A. in Martinis, B., 1950. Notizie sulla costituzione geologica del Monte di Medea nel Friuli. — Boll. Soc. geol. ital., 69, 50—59. Roma.

Kossmat, F., 1913. Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. — Mitt. Geol. Ges., 6, 61—165, 1 tabela. Wien.

Martinis, B., 1962, Ricerche geologiche e paleontologiche sulla regione compresa tra il T. Iudrio ed il F. Timavo (Friuli orientale). — Riv. ital. paleont. strat., Mem. 8, 1—245 (tab. 1—22), 9 prilog, 1 geol. karta. Milano.

Pavlovec, R., 1963, Stratigraski razvoj starejšega paleogena v južno-zahodni Sloveniji (Die stratigraphische Entwicklung des älteren Palaeogens im südwestlichen Teil Sloweniens). — Razprave Slov. akad. znan. umet., Cl. IV, 7, 419—556, 1 tabela. Ljubljana.

Richter, M., 1961, Über den Bau der Ligurischen Alpen. 3. Tektonik und Stellung der Flyschzone. — Z. Deutsch. geol. Ges. — 113, 116—149. Hannover.

Richter, M., 1962, Alpen, Apennin und Dinariden. — N. Jb., Monatsch., 466—480. Stuttgart.

Stache, G., Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte. — Abh. Geol. R. A., 13, 1—170, tab. 1—8, geol. karta. Wien.

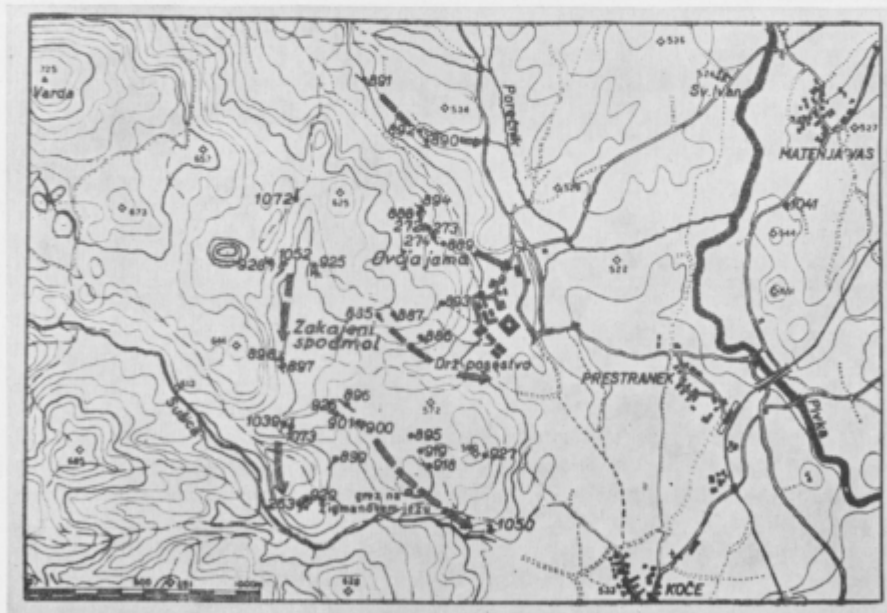
Winkler, A., 1924, Ueber den Bau der östlichen Südalpen. — Mitt. Geol. Ges., 16, 1—272, tab. 1—4. Wien.

IZKOPAVANJE V PALEOLITSKI POSTAJI OVČJA JAMA PRI PRESTRANKU V LETU 1961

Franc Osle

Z 12 slikami med tekstem

Paleolitska izkopavanja prof. S. Brodarja v Betalovem spodmolu pri Postojni so pokazala, da se je ledenodobni lovec zatekal v jame že v predzadnji, riški poledenitvi. Od tedaj pa do zgodovinske dobe niso prenehali obiski v jamah. Posebno pogostni so bili v mlajšem pleistocenu, kar izpričuje serija paleolitskih kulturnih horizontov od srednjega paleolitika (levallois-moustérien, kvarcitni moustérien) prek zgodnjih faz



Sl. 1. Prestranški Ravnik z raziskanimi jamami (Ovčja jama kat. št. 889, Zakajeni spodmol kat. št. 885) po F. Hribarju, F. Habetu in R. Savniku (Acta carsologica I/1955)

Fig. 1. Prestranški Ravnik avec des grottes explorées (Ovčja jama N° 889 du cadastre, Zakajeni spodmol N° 885 du cadastre) après F. Hribar, F. Habe et R. Savnik (Acta carsologica I/1955)

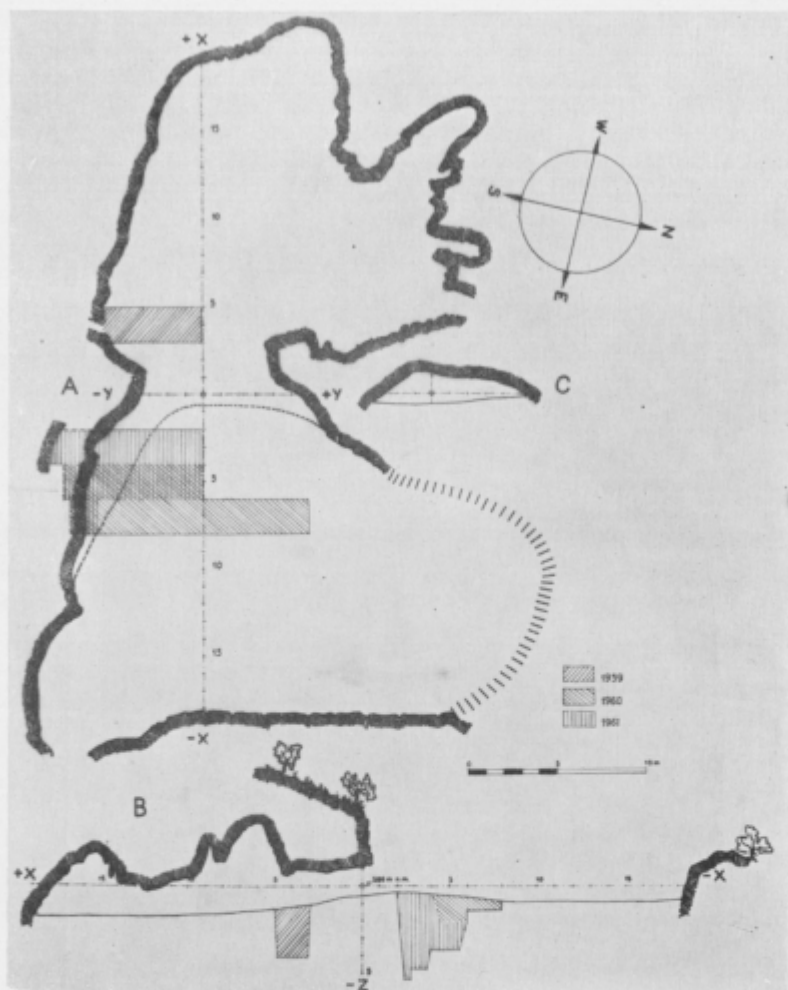
mlajšega paleolitika prav do kasnih paleolitskih kultur, ki kažejo že očiten prehod v mezolitik. Skoraj neprekinjena naselitev Betalovega spodmola od riške poledenitve skozi vse würmske stadiale prav v holocen je bila v posameznih fazah dokaj intenzivna, saj presega število odkritih artefaktov in kremenastih odkruškov nekaj tisoč. To je nujno zahtevalo raziskavo sosednjih kraških jam. Kot prve so bile na vrsti jame na severnem apneniškem obrobju pivške flišne kadunje. Pokazalo se je, da sta Postojnska in Otoška jama paleolitski postaji. Toda zaradi turistične ureditve, predvsem vhodnih delov, je nadaljnje raziskovanje skoraj nemogoče, če so kulturne plasti sploh še ohranjene. Pozneje se je tem jamam pridružila še Parska golobina. Sledilo je sistematično raziskovanje južnega obrobja Pivške kotline. Poskusnemu sondiranju v Županovem spodmolu pri Sajeveh, ki je dalo odlične rezultate, je sledilo odkritje paleolitika v Jami v Lozi pri Orehku, v Ovčji jami in Zakajenem spodmolu pri Prestranku. S temi odkritji so bila ugotovljena starokamenodobna kulturna nahajališča na vsem krednem obrobju Pivške kotline.

Dokaj bogat arheološki inventar, odkrit v sorazmerno ugodnih stratigrafskih razmerah, in množica važnih fosilnih ostankov pleistocenske-sealske favne zvišujeta znanstveno vrednost in važnost pivških postaj. Prav nič ne pretiravamo, če imamo Pivško kotlino z njenimi številnimi jamami, med katerimi je še velik odstotek neraziskanih, za prvorazredno paleolitsko provinco ne samo v Sloveniji, temveč v vsej Jugoslaviji. Od nadaljnjih sistematičnih raziskovanj lahko pričakujemo, da bodo prinesla marsikaj novega, kar bo dopolnilo naše znanje o razvoju pleistocena in paleolitskih kultur pri nas in bo imelo odmev v tej veji znanosti tudi v evropskem merilu.

Osnovni podatki o jami in metoda izkopavanja

Ovčja jama (kat. št. 889) leži na vzhodnem obrobju Prestranškega Ravnika, 1440 m 301° WNW od žel. postaje Prestranek in 1870 m 111° WSW od vrha Varde* (1.sl.), okrog 60 m nad dolinskim dnom v nadmorski višini 586 m. Bližnja okolica jame je tipično kraška, vsa posuta z večjimi in manjšimi vrtačami, brezni in podzemeljskimi jamami. Geološka osnova tega močno zakraselega sveta je kredni kaprotinski apnenec. Neke vrste predvorje jame je plitva vrtača z navpičnimi, proti jamskemu vhodu previsnimi, do 5 m visokimi apnenčevimi stenami. Proti severu zapira vrtačo dokaj strmo pobočje. Vrtača je nepravilne pakrožne oblike z največjima premeroma 18 m in 27 m (2. sl.). Dno vrtače je sorazmerno ravno, se pa proti SW, kjer se pod navpično steno odpira vhod v jamo, počasi dviga in neposredno pred jamskim vhodom doseže višek. Ob našem prvem obisku l. 1958 je bila vsa vrtača močno zarasla z grmovjem. Po zajetnih štorih sklepamo, da je nekoč raslo v njej tudi nekaj visokih smrek. Bujna vegetacija z visokim drevjem je bila zanesljiv indikator, da je dno vrtače

* Podatki so povzeti po Hribar, Habe in Savnik, Podzemeljski svet Prestranškega Ravnika in Slavinskega Ravnika. Acta carsologica I., str. 103, Ljubljana, 1955.



Sl. 2. Ovčja jama; A. Tloris jame s fazami odkopa, B. Podolžni prerez jame po x osi, C. Prečni prerez jame pri vhodu po y osi

Fig. 2. Ovčja jama; A. plan de la grotte et phases de la fouille, B. coupe longitudinale de la grotte suivant l'axe x , C. coupe transversale de la grotte à l'entrée suivant l'axe y

in prav tako tudi vsa jama na debelo zasuta s sedimenti, kar so poznejša izkopavanja potrdila v polni meri.

Lepo obokan, le 1,70 m visok in 8,80 m širok jamski vhod je obrnjen na vzhod z odklonom 14° proti severu (3. sl.). Ob njegovi levi strani je nekaj zloženega kamena razodevalo ostanek nekdanje kamnite pregrade. Jama je bila v bližnji preteklosti ovčja staja, odtod tudi njeno ime. Za vhodom se odpira 19 m dolg in 18 m širok podzemeljski prostor. Močno

razgiban in deloma zasigan strop, z mnogimi kotlicami in izboklinami prehaja v loku v nizke stranske stene, mestoma pa tudi neposredno v jamska tla. Na več mestih se odpirajo ob samih tleh odprtine, ki nakazujejo zasute vhode v stranske rove. Že samo iz oblike jame, zlasti sten in stropa, lahko sklepamo, da je današnji konvakuacijski prostor Ovčje jame le skromen ostanek obsežnega evakuacijskega prostora, na debelo zatrpa-



Sl. 3. Vhod v Ovčjo jamo

Fig. 3. Entrée de la grotte Ovčja jama

nega s sedimenti. Jamska tla se od vhoda položno spuščajo v notranjost. Nekako po 8 m se skoraj popolnoma izravnavajo. Od zaključne jamske stene, kjer so tla najnižja, pa do vhoda znaša višinska razlika samo 1,24 m. Tla so posuta z debelejšim ostrorobim gruščem, ki mu je primešanega precej črnkastega humusa. Mestoma leže na površini manjše skale. Zasiganih mest je malo, dve večji smo našli v zadnjem delu jame.

Jama ima precej dominanten položaj, čeprav se njen vhod opazi šele z roba vrtače. Od tu je širok razgled skoraj po vsej Pivški kotlini. Prostornost jame, strme stene vrtače, ki nudijo dobro zavetje pred vetrovi, lahek dostop in dominanten položaj so bili odločujoči faktorji, ki so napotili ledenodobnega lovca, da si jo je izbral za prebivališče.

Speleogeneza Ovčje jame je v glavnih obrisih podobna genezi drugih jam na krednem obrobju Pivške kotline. Njeno formiranje pripada ver-

jetno prvi erozijski fazi na krasu (po S. Brodarju). Raziskovalci Prestranškega Ravnika F. Hribar, F. Habe in R. Savnik ji pripisujejo vlogo nekdanjega požiralnika (*Acta carsologica* I. 1955, str. 105), kar je zelo verjetno. Toda Ovčja jama z jamami v njeni neposredni okolici leži mnogo više kot jame ob severnem obrobju Pivške kotline (npr. Postojnska jama, Betalov spodmol in dr.), kar bi kazalo na njeno večjo starost. Glede na topografsko légo in funkcijo bi lahko sklepali, da so te jame vsaj v prvih fazah zakrasevanja tega območja odvajale podzemeljsko del vodá iz Pivške kotline v Notranjsko Reko, torej jadranskemu porečju, kakor jo odvaja še danes Sajevsča z Rakulšco. Nadaljnjih dveh Brodarjevih razvojnih faz (akumulacija alohtonih sedimentov in ponovna erozija) v Ovčji jami zaradi preplitvega izkopa še nismo mogli ugotoviti. Četrto ali zadnjo fazo predstavljajo vsi do sedaj v jami odkriti (v glavnem avtohtoni) sedimenti, ki presegajo že debelino 5 m.



Sl. 4. Ovčja jama; odkop predjamskega prostora

Fig. 4. Ovčja jama; terrain déterré devant la grotte

Osnova vsem meritvam je bil triosni koordinatni sistem, z izhodiščem neposredno pod kapjo jamskega stropa, nekako v sredini jamskega vhoda (2. sl.). Na podolžni osi x so vse vrednosti pred jamo negativne, v jami pa pozitivne, medtem ko so na osi y na desni (gledano v jamo) pozitivne, na levo pa negativne. Pod zamišljeno horizontalno ravnino z , potekajočo

skozi izhodišče koordinatnega sistema, nekoliko dvignjenega od tal, imajo vse vrednosti z negativnim predznak, nad njo pa pozitivnega. S tako izbiro horizontalne osnovne ravnine smo dosegli, da imajo koordinate z vseh najdb negativni predznak, kar zelo poenostavlja delo na terenu in doma.

Pri izkopavanju smo uporabili kombinacijo t. i. vertikalnega in horizontalnega sistema. Kopali smo izključno le na levi strani osi x, z edino izjemo v izvoznem jarku, ki pa ni segel do pleistocenskih plasti. Dolžina sektorjev, ki so segali do leve jamske stene, je na osi x znašala vsakokrat po 2 m. Zakoličeno površino smo odkopavali po plasteh debeline okoli 0,20 m (4. sl.). Tako smo lahko sledili vsem objektom, ki so se razprostirali v horizontalni ravnini (npr. ognjišča). Istočasno pa smo dobili na mejah zakoličenega sektorja prečne in podolžne profile, ki smo jih izrisali in fotografirali. Vodili smo točen zapisnik o poteku izkopavanja ter beležili koordinate vseh količkaj pomembnih arheoloških in paleontoloških najdb ter oglja.

Že pri prvem ogledu Ovčje jame v poletju l. 1958 je dozorel sklep, da je treba izkopati v jami poskusno sondo. V jami take oblike in s tako ugodno lego je bilo z veliko verjetnostjo pričakovati sledove pleistocenskih lovcev. Z dokaj skromnimi sredstvi smo izvedli sondiranje v času od 20. julija do 10. avgusta 1959. Sondo $2 \times 5,5$ m smo izkopali 3,00 m za jamskim vhodom, med $x = +3,00$ m in $x = +5,00$ m do leve jamske stene, okoli 3,00 m globoko (2. sl.). Rezultati sondiranja so bili razveseljivi in spodbudni. Razen važnih stratigrafskih podatkov smo odkrili dva bogata mlajšepaleolitska kulturna horizonta (v spodnjem tudi sledove večjega kurišča) s 160 kamenimi artefakti in odbitki, večjo množino kosti in zob pleistocenske sesalske favne, od katerih je 22 primerkov prišlo v poštev za paleontološko determinacijo, ter več koščkov oglja. S temi najdbami je bilo dokazano, da je Ovčja jama novo odkrita paleolitska postaja na slovenskem ozemlju.

Že naslednjega leta (od 15. avgusta do 8. septembra 1960) smo pričeli s sistematičnim raziskovanjem nove paleolitske postaje. Večletna izkušnja nam je narekovala, da smo zastavili lopate že na terenu pred jamo. Ledenodobni lovec se je zadrževal ob ugodnih vremenskih prilikah po večini pred jamskim vhodom ali v njegovi neposredni bližini, do kamor je segala še dnevna svetloba. Upoštevati je tudi treba, da se je rob jamskega stropa od nekoč do danes zaradi krušenja stalno pomikal nazaj in je bil precejšnji del sedanjega predjamskega prostora nekoč prekrit (v Parski golobini se je v würmu strop umaknil za 7 m). Pred jamo smo tega leta kopali med $x = -8,00$ m in $x = -4,00$ m do leve jamske stene, ki se je v globino močno uvihala in se je zato odkopna površina večala. Zaradi pomanjkanja časa smo kopali le do drugega kulturnega horizonta, tj. okoli 3,00 m. Za odvoz nakopanega materiala smo izkopali na desno stran osi x izvozni jarek, ki pa je zajel samo holocenske plasti (2. sl.).

Izkopavanje v predjamskem prostoru je potrdilo naša pričakovanja. Ugotovili smo oba kulturna horizonta, znana že iz sonde. Gostota najdb je bila tu celo nekoliko večja (151 artefaktov in odbitkov), pri čemer pripominjamo, da izvirajo skoraj vse najdbe iz zgornjega horizonta, ker

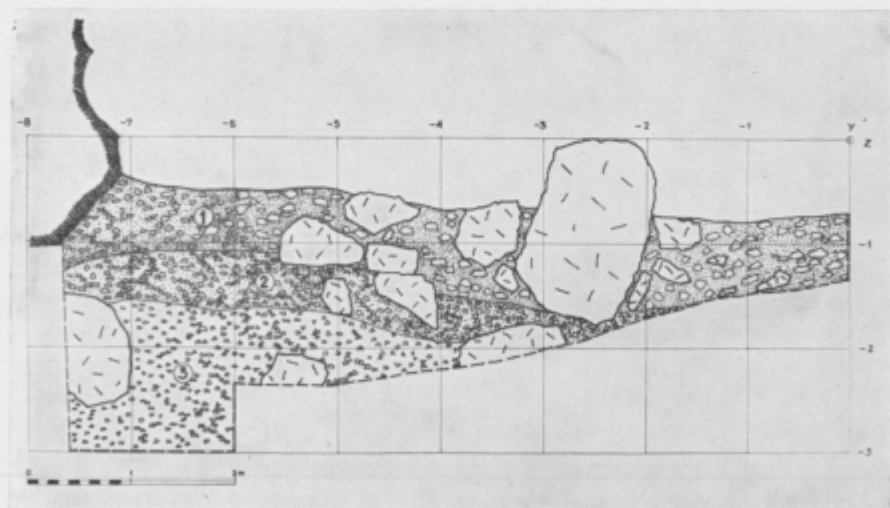
smo spodnji kulturni horizont načeli le na zelo majhni površini. Isto velja tudi za favnistične ostanke (21) in oglje(ognjišče).

Leta 1961 (od 25. junija do 31. julija) smo nadaljevali z izkopom na predjamskem prostoru. Pri odkopu l. 1960 smo dosegli profil $x = -4,00$ m, v letu 1961 pa smo nadaljevali delo od tod v smeri proti jamskemu vходу do profila $x = -2,00$ m. Zakoličena površina izkopa je merila na površju $11,80$ m², se je pa s poglobljanjem zaradi uvihanja leve jamske stene večala in dosegla največjo razsežnost $17,00$ m² v globini okoli $4,00$ m. Poleg tega smo nadaljevali poglobljanje v sektorju iz leta 1960 na površini $18,00$ m², tako da smo v celoti kopali na površini $35,00$ m² (2. sl.). Sorazmerno velika odkopna površina nam je omogočila, da smo kopali ob novem profilu $x = -2,00$ m kar se da globoko, in sicer z namenom, da bi odkrili čim več globljih plasti. Največja globina pod površjem je znašala $5,00$ m. Skupno smo torej prekopali in odpeljali l. 1961 okoli $90,00$ m³ zemljine.

V obeh kulturnih horizontih smo tega leta našli okoli 430 kamenih artefaktov, jeder in odbitkov. Odkrili smo več sledov kurišč z ostanki oglja ter nabrali okoli 70 zob in kostnih fragmentov pleistocenske favne, ki so prišli v poštev za paleontološko obdelavo. Iz profila $x = -2,00$ m smo vzeli 16 vzorcev plasti za granulometrično analizo.

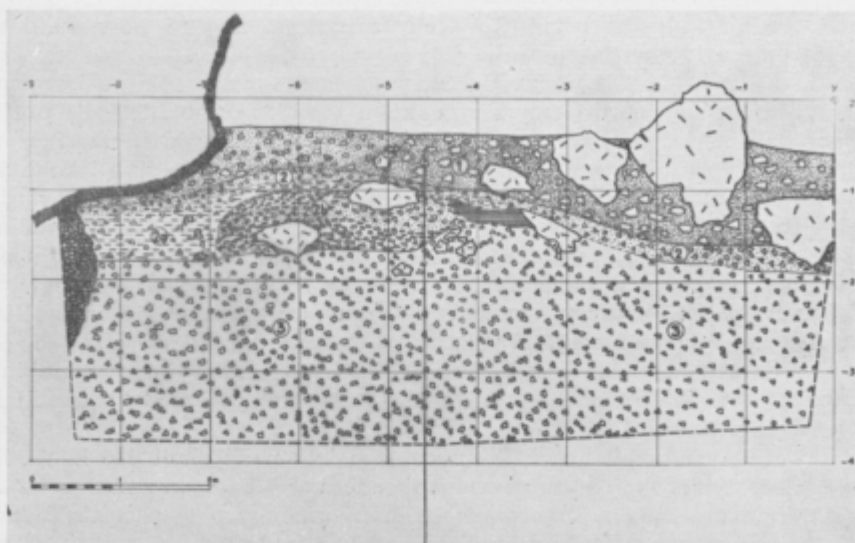
Stratigrafija

Podrobno bomo opisali stratigrafske razmere samo iz odkopanega dela predjamskega prostora. Stratigrafija sonde je v glavnih obrisih identična s predjamsko.

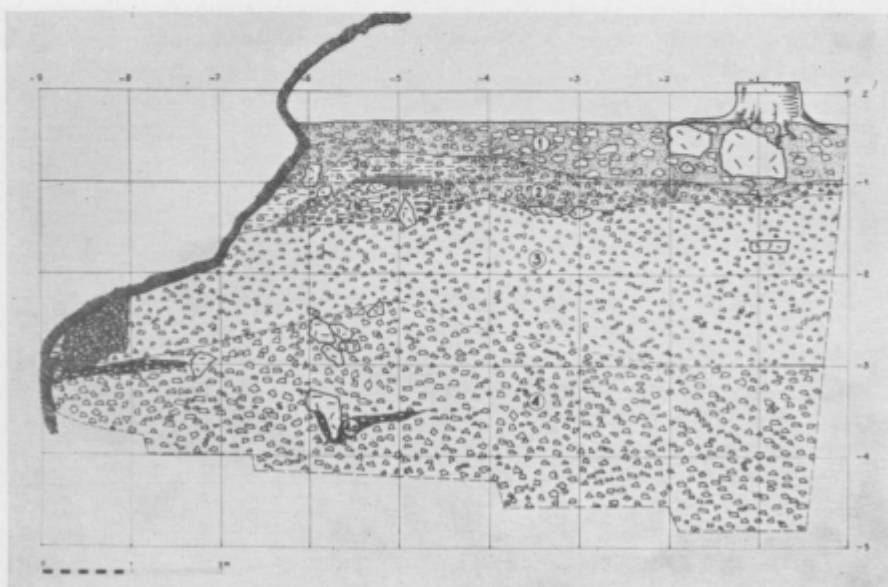


Sl. 5. Ovčja jama; prečni profil $x = -8,00$ m

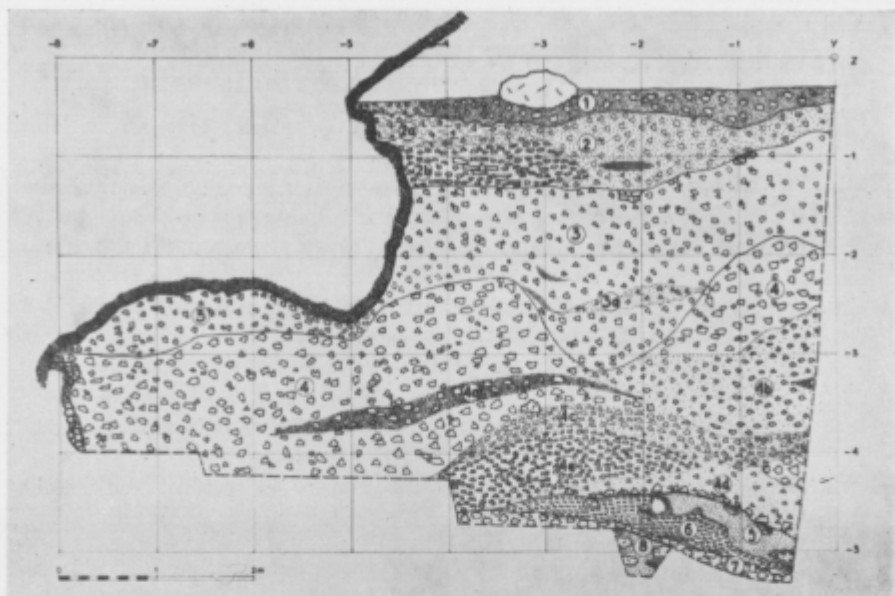
Fig. 5. Ovčja jama; coupe transversale $x = -8,00$ m



Sl. 6. Ovčja jama; prečni profil $x = -6,00$ m
 Fig. 6. Ovčja jama; coupe transversale $x = -6,00$ m



Sl. 7. Ovčja jama; prečni profil $x = -4,00$ m
 Fig. 7. Ovčja jama; coupe transversale $x = -4,00$ m



Sl. 8. Ovčja jama; prečni profil $x = -2,00$ m

Fig. 8. Ovčja jama; coupe transversale $x = -2,00$ m

Za boljše razumevanje prilagamo štiri slike prečnih profilov, in sicer pri $x = -8,00$ m, $x = -6,00$ m, $x = -4,00$ m in $x = -2,00$ m (5. sl., 6. sl., 7. sl. in 8. sl.). V letu 1961 je bil dejansko odkopan v celoti le profil $x = -2,00$ m. Ostale profile prilagamo zato, ker smo jih dopolnili s podatki sektorja, odkopanega leta 1960.

Pri opisu profilov ne bomo navajali debelin plasti in drugih razsežnosti, ker je vse to podano na priloženih slikah. Posamezne plasti opišemo v vrstnem redu tako, kakor so bile odkopane, torej od zgoraj navzdol. Označene so z arabskimi številkami. Če se je plast na posameznih mestih razlikovala od splošne sestave, smo to mesto vidno omejili in osnovni številki dodali malo črko, kot npr. 2a, 2b in pod. Ta način označevanja je združil vse stratigrafske ekvivalente v kronološke enote in omogočil primerjavo med posameznimi profili kljub manjšim spremembam plasti od profila do profila.

Opis plasti

Profil $x = -8,00$ m (5. sl.)

1. Humus z debelejšim gruščem in podornimi skalami; ob levi jamski steni droben grušč.
2. Bronasto rjava drobno gruščnata plast s podornimi skalami.
3. Drobno gruščnata plast s sivkasto rjavkasto ilovnato primesjo in podornimi skalami.

Profil x = —6,00 m (6. sl.)

1. Humus z debelejšim gruščem in podornimi skalami; ob levi jamski steni droben grušč.
2. Bronasto rjava drobno gruščnata plast, proti levi jamski steni nekoliko svetlejša.
- 2a. Drobno gruščnata plast z drobtinčasto sivo sigo, vmes nekaj skal.
- 2b. Plast drobnega sipkega grušča z rdečkasto progno v sredini in črnkasto infiltracijo (kurišče) proti desni; mestoma večji kamni in skale.
3. Drobno gruščnata plast s sivkasto rjavkasto ilovnato primesjo in ob levi jamski steni mestoma sprijeta s sigo.

Profil x = —4,00 m (7. sl.)

1. Humus z debelejšim gruščem in podornimi skalami; ob levi jamski steni droben grušč.
2. Bronasto rjava drobno gruščnata plast; ob spodnji meji nekaj večjih kamnov.
- 2a. Drobno gruščnata plast z drobtinčasto belo sivo sigo; na spodnji meji sledovi ognjišča.
- 2b. Plast drobnejšega sipkega grušča, vmes nekaj večjih kamnov.
3. Drobno gruščnata plast s sivkasto rjavkasto ilovnato primesjo; ob levi jamski steni mestoma sprijeta s sigo.
4. Plast srednje debelega grušča z manjšimi skalami in sivo rjavo ilovnato primesjo; ob levi jamski steni mestoma sprijeta s sigo.
- 4a. Temna progna v srednje debelem grušču, mestoma oglje.

Profil x = —2,00 m (8. sl.)

1. Humus s srednje debelim gruščem; ob levi jamski steni droben grušč.
2. Bronasto rjava drobno gruščnata plast s črno progno (kurišče); na spodnji meji večji kamni.
- 2a. Drobno gruščnata plast z drobtinčasto belo sivo sigo.
- 2b. Plast drobnega sipkega grušča, vmes nekaj večjih kosov.
3. Drobno gruščnata plast s sivkasto rjavkasto ilovnato primesjo in z dvema temnejšima progama (kurišči). Ob levi jamski steni pod previsom bolj sipka, brez ilovnate primesi.
- 3a. Drobno gruščnata progna, nekoliko rdečkasta.
4. Plast srednje debelega grušča s sivo rjavo ilovnato primesjo; ob levi jamski steni deloma sprijeta s sigo.
- 4a. Temna progna v srednje debelem grušču, mestoma drobci oglja.
- 4b. Vložek drobnega grušča z rdečkasto ilovnato primesjo.
- 4c. Progna drobnejšega grušča z rjavkasto ilovnato primesjo.
- 4d. Plast drobnega grušča z rdečkasto rjavkasto ilovnato primesjo; proti spodnji meji se grušč zdebela.
- 4e. Plast drobnega sipkega grušča z manjšo količino sivo zelene ilovnate primesi.

5. Plast intenzivno rdeče ilovice, močno pomešane s sigastim drobirjem, preperelimi kosi sige in z odlomljenimi kapniki.
6. Plast mastne zelenkasto sive, pri dnu rumenkaste čiste ilovice.
7. Plast debelejšega grušča z rjavkasto sivo ilovnato primesjo.
8. Debelejši grušč z rdečo ilovico, večjimi kamni in s kosi kapnikov.

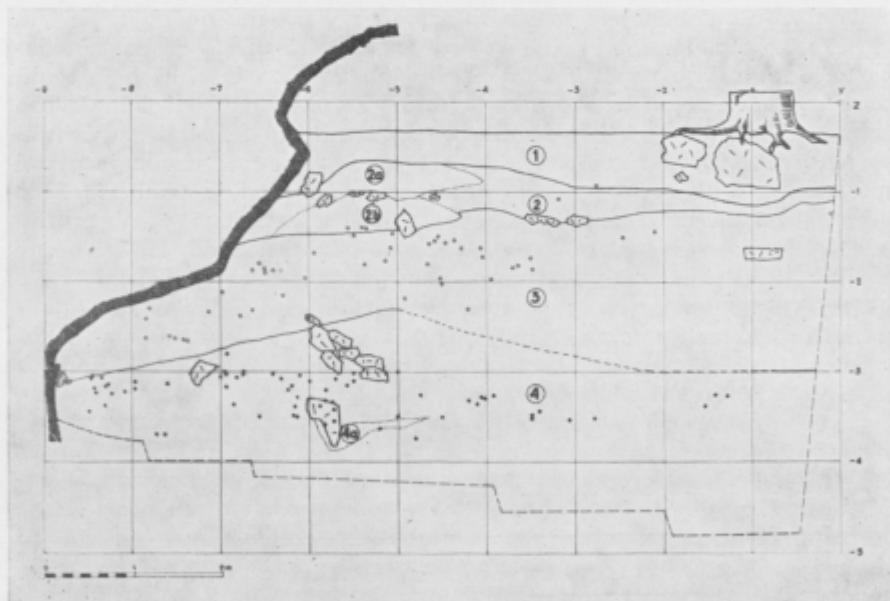
Sedanji obseg izkopavanj še ne dovoljuje daljnosežnejših sklepov o genezi sedimentov. Iz petrografske sestave plasti in njihove paleontološke vsebine pa je mogoče v grobih obrisih določiti klimatske pogoje, v katerih so posamezne plasti nastale.

Rdeča ilovica v najgloblje doseženi 8. plasti, ki je najverjetneje paravtohtonega izvora, kaže na dokaj humidno klimo. Navzgor ji sledi tanka plast (7) debelejšega grušča z rjavkasto ilovnato primesjo. Po sestavi bi kazala na krajšo hladnejšo oscilacijo, v kateri so se pričeli zaradi zmrzali rušiti jamski strop in stene. Izrazito alohtonega izvora je naslednja, 6. plast. Zaradi barve in konsistence jo imamo za preperino eocenskega fliša. V jamo jo je zelo verjetno naplavila voda iz okoliških kraških površin, kjer je preperina ležala v večjih ali manjših krpah kot denudacijski ostanek primarnega fliša na kredni podlagi, ali pa jo je tam odložil veter v enem predhodnih poledenitvenih sunkov kot najfinejši eolski prah. Ker ne vsebuje apnenčevega grušča, pripisujemo njeno akumulacijo na sedanjem mestu sorazmerno vlažnemu obdobju. Še isti, le nekoliko toplejši dobi, prisojamo rdečo ilovico 5. plasti. Sumarno sklepamo, da odražajo plasti 8 do 5 predhodno toplejšo fazo, ki ji je sledil izrazit poledenitveni sunek, v katerem sta se odložili plasti 4 in 3. Teh pred profilom $x = -4,00$ m ni mogoče ločiti niti po debelini grušča niti po barvi negruščnate komponente. Šele proti jamskemu vhodu je postal spodnji del 3. plasti bolj debelo gruščnat in za odtenek temnejši. Zato smo ga ločili od zgornjega dela in označili kot plast 4. V profilu $x = -2,00$ m kaže 4. plast, posebno na desnem krilu ob osi, določene posebnosti, ki pa so zelo verjetno povsem lokalnega značaja. Plasti 4 in 3 sestavlja avtohton ostro robat apnenčev grušč, nedvomno dokaz intenzivnega delovanja zmrzali. Ker je grušč v 4. plasti debelejši kakor v 3. plasti, sklepamo, da je bila doba, ko je nastajala 4. plast, aridnejša od naslednje. Sivkasto rjavkasta ilovnata komponenta, ki je bistveno manj kot grušča, je po vseh okoliščinah sodeč alohtonega, eolskega izvora. Dvigal jo je veter s preperine razgaljenih flišnih površin Pivške kotline in odlagal med ostrorobati apnenčev grušč. Opisani sedimentacijski pogoji 4. in 3. plasti nakazujejo, da so takrat vladale na Notranjskem Krasu in verjetno po vsej Sloveniji, razen najbližjega obmorja, ostre klimatske razmere, ustrezajoče višku poledenitvenega sunka. Vegetacijsko bi to obdobje še najbolj ustrezalo grmičasto-gozdni tundri, kar se dobro ujema s klimatsko cono, pripisano tej fazi, v dobi würmske poledenitve v Evropi (Büdel, 1951, Klimazonen des Eiszeitalters, Eiszeitalter und Gegenwart I, str. 20, Oehringen). Ti sklepi so tudi v popolnem soglasju s paleontološkimi ugotovitvami. V obeh plasteh smo odkrili skoraj izključno le ostanke severnega jelena in alpskega svizca, dveh tipičnih predstavnikov arkoalpske favne (glej paleontološki del poročila). Že poznemu gra-

vettienu pripadajoča kultura obeh plasti se do podrobnosti sklada z zgornjimi ugotovitvami. Nosilci te kulture so v srednji Evropi lovci severnega jelena.

Naslednji višji plasti, 2 in 1, pripadata že holocenu. Čeprav vsebujeta obe še precej grušča, posebno 2. plast, kažeta na znatno izboljšanje klime. To odražata rjava negruščnata komponenta 2. plasti in humus 1. plasti, produkta pedoloških procesov zmerne klimatskega pasu. Drobtinčasta siga ob levi jamski steni (plast 2a) je sediment tople atlantske periode.

Predvsem v holocenskih plasteh (1 in 2), najtanjših pod jamskim stropom, navzven pa vedno debelejših, smo naleteli na velike podorne bloke, ki so postajali vedno bolj pogostni in večji z večjo oddaljenostjo od današnjega jamskega stropa. Pleistocenska zmrzal je tako močno stanjšala že sicer zelo razpokan jamski strop (glavnega dobavitelja grušča v 4. in 3. plasti), da se ni mogel več upirati težnosti. Prišel je v večjih kosih odpadati na robovih. Bloke zasledimo v profilu $x = -8,00$ m že v pleistocenski plasti 3, čim bolj pa se bližamo jamskemu vhodu, toliko višje leže. Od profila $x = -4,00$ m proti jamskemu vhodu jih sledimo samo še v humusu (plast 1). To kaže na postopno rušenje jamskega roba in ne na enkratni podor.

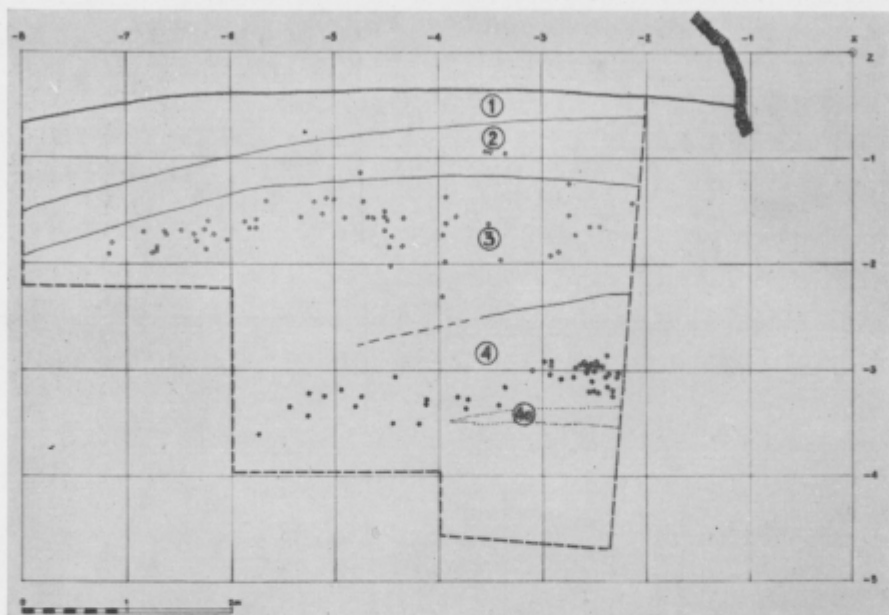


Sl. 9. Ovčja jama; prečni profil $x = -4,00$ m z vrisanimi najdbami, odkritimi med $x = -3,50$ m in $x = -4,50$ m; o zgornji kulturni horizont, • spodnji kulturni horizont

Fig. 9. Ovčja jama; coupe transversale $x = -4,00$ m avec des outils marqués découverts entre $x = -3,50$ m et $x = -4,50$ m; o horizon culturel supérieur, • horizon culturel inférieur

Paleolitski kulturni inventar

Pri dosedanjih izkopavanjih v Ovčji jami smo ugotovili dva paleolitska kulturna horizonta.* Razen teh smo odkrili nekaj (15) atipičnih kremenovih odbitkov v holocenskih plasteh 2—2c, ki pripadajo verjetno že mezolitiku. Ker so tipološko popolnoma neizraziti, jim ne posvečamo



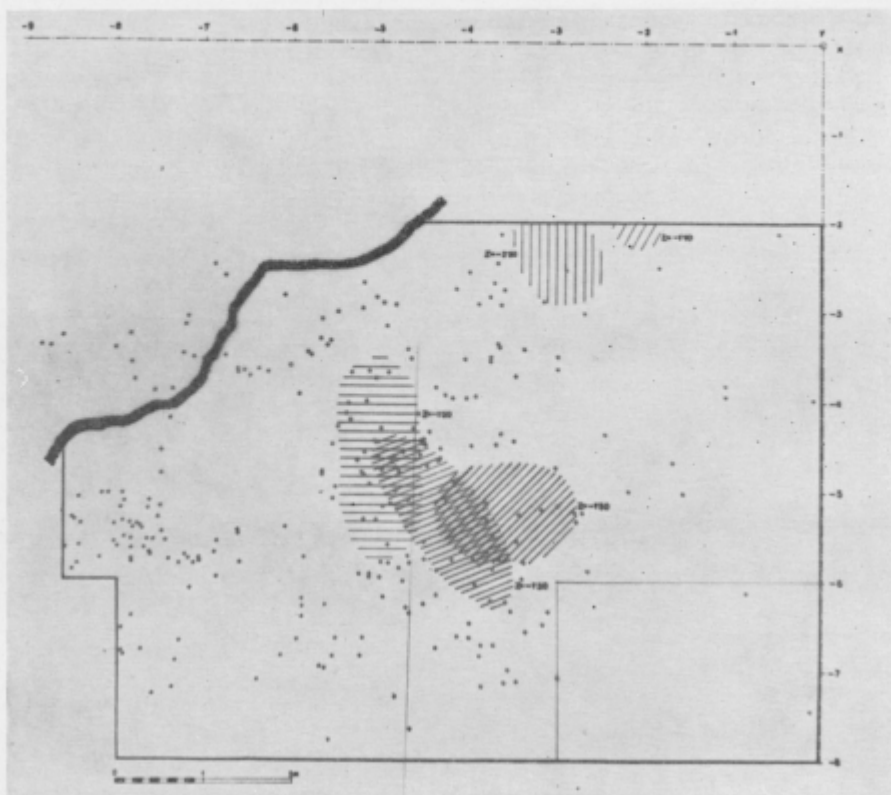
Sl. 10. Ovčja jama; podolžni profil $y = -4,00$ m z vrisanimi najdbami, odkritimi med $y = -3,50$ m in $y = -4,50$ m; o zgornji kulturni horizont, • spodnji kulturni horizont

Fig. 10. Ovčja jama; coupe longitudinale $y = -4,00$ m avec des outils marqués découverts entre $y = -3,50$ m et $y = -4,50$ m; o horizon culturel supérieur, • horizon inférieur

posebne pozornosti. Nedvomno pa so v zvezi s šibko se odražajočimi ognjišči, ki smo jih zasledili v plasteh 2 in 2b (6. sl., 7. sl., 8. sl. in 11. sl.).

Razločevanje obeh paleolitskih kulturnih horizontov v osrednjem in desnem delu odkopa ni delalo velikih težkoč, ker je med njima precejšnja sterilna cona (9. in 10. sl.). Proti previsni levi jamski steni pa se zgornji kulturni horizont močno povesi in približa spodnjemu, tako da je razločevanje otežkočeno. Med inventarjem obeh horizontov ni opaziti bistvenih tipoloških in petrografskih razlik. Ponekod tudi ni bilo mogoče razlikovati 3. in 4. plasti, v katerih se horizonta pojavljata. Zato ni izključeno, da ločitev ni bila izvedena povsod neoporečno. Morebitne

* V poročilu so upoštevane tudi najdbe iz sonde iz l. 1959.



Sl. 11. Ovčja jama; tloris predjamskega odkopa v globini $z = -2,00$ m z vrisanimi ognjišči in najdbami zgornjega kulturnega horizonta

Fig. 11. Ovčja jama; plan du terrain déterré devant la grotte dans la profondeur $z = -2,00$ m avec des foyers marqués et des outils de l'horizon culturel supérieur

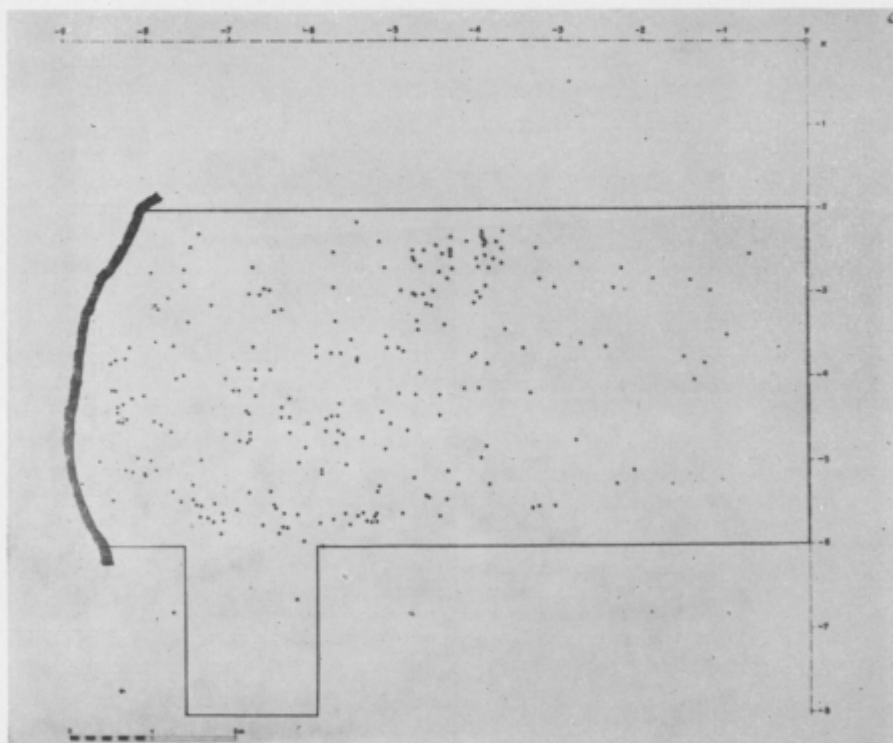
napake, ki bi zaradi tega nastale, ne bodo imele globljih posledic, posebno še, ker je število najdb z negotovo opredelitvijo kulturnemu horizontu verjetno samo minimalno.

Paleolitske najdbe so v zgornjem kulturnem horizontu zgoščene v glavnem neposredno nad ravnino $z = -2,00$ m. Prehajajo pa tudi pod njo, predvsem ob levi jamski steni, kjer se kulturni horizont povesi nekoliko navzdol. Višinska razlika med najniže in najviše ugotovljenimi najdbami tega horizonta je precejšnja in presega mestoma celo 1,00 m, kar priča o dalj časa trajajoči kontinuirani naselitvi (9. in 10. sl.).

Spodnji kulturni horizont, v katerem so najdbe najbolj zgoščene neposredno pod ravnino $x = -3,00$ m, nima v vertikalni smeri tako velikega razpona kot zgoraj. Vsekakor pa gre tudi tu za daljši neprekinjeni obisk jame (9. in 10. sl.).

Horizontalno so najdbe v obeh horizontih zelo podobno razporejene. V splošnem so najpogostejše posejane ob levi jamski steni in nekako do srede širine predjamskega odkopa. Od tod proti osi x pa postanejo vedno redkejšje. Prav ob osi popolnoma prenehajo. Taka horizontalna razporeditev najdb kaže, da so se ledenodobni obiskovalci jame zadrževali na predjamskem prostoru predvsem pod levim jamskim previsom, ki je bil tedaj še nekaj metrov širši. Tudi dobro zaznavno kurišče v zgornjem kulturnem horizontu (zgornja meja v višini $z = -1,50$ m) je moralo biti pod previsom, verjetno v bližini njegovega zunanjega roba (11. in 12. sl.). V sondi so najdbe obeh horizontov močno pomaknjene proti osi x. To je razumljivo, ker so se takratni obiskovalci jame, kadar so bivali v sami jami, zadrževali v območju dnevne svetlobe, kajti ob levi jamski steni, ki se takoj za vhodom močno uviha v levo, je že podnevi dokaj mračno.

V petrografskem pogledu je bil izbor kamenin za izdelavo orodij zelo podoben kot v zgornjih horizontih bližnjega Betalovega spodmola in Parske golobine. Tudi v Ovčji jami prevladujejo roženci različnih odtenkov



Sl. 12. Ovčja jama; tloris predjamskega odkopa v globini $z = -3,00$ m z vrisanimi najdbami spodnjega kulturnega horizonta

Fig. 12. Ovčja jama; plan du terrain déterré devant la grotte dans la profondeur $z = -3,00$ m avec des outils marqués de l'horizon culturel inférieur

sive in zelene barve. Vsa orodja in številni odbitki iz roženca so bili odbiti od prodnikov, na kar kažejo številni načeti prodniki pa tudi jedra in odkruški, ki jih delno pokriva prodnikova skorja. Roženčeve prodnike najdemo v Pivški kotlini v strugah potokov Pivke in Nanošce; v neposredni bližini pa jih dobimo tudi v strugi Notranjske Reke. Njihova primarna ležišča so eocenske flišne plasti. Nekaj dobrih orodij je izdelanih tudi iz drugorazrednega tufa zelenkaste in rdečkaste barve. Nadalje zasledimo v paleolitskem inventarju še nekaj kosov iz rdečega in rjavkastega jaspisa ter kvarcite sivkastih odtenkov. Najbolje izdelana orodja so iz sorazmerno redko nastopajočega belo patiniranega in tudi rumenega kresilnika, katerega izvor še ni povsem znan. Nekaj rahlih znamenj kaže k jadranskomorski obali. Poleg naštetih kamenin nastopajo še drugi kremenasti različki, toda bolj redko, le s posameznimi primerki.

Redka koščena orodja so izdelana iz cevastih kosti večjih sesalcev in jelenovega rogovja (najverjetneje severnega jelena).

Tipološka analiza vseh najdb je razvidna iz razpredelnice (1. tabela). Zaradi lažje primerjave je sestavljena skupno za oba pleistocenska kulturna horizonta.

TIPOLOŠKA RAZPREDELNICA

1. tabela

Kameni inventar	Horizont	
	zgornji	spodnji
1. Veliki fragmenti prodnikov s skorjo	8	9
2. Obtočeni prodniki, deloma rabljeni kot tolkači	—	4
3. Odbitki s prodnikovo skorjo	10	35
4. Grobi odbitki, nekateri z znaki uporabe	12	53
5. Odbitki brez namenske oblike z znaki uporabe	97	102
6. Lamelarni odbitki z znaki uporabe	53	18
7. Jedra, tudi fragmentirana	10	15
8. Koničasta groba rezila	—	5
9. Večja rezila deloma fragmentirana	12	15
10. Rezila in rezilca, deloma fragmentirana	61	65
11. Koničasta rezila in rezilca, deloma fragmentirana	22	15
12. Groba strgala	—	4
13. Groba prizmatična vbadala	—	3
14. Različna vbadala, tudi mikrolitska	9	5
15. Nukleoidna praskala	—	2
16. Različna praskala, tudi dvojna	5	9
17. Konice, tudi gravetne	7	2
18. Atipične izrobljene konice (fragmentirane)	1	3
19. Rezilca s otopelim hrbtom, deloma fragmentirana	32	14
20. Rezilca s prečno vbočeno ali poševno retušo	2	1
21. Konica z obojestranskimi izjedami	—	1
22. Trnek (Zinken)	—	1
23. Sveder	1	—
24. Rezilce z otopelim hrbtom in praskalcem	1	—
Koščeni izdelki		
25. Fragment cevaste kosti z izglajeno konico (?)	1	—
26. Koščeno šilo	—	1
27. Oglažen fragment jelenjega rogovja (?)	—	1
Skupno	344	383

V razpredelnici niso zajeta orodja in odbitki (12 kosov), ki smo jih našli v porušnem materialu oz. na izvoznem nasipu. Ker njihove koordinate in stratigrafski podatki niso znani, jih v tipološki analizi nismo upoštevali. Zanemarili smo tudi številne kremenčeve luske in iveri.

Pregled tipološke razpredelnice vzbuja pozornost na nadvse skromno število koščenih orodij in izdelkov. Pomislek, da se pač niso ohranili, popolnoma odpade, ker so kostni ostanki pleistocenske favne v našem najdišču naravnost odlično ohranjeni. Skoraj popolno pomanjkanje koščenih orodij pa ni specifično samo za Ovčjo jamo, temveč za ves mlajši paleolitik na Krasu. Tako npr. iz Betalovega spodmola ne poznamo niti enega obdelanega koščenega predmeta, prav tako tudi ne iz Parske golobine. V sosednji Jami v Lozi, kjer je bilo odkritih okoli 500 kamenih orodij in odbitkov, ki so tipološko in časovno zelo blizu našemu najdišču, je bilo najdeno samo eno koščeno šilo. Podoben pojav je opazoval V a u f r e y v sosednji Italiji, kjer je mlajšegravettienška najdišča z redkimi koščenimi orodji združil v posebno facies, imenovano »grimaldien«.

Razmeroma majhen odstotek pravih tipičnih orodij nasproti visokemu številu deloma uporabljenih odbitkov, odkruškov, jeder in načetih gomoljev samo potrjuje predvidevanja, da je ledenodobni lovec izdeloval in obnavljal svoja orodja tudi v jami sami.

Oba kulturna horizonta sta v tipološkem pogledu skoraj enaka. Sicer obstajajo majhne razlike (zgornji horizont ima npr. več rezilc z otopelim hrbtom, manjkajo pa mu koničasta groba rezila, groba strgala, groba prizmatična vbadala in druga orodja, znana le iz spodnjega horizonta), ki pa nikakor ne preprečujejo, da ju ne bi imeli za tipološko enoto. V obeh horizontih je toliko tipičnih orodij (rezilca z otopelim hrbtom, gravetne konice, atipično izrobljene konice), da ju z gotovostjo lahko prisodimo mlajšemu gravettienu, ki nadomešča, vsaj pri nas na Krasu in tudi v Italiji, manjkajoči kulturni stopnji solutréen in magdalénien.

Dosedanji stratigrafski, kulturni in paleontološki podatki zadostujejo za kronološko opredelitev obeh kulturnih pleistocenskih horizontov. Prisoditi ju je zadnjemu poledenitvenemu sunku würmske poledenitve (W III), in sicer njegovi drugi polovici.

Ostanki favne in flore

V holocenskih plasteh* 2, 2b in 2c, predvsem pa v obeh kulturnih horizontih pleistocenskih plasti 3 in 4 je bilo odkritih precej ostankov sesalske favne. Celih kosti skoraj ni bilo. Prevladovali so le manjši ostrorobi fragmenti cevastih kosti, izolirani zobje in fragmenti cervidnega rogovja. Močna zdrobljenost sicer dobro ohranjenih kosti, pripadajočih živalskim vrstam, ki sploh ne zahajajo v podzemeljske jame, priča, da so ti kostni fragmenti »kuhinjski odpadki« nekdanjih prebivalcev Ovčje jame. Kljub močni fragmentiranosti je bilo mogoče, predvsem na osnovi izoliranih zob, določiti, katerim živalskim vrstam pripadajo.** Iz zgor-

* V poročilu so upoštewane tudi najdbe iz sonde iz l. 1959.

** Vso favno je določil prof. dr. Ivan R a k o v e c, za kar se mu na tem mestu najlepše zahvaljujem.

njega kulturnega horizonta in holocenskih plasti je prišlo za paleontološko obdelavo v pošte 55 inventarnih števil, iz spodnjega pa 60, skupno torej 115 števil. Ugotovljenih je bilo 14 vrst. Njihov seznam in razporeditev po plasteh je razvidna iz 2. tabele.

RAZPOREDITEV FAVNE PO PLASTEH

2. tabela

Doba horizont plast	Holocen			Pleistocen zgornji spodnji			skupno
	2	2a	2b	3	3	4	
1. <i>Rangifer tarandus</i>	—	—	—	15	3	30	48
2. <i>Marmota marmota</i>	—	—	—	17	4	16	37
3. <i>Bos seu Bison</i>	—	—	—	6	—	5	11
4. <i>Sus scrofa</i>	—	3	—	—	—	—	3
5. <i>Arvicola terrestris</i>	—	—	1	—	—	—	1
6. <i>Lepus timidus</i>	—	—	—	1	—	—	1
7. <i>Canis familiaris</i>	1	—	—	—	—	—	1
8. <i>Martes martes</i>	—	—	—	1	—	—	1
9. <i>Cervus sp.</i>	—	2	1	4	1	1	9
10. <i>Cricetus cricetus</i>	—	—	1	—	—	—	1
11. <i>Alopex lagopus seu</i> <i>Vulpes corsac</i>	—	—	—	1	—	—	1
12. <i>Microtus nivalis</i>	—	—	1	—	—	—	1
Skupno	1	5	4	45	8	52	115

Značilno za obe pleistocenski plasti 3 in 4 s kulturnimi ostanki ledenodobnega lovca je, da v njih prevladujejo kostni ostanki severnega jelena in alpskega svizca. Iz tega sklepamo, da sta bili to tedaj najpogostnejši lovni živali in glavni vir beljakovinske hrane, kožuhovine in surovine za izdelavo koščenega orodja. Da se je s plenom racionalno gospodarilo, dokazujejo na drobno razbite cevaste kosti, iz katerih so pridobivali kostni mozeg.

V kuriščih, ki pripadajo pleistocenskima plastema 3 in 4, smo nabrali precejšnjo množino ostankov lesnega oglja. Šest vzorcev je determiniral dr. A. Šerclj. Petim je bilo mogoče določiti samo rodovno pripadnost: bor (*Pinus sp.*), enemu pa tudi vrsto cemprin (*Pinus cembra*). Vse ostale vzorce hranimo za analizo C¹⁴.

Sondiranje v Zakajenem spodmolu pri Prestranku

Delo v Ovčji jami nam je dovoljevalo, da smo izvedli manjše sondiranje (od 27. do 28. julija 1961) v bližnjem Zakajenem spodmolu. Jama leži okoli 400 m SE od Ovčje jame na obrobju Prestranškega Ravnika v nadmorski višini 590 m (katastr. št. 885, 1. sl.). Po obliki je zelo podobna Ovčji jami, le da je za spoznanje manjša in ima vhod založen z velikimi podornimi skalami. Sondo (2,00 × 2,00 m) smo izkopali okoli 8,00 m od vhoda v notranjost jame na levi strani osi, ki deli jamo na dva skoraj

simetrična dela. V sondi, globoki 2,00 m, smo ugotovili naslednje plasti od zgoraj navzdol:

1. Humus z drobnejšim gruščem, 0,27 m.
2. Debelejši grušč z rjavkastim humusom, pri dnu več skal, 0,46 m.
3. Srednje debel grušč skoraj brez primesi, na zgornji meji deloma infiltriran z drobtinčasto sigo. Debelina plasti 0,37 m.
4. Drobnejši grušč s sivkasto rjavo ilovico, mestoma več skal, debelina 0,90 m. V plasti smo odkrili 14 kremenčevih odbitkov in artefaktov (globina 1,20 m do 2,00 m pod površjem), drobce oglja in nekaj nedoločljivih fragmentov kosti.

Brez dvoma gre za novo odkrito paleolitsko postajo, verjetno podobne starosti kot je Ovčja jama (mlajši gravettien), ki bo sodeč po dosedanjih sicer skromnih znakih, precej bogata.

FOUILLE DANS LA STATION PALÉOLITHIQUE DE »OVČJA JAMA« PRÈS DE PRESTRANEK

Au commencement l'auteur montre l'importance du Bassin de Pivka (environs plus larges de Postojna — Slovénie) avec son réseau assez serré des stations paléolithiques après la dernière guerre. Il le place parmi les contrées paléolithiques de première classe en Yougoslavie. Ensuite il présente des données essentielles de la station paléolithique de Ovčja jama, découverte récemment et explorée par lui entre 1959 et 1961. La grotte est située au bord oriental de Prestranški Ravnik, à 1440 m 301° WNW de la station ferroviaire de Prestranek et à 1870 m 111° WSW de la cime de Varda (Fig. 1) élevée de 60 m au dessus de la vallée, dans une hauteur de 586 m au dessus de la mer. Elle s'est formée dans le calcaire du crétacé supérieur. La grotte a une longueur de 19 m et une largeur de 18 m. Son entrée est tournée vers l'est avec un déclin de 14° vers le Nord et s'ouvre sous un mur abrupt d'une dépression (vrtača) assez grande.

Suit l'historicité des recherches et la description de la méthode des fouilles et du mésurage. La stratigraphie des sédiments qui ont une épaisseur de 5 m est montrée par des descriptions détaillées et par des figures (Fig. 5 à 8) des coupes transversales des $x = -8,00$ m, $x = -6,00$ m, $x = -4,00$ m et $x = -2,00$ m. La plus grande profondeur atteinte dans la coupe $x = -2,00$ m montre du haut en bas les couches suivantes:

1. Humus mêlé des débris d'une grosseur moyenne, au mur gauche de la grotte des débris minces.
2. Couche des débris d'un brun couleur bronze avec une bande noire (foyer); la limite en bas montre des cailloux plus gros.
- 2a. Couche des débris minces avec du sinter émietté blanc-grisâtre.
- 2b. Couche des débris minces et friables contenant quelques morceaux plus grands.

3. Couche des débris minces mêlée de l'argile brune-grisâtre avec deux bandes plus foncées (des foyers); au mur gauche de la grotte sous l'abris elle est plus friable sans ingrédient d'argile.
4. Couche des débris d'une grosseur moyenne intercalée de l'ingrédient d'argile brune-grisâtre; en partie congloméré au sinter au mur gauche de la grotte.
- 4a. Bande foncée dans des débris d'une grosseur moyenne; par endroits de petits morceaux de charbon.
- 4b. Bande des débris minces avec de l'ingrédient d'argile rougeâtre.
- 4c. Bande des débris plus minces avec de l'ingrédient d'argile brunâtre.
- 4d. Bande des débris minces avec de l'ingrédient d'argile brunâtre; vers la limite en bas les débris deviennent plus gros.
5. Couche d'argile d'un rouge intensif très mêlée des débris de sinter, des morceaux pourris de sinter et des stalactites brisés.
6. Couche de pure argile grasse grise-verdâtre au fond de couleur jaunâtre.
7. Couche des débris plus gros avec de l'ingrédient d'argile grise-brunâtre.
8. Des débris plus gros avec de l'argile rouge, des cilloux plus grands et des morceaux de stalactites.

L'auteur constate que les couches profondes et stériles (8—5) sont en général d'origine alochtone et représentent des sédiments accumulés dans la grotte dans la période chaude du pléistocène. Les couches 3 et 4 formées surtout des débris calcaires à bords anguleux avec de l'ingrédient éolitique sont un produit de gélivation et l'auteur les attribue au dernier stade de Wurm (W III). Les deux couches suivantes supérieures appartiennent déjà à l'holocène.

Dans les couches 3 et 4 deux horizons du paléolithique supérieur ont été constatés. C'était facile à les séparer, puisque la zone stérile les divisait (Fig. 9, 10). Les figures 11 et 12 montrent la disposition horizontale des outils avec des foyers à chaque horizon séparé. Les deux horizons contenaient environ 750 outils en pierre, des éclats des nucléus, des nodules en silex et des galets. On n'a découvert qu'une pointe en os et deux os artificiellement polis. Les outils en pierre sont fabriqués en silex de différente couleur, rarement en silex. Au point de vue typologique les deux horizons ressemblent tellement que l'auteur les considérait comme une unité typologique. Il les a attribué au gravéttien final.

Les espèces de faune constatées dans la deuxième couche qui présente la transition du pléistocène à l'holocène sont: *Canis familiaris*, *Sus scrofa*, *Cervus* sp., *Arvicola terrestris*, *Cricetus cricetus*, *Microtus nivalis*.

Dans les deux couches pléistocènes à l'industrie paléolithique supérieure et qui quant à la faune diffèrent presque pas on a trouvé des restes en os de la faune suivante: *Rangifer tarandus*, *Marmota marmota*, *Bos* seu *Bison*, *Lepus timidus*, *Martes martes*, *Cervus* sp., *Alopex lagopus* seu *Vulpes corsac*.

Le charbon découvert dans les foyers de la 3^e et 4^e couche appartient aux espèces *Pinus* sp. et *Pinus cembra*.

Chronologiquement l'auteur a classé les deux horizons de Ovčja jama dans le W III et après Soergel. Il appuie cette datation sur le fait, que les deux horizons ont une faune caractéristique arcto-alpine ce qui démontre un climat rigoureux au maximum en Slovénie au temps de la glatiation de Wurm. Aussi la structure sédimentaire et pétrographique de ces deux couches appuie cette détermination chronologique.

À la fin sont cités les résultats du sondage d'essai en 1961 dans Zakajeni spodmol qui s'est montré comme nouvelle station paléolithique. Des fouilles systématiques sont en vue.

RUGOSE KORALLEN AUS DEM JUNGPALÄOZOIKUM SLOWENIENS (NW JUGOSLAWIEN)

Von Walter Gräf, Graz und Anton Ramovš, Ljubljana

Mit drei Karten und 13 Tafeln

Zusammenfassung: Aus dem Oberkarbon und Perm Sloweniens werden 12 Korallenarten beschrieben, die aus zwei Fundortgebieten stammen:

I. Umgebung von Javorniški rovt, nördlich von Jesenice, Karawanken: Fundorte 4, 5, 10, 30, 35, 45.

II. Ortnek, SE Ljubljana; Fundorte 10, 15, 16, 44.

Die Fundorte von Fundortgruppe I können auf Grund der Korallen teilweise dem Oberkarbon und teilweise dem Unterperm — Mittelperm (?) zugerechnet werden.

Die Fundpunkte Ortnek 10 und 44 sind als Äquivalent des Trogkofelkalkes in das Mittelperm einzustufen. Ortnek 16 dürfte eine Vertretung der unterpermischen Rattendorfer Stufe darstellen. Die Einstufung von Ortnek 15 ist ungesichert (Rattendorfer Stufe?).

Die kleine Fauna setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

- Amandophyllum carnicum* (Heritsch)
- Amplexocarinia irginae* Soshkina
- Amplexocarinia ruedemanni* Heritsch
- Amplexocarinia smithi* Heritsch
- Amplexocarinia smithi* var. *a* Heritsch
- Carinthiaphyllum crasseseptatum* n. sp.
- Carinthiaphyllum* cf. *suessi* Heritsch
- Lophophyllidium pendulum* var. *carinthiaca* (Felser)
- Tachylasma exceptatum* (Soshkina)
- Wentzelella osobudaniensis* Igo
- Wentzellophyllum arminiae* (Felser)
- Wentzellophyllum* (?) *stillei* (Heritsch)

Vorwort

Die im folgenden von W. Gräf beschriebene kleine Korallenfauna wurde von A. Ramovš in der Umgebung von Javorniški rovt (Karawanken) und in der Umgebung von Ortnek, SE von Ljubljana (die Lage der Fundorte siehe auf der Abb. 3) gesammelt. Die Kartierungsarbeiten in der Umgebung von Javorniški rovt ermöglichten die Eisenwerke Jese-

nice, die in der Umgebung von Ortnek das Geologische Institut der Universität Ljubljana; beiden herzlichen Dank. Unser Dank für wertvolle Hinweise im Verlaufe der Bearbeitung gilt Herrn Prof. dr. H. Flügel, Graz.

I. Javorniški rovt

Historische Bemerkungen

Die ersten Angaben über die geologischen Verhältnisse dieses Teiles der Karawanken finden wir bei Morlot (1850), der die fossilführenden Schichten mit jenen von Bleiberg (Visé) verglich. Nach Stache (1874) entsprechen die Productenschiefer bei Javornik den höheren, mit schwarzen Fusulinenkalk in Verbindung stehenden Productenhorizonten des Karbons.

Mit den jungpaläozoischen Schichten der Karawanken nördlich von Jesenice hat sich noch Teller eingehend beschäftigt. Ihm verdanken wir auch die geologische Karte der Karawanken zwischen Stol und Kepa (Mittagskogel) (1910).

Von F. Heritsch (1918, 1931) und Rakovec (1931) stammt die paläontologische Bearbeitung einer reichen, überwiegend aus Brachiopoden bestehenden Fauna. Dem Alter nach entsprechen die fossilführenden Schichten dem Cora-Horizont und dem Schwagerinen-Horizont.

Bei ersten Untersuchungen in der Umgebung von Javorniški rovt und Črni vrh sammelte Ramovš eine kleine Korallenfauna. Kostić-Podgorska (1954) beschrieb *Pleurodyctium decheniani*, *Amplexocarinia smithi* und *Hapsiphyllum elegantulum*, die der Korallenfauna II der Karnischen Alpen entsprechen.

Derzeitig sind in der Umgebung von Javorniški rovt eingehende Neuuntersuchungen im Gange. Dabei gelang es 5 weitere Fundorte (Nr. 4, 10, 30, 35 und 45, siehe die Abb. 1) mit Korallen zu entdecken, die kurz beschrieben sind.

Wichtigeres über die Korallen-Fundorte

Fundort Nr. 4

Eine grössere Kalklinse ragt aus den umgebenden unterpermischen grauen, glimmerigen Tonschiefern heraus. Die Schiefer wechsellagern oft mit Linsen eines Kalkkonglomerates. Der Block besteht im oberen Teil aus einem fast schwarzen, sehr harten, mit weissen Kalzitadern durchwobenen Kalk, der nach unten in einen grauen, tonreichen Kalk übergeht. Im grauen Kalk sind dünnere schiefrige Lagen, die den Schichten der Umgebung gleichen, eingelagert. Der tonige Kalk führt vereinzelt Korallen seltene kleine Brachiopoden und mittelgrosse Crinoidenreste.

Fundort Nr. 5

Ein Kalkblock im Durchmesser von etwa einem Meter liegt in der Nähe eines fusulinidenreichen schwarzen Kalkes und eines Quarzkonglomerates, die die orenburgische Stufe beweisen. Auch die in dem dunkel-

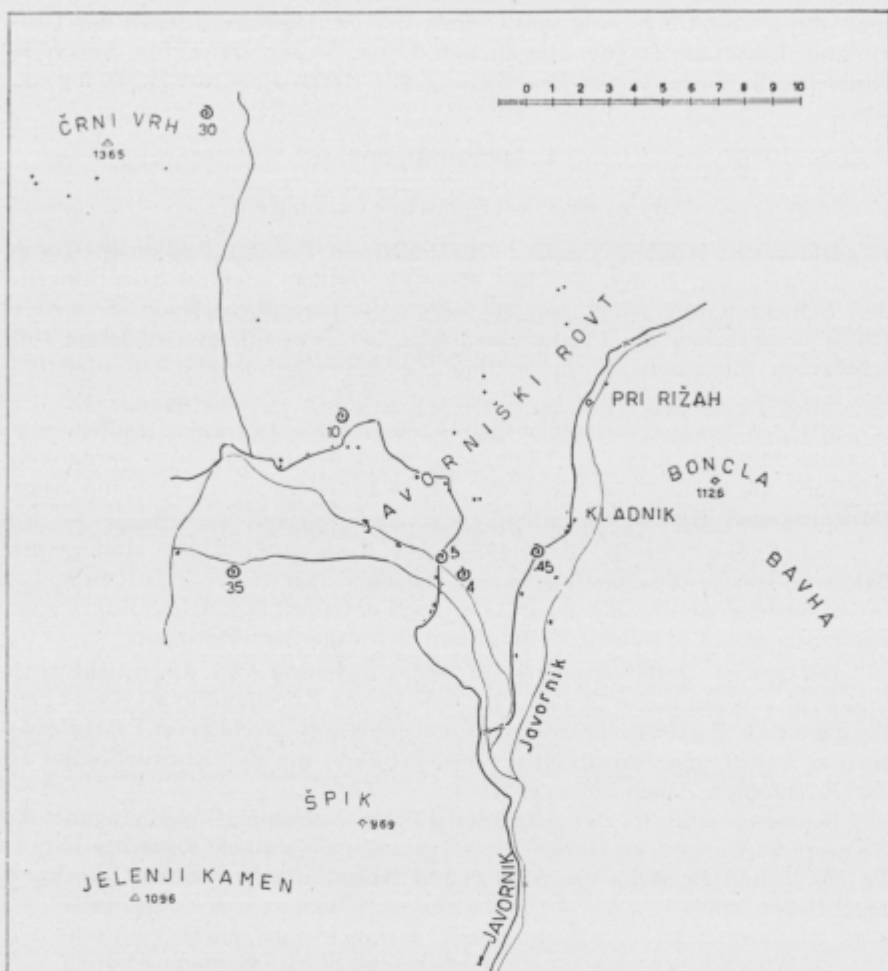


Abb. 1. Korallenfundorte in der Umgebung von Javorniški rovť
Sl. 1. Najdišča koral v okolici Javorniškega rovťa

grauen, teils dichten, teils zuckerförmigen Kalk vorkommende Koralle *Amplexocarinia smithi* var. *a* spricht für das Oberkarbon.

Fundort Nr. 10

Ein grauer brekziöser Kalk mit seltenen kleinen Brachiopoden, Fusuliniden, Crinoidenresten und Kalkalgen lieferte auch einige kleine Korallenstöcke von *Wentzellophyllum* (?) *stillei*. Dieser Kalk bildet eine der zahlreichen Linsen und linsenartigen Schichten., die verschieden stark sein können und den schiefrigen Unterperm-Schichtkomplex eingelagert

sind. Als Einlagerungen kommen häufig auch Kalkkonglomerate, Kalkbrekzien, fusuliniden- und algenführende Kalke vor, die manchmal auch einige zehn Meter stark sein können. Brachiopoden sind äusserst selten.

Fundort Nr. 30

Die im Jahre 1954 von Javorniški rovt beschriebene Koralle *Amplexocarinia smithi* wurde auch am Osthang des Berges Črni vrh (1365 m) in einem mittelgrauen Kalk mit weissen Kalzitadern gefunden. Ausser einen Korallenstock und kleinen Crinoidenresten konnte keine Makrofauna beobachtet werden. In demselben Kalkkomplex beweisen das orenburgische Alter noch spärlich vorkommende Fusuliniden.

Fundort Nr. 35

Ein hellgrauer bis weisser ungeschichteter Kalk vom Trogkofelkalk-Typus führt zahlreiche Crinoidenreste, bis 1,5 cm im Durchmesser. Häufig treten Kalkalgen auf. Sehr selten sind Korallen. Nur *Wentzellophyllum arminiae* konnte nachgewiesen werden. Vereinzelt kommen auch fusiforme Fusuliniden und Mollusken vor.

Fundort Nr. 45

In einem dichten, sehr harten, ungeschichteten, linsenartig ausgebildeten Riffkalk mit helleren und dunkleren grauen Flecken am Weg zum Haus Kladnik sind Kalkalgen und Kleinforaminiferen gesteinsbildend. Dieser Kalk mit eingelagerten Schiefertönen oder kleinen linsenartigen Mergeleinschaltungen lieferte kleine Crinoidenreste, seltene Brachiopoden, vereinzelte Pseudoschwagerinen und einige Exemplare von *Carinthia-phyllum suessi*. Auch dieser Kalk liegt in dem unterpermischen schiefrigen Gesteinskomplex.

Stratigraphische Einordnung der Fundorte nach den Korallen

Da von den einzelnen Fundpunkten meist nur Vertreter einer Art vorliegen, kann die im folgenden gegebene Einstufung nur als Einordnungsversuch gelten.

Nr. 4.: *Amandophyllum carnicum* (Heritsch) tritt in der »Oberen Kalkreichen Schichtgruppe« (Auernigsschichten), Oberkarbon auf; das wahrscheinlich daran anzuschliessende *Dibunophyllum clari* Felser findet sich im »Unteren Schwagerinenkalk« (Rattendorfer Schichten), Unterperm der Karnischen Alpen. Die Gattung *Amandophyllum* reicht jedoch vom Oberkarbon bis in das Unter- bzw. Mittelperm.

Lophophyllidium pendulum var. *carinthiaca* (Felser) wurde aus dem Unteren Schwagerinenkalk (Rattendorfer Schichten), Unterperm beschrieben.

Tachylasma exceptatum (Soshkina) tritt im Unterperm des Ural und Mittelperm (blutroter Trogkofelkalk der Dolžanova soteska — Teufelsschlucht) der Karawanken, Jugoslawien auf.

Tachylasma, vielfach in Vergesellschaftung mit *Lophophyllidium* und *Amplexocarinia* ist in den Karnischen Alpen vom Unterperm bis in das Mittelperm (Rattendorfer Schichten — »blutroter« Trogkofelkalk) ziemlich häufig.

Insgesamt spricht die Fauna des Fundpunktes am ehesten für Rattendorfer Schichten = Unterperm.

Nr. 5.: *Amplexocarinia smithi* var. *a* Heritsch ist bisher nur aus den »Waschbüchelschichten« (»Untere Kalkreiche Schichtgruppe«) Auer-nigsschichten (Oberkarbon) bekannt; die Art selbst dürfte bis in das Unterperm gehen.

Nr. 10.: *Wentzellophyllum* (?) *stillei* (Heritsch) wurde bisher nur aus den unterpermischen »Rattendorfer-Schichten« der Karnischen Alpen beschrieben.

Nr. 30.: *Amplexocarinia smithi* Heritsch ist aus den Auernigsschichten (Oberkarbon) der Karnischen Alpen, aus dem Oberkarbon von Bosnien und aus dem »*Cyathophyllum* Kalk« von Spitzbergen (Oberkarbon/Unterperm) bekannt. Kostić-Podgorska 1954 beschrieb die Art auch von Javorniški rovt.

Nr. 35.: *Wentzellophyllum arminiae* (Felsner) ist bisher nur aus dem oberen Schwagerinenkalk (Rattendorfer Stufe, Unterperm) der Karnischen Alpen bekannt.

Nr. 45.: *Carinthiaphyllum suessi* Heritsch tritt im oberen Schwagerinen-Kalk (Oberes Unterperm) Jugoslawiens und im Unterperm von Griechenland auf.

II. Ortnek

Historische Bemerkungen

Auf den kleinen Aufbruch des Jungpaläozoikums in der Umgebung von Ortnek, etwa 50 km südöstlich von Ljubljana, machte als erster Lipold (1858) aufmerksam. Er hielt die Schichten für ein Aequivalent der Gailtaler Schichten. Auch später wurde dieser Aufbruch als Karbon betrachtet (Hauer, Uršič, Vettors). Erst die neuesten Untersuchungen (Ramovš 1962, 1963) haben gezeigt, daß die jungpaläozoische Schichtserie in die Trogkofelstufe einzureihen ist. Es ist jedoch durchaus möglich, daß die Sedimentation schon im Unterperm einsetzte. Karbon konnte nicht festgestellt werden.

Die Schichten bei Ortnek konnten in drei Teile gegliedert werden. Am tiefsten liegen Quarzkonglomerate mit dünnen Sandsteinlagen, häufig mit unbestimmbaren Pflanzenresten. Den mittleren Teil bilden meist Quarzsandsteine, häufig mit zahlreichen Pflanzenresten. Im obersten Teil der Schichtserie wechsellagern teils sandige Schiefer, teils Tonschiefer mit Sandsteinen. In tonigen Schichten kommen zahlreiche, jedoch kleine Kalk und Kalkbrekzien-Linsen und Einlagerungen eines brekziösen Kalkkonglomerates vor. Linsen enthalten recht verschiedene und interessante Faunengemeinschaften. Korallen kommen nur an 4 Fundorten vor. Sehr interessant sind zwei kleine Linsen eines Korallen-Riffkalkes. Riffbildend ist weiterhin *Scacchinella gigantea*, die einige kleine Riffe aufbaut.

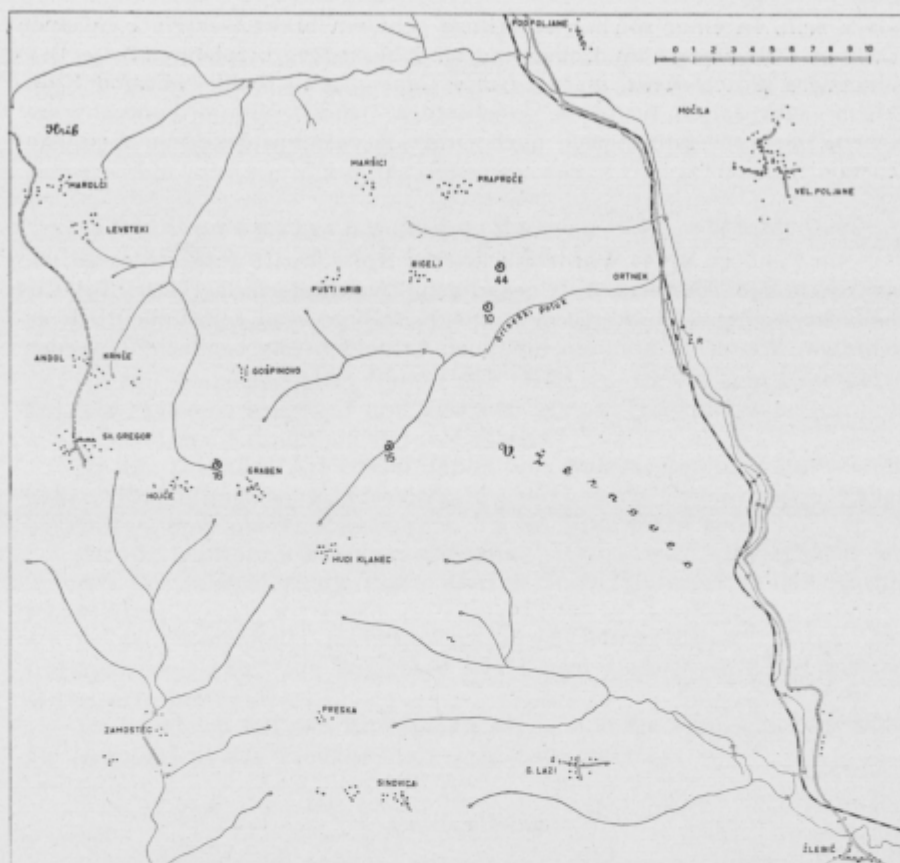


Abb. 2. Korallenfundorte in der Umgebung von Ortnek
Sl. 2. Najdišča koral v okolici Ortneka

Gesteinsbildend sind auch Fusuliniden, die ebenfalls einige kleine Linsen aufbauen.

In der Umgebung von Ortnek konnten 4 Korallen-Fundorte (Nr. 10, 15, 16 und 44 — siehe die Abb. 2) gefunden werden.

Wichtigeres über die Korallen-Fundorte Fundort Nr. 10

In einem etwa 200 m aufgeschlossenen Profil der Trogkofel-Schichten, wo sich auch der Fundpunkt 10 befindet, kann man eine Wechsellagerung von sandigen glimmerigen Tonschiefern und feinkörnigem Quarzsandstein mit linsenartigen Einlagerungen eines brekziösen Kalkes, eines konglomeratischen Kalkes, einer Kalkbrekzie oder eines dichten Riffkalkes verfolgen. Die kalkigen Einschaltungen können einige cm bis etwa 1 Meter

stark sein. In einer solchen Kalklinse geht ein brekziöser Kalk in einen dichten Kalk über. Am Uebergang sind besonders bezeichnend die Brachiopoden *Scacchinella gigantea* und *Geyerella* sp. Zahlreich sind Kalkalgen- sehr selten fusiforme Fusuliniden, jedoch ohne Pseudoschwagerinen. Darunter fanden sich noch einige Korallitenstöcke von *Amplexocarinia irginae*.

Fundort Nr. 44

Im Fundort Nr. 44 wurde ein kleines Korallenriff aufgeschlossen, das zwischen den fossilileren feinsandigen Tonschiefern lag. Der Kalk ist hellgrau bis grau, zuckerförmig. Die Koralliten sind nur undeutlich erkennbar. Weiterhin konnten nur noch Crinoidenreste beobachtet werden.



Abb. 3. Lage der Fundorte Javorniški rov und Ortnek

Sl. 3. Lega najdišče Javorniški rov in Ortnek

Fundort Nr. 15

Zwischen dem sandigen dunkelblauen Tonschiefer mit häufigen Einschaltungen von Kalkbrekzien- oder Kalkkonglomerat-Lagen liegt im Fundort Nr. 15 ein weiteres kleines Korallenriff, etwa 1 Meter lang, 80 cm breit und in der Mitte rund 70 cm hoch. Der Kalk ist grau mit helleren und dunkleren Flecken- teils dicht, teils zuckerförmig. In zuckerförmigen Partien sind Koralliten nur undeutlich erkennbar. Die riffbildende Koralle *Carinthiaphyllum crasseseptatum* ist im ganzen Riff sehr häufig. Seltener sind noch andere Arten dieser Gattung zu beobachten. Als Korallenbegleiter kommen *Carta* (= *Hicorocodium*) und Kalkalgen vor, jedoch keine Brachiopoden. Selten sind kleine Crinoidenreste.

Fundort Nr. 16

Im Fundort Nr. 16 wurde ein größerer Kalkgeröll aufgefunden. Das Gestein ist ein dichter, dunkelgrauer Kalk mit helleren und dunkleren Flecken. Das häufigste Fossil ist *Carta* sp. (= *Hicorocodium*). Vereinzelt kommen kleine Crinoidenreste vor. Von *Amplexocarinia ruedemanni* konnten nur zwei Koralliten gefunden werden.

Stratigraphische Einordnung der Fundorte nach den Korallen

Da von den einzelnen Fundorten nur Vertreter einer Art vorliegen, kann die im folgenden gegebene Einstufung nur als Einordnungsversuch gelten.

Nr. 10.: *Amplexocarinia irginae* Soshkina ist aus dem Unterperm des Ufa-Plateaus, Russland und aus dem »roten Trogkofelkalk« (unteres Mittelperm) der Karnischen Alpen bekannt.

Nr. 15.: Die neue Art *Carinthiaphyllum crasseseptatum* erlaubt keine nähere Einstufung der Fundschichten. Die Gattung tritt — sowie bisher bekannt — vom oberen Oberkarbon bis ins Unterperm auf.

Nr. 16.: *Amplexocarinia ruedemanni* Heritsch findet sich im unteren Schwagerinenkalk (Rattendorfer Stufe, Unterperm) der Karnischen Alpen.

Nr. 44.: *Wentzelella osobudaniensis* Igo wurde bisher nur aus Zentraljapan und zwar aus Schichten des hohen Unterperm oder unteren Mittelperm beschrieben.

Im Vergleich mit den Karnischen Alpen sind die Fundschichten wohl als Äquivalent des Trogkofelkalkes zu betrachten.

Beschreibung

Rugosa Milne Edwards & Haime, 1850

Fam. *Aulophyllidae* Dyb., 1873

Gen. *Amandophyllum* Heritsch 1941

Amandophyllum carnicum (Heritsch 1936)

Taf. 7, Fig. 2

v * 1936 *Clisiophyllum carnicum* Heritsch, S. 122, Taf. XVII, Fig. 24 bis 28, Textfig. 25, 26 (Textfig. Taf. III). (1936 a).

v ? 1937 *Dibunophyllum clari* Felser, S. 11, Taf. I, Fig. 6a, b, 7a, b.

v . 1941 *Amandophyllum carnicum*. Heritsch, S. 137, Textfig. 1 bis 4 (S. 131).

1961 *Amandophyllum carnicum*. Schouppé in Ramovš & Schouppé, S. 361, Textfig. 3.

Typus: Holotypus ist das von Heritsch 1936 abgebildete Exemplar; UGP 1219.

UGP: Typensammlung des Institutes f. Geologie und Paläontologie der Universität Graz.

- Locus typicus: Nordgrat der Garnitzen, Karnische Alpen, Kärnten.
 Stratum typicum: Oberkarbon (Auernigschichten/Obere kalkreiche Schichten).
 Material: 4 in grauen, im Schliff bräunlichen Kalk eingebettete Korallitenbruchstücke, 2 Querschliffe wurden angefertigt.
 Fundpunkt: Javorniški rovt 4.

Beschreibung: Das längste der Bruchstücke ist 20 mm lang, der Durchmesser ist zu beiden Seiten 7 mm, eine feine Septalstreifung ist sichtbar. Der größte vorhandene Querschliff hat einen Durchmesser von 12×13 mm, dabei treten $24 + 24$ Septem auf. Die periphere Blasenzone wird rd. 2 mm breit, der $\emptyset$ der Columella erreicht 4 mm.

Die periphere Blasenzone besteht aus unregelmäßig miteinander verstreuten Dissepimenten; die Septen I. Ordnung sind in ihr sehr dünn, verdicken sich im Mittelabschnitt und laufen gegen die Columella wieder dünn aus. Die Septen II. Ordnung sind sehr kurz und enden in der peripheren Blasenzone oder überschreiten diese nur wenig. Die Septen beider Ordnungen zeigen meist eine »dunkle Mittellinie«, welche häufig etwas wellig verläuft. Die Columella ist spinnwebenartig und besteht aus den Axialenden der Septen I. Ordnung, welche jedoch meist mit diesen keine direkte Verbindung mehr zeigen. Sie ist durch nach außen konvexe Blasenschnitte gut umgrenzt. Innerhalb der Columella werden die $\pm$ radiär angeordneten Axialenden der S. I. O. durch nach innen konvexe Blasenschnitte verbunden.

Der kleinere der beiden Schliffe zeigt bei einem $\emptyset$ von $7,5 \times 8,5$ mm ebenfalls $24 + 24$ Septen. Die $2 \times 2,3$ mm starke Columella ist hier nicht deutlich umgrenzt und besitzt ein gut ausgebildetes Medianblatt.

Bemerkungen: Die vorliegende Form zeigt mit dem Original der Art gute Übereinstimmung, nur liegt die Septenzahl etwas tiefer (siehe Heritsch 1941: 132). Die von Felser 1937: 11 als »*Dibunophyllum clari*« beschriebene Form aus den Rattendorfer Schichten der Karnischen Alpen zeigt ebenfalls weitgehende Übereinstimmung. Leider ist das vorhandene Originalmaterial (UGP 1094) in seiner Erhaltung zu schlecht (periphere Abwitterung) als daß eine eindeutige Zuordnung vorgenommen werden könnte.

Verbreitung: *A. carnicum* ist bisher nur vom Locus typicus = Obere Kalkreiche Schichtgruppe der Auernig-Schichten (= hohes Oberkarbon) und aus der »Oberen Kalkarmen Schichtgruppe« der östlichen Karawanken (Fužine b. Vitanje, Jugoslawien) bekannt. Das wahrscheinlich der Art anzuschließende »*Dibunophyllum clari*« Felser stammt ebenfalls aus den Karnischen Alpen, jedoch aus den unterpermischen Rattendorfer Schichten (unterer Schwagerinenkalk). Ebenfalls aus dem Schwagerinenkalk wurde *Amandophyllum zeliae* Heritsch 1936 beschrieben. Die Verbreitung der Gattung scheint in den Karnischen Alpen einen Zeitraum vom hohen Oberkarbon bis in das Unterperm zu umfassen.

Gen. *Carinthiaphyllum* Heritsch, 1936

Carinthiaphyllum crasseseptatum n. sp.

Taf. 8, 9, 10.

- Derivatio nominis: *crasseseptatus* = dickseptig.
Holotypus: Das auf Taf. 8 abgebildete Exemplar, Sammlung der Katedra für Geologie und Paläontologie der Universität Ljubljana.
Locus typicus: Ortnek, Slowenien, NW Jugoslawien (Ortnek 15).
Diagnose: Kleinwüchsiger Vertreter der Gattung *Carinthiaphyllum* mit besonders peripher und axial sehr dicken Septen, die einander seitlich beinahe berühren.
Material: Ein vor Anfertigung der Dünnschliffe 25×60×70 mm großes, dunkelgraues Kalkbruchstück mit zahlreichen, im Querschnitt angewitterten Koralliten.

Beschreibung: Querschliff: Die vergesellschaftet waschenden Koralliten sind meist nur wenige mm voneinander entfernt und legen sich vereinzelt fast direkt aneinander. Der größte beobachtete Durchmesser beträgt 9 mm und besitzt 27 + 27 Septem. Die Septen 1. Ordnung reichen fast an die zentrale Columella heran, diejenigen 2. Ordnung werden 2/3 bis 3/4 so lang. Die Septen sind deutlich lamellär gebaut, in der äußeren Hälfte aus enggesetzten, mäßig nach innen gebogenen Lamellen (»naotic septum« siehe Hill in Moore 1956: F 249), deren Krümmungsbetrag gegen die innere Hälfte des Septenverlaufes immer mehr abnimmt. Hier stehen die Fasern beidseits senkrecht zu einer breit entwickelten »hellen Mittellinie«. Axial sind die Septen keulig verdickt, die Fasern weisen fächerförmig in das Polyparinnere. Die Dicke ist peripher am größten, nimmt allmählich während der 1. Hälfte des Verlaufes ab und schwillt axial wieder keulenförmig an. Die Septen erreichen fast stets die Wand, nur sehr selten finden sich hier sehr weitgezogene, flache »Blasen«, an denen die Septen enden. Die Interseptalräume sind besonders peripher stark eingeengt. Dissepimente sind im Querschnitt nur bei einem von 10 Exemplaren (mittleres Wachstumsstadium, Septen von der Peripherie gegen das Zentrum rasch ausdünnend, daher breitere Interseptalräume) in geringer Zahl festzustellen.

Die Columella besteht in frühen und mittleren Wachstumsstadien (bis ca. 6 mm Ø) aus dem keulig verdickten Axialende des bis ins Zentrum reichenden Gegenseptums (sonstige Differenzierungen der Septen bestehen nicht). Im Reifestadium ist die Columella meist vom Gegenseptum gelöst und besteht aus einer undeutlichen Medianplatte (Mittellinie des Gegenseptum-Axialendes) und wenigen Radiärlamellen (Mittellinien der abgespaltenen axialen Septenenden: Bacula siehe Schouppé & Stacul 1955: 135, 1961: 270, 1962: 48; Schouppé 1961: 125). Von diesen wenigen erkennbaren Strukturen abgesehen macht die Columella einen massigen Eindruck.

Längsschliff: Bei einem Durchmesser von 5 mm wird die randliche Blasenzone je 0,7 mm breit; die Dissepimente treten in 1 bis 2 Reihen auf. Ohne scharfe Grenze setzt das Tabularium an, welches beidseits 1,4 mm Breite erreicht. Auf 5 mm treten ca. 10 dünne Böden auf, die an der Blasenzone oft steil emporgezogen sind, median meist übereinandergreifen, z. T. aber auch $\pm$ horizontal verlaufen. Die Columella ist dicht, mit einem geraden Medianblatt (entsprechend der Mittellinie des Axialendes des Gegenseptums), 0,8 bis 1,0 mm breit.

Mehrfach sind Septen median durchschnitten, was sich in einer deutlichen, von außen oben nach unten innen ziehenden »Streifung« kenntlich macht.

Als größte Längen der Koralliten konnten an den Bruchstücken 22 mm, als größte Durchmesser ca. 10 mm gemessen werden. Die Wachstumsform ist subzylindrisch, allmählich kegelförmig auslaufend, z. T. schwach gebogen. Ein Exemplar zeigt Kelchsprössung.

Mehrmals sind frühontogenetische Stadien im Querschliff angeschnitten: Durchmesser 1,5 mm: 20 vhm. dünne Septen erreichen ca. 2/3 des Durchmessers. Das Hauptseptum ist etwas kürzer als die übrigen, das Gegenseptum übertrifft alle Septen an Dicke und Länge und reicht noch über das Zentrum in die Hauptquadranten hinein, es ist leicht S-förmig gebogen. Die Wand wird 0,2 bis 0,3 mm dick und zeigt eine feine Radiärstreifung.

Abmessungen: (in mm)

Durchmesser Korallit	Durchmesser Columella	Septenzahl (1. O. + 2. O.)
5	1,0 $\times$ 1,3	18 $\times$ 2
5,5 $\times$ 6,5	keulig. Axial-Ende Gegens.	23 $\times$ 2
7,5 $\times$ 9,0	1,5 $\times$ 2,0	23 $\times$ 2
9,0	1,2 $\times$ 3,0	27 $\times$ 2

Bemerkungen: Die Originale zu *C. kahleri* (Genotypus) und *C. carnicum* konnten untersucht werden. Das Originalmaterial von *C. suessi* ist dagegen derzeit nicht auffindbar. Da in der Literatur bisher keine Beschreibungen und Abbildungen von Längsschliffen vorliegen, wurde das gesamte in der Typensammlung des Geol. Inst. Univ. Graz vorhandene Belegmaterial von Heritsch nach Längsschnitten durchsucht und es fanden sich zwei, leider stark schräggeführte, Längsschliffe, die deutlich die oben dargelegten Merkmale zeigen (*C. kahleri*, K 429/7a und *C. kahleri* 428c: UGP 1230 bzw. 1220).

Verbreitung: Die Gattung *Carinthiaphyllum* tritt im oberen Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen, im Unterperm des Boč Berges S Maribor, Slowenien (ob. Schwagerinenkalk) und im Unterperm von Attika auf. Fomitschew 1953: 399 beschreibt *Carinthiaphyllum* sp. aus dem Oberkarbon des Donetz-Beckens.

Carinthiaphyllum cf. suessi Heritsch, 1936

Taf. 6, Fig. 2.

zum Vergleich:

* 1936 *Carinthiaphyllum suessi* Heritsch, S. 139, Textfig. Taf. V, Fig. 42 (1936a).

1941 *Carinthiaphyllum suessi*. — Heritsch, S. 275, Textfig. 1 (1941d).

1961 *Carinthiaphyllum suessi*. — Schouppé, S. 124, Textfig. 2, 3;

Taf. 19.

Material: 2 kleine Bruchstücke eines mittelgrauen Kalkes, reich an organischen Resten, mit je einem Korallitenquerschnitt. Drei, nicht ganz vollständige, Querschliffe konnten angefertigt werden.

Fundpunkt: Javorniški rovt 45, ca. 150 m SW Haus Kladnik.

Beschreibung: Bei einem Durchmesser von 11 mm sind 31 + 31 Septen vorhanden. Sie zeigen lamellären Bau, sind dick und verbreitern sich stark gegen die Wand an der sie mit einem leichten Sockel ansetzen. Die Anordnung ist radiär bis schwach fiederförmig in bezug auf die Medianplatte der Columella als gedachte Achse. Während die Septen 1. Ordnung fast die Columella erreichen, bleiben diejenigen 2. Ordnung etwa 1/2 so lang.

Wie von Schouppé 1961: 125 dargelegt, ist eine deutliche Untergliederung in drei Abschnitte festzustellen:

a) Periphere Dissepimentzone. Sie besteht aus regelmäßigen, $\pm$ geraden, selten schwach nach außen oder innen konvexen Blasenschnitten; sie endet im allgemeinen mit den Septen 2. Ordnung.

b) Bodenzone: Im Querschliff treten nur vereinzelte Bödenschnitte auf, jedoch keine Dissepimente; in ihr enden die Septen 1. Ordnung.

c) Columella: Sie besteht aus einer Medianplatte und wenigen Radiärlamellen, hat eine unregelmäßig-elliptische Form und macht einen massigen Eindruck, wobei die Medianplatte und die Radiärlamellen gerade noch durchschimmern.

Mehrmals sind in den Schliffen auch frühe ontogenetische Stadien angeschnitten:

Ø 1 mm: 5 erkennbare Septen, von denen nur ein Septum völlig ins Zentrum reicht.

Ø 1,5 mm: 7 Septen, 3 verbinden sich im Zentrum, die übrigen enden schon vorher und sind zu je zwei und zwei mit ihren Axialenden verbunden.

Ø 2,5 mm: ca. 21 Septen; sie erreichen bis auf 2 das Zentrum nicht; diese beiden, einander nicht gegenüberliegenden Septen, sind axial verbunden.

In allen drei erwähnten Stadien sind Wand und Septen dick. Die Septen 2. Ordnung und die Columella ist noch nicht ausgebildet.

Abmessungen: (in mm).

ϕ Korallit	ϕ Columella	Breite Dissep.-Z.	Septenzahl (1. Ordn.)
11,0	$2,0 \times 2,7$	2,5	31
$10,0 \times 12,0$	$2,0 \times 3,2$	1,5 — 3,0 schräge	29
$7,8 \times 9,0$	$1,5 \times 2,3$	1,5 — 2,0 Schnitte!	27
	ca. $\frac{1}{4}$	ca. $\frac{1}{4}$	
	des Gesamtdurchmessers		

Heritsch 1936a:

19×20	27
17×19	27
9×10	24

Heritsch 1941d:

$16,6 \times 17,0$	3,8	3,8 — 5,0	mehr als 26
	ca. $\frac{1}{4}$	ca. $\frac{1}{4}$	
	des Gesamtdurchmessers		

Schouppé 1961:

15 — 17			25 — 27
20	ca. $\frac{1}{6}$	ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$	32
	des Gesamtdurchmessers		

Verbreitung: Die Art ist nur aus dem Unterperm bekannt: Dolžanova soteska (Teufelsschlucht) bei Tržič, Karawanken, Jugoslawien: Oberer Schwagerinenkalk (Heritsch, 1936 a); Boč Berg S Maribor, Jugoslawien: Oberer Schwagerinenkalk (Heritsch 1941 d); Griechenland (Patera, Attika): Unterperm (Schouppé 1961).

Bemerkungen: Die Gattung *Carinthiaphyllum* wurde von Heritsch 1936 a: 134 mit insgesamt 3 Arten aus dem Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen und Karawanken aufgestellt.

Es sind dies die Arten:

- C. kahleri* (Genotypus)
- C. carnicum*
- C. suessi*.

Die Originale zu den beiden erstgenannten Arten sind in der Typensammlung des Institutes f. Geologie & Paläontologie d. Universität Graz vorhanden (UGP 1230, 1231), diejenigen von *C. suessi* fehlen leider.

Wie eine Überprüfung des Originalmaterials von *C. kahleri* und *C. carnicum* ergab, ist eine Identifizierung der vorliegenden, oben beschriebenen Exemplare mit einer dieser beiden Arten nicht möglich. Mit *C. suessi* jedoch herrscht — unter Zugrundelegung der existierenden Beschreibungen und Abbildungen — gute Übereinstimmung hinsichtlich der allgemeinen Charakteristik. Im einzelnen bestehen aber insofern Unterschiede, als die vorliegenden Exemplare z. T. wesentlich kleinere Durchmesser jedoch annähernd die gleiche Septenzahl zeigen wie die

größeren Exemplare, die in der Literatur beschrieben wurden. Wie die obige Tabelle andererseits zeigt, sind die Verhältniszahlen von Gesamtdurchmesser: Dissepimentzone: Columella-Durchmesser nahezu die gleichen. Wie außerdem der Beschreibung von Heritsch 1936a zu entnehmen ist, nimmt die Septenzahl bei fallendem Durchmesser nur unwesentlich ab (siehe obige Tabelle). Schließlich muß noch in Betracht gezogen werden, daß es sich bei den vorliegenden Exemplaren nur um zwei kleine Bruchstücke mit Zufallsdurchmesser handelt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das beschriebene Material mit großer Wahrscheinlichkeit der Art *C. suessi* angeschlossen werden darf. Sollte sich jedoch durch weiteres Material herausstellen, daß eine Identifizierung nicht möglich ist, so müßte für diese Exemplare eine neue Art geschaffen werden.

Leider konnte auch von den vorliegenden Exemplaren kein Längsschliff gewonnen werden was insoferne bedauerlich ist, als bisher von keiner Art der Gattung eine Längsschliffbeschreibung oder -Abbildung vorliegt.

In einer nach Drucklegung vorliegender Arbeit erschienenen Publikation beschrieb H. Flügel 1964: 425, Taf. 33, Fig. 4 *Carinthiaphyllum* cf. *suessi* aus dem Perm des Ruteh Limestone, Elburz (N-Iran). Diese Form stimmt mit den Exemplaren aus Javorniški rovt weitgehend überein, besonders auch in der Zahl von 31×2 Septem bei nur 12 mm Ø.

Fam. *Amplexidae* Chapmann, 1893 sensu Schouppé & Stacul 1959
 Subfam. *Amplexocariniæ* Soshkina etc., 1941
 Gen. *Amplexocarinia* Soshkina, 1928
Amplexocarinia irginae Soshkina 1932

Taf. 13, Fig. 1.

- * 1932 *Amplexocarinia muralis* var. *irginae* Soshkina, S. 258, 266, Textfig. 14 bis 19, Taf. I, Fig. 6 bis 9.
- v. 1937 *Amplexocarinia muralis* var. *irginae* Soshkina.-Felser, S. 7, Taf. I, Fig. 2a—e.
- v non 1937 *Amplexocarinia muralis* var. *irginae*. — Heritsch, S. 6, Taf. I, Fig. 16a—c (1937a).
 (= *Amplexocarinia heritschi* Schouppé & Stacul 1959a).
- . 1941 *Amplexocarinia irginae* Soshkina. — Soshkina etc., S. 98, 247, Taf. 8, Fig. 4, 5; Taf. 13, Fig. 10.

Typus: Kann nicht festgelegt werden; die von Soshkina 1932 abgebildeten Stücke stammen aus dem Unterperm des Ufa-Plateaus, Irgina Fluß, Irgina Horizont.

Material: Es liegen mehrere Bruchstücke von dunkelgrauem Kalk mit undeutlichen Korallitenquerschnitten vor. 2 Querschliffe und ein Längsschliff konnten angefertigt werden.

Fundpunkt: Ortnek 10.

Beschreibung: Querschliff 1: Bei einem Durchmesser von $6,4 \times 9,9$ mm treten 22 Septen 1. Ordnung auf. Ihre dunkle, zusammenhängende Mittellinie ist deutlich in die 0,4 bis 1,0 mm dicke Wand eingelassen. Sie werden 1,0 bis 2,6 mm lang und sind nur in einem kleinen Bereich durch Bödenschnitte an ihren Axialenden verknüpft. Zusätzlich treten in wenigen Interseptalräumen noch weiter peripher liegende Bödenschnitte auf. Zwei einander gegenüberliegende Septen sind etwas kürzer als die übrigen, wobei das eine (Hauptseptum?) in einem besonders breiten Interseptalraum zwischen zwei mit ihren Axialenden verknüpften Großsepten liegt. Kleinsepten sind nur an drei Stellen in Form dunkler Linien in der Wand festzustellen, reichen jedoch nicht ins Innere.

Der Querschliff 2 zeigt in ausgezeichneter Weise Polyparverjüngung im Sinne von Schouppé & Stacul 1959a: 236. Der Durchmesser des Mutter-Koralliten beträgt 10,5 mm, derjenige des Tochterkoralliten 7,5 mm. Auf der einen Seite bildet die 1,0 bis 1,2 mm dicke Wand des Mutter-Koralliten die gemeinsame Außenwand, während der Tochter-Korallit auf der anderen Seite von einer eigenen, 0,2 bis 0,3 mm starken Wand umschlossen wird. (Siehe Schouppé & Stacul 1959a, Taf. IX, Fig. 4.)

Im Mutter-Koralliten lassen sich 11 Septen feststellen (ca. 1 mm lang), 11 weitere sind nur als kurze Wandausstülpungen entwickelt und werden von den Septen des Tochter-Koralliten übernommen, der seinerseits wieder 11 zusätzliche Septen allein besitzt. Seine Septen werden bis 2 mm lang, sind dünner als diejenigen des Mutter-Koralliten und im Gegensatz zu diesem nur schwach in die Wand eingelassen.

Längsschliff: Der Durchmesser erreicht bei einer Länge von 20 mm 7,5 bis 9,5 mm: die Wanddicke beträgt 0,4 bis 0,8 mm. Die Böden steigen von der Wand ziemlich steil nach innen an, die Länge dieser Bodenteile beträgt ca. 4 mm. Auf eine Erstreckung von etwa 6 mm verlaufen die Böden dann $\pm$ horizontal. Sie stehen in weitem Abstand voneinander, ca. 4 Böden kommen auf 5 mm.

Verbreitung: Unterperm des Ufa Plateaus, Russland und »roter Trogkofelkalk« (unteres Mittelperm), Karnische Alpen, Kärnten.

Bemerkungen: Das Originalmaterial von Felser 1937 und Heritsch 1937a konnte untersucht werden. Bei letzterem handelt es sich nicht um *A. irginae* sondern um eine andere Art dieser Gattung. Wie bereits Schouppé & Stacul 1959a: 320 auf Grund der Beschreibungen und Abbildungen feststellen konnten, handelt es sich bei dieser, aus dem unteren Oberperm (Basleo) von Indonesisch Timor beschriebenen Form um eine neue Art: *Amplexocarinia heritschi*.

Amplexocarinia ruedemanni Heritsch 1936

Taf. 13, Fig. 2.

v * 1936 *Amplexocarinia ruedemanni* Heritsch, S. 107, Taf. 14, Fig. 19, Taf. 18, Fig. 19 bis 21, 23, Textfig. Taf. 1, Textfig. 8 (1936a)

Typus: Holotypus ist das Exemplar 2270, UGP 1202, Textfig. Taf. I, Textfig. 8, Taf. 18, Fig. 19 bis 21, 23.

Locus typicus: Rattendorfer Alm, P. 1651.

Stratum typicum: Rattendorfer Stufe, Unterer Schwagerinenkalk (tiefes Unterperm).

Material: Es liegen zwei $2 \times 2 \times 2$ cm große dunkle Kalkbruchstücke mit je einem vollständig eingebetteten Koralliten in schlechter Erhaltung vor; 1 Querschliff wurde angefertigt.

Fundpunkt: Ortnek 16.

Beschreibung: Wie aus einem der beiden Kalkbruchstücke zu entnehmen ist, sind die Koralliten zumindest teilweise stark gebogen. Bei einem $\varnothing$ von $8,7 \times 9,5$ mm wird die Wand ca. 0,8 mm stark. Die Septen sind, kenntlich an ihren manchmal gewellt verlaufenden Mittellinien, schwach darin eingelassen. Es treten 22 Septen l.o. auf; sie sind sehr unvollkommen an ihren Axialenden durch Bodenschnitte miteinander verbunden. Bodenschnitte finden sich jedoch auch mehr peripher und durchspannen auch den septenfreien Zentralraum, der einen $\varnothing$ von 4,5 mm ausmacht.

Während die Septen einer Korallitenhälfte nur etwa 1 mm lang werden, erreichen diejenigen der gegenüberliegenden Hälfte etwas über 2 mm Länge. Die Septen 2. O., welche in einer Zahl von 17 auftreten, werden entweder gleich lang wie diejenigen 1. O. und sind dann von diesen nur auf Grund ihrer geringeren Dicke auseinanderzuhalten, oder sie werden nur etwa $\frac{1}{2}$ so lang und sind dann meist zu den S. l.o. hingebogen.

Bemerkungen: Während die Schliffe des Holotyps in ihren Dimensionen und Abmessungen über dem oben beschriebenen Schnitt liegen und daher auch etwas abweichende Bilder zeigen, besteht mit dem Paratyp (geringere Durchmesser der vorhandenen Schliffe) gute Übereinstimmung (Ex. 1350/S, UGP 1202 a).

Verbreitung: Die Art ist bisher nur aus dem unteren Schwagerinenkalk der Karnischen Alpen bekannt.

Amplexocarinia smithi Heritsch, 1936

Taf. 5, Fig. 2.

v * 1936 *Amplexocarinia smithi* Heritsch, S. 105, Textfig. Taf. 1, Textfig. 4, 5 (1936 a).

v . 1939 *Amplexocarinia smithi*. — Heritsch, S. 93, Taf. 14, Fig. 8, Taf. 19, Fig. 18, Taf. 20, Fig. 1 (1939 a).

v . 1941 *Amplexocarinia smithi*. — Heritsch, S. 148 (1941 c).

. 1941 *Amplexocarinia smithi*. — Heritsch, S. 144, Textfig. 6 (1941 b).

1954 *Amplexocarinia smithi*. — Kostić-Podgorska; zitiert aus F. Kahler 1960: 71.

Typus: Holotypus ist das von Heritsch 1936 a auf Textfig. Taf. I, Textfig. 4, Nr. 1590, abgebildete Exemplar. (UGP 1199).

Locus typicus: Weg Ofener-Auernig-Alpe, P. 1590, Karnische Alpen, Kärnten.

Stratum typicum: Auernig-Schichten, Oberkarbon.

Material: Ein kleines Bruchstück eines mittelgrauen Kalkes mit einem 14 mm langen Korallitenrest.

Fundpunkt: Osthang des Berges Črni vrh, NW Javorniški rovt, 30.

Beschreibung: Durchmesser am schräg im Gestein angewitterten Ganzstück: 1. $8,5 \times 10,5$ mm

2. $10,5 \times 12,5$ mm, dieser Schnitt wurde zur Anfertigung eines Querschliffes verwendet. Es treten 22 Großsepten auf, welche schwach in die Wand eingelassen sind; sie sind dick, zeigen eine unzusammenhängende, dunkle Mittellinie zwischen dicken Tangentiallamellen, welche direkt in den Kranz der die Axialenden der Septen verbindenden Bodenschnitte übergehen. Septen 2. Ordnung sind in 9 Interseptalräumen in Form gut entwickelter kurzer »Dornen« vorhanden. Der Kranz von Bodenschnitten verbindet zusammenhängend alle Großsepten, jedoch nur 5 direkt an ihren Axialenden; die übrigen reichen noch weiter gegen das Zentrum hinein. Einige von ihnen sind dort hackig abgebogen, sodaß sie sich mit ihren Axialenden berühren, z. T. sind sie auch nochmals durch einige Bodenschnitte verbunden. Außerhalb des Bodenkranzes treten z. T. noch bis zu 3 Reihen von Bodenschnitten auf, die meist nur schwach nach innen oder außen gebogen sind.

Abmessungen: (in mm)

Durchmesser: $10,5 \times 12,5$ mm

Wanddicke: 0,5 mm

Länge der Septen 1.0.: max. 3,5 mm

Dicke der Septen 1.0.: peripher: 0,3 mm

axial: 0,1 mm

Länge der Septen 2. O.: max. 0,3 mm

Verbreitung: Die Art ist aus dem Oberkarbon folgender Gebiete bekannt:

Karnische Alpen, Kärnten, Auernigschichten (Heritsch 1936a)

Jakarina, Sana-Gebiet, Bosnien (Heritsch 1941c)

Chios (Heritsch 1941b)

Javorniški rovt (Kostić-Podgorska 1954)

Oberkarbon/Unterperm (Forbes & Harland & Hughes 1958, Tab. 1 & 2: »Cyathophyllum Kalk« von Spitzbergen = Gzelian + Orenburgian + Sakmarian):

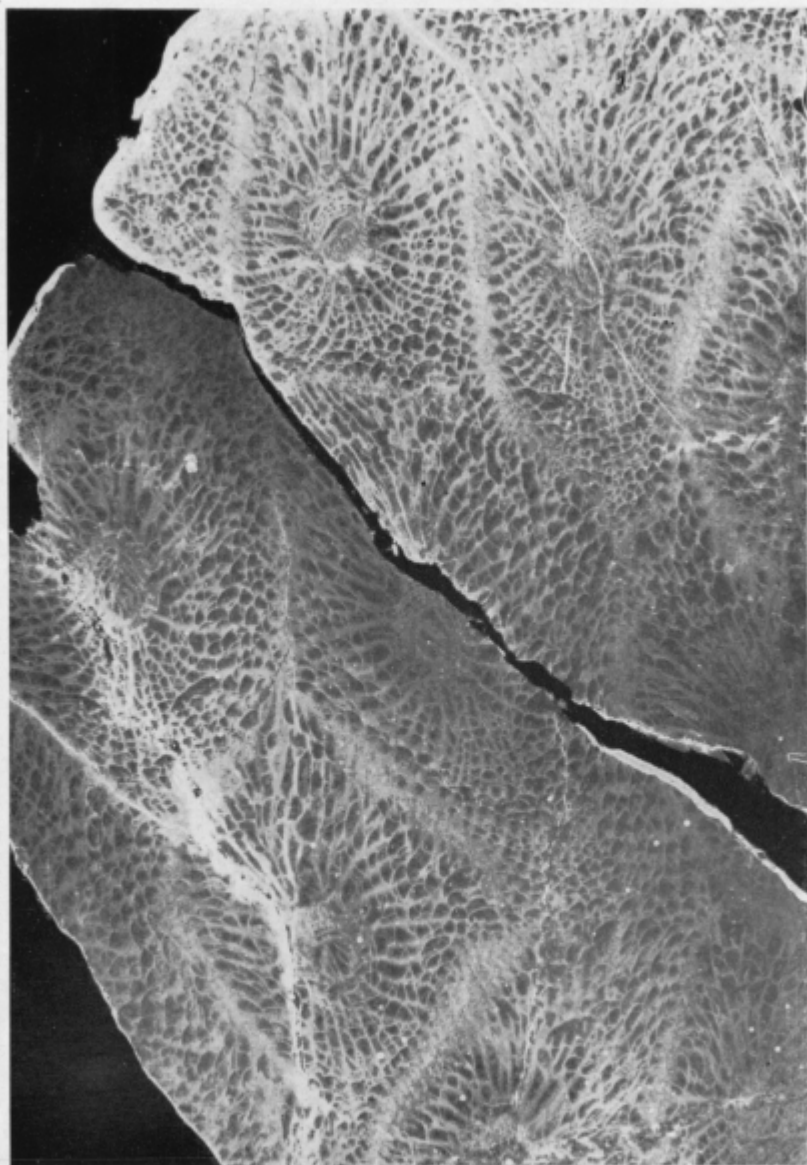
»Cyathophyllum Kalk« von Bell Sound, Spitzbergen (Heritsch 1939a).

Amplexocarinia smithi var. *a* Heritsch, 1936

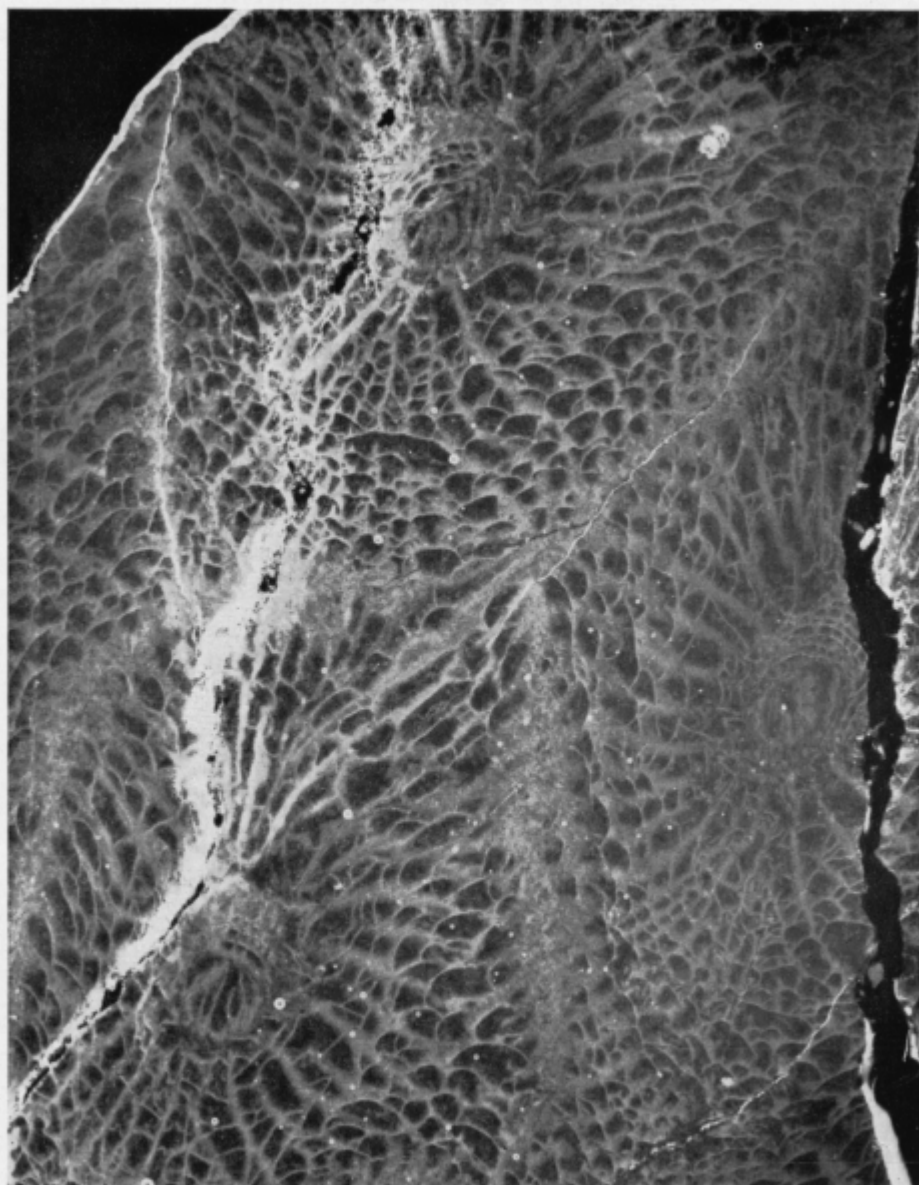
Taf. 6, Fig. 1.

* v 1936 *Amplexocarinia smithi* var. *a* Heritsch, S. 106, Taf. 17, Fig. 10, Textfig. Taf. I, Fig. 6 (1936a).

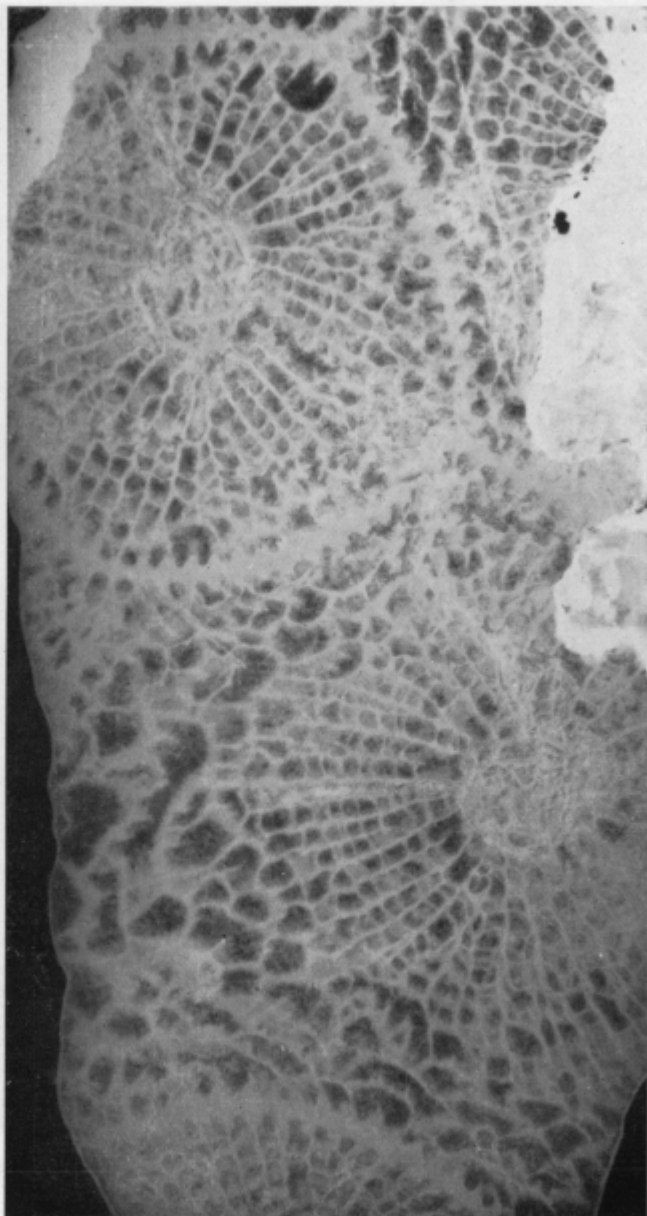
Typus: Holotypus ist das von Heritsch auf Textfig. Taf. I, Fig. 6 abgebildete Exemplar 449, UGP 1200.



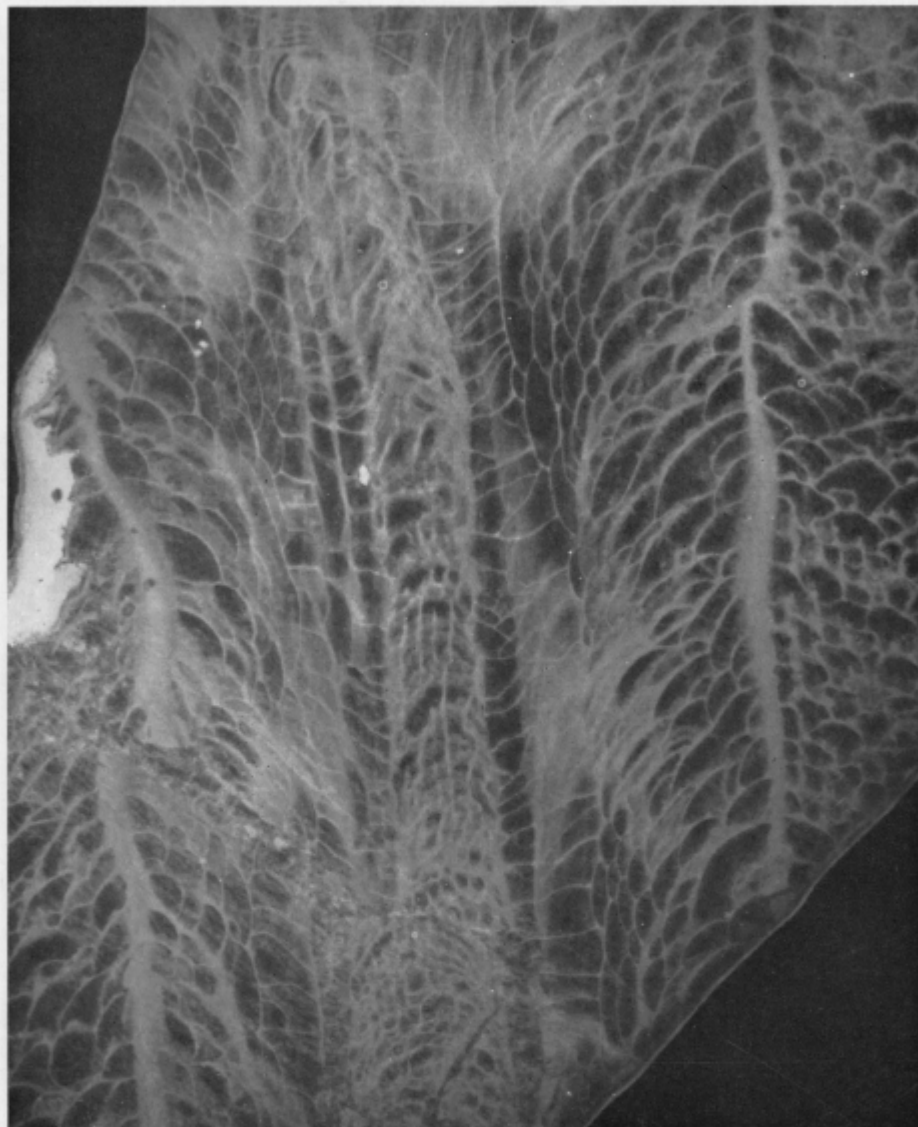
Taf. 1. *Wentzellophyllum arminiae* (Felser), Querschliff, $\times 5$



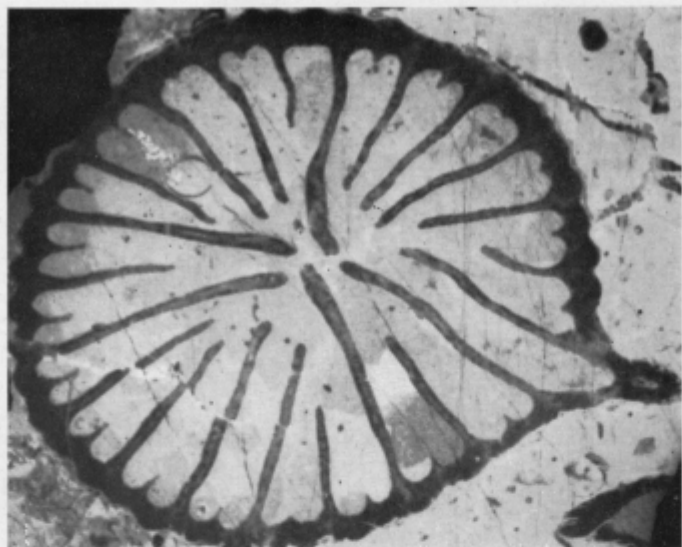
Taf. 2. *Wentzellophyllum arminiae* (Felsner), Querschnitt-Ausschnitt, $\times 10$
GRÄF & RAMOVŠ, GEOLOGIJA 3



Taf. 3. *Wentzellophyllum stillei* (Heritsch),
Querschliff, $\times 9$



Taf. 4. *Wentzellophyllum stillei* (Heritsch), Längsschliff, $\times 10$



Taf. 5, Fig. 1. *Tachylasma exceptatum* (Soshkina),
Querschliff, $\times 7,5$

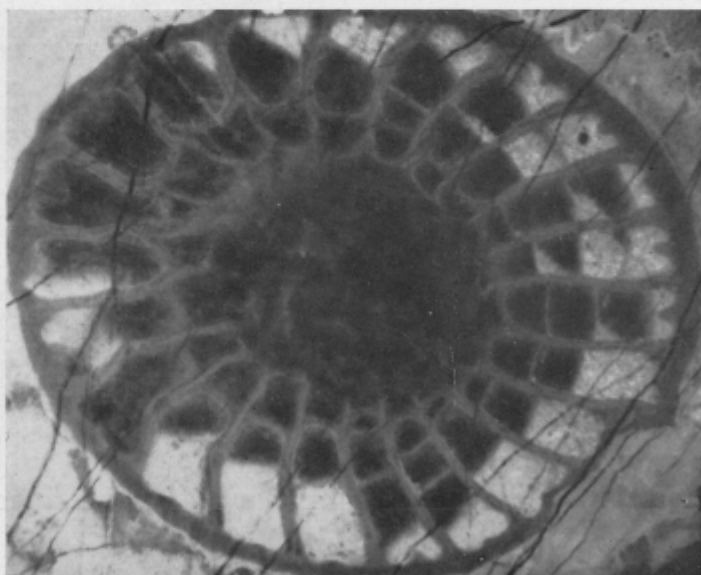
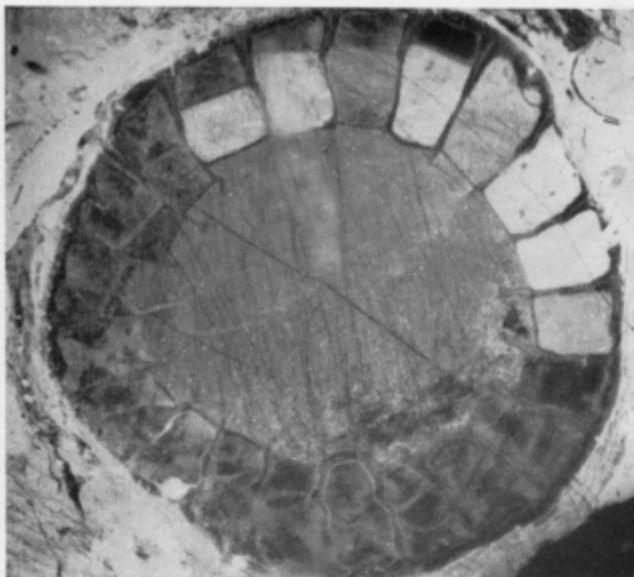


Fig. 2. *Amplexocarinia smithi* Heritsch, Querschliff, $\times 7$



Taf. 6, Fig. 1. *Amplexocarinia smithi* var. *a* Heritsch,
Querschliff, $\times 8$

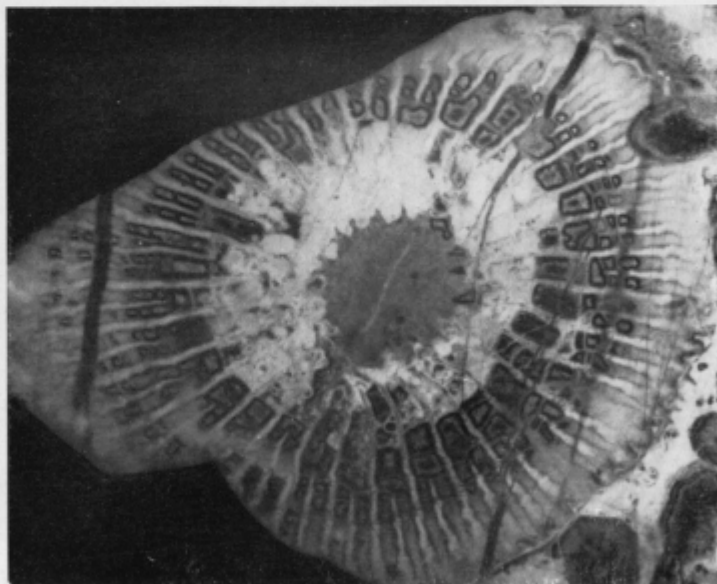
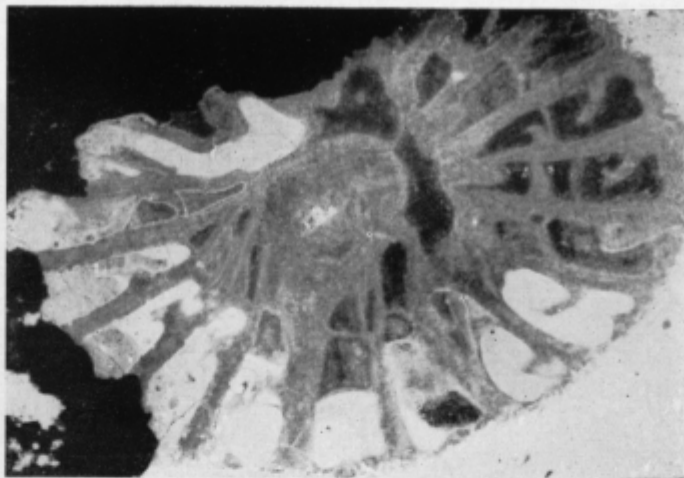


Fig. 2. *Carinthiaphyllum* cf. *suessi* Heritsch, Querschliff,
 $\times 8,5$



Taf. 7, Fig. 1. *Lophophyllidium pendulum* var. *carinthiaca*
(Felser), Querschliiff, $\times 10$

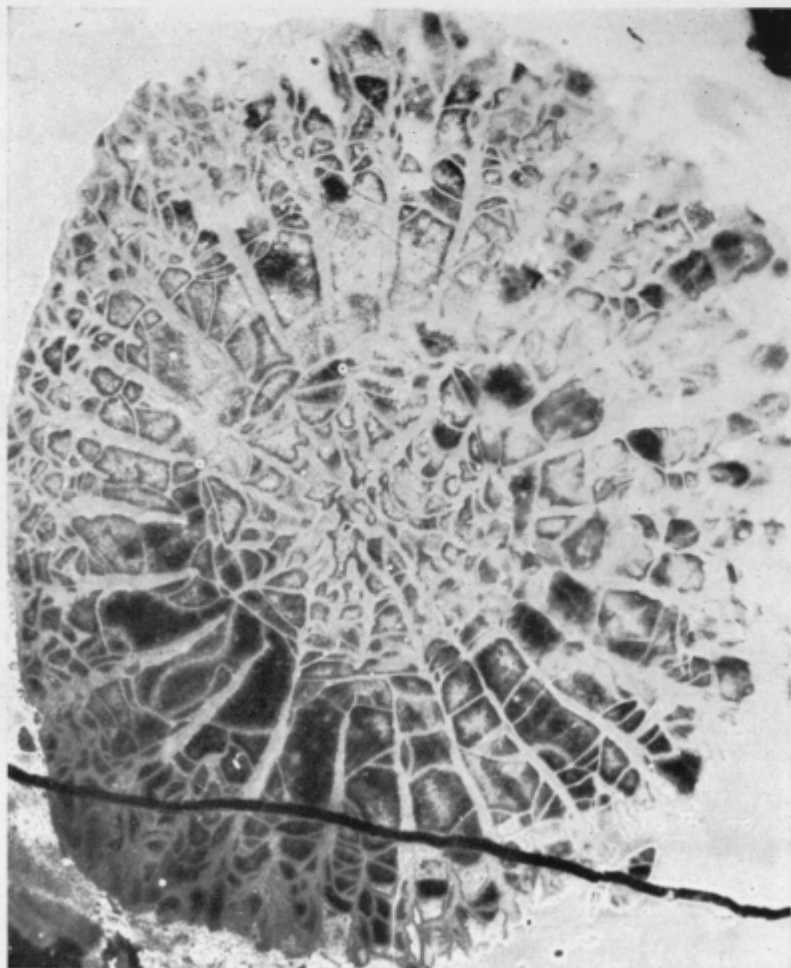
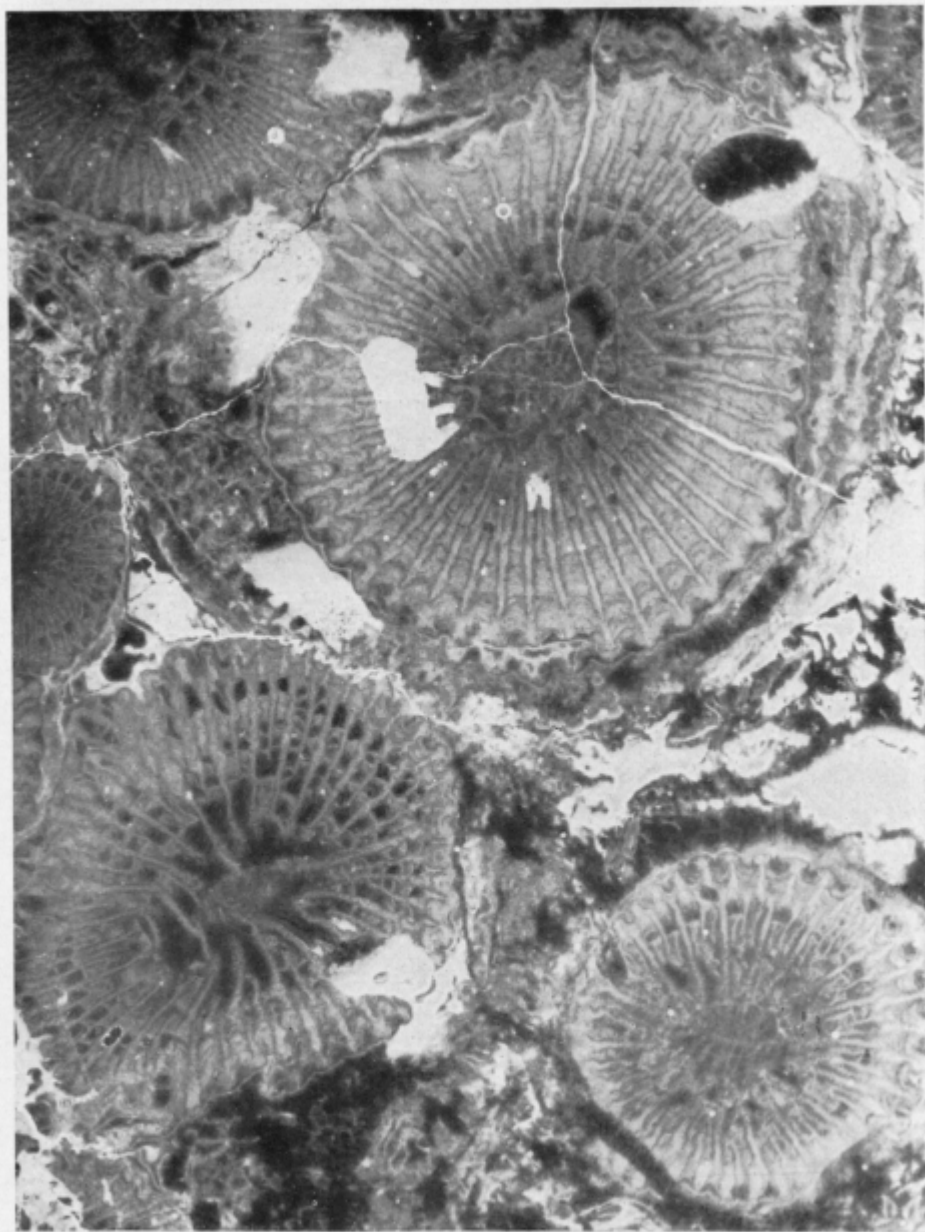


Fig. 2. *Amandophyllum carnicum* (Heritsch), Querschliiff, $\times 10$

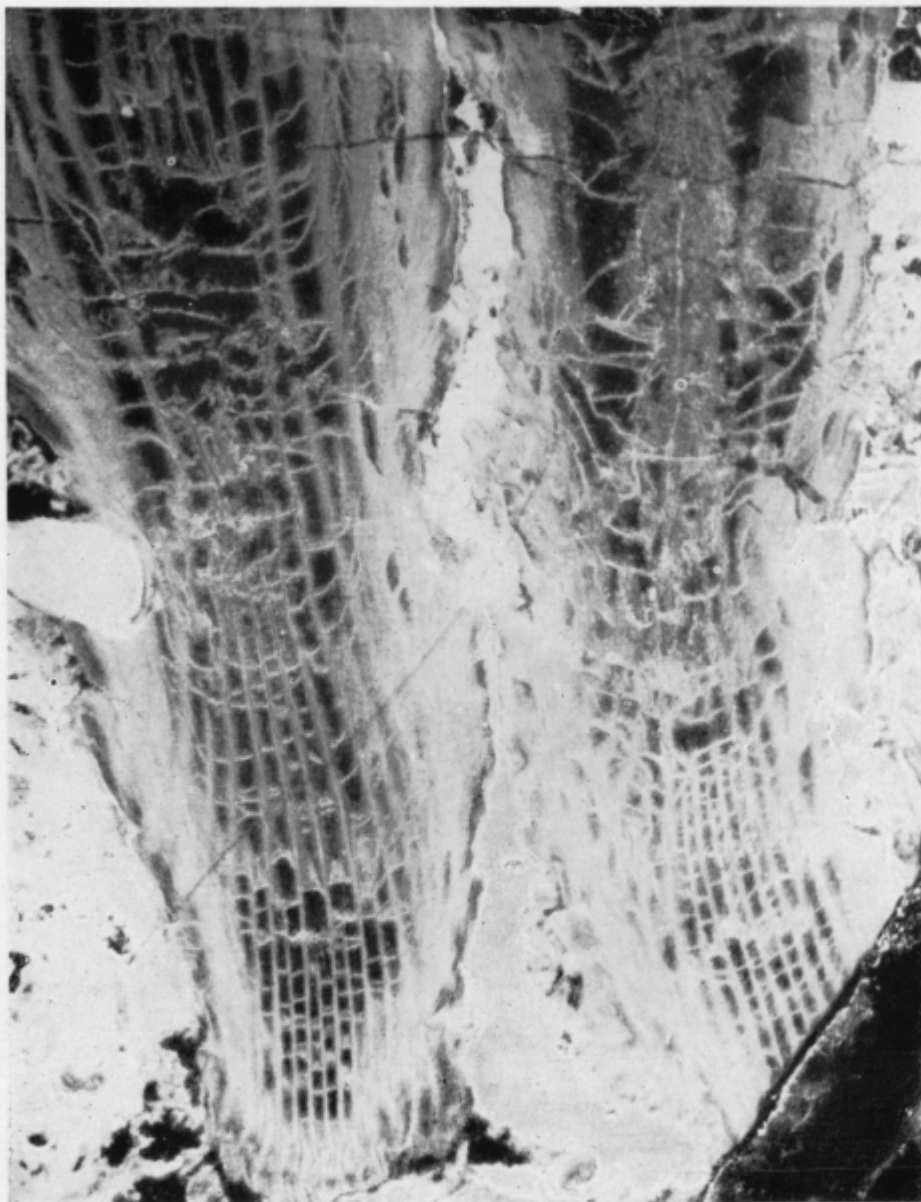


Taf. 3. *Carinthiaphyllum crasseseptatum* n. sp., Querschliff, $\times 10$

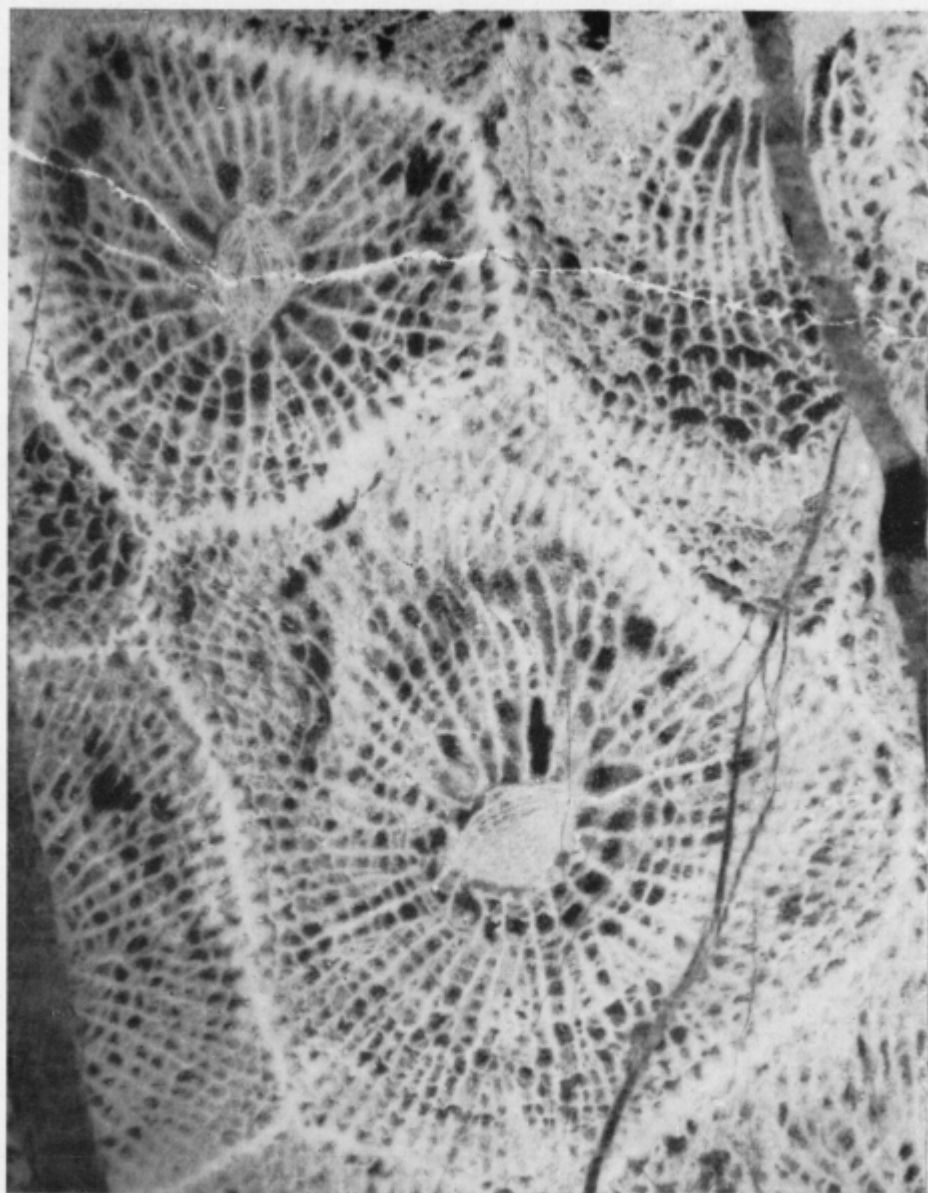
GRÄF & RAMOVŠ, GEOLOGIJA 8



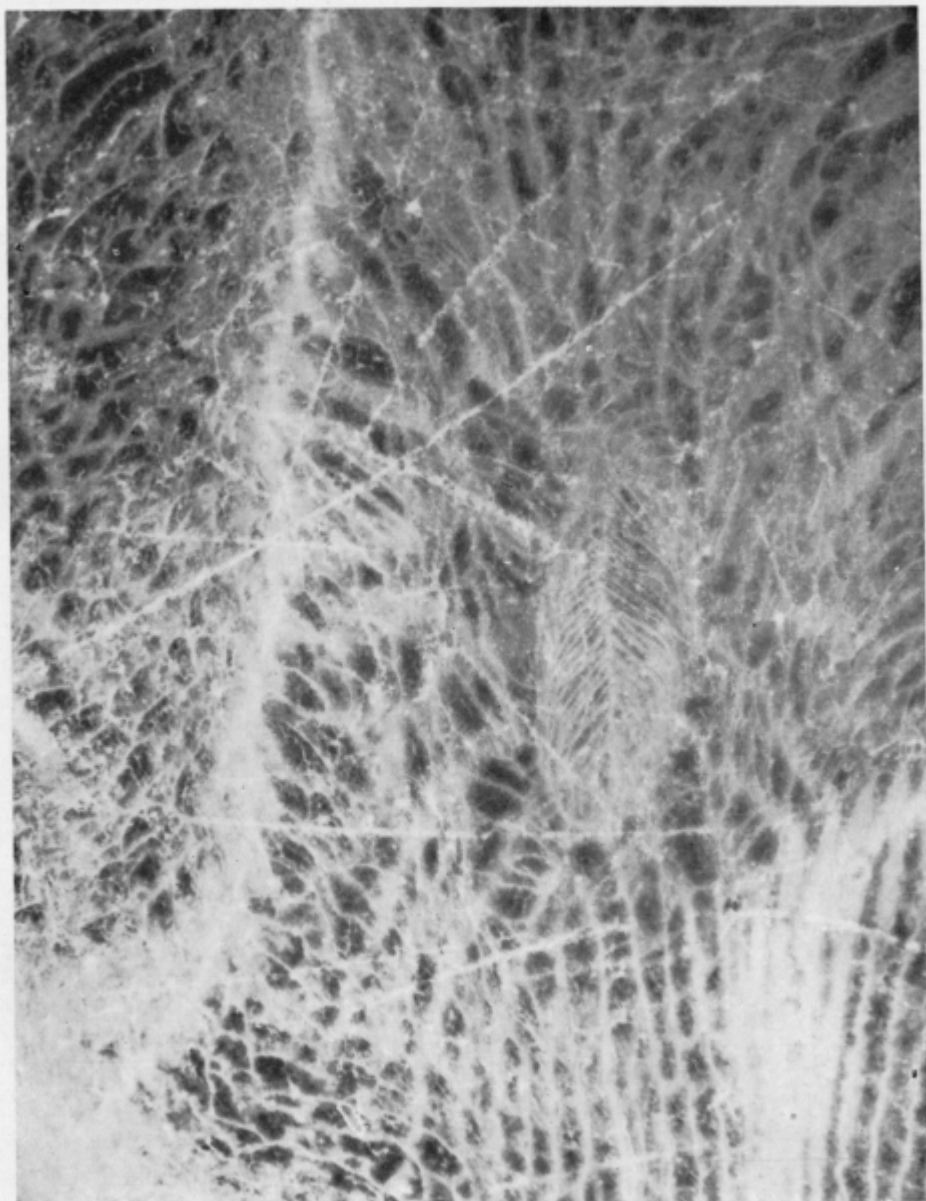
Taf. 9. *Carinthiaphyllum crasseseptatum* n. sp., Längsschliff, $\times 8$



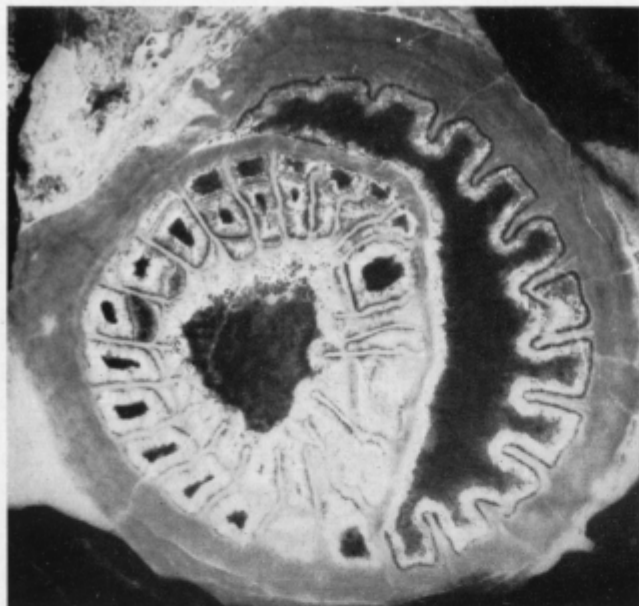
Taf. 10. *Carinthiaphyllum crasseseptatum* n. sp. Längsschliff, $\times 10$



Taf. 11. *Wentzelella osobudaniensis* Igo, Querschliff, $\times 7$



Taf. 12. *Wentzelella osobudaniensis* Igo, Längsschliff, $\times 10$



Taf. 13, Fig. 1. *Amplexocarinia irginae* Soshkina,
Querschliff, $\times 8$

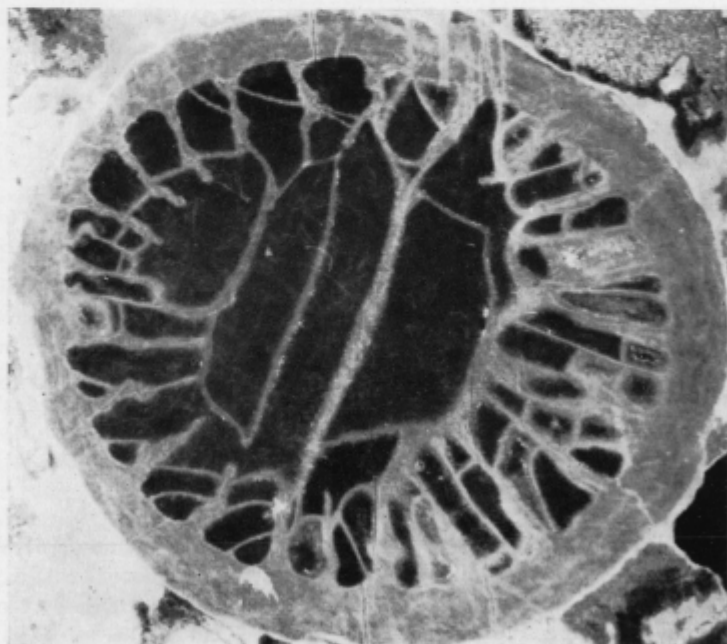


Fig. 2. *Amplexocarinia ruedemanni* Heritsch, Querschliff, $\times 10$

- Locus typicus: Waschbüchel, Karnische Alpen, Kärnten.
 Stratum typicum: Oberkarbon, Auernig-Schichten (Waschbüchel-Schichten, Kalk H).
 Material: Es liegen einige kleine Kalkstücke mit Bruchstücken von Koralliten vor. Von einem konnten 3 übereinanderliegende Querschnitte angefertigt werden (4, 4/I, 4/II), von denen der mittlere beschrieben wird.
 Fundpunkt: Javorniški rovt 5.

Beschreibung: Der Durchmesser beträgt 9,6 mm, die Zahl der Septen 1. Ordnung 21. Septen 2. Ordnung sind andeutungsweise ausgebildet, nur an 3 Stellen erheben sie sich etwas deutlicher von der Wand. Die Septen 1. Ordnung sind mit einem, im Querschnitt etwa dreieckigen Ansatzstück in die Wand eingelassen, erst daran setzt mit meist abrupter Verdünnung die innere Hälfte der insgesamt ca. 2 mm langen Großsepten an. Ihr dunkler Medianstreif ist nicht zusammenhängend, sondern in Einzelstücke aufgelöst. An ihren Axialenden sind die Septen 1. O. durch einen zusammenhängenden Kranz von Bodenschnitten, die sich direkt in die Tangentallamellen der Septen fortsetzen, verbunden. In den meisten Fällen ragen die Axialenden der Septen noch etwas über diesen Bodenkranz in den Polyparraum hinein. Zusätzlich zu diesen nach innen konvexen Bodenschnitten treten noch mehr peripher liegende Schnitte auf, die entweder gerade verlaufen oder leicht nach außen konvex sind.

Abmessungen:

Durchmesser	Septenzahl (Septen 1. O.)
5,0 × 8,5	über 20
9,6	21
9,8	über 20

Verbreitung: *A. smithi* var. *a* wurde bisher nur aus dem Waschbüchel-Profil, Auernigschichten, Oberkarbon der Karnischen Alpen, Kärnten beschrieben.

Bemerkungen: Das Originalmaterial zu *A. smithi* Heritsch (UGP 1199) und zu *A. smithi* var. *a* Heritsch (UGP 1200) konnte untersucht werden. Es zeigte sich dabei, daß das von Heritsch 1936a: 106 angegebene Trennungsmerkmal: bedeutendere Größe und größere Zahl der Septen bei der Varietät, wohl nicht aufrecht zu erhalten ist, da sich hierin korrelierte Schlifflagen weitgehend entsprechen dürften. Die »Varietät« gründet sich auf 2 nur sehr unvollständige Korallitenbruchstücke, von denen das eine (Exemplar 449, Holotyp) in drei tieferen Schliffen z. T. durch Verdrückung, schräge Schnittlage und Wachstumsunregelmäßigkeiten größere Durchmesser vortäuscht; die obersten beiden Schliffe entsprechen mit rd. 10 mm Durchmesser und ca. 21 Großsepten durchaus der Charakteristik der Art selbst. Wie allerdings ein Schliff von Exemplar 160 (Paratyp) zeigt, dürften die Abmessungen in mittleren Wachstumsstadien diejenigen des Reifestadiums und damit auch diejenigen des

Typus der Art übertreffen (Durchmesser ca. 16 mm, ca. 26 Septen 1. Ordnung).

Die Unterschiede zwischen *A. smithi* und *A. smithi* var. *a* wären daher folgendermaßen festzulegen:

Größere Dicke und in der Entwicklung lange anhaltenden relative Länge der Septen 1. Ordnung, stark periphere Lage des Kranzes der Bodenschnitte in vielen Querschnitten, bedingt durch die weitgehend horizontale Lage der Böden mit einem nur sehr kurzen Abstieg zur Wand. Dadurch fehlt der Kranz der Bodenschnitte in manchen Querschnittslagen überhaupt. Hinzu käme noch die von Heritsch angeführte Erscheinung, daß die an der Wand vorhandene große Dicke der Septen 1. O. durch Zusammenwachsen mit Septen 2. O. bedingt wird und als letzter Punkt die i. a. sehr gute Entwicklung des 2. Septenzyklus.

Demgegenüber zeigt die Varietät schon frühzeitig kurze, vhm. dünne Septen, häufig vollständige Bodenkränze im Querschnitt, nur sehr unvollständig entwickelte Septen 2. O. und von mittleren Schnittlagen nach beiden Seiten abnehmende Durchmesser. Längsschliffe liegen leider nicht vor, jedoch lassen die Querschnittbilder den Schluß zu, daß die Horizontalkomponente der Böden kürzer ist als bei der Art selbst.

Fam. *Lophophyllidiidae* Moore & Jeffords 1945

Gen. *Lophophyllidium* Grabau 1928

Lophophyllidium pendulum var. *carinthiaca* (Felsner) 1937

Taf. 7, Fig. 1.

v * 1937 *Sinophyllum pendulum* (Grabau) var. *carinthiaca* Felsner, S. 9, Taf. I, Fig. 4a, b, c.

v . 1948 *Stereostylus carinthiacus* (Felsner). — Branson, S. 154.

Typus: Holotypus ist das oben angegebene Exemplar, UGP 1091.

Locus typicus: NW der Treßdorfer Höhe, Fuß der Steilwand zwischen P 1875 und 1723; dunkler gebankter Kalk mit schieferen Zwischenlagen.

Locus typicum: Unterperm (Rattendorfer Schichten/Unterer Schwagerinenkalk).

Material: 3 sehr kleine in dunkelgrauen, im Schliff bräunlichen Kalk eingebettete Korallitenbruchstücke; 3 Querschliffe wurden angefertigt.

Fundpunkt: Javorniški rovt 4.

Beschreibung: Der kleinste der 3 leicht unvollständigen Schliffe hat einen Durchmesser von ca. 8×10 mm und ca. 22 Septen 1. Ordnung. Das Gegenseptum zeigt eine starke, pendelförmige Axialverdickung. Die ubringen Septen 1. O. sind kürzer und verbinden sich z. T. in der Nähe der aus dem dicken Axialende des Gegenseptums gebildeten Columella. Sie sind allgemein dick, lamellär gebaut und zeigen eine unzusammenhängende, in Einzelstücke aufgelöste dunkle »Mittellinie«. Die Septen 2. Ordnung sind nur als kleine, breittornenförmige Zacken entwickelt. Dissepiment-

mente fehlen. Die Septendicke beträgt ca. 0,4 mm. Das Axialende des Gegenseptums (Columella) ist auf 2 mm Länge und 1,5 mm Breite verdickt.

Der 2. Querschliff besitzt bei 10 mm Durchmesser 23 Septen 1. Ordnung. Die Wand wird 0,7 mm stark und ist aus den Sockeln der Septen 1. und 2. Ordnung zusammengesetzt. Die Septen 1. Ordnung sind peripher am dicksten und dünnen gegen das Zentrum nur allmählich aus. Sie erreichen die Columella nicht und enden frei. Die Columella ist kleiner als im 1. Schliff ($1,5 \times 0,8$ mm), sie wird zwar vom Gegenseptum berührt, steht aber damit nicht in direkter Verbindung; die dunkle »Mittellinie« des Gegenseptums setzt sich nicht in die Columella fort. Sie ist eiförmig, hat eine sehr enge Radialstreifung und einen durch dunklere konzentrische Linien gekennzeichneten schaligen Aufbau.

Der leider sehr schräg liegende 3. Schliff zeigt bei 9×18 mm Ø (längere Achse in Richtung des Gegenseptums) die Merkmale der obigen Schliffe, durch die Schnittlage bedingt jedoch mehrfach Bödenschnitte.

Der Bereich um das Hauptseptum ist leider in keinem der Schliffe hinlänglich erhalten.

Die größte Länge der Bruchstücke — vor Anfertigung der Dünnschliffe — betrug 15 mm.

Verbreitung: *Lophophyllidium pendulum* var. *carinthiaca* ist bisher nur aus den unterpermischen Rattendorfer Schichten der Karnischen Alpen, Kärnten bekannt. Die Art selbst, zu welcher von Fontaine 1961: 79 auch die var. *simplex* Huang gerechnet wird, tritt nach diesem Autor (S. 80) im Lopingien v. China und im Kazanien von Kambodscha auf. Nach Heritsch 1939 findet sich »*Sinophyllum*« *pendulum* var. *simplex* in den Karnischen Alpen in folgenden Horizonten: Oberer Schwagerinenkalk/Übergang zum Trogkofelkalk (siehe auch Felser 1937); heller Trogkofelkalk; blutroter Trogkofelkalk. Es handelt sich demgemäß um eine rein permische Art.

Familie *Polypoeliidae* Roemer, 1883

Subfam. *Tachylasmatinae* Grabau, 1928

Gen. *Tachylasma* Grabau, 1922

Tachylasma exceptatum (Soshkina, 1928)

Taf. 5, Fig. 1.

* 1928 *Plerophyllum exceptatum* Soshkina, S. 382, Textfig. 21.

1937 *Tachylasma exceptatum* (Soshkina). — Heritsch, S. 10, (1937a).

v. 1938 *Tachylasma exceptatum*. — Heritsch, S. 87, Taf. 3, Fig. 5—7.

. 1941 *Pleurophyllum exceptatum*. — Soshkina etc., S. 82, Taf. 5, Fig. 7—8.

Typus: Holotypus ist das von Soshkina 1928, Textfig. 21, S. 383 abgebildete Exemplar.

Locus typicus: Westabhang des nördlichen Uralgebirges, Fluss Schtschugore.

Stratum typicum: Unteres Perm.

Material: Es liegen drei sehr kleine Bruchstücke eines dunkelgrauen Kalkes vor, die schlecht erhaltene Reste von Einzelkoralliten zeigen. Ein Querschliff konnte angefertigt werden.

Fundpunkt: Javorniški rovt 4.

Beschreibung: Bei einem Durchmesser von 10 mm sind 22 Septen 1. Ordnung und 20 Septen 2. Ordnung vorhanden; sie zeigen deutlich eine »dunkle Mittellinie«, welche sich noch in die Wand fortsetzt. Die Wand ist etwa 0,5 mm dick und hat eine regelmäßig wellige Außenseite. Die Septen 2. Ordnung werden maximal nur 0,6 mm lang, meist bleibt ihre Länge jedoch bei 0,3 mm; um denselben Betrag ist ihre »Mittellinie« noch in die Wand eingelassen; sie haben dornförmigen Umriß. Die Septen 1. Ordnung sind dick und weisen einen deutlich lamellären Aufbau auf. 4 davon und zwar die beiden Seitensepten und die beiden Gegenseitensepten reichen ins Zentrum und sind axial keulig verdickt. Sehr nahe an Länge und axialer Verdickung kommt diesen 4 ausgezeichneten Septen noch das Septum II im rechten Hauptquadranten (Terminologie nach Schindewolf 1942). Die Septenverteilung auf die 4 Quadranten ist folgende:

4	3
4	5

Zwischen den Septen 1. Ordnung sind jeweils dornenförmige Septen 2. O. entwickelt, nur das Kleinseptum 2 im rechten Hauptquadranten und das Kleinseptum 4 im linken Gegenquadranten fehlt. Blasengewebe ist zwischen den Septen nicht entwickelt.

Ein ausgeprägter Rhythmus in der Aufeinanderfolge vom längeren und kürzeren Septen 1. O. läßt sich wie folgt feststellen:

links	rechts
H: sehr kurz, sehr schwach keulig	
G: kurz	
IV: kurz	IV: nicht entwickelt
III: mittellang	III: mittellang
II: mittellang	II: lang, schwach keulig
I: kurz	I: kurz
S: lang, keulig	S: lang, keulig
V': sehr kurz	V': sehr kurz
IV': mittellang	IV': mittellang
III': mittellang	III': mittellang
II': kurz	II': kurz
I': nicht entwickelt	I': kurz
S': lang, keulig	S': lang, keulig

Erklärung: sehr kurz: 1,5 bis 1,7 mm
kurz: 2,3 bis 2,7 mm
mittellang: 2,9 bis 3,4 mm
lang: 3,7 bis 4,5 mm

Verbreitung: Die Art wurde bisher aus dem Unterperm des nördlichen Ural und aus dem »blutroten Trogkofelkalk« der Dolžanova soteska bei Tržič, Karawanken, Jugoslawien (unteres Mittelperm) beschrieben (Heritsch 1938).

Fam. Waagenophyllidae Hudson, 1958

Gen. *Wentzellophyllum* Hudson, 1958

Wentzellophyllum arminiae (Felser) 1937

Taf. 1, 2.

v * 1937 *Stylidophyllum arminiae* Felser, S. 14, Taf. I, Fig. 9a, b, c.

Typus: Holotypus ist das oben angegebene Exemplar, UGP 1906.

Locus typicus: Zweikofel, Karnische Alpen, Kärnten.

Stratum typicum: Oberer Schwagerinenkalk, Rattendorfer Stufe, Unterperm.

Material: Weißer Kalk mit einem 15 × 25 × 40 mm großen Stockbruchstück. Ein Querschliff wurde angefertigt.

Fundpunkt: Javorniški rovt 35.

Beschreibung: Massiger Stock mit polygonalen, häufig 5-eckigen, meist abgerundeten Koralliten. Bei einem Ø von 12 mm sind 20 Septen zweier Ordnungen vorhanden. Während die etwas dickeren S. 1. O, die Columella beinahe erreichen und dort leicht abgebogen sind, sind diejenigen 2. O. 1/3 bis 1/4 kürzer. Die Septen erreichen in den meisten Fällen die Wand nicht, sondern verlieren sich in der peripheren Blasenzone, welche aus mittelgroßen (bis 10 mm längste Achse), halbkugeligen, nach innen konvexen Blasen aufgebaut wird. Die Blasen tragen häufig Reste rückgebildeter Septen in Form von kurzen »Dornen«. Die Wand trägt beidseits kurze, plumpe »Zähnnchen«, deren Zahl die Septen jedes Zyklus ca. um das Doppelte übersteigt (Septen 3. O. ?). Die Columella ist elliptisch, zeigt kein Medianblatt und besteht aus leicht blasigen, konzentrischen Tabellae, die von wenigen kurzen Radiärlamellen geschnitten werden. Häufig ist die Columella mit einem Septum in Verbindung.

Abmessungen: (in mm)

Ø Korallit	Ø Columella	Septenzahl (1. O. + 2. O.)
6,5 × 13	1,0 × 1,8	17 + 17
6,5 × 10	1,5 × 1,5	18 + 18
8,0 × 15	1,3 × 2,0	20 + 20
10 × 14	1,7 × 2,5	20 + 20

Verbreitung: *Wentzellophyllum arminiae* ist bisher nur aus den Karnischen Alpen bekannt. Die Art kann nach Felser 1937: 15 zusammen mit *Wentzellophyllum volzi* als Leitfossil für den oberen Schwagerinenkalk gelten.

Wentzelophyllum (?) *stillei* (Heritsch, 1936

Taf. 3, 4.

* 1936 *Wentzelella stillei* Heritsch, S. 127, Taf. 18, Fig. 1, 2; Textfig. 30, 31, Textfig. Taf. 3 (1936a).

1937 *Wentzelella stillei*. — Heritsch, S. 310 (1937b).

1939 *Stylidophyllum stillei*. — Heritsch, S. 186, 189 (1939c).

1940 *Stylidophyllum stillei*. — Heritsch, S. 308, 309, 329.

1941 *Stylidophyllum stillei*. — Heritsch, S. 59 (1941a).

- Typus: Holotypus wäre das von Heritsch 1936a, Taf. 18, Fig. 1, 2, Textfig. Taf. 3, Fig. 30, 31 abgebildete Exemplar. Es ist derzeit in der Sammlung des Institutes f. Geologie & Paläontologie d. Universität Graz nicht auffindbar.
- Locus typicus: Weg unter der Kirche bei der oberen Rattendorfer Alm, Karnische Alpen, Kärnten.
- Stratum typicum: Graue Kalke des unteren Schwagerinenkalkes, Rattendorfer Schichten, unteres Unterperm.
- Material: Es liegt ein nur wenige cm großes Stockbruchstück vor, von dem je ein Quer- u. Längsschliff angefertigt wurde.
- Fundpunkt: Javorniški rovt 10.

Beschreibung: Massiger Stock mit polygonalen, jedoch weitgehend abgerundeten Einzelkoralliten. Die Durchmesser liegen zwischen 8 und 12 mm. Die bis 0,3 mm dicken Wände tragen beidseits kurze, plumpe »Zähnnchen« von etwa 0,15 mm Länge an denen die wesentlich dünneren Septen ansetzen. Sie finden sich in einer Zahl von 48, wobei je eine Hälfte auf die Septen 1., die andere auf diejenigen 2. Ordnung entfällt. Die Septen 1. Ordnung reichen fast völlig an die Columella heran, die Septen 2. O. sind etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ so lang und häufig mit ihren Axialenden zu den benachbarten Großsepten hingebogen.

Die Septen setzen fast immer an der Wand an, teilweise sind sie jedoch auch durch peripheres Blasengewebe unterbrochen. Zwickel zwischen 3 aneinanderstoßenden Koralliten sind stets von Blasengewebe erfüllt. Die Blasen tragen oft dornenförmige Septenreste, sind unregelmäßig geformt und meist relativ groß.

Die i. a. nach außen konvexen Dissepimente finden sich nur im Bereiche der Septen 2. O., nach ihrer Endigung treten weiter nach innen zu nur mehr seltene, meist gegen innen konvexe Bödenschnitte auf.

Die Columella hat einen Durchmesser von $1,3 \times 2,0$ mm (Gesamtdurchmesser 8 mm). Eine Medianlamelle ist nur sehr undeutlich entwickelt, der Aufbau ist wirrfaserig, ohne ausgesprochene Radiärelemente.

Im Längsschliff lassen sich deutlich 3 bzw. 4 Bauzonen erkennen (Durchmesser 9 bis 10 mm):

1. Das periphere Dissepimentarium wird beidseits ca. 2 mm breit, die Blasen sind mittelgroß, nach innen/oben konvex.

2. a Beidseits eine 0,5 bis 1,0 mm breite Zone aus steilstehenden, häufig sehr langgezogenen Blasen (Clinotabellae).

2. b Bödenzone, beidseits ca. 0,6 bis 1,3 mm breit. Die Tabulae steigen gegen 2.a) an und greifen oft median übereinander. Sie treten in einer Zahl von 5 bis 6/2 mm auf (transverse Tabellae).

3. 1,4 bis 2,3 mm breite Axialcolumella aus tassenförmig übereinandersitzenden Tabellae, durchzogen von zahlreichen unterbrochenen Vertikallamellen, jedoch ohne Medianblatt.

Verbreitung: *Wentzelophyllum* (?) *stillei* wurde bisher nur aus Rattendorfer Schichten (unteres Unterperm) der Karnischen Alpen beschrieben.

Bemerkungen: Die Art wurde von Heritsch 1936a aufgestellt und zunächst der Gattung *Wentzelella* zugerechnet. Später hat Heritsch die Art noch einmal direkt (1937b: 310) und einmal indirekt (1936b: 143, Fußnote) als *Wentzelella stillei* angeführt, 1939c spricht er erstmals von *Stylidophyllum stillei*, ohne jedoch auf die Umbestimmung einzugehen. In den stratigraphischen Tabellen von 1939c, 1940 und 1941a ist *St. stillei* als Zonenfossil des unteren Schwagerinenkalkes angeführt, während *St. volzi*, mit dem es nach Heritsch 1940: 329 nahe verwandt ist, das Zonenfossil des oberen Schwagerinenkalkes darstelle. Branson 1948: 166 führt die Art wieder als *Wentzelella stillei* und von McCutcheon & Wilson 1961: 1023 wird *W. stillei* als in ihrer genetischen Stellung ungesicherte Art angeführt.

Genus *Wentzelella* Grabau in Huang, 1932

Wentzelella osobudaniensis Igo, 1959

Taf. 11, 12.

* 1959 *Wentzelella osobudaniensis* Igo, S. 83, Taf. 8, Fig. 3.

Typus: Holotypus ist das von Igo 1959, auf Taf. 8, Fig. 3 abgebildete Exemplar.

Locus typicus: Osobudany Tal, Fukuji Hida Massiv, Japan.

Stratum typicum: Unteres Mittelperm (?) oder hohes Unterperm.

Material: Faustgroßes Stockbruchstück; im hellgrauen Kalk sind die Korallitenumrisse nur undeutlich erkennbar.

Fundpunkt: Ortnek 44.

Beschreibung: Massiger Stock aus polygonalen, 5 bis 8 seitigen, z. T. leicht abgerundeten Koralliten. Die Wände wirken als Folge des verdickten Septenansatzes dick und »bezahnt«. Es treten 3 Septenzyklen auf; die Septen 1. Ordnung reichen fast an die Columella heran und sind dort z. T. leicht hackig abgebogen. Diejenigen 2. Ordnung sind etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ kürzer und enden an der Bodenzone; die Septen 3. Ordnung differieren in ihrer Länge stark, sie erreichen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ derjenigen 1. Ordnung. In der Regel erreichen die Septen die Wand, selten und dann besonders als Zwickelfüllung zwischen aneinanderstoßenden Koralliten finden sich periphere Blasen, welche meist noch kurze Septenreste tragen. Die Dissepimente sind meist nur schwach nach außen, seltener nach innen konvex, manchmal auch winkelig. Sie enden mit den Septen 2. Ordnung.

Die Columella ist ausgesprochen elliptisch, deutlich zwiebelschalenförmig aus regelmäßig ineinandergeschachtelten Tabellae, wenigen, meist unzusammenhängenden Radiärlamellen und einem je nach Schnittlage $\pm$ deutlichen Medianblatt aufgebaut. Dieses steht häufig mit einem Großseptum in Verbindung, welches in einem Fossula-artigen Interseptalraum liegt.

Abmessungen (in mm):

Koralliten-Durchmesser	Innere Dissepimentfreie Zone	Columella-Durchmesser
8,0 $\times$ 9,0	3,5	1,5 $\times$ 2,6
9,5	4,5	1,8 $\times$ 2,7
9,5 $\times$ 16,0	4,5 $\times$ 5,5	1,5 $\times$ 2,8
11,0 $\times$ 12,0	4,0	1,6 $\times$ 2,7
11,0 $\times$ 12,5	4,0	1,8 $\times$ 2,6
12,5	4,0	1,6 $\times$ 2,7
13,0 $\times$ 14,0	4,5	1,8 $\times$ 2,8

Koralliten-Dm.	Septen I	Septen II	Septen III	Septen I + II + III
9,5	16	16	32	64
13,0 $\times$ 14,0	22	22	44	88

Längsschliff: 3 bzw. 4 Bauzonen sind entwickelt.

Gesamtdurchmesser: 11,5 mm

1. Peripheres Dissepimentarium aus ziemlich flach von oben/außen nach unten/innen verlaufenden Blasen. Beidseits 2,5 bis 3,5 mm breit.

2.a Zone der Clinotabellae nach McCutcheon & Wilson 1961: 1024; steilstehende, wenig gekrümmte Blasen, beidseits einen Raum von 0,5 bis 1,0 mm einnehmend.

2.b periaxiale Tabellae-Zone aus $\pm$ horizontalen unter schwachem Winkel von oben/außen nach unten/innen verlaufenden Böden. Diese Zone wird beidseits 0,5 bis 1,0 mm breit, die Böden finden sich in einer Zahl von 4 bis 5/2 mm.

3. Axialcolumella, 2,1 mm dick, aus einen deutlichen Medianblatt und kegelförmig übereinandersitzenden Tabellae aufgebaut. Die Tabellae treten in einer Zahl von 15/2 mm auf, verbinden sich seitlich und grenzen so die Columella gut ab.

Verbreitung: *W. osobudaniensis* wurde bisher nur aus Zentral-Japan und zwar aus Schichten des tiefen Mittelperm oder des hohen Unter-Perm beschrieben.

Bemerkungen: Das vorliegende Material zeigt beste Übereinstimmung mit *W. osobudaniensis*, unterscheidet sich davon jedoch durch das Vorhandensein einer fossularen Bildung.

Das Auftreten einer Fossula bei der Gattung *Wentzelella* ist bisher unbekannt und es gelang leider nicht, orientierte Längsschliffe nach der Methode Schouppé-Stacul 1959b, welche für Untersuchungen

an Einzelkorallen entwickelt wurde, zu gewinnen. Es kann daher nicht entschieden werden, ob es sich bei der vorliegenden fossularen Bildung nur um einen besonders gekennzeichneten Interseptalraum (Pseudofossula) oder um eine »echte Fossula« im Sinne von Schouppé-Stacul handelt. Die gleichmäßige Entwicklung der peripheren Dissepimentzone hinsichtlich ihrer Breite — die Dissepimente zeigen innerhalb der »Fossula« dieselbe Entwicklung wie in den übrigen Interseptalräumen — würde nach Schouppé-Stacul 1959 b: 28 eher eine Fossularbildung in Form einer »echten Fossula« ausschließen.

RUGOZNE KORALE IZ MLAJŠEGA PALEOZOIKA SLOVENIJE

W. Gräf opisuje koralno favno, ki jo je A. Ramovš nabral v okolici Javorniškega rovta v Karavankah in v okolici Ortneka na Dolenjskem. Raziskovanje v okolici Javorniškega rovta je omogočila Železarna Jesenice, v okolici Ortneka pa Geološki inštitut Univerze v Ljubljani. Obema topa zahvala.

O najdiščih koral

I. Javorniški rovt

V okolici Javorniškega rovta je bilo odkritih 5 novih najdišč rugoznih koral (4, 10, 30, 35 in 40), ki jih kaže pregledna skica 1.

Najdišče 4 je večja leča deloma skoraj črnega trdega apnenca z belimi kalcitnimi žilami, deloma sivega glinenega apnenca. V glinenem apnencu so drobnejše skrilave pole, prav take kot je kamenina, v kateri leži apnenčeva leča. Skrilavci in apnenčeva leča so spodnjeperske starosti. Razen koral *Amandophyllum carnicum*, *Lophophyllidium pendulum* var. *carinthiaca* in *Tachylasma exceptatum* so v glinenem apnencu še redki majhni brahiopodi in krinoidni ostanki.

Najdišče 5 je okoli meter debel blok temno sivega zgornjekarbonskega apnenca. V njem je bila najdena le koral *Amplexocarinia smithi* var. *a.* blizu tam pa je v črnem apnencu bogata fuzulinidna favna, ki dokazuje orenburgijsko starost.

Najdišče 10. V brečastem apnencu z redkimi majhnimi brahiopodi, fuzulinidami, krinoidnimi ostanki in apnenčevimi algami nahajamo tudi koral *Wentzellophyllum* (?) *stillei*. Apnenec v tem najdišču sestavlja eno od številnih apnenčevih leč, ki so tam okoli med spodnjeperskimi skrilavimi plastmi.

Najdišče 30. Na vzhodnem pobočju Črnega vrha je najdišče 30 s koral *Amplexocarinia smithi*. Temni apnenec orenburgijske starosti z belimi kalcitnimi žilicami ima še drobne krinoidne ostanke, nekoliko stran od najdišča pa so v istem apnenčevem kompleksu tudi redke fuzulinide.

Najdišče 35. V svetlo sivem do belem neplastnatem apnencu trogkofelskega tipa nahajamo razen številnih debelih krinoidnih ostankov, apnenčevih alg, posamičnih fuzulinid in moluskov še zelo redke korale vrste *Wentzellophyllum arminiae*.

Najdišče 44. V spodnjepermskem skrilavem razvoju leži blizu Kladnikove domačije leča grebenskega apnenca s kamnotvornimi apnenčevimi algami in malimi foraminiferami. Razen teh okamenin so v apnencu še krinoidni ostanki, redki brahiopodi, posamične psevdoschwagerine in korale vrste *Carinthiaphyllum suessi*.

II. Ortnek

V okolici Ortneka poznamo 4 najdišča s koralami (10, 15, 16 in 44), ki so na pregledni skici 2.

Korale najdemo samo v vrhnjem delu ortneškega paleozoika. Tamkajšnje sklade moremo razčleniti v tri litološke enote (Ramovš 1962, 1963). Spodaj so kremenovi konglomerati z drobnimi plastmi kremeno-vega peščenjaka, v katerih je ponekod vse polno pooglenelih rastlinskih ostankov. Nad kremenovim konglomeratom so kremenovi peščenjaki, prav tako s pogostnimi rastlinskimi ostanki. Vrhnji del ortneških paleozojskih skladov pa sestavljajo menjavajoči se deloma peščeni, deloma glineni skrilavci in kremenovi peščenjaki. V glinenih plasteh so pogostne majhne leče različnega grebenskega apnenca, apnenčeve breče ali vložki brečastega apnenčevega konglomerata. V lečah so različne in zanimive favnistične združbe. Korale so bile najdene samo v 4 takih lečah.

Najdišči 15 in 44. Posebno zanimivi sta dve majhni leči koralnega grebenskega apnenca. Obe ležita v modro sivih peščenih glinenih skrilavcih. Prvi koralni greben (15) je zgradila skoraj samo korala nove vrste *Carinthiaphyllum crasseseptatum*, drugega pa vrsta *Wentzelella osobudaniensis*, ki je znana doslej samo še v mlajšem spodnjem permu in v spodnjem srednjem permu na Japonskem.

Najdišče 10 je apnenčeva leča, v kateri brečasti apnenec prehaja v gost apnenec. Na prehodu je bogata favna. Najpomembnejši so tam brahiopodi (*Scacchinella gigantea*, *Geyerella*), številne so apnenčeve alge, zelo redke pa fuzulinide. Vmes je bilo najdenih tudi nekaj koralitov vrste *Amplexocarinia irginae*. Celotna združba dokazuje srednjepermsko starost, ekvivalent trogkofelskih skladov.

Najdišču 16 pripada večji prodnik temno sivega apnenca s svetlejšimi in temnejšimi lisami. Najpogostnejši fosil je tam *Carta* (= *Hicorocodium*) sp., posamični so krinoidni ostanki. Korale so zelo redke. Najdena sta bila le dva koralita vrste *Amplexocarinia ruedemanni*.

Paleontološki del

V paleontološkem delu je opisanih naslednjih 12 vrst koral. Med njimi je nova vrsta *Carinthiaphyllum crasseseptatum*.

Amandophyllum carnicum
Amplexocarinia irginae
Amplexocarinia ruedemanni
Amplexocarinia smithi
Amplexocarinia smithi var. *a*
Carinthiaphyllum crasseseptatum

Carinthiaphyllum cf. *suessi*
Lophophyllidium pendulum var. *carinthiaca*
Tachylasma exceptatum
Wentzelella osobudaniensis
Wentzellophyllum arminiae
Wentzellophyllum (?) *stillei*

Koralna favna v glavnem potrjuje starost posameznih najdišč, ki je bila ugotovljena na podlagi fuzulinid in brahiopodov.

Raziskovanja med Javorniškim rovtom in Planino in pod Stolom v zadnjih dveh letih so Ramovša pripeljala do spoznanja, da je večina skrilavopeščene formacije s telesi brečastega apnenca, apnenčeve breče ali glinenega apnenca iz trogkofelske stopnje. To misli tudi za najdišča 4, 10 in 44. Korale v teh najdiščih so bodisi presedimentirane iz starejših plasti ali pa so živele še v trogkofelski stopnji.

Fosili iz okolice Javorniškega rovta so v zbirki Tehniškega muzeja Železarne na Jesenicah, fosili iz okolice Ortneka pa v paleontološki zbirki Katedre za geologijo in paleontologijo Univerze v Ljubljani.

LITERATURVERZEICHNIS

Branson, C. C., Bibliographic Index of Permian Invertebrates. — Geol. Soc. Amer. Mem., 26, 1—1049, Baltimore 1948.

Felser, K. O., Rugose Korallen aus dem Oberkarbon-Perm der Karnischen Alpen zwischen Schulterkofel und Tressdorfer Höhe. — Mitt. naturw. Ver. Stmk., 74, 5—20, 1 Tafel, Graz 1937.

Flügel, H., The geology of the Upper Džadgerud and Lar valleys (N-Iran). II. Paleontology. Permian Corals from Ruteh Limestone. — Riv. Ital. Paleont. 70, 3: 403—444, Taf. 28—34, Milano 1964.

Fomitschev, V. D., Koralli Rugosa i Stratigrafia sredne- i verchnekamenougolnich i permskich odloženiĭ Donezskogo Bassena. — 622 S., Moskva 1953.

Fontaine, H., Les Madreporaires Paleozoiques du Viet-Nam, du Laos et du Cambodge. — Text- u. Atlasbd., Arch. Géol. Viet-Nam, 5: 1—276, Taf. 1—35, Saigon 1961.

Forbes, C. L. — Harland, W. B. — Hughes, N. F., Palaeontological evidence for the age of the Carboniferous and Permian rocks of Central Vestspitsbergen. — Geol. Magazine, 95: 465—490, 2 Tab., 1 Textfig., 1958.

Gräf, W., Permische Korallen aus dem Zagros-Gebirge, dem Elburz und aus Azerbeidjan, Iran. — Senck. leth., 45: 381—432, Taf. 34—41, Abb. 1—5, Tab. 1—2, Frankfurt/M. 1964.

Heritsch, F., Versteinerungen aus dem Oberkarbon von Jauerburg-Assling im Oberkrain. — Carniola, 9, 60—67, Ljubljana 1919.

Heritsch, F., Versteinerungen aus dem Karbon der Karawanken und Karnischen Alpen. — Abh. Geol. B.A., 23, 3, 3—56, Taf. 1—4, Wien 1931.

Heritsch, F., Rugose Korallen aus dem Trogkofelkalk der Karawanken und der Karnischen Alpen. Prirodoslovne razprave, 2, 42—45, Taf. V—VI, Ljubljana 1933.

Heritsch, F., Die Korallen der Moskauer-, Gshel- und Schwagerinen-Stufe der Karnischen Alpen. — Palaeontogr. A, 83, 99—162, 5 Tafeln, 6 Textbeilagen, Stuttgart 1936. (1936 a).

Heritsch, F., A new rugose coral from the Lower Permian of Texas with remarks on the stratigraphic significance of certain Permian coral genera. — Amer. J. Sci., 32, 134—144. 2 Taf. New Haven 1936 (1936 b).

Heritsch, F., Rugose Korallen aus dem Salt Range, aus Timor und aus Djoulfa mit Bemerkungen über die Stratigraphie des Perms. — Sber. Akad. Wiss. Wien, Abt. I., math.-nat. Kl., **146**, 1—16, Taf. I u. II, Wien 1937. (1937 a).

Heritsch, F., Die rugosen Korallen und die Stratigraphie der Permformation. — F. E. Suess-Festschr. Geol. Ges. Wien, Mitt. **29**, 1936, 307—328, Wien 1937 (1937 b).

Heritsch, F., Die stratigraphische Stellung des Trogkofelkalkes. — N. Jb. Min. etc., **79**, B, 63—186, Taf. III—VIII, 2 Textabb., 4 Tab. Stuttgart 1938.

Heritsch, F., Die Korallen des Jungpaläozoikums von Spitzbergen. — Archiv f. Zool., 31 A, No. **16**, 1—138, 21 Taf., 1939. (1939 a).

Heritsch, F., Karbon und Perm in den Südalpen und in Südosteuropa. — Geol. Rundschau, **30**, H. 5, 530—588, Stuttgart 1939 (1939 b).

Heritsch, F., Ein Vorkommen von marinem Perm im nördlichen Ala Dag (Kilikischer Taurus, Türkei). II. Korallen, stratigraphische und paläogeographische Bemerkungen. — Sitzb. Ak. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **148**, 171—194, 2 Taf., Wien 1939. (1939 c).

Heritsch, F., Das Mittelmeer und die Krustenbewegungen des Perm. — Wiss. Jb. Univ. Graz, 305—338, Graz 1940.

Heritsch, F., Perm. — Geol. Jahresberichte, III A, 58—67, 1941, Berlin (1941 a).

Heritsch, F., Tetrakorallen aus dem Oberkarbon von Chios. — Sitzber. Ak. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I., **150**, 131—146, 6 Textfig., 1 Taf., Wien 1941. (1941 b).

Heritsch, F., Korallen aus dem Oberkarbon im Gebiete der Sana in Bosnien. — *ibid.*, 147—155, 1 Textfig. Wien 1941 (1941 c).

Heritsch, F., Nachweis des oberen Schwagerinenkalkes (unteres Perm) im Gebiete des Wotsch-Berges bei Pöltschach, südlich von Marburg a. d. Drau. — Zbl. Min. etc., B, 274—279, 1 Abb. Stuttgart 1941. (1941 d).

Heritsch, F., »*Clisiophyllum*« aus dem Oberkarbon. — Zbl. Min. Geol. Pal., B, 129—138, 10 Textfig., Stuttgart 1941. (1941 e).

Hill, D., Rugosa and Heterocorallia. — in Moore, R. C., Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata. Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Press, 233—327, Abb. 165—221, New York 1956.

Huang, T. K., Permian Corals of Southern China. — Pal. Sinica, (B) **8**, 1—163, Taf. 1—16, Peiping 1932.

Hudson, R. G. S., Permian Corals from Northern Iraq. — Palaeontology, **1**, 3, 174—192, Taf. 32—35, 4 Textfig., London 1958.

Igo, H., Note on some permian corals from Fukuji, Hida Massif, Central Japan. — Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., **34**, 79—85, Taf. 8, 1959.

Kahler, F., Fortschritte in der Stratigraphie des Jungpaläozoikums Südosteuropas. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **51**, 1958, 67—88, 7 Tab., 1 Abb., Wien 1960.

Kostić-Podgorska, V., Karbonische Korallen von Slovenski Javornik und Javorniški rovt. Ann. geol. Penins. Balkanique, **22**, 93—97, 3 Textfig., Beograd 1954.

Lipold, M. V., Die Eisenstein führenden Diluvial-Lehme in Unter-Krain. Jb. Geol. R. A., **9**, 246—257, mit Uebersichtskarte, Wien 1858.

McCutcheon, V. A. & Wilson, E. C., *Ptolemaia*, A new Colonial Rugose Coral from the Lower Permian of Eastern Nevada and Western Russia. — J. Paleont., **35**, No. 5, 1020—1028, Taf. 123, 3 Textfig., Tulsa 1961.

Morlot, A., Ueber die geologischen Verhältnisse von Oberkrain. Jb. G. R. A. **1**, 389—411, Wien 1850.

Ramovš, A., Razvoj mlajšega paleozoika v okolici Ortneka na Dolenjskem. — Im Manuskript.

Ramovš, A., Biostratigraphie der Trogkofel-Stufe in Jugoslawien. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **7**, 382—388, Stuttgart 1963.

Ramovš, A. & Schouppé, A. v., Karbon und Perm im Vitanje-Gebirge—Ostkarawanken—NW—Jugoslawien. — Ramovš, A., Geologischer Ueberblick und Faunenangabe. — Schouppé, A. v., Beschreibung der Ko-

rallenfauna. — N. Jb. Geol. Pal. Mh., 1961, 7, 346—353; 354 374, 4 Textabb. Stuttgart 1961.

Schindewolf, O. H., Zur Kenntnis der *Polycoelien* und *Pterophyllen*. Eine Studie über den Bau der »Tetrakorallen« und ihre Beziehungen zu den Madreporarien. — Abh. Reichsanst. Bodenforsch., N. F., 204, 324 S., 36 Taf., 155 Abb. Berlin 1942.

Schouppé, A. v. & Stacul, P., Die Genera *Verbeekiella* Penecke, *Timorphyllum* Gerth, *Wannerophyllum* n. gen., *Lophophyllidium* Grabau aus dem Perm von Timor.-Palaeontographica, Suppl. 4, V. Abt., Liefg. 3: 95—196, 2 Taf., 9 Abb., 7 Blg., Stuttgart 1955.

Schouppé, A. v., Nachweis von Unterperm in Attika durch *Carinthia-phyllum suessi* Heritsch 1936. — Ann. geol. des pays Helléniques, 1961, 122—128, Taf. XIX, 3 Textabb., 1961.

Schouppé, A. v. & Stacul, P., Säulchenlose *Pterocorallia* aus dem Perm von Indonesisch Timor (mit Ausnahme der *Polycoelidae*). Eine morphogenetische und taxonomische Untersuchung. — In Wanner, J., Beitr. Geol. Niederl. Indien. — Palaeontogr. Suppl., 4, V. Abt., Liefg. 4, 197—359, Taf. IX—XIII, 5 Blg., 41 Abb., Stuttgart 1959 (1959 a).

Schouppé, A. v. & Stacul, P., Die Fossula der *Pterocorallia*, ihre morphogenetische und taxonomische Bedeutung. — N. Jb. Geol. Pal. Abh., 108, 1, 21—46, 4 Taf., 9 Textfig., Stuttgart 1959 (1959 b).

Schouppé, A. v. & Stacul, P., Die Axialstruktur der *Pterocorallia*. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 112: 251—280, Taf. 32, 10 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1961.

Schouppé, A. v. & Stacul, P., Das Stereoplasma der *Pterocorallia*, seine Genese und Struktur. — N. Jb. Geol. Pal. Abh., 114, 1, 24—57, Taf. 1, 9 Textfig., Stuttgart 1962.

Soshkina, E., Die unterpermischen Korallen vom Westabhang des nördlichen Uralgebirges. — russ., Zeitschrift unbekannt, 1928.

Soshkina, E., The Lower Permian Corals of the Oufimskoe Plateau. — Bull. Soc. Nat. Moscou, Ser. Geol., X (2), 251—267, 1 Taf., 35 Fig., Moskau 1932.

Soshkina, E. — Dobrolyubova, T. — Porfiriev, G., The Permian Rugose Corals of the European Part of the USSR. — Acad. Sci. USSR, Pal. Inst. Palaeontology of USSR, vol. V., part. 3, fasc. 1; 304 S., 63 Taf., Moskau-Leningrad 1941.

Rakovec, I., Beiträge zur Fauna aus dem Oberkarbon von Javornik in den Karawanken. — Prirod. razprave, 1, 67—88, Taf. III, Ljubljana 1931.

Stache, G., Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. Jb. Geol. R. A., 24: 135—274, Taf. 6—8, Wien 1874.

Teller, F., Geologie des Karawankentunnels. — Denkschrift Math. Naturwiss., Kl. Akad. Wiss., 82, 143—250, 3 Taf., 29 Abb., Wien 1910.

MAGMATSKE KAMENINE V GRÖDENSKIH SKLADIH V SLOVENIJI

Ančka Hinterlechner-Ravnik

Z 1 sliko med tekstom, z 9 slikami in 1 tabelo v prilogi

Uvod

Ob raziskavanju grödenskih sedimentov v Sloveniji v zvezi z njihovo uranonosnostjo smo našli v njih tudi kamenine magmatskega izvora. Predstavljajo jih prodniki v grödenskih konglomeratih in konglomeratnih peščenjakih in tudi primarni izdanki, za katere pa še vedno obstoji dvom, če niso morda mlajši od grödena.

Te kamenine do sedaj še niso bile raziskane; zato smo jih petrografsko in kemično analizirali.

Material smo nabrali na območjih, kjer so grödenski skladi v Sloveniji najbolj razširjeni. Konglomeratne plasti grödena so najbolj razvite v Karavankah in na Pohorju. Nekaj zelo lepih vzorcev konglomeratov smo dobili v Škofjeloškem hribovju — južno od Škofje Loke. Iz navedenih lokacij izhaja pretežni del analiziranih prodnikov. Posamezni prodniki iz konglomeratnih peščenjakov pa so nabrani v okolici Sovodnjega, Radeč in drugod.

V Dolžanovi soteski smo našli med grödenskimi in werfenskimi plastmi v tektonskem kontaktu vijoličasto efuzivno kamenino, za katero domnevamo, da je primarni izdanek, ekvivalenten izdankom, iz katerih izhaja material vijoličastih vulkanskih prodnikov v grödenskih sedimentih. Podobni izdanki se nahajajo v manj jasnem tektonskem kontaktu tudi vzhodneje, proti Lomu.

V okolici Mlake, na Jezerskem in na Pohorju pa smo našli v grödenskih skladih izdanke zelenega diabaza.

Navedli bomo značilnosti pregledanih vzorcev magmatskih kamenin, ki nastopajo v grödenskih skladih Slovenije. Dacita, ki prebija grödenske sklade severozahodnega Pohorja, ne bomo obravnavali, ker ne predstavlja paleozojske magmatske faze. Dokazano je, da je dacit nastal v kredni dobi ali pa še kasneje.

Iz lokacij, kjer smo imeli na razpolago več vzorcev, bomo navajali skupne karakteristike vseh vzorcev, odkoder pa smo imeli na razpolago en sam vzorec, bomo navedli le njegov natančen popis.

Prodniki vulkanskih kamenin v grödenskih sedimentih

Prodniki v Dolžanovi soteski in na območju Loma

V Dolžanovi soteski se začne sedimentacija grödena z grobo zrnatim vijoličastim konglomeratom. Stratigrafski položaj teh plasti je točno določen, ker leže na skladih apnene trbiške breče.

Grödenski konglomerat Dolžanove soteske se razlikuje od konglomeratov iz drugih lokacij po tem, da je zelo grobo zrnat in da vsebuje veliko vijoličastih prodnikov prodornin.

Konglomeratne plasti so debele okrog 50 m. Že na kratki razdalji v profilu vzhodno in zahodno od doline Tržiške Bistrice teh plasti ni več opaziti, ker se izklinjajo. Tudi celotni grödenski pas poteka v obeh smereh nepravilno in je močno dislociran.

V starejših sedimentih ob Tržiški Bistrici, predvsem v karbonskih konglomeratih, ki leže pod grödenom, nismo našli vijoličastih vulkanskih prodnikov. Zato sklepamo, da so ti permske starosti. Na južnem Tirolskem so znane v permu velike erupcije kislih magmatskih različkov. Verjetno so ekvivalenti teh vulkanskih izbruhov, ki so dajali detritus za grödenske sedimente, v neposredni bližini, le da so prekriti.

V konglomeratu prevladujejo sivi in svetlo, redkeje intenzivno vijoličasti kremenovi prodniki. Kremen je žilnega ali metamorfnega izvora. Redki so prodniki črnih luditov in rdečega glinastega skrilavca. Prodniki vijoličaste magmatske kamenine so enakomerno vtrošeni v konglomeratu. Prodniki konglomerata merijo povečini do 15 cm. Ponekod pa merijo kremenovi prodniki do nekaj cm, prodniki vulkanske kamenine pa do 2 dm. Njihova povprečna velikost je 3 do 12 cm. Po velikosti niso sortirani, a so večji od prodnikov ostalih komponent. Zaobljenost magmatskih prodnikov je srednja, delno slaba. Ostale komponente pa so bolj zaobljene. To nam dokazuje bližino kamenin, iz katerih izhajajo magmatski prodniki. Grobo zrnat konglomerat prehaja v drobneje zrnatega in se menjava s konglomeratnim peščenjakom, peščenjakom in skrilavim peščenjakom. V grobo zrnatem konglomeratu tvorijo vezivo drobni rožnati in beli kremenovi prodniki, v bolj drobno zrnatem konglomeratu pa je vezivo grobo peščeno, prav tako silikatno in rahlo limonitizirano. Konglomerati so kompaktni, delno nekoliko porozni.

Vezivo med konglomerati je grobo zrnato, peščeno; zato bomo opisali grobo zrnat peščenjak, ki ima podobno sestavo.

Petrografske analiziran peščenjak, ki se nahaja med konglomerati, je rdečkast in porozen. Pore so včasih izlužene, delno zapolnjene z limonitiziranim idiomorfnim kalcitom. Peščenjak prehaja v konglomeratni peščenjak; prodniki merijo do 0,5 cm in pripadajo bolj ali manj kataklaziranemu kremenju, ki je tudi bistvena komponenta peščenjaka. Razen teh opazimo še zelo drobno zrnate sericitno-kremenove drobce in veliko vulkanskih fragmentov. Zrna kremenja so nezaobljena, včasih idiomorfna, magmatsko resorbirana in povečini nekoliko kataklazirana. Sericitizirani kremenovi drobci so verjetno metamorfnega izvora; drobci drobno zrnatega kvarcita so redki. Vulkanski fragmenti so limonitizirani ali samo rahlo kloritizirani. V limonitiziranih vidimo sledove fluidalne teksture.

Pogosto vsebujejo nalomljene drobce ali celo vtrošnike kremenca. Zelo redka sta muskovit in akcesoren turmalin. Velikost zrn peščenjaka variira od nekaj desetink mm do 2 mm. Zrna niso zaobljena. Vezivo peščenjaka, ki ga je malo, je kontaktnega tipa, mikrokristalno, silikatno, delno sericitizirano in limonitizirano. Poleg kremenca opazimo v vezivu tudi kalcedon in opal.

Peščenjak je diagenetsko zelo spremenjen. Osnova se mestoma težko loči od mikrokristalnih silikatnih drobcev podobne strukture. Peščenjak sečejo tanke kremenove in kalcitne žilice. Katakklaza je lepo vidna in se kaže v rekristalizaciji snovi zrna v razpoki in podaljšku prvotnih zrn v tanke lezike, ki segajo prek njihovega oboda (vz. 10 DS in 12 a DS) (1. sl.).

Vulkanski prodniki so vedno bolj ali manj intenzivno rdeči, včasih zaradi velike količine limonita skoraj črni. Povečini vsebujejo megaskopsko vidne vtrošnike kremenca, ki dosežejo včasih dolžino celo nekaj milimetrov. Megaskopsko vidni sledovi tečenja so pogostni. Redkeje pa vidimo v osnovi kamenine klastične fragmente nekoliko drugačne barve in strukture, kot jih opazujemo na ostali kamenini.

Teller (1904) omenja v grōdenskih konglomeratih tudi zelenkaste magmatske prodnike. Kljub temu, da smo konglomerate skrbno pregledali, take vrste prodnika nismo našli. Na sekundarnem mestu smo v potoku Tržiške Bistrice med prodniki, ki izhajajo iz grobo zrnatih konglomeratnih plasti, sicer našli zelen prodnik s porfirsko strukturo, vendar ne moremo trditi, da izhaja iz grōdenskih sedimentov.

Slika vulkanskih prodnikov pod mikroskopom nam potrjuje megaskopski videz teh kamenin. Struktura prodnikov je vedno prava porfirska s holokristalno nehomogeno osnovno maso. Steklasta osnova je rekristalizirana. Včasih je drobno zrnata (do 0,1 mm), navadno pa je afanitska: delno mikro- delno kriptokristalna. Drobna zrna rekristalizirane osnove so zelo nepravilnih oblik in se včasih zajedajo druga v drugo. V osnovi ločimo zrna kremenca, kalcedona in limonita. Ostalih mikrokristalnih komponent ne moremo ločiti. Kremen osnove je včasih čist, prozoren, včasih pa poln limonitnega iverja. Limonit je pogosto paličast (stotinke milimetra). Rekristalizacija je notranjo strukturo močno zbrisala. Vitroklastična struktura je ohranjena le v zelo redkih vzorcih (2. sl.) in še to slabo. Prvotne kamenine so bile izpostavljene močnim pritiskom, ki so steklaste drobce sploščali in zbrisali tudi njihovo aksiolitno strukturo. Glede na količino vtrošnikov je struktura pregledanih vzorcev včasih polifirska in prevladujejo vtrošniki nad osnovno maso; povečini pa je struktura oligofirska in opazujemo zelo malo vtrošnikov. Po velikosti vtrošnikov delimo pregledane vzorce v dve skupini; prvi imajo eoporfirsko strukturo, tj. velike vtrošnike (do 6 mm), drugi pa mikroporfirsko strukturo, kjer opazujemo le majhne vtrošnike (desetinke mm). Vtrošniki so redko idiomorfni, navadno hipidiomorfni. Zrna so nalomljena in močno razpokana. Manjša kremenova zrna so navadno nalomljena ali pa skoraj krožno nataljena. Vtrošniki kremenca so magmatsko zelo korodirani. Včasih pa vidimo na njih tudi avtigeno naraščanje zaradi delne rekristalizacije osnove.

Vtrošniki in fragmenti so nanizani v tankih plasteh. Tudi spremembe v velikosti zrn rekristalizirane osnove in v stopnji limonitizacije osnove

4. TABELA: PREGLED PETROGRAFSKIH ANALIZ

[illegible]

potekajo v tankih plasteh. To je značilno za psevdofluidalno oziroma eotaksitsko strukturo.

Tudi litoidni vulkanski fragmenti (plovec) so usmerjeni. Zaradi močne rekristalizacije so pod mikroskopom le še slabo vidni. Njihova struktura je zabrisana.

Naštete lastnosti, ki smo jih opazovali v bolj ali manj značilni obliki v pregledanih prodnikih, so značilne za ignimbrite.

Pregledali smo 12 prodnikov iz Dolžanove soteske. Vsi pregledani vzorci vsebujejo kremenove vtrošnike.

En sam vzorec (6 DS/5837) ima polifirsko in eoporfirsko strukturo. Megaskopsko smo videli več takih prodnikov; od ostalih se ločijo tudi po izredno močni limonitizaciji mikrokristalne osnove, ki daje kamenini skoraj črno ali pa intenzivno rdečo barvo. Vendar vidimo megaskopsko na vzorcu 6 DS tudi 0,5 cm širok pas brez vtrošnikov. Vtrošniki kremena dosežejo v omenjenem vzorcu 6 mm. Pogosto so hipidiomorfni in zelo razpokani. Razpoke so ločno ukrivljene; večje so zapolnjene z mikrokristalnim kalcedonom, ki ni limonitiziran. V vtrošnikih kremena vidimo tudi zaporedno nanizane zračne mehurčke, kar je za vulkanski kremen značilno. Kremen je izrazito magmatsko korodiran. Nataljene oblike kremenovih vtrošnikov zapolnjuje ob robovih in tudi v centru zrn žarkovito vlaknat kalcedon, ki ni limonitiziran. Nekateri robovi vtrošnikov so kemično korodirani. V osnovi so pogosto manjša nalomljena zrnca kremena, ki dosežejo velikost od nekaj stotink mm do nekaj desetink mm. Mikrokristalna osnova ni homogeno limonitizirana. V osnovi vidimo mikrolite minerala z visokim dvolomom, ki zaradi drobne zrnavosti ni več določljiv. V tem vzorcu usmerjenost v preparatu zaradi velikih vtrošnikov ni najbolj izrazita, vendar jo lahko opazujemo megaskopsko.

Pregledani vzorec je delno podoben še dvema prodnikoma. Eden od teh (vzorec 6 c DS/6098) ima nekoliko manjše in manj številne kremenove vtrošnike kot pravkar opisani prodnik, vendar izrazito več kot ostali prodniki te lokacije. Drugi prodnik (DS 8945) pa vsebuje redke večje kremenove vtrošnike, ki so istega značaja kot do sedaj opisani, a ima močno limonitizirano osnovo. Oba imata izrazito fluidalno teksturo.

V teh dveh prodnikih dosežejo vtrošniki velikost do 3 mm, manjša zrna in fragmenti kremena v osnovi pa okrog 0,1 mm. Razporejeni so fluidalno v plasteh. Nekateri vtrošniki so hipidiomorfni, drugi nalomljeni, magmatsko resorbirani, razpokani v obliki ločno ukrivljenih razpok. Širše razpoke so zapolnjene s kalcedonom; nekatere potekajo le v vtrošnikih, druge pa se nadaljujejo tudi v osnovo. Opažamo tudi zrna popolnoma limonitiziranega biotita (do 1 mm), ki ga spoznamo le po konturah.

Rekristalizirana osnova ni homogena, temveč delno zelo drobno zrnata delno afanitska. Spremembe zrnavosti potekajo v nepravilnih pasovih. V osnovi je tudi nekaj sericita. V kamenini (vz. DS 8945) nastopajo tudi nepravilni vulkanski litoidni vključki z afanitsko osnovo, z nalomljenimi zrni kremena, jasno vidno laminacijo in z neenakomerno impregnacijo z limonitom.

Od vseh vzorcev, nabranih v Dolžanovi soteski, lahko vidimo najlepše ohranjene značilnosti ignimbritov prav v vzorcu 6 c DS/6098. Tudi ta

vzorec je rekristaliziran. Vsebuje rekristalizirane in nekristalizirane fragmente plovca, velike nekaj desetink milimetra. Kamenina je prestala močno raztezanje pod pritiskom. Vitroklastična struktura je zelo zabrisana. Brez analizatorja še lahko vidimo v osnovi sledove laminarnega tečenja in vrtninčenja sedaj afanitsko rekristalizirane steklaste osnove. Oba pojava opazujemo predvsem okrog večjih kremenovih vtrošnikov in v večjih razpokah, ki razpolavljajo vtrošnike. Tečenje v osnovi je mnogo-krat prekinjeno.

Vsi ostali prodniki so svetleje vijoličasti (6, 6-a DS, 7 DS, 11 DS, 12 DS — dva vzorca). Imajo bolj ali manj rekristalizirano osnovo in redke vtrošnike kremenca. Niti osnova niti razporeditev vtrošnikov nista homogeni. Osnova je zaradi drobnih zrn limonita motna. Pod mikroskopom ločimo v osnovni masi le kremenova zrna, ostale komponente so preveč drobno zrnate, da bi bile določljive. Kremenovi vtrošniki so drobni. Povečini merijo le nekaj desetink milimetra. Vtrošniki so idiomorfni, pogosto so njihovi preseki zaradi natalitve krožni. Včasih so zelo magmatsko korodirani. V nekaterih zrnih opazujemo neenotno potemnitev. Od sekundarnih pojavov opazujemo naraščanje kremenovih vtrošnikov na račun osnove. Prvotno zrno je prozorno, narasli del je rahlo limonitiziran, potemnitev obeh delov pa enotna. Po obliki sodeč je nastopal tudi biotit, a je ohranjena le njegova oblika s sledovi listavosti, mineral sam pa je nadomeščen z limonitom in kalcedonom.

Manjši fragmenti vtrošnikov kremenca so v afanitski osnovi ostrorobi, podolgovati. V bolj grobo kristalizirani osnovi pa so drobna prvotna zrna kremenca, ki so istega velikostnega reda (do 0,2 mm), navadno magmatsko nataljena in zato zaobljena. Od zrn osnove jih ločimo po tem, da niso limonitizirana in po nataljenih oblikah.

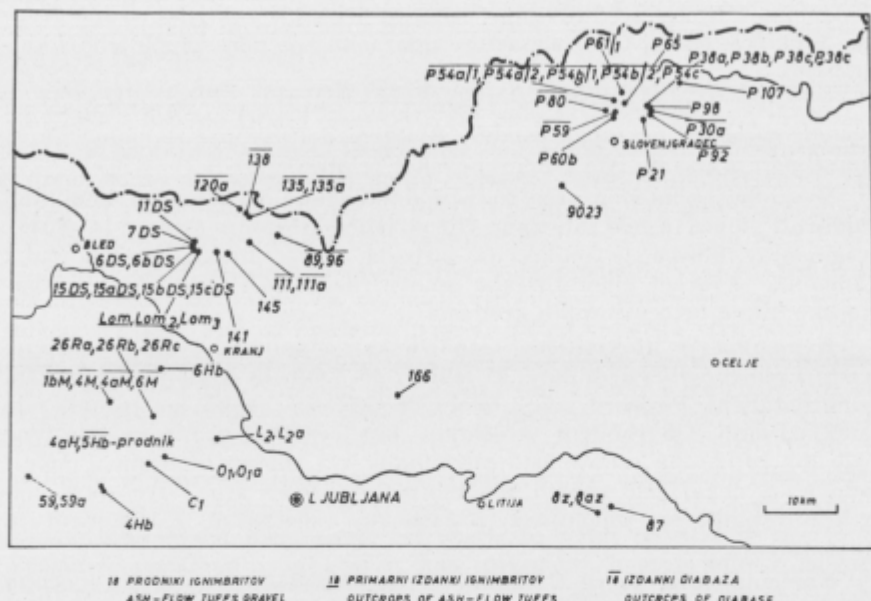
V vzorcih 6-a DS/6091, 6-a DS in 7 DS vidimo v osnovi, zaradi močne rekristalizacije pogosto bolje brez analizatorja kot z njim, litoidne fragmente plovca, ki merijo do nekaj desetink mm. Njihova steklasta osnova je afanitska, redkeje drobno zrnato rekristalizirana (6-a DS/6001). V nekaterih redkih fragmentih vidimo zaradi limonitizacije še ohranjene sledove laminacije. Vendar je notranja struktura močno zabrisana. Drobcji so bili zelo sploščeni in rekristalizirani.

V vseh zbruskih je izrazita psevdofluidalna tekstura, ki se kaže v približno paralelni legi vtrošnikov in litoidnih fragmentov v smeri toka, v menjavanju bolj ali manj limonitiziranih pasov, v menjavanju relativno bolj ali manj drobno rekristaliziranih pasov osnovne mase, ki so pogosto zvrtninčeni. Limonit je mikrokristalen, pogosto nastopa v obliki drobnih letvic (stotinke mm) in tvori nepravilne skorjaste oblike, ki so tudi vzporedne glavni usmerjenosti.

V osnovi te skupine prodnikov opazujemo tudi povsem limonitizirane oglete litoidne fragmente, kar še povečuje neenotnost texture kamenine. Tem so podobni nepravilni kalcedonski vključki, ki so zaradi svoje barve manj izraziti od limonitnih.

Od pregledanih vzorcev imajo vzorci 6 DS, 11 DS in 12 DS najbolj nehomogeno strukturo, ki jo poudarjajo številna drobna rekristalizirana

MAGMATSKÉ KAMENINE V GRÖDENSKIH SKLADIH V SLOVENIJI IGNEOUS ROCKS IN THE GRÖDEN STRATA IN SLOVENIA



zrna litoidnih vulkanskih fragmentov; njihovo strukturo komaj še spoznamo.

Skoraj v vseh prodnikih te skupine se žilice, zapolnjene z mikrokristalno kalcedonsko in opalno snovjo, lepo ločijo od osnovne mase, ker niso limonitizirane.

Kamenine so prestale močno rekristalizacijo in so bile pri nastajanju izpostavljene močnim pritiskom.

Kemično smo analizirali dva prodnika (7 DS in 6 DS). Rezultate bomo obravnavali v posebnem poglavju. Tukaj naj omenimo samo, da so zelo spremenjeni in da predstavljajo skrajno kisle magmatske razlike.

Na jugovzhodnem obrobju Loma smo našli v grödenskem konglomeratu zanimive magmatske razlike, podobne vzorcem iz Dolžanove soteske.

Vzorec 145-a/6067 je podoben ostalim pregledanim kameninam s tega področja. Je močno limonitiziran in ima veliko kremenovih vtrošnikov ter jasno izraženo psevdofluidalno teksturo, ki se kaže v razvrstitvi vtrošnikov in v stopnji limonitizacije posameznih pasov. Vzorec ima eoporfirsko in polifirsko strukturo z mikrokristalno osnovno maso. Največji vtrošnik doseže dolžino 5 mm. Vtrošniki so idiomorfni in močno magmatsko nataljeni. Ločimo pasove, bogate z velikimi vtrošniki, in pasove, ki vsebujejo samo drobna kremenova zrna osnove. Vtrošniki so zaradi natalitve zaobljeni, nekateri pa nepravilno korodirani in zaradi korozije včasih skoraj razpolovljeni. Osnovo sestavljata mikrokristalen

limonit in kremen. Vidna je jasna usmerjenost in laminacija magme. Redki so do 0,3 mm veliki litoidni fragmenti iste sestave kot ostala osnova, le z nekoliko drugačno mikrostrukturo; povečini ločimo pri njih manj kremenovih zrn v osnovi. So bolj ali pa manj limonitizirani kot celotna kamenina. Mogoče predstavljajo nekateri od njih rekristalizirane fragmente plovca. Nekaj teh fragmentov ima nekdanje pore zapolnjene s kalcedonom.

Nekateri hipidiomorfni in magmatsko resorbirani vtrošniki so na robovih naraščali na račun osnove. Avtigeni del vsebuje le malo mikro-litov limonita in ima isto potemnitev kot celotno zrno.

V okolici Loma smo našli tudi prodnik z lepo ohranjenimi številnimi fragmenti plovca in zelo zabrisano vitroklastično teksturo (vzorec 141/6034). Fragmentov plovca je toliko, da pripada vzorec litoklastičnemu tufu. Kamenina je zaradi limonitizirane osnove rdečkasta in vsebuje že megaskopsko vidne bele vtrošnike kremenca.

Kamenina je litoklastična, eoporfirska, oligofirska, vendar vsebuje precej kremenovih vtrošnikov, ki merijo do 3 mm in so delno idiomorfni delno nataljeni. Povečini imajo enotno potemnitev, nekaj pa je tudi zelo kataklaziranih. Ob robovih vtrošnikov ima rekristalizirana in relativno malo limonitizirana osnova isto potemnitev kot celotni vtrošnik. Limonit nadomešča nekaj zelo redkih zrn biotita. Nekatera zrna vtrošnikov nepravilnih oblik so zapolnjena z žarkovito vlaknatim kalcedonom in muskovitom.

Kamenina ima psevdofluidalno in vitroklastično teksturo z močnim vrtnčenjem osnove in fragmentov. Nanjo sta že močno delovala pritisk in rekristalizacija, ki sta precej zabrisala prvotno sliko, vendar je tekstura še vidna. Tudi nekdanje pore plovca so popolnoma sploščene, vendar jasne.

Rekristalizirani litoidni fragmenti so delno mikrokristalni delno pa drobno zrnati. V mikrokristalnem delu vidimo lineacijo, če jo opazujemo z analizatorjem ali brez njega; v drobno zrnatem delu pa je lepše vidna brez analizatorja. Izrazita je zaradi razporeditve limonita.

Osnova je vedno afanitska. V osnovi lahko ločimo pod mikroskopom mikrokristalen limonit, kremen, kalcedon, manjša zrna limonita in fragmente kremenovih zrn. Nastopajo tudi drobni (do 0,1 mm) litoidni fragmenti, ki se ločijo od osnove le po nekoliko drugačni mikrostrukturi. Vitroklastični sedimenti osnove so zelo sploščeni, stisnjeni, paralelno orientirani in rekristalizirani, torej slabo spoznavni.

Prodniki s Pohorja

Na Pohorju imamo v grōdenskih skladih v celotni Sloveniji največ konglomerata, ki je tudi najbolj grobo zrnat. Plasti konglomerata dosežejo maksimalno debelino 10 m. Zlasti lepo so odkrite v dolini potoka Požarke, kjer sestavljajo vulkanski prodniki do 1/3 njihovega materiala.

Konglomerat ima grobo zrnato silikatno vezivo. Prodniki so povečini lepo zaobljeni, vendar je stopnja zaobljenosti odvisna od izhodnega materiala. Najslabše so zaobljeni nekateri prodniki rožencev. Barva konglo-

merata je povečini rahlo rožnata, v detajlih pa je odvisna od barve prodnikov.

V konglomeratu prevladuje kremen in kvarcit bele in rožnate barve. Opazujemo še sive, rdeče, črne in zelene rožence, rdečkaste, redkeje zelenkaste peščenjake in alevrolite ter fragmente metamorfoziranih kamenin kot filit, blestnik, kvarcit.

Najbolj so nas zanimali magmatski prodniki. Njihova struktura je porfiriska z drobno zrnato osnovo, barva pa v različnih niansah vijoličasto rdeča. Prodniki so zaobljeni in dosežejo dolžino do 20 cm. Že megaskopsko vidimo, da so nehomogeni in imajo fluidalno teksturo poudarjeno v razporeditvi vtrošnikov in z bolj ali manj limonitiziranimi pasovi kamenine; pod mikroskopom pa so ti pojavi še izrazitejši.

Po količini vtrošnikov opazujemo v pregledanih vzorcih polifirsko ali oligofirsko strukturo, po velikosti vtrošnikov pa eoporfirsko, redkeje mikroporfirsko. Pač pa opazamo pogosto poleg velikega vtrošnika manjšega. V splošnem dosežejo vtrošniki kremena lahko precej večjo velikost (do nekaj mm) kot vtrošniki plagioklaza (do 1 mm). Kremen je pogosto magmatsko zelo korodiran, potemnitev je neenotna. Vtrošniki kažejo znake magmatske in kemične resorbcije. Osnova ob nekaterih kremenovih vtrošnikih pa je rekristalizirala in kaže enako optično orientacijo. Plagioklazi so navadno popolnoma sericitizirani in kaolinizirani. Njihova oblika je idiomorfna. Pojavi magmatske resorbcije so vidni na njih le izjemoma. Včasih so plastično upognjeni in zelo razpokani. Kjer je bilo le mogoče, kajti popolnoma svežih plagioklazov ni, smo izmerili glinence pod Fedorovim mikroskopom. Izmerjena zrna pripadajo ortoklazu, anortoklazu in albitu.

V vzorcu P-38-e smo izmerili zrna, ki pripadajo ortoklazu. Kot 2 V znaša -55° , v drugem zrnju pa -61° (merjeni obe osi). Os Nm // R = $\perp$ (001), kot Np ∇ [100] = ca. 4° .

Glinence smo lahko izmerili tudi v vzorcu P 98. Pripadajo ortoklazu in anortoklazu. Pri kotu 2 V smo upoštevali le meritve, kjer sta bili zmerjeni obe osi. Razpoke so zelo slabe in kloritizirane; navajamo le zanesljivo določene vrednosti.

Anortoklaz: [010] ∇ Ng = 6° , 2 V = -53° , -55°

Ortoklaz: [100] ∇ Np = 4° , 2 V = -64°

Od lepo kristaliziranih zrn nastopata še biotit in muskovit. Prvi je navadno spremenjen v muskovit z limonitnim robom. Skrajna sprememba pa je popolna limonitizacija.

Vsi našeti vtrošniki so pogosto nanizani v vrste. V njihovi neposredni bližini vidimo ohranjeno laminarno tečenje v osnovi. Koncentracija limonita v osnovi se proti vtrošnikom povečuje.

Vtrošniki v posameznih prodnikih pripadajo samo plagioklazu ali pa kremenu in plagioklazu skupaj. Prodnika, ki bi vseboval samo vtrošnike kremena, kakršne smo našli v Karavankah, med pohorskimi različki ni. Množina in velikost vtrošnikov se, kot že omenjeno, zelo spreminjata.

Steklasta osnova prodnikov je rekristalizirana na različne načine: je afanitska do drobno zrnata, vedno bolj ali manj limonitizirana in včasih sericitizirana. Nekateri vulkanski fragmenti so zaradi limonitizacije skoraj neprosojni.

Osnovna masa, kolikor jo zaradi limonitizacije in sericitizacije sploh lahko določimo, pripada povečini kremenu, sericitu in kalcedonu. Opazimo pa tudi osnovo samih drobnih bolj ali manj idiomorfni sericitiziranih plagioklazov in zrn limonita z redkimi zrnji kremenca. V paralelni legi večjih zrn plagioklaza tega vzorca je izražena lineacija (vzorec P-38-a). Rekristalizirano steklo s sferuliti plagioklaza in kremenca ter s številnimi koncentričnimi razpokami v osnovi in v vtrošnikih kremenca je ohranjeno v enem samem vzorcu (vzorec P-98, 3. sl.). To je značilno za perlitisko strukturo.

Zanimivi sta fluidalna in vitroklastična tekstura. Zaradi rekristalizacije osnove so od vitroklastične teksture ohranjeni le še sledovi (vzorci P-21, P-38, P-65, P-98). Tekstura je zaradi rekristalizacije vidna jasneje brez analizatorja. Vitroklastična struktura je relativno najbolj jasno ohranjena v vzorcu P-38-e (4. sl.) ob robovih vtrošnikov. V vzorcu P-21 pa opazujemo, da so drobci stekla pod vplivom pritiska popolnoma raztegnjeni in sploščeni. Kamenina je tudi rekristalizirala. Fluidalna tekstura je izražena z različno zrnavostjo in limonitizacijo posameznih rekristaliziranih pasov, s pravilnim razporedom vtrošnikov, litoidnih fragmentov in rekristaliziranih vitroklastičnih drobcev stekla. Vtrošniki so navadno paralelni, redkeje prečni na smer toka.

Nehomogenost pregledanih vzorcev se kaže razen v fluidalni teksturi tudi v vključkih magmatskih litoidnih fragmentov. Vzorec P-38-e, ki smo ga kemično analizirali, vsebuje npr. do 1 cm velike redke litoidne vključke. Osnova tega prodnika je bogata z vtrošniki kremenca in plagioklaza, vključek pa vsebuje samo že povsem spremenjene plagioklaze in biotit. Razlika v mineraloški sestavi je bistvena. Tekstura je v obeh delih fluidalna. Ta vzorec vsebuje tudi manj izrazite mikrokristalne, le rahlo limonitizirane fragmente.

Pogostni so litoidni fragmenti, ki so popolnoma limonitizirani; vsebujejo paličaste drobne plagioklaze, ki so redko sveži in pripadajo v tem primeru albitu. Navadno so sericitizirani in usmerjeni, kar poudarja fluidalno teksturo drobcev. To vrsto fragmentov smo opazili pogosto tudi med detritusom, ki sestavlja peščenjake.

Tudi vzorec P-21 vsebuje nekaj desetink mm velike litoidne fragmente, ki se ločijo od osnove kamenine le po večji motnosti.

V enem prodniku (vzorec P-65, 5. sl.) smo opazili značilno litoklastično strukturo. Posamezne komponente so prav tako fluidalno razvrščene. Ločimo mikrokristalno osnovo, limonit, vtrošnike kremenca in plagioklazov ter tudi litoidne drobce, ki se le malo razlikujejo od osnove kamenine. So prav tako mikrokristalni. Vsebujejo lahko posamezne drobne vtrošnike kremenca in plagioklaza. Ob robovih so klastični fragmenti izrazito skorjasto limonitizirani. Merijo od desetinke mm do nekaj mm. So oglati ali zaobljeni. Manjši so oglati. Večji imajo obod kemično korodiran.

Struktura litoidnih fragmentov je zelo spremenjena, vendar so nekateri ohranili še nekaj značilnosti. V nekaterih opazujemo sferulitno rekristalizacijo osnove, ki jo poudarja limonit. Drugi fragmenti plovca pa kažejo, da so nekdanje votlinice popolnoma sploščene in stisnjene. V enem fragmentu smo še lahko opazili značilno obliko (Y) steklastega drobca.

V vezivu med fragmenti je jasno vidna laminacija. Vezivo ni popolnoma homogeno. Poudarja ga skorjasta oblika limonitiziranih pasov. Vidimo, da so se ne samo osnova, temveč tudi litoidni fragmenti plastično izogibali ovir, ki jih predstavljajo vtrošniki kremena. Osnova je mikrokristalna in vsebuje drobna nalomljena zrna kremena in plagioklaza (0,01 mm do 0,1 mm).

V enem drobno zrnato rekristaliziranim litoidnem fragmentu (2 mm) opazimo manjši mikrokristalen, močno limonitiziran litoiden fragment, v katerem sta še vidna laminacija in upogibanje.

Plagioklazi vtrošnikov in plagioklazi osnove so popolnoma sericitizirani. Zrna so hipidiomorfna in nepravilna, okrogla, podolgovata, tektonsko deformirana. Tudi vtrošniki kremena so hipidiomorfni ali nalomljeni, kemično in magmatsko korodirani.

Ta vzorec predstavlja ignimbritni litoklastičen tuf oziroma mikrobečo.

V vseh prodnikih so pogostne razpoke, zapolnjene s kremenom in sericitno snovjo. Nekateri so zelo tanke, druge dosežejo 0,1 mm.

Vijoličast vzorec P-38-c se nekoliko razlikuje od ostalih. Vsebuje že popolnoma limonitizirane stebričaste femične minerale. Tudi sicer so vtrošniki plagioklaza popolnoma sericitizirani, osnova pa mikrokristalno limonitizirana in sericitizirana.

Kamenina je verjetno bolj bazičen različek od riolita, a je preveč spremenjena, da bi jo mogli natančneje določiti.

Tudi že omenjeni močno limonitizirani fragmenti s spremenjenimi paličastimi drobnimi plagioklazi trahitske strukture so verjetno bolj bazični, a že spremenjeni diferenciat, kot rioliti (v drobno zrnatem konglomeratu P-60).

V grōdenskem peščenjaku (vzorec P-107) smo ugotovili zelen fragment, kakršnega med prodniki nismo zasledili. Manjše zelenkaste fragmente smo med peščenjaki opazovali večkrat, ta pa doseže dolžino 3 mm.

Drobec ima porfirsko strukturo in mikrokristalno kloritizirano osnovo. Vtrošnike zastopata sericitiziran plagioklaz in rogovača z drobnimi zrnimi kovinskega minerala. Vtrošniki merijo do 0,5 mm. Zrna rogovače sta manjši. Nastopata pa tudi večje (0,3 mm) in manjše (0,1 mm) zrno kremena. Večje zrno je nalomljeno, delno idiomorfno; na odlomljenem robu je kemično resorbirano.

V legi vtrošnikov in mikrolitih osnove je vidna usmerjenost.

Tudi ta fragment je bolj bazičen različek od večine pregledanih prodnikov, vendar imamo premalo materiala za nadaljnje analize, sam fragment pa je močno spremenjen. Za razliko od ostalih prodnikov je zelen (kloritiziran) in ne vijoličast (limonitiziran).

Veliki resorbirani vtrošniki, nehomogena, fluidalna, vitroklastična, litoklastična in sferoidalna tekstura so značilni za ignimbrite. Pregledani

vtrošniki kažejo vse naštete značilnosti, le da so nekatere zaradi rekristalizacije močno zabrisane. Pripadajo ignimbritnim kislim magmatskim diferenciatom.

Rezultate kemičnih analiz navajamo v posebnem poglavju.

Prodnik iz okolice Razborja, zahodno od Slovenj Gradca

V nekaj deset metrskem umazano sivo vijoličastem drobno zrnatem grōdenskem peščenjaku v prelazu nad Razborjem smo našli nekaj centimetrov velik vijoličast in zaobljen prodnik magmatske kamenine. V njeni gosti osnovi vidimo nepravilne in redke vtrošnike plagioklazov in sivkastega kremenca. Vtrošniki plagioklazov so svetlo vijoličasti, prsteni. Vzorec je ves preprežen z razpokami, ki potekajo v glavnem vse v eni smeri.

Pod mikroskopom vidimo, da je struktura kamenine prava porfirska. Osnova je rekristalizirana, mikrokristalna, limonitizirana. Zrna osnove merijo povečini manj od 0,1 mm. So nedoločljiva, ker so polna limonita in sericita. Limonit je delno drobno dispergirano delno pa nastopa v paličastih in kvadratnih zrnih.

Struktura kamenine je oligofirska in eoporfirska. Kot redki vtrošniki nastopajo idiomorfna zrna kremenca in glincev. Kremen je močno magmatsko korodiran. Redkeje opazujemo tudi kemično resorbcijo. Glinenci nastopajo posamično in v skupinah. V kremenovih vtrošnikih opazujemo drobne idiomorfne dvojčične glince (pojčilitska struktura).

Glinenci so močno sekundarno spremenjeni, kaolinizirani. Pogosto tvorijo dvojčična zraščanja po manebaškem zakonu (zakon 3. osi v $\perp$ (001)). Po podatkih na Fedorovem mikroskopu pripadajo ortoklazu. Kot 2 V znaša pri merjenju obeh osi -56° . Os Ng je vzporedna drugi kristalografski osi. Kot med (100) in Np znaša 4° .

Vtrošniki kremenca so večji kot vtrošniki glincev. Prvi dosežejo 3 mm, glinenci največ 1 mm, a zrna glincev v kremenu le do 0,2 mm.

Ob robu kremenovih vtrošnikov opazujemo rekristalizacijo osnove, ki ima sedaj isto optično orientacijo kot kremen.

Kamenino sečejo tanke razpoke (nekaj stotink mm), ki niso limonitizirane kot ostala kamenina. Potekajo prečno skozi vtrošnike in osnovo.

Limonit, ki daje kamenini barvo, je v njej razpršen v kriptokristalnih zrnih. Nastopajo tudi večja, okrog 0,05 mm velika zrna. Eno večje paličasto zrno je verjetno limonitiziran biotit. Vzorec ima še delno ohranjene glince, zato smo ga kemično analizirali. Kamenina je prodnik kremenovega porfirja (riolit). V njem ne opazujemo usmerjenosti posameznih komponent.

Prodniki s Sovodnjega in z Žirovskega vrha

V okolici Sovodnjega zahodno od Kočarja vsebujejo rdečkasti peščenjaki plasti drobno zrnatega rožnatega konglomerata. Njegovi prodniki niso zaobljeni in so sestavljeni v glavnem iz belega in rožnatega kremenca,

redko pa iz peščenjaka in vulkanske kamenine. Največji prodniki merijo do 2 cm, so pa redki.

Vijoličast prodnik vulkanske kamenine (vz. 59/6043) je sestavljen iz drobno rekristalizirane osnove (0,1 mm), ki je bolj ali manj limonitizirana. Sprememba limonitizacije poteka v pasovih. Na zunanjem robu prodnika je limonit najbolj koncentriran, in sicer poteka limonitizacija v obliki tankih vejic. Vtrošnikov v tem vzorcu ni.

Prodник sečejo zelo tanke nelimonitizirane kremenove žile, ki se od osnove jasno odražajo. Razpoke potekajo v dveh glavnih smereh in se nadaljujejo iz vijoličastega magmatskega prodnika v zrna kremena, ki tvorijo vezivo, kjer pa so manj izrazite in se ne ločijo niti po materialu niti po barvi od ostale kamenine. V smeri razpok je samo del zrn veziva rekristaliziral.

Tudi na poti k vrtini B-8 na Žirovskem vrhu smo v razkopu pri Mraku v konglomeratu našli nekaj magmatskih prodnikov (4-b H/5961, 4-a H/5965). En prodnik je vijoličasto zelen in tudi pod mikroskopom je osnova delno kloritizirana delno limonitizirana. Osnovo predstavlja srednje zrnato rekristalizirano steklo. Zrna rekristalizirane osnove so zelo nepravilnih oblik in slabo prosojna. Klorit nastopa v nepravilnih mikrokristalnih zrnih. Struktura je porfiriska. Redki idiomorfni vtrošniki plagioklaza so popolnoma spremenjeni: sericitizirani, kalcificirani, delno nadomeščeni s kremenom in svežimi drobnimi letvicami kislega plagioklaza. Nastopal je tudi vtrošnik femičnega minerala, ki pa je popolnoma spremenjen in ga spoznamo le po limonitnih konturah.

Kamenina je verjetno srednje kisla prodornina in je preveč spremenjena, da bi jo mogli natančneje določiti.

Drug prodnik je vijoličast in brez vtrošnikov. Pod mikroskopom vidimo, da je rekristalizirano steklo mikrokristalno. Brez analizatorja opazujemo drobno celičasto strukturo; premer celice je 0,1 mm. Celice so nanizane v paralelne vrste, ki so rahlo upognjene in večkrat prekinjene. Struktura je tako pravilna, da spominja na organsko. Mogoče predstavlja kamenina rekristaliziran fragment plovca.

Na istem mestu smo našli v sivkastem grödenskem peščenjaku tudi nekaj centimetrov velik slabo zaobljen zelen prodnik. Pod mikroskopom (vzorec 5-b H) vidimo, da je sestavljen iz zrn klorita helemintne strukture, ki je zlasti lepo vidna v zrnih kremena, kjer je klorit posejan na redko. Ta struktura je značilna za hidrotermalne in metasomatske procese. Prodник predstavlja torej metamorfozirano bazično kamenino. Kamenina je brečasta.

Prodник s kolovoza Planica—Čepulje (pri Škofji Loki)

Ob kolovozu Planica—Čepulje je bil vzet vzorec 6 H-b/5925. Tod smo v rdečem peščenjaku našli nekaj prodnikov vijoličaste magmatske kamenine. Prodник, iz katerega smo naredili preparat, je bil zelo trden. V vijoličasti osnovi so vidni vtrošniki kremena in plagioklazi, ki so prsteni in že delno izluženi.

Steklasta osnova je drobno zrnato rekristalizirana (ca. 0,1 mm). Vendar posameznih zrn osnove nepravilnih oblik ne moremo določevati, ker so polna mikrolitov sericita in limonita, ki daje kamenini barvo. V osnovi so drobna zrna kremenena, ki ne vsebujejo teh vključkov. Vtrošniki kremenena so redki, merijo okrog 1 mm, delno idiomorfni in močno magmatsko resorbirani. Najmanjša zrna imajo popolnoma krožne preseke (0,2 mm). Večji vtrošniki pogosto vsebujejo premočrtno nanizane zračne mehurčke, kar je značilno za vulkanski kremen. Nepravilne razpoke v kremenovih vtrošnikih so rahlo ločno ukrivljene.

V zbrusku potekajo pasovi, v katerih so zrna kremenena številnejša, in pasovi brez njih.

V preparatu opazimo samo dva idiomorfna vtrošnika plagioklaza, velika 1 oziroma 2 mm, ki pa sta že popolnoma sericitizirana in se težko ločita od osnove.

Ob nekaterih vtrošnikih kremenena opazujemo njihovo naraščanje na račun osnove. Vsaka druga struktura je zaradi rekristalizacije zabrisana.

Prodniki, vzeti ob cesti na Blegoš, južno od Lubnika

Zahodno od Sopotniške grape od Rohotnika proti severu smo našli v konglomeratnih plasteh med zelenkastimi in rdečkastimi grōdenskimi sedimenti tudi prodnike vulkanske kamenine (vzorci 26-R a, b, c). V konglomeratu prevladujeta bel in rožnat kremen. Vulkanski prodniki merijo do 6 cm. Precej vulkanskih fragmentov je tudi v peščenjaku. Pregledali smo tri različke.

Prodник v drobno zrnatem kremenovem konglomeratu ima drobno zrnato rekristalizirano steklasto osnovo, ki je v centralnem delu slabše limonitizirana, na obodu pa močno, vendar neenakomerno in v skorjastih oblikah. Na kontaktih med rekristaliziranimi zrni osnove je največ limonita. Limonitizirana pa so delno tudi vsa zrna osnove. V perifernem podaljšku je struktura drugačna, in sicer slabo ohranjena vitroklastična. Ta del je močno limonitiziran. Vsebuje mikrokristalne, manj limonitizirane fragmente rekristaliziranega stekla z zrnci kremenena, hipidiomorfna magmatsko in kemično resorbirana zrna kremenena in luske muskovita.

Drug prodnik ima prav tako drobno rekristalizirano steklasto osnovo, polno mikrokristalnih zrnc limonita in sericita. Razporeditev mikrokristalnih komponent je neenakomerna, a usmerjena. Vtrošniki so zelo redki, hipidiomorfni, magmatsko in kemično resorbirani. Sericit tvori okrog nekaterih vtrošnikov usmerjeno avreolo.

Tudi tretji prodnik ima drobno do srednje zrnato rekristalizirano steklasto osnovo. Spremembe v stopnji rekristalizacije potekajo v pasovih (velikostnega reda 0,1 do 0,5 mm), kar poudarja izrazito usmerjenost. Vtrošniki so redki; pripadajo kremenu in plagioklazu. Plagioklaz je idiomorfen in popolnoma sericitiziran. Vtrošniki kremenena so tudi idiomorfni, včasih nalomljeni in kemično resorbirani. Opazimo pa pasove, vzporedne glavni usmerjenosti in bogate z drobnimi zrnci kremenena. V teh pasovih je limonit koncentriran samo na obodu zrn. Na redkih mestih

opazimo kljub glavni usmerjenosti, da je limonit razporejen v vejastih oblikah (Y), značilnih za obliko steklastih drobcov pepela. Vendar je ta pojav zaradi rekristalizacije močno zabrisan.

Prodniki z območja južno od Škofje Loke
(Sv. Ožbalt, Črni vrh, Ločnica)

Južno od cerkve pri Sv. Ožbaltu izdanja siv srednje zrnat konglomeratni peščenjak. Prodniki pripadajo belemu in rožnatemu kremenu, vijoličasti magmatski kamenini in sivemu ter rdečemu skrilavcu oziroma peščenjaku. Merijo 2 do 5 cm in so precej dobro zaobljeni. Osnova konglomeratnega peščenjaka je grobo zrnata, sivkasta in vsebuje tudi manjše drobce, ki ustrezajo sestavi prodnikov.

Prodniki magmatske kamenine so številni. Iz enega od njih smo naredili zbrusek (vz. O — 1), ki vsebuje že megaskopsko vidne drobne prstene plagioklaze. Pod mikroskopom je jasno vidna eotaksitska tekstura. V razporeditvi pasov je vidno, da je kamenina nastajala pod pritiskom. Steklasta osnova je mikrokristalno rekristalizirana. Rekristalizacija je poleg vpliva pritiska zabrisala vse sledove prvotne strukture osnove. Limonitizirani pasovi osnove so kriptokristalni. Debelina posameznega pasu znaša okrog 0,1 mm. Pasovi potekajo v glavnem premočrtno, vidimo pa tudi vrtnčenje. Vtrošniki so redki; pripadajo idiomorfnim, popolnoma sericitiziranim plagioklazom, ki so prečni ali podolžni na smer toka in različne velikosti (od 0,1 do 2 mm). Kremen nastopa le v osnovi.

Kamenino sečejo nepravilne in prečne žile, zapolnjene z mikrokristalno silikatno snovjo, s kremenom, sericitom, včasih tudi s kloritom.

Ob novi cesti na Črnem vrhu leži na sivem in vijoličastem konglomeratnem peščenjaku plast srednje zrnatega kompaktnega konglomerata, v katerem tvorijo vulkanski prodniki nad eno tretjino celotne sestave. Prodniki merijo do 8 cm in so povečini zaobljeni, razen fragmentov sivkasto zelenega roženca. Vezivo med prodniki je grobo zrnato peščeno.

Iz dveh vijoličastih magmatskih prodnikov smo naredili zbruska. Prvi (vz. Č-1/5989, 2. in 6. sl.) ima ohranjeno tipično vitroklastično in fluidalno teksturo. Steklasti drobci imajo aksiolitno strukturo in so le malo stisnjeni in usmerjeni. Struktura kamenine je porfirska, nehomogena. Prevladujejo hipidiomorfni, magmatsko in kemično korodirani vtrošniki kremenca. Plagioklazi so redki, spremenjeni, sericitizirani in kaolinizirani. Vtrošniki merijo do 3 mm. Poleg velikih vtrošnikov pa vidimo tudi posamezna drobna zrna v osnovi (0,1 do 0,3 mm). Eno zrno plagioklaza je plastično ukrivljeno. Redka zrna biotita so limonitizirana. Razpoke so limonitizirane in sericitizirane.

V zbrusku, ki smo ga naredili iz drugega prodnika (vz. Č-1), vidimo v bistvu isto sliko. Vtrošniki so v splošnem nekoliko drobnejši; nekaj več je plagioklazov, ki so prav tako popolnoma sericitizirani. Redke luske biotita so popolnoma limonitizirane. Več kot v prejšnjem vzorcu je tudi s sericitom in kloritom zapolnjenih nepravilnih žilic.

Tudi v tem vzorcu je ohranjena tipična vitroklastična struktura, rekristalizirani steklasti drobci pepela pa imajo aksiolitno strukturo.

Osnova je mikrokristalna. Tudi ta vzorec ni preстал maksimalne kompresije. Kljub temu, da vidimo v zbrusku usmerjenost, so tipične oblike steklastih drobcov pepela lepo ohranjene.

V grapi Ločnice najdemo v grōdenskih skladih debele konglomeratne plasti s številnimi prodniki magmatske kamenine. Konglomerat prehaja v konglomeratni peščenjak. Podoben je že opisanim. Je zelo kompakten. Nekateri prodniki merijo do 10 cm, povečini pa okrog 3 cm in so bolj ali manj zaobljeni. Vijoličast prodnik, ki smo ga analizirali, ima ohranjeno vitroklastično strukturo. V značilno oblikovanih fragmentih stekla pa opazujemo aksiolitno strukturo (vzorec L 2). Vtrošniki pripadajo kremenu in plagioklazu. Kremen je idiomorfen in nataljen. Zrna so neenakomerno velika (od 2 mm navzdol). Plagioklazov je precej in so popolnoma sericitizirani. Večji so idiomorfni, manjši pa podolgovati in brez izrazitih oblik. Biotit je limonitiziran. Vse komponente imajo usmerjeno teksturo, ki kljub rekristalizaciji in pritisku ni izgubila značilnosti ignimbritov.

Pregledali smo tudi kontakt vijoličastega vulkanskega prodnika in rožnatega peščenega veziva (vz. L-2 a).

V prodniku vidimo usmerjeno teksturo. Zelo korodirana in povečini nalomljena zrna kremenca so redka. Veliko pa je vtrošnikov plagioklaza in spremenjenega biotita. Plagioklaz je popolnoma sericitiziran. Na enem samem mestu je ohranjenih v plagioklazu nekaj tankih lamel z negativnim reliefom. Pripadajo albitu in so verjetno že sekundarna tvorba. Večji vtrošniki plagioklaza so idiomorfni, manjši pa nepravilni in zelo resorbirani. Biotit je izlužen, nastopa v izredno velikih zrnih (1 mm) in je prešel v muskovit z močno limonitnim robom. Tudi okrog ostalih zrn pogosto opazujemo limonitne robove. Osnova je mikrokristalna, nehomogeno limonitizirana. V njej opazujemo drobna nalomljena zrna enake sestave kot vtrošniki. Izstopajo neizraziti limonitizirani mikrokristalni litoidni fragmenti. Vitroklastična struktura z aksiolitno strukturo fragmentov je delno ohranjena le na enem mestu. Vse komponente kažejo izrazito lineacijo.

Peščeno vezivo na kontaktu prodnika je drobno zrnato. Glavne komponente so kremen, mikrokristalni silikatni drobcji, bogati s sericitom, plagioklaz, muskovit in limonit. Sortiranost peščenega dela je srednja; stalno opazujemo med drobnimi zrni posamezna večja. Zrna niso zaobljena.

Prodник iz Preserja, jugovzhodno od Kamnika

Prodник je vijoličasto siv in ima megaskopsko vidne vtrošnike kremenca in plagioklaza.

Struktura kamenine je porfirska. Steklasta osnova je drobno rekristalizirana (0,1 mm) in nehomogena, kar se najbolj odraža v neenakomerni limonitizaciji in oblikah, povzročenih zaradi limonitizacije. Osnova je zaradi sericitizacije in limonitizacije zelo motna. Vtrošniki so redki in majhni (oligofirska in mikroporfirska struktura — do 0,2 mm); redkeje dosežejo 1 mm. Pripadajo kremenu in plagioklazu. Večji vtrošniki kremenca so hipidiomorfni, nalomljeni in magmatsko korodirani. Manjši imajo za-

radi natalitve skoraj krožne preseke. Včasih so tudi kemično resorbirani. Plagioklazi so redki, idiomorfni in popolnoma sericitizirani.

V zbrusku vidimo neizrazito usmerjenost.

Kamenino sečejo tanke silikatne žilice. Potekajo prečno prek vtrošnikov in osnove, od katere se jasno ločijo, ker niso limonitizirane.

Prodniki z območja Radeč

Prodniki v konglomeratu tega območja merijo do 8 cm. Analiziran vulkanski prodnik je vzet na poti pri Sv. Janezu severno od Jatne v zelenkastem konglomeratnem peščenjaku. Ima do 5 mm velike in na videz sveže vtrošnike glincev. S preiskavo smo ugotovili, da so spremenjeni. Zgoraj omenjeni vzorec (87) ima nepravilno razporejene vtrošnike plagioklazov. V osnovi je zaradi mestoma močnejše limonitizacije vidna neizrazita usmerjenost. Barva osnove je izrazito vijoličasta.

Tudi v zbrusku je usmerjena fluidalna tekstura še vidna, vendar je že precej zabrisana. Osnova je mikrokristalna, zelo sericitizirana in limonitizirana, nehomogena. V njej je veliko vključkov nepravilnih oblik, dolgih do 0,3 mm, ki predstavljajo verjetno spremenjene plagioklaze.

Vtrošniki pripadajo kremenu in plagioklazu. Kremen je navadno idiomorfen in včasih magmatsko korodiran. Ozek pas osnove ima pogosto isto potemnitev kot zrna kremenca. Pravilno orientirane sericitne luske obroblyajo vtrošnike kremenca.

Plagioklazi, ki so izredno veliki, so nadomeščeni z zrni kalcita (do 0,2 mm) in drobnimi lamelami plagioklaza. Lamelle so prečne na dolžino zrn. Na enem mestu smo lahko izmerili na Fedorovem mikroskopu sestavo lamel in ugotovili, da pripadajo albitu. Albitiziran vtrošnik prodnika iz Radeč (vzorec 8102) vsebuje po podatkih merjenja 2 % an in pripada čistemu albitu. Kot 2 V znaša +78°, +85°.

Limonit je v osnovi drobno dispergiran. Ob robovih vtrošnikov ga je vedno nekaj več.

Drug prodnik (87/6100) je bolj svetlo umazano vijoličast. Ima zelo nehomogeno, drobno, delno mikrokristalno, rekristalizirano steklasto osnovo, polno mikrolitov sericita in limonita, ki dajejo kamenini barvo. V osnovi so drobna, nelimonitizirana zrna kremenca in kalcita zelo nepravilnih oblik. Nastopajo tudi zrna limonita, ki merijo do 0,3 mm in tvorijo včasih psevdomorfoze po kubičnem mineralu, verjetno magnetitu, in po biotitu. Vtrošniki plagioklazov (nekaj desetink mm), ki imajo včasih še ohranjene idiomorfne oblike, so popolnoma sericitizirani. Na nekaterih zrnih plagioklazov se vidi, da so nanje delovali močni pritiski, ki so povzročili močne paralelne razpoke, skoraj skrilavost.

V kamenini nastopajo tudi litoidni fragmenti. En tak fragment je mikrokristalen in vsebuje vtrošnike plagioklaza.

Kamenina ima nehomogeno tufsko in usmerjeno teksturo.

Na grebenu od Sopote proti Magolniku nastopa v zgornjem delu grōdena rdečkast peščenjak s konglomeratnimi vložki. V enem od teh je bil najden zaobljen prodnik (8 z/6041) magmatske kamenine. Velikost

prodnika je 3 cm, njegova barva je vijoličasta. Megaskopsko vidimo v njem paličasta svetlikajoča se zrna.

Pod mikroskopom je rekristalizirana osnova mikrokristalna. V njej je drobno dispergiran limonit, ki daje kamenini barvo. Povsod v osnovi vidimo tudi številne iglice in kvadratne preseke limonitiziranega minerala (0,01 mm). Nahajajo se tudi v brezbarvnem paličastem mineralu, ki ima nizke interferenčne barve in visok relief. V presekih, v katerih vidimo slednice razkolnosti, ima pravo potemnitev. Kot 2 V je majhen, negativen. Mineral je igličast, le izjemoma tvori dvojčična zraščanja. Verjetno pripada apatitu. Akcesorno nastopa v kamenini tudi muskovit. Nekaj redkih oglatih idiomorfnih in hipidiomorfnih zrn pripada kremenu in plagioklazu. Merijo do 0,3 mm in ne predstavljajo pravih vtrošnikov. Plagioklaz je popolnoma sericitiziran.

Kamenina ni homogena niti po enakomerni rekristalizaciji osnove niti po stopnji limonitizacije. Po načinu limonitizacije v bolj limonitiziranem pasu sklepamo na nekdanjo klastično strukturo. Na enem mestu je zaradi limonitizacije ohranjena tudi laminacija. Seveda je prvotna struktura zaradi rekristalizacije slabo ohranjena.

Primarni izdanki ignimbritov v Dolžanovi soteski in vzhodneje proti Lomu

Primarni izdanki vijoličaste efuzivne kamenine so vzhodno od Tržiške Bistrice pogostni. Stratigrafski položaj teh izdankov ni popolnoma jasen. Najlepši izdanek smo našli ob samem potoku nad papirnico. Leži pod werfenskimi skladi. Tik nad izdankom opazujemo nanos dolomitnih drobcov. Zahodno od Tržiške Bistrice vulkanski izdanek nima nadaljevanja. Sam izdanek daje meter velike bloke, ki jih najdemo v potoku Tržiške Bistrice. Iz teh blokov in izdankov, ki smo jih našli vzhodneje proti Lomu, smo naredili nekaj preparatov in eno kemično analizo.

Primarni izdanek ob Tržiški Bistrici ima megaskopsko vidno fluidalno teksturo. Vsebuje na oko vidne svetlikajoče se in prstene plagioklaze, katerih količina na različnih mestih ni enaka. Vsi vtrošniki so zaradi limonitizacije rahlo vijoličasti. V kamenini opazujemo mestoma tudi posamezne luske muskovita.

Neenotna tekstura se kaže megaskopsko tudi v litoidnih fragmentih v osnovni masi kamenine. Večji fragmenti so močnejše limonitizirani, drugačne strukture, usmerjenost pa opazujemo tudi v njih. Merijo od 1 do več centimetrov in so ostrorobi.

Na odžaganem in zglaženem preseku enega od blokov pa vidimo, da je kamenina sestavljena iz litoidnih fragmentov, ki so precej manj limonitizirani kot osnova. Pravokotno na smer toka so vsi sploščeni in usmerjeni; v preseku paralelno toku pa ne opazujemo lineacije. Fragmenti merijo od 1 mm do 1,5 cm. Verjetno predstavljajo drobce rekristaliziranega in stisnjene plovca, ki ne vsebuje več zračnih votlinic. Številne lečice stisnjenih litoidnih fragmentov plovca v drobno zrnati osnovi predstavljajo strukturo, imenovano »piperno«. Vzorec je močno metamorfoziran (žarjen). Predstavlja tipično megaskopsko sliko ignimbrita (7. sl.).

V vseh pregledanih preparatih primarnih magmatskih izdankov je jasno izražena fluidalna tekstura in porfirska struktura, ki je oligofirska in povečini mikroporfirska (8. sl.). Vtrošniki merijo povečini nekaj desetink milimetra, le zelo redko do dva milimetra. V nekaterih zbruskih opazujemo tudi litoklastično strukturo.

Fluidalna tekstura je poudarjena z različno drobno rekristalizacijo pasov steklaste osnove, z njihovo različno limonitizacijo, v orientaciji mikrokristalnih litoidnih fragmentov ter v paralelnih nizih plagioklazov. Redkeje so posamezni vtrošniki plagioklazov prečni na nekdanji tok magme.

V zbruskih vidimo, kako se je tok magme umikal vtrošnikom in litoidnim fragmentom ter je posamezne kristale, ki so bili v plastičnem stanju, tudi rahlo ukrivil.

V paralelne nize so vključeni tudi drobno zrnati nepravilni pasovi kremenca, ki niso limonitizirani.

Na redkih mestih so ohranjeni usmerjeni, a zelo slabi sledovi vitroklastične strukture (vz. 5931, 9. sl.). Steklasti delci so zelo drobni (pod 0,1 mm), rekristalizirani in popolnoma sploščeni. Isti vzorec vsebuje tudi številne le rahlo limonitizirane, popolnoma sploščene, rekristalizirane litoidne fragmente (nekaj desetink mm velike) brez vsake strukture in z nepravilnimi kontakti z osnovno maso, ki na samem kontaktu skoraj zvezno preidejo v osnovo.

V enem zbrusku pa smo opazovali sferično strukturo rekristalizirane osnove litoidnega drobca. Premer sferulita je znašal največ 0,1 mm.

V preiskanih vzorcih je vitroklastična struktura povečini zabrisana. Nekateri vzorci zelo sličejo kameninam, nastalim iz tekoče magme. Vendar rekristalizirani pasovi, opazovani v zbrusku, niso kontinuirni, kar je značilno za tekočo lavo.

V zbruskih primarnih izdankov tega območja nismo opazovali kremenovih vtrošnikov, temveč samo plagioklaze. Kremen se nahaja le v osnovi. V njej vidimo tudi nekaj zrn kalcita in redka zrna biotita. Vtrošniki plagioklazov so idiomorfni, hipidiomorfni; so poedinci ali pa tvorijo dvojčična in lamelarna zraščanja. Pogosto so zelo spremenjeni: sericitizirani, kalcificirani, nadomeščeni z drobno zrnatim kremenom, delno kaolinizirani in po razpokah limonitizirani. Redki vsebujejo iglice apatita.

V nekaterih zbruskih smo našli tudi popolnoma sveže plagioklaze in smo jih preiskali pod Fedorovim mikroskopom; pripadajo albitu. Procent anortita se približuje vrednosti 0 %. Kot 2 V kaže majhna odstopanja v pozitivno ali negativno smer od 90°.

Odlomki v osnovi te magmatske kamenine so različne strukture. Povečini so močno limonitizirani, megaskopskih in tudi mikroskopskih dimenzij. Drobci se ločijo po bolj ali manj nepravilni limonitizaciji. Nekateri vsebujejo paličaste ali ploščate spremenjene idiomorfne plagioklaze in zrna kremenca. V teh fragmentih struktura ni vedno usmerjena. Iz največjega fragmenta smo naredili preparat. Pregledani vključek je mikrokristalen, limonitiziran in homogen. Le koncentracija plagioklazov ni povsod enakomerna. Plagioklazi so redki, drobni, paličasti in dvojčični. Povečini ne presežejo dolžine 0,2 mm. Delno so sveži delno spremenjeni:

sericitizirani in kalcificirani. Po podatkih merjenja pod Fedorovim mikroskopom pripadajo albitu.

Na področju Loma smo našli poleg izdankov, podobnih onim v Dolžanovi soteski, še poseben različek. Kamenina je delno vijoličasta delno pa zaradi redukcije zelenkasta. V obeh različno obarvanih delih je vidna fluidalna tekstura, ki je zlasti izrazita zaradi nepravilno oblikovanih, a v glavnih potezah podolgovatih geod, ki so zapolnjene ob robu z brezbarvnim mikrokristalnim kalcedonom, kateremu sledi mikrokristalen pas izrazito zelenega klorita. V največjih geodah, kjer so ti pojavi najlepše vidni, pa je center zapolnjen z rumeno zelenim žarkovito vlaknatim različkom klorita. Geode merijo od 0,1 do 1 mm in niso enakomerno koncentrirane.

Rekristalizirano kriptokristalno steklo osnove tega vzorca ima še ohranjene ostanke perlitske strukture. Koncentrične razpoke so rahlo limonitizirane in zato izrazitejše. Plagioklazi so redki, drobni. Pojavljajo se v osnovi v obliki tankih letvic s skoraj paralelno potemnitvijo in paralelno usmerjenostjo. Usmerjenost sega prek razpok, značilnih za perlitsko strukturo. V kamenini vidimo tudi posamezne velike vtrošnike plagioklazov, ki so po kotu potemnitve srednje kisli. So dvojlični, lamelarni, sveži in delno spremenjeni, kalcificirani in kaolinizirani. Eno zrno je conarno.

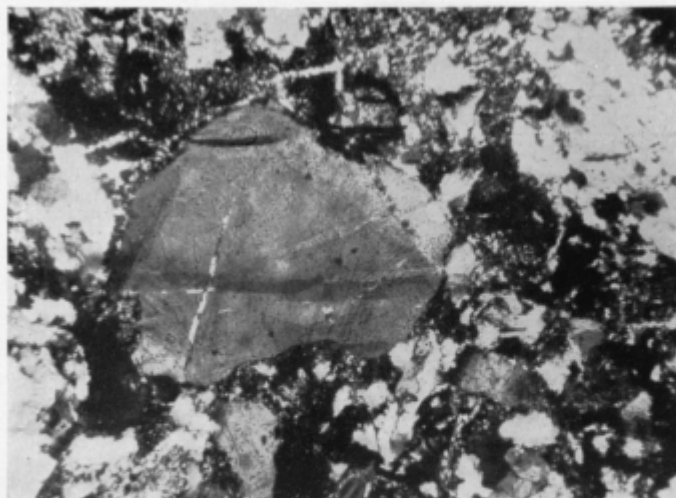
Kamenina je ignimbrit s perlitskimi razpokami. Nehomogena struktura je izrazita, lineacija je ohranjena.

Analiziran primarni izdanek vijoličaste efuzivne kamenine v Tržiški Bistrici pripada kremenovemu keratofirju oziroma predstavlja prehodni tip med riolitom in kremenovim latitom.

Mikroskopsko in kemično se pregledani prodniki in primarni izdanki delno razlikujejo. Mikroskopske karakteristike se skladajo z nekaterimi karakteristikami ignimbritov, nekatere pa so skoraj popolnoma zabrisane. K prvim spada eotaksitska tekstura, perlitska struktura in številni litoidni fragmenti v tekoči masi. Nekdanjo vitroklastično strukturo pa lahko domnevamo le na redkih mestih v zbruskih.

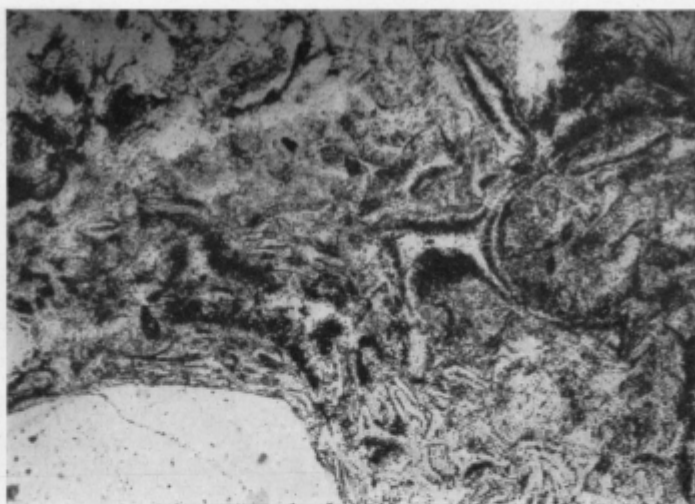
Prodnikov, ki bi bili mineraloško enaki primarnim izdankom v grōdenskih konglomeratih in peščenjakih v Dolžanovi soteski, nismo našli. Glavna razlika je v vtrošnikih kremenca in plagioklazov. V prodnikih opazujemo vtrošnike kremenca, v primarnih izdankih pa le plagioklaze. Razlika v sestavi med prodniki v Dolžanovi soteski in primarnimi izdanki dokazuje samo to, da med prodniki ni erozijskih fragmentov raziskane primarne ignimbritne plasti. V prodnikih z drugih lokacij pa smo pogosto opazovali od vtrošnikov le plagioklaze, ki pa so bili povečini popolnoma spremenjeni in zato nedoločljivi.

Zaradi tektonske kompliciranosti terena ni možno določiti stratigrafskega položaja in s tem časa nastanka primarnih ignimbritnih izdankov. Po litoloških in mineraloško-petrografskega značilnostih lahko domnevamo, da izhajajo prodniki v grōdenskih sedimentih iz bližnjih, podobnih, a sedaj prekritih izdankov. Grōdenske plasti so skoraj v neposrednem kontaktu s primarnimi magmatskimi izdanki, ki zaradi tega v dobi sedimentacije grōdenskih plasti niso bili podvrženi eroziji in izhajajo grōdenski frag-



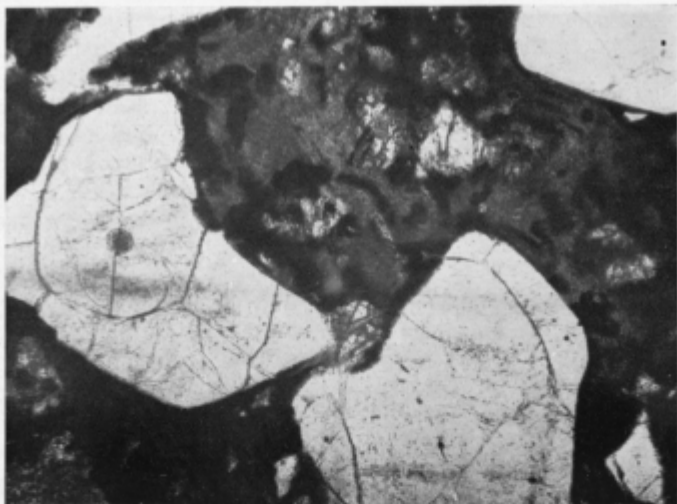
1. sl. Vzorec 12-a DS — grödenski peščenjak, Dolžanova soteska. Kataklaza lepo vidna in se kaže v rekristalizaciji snovi zrna v razpoki in podaljšku prvotnih zrn v tanke lezike, ki segajo prek njihovega oboda. Nikoli X, pov. 67 ×

Fig. 1. Sample 12-a DS — Photomicrograph of the lower permian sandstone (gröden) from Dolžanova soteska. Quartz grains are cataclastically deformed. Polars crossed, 67 ×

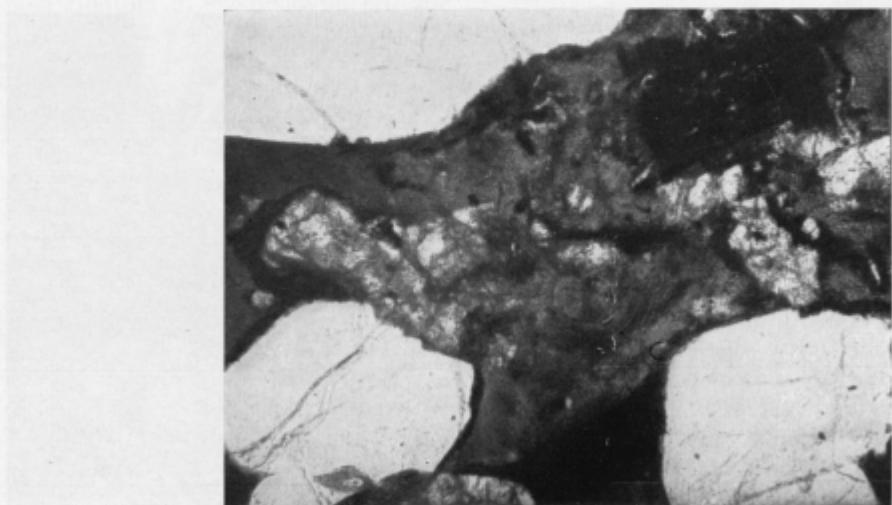


2. sl. Vzorec Č-1 — prodnik ignimbrita, Črni vrh, Skofja Loka. Lepo ohranjena vitroklastična neusmerjena tekstura in aksiolitna struktura. Nikoli //, pov. 67 ×

Fig. 2. Sample Č-1 — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Črni vrh near Skofja Loka. Vitroclastic and axiolithic structures are well represented. Polars not crossed, 67 ×

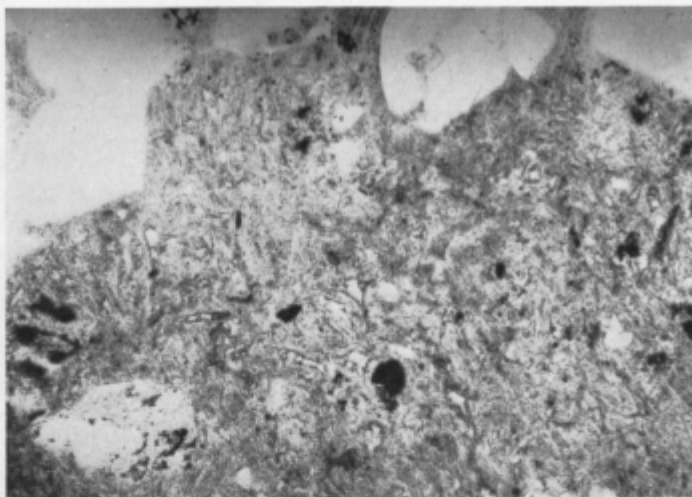


3.a sl. Vzorec P-98 — prodnik ignimbrita, Pohorje. Značilne so krožne razpoke v vtrošnikih kremenca. Nikoli X, pov. 28 ×
 Fig. 3a. Sample P-98 — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Pohorje. Circular cracks in the quartz phenocrysts. Polars crossed, 28 ×



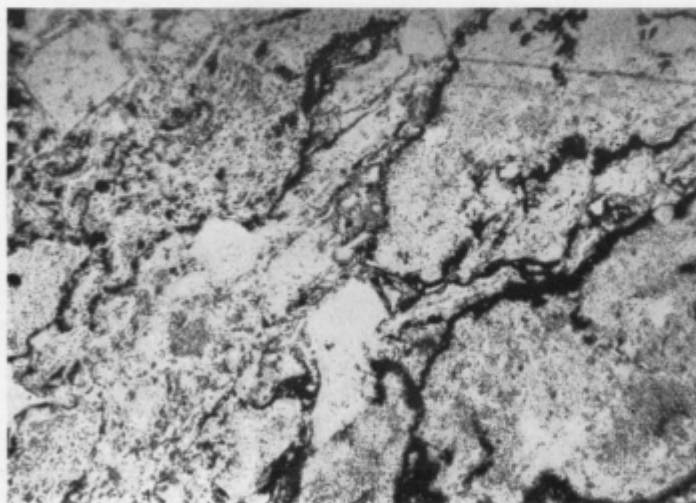
3.b sl. Vzorec P-98 — prodnik ignimbrita, Pohorje. V osnovi tega vzorca je tudi še ohranjena perlitska struktura. Nikoli X, pov. 28 ×

Fig. 3b. Sample P-98 — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Pohorje showing perlitic structure. Polars crossed, 28 ×



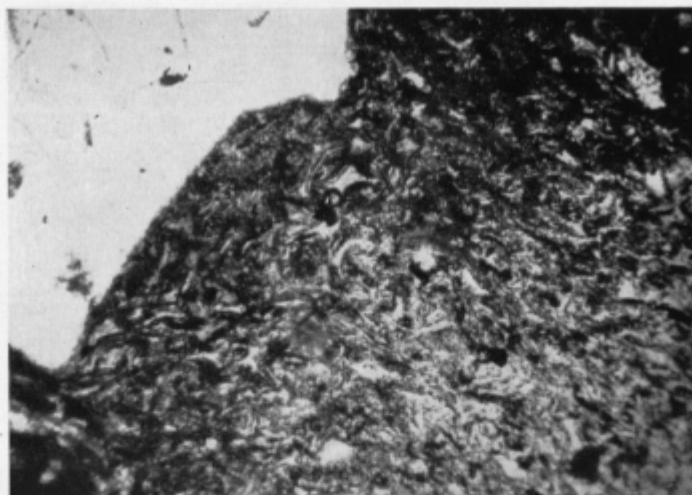
4. sl. Vzorec P-38-e — prodnik ignimbrita, Pohorje. Slabi ostanki vitroklastične strukture, bolje vidni brez analizatorja kot z njim. Nataljeni vtrošniki kremenca. Nikoli //, pov. 28 ×

Fig. 4. Sample P-38-e — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Pohorje. Rather advanced distortion of welded tuff structures. Embayed quartz phenocrysts. Polars not crossed, 28 ×



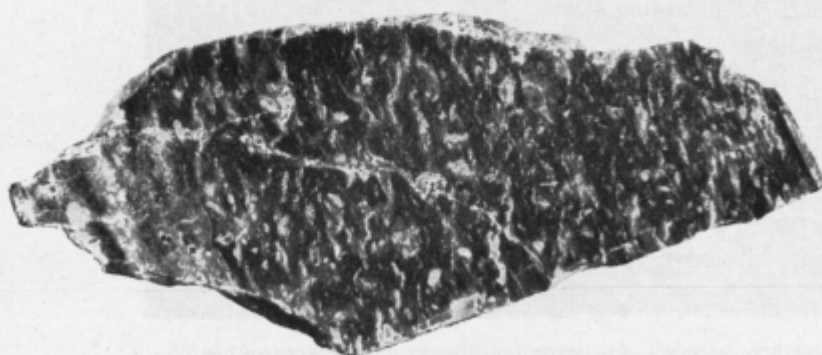
5. sl. Vzorec P-65 — prodnik ignimbrita, Pohorje, Litoklastična struktura. Delno je vidna vitroklastična struktura osnove. Nikoli //, pov. 28 ×

Fig. 5. Sample P-65 — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Pohorje, Lithoclastic texture. Vitroclastic structure partly preserved. Polars not crossed, 28 ×



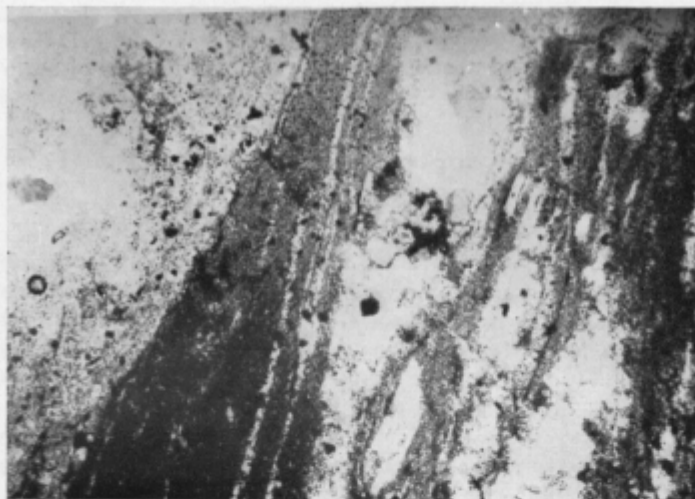
6. sl. Vzorec Č-1 — prodnik ignimbrita, Črni vrh, Škofja Loka. Vidna sta usmerjenost vitroklastične strukture in nataljen vtrošnik kremenca. Nikoli X, pov. 28 ×

Fig. 6. Sample Č-1 — Photomicrograph of a welded tuff pebble from Črni vrh showing the vitroclastic structure and a large quartz phenocryst slightly embayed. Polars crossed, 28 ×



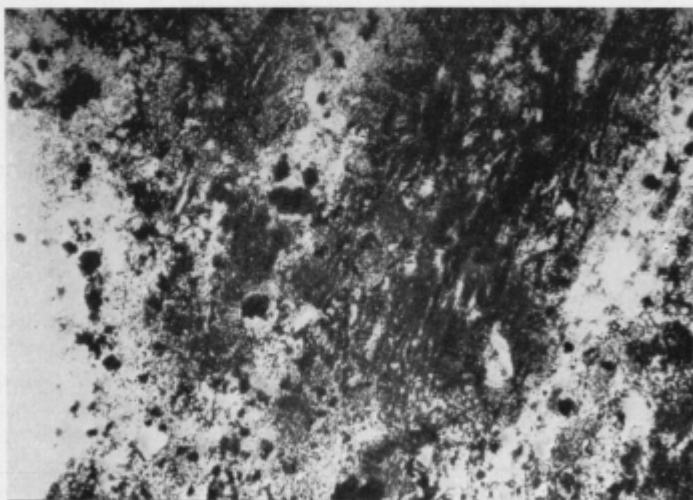
7. sl. Posnetek primarnega vzorca ignimbrita iz Dolžanove soteske. Vidni so številni litoidni fragmenti z linearno orientacijo. Pov. 1,5 ×

Fig. 7. Photograph of a hand specimen of a welded-tuff from Dolžanova soteska. There are many rock fragments with a lost pumice structure, 1,5 ×



8. sl. Vzorec primarnega izdanka ignimbrita, Dolžanova soteska. Lepo vidna usmerjenost osnove, v osnovi nekaj zrn plagioklaza. Nikoli X, pov. 28 ×

Fig. 8. Photomicrograph of the outcrop of welded tuff in Dolžanova soteska. Preferred orientation like a flow rock of the basis containing some small plagioclase phenocrysts. Polars crossed, 28 ×



9. sl. Vzorec 5931 — primarni izdanek ignimbrita, Dolžanova soteska. Zaradi rekristalizacije je vidna le še slabo ohranjena vitroklastična struktura. Nikoli X, pov. 67 ×

Fig. 9. Sample 5931 — Photomicrograph of the outcrop of welded tuff in Dolžanova soteska. Due to recrystallization and extreme stretching a badly preserved vitroclastic texture is to be seen. Polars crossed, 67 ×

menti vulkanskih prodnikov iz drugih, nekoliko bolj oddaljenih, sedaj prekritih izdankov. Vendar morajo izhajati prodniki magmatskih kamenin v grōdenskem konglomeratu v Karavankah iz bližine, saj so precej veliki in nekateri slabo zaobljeni.

Kemične analize prodnikov in primarnega izdanka ignimbritov

Kemično smo analizirali več prodnikov ignimbritov in vzorec primarnega izdanka. Izbirali smo med takimi vzorci, ki so v mikrokristalni osnovi vsebovali samo kremenove vtrošnike ali pa tudi še delno ohranjene plagioklaze, določljive pod Fedorovim mikroskopom, kajti popolnoma svežih plagioklazov v pregledanih vzorcih ni. Analiza je pokazala, da so kamenine skoraj brez izjeme močno sekundarno spremenjene, saj v nekaterih Na_2O in K_2O sploh nista več prisotna.

Kemično sestavo analiziranih vzorcev kaže 2. tabela. Izračunali smo njihovo normativno sestavo in formulo CIPW. Vzorca 7/1 DS, ki je najbolj spremenjen, nismo podrobneje raziskovali.

Tudi za vzorec P-38 e, v katerem smo lahko izmerili nekaj zrn ortoklaza, nam pokaže kemična analiza, da je zelo spremenjen (C je visok). V osnovi morata prevladovati kremen in sericit. Tröger (1935) podaja za enako kemično sestavo popolnoma drugačno mineraloško sestavo končnega produkta granitno pegmatitnega diferenciatu, kar ne ustreza pogojem nastanka analiziranega vzorca.

Od analiziranih prodnikov je najmanj spremenjen vzorec 9023 iz Razborja. Daje nam podatek za riolit. Po Niggliju pripada aplitno granitni magmi (pacični tip). V tem vzorcu nastopajo vtrošniki kremenca, ortoklaza in anortoklaza. Osnova je mikrokristalna. Količina C doseže samo 4,7 %. Po Trögerju pripada kremenovemu porfirju.

Formula CIPW je naslednja: I, "3, 1, "3

Nigglijevi parametri:	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti
Vzorec 9023	580	51,7	15,4	3,9	29	0,59	0,23	0,4
Tip aplitno-granitne magme	460	46	8	5,5	40	0,50	0,20	—

Kamenina pripada ignimbritnemu riolitu. Izraz kremenov porfir se uporablja za predterciarne riolite (liparite).

Primarni izdanek ignimbrita ob Tržiški Bistrici v Dolžanovi soteski ni zelo spremenjen ($C = 3,9\%$). V mikrokristalni osnovi vsebuje vtrošnike albita. Po normativni sestavi je zastopanega več ortoklaza kot albita, ki se mora nahajati v osnovi. Po Trögerju ustreza analiza kremenovemu keratofirju, po Niggliju pa nordmarkitni magmi (atlantski tip). Po Rosenbuschu (1923) spada kremenov keratofir k skupini riolita (liparita). Le redko vsebuje več K_2O kot Na_2O , kar pa opazimo prav v našem primeru. Zelo se približuje kamenina tudi normalni granitni magmi (pacični tip). Delno ustrezajo Nigglijevi parametri tipu adamellitne magme. S tem prehaja kamenina h kremenovim latitom (granodioritom).

Formula CIPW za analizirani vzorec je I, 4, 1, 2 (3).

Nigglijevi parametri:	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti
Analizirani vzorec	335	45,76	16,14	3,82	34,3	0,63	0,09	1,76
Tip nordmarkitne magme	280	41	14	5	40	0,33	0,21	—
Tip adamellitne magme	330	37	23	13	27	0,40	0,40	—
Tip normalne granitne magme	270	35	26	15	24	0,42	0,33	—

Značilnosti ignimbritov

Pregledani prodniki grödenskih konglomeratov iz različnih delov Slovenije so fragmenti denudiranih vulkanskih skladov. Razen nekaj manjših golic, primarnih izdankov teh vulkanskih skladov nismo našli, kar je poleg njihove močne rekristalizacije povzročalo težave pri določanju. Pregledali smo skoraj vse vzorce prodnikov, kar smo jih našli. Vsi kažejo določene enake značilnosti, na podlagi katerih smo prišli do sklepa, da pripadajo denudiranim ignimbritom, v manjši meri morda delno tudi denudiranim lavinim plastem skrajno kislega diferenciatna magme. V angleški literaturi se ignimbriti imenujejo welded ash-flow tuffs.

Navedli bomo glavne značilnosti ignimbritov po članku Clarence S. Ross in Robert L. Smith (1961).

Ignimbriti so kamenine, ki so nastale iz tekočega piroklastičnega materiala. Predstavljajo zadnjo in površinsko fazo vulkanizma. V trenutku, ko bi morale plinske eksplozije potisniti maso lave iz vulkanskega žrela, je ta v posebnih fizikalno-kemičnih pogojih razpadla v drobce steklastega pepela. Vsak drobec je bil obdan s tanko plastjo plina. Pod vplivom težnosti so se viskozne mase teh drobcev, obdanih s plinom, hitro, enakomerno in neslišno raztekale. Vršile pa so se stalne eksplozije izhajajočih plinov. Geologi so imeli priložnost opazovati tak izbruh lave na Mont Peléeju na otoku Martinique in drugod.

Plinska izolacija okrog drobcev stekla je zadrževala toploto. Steklasti drobcji tipične oblike črke V ali Y so se zvarili z lastno toplotno energijo. Pojav varjenja je bolj ali manj izrazit. Jakost pojava varjenja tufov je odvisna od prvotne temperature magme, od disperzije toka, izolacije plasti pepela in vpliva lahko hlapnih snovi. Hitrost toka mora biti zelo velika, da se ohrani visoka temperatura magme.

Pojavi medsebojnega strjevanja so enaki sintranju; varjenje pospešujejo: prisotnost lahko hlapnih snovi, velik pritisk v sistemu, neposreden kontakt med delci, tečenje, primerna temperatura in viskoznost ter površinska napetost. Našteti faktorji so med seboj povezani.

Pod vplivom zgornjih mas so se spodnji delci stekla lahko tudi popolnoma sploščili, zabrisali prvotno strukturo in so zelo podobni strukturi tekoče lave, ki pa je povečini bolj homogena.

Med pregledanimi vzorci smo našli tudi takšne, ki so imeli lepo ohranjeno vitroklastično strukturo, v kateri ni bilo močnih sekundarnih spre-

memb. Zato smo sklepali tudi pri močno stisnjenih in rekristaliziranih vzorcih, da so istega nastanka in ne predstavljajo rekristalizirane tekoče magme. Torej njihova struktura ni prava fluidalna, temveč psevdofluidalna. Pri tem sklepu smo se opirali tudi na literaturne podatke (Studi e ricerche della Divisione geomineraria, različni zvezki), po katerih so nastajala v atezijski fazi v sosednji Italiji primarna obsežna ležišča ignimbritov. V Avstriji, severno od naših krajev, so izdanki podobnih kamenin, ki so zelo verjetno tudi tam nastopali, danes povečini prekriti z mlajšimi sedimenti ali pa denudirani. V centralnem gorovju Nemčije (Thüringija) so v spodnjem permu med drugimi efuzivnimi kameninami znani tudi ignimbriti.

Značilnosti ignimbritov, ki jih opazujemo na terenu, so: njihov velik obseg in debelina, njihovi odnosi do mlajših izlivov in varjenje drobcev in plasti, razpokanost, erozijske oblike, vključki tujega materiala, predvsem plovca, rekristalizacija stekla in odnos do izvirnega področja materiala. Izdanki nad Tržičem predstavljajo manjša nahajališča teh kamenin. Njihovi fragmenti pa se pojavljajo v obliki prodnikov in kot detritus v gródenskih peščenjakih in konglomeratih.

Karakteristike ignimbritov, ki jih opazujemo pod mikroskopom, dajo važne podatke o njihovi genezi. Ignimbritni tufi se ločijo od običajnih tufov, ki imajo prav tako vitroklastično strukturo, po tem, da niso sortirani, ter da so varjeni in močno prekristaljeni. Vsebujejo številne fragmente plovca. Sploščene pore plovca imajo navadno obliko cevčic, kar povzroča njihovo protasto strukturo. Fragmenti plovca so vsebovali več plinskih snovi in so bili zato bolj plastični od ostale mase.

Ignimbriti imajo navadno zelo dobro izraženo fluidalno, oziroma pravilneje, eotaksitsko teksturo (foliacijo), ki jo povzroča pritisk zgornjega dela mase in ustvarja paralelno orientacijo sploščenih steklastih in litoidnih drobcev. Fluidalno teksturo oziroma foliacijo lahko zamenjamo z lineacijo tekoče magme. Vendar je v ignimbritih pogosto vidno raztezanje in ovijanje plastičnega materiala. Zaradi rekristalizacije je ovijanje marsikje ohranjeno le ob ovirah, ki jih predstavljajo vtrošniki in litoidni drobcí. Prvotna struktura je marsikje še pred rekristalizacijo močno zabrisana. Prav to pa na videz lahko povzroči v skrajni meri podobnost tekoči lavi. Če je piroklastična struktura popolnoma zabrisana, je ista kamenina na enem mestu lahko podobna tekoči lavi, na drugem pa tufom.

Ignimbriti vsebujejo navadno vtrošnike in različne litoidne fragmente. Za ignimbrite kisle sestave so značilni vtrošniki plagioklazov, kremená in malo biotita ter magnetita. Konture plagioklazov so redko popolnoma idiomorfne, navadno so hipidiomorfne. Vidimo nalomljene robove; redkeje so robovi okrogli in nepravilno nataljeni. Tudi vtrošniki kremená so le redko popolnoma idiomorfni, navadno so hipidiomorfni, kažejo zaobljenost in sledove magmatske koroziije, podobno kot vtrošniki efuzivnih kamenin.

Ignimbriti so bogati z vključki vseh vrst kamenin, ki jih je tok tufa srečeval. Drobci so megaskopskih in mikroskopskih dimenzij. V močno žarjenih tufih se fragmenti ločijo le še pod mikroskopom, v manj žarjenih pa megaskopsko.

Usmerjenju, obremenitvi in varjenju pepela toka tufov je sledila devitrifikacija in rekristalizacija. Popolna rekristalizacija je lahko povsem zabrisala prvotno strukturo. Rekristalizirana zrna imajo lahko različno velikost. Navadno so predrobna, da bi jih lahko določili pod mikroskopom, zato se raziskujejo le rentgensko. Običajni produkti rekristalizacije so tridimit, kristobalit in ortoklaz.

Rekristalizacija v notranjosti fragmentov stekla se je vršila v obliki tankih iglic. Kristali glinenca in kristobalita so rasli v obliki iglic z obeh robov drobcev stekla. Igličasti minerali z obeh robov se v središču drobca stikajo. Stična ploskev se pod mikroskopom opazuje kot temna črta (2. sl.). Ta način kristalizacije imenujemo aksiolitno strukturo, ki je po literaturnih podatkih ena od karakteristik ignimbritov. V vitroklastičnih drobcih, ki so se usedali pri piroklastičnih izbruhih v obliki vulkanskega dežja, še niso opazili te vrste rekristalizacije.

V ignimbritih je pogostna sferoidalna tekstura rekristaliziranega stekla: iglice plagioklaza in kristobalita so razporejene sferično (3. sl.).

V ignimbritih so geode redke, čeprav je prvotna magma bogata z lahko hlapnimi snovmi.

Tok žarjenih tufov je zelo viskozen; ko odda večino lahko hlapljivih snovi, postane popolnoma tog.

Analizirani prodniki kažejo pod mikroskopom značilnosti ignimbritov. Močni pritiski na te kamenine med njihovim nastajanjem in rekristalizacija so njihove značilnosti marsikje zabrisali. Poleg tega moramo upoštevati, da to niso fragmenti mladih, temveč paleozojskih izbruhov magmatskih kamenin in so prestali močne sekundarne spremembe.

Glavne značilnosti, ki smo jih opazovali v pregledanih vzorcih tufov pod mikroskopom, so:

1. Tufski fragmenti niso sortirani. Fragmenti stekla so veliko bolj drobni od vtrošnikov in vključkov litoidnih vulkanskih drobcev.

2. Neenakomerna velikost vtrošnikov, ki so povečini hipidiomorfni, nalomljeni in močno magmatsko nataljeni. Vtrošniki plagioklazov so včasih plastično ukrivljeni. Navadno sta velik in manjši vtrošnik drug poleg drugega. Maksimalna velikost vtrošnikov je 6 mm. Kremenovi vtrošniki so večji kot glinenčevi.

3. Značilna je oblika steklastih drobcev pepela (V ali Y), ki je navadno že popolnoma zabrisana. Še redkeje smo lahko opazovali v drobcih stekla aksiolitno strukturo. Povprečna velikost drobcev stekla je 0,1 do 0,2 mm.

4. Značilna je rekristalizacija osnove ob vtrošnikih kremena v isto optično orientacijo, kot jo imajo zrna kremena.

5. Fluidalna tekstura, pravilneje psevdofluidalna oziroma eotaksitska, poudarjena z različno stopnjo rekristalizacije in limonitizacije posameznih pasov, z nizanjem vtrošnikov in fragmentov v vrste. Vrtinčenje osnovne mase in njeno ogibanje pred ovirami, ki jih predstavljajo vtrošniki in litoidni fragmenti.

6. Številni mikrokristalni litoidni fragmenti, ki pa so le redko ohranili notranjo strukturo, značilno za plovec.

7. Sferulitna tekstura rekristalizirane osnove.

8. Glavne mineraloške značilnosti so: Od vtrošnikov nastopa v karavanških prodnikih samo kremen, v prodnikih z drugih lokacij pa samo plagioklaz ali pa plagioklaz in kremen skupaj. Od glincev so zastopani samo kalijevi. Na Fedorovem mikroskopu smo lahko merili le 3 preparate. Navadno so plagioklazi popolnoma spremenjeni v sericit, kalcit in kremen ali nadomeščeni s sekundarnim albitom. Biotit je redek, navadno limonitiziran. Vzorci brez vtrošnikov so redki. Osnova je mikrokristalna, sericitizirana in limonitizirana; pod mikroskopom ni natančneje določljiva.

Megaskopske značilnosti pregledanih prodnikov:

1. So vijoličasti zaradi prisotnosti železovih hidroksidov v osnovi, le zelo redko so zaradi redukcije vijoličasto sivi.

V grōdenskih peščenjakih smo pogosto opazovali kloritiziran zelen vulkanski detritus. Prodnika take barve pri profiliranju nismo našli. V pohorskem peščenjaku (P-107) smo našli en sam večji (3 mm) zelenkast vulkanski fragment s porfirsko strukturo.

2. Analizirani prodniki ignimbritov so bili najdeni v vseh horizontih grōdena od najnižjega do najvišjega. Najbolj številni pa so v konglomeratnih plasteh grōdenskih skladov Karavank in Pohorja.

3. Velikost prodnikov znaša povečini nekaj cm, maksimalna dolžina je 20 cm. Navadno so zaobljeni, našli pa smo tudi nezaobljene. Velikost in nezaobljenost prodnikov dokazujeta relativno kratek transport.

Kemične značilnosti pregledanih prodnikov:

Kemična analiza daje v soglasju z mineraloško podatek, da pripadajo kamenine riolitski skupini (kremenov porfir) in prehajajo h kremenovim latitom. Vsi vzorci so že močno sekundarno spremenjeni, nekateri celo ne vsebujejo več alkalij, čeprav smo vzorce za analizo izbrali med takimi, ki vsebujejo veliko vtrošnikov kremena brez vtrošnikov plagioklaza, oziroma vsebujejo vtrošnike kremena in delno ohranjene plagioklaze, ki smo jih še lahko določili.

Manjše primarne izdanke ignimbritov smo našli samo v Dolžanovi soteski in vzhodnej proti Lomu. So premajhni (površina nekaj 10 m²), da bi na njih lahko ugotavljali terenske značilnosti ignimbritov. Kamenine so zelo rekristalizirane. Vendar imajo jasno (že megaskopsko vidno) psevdofluidalno teksturo. Vsebujejo številne litoidne mikrokristalne fragmente s porozno strukturo, kar je značilnost ignimbritov. Vitroklastično strukturo na redkih mestih lahko samo domnevamo. Po kemični in mineraloški analizi pripada primarni izdanek riolitu (kremenovemu keratofirju) in prehaja h kremenovemu latitu.

Diabaz v grōdenskih skladih

Primarne izdanke diabaza v grōdenskih sedimentih smo našli na treh mestih: pri Mlaki, na Jezerskem in na Pohorju.

Diabaz iz Mlake ob Blegoški cesti

Pri Mlaki smo v nekaj 100 m širokem pasu grōdenskih peščenjakov, ki leže na karbonskih sedimentih, našli številne manjše izdanke diabaza. Pas grōdenskih peščenjakov poteka v smeri NNE in je vključen v domnevem prelomu. Največje leče diabaza v tem pasu merijo v premeru nekaj 10 m; nastopajo pa tudi posamezni metrski izdanki. Diabaz se pojavlja samo v rdečem grōdenskem peščenjaku, v katerega je vgneten. Ob Blegoški cesti nad vasjo Mlaka, kjer smo videli najbolj jasno lego manjšega izdanka diabaza v grōdenskih sedimentih, prehaja diabaz na kontaktu v drobno zrnat sljudnat zelen skrilavec in peščenjak, ter šele nato nastopi drobno zrnat rdeč sljudnat peščenjak. Meje so ostre; plasti peščenjaka padajo na tem mestu v smeri $10^{\circ}/80^{\circ}$; sečejo jih paralelne razpoke s smerjo $60^{\circ}/50^{\circ}$, ki potekajo preko peščenjaka in diabaza. Žila diabaza je konkordantna s peščenjaki; spodnja meja pa ni vidna.

Diabazovi izdanki vsebujejo ponekod številne izlužene geode. Pod mikroskopom vidimo, da so na obodu zapolnjene z mikrokristalno snovjo kalcita in klorita, središče pa je povečini zapolnjeno s kloritom.

Diabaz v grōdenskem peščenjaku je kloritiziran in albitiziran. Imenovati ga moremo spilit. Tudi albitizirani plagioklazi so zaradi močne tektonike navadno sekundarno spremenjeni. Pregledali smo več vzorcev. Lep izdanek diabaza ob cesti nad vasjo Mlaka je sekundarno spremenjen (vzorec 6 M), zato podajamo opis še precej svežega diabaza z drugega mesta.

Vzorec 4 M/5940 je temno zelen, zrnat, kompakten in reagira s HCl. Preprezajo ga do 5 mm široke karbonatne žile. Vzorec je vzet na primarnem izdanku, majhni leči v rdečem peščenjaku. V zbrusku vidimo, da ima kamenina ofitsko strukturo. Med letvastimi glinenci nastopajo krpe klorita, ki predstavljajo spremenjen femični mineral. Dve nekoliko večji zrni plagioklaza kvadratne oblike predstavljata nekaka vtrošnika. Poleg klorita nastopa v osnovi tudi kalcit, ki je produkt albitizacije kamenine. Precej je tudi neprosojnega kovinskega minerala, ki ima kvadratne in trikotne oblike.

Glinenci so dvojčični, letvasti in merijo po nekaj desetink mm. So relativno sveži, vendar opazujemo v njih rahlo motnost in luske sericita. Meritve glincev pod Fedorovim mikroskopom pokažejo, da vsebujejo zelo nizek procent anortita (od 0 do 7 %); ker je Beckejeva črta glincev negativna, pripadajo zrna albitu. Kot 2 V se približuje 90° in je vedno pozitiven.

Kamenina je spilitiziran diabaz.

Lep izdanek nad Mlako smo, kot smo že omenili, preiskovali zaman, ker je popolnoma spremenjen, pač pa smo v tem izdanku na kontaktu lahko sledili spremembam v peščenjaku.

Pregledali smo skrilav zelen peščenjak z neposrednega kontakta, zelen peščenjak, oddaljen od kontakta ca. 2 dm, in rdeč peščenjak (vzorec 6 M). Peščenjaki so drobno zrnati in dobro sortirani, kar je sploh značilnost grōdenskih peščenjakov s tega območja.

Vzorec z neposrednega kontakta se odlikuje po veliki količini klorita, ki ima zaradi skrilarosti kamenine usmerjeno lego. Ostali komponenti sta mikrokristalna glinasta snov in kalcit. Detritičnih zrn je malo in pripadajo kremenu in redkim kislim plagioklazom (skupaj ca. 10 %).

V nekaj dm oddaljenem zelenem peščenjaku pa prevladujejo mikrokristalna zrna, ki se težko ločijo od preperelih glinencev. Okrog 25 % površine predstavlja kremen. Tudi v tem vzorcu je precej klorita in muskovita.

V drobno zrnatem rdečem peščenjaku, ki tvori ovoj okrog vseh teh plasti, pade količina kremenca in se poveča količina kalcita. Redki plagioklazi so kisli, povečini spremenjeni. Relativno veliko je muskovita in klorita.

Iz navedenih popisov sledi, da se sestava grōdenskih peščenjakov ob kontaktu z diabazi nekoliko spremeni. Ta pojav si razlagamo na dva načina. Spremembe so lahko sekundarnega značaja — predvsem pojav kalcitizacije in kloritizacije, ki je tudi v diabazih zelo izrazit. Lahko pa so te komponente delno tufske.

V karbonskih sedimentih nismo našli diabaza. Po tem sklepamo, da je starost diabaza zelo verjetno permska.

Diabaz severozahodnega Pohorja

Diabaz na Pohorju je prestal, podobno kot oni pri Mlaki, precejšnjo dinamično metamorfozo in je navadno skrilar. Zaradi procesov metamorfoze so bile povzročene tudi močne sekundarne spremembe, predvsem kloritizacija. Vsi pregledani vzorci so močno albitizirani in s tem v zvezi kalcificirani in epidotizirani. V žilicah pa sta se pogosto izkristalizirala kremen in avtigen kisel plagioklaz.

Eden od pregledanih vzorcev (P-59), ki je sicer popolnoma kloritiziran in kalcificiran, ima še lepo vidno mikrobrečasto teksturo.

V vzorcih, ki niso popolnoma spremenjeni (P-30 a/8809 in P-54 b, ima celotna kamenina drobno zrnato oziroma debelo zrnato ofitsko strukturo. V nekaterih vzorcih nastopajo relativno sveži vtrošniki plagioklazov, Plagioklazi so dvojčični, pod vplivom tektonike so pogosto upognjeni. Njihova sestava ustreza albit-oligoklazu. Količina anortita, zmerjena na Fedorovem mikroskopu, se giblje okrog 10 %. Pri merjenju kota 2 V smo zmerili lahko obe potemtrevi le na dveh zrnih in dobili podatek: $2 V = +89^\circ$, $2 V = 90^\circ$.

V nekaterih vzorcih vidimo nepravilne oblike, zapolnjene z žarkovno vlaknatim kloritom in tudi s kalcitom.

Diabaz sečejo žilice kremenca z limonitom, kalcita in klorita. V njih opazujemo tudi avtigen kisel plagioklaz. Zrna klorita so uškriljena. Zrna kalcita so izometrična in rekristalizirana, ali pa zelo razpotegnjena, upognjena, z značilnimi lamelami in dvojčičnimi prerivi.

Akcesorno nastopa neprosojen kovinski mineral. V tektonsko uškriljenih različkih so ti minerali zelo drobni, v grobo zrnatih pa veliki, kvadratnih in najedkanih oblik. Verjetno pripadajo magnetitu in ilmenitu.

Na Pohorju so izdanki diabaza v nejasnem položaju proti grōdenskim plastem. V filitih, ki tvorijo podlago grōdeni, so njihovi izdanki zelo številni. V samem grōdeni pa jih opazujemo mogoče delno zaradi paleo-reliefu ali pa so vanj vrinjeni tektonsko. Po mineraloški sestavi je diabaz Pohorja podoben diabazu pri Mlaki.

Diabaz iz okolice Jezerskega (Karavanke)

V Karavankah, v okolici Jezerskega, najdemo diabazove izdanke v grōdenskih sedimentih ali pa v zgornjepermskem dolomitu. V dolomitni breči iste formacije so bili najdeni drobci diabaza. Starost erupcije diabaza bo dokazana šele, ko bo na podlagi fosilov določena starost zgornjepermškega dolomita.

Po strukturi in mineraloški sestavi se diabaz v okolici Jezerskega loči od izdankov diabaza, ki smo jih našli v okolici Mlake in na Pohorju.

Izdanek diabaza pri Rezmanu se nahaja v zelenkastem peščenjaku, ki prehaja v rdečkaste različke (96/6084). Kamenina je homogena, drobno zrnata, temno zelena, vsebuje redke do 5 mm debele vtrošnike. V zbrusku vidimo, da je kamenina popolnoma spremenjena: sericitizirana, kalcificirana in kloritizirana. Ima še vidno ofitsko strukturo s številnimi velikimi vtrošniki, ki pripadajo spremenjenim plagioklazom.

Tudi osnova je sestavljena iz spremenjenih plagioklazov in klorita. Redka so zrna svežega avgita in kremenca. Posamezne geode so zapolnjene s kalcitom in kremenom. Akcesorno nastopa neprosojen kovinski mineral s kvadratnimi konturami (do 0,08 mm). Kamenina je popolnoma spremenjena in pripada diabazu.

V nekoliko višji legi smo našli med dolomitnimi skladi dolomitno brečo z diabazovimi drobci; verjetno je tektonskega izvora. Podobne breče so bile najdene tudi v bližini, kjer ni primarnega diabaza.

Diabazovi drobci v tektonski dolomitni breči merijo od nekaj mm do nekaj cm. Pregledani preparat pokaže, da ima diabaz ofitsko strukturo. Glinenci in femični minerali so popolnoma spremenjeni: sericitizirani in kloritizirani.

Na poti od Rezmara proti Močniku, v smeri k prelazu med vrhovoma Bukovec in Ruša, smo našli v neposredni bližini permskega dolomita diabaz (vz. 120), ki ima nekoliko drugačno strukturo in ni popolnoma spremenjen. Struktura je porfirska, vtrošniki pripadajo dvojčičnim deskasto izoblikovanim plagioklazom in kloritizirani rogovači. Merijo nekaj mm. Plagioklazi so zelo sericitizirani, vendar smo nekaj zrn še lahko zmerili na Fedorovem mikroskopu in ugotovili, da pripadajo albitu. Osnovo kamenine tvorijo drobni paličasti plagioklazi, vmesni prostori so zapolnjeni s kloritom. Zrna osnove merijo ca. 0,1 mm. Akcesorni so drobni kovinski minerali s kvadratnimi konturami. Drobna zrna kovinskega minerala so zlasti številna v kloritiziranih vtrošnikih. Po kotu potemnitve sodeč nastopajo v osnovi bolj bazični plagioklazi od albita.

Geode so zapolnjene s kalcitom, delno s kremenom ter avtigenim kislim plagioklazom.

Kamenina je spilitiziran diabaz s porfirsko strukturo.

V stranski grapi v dolini od Zabukovca pod Stegovnikom smo našli v zgornjepermskem dolomitu izdanke rogovačnega diabaza, v nekoliko višji legi pa dolomitno brečo, ki vsebuje tudi drobce diabaza. Iz primarnega izdanka diabaza smo naredili več zbruskov (vz. 111) in dobili tudi relativno svež preparat. Struktura kamenine je porfiriska z zelenimi in belimi paličastimi vtrošniki. Prvi pripadajo kloritiziranemu avgitu in rogovači, drugi sericitiziranemu plagioklazu. So številni in dosežejo na različnih mestih različno velikost. Njihova maksimalna dolžina je 4 mm. V kloritiziranem femičnem mineralu opazujemo tudi drobna kovinska zrnca, v plagioklazu pa mikrolite minerala z visokim reliefom.

Osnova kamenine je sestavljena iz zelo drobno zrnatih stebričkov plagioklaza in krpic femičnega minerala. Je močno sekundarno spremenjena: sericitizirana in kloritizirana.

V enem delu kamenine, ki vsebuje manj femične komponente in je zato manj kloritizirana, pa smo našli tudi le delno spremenjene plagioklaze in jih določili pod Fedorovim mikroskopom. Plagioklazi pripadajo albitu; kot 2 V se giblje okrog 90° z majhnim odstopanjem v pozitivno ali negativno smer. Plagioklazi so povečini dvojčični.

V osnovi kamenine so tudi redka zrna kremenca.

Vse vzorce sečejo žilice kalcita. Zrna kalcita so orientirana prečno na robove žil. Na zunanjem obodu se nahajajo pogosto zrnca kremenca in včasih tudi avtigen plagioklaz kisle sestave.

Akcesoren je kovinski mineral, ki je posebno koncentriran v kloritiziranem femičnem mineralu.

V profilu od Medvodja proti Brsnini v dolini Bistrice, nad koto 992 je izdanek manj spremenjenega diabaza. Ni povsem jasno, ali leži v zgornjepermskem dolomitu, ali ga prebija. Kamenina je relativno sveža, zato podajamo njen opis (vzorec 138).

Megaskopsko je kamenina intenzivno zelena in vsebuje še temnejše zelene femične minerale. V osnovi vidimo svetlikajoče se sveže plagioklaze. Kamenina ima porfirsko strukturo z vtrošniki plagioklaza in rogovače. Velikost zrn rogovače znaša povečini nekaj mm, plagioklaza pa nekaj manj. V zrnih rogovače opazujemo včasih dvojčična zraščanja. Rogovača je spremenjena v celoti, ali pa le delno ob robovih: je kloritizirana in vsebuje številne mikrolite kovinskega minerala. Femični mineral je delno tudi kalcificiran. Vtrošniki plagioklaza so dvojčični in zelo spremenjeni: sericitizirani in kloritizirani. Nekaj zelo redkih pa je popolnoma svežih oziroma imajo svež zunanji rob. Merili smo njihovo sestavo na Fedorovem mikroskopu in ugotovili, da pripadajo labradoritu. Opazovana dvojčična zakona sta albitski in karlovarski.

Kot 2 V znaša: $+75^\circ$, $+76^\circ$, $+70^\circ$, $+86^\circ$, -87° .

Osnova je mikrokristalna, sestavljena iz tankih letvic plagioklaza (0,1 mm), klorita, neprosojnega kovinskega minerala, redkih zrn kremenca in kalcita. Po kotu potemnitve so plagioklazi osnove delno kisli delno pa bolj bazični.

Kamenina pripada rogovačnemu diabazu.

Izdanki diabaza na Jezerskem se ločijo od diabaza pri Mlaki oziroma na Pohorju. Glavne razlike so:

1. manjša stopnja užrilenosti in s tem relativno manjše napredovanje sekundarnih sprememb.

Sekundarne spremembe so tudi v diabazu okolice Jezerskega precej napredovale, vendar še najdemo nespremenjene femične minerale, ki jih v zbrskih ostalih lokacij nismo ugotovili. Tudi plagioklaz je marsikje še ohranjen. Našli smo celo bazične glinence (labradorit).

2. imajo izrazito porfirsko strukturo, ki je na ostalih lokacijah nismo opazili.

Kot vtrošniki nastopajo plagioklazi, rogovača in avgit.

3. medtem ko so vsi diabazi spilitizirani, smo nad Medvodjem našli tudi nespremenjen rogovačni diabaz (porfirit?).

Značilnosti in kemična analiza diabazov

Primarni izdanki diabaza v grōdenu oziroma v tektonskem kontaktu z njim, so bili najdeni pri Mlaki, na Pohorju in na Jezerskem. Diabaz nastopa v obliki žil in manjših leč. Njegov geološki položaj nasproti grōdenskim plastem ni popolnoma jasen. Lahko je grōdenske starosti, starejši ali pa mlajši. Starejši je zelo verjetno pohorski diabaz, medtem ko domnevamo za ostale lokacije grōdensko dobo nastanka teh kamenin. Na Pohorju je diabaz zelo razširjen že v podlagi grōdenskih skladov, v filitu. V samem grōdenu ga opazujemo mogoče zaradi paleoreliefa in delno zaradi tektonskih premikov.

Pri Mlaki pa v karbonski podlagi grōdenskih sedimentov diabaza nismo našli.

V Karavankah se nahajajo diabazovi izdanki ne samo v grōdenskih sedimentih, temveč tudi v zgornjepermskem dolomitu oz. dolomitni breči. To kaže, da bi bil ta dolomit zgornja časovna meja diabazovih erupcij. Vendar pa njegova starost ni s fosili dokazana.

Zaradi sekundarnih sprememb in tektonskih premikov je diabaz, ki smo ga našli, povečini zelo spremenjen in tektonsko užrilen. Sekundarni pojavi so albitizacija, kloritizacija, kalcifikacija, sericitizacija, epidotizacija. Večina pregledanih vzorcev je popolnoma spremenjena. Delno ohranjene sveže vzorce smo našli le na Jezerskem.

Diabaz sečejo številne žilice, zapolnjene s kremenom, kalcitom, kloritom in avtigenim kislim plagioklazom.

V sestavi diabaza smo ugotovili predvsem albitiziran plagioklaz, klorit in akcesoren kovinski mineral. V diabazu z Jezerskega so ponekod še ohranjeni bazičen plagioklaz — labradorit in vtrošniki rogovače ali avgita. Struktura pregledanih vzorcev diabaza je ofitska drobno zrnata (Mlaka, Pohorje), ofitska debelo zrnata (Jezersko, Pohorje) in porfirska (Jezersko).

Albitiziran diabaz, kakršnega smo povečini opazovali, imenujemo spilit. Iz navedenega sledi, da nastopa v grōdenu v Sloveniji predvsem spilitiziran diabaz. Nespremenjen diabaz najdemo le v Karavankah. Diabaz Pohorja in okolice Mlake se tudi sicer loči od diabaza okolice Jezerskega po zgoraj navedenih značilnostih (struktura, mineraloška sestava).

Kemično smo analizirali vzorec 4 M iz Mlake. Rezultati se skladajo s podatki, ki jih navaja Tröger (1935) za spilit. Kamenina pripada kemično gabroidnodioritni-gabroidni magmi. Bistvena pa je razlika v manjši količini CaO v naši analizi (6,9 ‰ oz. 2,1 ‰).

CIPW formula III (II), 5, 1, 4 (5).

Nigglijevi parametri:	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti
Vzorec 4 M	125	33,3	47,5	6,2	13,0	0,15	0,55	2,5
Gabrodioritna magma (pacični tip)	135	24,5	42,5	23	10	0,28	0,50	
Gabroidna magma (pacični tip)	108	21	52	21	6	0,20	0,55	

Zaključki

Magmatske kamenine v grödenskih skladih Slovenije smo raziskovali zaradi njihove zveze z nastankom uranonosnih sedimentov. Po literaturnih podatkih bi sp. permske magmatske kamenine lahko vsebovale uran, kajti njihova osnova je zelo aktivna. Denudirani vulkanski sloji pa predstavljajo bistveno komponento grödenskih sedimentov.

Raziskane magmatske kamenine smo razdelili v tri skupine:

1. ignimbritni prodniki v grödenskih sedimentih celotne Slovenije;
2. ignimbritni primarni izdanki, ki so v tektonskem kontaktu s perm-skimi skladi. Ti izdanki so znani do sedaj le v okolici Tržiške Bistrice in vzhodneje;
3. diabaz in spilitiziran diabaz z Jezerskega, Mlake in Pohorja.

Kamenine prve in druge skupine so močno rekristalizirane in spremenjene, vendar smo v posameznih vzorcih še z gotovostjo določili mikroskopske značilnosti ignimbritov. Kemične analize niso dale najbolj ugodnih rezultatov, ker je osnova magmatskih kamenin zelo spremenjena. Pripadajo skupini riolitov oz. kremenovih latitov.

Tudi diabazi so močno spremenjeni in se ločijo med sabo. Domnevamo, da so izdanki diabaza pri Mlaki in na Jezerskem grödenske starosti. Vendar bi bilo treba to domnevo potrditi še z nadaljnjimi geološkimi in laboratorijskimi preiskovanji.

IGNEOUS ROCKS IN THE GRÖDEN (VAL GARDENA) STRATA IN SLOVENIA

Their petrographical and chemical characteristics

The igneous rocks in the Gröden strata in Slovenia have been explored on account of their connection with the uranium bearing sediments of this formation. According to the literature references, the Lower Permian acid igneous rocks are a possible source of uranium, their groundmass being

very active. The eroded volcanic rocks represent an essential detritic component of the Gröden strata.

The explored igneous rocks, found in the Gröden strata, are divided into three groups, namely:

1. The ignimbritic pebbles in the Gröden sediments.
2. The primary outcrops of the ignimbrites which are in a tectonic contact with Permian sediments.

These outcrops have been known up to now only in the vicinity of Tržiška Bistrica and east of it.

According to the chemic analyses, which did not yield very favourable results because rocks of both groups are highly altered, the ignimbrites belong to rhyolites with transitions into quartz latites (Table 2). Products of alterations are: sericite, limonite, calcite, and albite.

3. The primary outcrops of the spilitized diabases and diabases from Jezersko, Mlaka, and Pohorje.

All these Paleozoic igneous rocks are generally intensively recrystallized and altered, although their characteristic features have been determined in some samples of the all above mentioned groups.

The principal characteristics observed in the explored pebbles of ignimbrites (ash-flow tuffs or welded tuffs) are following.

1. They are found in all horizons of the Gröden strata but are most frequent in the conglomeratic strata in the Karavanke and Pohorje mountains.

2. They are red (violet), only exceptionally green.

3. Their size varies from some centimeters to 20 cms. The grade of roundness is changeable. The pebbles are usually rounded but the smaller ones are rounded in a higher degree. Their pseudofluidal texture is recognizable megascopically.

4. Devitrificated shards are of considerably smaller dimensions than the phenocrysts, and both are not sorted. The size of shards varies from 0,1 to 0,2 mm. Lithic volcanic fragments are of different size. Quartz phenocrysts reach even 6 mms. Feldspar and biotite phenocrysts are of smaller dimensions.

5. Phenocrysts represented generally by quartz are hypidiomorphic, partly broken, or rounded, and embayed. Feldspar and biotite phenocrysts are less frequent, hypidiomorphic, sometimes plastically bent and usually altdred. Samples without phenocrysts are occurring exceptionally. Feldspar is orthoclase and anorthoclase.

6. Characteristic V- or Y-shaped devitrificated shards of volcanic ash are seldom preserved. Usually the shards are quite flattened and compressed. Therefore, the axiolitic structure of shards has been observed only in few samples.

7. The stretched shards represent flow lines which are often discontinuous. The pseudofluidal texture is stressed by various degree of recrystallization of single sheets, and by parallel arrangement of phenocrysts along flow lines.

8. Numerous pumice fragments seldom preserve partially their pumice structure, while pore spaces generally collapsed.

9. The recrystallized groundmass around quartz phenocrysts often has the same optical orientation as the phenocrysts.

Primary outcrops of ignimbrites are too small to show the field characteristics of welded tuffs. Megascopically we can see their pseudo-fluidal texture. They contain numerous pumice fragments with highly obscured and lost pumice structure. Their vitroclastic texture can be determined only exceptionally. Primary outcrops of ignimbrites have more phenocrysts of feldspars than ignimbritic pebbles. The feldspar is albite. These outcrops which are now in tectonic contact with the Permian strata, are supposed to represent the exposed differentiates of rocks that yielded the Gröden volcanic pebbles. Our assumption is based on their microscopic characteristics like that of welded tuffs.

The stratigraphic sequence of the small diabase outcrops in the Gröden sediments is generally not quite clear and needs further investigations. It is sure that Upper Permian dolomite in Karavanke mountains (which is not determined by fossils) represents the upper limit of diabase eruptions; diabase fragments have been found namely in its dolomitic breccia. In diabase outcrops in Karavanke mountains the exceptionally unaltered diabase differentiate has been determined. All samples from other localities are quite spilitized.

LITERATURA

Exner, Ch., 1962, Die Perm-Trias-Mulde der Gödnachgrabens an der Störungslinie von Zwischenberg (Kreuzzechgruppe östlich Linz). Verh. d. geol. Bundesanstalt, Heft 1, Wiss.-Mitteilungen.

Freund, H., Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Band IV: Mikroskopie der Silikate. Teil 1. Mikroskopie der Gesteine. Frankfurt a. M.

Germovšek, C., 1954, Petrografske raziskave na Pohorju v letu 1962. Geologija 2, Ljubljana.

Grad, K., Hinterlechner-Ravnik, A., Ramovš, A., 1961, Izveštaj o profiliranju gredenskih slojeva u Posavskim borama i Karavankama. Arhiv Geološkega zavoda v Ljubljani.

Grad, K., Hinterlechner-Ravnik, A., Ramovš, A., 1962, Izveštaj o proučavanju permskih sedimenata Slovenije. Geološki zavod, Ljubljana, arhiv.

Heinrich, E. W. M., 1956, Microscopic Petrography. New York.

Kahler, F., 1959, Sedimentation und Vulkanismus im Perm. Kärntens Geol. Rund., 48, Stuttgart.

Mittenpergher, M., 1958, La serie effusiva paleozoica del Trentino-Alto Adige. Studi e ricerche della divisione geomineraria, vol. I, parte I, Roma.

Mittenpergher, M., 1960, Studio di alcuni vitrofiri del complesso vulcanico paleozoico atesino. Studi e ricerche della divisione geomineraria, vol. III, Roma.

Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre, von Dr. A. Ossan. 4. Aufl. Stuttgart.

Ross, C. S., Smith, R. L., 1961, Ash-Flow Tuffs: Their Origin, Geologic Relations and Identification. Washington, 1961.

Smith, L., Robert, 1960, Zones and Zonal Variations in Welded Ash Flows, Geol. Survey Profess. Paper 354-F, Washington.

Schneider, A., 1963, Rhyolithischer Vulkanismus des Südhärzer Rotliegenden, Beiträge zur Min. u. Petr., Bd. 9, 2. H., Berlin.

	13229/7/1 DS		13228/P 38 e	
SiO ₂	73,70	78,20	78,6	80,55
TiO ₂	0,16	0,17	0,09	0,092
Al ₂ O ₃	16,50	17,50	12,4	12,71
Fe ₂ O ₃	3,22	3,42	1,55	1,59
FeO	0,33	0,35	0,37	0,38
MnO	0,02	0,02	0,004	0,004
MgO	0,10	0,11	0,53	0,54
CaO	0,07	0,07	0,23	0,24
Na ₂ O	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	3,78	3,87
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,02	0,02
CO ₂	0,11	0,12	0,00	0,00
S	0,005	0,005	0,004	0,004
H ₂ O +	5,60	—	1,33	—
H ₂ O —	0,43	—	0,25	—
Vsota	100,27	99,99	99,15	100,00
b) NORMATIVNI MINERALNI SESTAV				
Q	78,12		64,55	
C	17,44		8,20	
or			22,79	
ab				
an			0,99	
en				
hy _{Mg}	0,10		1,40	
mt	0,70		0,93	
hm	2,88		0,96	
il	0,30		0,15	
ru				
ap			0,04	
cc				
MgCO ₃	0,10			
pr	0,17	Σ 99,81	0,007	Σ 100,02
Sal	22,5		27,7	
Fem				
Q	∞		2 7	
F				
K ₂ O' + Na ₂ O'	1		0,11	
CaO'				
K ₂ O'	1		∞	
Na ₂ O'				
Formula CIPW I, 1, 2, 2			1, 2, 3, 1	
c) NIGGLIJEVI PARAMETRI				
al			60,60	
fm			18,6	
c			1,9	
alk			19,6	
Si			643	
k			1	
mg			0,35	

13229/7/1 DS, vulkanski prodnik, ignimbrit, Dolžanova soteska

13228/P 38 e, vulkanski prodnik, ignimbrit, Pohorje

13490/9023, vulkanski prodnik, ignimbrit, Razborje

13161, primarni vulkanski izdanek ob Tržiški Bistrici, Dolžanova soteska

13159/4 M. spilitiziran diabaz, Mlaka, Blegoš



CHEMICAL ANALYSES

Table 2.

13490/9023		13161		13159/4 M	
77,0	79,52	68,2	68,46	47,20	49,63
0,077	0,08	0,44	0,44	1,31	1,38
11,7	12,07	15,9	15,96	21,30	22,40
1,63	1,68	3,48	3,49	1,53	1,61
0,35	0,36	0,52	0,52	7,80	8,20
0,026	0,03	0,02	0,02	0,11	0,12
0,31	0,2	0,20	0,20	6,70	7,05
0,49	0,51	0,72	0,72	2,16	2,27
1,61	1,66	2,66	2,67	4,28	4,50
3,52	3,63	6,88	6,91	1,16	1,22
0,01	0,01	0,05	0,05	0,07	0,07
0,13	0,13	0,55	0,55	1,46	1,54
0,006	—	0,001	0,001	0,004	0,004
0,54	—	0,16	—	5,10	—
0,27	—	0,16	—	0,24	—
97,669	100,00	99,941	99,99	100,424	99,994

CIPW NORMS

54,54	26,22	2,46
4,69	3,98	13,36
21,68	41,14	7,23
14,15	22,53	38,25
1,67		0,83
		11,62
0,80	0,20	17,60
0,93	0,23	2,55
1,12	3,36	
0,15	0,91	2,58
	0,31	0,31
0,30	1,00	3,50
	0,25	
Σ 100,03	Σ 100,13	Σ 100,29
29,3	13,2	1,63
1,4	5,41	0,053
11	∞	28
1,4	1,7	0,18
I, "3, 1," 3	I, 4, 1, 2" (3)	III (II), 5, 1, 4 (5)

THE NIGGLI-PARAMETERS

51,73	45,75	33,3
15,37	16,14	47,5
3,95	3,82	6,2
28,95	34,30	13,0
580	335	125
0,59	0,63	0,15
0,23	0,09	0,05

Ash-Flow Tuff Pebble, Dolžanova soteska

Ash-Flow Tuff Pebble, Pohorje

Ash-Flow Tuff Pebble, Razborje

Outcrop of Ash-Flow Tuff, Tržiška Bistrica, Dolžanova soteska

Outcrop of spilitized Diabase, Mlaka, Blegoš

- Teller, F., 1898, Erläuterungen zur geologischen Karte Eisenkappel und Kanker. Wien.
- Teller, F., 1904, Exkursion in das Feistritztal bei Neumarkt in Oberkrain. Wien.
- Tröger, W. Ehrenreich, 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Berlin.
- Van Bemmelen, R. W., 1957, Beitrag zur Geologie der westlichen Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich). Jb. Geol. B. A. Wien.
- Williams, H., Turner, F. J., Gilbert, Ch. M., 1954, Petrography. San Francisco.
- Winkler, A., 1928, Über das Alter der Eruptivgesteine im Draudurchbruche. Verh. Geol. B. A. Wien.
- Winkler, A., 1929, Über das Alter der Dacite im Gebiet des Draudurchbruches. Verh. Geol. B. A. Wien.

KEMIZEM WENGENSKIH MAGMATSKIH KAMENIN NA SLOVENSKEM, PRIKAZAN S PARAMETRI ZAVARICKEGA

Ernest Faninger

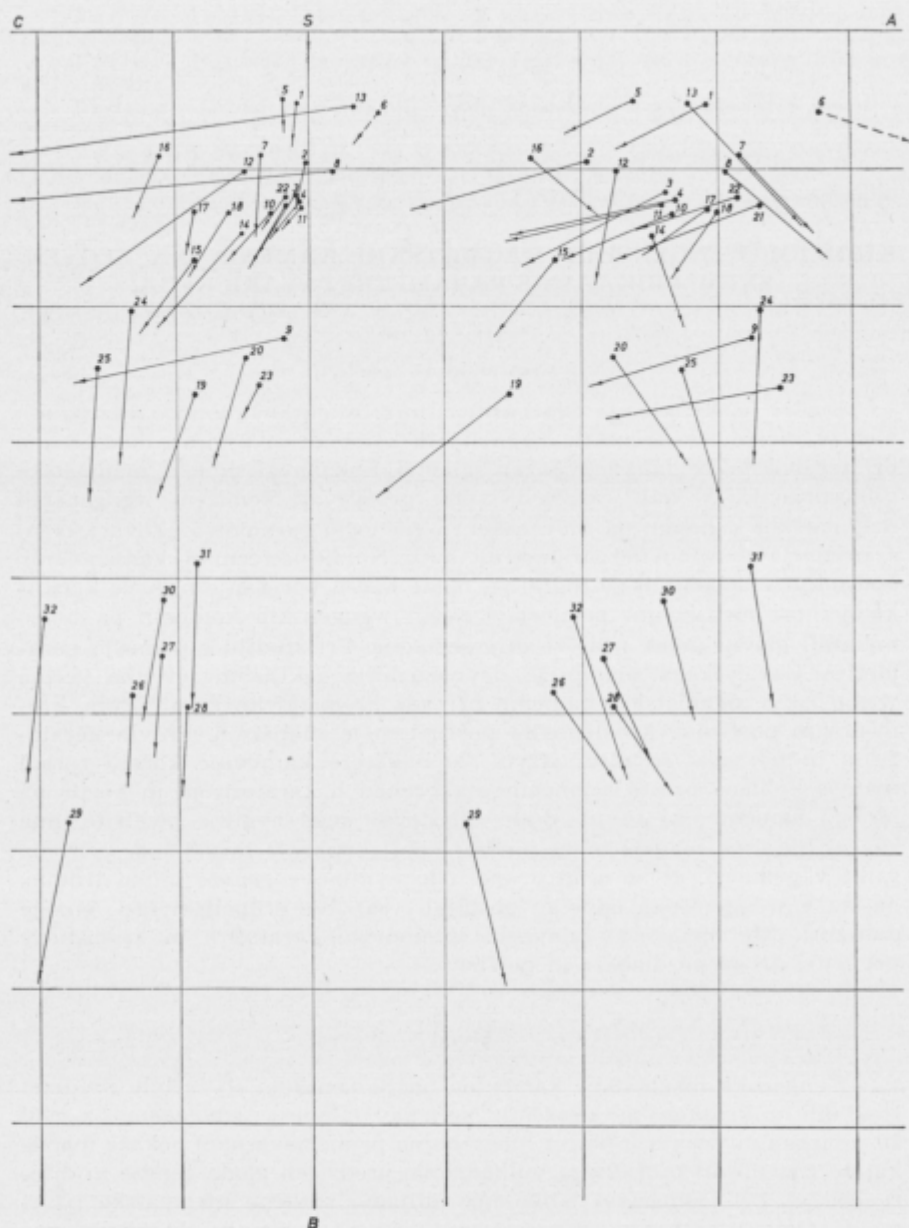
S 6 slikami in 11 tabelami

Doslej je že bilo na Slovenskem mikroskopsko kemično raziskanih nad 30 vzorcev wengenskih magmatskih kamenin in njihova medsebojna primerjava bi že lahko pokazala glavne značilnosti poteka magmatske diferenciacije. V naši razpravi bomo proučevali kemizem wengenskih magmatskih kamenin na Slovenskem s pomočjo parametrov Zavarickega; s primerjavo njihovih parametrov s tipičnimi ustreznimi kameninami, opisanimi v učbenikih petrografije, bomo načeli vprašanje njihove klasifikacije; pri medsebojni primerjavi naših wengenskih kamenin pa bomo nakazali glavni potek njihove diferenciacije. Pri študiju s pomočjo parametrov Zavarickega smo prišli do naslednjih zaključkov: velika večina wengenskih magmatskih kamenin pripada kremenovim keratofrom, kremenovim porfirom, kremenovim porfiritom in diabazom. Pravih keratofirov in porfirov še niso odkrili, le nekatere kamenine kažejo zaradi manjše količine proste kremenice na prehod h keratofrom in porfirom. Mnogo kamenin, ki so jih doslej prištevali med avgitne porfiritite, ima značaj bazaltne magme in bi jim zato bolj ustrezalo ime diabaz oziroma spilit v primeru, če so albitizirane. Glede njihove geneze lahko trdimo, da sta v wengenskem oddelku obstajali vsaj dve erupcijski fazi: ena je dala pri diferenciaciji v glavnem kremenove keratofire in kremenove porfiritite, druga pa diabaze in porfiritite.

Uvod

Wengenske magmatske kamenine na Slovenskem so že bile predmet številnih mikroskopsko kemičnih preiskav. Danes razpolagamo z nad 30 preiskanimi vzorci; njihova medsebojna primerjava nam pokaže marsikatero značilnosti takratnega vulkanizma, predvsem glede geneze in diferenciacije. Pri primerjavi lahko uporabljamo različne magmatske parametre. Omejili se bomo na parametre Zavarickega, ki jih pri nas do sedaj še niso uporabljali; razen tega smo se odločili za njihovo uporabo predvsem zaradi ustrezne grafične metode, ki je zelo primerna za primerjavo velikega števila kamenin.

Po parametrih Zavarickega bomo naše wengenske predornine primerjali tudi z ustreznimi tipičnimi predstavniki kamenin, ki jih na-



1. sl. Wengenske magmatske kamenine na Slovenskem. Številke na sliki ustrezajo številkam kamenin na 1. tabeli

Abb. 1. Wengener Eruptivgesteine in Slowenien. Die Nummern in der Abbildung entsprechen den Nummern in der Tabelle 1

vajajo petrografski učbeniki; končno bomo obravnavali njihovo genezo in diferenciacijo.

Parametri Zavaricega nam nudijo zelo popoln vpogled v kemizem svežih magmatskih kamenin; čim bolj so pa izpremenjene, tem večja je neskladnost med stvarnim stanjem in parametri. Naše wengenske magmatske kamenine so že precej izpremenjene. Albitizacijo, kloritizacijo in kalcitizacijo lahko ugotovimo skoraj pri vsakem vzorcu. Ker parametri Zavaricega ne upoštevajo CO_2 , je predvsem močna kalcitizacija najbolj neugoden faktor metamorfoze. V tem primeru se normativni plagioklazi običajno močno razlikujejo od modalnih. Kljub tej pomanjkljivosti pa nam parametri Zavaricega tudi pri kalcitiziranih magmatskih kameninah dobro rabijo pri ugotavljanju njihovega porekla.

Dokler naše wengenske predornine kemično niso bile preiskane, je bilo težko razlikovati kremenov keratofir od keratofira; tudi imeni diabaz in avgitni porfirit so često uporabljali za isto kamenino. Danes, po številnih mikroskopsko kemičnih preiskavah in medsebojnih primerjavah, so ta in podobna vprašanja že bolj razčiščena.

Wengenske magmatske kamenine na Slovenskem kaže 1. tabela, kjer so upoštevani vsi doslej popolno kemično preiskani vzorci. V tabelo smo vključili še kremenov porfirit iz Puščave na Pohorju, ker je verjetno iz triadne dobe (Grobelsšek, 1959). Imena kamenin v tabeli smo povzeli po avtorjih, ki so vzorce preiskali.

Druge tabele vsebujejo najbolj tipične predstavnike kamenin, ki jih navajajo različni učbeniki, in pridejo v poštev za primerjavo z našimi kameninami.

Kremenov keratofir in keratofir

Kremenovi keratofiri so paleotipne predornine z oligofirsko strukturo. Kot vtrošnika nastopata albit in kremen, femičnih mineralov povečini ni videti med njimi. Kemično ustrezajo granitni magmi: imajo visok odstotek kremenice in so z njo tudi močno prenasičeni. Prav tako so bogati z alkalijskimi in revni s femično komponento. Primerke kremenovih keratofirov, ki jih navaja Rosenbusch (1923, str. 366), kaže 2. tabela; vidimo, da so kremenovi keratofiri ali prenasičeni z glinico ali pa kamenine normalne sestave; z alkalijami prenasičenih vzorcev ni med njimi. Rosenbuschovi primerki nas torej poučijo, da spadajo kremenovi keratofiri v natrijevo-kalcijevo vrsto kamenin, torej v pacifično provinco in ustrezajo normalni granitni magmi. Toda kremenovi keratofiri imajo zelo visok parameter n , mnogo višji kot je običajno pri granitih. Zato sklepamo, da so bili naknadno močno albitizirani.

Rosenbuschove primerke keratofirov (Rosenbusch, 1923, str. 379) kaže 3. tabela. Srednje vrednosti njihovih parametrov nam povedo, da so keratofiri zelo bogati z alkalijami in često z njimi tudi prenasičeni. Glede kremenice pa so samo nasičene kamenine. Keratofiri ustrezajo torej alkalni sienitni magmi.

Na slovenskem ozemlju so kremenovi keratofiri v naslednjih krajih:

1. Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice (Faninger, 1961),
2. pod Kamniškim vrhom nad zaselkom Slevo (Faninger, 1961),
3. Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec E₁),
4. Laško (Faninger, 1961; vzorec št. 1),
5. Velika Pirešica (Germovšek, 1959; vzorec 91 c),
6. Velika Pirešica (Germovšek, 1959; vzorec 64/2),
7. Črnilec (Germovšek, 1959 in Hinterlechner, 1959).

Kamenine št. 1, 2, 5 in 7 so tipični kremenovi keratofiri, vzorca št. 3 in 4 pa tvorita zaradi večjih količin kalija prehod h kremenovim porfiru.

Petrokemično je najbolj zanimiva kamenina št. 6, ki je pravzaprav alkalni kremenov keratofir. Doslej smo namreč poznali le kremenove keratofire, ki so ali z glinico prenasičeni ali pa so kamenine normalne sestave. V prvem primeru velja razmerje $Al_2O_3 > Na_2O + K_2O + CaO$, v drugem pa $Na_2O + K_2O + CaO > Al_2O_3 > Na_2O + K_2O$. Kamenina št. 6 iz Velike Pirešice pa je z alkalijami prenasičena, ker je $Na_2O + K_2O > Al_2O_3$, je torej alkalni kremenov keratofir in ustreza alkalni granitni magmi. Na dejstvo, da moramo deliti kremenove keratofire na navadne in alkalne, je opozoril že Germovšek (1959, str. 52).

Keratofirov na našem ozemlju ni. Edino kamenina št. 6 — alkalni kremenov keratofir iz Velike Pirešice — je na prehodu med kremenovim keratofirom in keratofirom, kajti vrednost parametra Q leži približno na sredini med vrednostima, ki sta značilni za kremenove keratofire in keratofire.

Kremenov porfir in porfir

Mikroskopsko se kremenov porfir loči od kremenovega keratofira po tem, da ima med vtrošniki kalijeve glinence. Zato je tudi v kemičnem pogledu razlika med obema vrstama kamenin pri parametru n , ki ima pri kremenovih porfirih nizko vrednost, pri kremenovih keratofirih pa visoko; razmerje med Na in K ustreza torej pri kremenovih porfirih granitni magmi. Rosenbuschovi primeri kremenovih porfirov (Rosenbusch, 1923, str. 355) so podani v 4. tabeli; vidimo, da so kremenovi porfiri navadno z glinico prenasičene kamenine ali pa kamenine normalne sestave, z alkalijami prenasičene kamenine nastopajo le izjemoma. Tako kremenovi porfiri povečini ustrezajo navadni granitni magmi, le izjemoma alkalni granitni.

Porfiri so s kremenico samo nasičene kamenine, ustrezajo torej navadni sienitni magmi. Rosenbuschove (1923, str. 376) primere porfirov nam kaže 5. tabela.

Glavna razlika med kremenovimi porfiri in porfiri je pri parametru Q , ki nam označuje prosto kremenico. Kremenovi porfiri so torej s kremenico močno prenasičene kamenine, porfiri pa so z njo samo nasičeni.

Na sloveskem ozemlju imamo kremenove porfire v naslednjih krajih:

8. Kališki plaz (Germovšek, 1959 in Hinterlechner, 1959),
9. Ravne pri Tuhinju (Germovšek, 1959; vzorec SD-61),
10. Bočna (Germovšek, 1959; vzorec SD-6),
11. Dobroveljska planota (Germovšek, 1959; vzorec SD-29a),

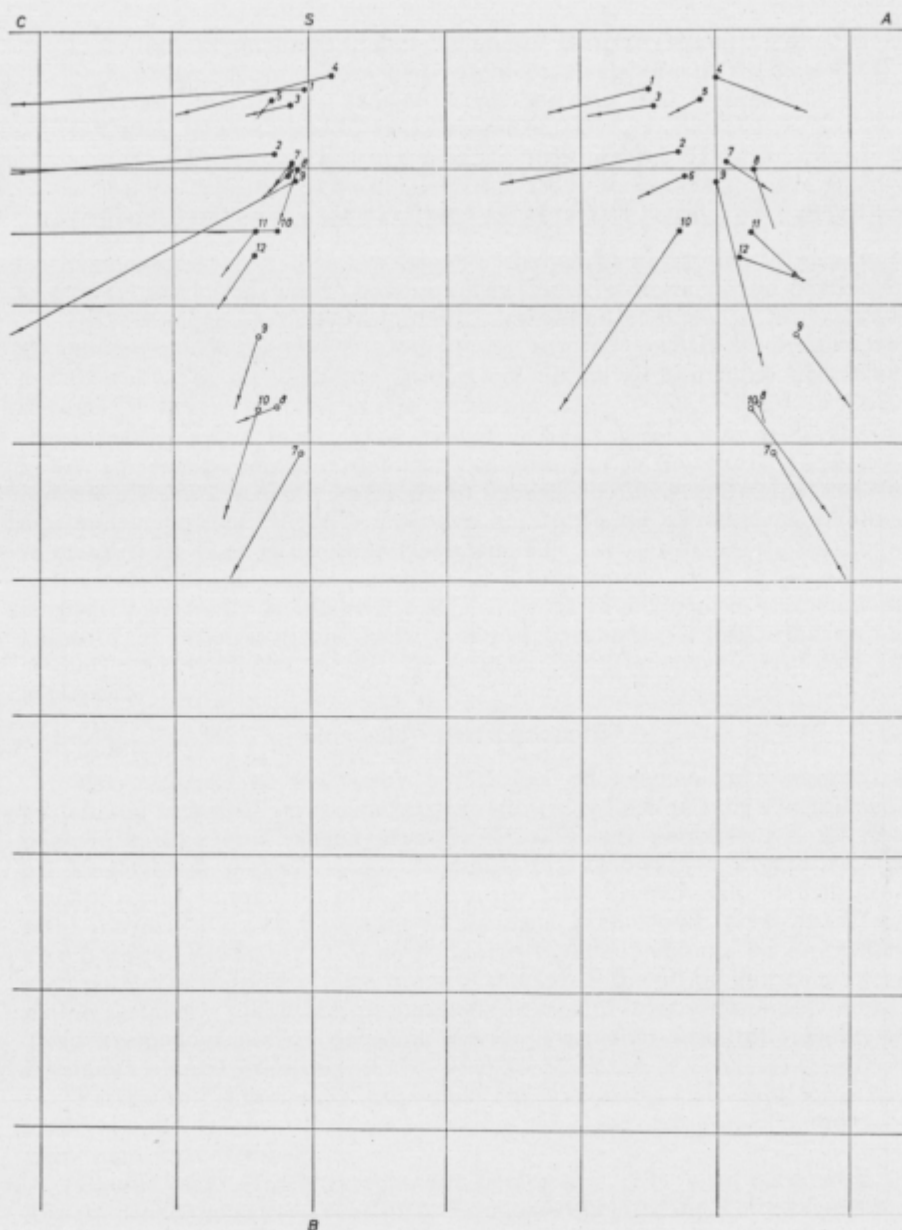


2. sl. Kremenovi keratofiri in keratofiri

Kremenovi keratofiri so označeni s črnim krogom, njihove številke ustrezajo številkam v 2. tabeli. Keratofiri pa so označeni z belim krogom, njihove številke ustrezajo številkam v 3. tabeli

Abb. 2. Quarzkeratophyre und Keratophyre

Die Quarzkeratophyre sind mit schwarzen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 2. Die Keratophyre sind aber mit weißen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 3



3. sl. Kremenovi porfiri in porfiri

Kremenovi porfiri so označeni s črnimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 4. tabeli. Porfiri pa so označeni z belimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 5. tabeli

Abb. 3. Quarzporphyre und Porphyre

Die Quarzporphyre sind mit schwarzen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 4. Die Porphyre sind aber mit weißen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 5

12. Hudi potok pri Šmartnem ob Paki (Germovšek, 1959; vzorec SD-35),

13. Dečna sela pri Brežicah (Germovšek, 1959; vzorec Pr-1).

Tipični kremenov porfir je kamenina št. 12. Kamenina št. 9 kaže na prehod k porfirom zaradi nižje vrednosti parametra Q , vendar jo še lahko prištevamo h kremenovim porfirom. Kamenina št. 8 je tipični primer alkalnega kremenovega porfira, kateremu je Germovšek (1959) predlagal ime kamnikit. Alkalni kremenov porfir je tudi kamenina št. 13. Po kemični sestavi lahko uvrstimo med kremenove porfire tudi kamenini št. 10 in 11.

Tipičnih porfirov pri nas ni. Edino kamenina št. 9 je na prehodu med kremenovimi porfiri in porfiri.

Kremenov porfirit in porfirit

Kremenovi porfiriti ustrezajo kremenovo dioritnemu in granodioritnemu tipu magme. Od kremenovih keratofirov in kremenovih porfirov se v glavnem ločijo po večjem parametru c . Pri kremenovih porfiritih ustrezajo že normativni kot tudi modalni plagioklazi andezinu, zato je parameter c večji. Kremenovi porfiriti so ali z glinico prenasršeni ali pa imajo normalno sestavo. Nekaj primerov kremenovih porfiritov za primerjavo vsebuje 6. tabela.

Porfiriti so kamenine normalne sestave in ustrezajo dioritni magmi. Glavna razlika med kremenovimi porfiriti in porfiriti je pri parametru Q — kremenovi porfiriti so s kremenico prenasršeni, porfiriti pa samo nasršeni. Porfirate za primerjavo nam kaže 7. tabela.

Na Slovenskem so bili doslej ugotovljeni naslednji kremenovi porfiriti:

14. na Dobroveljski planoti (Germovšek, 1959; vzorec SD-25),

15. v Kokri (Faninger, 1961; vzorec Kokra-4),

16. v Kokri (Faninger, 1961; vzorec Kokra-2),

17. na Štularjevi planini (Faninger, 1961),

19. v Puščavi na Pohorju Grobelšek, 1959),

20. v Ravnah pri Cerknem (Proselc, 1954),

21. pri Sv. Ani nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 9),

22. pri Sv. Ani nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 11).

Porfirate imamo na Slovenskem:

23. pri Sv. Ani nad Tržičem (Berce, 1954, vzorec 6),

24. na Rudnici (Germovšek, 1959; vzorec OL-28),

25. v Velikem Koprivniku (Germovšek, 1959; vzorec Bo-128a).

Kamenini št. 24 in 25 imata albitizirane vtrošnike. Poleg tega kaže kamenina št. 24 še močan primanjkljaj kremenice, tako da ne ustreza več normalnemu tipu dioritne magme, ampak essektsidioritnemu in nosy-kombitskemu tipu (Germovšek, 1959).



4. sl. Kremenovi porfiriti in porfiriti

Kremenovi porfiriti so označeni s črnimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 6. tabeli. Porfiriti so označeni z belimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 7. tabeli

Abb. 4. Quarzporphyrite und Porphyrite

Die Quarzporphyrite sind mit schwarzen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 6. Die Porphyrite sind mit weißen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 7



5. sl. Toleitni in olivinovi bazalti

Toleitni bazalti so označeni s črnimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 8. tabeli. Olivinovi bazalti pa so označeni z belimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 9. tabeli

Abb. 5. Tholeiit- und Olivinbasalte

Die Tholeiitbasalte sind mit schwarzen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 8. Die Olivinbasalte sind aber mit weißen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 9

Albitiziran kremenov porfirit

Albitiziran kremenov porfirit je vzorec št. 18 (Faninger, 1961; vzorec Kokra-3). Kljub albitovim vtrošnikom, ki jih vzorec vsebuje, ga ne moremo prištevati h kremenovim keratofinom zaradi parametrov c in b, ki ustrezata kremenovim porfiritom, iz katerih je kamenina nastala s pomočjo spilitne reakcije.

Diabaz in spilit

Glede naših bazičnih predornin v wengenskem oddelku srednje triade doslej ni bilo enotnih stališč. Iste kamenine so nekateri prištevali diabazom, drugi pa avgitnim porfiritom. Da bi prišli glede tega vprašanja na jasno, si najprej oglejmo, kaj nam povedo učbeniki in primeri, ki nam jih nudijo.

Diabazi so paleotipne predornine intersertalne ali ofitske strukture in ustrezajo gabroidni magmi. Po kemizmu so ekvivalentni neotipnim bazaltom, vendar so zaradi starosti in posebnih okoliščin med vulkanskimi erupcijami že bolj ali manj spremenjeni. Zato bomo lažje spoznavali kemizem diabazov, če si prej ogledamo njihove neotipne ekvivalente — bazalte, ki so še sveži (8. in 9. tabela).

Bazalti so nastali iz magme, ki se je razvila v velikih zemeljskih globinah v tako imenovani bazaltni plasti oziroma simi ali sialmi, kakor ji še nekateri pravijo.

Podrobnejša raziskava bazaltov je pokazala, da jih moramo deliti v dve skupini, ki se razlikujeta predvsem glede kremenice: v olivinove in toleitne bazalte. Olivinovi bazalti so značilni predvsem za oceanske otoke, toda pojavljajo se tudi na celinah. Toleitni bazalti pa nastopajo samo na celinah, često kot veliki pokrovi. Diferenciacija poteka pri obeh vrstah povsem različno: olivinova bazalna magma daje pri diferenciaciji vrsto alkalnih kamenin, toleitna magma pa kamenine natrijevo-kalcijeve skupine.

Za vse bazalte je značilna visoka vrednost parametra b in nizka za s. Glavna razlika med olivinovimi in toleitnimi bazalti je pri parametru Q — toleitni bazalti so glede kremenice nasičene kamenine, olivinovi bazalti pa slabo nasičeni ali celo nenasičeni. Poleg tega imajo olivinovi bazalti večji parameter b.

Isto razdelitev kot pri bazaltih bi morali pričakovati tudi pri diabazih, vendar tu ne moremo postaviti ostre meje med eno in drugo podskupino, kar je umljivo, saj so diabazi že bolj ali manj spremenjeni.

V tesni zvezi z diabazi so spiliti, ki v kemičnem pogledu tudi ustrezajo bazaltni magmi, le da so pri njih izpremembe še večje. Medtem ko je pri diabazih kloritizacija najvidnejši znak metamorfoze, so spiliti poleg tega še močno albitizirani.

Sedaj ko smo si ogledali diabaze, in porfirate že poznamo, preidimo k vprašanju, kako naj končno imenujemo primerke naših predornin, za katere je vprašanje, ali so diabazi ali avgitni porfiriti.

Za evropske petrografe so modalni plagioklazi merodajni pri razlikovanju med kameninami gabroidne in dioritne magmatske skupine: če vsebujejo več kot 50 % an, prištevajo kamenino gabroidni skupini, sicer



6. sl. Diabazi in spiliti

Diabazi so označeni s črnimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 10. tabeli. Spiliti so označeni z belimi krogi, njihove številke ustrezajo številkam v 11. tabeli

Abb. 6. Diabase und Spiliti

Die Diabase sind mit schwarzen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 10. Die Spiliti sind mit weißen Kreisen gekennzeichnet, ihre Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 11

pa dioritni. V našem primeru bi bili torej diabazi predornine, pri katerih imajo modalni plagioklazi več kot 50 % an. Dejansko so na Slovenskem že bili najdeni primerki, ki imajo plagioklaze z več kot 50 % an (Hinterlechner, 1959), njihova pripadnost k diabazom je izven vsakega dvoma. Toda problematične so avgitne predornine s srednje kislimi plagioklazi, in teh je precej. Tu je odločilno vprašanje, ali so srednje kisli plagioklazi primarni, ali pa so nastali šele pri drugotnih procesih. V prvem primeru bi kamenino prištevali k porfiritom, v drugem pa kljub srednje kislim plagioklazom k diabazom.

Tu obravnavamo vprašanje ločitve diabazov od porfirita le s podatki, ki nam jih nudi kemična preiskava, omejujoč se pri tem zopet samo na parametre Zavarickéhoa.

Ako primerjamo diabaze (10. tabela) s porfiriti (7. tabela), vidimo, da je glavna razlika v parametru b, ki ima pri diabazih približno vrednost 26, pri porfirutih pa 13. Torej je pri kemičnih podatkih femična komponenta (b) najvažnejši faktor za razlikovanje diabazov od porfiritov; če znaša vrednost parametra b okoli 26, bomo kamenino prištevali k diabazom, če pa ima parameter b vrednost okoli 13, pa k porfiritom. Spiliti, ki so v tesni zvezi z diabazi, imajo navadno le malo manjši parameter b (srednja vrednost okoli 23); toda zaradi albitizacije je pri njih parameter a mnogo večji in ustrezno parameter c manjši kot pri diabazih (11. tabela).

Posvetimo se sedaj diabazom na našem ozemlju. S kemičnimi podatki lahko pridemo do zaključka, da so diabazi v naslednjih krajih:

26. Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961, vzorec 4 a),
27. Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961, vzorec 8),
28. Laško — Veliki vrh (Germovšek, 1959; vzorec CL-8),
29. Lom pri Črni (Hinterlechner, 1959),
30. Sovinja peč pri Črni (Hinterlechner, 1959),
31. Bohor (Ocepek, 1955),
32. Tratica pri Činolici (Germovšek, 1959; vzorec CL-67).

Vzorec št. 31 / Bohorja (Ocepek, 1955) ima zelo visoko vrednost za parameter a, in poleg tega nastopa še albit kot vtrošnik, zato ga lahko imenujemo spilit. Tudi marsikje drugod, kjer smo doslej mislili, da nastopajo srednje kisli plagioklazi v modalni sestavi, so v novjšem času dokazali, da imamo opravka pravzaprav z albitom, ki je nastal pri spilitni reakciji (Hinterlechner, 1959). Tako se je že izkazalo in se še verjetno bo, da je za marsikateri vzorec, ki so ga do sedaj imenovali diabaz oziroma avgitni porfirit, pravilnejše ime spilitiziran diabaz.

Pregledna sistematika wengenskih magmatskih kamenin na Slovenskem

1. tabela in 1. slika vsebujeta vse naše doslej kemično preiskane wengenske predornine; kamenine so navedene tako, kot so jih imenovali avtorji, ki so jih raziskali.

Oglejmo si najprej njihovo razdelitev s pomočjo parametra Q , ki nam pove višek ali primanjkljaj proste kremenice. Velikost in predznak parametra Q delita naše kamenine na naslednje razrede:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. razred. $Q > 45$. | S kremenico zelo prenasičene kamenine. Vzorec št. 2. |
| 2. razred. $45 > Q > 15$. | S kremenico prenasičene kamenine. Vzorci št. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 in 22. |
| 3. razred. $15 > Q > 6$. | Slabo s kremenico prenasičene kamenine. Vzorca št. 6 in 9. |
| 4. razred. $6 > Q > -6$. | S kremenico nasičene kamenine. Vzorci št. 23, 25, 26 in 27. |
| 5. razred. $-6 > Q > -15$. | S kremenico slabo nasičene kamenine. Vzorci št. 24, 29, 30 in 32. |
| 6. razred. $Q < -15$. | S kremenico nenasičene kamenine. Vzorec št. 31. |

V prvem in drugem razredu so kamenine z velikim prebitkom kremenice; sem spadajo kremenovi keratofiri, kremenovi porfiri in kremenovi porfiriti. Kremenove porfirite loči od ostalih dveh skupin večji parameter c , ki ima pri kremenovih porfiritih približno vrednost 4, medtem ko imajo kremenovi keratofiri za c približno vrednost 0,6 in kremenovi porfiri 0,9. Glavna razlika med kremenovimi keratofiri in kremenovimi porfiri je v razmerju med Na in K , ki ga kaže parameter n . Pri kremenovih keratofirih ima parameter n skoraj vedno visoko vrednost, navadno nad 80, pri kremenovih porfirih pa je navadno za polovico manjši. Ker pa lahko parameter n pri enih kot drugih kameninah zelo variira, so mikroskopski podatki bolj merodajni za ločitev kremenovih keratofirov od kremenovih porfirov.

H kremenovim keratofirom pripadajo kamenine št. 1, 2, 3, 4, 5 in 7; kremenovi porfiri pa so kamenine št. 8, 9, 10, 11, 12 in 13. Med kremenovimi porfiri nastopata tudi dva alkalna vzorca, in sicer št. 8 in 13. Kremenovi porfiriti so kamenine št. 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21 in 22. Vzorec št. 18 je albitiziran kremenov porfirit.

Kamenine tretjega razreda imajo vmesni položaj med prenasičenimi in nasičenimi kameninami. Tako tvori vzorec št. 6 (Velika Pirešica) prehod med alkalnim kremenovim keratofirom in keratofirom. Ker pa manjkajo na tem območju sienitom ustrezne predornine, je bolj primerno, da prištevamo vzorec št. 6 med alkalne kremenove keratofire (Germovšek, 1959). Enako kaže tudi vzorec št. 9 na prehod med sienitno in granitno magmo. Iz istega razloga je tudi za ta vzorec primernejše ime kremenov porfir in ne porfir.

Drugi vzorci so glede kremenice nasičeni, slabo nasičeni ali celo nenasičeni. Sem spadajo naši porfiriti, diabazi in spiliti.

Porfiriti, ki ustrezajo dioritni magmi, so kamenine št. 23, 24 in 25; pri tem sta vzorca 24 in 25 delno albitizirana in sta podobna spilitom; razen tega kaže vzorec št. 24 še močan primanjkljaj kremenice, zato še bolj odstopa od tipičnih porfiritov.

Diabazi in spiliti ustrezajo gabroidni magmi; od naših kamenin lahko na podlagi njihove kemične sestave prištevamo med diabaze vzorce št. 26, 27, 28, 29, 30 in 32, vzorec št. 31 pa k spilitom, ki predstavlja pravzaprav močno albitiziran diabaz. Kot smo že prej obravnavali, je bil za razlikovanje kamenin dioritne in gabroidne skupine merodajen parameter *b*: ako ima *b* vrednost okoli 13, smo uvrstili kamenino v dioritno skupino oziroma med porfirite; ako pa ima *b* vrednost okoli 26, pa v gabroidno skupino oziroma med diabaze in spilite.

Geneza in diferenciacija wengenskih magmatskih kamenin na Slovenskem

Paleotipne kamenine so že bolj ali manj izpremenjene, zato lahko nakažemo njihovo diferenciacijo le v glavnih obrisih, zaiti pri tem v podrobnosti je nesmiselno.

Danes petrografi mislijo, da so za nastanek vseh magmatskih kamenin merodajne le tri magme, iz katerih so se vse druge razvile pri magmatski diferenciaciji:

1. olivinova bazaltna magma, ki je dala alkalno vrsto kamenin (olivinov bazalt → trahandezit → trahit → fonolit).
2. toleitna bazaltna magma, ki je pri diferenciaciji dala kamenine normalne sestave (toleitni bazalt → andezit → riolit).
3. granitna-granodioritna magma, iz katere so nastali graniti in granodioriti ter ustrezne predornine.

Kot vemo, sestoji zemeljska skorja iz dveh različnih slojev: iz gornjega, specifično lažjega siala, in spodnjega, specifično težjega sima (sialma, bazaltna plast). Pri delnem topljenju sima nastaja bazaltna magma, pri delnem topljenju siala pa granitna-granodioritna magma.

Kemično delno ustreza olivinovim bazaltom le diabaz z Loma (vzorec št. 29). Za diferenciacijske produkte olivinove bazaltne magme bi lahko imeli alkalni kremenov keratofir iz Velike Pirešice (vzorec št. 6) in alkalna kremenova porfira s Kališkega plaza (vzorec št. 8) in Dečnega sela (vzorec št. 13). Tudi kamenini št. 24 in 31 kažeta zaradi primanjkljaja kremenice alkalne tendence. Toda vprašanje je, ali so našete alkalne kamenine res diferenciacijski produkti olivinove bazaltne magme, ali pa je njihova alkalnost le posledica različnih procesov metamorfoze, kar lahko z gotovostjo trdimo za spilite.

Drugi naši diabazi pa vsekakor ustrezajo toleitnim bazaltom. Kot diferenciacijski produkti pridejo v poštev kremenovi porfiri, kremenovi keratofiri in porfirit št. 25. Vendar vseh kremenovih keratofirov in kremenovih porfirov ter prav tako tudi kremenovih porfiritov ne moremo imeti za diferenciacijske produkte bazaltne magme. Spomnimo se na velike površine kremenovih keratofirov in kremenovih porfiritov v Kamniških Alpah, zahodnih Karavankah in v okolici Bleda. Nikjer tam ne moremo najti poleg kremenovih keratofirov in kremenovih porfiritov diabazov, po katerih bi mogli sklepati na diferenciacijo bazaltom ustrezne magme. In če še pomislimo, da obsega končni granitni oziroma granodioritni diferenciacijski preostanek le 5 % prvotne bazaltne magme (Barth, 1952, str. 236), potem si lahko razlagamo nastanek ogromnih

količin kremenovih keratofirov in kremenovih porfiritev, ki nastopajo od Kamniških Alp do Bleda, le na ta način, da je prišlo do ponovnega topljenja v sialu. Pri tem je nastala granitna-granodioritna magma, ki je šele po diferenciaciji dala kremenove porfirite in kremenove keratofire. Genetsko zvezo med kremenovimi keratofiri in kremenovimi porfiriti dokazujejo še kremenovi porfiriti pri Sv. Ani nad Tržičem (vzorca št. 21 in 22), ki tvorijo nekaj prehod med obema vrstama kamenin.

Tako lahko tudi iz kemičnih podatkov sklepamo na najmanj dve fazi vulkanskega delovanja v wengenskem oddelku srednje triade:

Prva faza je dala paleotipne ekvivalente bazaltne magme in njene produkte diferenciacije, to so diabazi, spiliti, porfiriti in do neke meje tudi kremenovi porfiri in kremenovi keratofiri, kolikor imajo jasno zvezo z diabazi in porfiriti.

Druga faza vulkanskega delovanja pa je dala velike količine kremenovih porfiritev in kremenovih keratofirov. Zanje ne moremo trditi, da bi bili diferenciacijski produkt bazaltne magme, ampak so nastali pri diferenciaciji že prvotno granitne-granodioritne magme.

DIE WENGENER MAGMATISCHEN GESTEINE AUF DEM GEBIETE SLOWENIENS DARGESTELLT DURCH DIE ZAVARICKIJ PARAMETER

Die wengener magmatischen Gesteine in Slowenien sind schon öfters Gegenstand vieler mikroskopisch chemischen Untersuchungen gewesen. Heute stehen uns mehr als 30 chemischen Analysen zur Verfügung und jetzt bietet sich uns schon die Möglichkeit, daß wir mit dem Vergleich der chemischen Eigenschaften der verschiedenen Gesteine die Eigentümlichkeiten des damaligen Vulkanismus erkennen. Dabei können wir uns beim Vergleich der chemischen Eigenschaften verschiedener magmatischen Parameter bedienen, ich will mich aber nur auf die Zavarickij Parameter, die uns eine ausgezeichnete graphische Methode bieten, beschränken.

Die Zavarickij Parameter der wengener Eruptivgesteine Sloweniens sind in der Tabelle 1 angegeben, ihre graphische Darstellung befindet sich aber in Abb. 1.

Im Laufe der Untersuchungen unserer wengener Eruptivgesteine sind mehrere Fragen aufgetaucht, so z. B. ob wir einige Gesteinsarten Augitporphyrit oder Diabas nennen sollen oder ob ein Gestein Quarzkeratophyr oder nur Keratophyr sei. Diese Fragen können heute nach zahlreichen chemischen Untersuchungen schon als gelöst betrachtet werden. In diesem Referat wird gezeigt, wie diese und ähnliche Fragen im Vergleich mit petrographisch schon bestimmten Gesteinen gelöst worden sind. Deshalb sind in den Tabellen 2 bis 11 die Zavarickij Parameter der zum Vergleich gebrauchten Gesteine angeführt.

Die häufigsten bei uns in wengener Zeitalter auftretenden Gesteinsarten sind Quarzkeratophyr, Quarzporphyrit und Diabase, mit denen auch Spilitite vorkommen. Außerdem treten bei uns auch Quarzporphyre und Porphyrite auf.

Die Quarzkeratophyre sind einige der am häufigsten auftretenden Gesteine. Es kommen bei uns nur Quarzkeratophyre, nicht Keratophyre vor. Der wesentliche Unterschied zwischen Quarzkeratophyr und Keratophyr liegt beim normativen Quarz, der bei den Zavarickij Parameter durch die Quarzzahl Q dargestellt wird — die Quarzkeratophyre sind an SiO_2 übersättigt, dagegen die Keratophyre nur gesättigt. Außerdem sind die Keratophyre noch sehr reich an Alkalien und gewöhnlich an ihnen auch übersättigt. Zu den Quarzkeratophyren gehören die Gesteine Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 in der Tabelle 1. Die typischen Quarzkeratophyre zeigen ein starkes Überwiegen des Natriums über Kalium vor, hierher gehören die Gesteine Nr. 1, 2, 5 und 7. Einen höheren Kaliumgehalt haben die Gesteine Nr. 3 und 4, darum zeigen sie schon einen Übergang zu den Quarzporphyren. Der Quarzkeratophyr Nr. 6 zeigt eine Besonderheit auf — er ist an Alkalien stark übersättigt, außerdem ist er noch quarzarm und zeigt diesbezüglich einen Übergang zu den eigentlichen Keratophyren.

Zu den Quarzporphyren rechnet man die Gesteine Nr. 8, 9, 10, 11 und 12. Die Gesteine Nr. 8 und 13 zeigen wieder eine Besonderheit auf, sie sind an Alkalien übersättigt, was bei dieser Gesteinsart seltener der Fall ist. Darum schlug *Germovšek* (1959) dem Gestein Nr. 8 einen besonderen Namen — Kamnikit — vor. Das Gestein Nr. 9 hat eine geringere Quarzzahl und bildet dadurch einen Übergang zu den Porphyren.

Die Quarzporphyrite treten besonders häufig in den Kamniške Alpe auf, sie kommen aber auch anderswo vor. Zu ihnen rechnet man die Gesteine Nr. 14, 15, 16, 17, 21, 22, 19 und 20. Eine Besonderheit ist das Gestein Nr. 18, das einen albitisierten Quarzporphyrit darstellt.

Zu den Porphyriten können wir die Gesteine Nr. 23, 24 und 25 zählen. Das Gestein Nr. 24 zeigt noch einen starken Quarzmangel an, so daß es zu den dem Dioritmagma entsprechenden Alkaligesteinen gerechnet werden muß.

Den größten Teil der öfters als Diabase bzw. als Augitporphyrite bestrittenen Gesteine kann man wohl zu den Diabasen zählen. Als Hauptbestandteile kommen bei ihnen Plagioklase und mehr oder weniger chloritisierten Augite vor. Bei einigen Proben konnten noch Plagioklase mit mehr als 50 % An festgestellt werden, bei ihnen ist ihre Zugehörigkeit zu den Diabasen außer Zweifel. Der größte Teil der umstrittenen Gesteine hat aber mittelsaure Plagioklase (Andesin), bei einigen treten sogar Albite auf. Im letzten Falle handelt es sich offenbar um Spilite. Bei den mittelsauren Plagioklasen führenden Gesteine würde aber die Feststellung entscheidend sein, ob die Plagioklase von primärer Natur sind oder ob sie erst nachträglich saurer geworden sind; im ersten Falle möchte es sich dann um Porphyrite handeln, im zweiten Falle aber um Diabase. Die Frage Porphyrit-Diabas versuchte ich nur auf chemischem Wege mittels der Zavarickij Parameter zu lösen: Durch Vergleich der Parameter zahlreicher in verschiedenen Lehrbüchern vorhandenen Beispielen fand man, daß sich die Porphyrite im Wesentlichen im Parameter b von den Diabasen unterscheiden. Der Mittelwert von b ist bei den Diabasen ungefähr 26, bei den Porphyriten 13. Weil die paleotypen Gesteinsarten, was auch die Diabase und Porphyrite darstellen, schon mehr oder weniger verändert

sind, ist die Summe der normativen femischen Bestandteile als Unterscheidungsmerkmal zwischen den Porphyriten und Diabasen besonders hervorzuheben; und diese Rolle spielt das Parameter *b* bei den Zavarickij Parameter. So kann man von den bei uns chemisch untersuchten Gesteinen folgende als Diabase bezeichnen: Nr. 26, 27, 28, 29, 30, 31 und 32. Beim Gestein Nr. 31 treten im modalen mineralogischen Bestand auch Albite auf, so kann es als Spilit betrachtet werden.

Bezüglich der Genese und der Diferentiation der wengener Eruptivgesteine auf dem Gebiete Sloweniens kann man rein aus chemischen Untersuchungen auf zwei Eruptionsphasen schließen:

Eine Phase entspricht der vulkanischen Tätigkeit, in der die Diabase und die mit ihnen vergesellschafteten Diferentiationsprodukte, zu denen man die Porphyrite Nr. 24 und 25 und einige Quarzporphyre und Quarzkeratophyre rechnen muß. Das ursprüngliche noch undifferenzierte Magma mußte von basaltischer Natur gewesen sein.

Eine andere Phase stellen aber die ungeheueren Mengen der Quarzkeratophyre und Quarzporphyrite vor, die sich in Gebieten befinden, wo man keine Diabase feststellen kann, was z. B. im großen Teil der Kamniške Alpe der Fall ist. Diese Gesteine könnte man schwer als Diferentiationsprodukte eines den Basalten entsprechenden Magma betrachten, denn wie es erwiesen wurde, macht bei einer Diferentiation das granitische bzw. granodioritische Endprodukt nur 5 % des zuerst vorhandenen basaltischen Magma aus (Barth, 1952, Seite 236). So kann man die Entstehung der hier genannten Quarzkeratophyre und Quarzporphyrite nur durch die Annahme erklären, daß das Magma schon im Vorherein von granitisch-granodioritischen Ursprungs gewesen ist und es erst nach der Diferentiation die Quarzkeratophyre und Quarzporphyrite lieferte. Die Quarzporphyrite Nr. 21 und 22 zeigen außerdem noch auf einen allmählichen Übergang zwischen den Quarzkeratophyren und Quarzporphyriten, was einen Beweis für den genetischen Zusammenhang zwischen den Quarzkeratophyren und Quarzporphyriten bedeutet.

Dieser Auffassung nach entspricht die eine Phase einer vulkanischen Tätigkeit, deren Herd tief unter der Erdoberfläche im Sima lag, wo nur Magmen von basaltischem Ursprungs entstehen. Die andere Phase aber entspricht der Eruptionsstätigkeit von Magma, dessen Herd viel höher im Sial lag, wo nur Magmen von granitisch-granodioritischen Ursprungs durch Schmelzen der dort vorhandener Gesteine entstehen können.

LITERATURA

- Barth, T., 1952, Theoretical Petrology, New York.
Berce, B., 1954, Kremenov porfirit v ožji okolici rudnika Sv. Ana nad Trzičem, Geologija, Ljubljana.
Dolar-Mantuani, L., 1942, Triadne magmatske kamenine v Sloveniji. Razpr. mat.-prirod. razr. SAZU v Ljubljani.
Duhovnik, J., 1953, Prispevek h karakteristiki magmatskih kamenin Črne gore, njihova starost in razmerje do triadnih magmatskih kamenin v Sloveniji, Geologija, Ljubljana.
Faninger, E., 1961, Magmaatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem, Geologija, Ljubljana.

WENGENSKE MAGMATSKKE KAMENINE NA SLOVENSKEM OZEMLJU
WENGENER MAGMATISCHEN GESTEINE AUF DEM SLOWENISCHEN
GEBIETE

Številka kamenine Gesteinsnummer					Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter							
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	14,7	0,4	2,7	82,2	33,3	50,0	16,7		88,6	0,1	33,3	+34,6
2	10,3	0,1	4,8	84,8	60,5	22,4	17,1		84,1	0,1	7,9	+48,9
3	13,2	0,6	5,9	80,3	50,5	22,0	27,5		60,4	0,2	8,8	+33,2
4	13,5	0,4	6,1	80,0	63,8	20,2	16,0		56,7	0,2	2,1	+32,6
5	12,0	0,9	3,6	83,5	25,0	64,3	10,7		97,9	0,3	28,8	+41,0
6	18,9	2,6	3,0	75,5	n' = 55,6		11,1	33,3	56,0	0,1		+10,6
7	15,9	1,8	4,5	77,8		42,9	29,3	27,8	93,3	0,0	17,6	+22,0
8	15,3	0,9	5,1	78,7		30,3	32,4	37,6	7,8	0,0	7,8	+25,9
9	16,3	1,0	11,2	71,5		59,3	22,5	18,2	19,2	0,4	8,5	+ 9,4
10	13,4	1,4	6,6	78,6	42,3	40,5	17,2		52,5	0,3	30,3	+29,0
11	13,0	0,4	6,3	80,3	55,7	33,0	11,3		56,0	0,2	12,4	+34,2
12	11,3	2,4	5,1	81,2	7,9	51,5	40,6		40,5	0,3	28,8	+37,4
13	13,9	1,6	2,7	81,8		14,6	43,9	41,5	12,4	0,0	4,9	+34,2
14	12,6	2,6	7,4	77,4		53,4	34,5	12,1	52,2	0,4	20,5	+27,0
15	9,1	4,3	8,3	78,3	23,7	49,2	27,1		56,9	0,5	27,1	+34,1
16	8,2	5,5	4,7	81,6		53,0	21,2	25,8	68,4	0,4	18,2	+41,3
17	14,7	4,3	6,5	74,5	23,7	59,1	17,2		84,8	0,9	40,9	+15,3
18	15,5	3,0	6,6	74,9	17,0	60,6	22,4		61,2	0,6	14,9	+15,8
19	7,3	4,3	13,2	75,2	49,0	16,5	34,5		72,2	0,6	9,8	+31,5
20	11,2	2,4	11,9	74,5		34,0	38,3	27,7	75,3	0,7	15,5	+24,5
21	16,6	0,9	6,3	72,2	54,2	25,0	20,8		61,9	0,4	22,9	+18,3
22	15,8	0,0	6,0	77,3	37,8	48,9	13,3		56,8	0,3	42,2	+22,1
23	17,4	2,0	13,0	67,6	65,6	23,1	11,3		65,4	0,5	13,3	— 1,6
24	17,7	6,7	10,2	65,4	2,9	40,7	56,4		93,2	1,9	15,7	—11,3
25	13,8	7,8	12,3	66,1		36,9	49,3	13,8	92,5	1,6	18,0	— 3,2
26	9,0	6,8	24,2	60,0		44,5	33,1	22,4	95,3	3,5	15,2	— 4,8
27	10,8	5,6	22,9	60,7		47,1	36,5	16,4	92,0	3,5	14,9	— 5,8
28	11,1	4,7	24,8	59,4		48,0	30,3	21,7	95,0	3,5	0,6	— 8,1
29	5,7	9,1	29,0	56,2		28,5	57,8	13,7	84,1	2,7	6,9	— 8,1
30	12,9	5,5	20,8	60,8		55,3	43,6	1,1	84,1	1,9	14,1	— 9,3
31	16,2	4,3	20,5	59,0		41,5	51,7	6,8	94,8	1,4	13,7	—18,7
32	9,7	9,9	21,4	59,0		20,6	59,5	19,9	91,0	1,2	3,4	—11,3

1. Kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice (Faninger, 1961)
2. Kremenov keratofir, pod Kamniškim vrhom nad kmetijo Slevo (Faninger, 1961)
3. Kremenov keratofir, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec E.)
4. Kremenov keratofir, Laško (Faninger, 1961; vzorec št. 1)
5. Kremenov keratofir, Velika Pirešica (Germovšek, 1953; vzorec 91 c)
6. Kremenov keratofir, Velika Pirešica (Germovšek, 1953; vzorec 64/2)
7. Kremenov keratofir, Črnllec (Germovšek, 1959 in Hinterlechner, 1959)
8. Kremenov porfir, Kališki plaz (Germovšek, 1959 in Hinterlechner, 1959)
9. Kalijev kremenov ortofir, Ravne pri Tuhinju (Germovšek, 1959; vzorec SD-61)
10. Albitski porfir, Bočna (Germovšek, 1959; vzorec SD-6)
11. Biotitov albitski porfir, Dobroveljska planota (Germovšek, 1959; vzorec SD-29 a)
12. Kremenov porfir, Hudi potok pri Šmartnem ob Paki (Germovšek, 1959; vzorec SD-35)
13. Kalijev alkalni kremenov porfir, Dečna sela pri Brežicah (Germovšek, 1959; vzorec Pr-1)
14. Biotitov kremenov trahiporfir, Dobroveljska planota (Germovšek, 1959; vzorec SD-25)
15. Kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-4)
16. Kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-4)

- Faninger, E., 1961, Albitiziran kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma, Geologija, Ljubljana.
- Germovšek, C., 1953, Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici, Geologija, Ljubljana.
- Germovšek, C., 1959, Triadne predornine severovzhodne Slovenije, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, razred za prirodoslovne in medicinske vede, Ljubljana.
- Grobelsšek, E., 1959, Porfirit iz Puščave, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
- Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje, Geologija, Ljubljana.
- Hinterlechner, A., 1959, Ladinske kamenine in hidrotermalne spremembe črnega glinastega skrilavca v okolici Črne pri Kamniku, Geologija, Ljubljana.
- Hinterlechner, A., 1959, Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji, Geologija, Ljubljana.
- Ocepek, V., 1955, Prispevek k preiskavi prodornin in tufov na Bohorju, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
- Proselc, Z., 1954, Prodornine in tufi okolice Cerknega, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
- Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart.
- Sawarizki, A. N., 1954, Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine, Berlin.
- Tröger, H., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Berlin.
- Turner, F. and Verhoogen, J., 1951, Igneous and Metamorphic Petrology, New York.

17. Kremenov porfirit, Stularjeva planina (Faninger, 1961)
18. Albitiziran kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-3)
19. Kremenov porfirit, Puščava na Pohorju (Grobelsšek, 1959, diplomsko delo)
20. Porfirit, Ravne pri Cerknem (Proselc, 1954, diplomsko delo)
21. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem Berce, 1954; vzorec 9)
22. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 11)
23. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 6)
24. Kloritiziran avgitski porfirit, Rudnica nad Podčetrtnom (Germovšek, 1959; vzorec OL-28)
25. Avgitski albitski porfirit, Veliki Koprivnik (Germovšek, 1959; vzorec Bo-128a)
26. Avgitni porfirit, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec 4a)
27. Avgitni porfirit, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec 8)
28. Diabazni porfirit, Veliki vrh, NE od Laškega (Germovšek, 1959; vzorec CL-8)
29. Avgitni porfirit, Lom (Hinterlechner, 1959)
30. Porfirit, Sovirja peč (Hinterlechner, 1959)
31. Avgitni porfirit, Bohor (Ocepek, 1955, diplomsko delo)
32. Mezodiabaz, Tratica pri Črnelici (Germovšek, 1959; vzorec CL-67)

KREMENOVİ KERATOFIRI
QUARZKERATOPHYRE

2. tabela

Tabelle 2

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
14	13,6	0,3	1,2	84,9		36,8	21,1	53,1	96,4	0,5	10,5	+42,3
15	13,6	0,4	4,5	81,5	74,4	20,0	5,7		64,0	0,3	2,7	+35,4
16	15,6	0,3	1,7	82,3	23,1	57,7	19,2		34,2	n.d.	30,8	+32,2
17	14,8	0,1	4,9	80,2	16,0	70,7	13,3		87,7	n.d.	37,3	+30,7
18	15,0	1,2	4,9	78,9	10,8	62,2	27,0		90,4	0,4	37,8	+26,6
19	15,8	1,1	4,1	79,0		83,8	8,1	8,1	85,6	0,3	64,5	+26,4
20	17,4	0,7	6,6	75,3		80,8	5,1	14,1	84,7	0,3	56,6	+15,1

Primerki kremenovih keratofirov so iz knjige Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 366, primeri 14 do 20.

Die Beispiele der Quarzkeratophyre sind aus dem Buch Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 366, Beispiele 14 bis 20, entnommen.

KERATOFIRI
KERATOPHYRE

3. tabela

Tabelle 3

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
18	21,7	0,2	2,9	75,2	55,8	37,2	7,0		30,2	0,1	37,2	+6,8
19	23,0	0,1	8,4	68,5		55,1	41,7	3,2	79,1	0,2	12,6	-9,1
20	17,4	0,3	14,5	67,8	28,3	57,5	14,2		61,4	0,5	37,4	+0,5
21	21,6	0,0	9,5	68,9	69,8	15,8	14,4		58,2	0,8	69,1	+3,6

Primerki keratofirov so iz knjige Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 379, primeri 18 do 21.

Die Beispiele der Keratophyre sind aus dem Buch Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 379, Beispiele 18 bis 21, entnommen.

KREMENOVİ PORFIRI
QUARZPORPHYRE

4. tabela

Tabelle 4

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											Q
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	
1	12,5	0,2	2,1	85,2	37,5	53,1	9,4		5,2	n. d.	18,8	+45,2
2	13,6	1,3	4,4	80,7	64,8	23,9	11,3		6,3	n. d.	8,5	+32,9
3	12,7	0,7	2,7	83,9	24,4	68,3	7,3		19,8	0,1	68,3	+41,7
4	15,0	0,8	1,6	82,6		54,2	12,5	33,3	18,5	n. d.	50,2	+34,1
5	14,4	1,4	2,5	81,7	10,8	83,8	5,4		50,9	0,8	5,9	+33,2
6	13,9	0,8	5,2	80,1	17,7	74,7	7,6		48,1	0,4	40,5	+31,6
7	15,3	0,7	4,8	79,2		72,6	11,0	16,4	58,6	0,3	52,1	+27,1
8	16,4	0,4	5,0	78,2		71,0	22,4	6,6	74,4	0,5	36,8	+23,2
9	15,0	0,5	5,4	79,1		66,6	17,3	16,1	34,8	0,8	24,7	+27,2
10	13,7	1,2	7,2	77,9	44,9	48,6	65,5		1,5	0,4	35,5	+27,2
11	16,2	2,0	7,3	74,5		67,3	15,9	16,8	57,1	0,8	26,1	+14,6
12	15,8	2,0	8,2	74,0		67,5	9,2	23,3	58,6	0,7	40,0	+14,4

Primerki kremenovih porfirov so iz knjige Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 355, primeri 1 do 12.

Die Beispiele der Quarzporphyre sind aus dem Buch Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 355, Beispiele 1 bis 12, entnommen.

PORFIR
PORPHYR

5. tabela

Tabelle 5

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											Q
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	
7	17,0	0,4	15,3	67,3		29,9	44,9	25,2	63,1	1,0	20,5	+0,2
8	16,1	1,9	13,8	68,2		30,6	40,2	29,2	74,6	2,0	20,1	+3,3
9	17,9	1,9	11,1	69,1		53,7	25,9	20,4	76,9	0,5	18,5	+0,5
10	16,4	1,2	13,7	68,7		91,8	6,1	2,1	29,1	2,0	83,1	+3,4

Primerki porfirov so iz knjige Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 376, primeri 7 do 10.

Die Beispiele der Porphyre sind aus dem Buch Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 376, Beispiele 7 bis 10, entnommen.

KREMENOVİ PORFIRITI
QUARZPORPHYRITE

6. tabela

Tabelle 6

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	12,0	5,4	8,6	74,0		49,2	43,5	7,3	65,1	0,5	14,5	+18,6
16	11,1	2,6	10,0	76,3	80,5	10,4	9,1		45,9	0,5	3,9	+27,8
17	14,7	2,9	6,7	75,7	6,1	58,1	35,8		61,7	0,7	26,5	+19,1
18	10,8	5,9	8,4	74,8	10,3	42,0	48,7		72,2	n.d.	15,4	+22,2

Kamenina št. 1 ustreza kamenini št. 149 v knjigi Tröger, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, 1935. Kamenine št. 16, 17 in 18 so iz knjige Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 399, primeri 16, 17 in 18.

Das Gestein Nr. 1 entspricht dem Gestein Nr. 149 in dem Buche Tröger, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, 1935. Die Gesteinsnummern 16, 17 und 18 entsprechen den gleichnummerierten Gesteine in dem Buche Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923 Seite 399.

PORFIRITI
PORPHYRITE

7. tabela

Tabelle 7

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	11,1	5,1	9,1	74,7		47,0	52,3	0,7	81,3	0,1	16,6	+22,1
2	14,1	4,2	8,4	73,3		52,9	26,4	20,7	69,6	0,8	24,8	+14,0
3	15,3	3,8	13,5	67,4		43,0	31,6	25,4	56,0	1,1	22,8	+ 0,4
4	13,9	5,1	8,6	72,4		46,7	38,5	14,8	65,7	1,1	39,3	+11,9
5	12,0	5,9	13,1	69,0		37,8	48,1	14,1	65,9	0,6	28,1	+ 8,1
6	9,3	5,8	16,5	68,4		36,9	49,6	13,5	76,1	1,4	11,9	+12,4
7	10,3	5,8	20,1	63,8		34,0	52,0	14,0	69,3	1,7	21,1	+ 1,2
8	12,7	6,6	13,8	66,9		42,9	46,6	10,5	71,1	1,5	20,9	+ 1,8

Kamenine št. 1, 2 in 3 ustrezajo kameninam št. 16, 17 in 18 v knjigi Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 405.

Kamenine št. 4, 5, 6 in 7 ustrezajo kameninam št. 17, 18, 19 in 20 v knjigi Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 409.

Kamenina št. 8 ustreza kamenini št. 325 v knjigi Tröger, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, 1935.

Die Gesteinsnummer 1, 2 und 3 entsprechen den Gesteinen Nr. 16, 17 und 18 in dem Buche Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 405.

Die Gesteinsnummer 4, 5, 6 und 7 entsprechen den Gesteinen Nr. 17, 18, 19 und 20 in dem Buche Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 409.

Die Gesteinsnummer 8 entspricht dem Gestein Nr. 325 in dem Buche Tröger, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, 1935.

TOLEITNI BAZALTI
THOLEITBASALTE

8. tabela

Tabelle 8

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	6,8	5,8	27,6	59,8		45,0	33,8	21,2	89,8	2,8	10,0	+0,2
4	8,4	5,0	26,6	60,0		50,3	30,7	19,0	78,8	4,1	7,8	-1,8
5	8,2	5,1	28,1	58,6		39,6	41,5	18,9	78,3	1,9	10,4	-4,3
6	7,6	5,5	27,6	59,3		36,3	44,0	19,7	85,0	1,7	14,5	-1,1
7	7,1	6,4	28,2	58,3		38,8	36,4	24,8	90,4	1,4	10,2	-4,0

Kamenine 1, 4, 5, 6 in 7 ustrezajo enako oštevilčenim kameninam v knjigi Turner and Verhoogen, *Igneous and Metamorphic Petrology*, 1951, str. 180, tabela XVI.

Die Gesteinsnummer 1, 4, 5, 6 und 7 entsprechen den gleichnummerierten Gesteinen in dem Buche Turner and Verhoogen, *Igneous and Metamorphic Petrology*, 1951, Seite 180, Tabelle XVI.

OLIVINOVİ BAZALTI
OLIVINBASALTE

9. tabela

Tabelle 9

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	5,8	7,0	35,6	51,6		23,9	60,5	15,6	85,2	n.d.	n.d.	-15,4
2	8,3	4,5	35,7	51,5		29,2	49,5	21,3	90,0	n.d.	n.d.	-18,1
3	7,3	3,2	38,0	51,5		31,5	46,5	22,0	88,9	n.d.	n.d.	-14,8
4	5,8	7,2	32,8	54,2		28,1	56,9	15,0	85,2	n.d.	n.d.	-10,4
5	6,1	5,5	36,7	51,7		29,2	48,7	22,1	68,9	n.d.	n.d.	-14,3

Parametri Zavarickega olivinovih bazaltov so povzeti iz knjige Sawarizki, *Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine*, 1954, str. 395 in 396.

Die Zavarickij Parameter der Olivinbasalte sind vom Buche Sawarizki, *Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine*, 1954, Seite 395 und 396, abgeschrieben.

DIABAZI
DIABASE

10. tabela

Tabelle 10

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
3	9,3	5,9	18,0	66,8		55,8	24,4	19,8	74,6	1,7	14,7	+11,1
7	7,4	6,5	24,0	62,1		35,2	43,0	21,8	81,5	1,7	5,6	+ 2,9
10	4,7	7,5	28,1	59,7		34,9	45,8	19,3	88,6	1,8	3,3	+ 2,9
14	7,7	5,8	24,7	61,8		50,1	31,2	18,7	74,5	3,4	15,3	+ 2,4
18	6,8	8,3	26,4	58,5		38,7	44,2	17,1	85,4	1,7	6,9	— 4,9
21	5,8	7,9	31,2	55,1		54,3	42,6	3,1	65,9	2,9	6,3	— 9,3

Kamenine št. 3, 7, 10, 14, 18 in 21 ustrezajo enako oštevilčenim kameninam v knjigi *Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, str. 444.*

Die Gesteinsnummer 3, 7, 10, 14, 18 und 21 entsprechen den gleichnummerierten Gesteinen in dem Buche *Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 1923, Seite 444.*

SPILITI
SPILITE

11. tabela

Tabelle 11

Številka kamenine Gesteinsnummer	Parametri Zavarickega Zavarickij Parameter											
	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
1	12,0	3,1	23,7	61,2		45,1	32,7	22,2	90,9	4,6	9,8	—4,7
2	11,7	4,2	26,0	58,1		37,3	37,1	25,6	95,2	4,1	21,3	—1,4
3	11,8	2,6	23,4	62,2		52,5	26,2	21,3	97,7	3,5	14,0	—1,8
4	12,9	2,8	20,9	63,4	9,9	56,0	31,4		96,8	3,3	14,5	—1,8
5	11,7	3,9	22,1	62,3		46,1	32,1	21,8	87,1	2,1	49,4	—3,0

Kamenine št. 1 do 5 ustrezajo enako oštevilčenim kameninam v knjigi *Turner and Verhoogen, Igneous and Metamorphic Petrology, 1951, str. 204, tabela XIX.*

Die Gesteinsnummer 1 bis 5 entsprechen den gleichnummerierten Gesteinen in dem Buche *Turner and Verhoogen, Igneous and Metamorphic Petrology, 1951, Seite 204, Tabelle XIX.*

PETROKEMIČNE TABELE WENGENSKIH MAGMATSKIH KAMENIN

Ernest Faninger

S 3 tabelami

Namen našega članka je prikazati kemizem wengenskih magmatskih kamenin na Slovenskem s pomočjo različnih, predvsem v novjšem času predlaganih magmatskih parametrov. Potreba po takem delu je v glavnem dejstvo, da bomo morali pri ugotavljanju magmatske diferenciacije naših wengenskih predornin predvsem uporabljati le magmatske parametre, ki so izračunani po enotnem postopku. Če se pa ozremo po literaturi, ki obravnava naše wengenske predornine, vidimo, da nekateri avtorji še ne upoštevajo novejših petrografskih sistemov in pri nekaterih sistemih lahko celo zapazimo, da uporabljajo različni avtorji pri istem sistemu različne postopke npr. s CO_2 . Pri primerjavi pa je nujno, da je bil postopek preračunavanja povsod enak.

Za naše tabele smo na enoten način preračunali vse doslej pri različnih avtorjih objavljene kemične analize na naslednje petrografske sisteme:

1. na kationske odstotke
2. na enokationsko molekularno normo
3. na Nigglijeve parametre
4. na parametre Zavarickega.

Pri tem smo upoštevali le stvarne atomske teže in kalcita nismo nikoli odbili od analize. Enokationska molekularna norma je izračunana po Barthovi metodi.

Uvod

Na slovenskem ozemlju je bilo v wengenskem oddelku srednje triade močno vulkansko delovanje. Sledove takratnega vulkanizma — izdanke predornin — najdemo raztresene skoraj po vseh tektonskih enotah. Številne so npr. bile erupcije na območju današnjih Julijskih Alp, Karavank in Savinjskih planin; mnogo predornin najdemo v vzhodnem delu posavskih gub in v okolici Cerknega. Ni čudno zato, da so naše wengenske magmatske kamenine postale predmet številnih preiskav, tako geoloških kot petrografskih. Njihova starost je bila kaj kmalu ugotovljena — problematični so še edino nekateri porfiriti ob severnem delu Pohorja (npr. Puščava), za katere ne vemo, ali so nastali v triadi ali pa mnogo kasneje v zvezi s tonalitno magmo. Istočasno z geološkimi preiskavami so potekale tudi petrografske, toda popolne mikroskopsko-kemične preiskave smo

dobili šele v novejšem času. Danes razpolagamo že s številnimi kemičnimi podatki in čim večje bo njihovo število, tem popolnejša bo naša slika o takratnem vulkanizmu. Glavne obrise magmatske diferenciacije bomo seveda spoznali le pri medsebojni primerjavi parametrov raziskanih kamenin. Tu se pa pojavijo takoj na začetku naslednje težave:

1. vsi avtorji ne upoštevajo vseh magmatskih parametrov,
2. nekateri petrografi uporabljajo pri preračunavanju analiz stvarne atomske oziroma molekularne teže, drugi pa zaokrožene,
3. včasih lahko tudi pri enem petrografskem sistemu uporabljamo različne postopke.

Če primerjamo npr. normativni sestavi CIPW sistema dveh kamenin, moramo predvsem paziti na naslednje:

1. da se nanaša normativna setava na brezvodno stanje ali pa je bila normativna sestava direktno izračunana iz analize. V prvem primeru je vsota vseh sestavin 100, v drugem pa šele v primeru, če normativni sestavi prištejemo vodo.
2. uporaba stvarnih ali pa zaokroženih molekularnih tež pri izračunanju CIPW sistema nam daje tudi majhno diferenco v normativni sestavi.
3. do velikih diferenc pa pride pri postopku z ogljikovim dioksidom, če vsebuje kamenina sekundarni kalcit v modalni sestavi. V tem primeru nekateri avtorji CO_2 enostavno zanemarijo, drugi ga pa odbijejo z ekvivalentno količino CaO od analize. Ako je kamenina bogata s karbonati, je povsem jasno, da pridemo po obeh postopkih do povsem različne normativne sestave in formule CIPW sistema.

Enako dobimo tudi pri Nigglijevih parametrih velike razlike, če nanje preračunamo kemično analizo kot táko, ali pa prej od nje odbijemo CO_2 z ustrežno količino CaO . Tudi uporaba stvarnih ali zaokroženih molekularnih tež oksidov nam daje diferenco, ki pa ni bistvena.

Iz vsega tega sledi, da lahko primerjamo med sabo samo take magmatske parametre, ki so bili izračunani po enotnem postopku. Da bi lahko izvršili primerjavo kemizma naših wengenskih predornin, smo njihove analize preračunali po enotnem postopku na naslednje parametre: na kationske odstotke, upoštevajoč še posebej anione, na enokationsko molekularno normo, na Nigglijevé parametre in parametre Zavarickega. Pri preračunavanjih smo uporabljali tabele s stvarnimi vrednostmi atomskih oz. molekularnih tež (Burri, 1959), le pri $\text{P}_2\text{O}_5 < 0,20\%$ smo se posluževali deljenja. Pri kameninah, ki vsebujejo CO_2 , nismo nikoli kalcita odbili od analize. V naših tabelah smo vključili tudi kemične analize ustrezajočih kamenin; analize smo vzeli seveda iz del, ki so citirana pri literaturi.

Uporaba tabel

Ker že razpolagamo z velikim številom primerkov, smo jih razdelili na tri tabele. Imena kamenin smo pri tem vedno obdržali takšna, kot jih je določil avtor, ki jih je preiskal. Prva tabela vsebuje kremenove keratofire in kremenove porfire, druga kremenove porfirite, v tretji pa najdemo porfirite, diabaze in spilite.

Kationske odstotke in enokationske molekularne norme smo izračunali po metodi, ki jo priporočata Barth (1959) in Eskola (1954). Pomni, da prištevata Barth in Eskola karbonatni ogljik med katione, sulfidno žveplo pa med anione! Zato velja za naše tabele odnos: $1 \text{ Cc} = \frac{1}{2} \text{ CaCO}_3$ in $1 \text{ Pr} = 1 \text{ FeS}_2$. (Glej drugačen postopek glede Cc in Pr v Burri, 1959, str. 107, ki ga seveda mi v naših tabelah ne upoštevamo.)

Na koncu vsake tabele navajamo še parametre Zavarickega, ki nam zelo lepo ponazorijo kemizem magmatskih kamenin v primeru, da ima kamenina zelo malo fosfatov, karbonatov in halogenov, ki jih parametri Zavarickega ne upoštevajo. Nekatere naše wengenske predornine — predvsem kremenovi porfiriti — pa so zelo bogate s karbonati; uporaba parametrov Zavarickega v tem primeru nas lahko včasih dovede do popolnoma napačnih zaključkov o kemizmu raziskanih kamenin. Zato uporabljajmo parametre Zavarickega le pri svežih, neizpremenjenih kameninah, ki jih v glavnem sestavljajo silikatne rudnine.

Primerjava kamenin v posameznih tabelah

Glavni namen našega članka je samo objaviti tabele, ki bodo rabile za primerjave pri nadaljnjih raziskavah naših wengenskih predornin.

Prva tabela obsega v glavnem kamenine granitne skupine. V našem primeru so to kremenovi keratofiri in kremenovi porfiri. V normativni sestavi je pri njih predvsem značilen visok odstotek proste kremenice ter močno prevladovanje alkalnih glincev nad kalcijevimi. Razlika med kremenovimi keratofiri in kremenovimi porfiri pa je pri samih alkalnih glincih — pri prvih močno prevladujejo natrijevi nad kalijevimi, pri drugih pa je to razmerje obratno. Skoraj vse kamenine v prvi tabeli lahko prištevamo med kremenove keratofire ali kremenove porfire, izjemi sta le kamenini št. 6 in 9, ki kažeta že zaradi nizke količine proste kremenice na prehod h keratofirom (kamenina št. 6) oziroma porfirom (kamenina št. 9). Kamenine št. 6, 8 in 13 spadajo v alkalno serijo magmatskih kamenin.

V drugi tabeli so kremenovi porfiriti, katerim lahko na podlagi kemičnih lastnosti prištevamo vse vzorce razen kamenin št. 21, 22 in 23. Kljub modalnim srednje kislim plagioklazom kažeta kamenini št. 21 in 22 značaj granitne magme in bi morali biti na podlagi kemičnih lastnosti razvrščeni pravzaprav v prvi tabeli; kamenina št. 23 pa je samo nasičena s kremenico, zato je na podlagi kemičnih lastnosti ne bi smeli prištevati med kremenove porfirite, ampak med porfirite. Vendar po drugih parametrih se kamenina št. 23 bolj ujema z našimi kremenovimi porfiriti kot pa s kameninami tretje tabele, kjer so razvrščeni avgitni porfiriti in diabazi. Nekateri kremenovi porfiriti so zelo bogati s karbonati; pri njih ni priporočljivo uporabljati parametre, ki sekundarnih izprememb ne upoštevajo (npr. parametre Zavarickega). Tako vidimo pri kamenini št. 16 korund v normativni sestavi v enokationski molekularni normi, nasprotno pa nam parametri Zavarickega ne kažejo proste glinice. Do nesoglasja s stvarnostjo pride pri parametrih Zavarickega ravno zaradi neupoštevanja kalcitizacije — parametri Zavarickega vežejo ves kalcij v silikatih.

Tretja tabela vsebuje avgitne porfirite, diabaze in spilite. Za razlikovanje med porfiriti na eni strani in diabazi in spiliti na drugi strani bi nam lahko služile femične komponente njihovih magmatskih parametrov — če ustrezajo dioritni magmi, bi lahko imenovali kamenino porfirit, če se pa bolje ujemajo z gabroidno ali bazaltno magmo, pa diabaz oz. spilit. Razlika med diabazi in spiliti pa je pri glinencih — spiliti so albitizirani diabazi.

LITERATURA

- Barth, T., 1952, *Theoretical Petrology*, New York.
 Berce, B., 1954, Kremenov porfirit v ožji okolici rudnika Sv. Ana nad Tržičem, *Geologija*, Ljubljana.
 Burri, C., 1959, *Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage*, Basel.
 Eskola, P., 1954, A proposal for the presentation of rock analyses in ionic percentage, *Annales Academiæ scientiarum fennicæ*, Helsinki.
 Faninger, E., 1961, Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem, *Geologija*, Ljubljana.
 Faninger, E., 1961, Albitiziran kremenov porfirit iz kokrškega kamnoloma, *Geologija*, Ljubljana.
 Germovšek, C., 1953, Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici, *Geologija*.
 Germovšek, C., 1959, Triadne predornine severovzhodne Slovenije, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, razred za prirodoslovne in medicinske vede, Ljubljana.
 Grobelšek, E., 1959, Porfirit iz Puščave, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
 Hamrla, M., 1954, Geološke razmere ob severnem robu laške sinklinale vzhodno od Savinje, *Geologija*, Ljubljana.
 Hinterlechner, A., 1959, Ladinske kamenine in hidrotermalne spremembe črnega glinastega skrilavca v okolici Črne pri Kamniku, *Geologija*, Ljubljana.
 Hinterlechner, A., 1959, Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji, *Geologija*, Ljubljana.
 Očepek, V., 1955, Prispevek k preiskavi prodornin in tufov na Bohorju, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
 Proselc, Z., 1954, Prodornine in tufi okolice Cerknega, diplomsko delo, rokopis, Min. petr. inštitut univerze v Ljubljani.
 Sawarizki, A. N., 1954, *Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine*, Berlin.

PETROCHEMISCHE TABELLEN DER WENGENER ERUPTIVGESTEINE

In den vorliegenden Tabellen sind alle bis jetzt bekannten chemischen Analysen der in Slowenien vorkommenden wengener Eruptivgesteine, umgerechnet auf verschiedene magmatische Parameter, enthalten. Außer der chemischen Analysen, die aus den in der Literatur zitierten Werken entnommen worden sind, sind vorerst die Kationenprozente und die Molekularnormen zu erwähnen. Sie sind nach der von Barth (1952) und Eskola (1954) vorgeschlagenen Methode errechnet worden. Es folgen die Niggli-Werte und die Zavarickij Parameter. Bei den Umrechnungen benutzten wir Tabellen mit exakten Werten (Burri, 1959), nur bei $P_2O_5 < 0,20\%$ sind die entsprechenden Äquivalentzahlen errechnet worden. Bei Gesteinen, die CO_2 enthalten, wurde immer der gesammte Kalk in die Rechnung einbezogen.

KREMENOVİ KERATOFIRI IN KREMENOVİ PORFIRI
QUARZKERATOPHYRE UND QUARZPORPHYRE

Tabelle 1

a) Kemične analize
a) Chemische Analysen

1. tabela

Utežni % Gewichts %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	76,34	80,69	73,7	73,9	77,32	67,70	70,11	71,20	63,02	71,02	73,99	72,68	74,36
TiO ₂	0,09	0,09	0,15	0,18	0,27	0,13	0,03	0,01	0,32	0,24	0,23	0,27	0,01
Al ₂ O ₃	13,03	10,83	13,6	14,4	11,48	14,36	14,93	11,73	18,71	14,60	13,58	12,53	10,67
Fe ₂ O ₃	1,10	0,48	0,63	0,18	1,32	1,53	0,96	1,58	1,20	2,42	0,97	1,71	2,11
FeO	0,49	0,75	0,93	1,22	1,45	1,54	1,18	1,20	1,67	0,73	1,32	1,18	0,30
MnO	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,16	0,03	0,01
MgO	0,29	0,52	1,08	0,61	0,27	0,18	0,81	1,03	1,20	0,69	0,43	1,25	0,74
CaO	0,34	0,05	0,50	0,42	0,72	0,85	2,62	1,58	0,81	1,20	0,33	2,02	0,93
Na ₂ O	6,25	4,26	3,83	3,67	5,65	6,88	6,90	1,02	1,43	3,32	3,45	2,14	1,56
K ₂ O	1,17	1,21	3,87	4,16	0,24	5,77	0,78	10,03	9,08	4,46	4,12	4,70	8,70
P ₂ O ₅	0,01	—	0,013	0,024	sl.	sl.	0,10	0,05	—	—	0,04	0,09	0,60
H ₂ O ⁺	0,71	0,90	0,42	0,56	1,09	0,16	1,94	1,06	1,68	0,91	1,27	0,80	0,77
H ₂ O ⁻	0,18	0,18	0,16	0,20	0,16	0,14			0,13	0,10	0,10	2,23	
CO ₂	—	—	0,37	0,18	—	—	1,25	—	0,14	—	—	0,44	—
S	—	—	—	—	0,05	—	—	—	0,32	0,17	0,07	—	—
	100,00	99,98	99,27	99,72	100,05	100,26	100,39	100,51	99,73	99,88	100,06	100,07	100,76

b) Kationski odstotki
b) Kationenprozent

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Si ⁴⁺	71,11	76,78	69,39	69,50	73,17	62,03	63,94	67,63	60,12	67,49	70,37	69,34	70,50
Ti ⁴⁺	0,05	0,05	0,11	0,14	0,21	0,09	0,02	0,01	0,24	0,20	0,19	0,21	0,01
Al ³⁺	14,30	12,15	15,10	15,99	12,82	15,53	16,03	13,16	21,04	16,32	15,24	14,08	11,92
Fe ³⁺	0,78	0,33	0,47	0,15	0,93	1,06	0,67	1,13	0,86	1,72	0,71	1,23	1,49
Fe ²⁺	0,39	0,60	0,75	0,97	1,14	1,18	0,91	0,97	1,34	0,59	1,04	0,95	0,23
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,13	0,02	0,01
Mg ²⁺	0,38	0,72	1,50	0,86	0,37	0,26	1,11	1,46	1,72	0,96	0,61	1,78	1,04
Ca ²⁺	0,32	0,06	0,51	0,42	0,70	0,83	2,54	1,59	0,82	1,20	0,32	2,07	0,95
Na ⁺	11,28	7,85	7,01	6,71	10,37	12,23	12,21	1,86	2,63	6,10	6,37	3,96	2,87
K ⁺	1,37	1,45	4,66	4,98	0,27	6,78	0,91	12,14	11,04	5,41	4,99	5,73	10,53
P ⁵⁺	0,01	—	0,01	0,02	—	—	0,08	0,04	—	—	0,03	0,07	0,45
C ⁴⁺	—	—	0,48	0,25	—	—	1,56	—	0,18	—	—	0,56	—
Kationi skupno	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
O	170,19	175,58	170,65	170,41	171,42	157,36	?	?	158,79	167,78	168,69	170,52	?
(OH) = H	4,42	5,72	2,62	3,50	6,88	7,12	?	?	10,64	5,78	8,06	5,04	?
S	—	—	—	—	0,09	—	—	—	0,55	0,29	0,12	—	—
Anioni skupno	174,61	181,20	173,27	173,91	178,39	164,48	?	?	169,98	173,85	176,87	175,56	?

c) Enokationska molekularna norma
c) Molekularnorm

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q	32,18	47,65	32,45	32,53	39,05	9,83	21,20	22,67	15,71	29,60	34,58	35,57	30,32
C	1,05	2,73	3,41	4,02	0,78	—	1,21	—	6,09	2,41	3,34	1,61	—
Or	6,85	7,25	23,30	24,90	1,35	33,90	4,55	60,70	55,20	27,05	24,95	28,65	52,65
Ab	56,40	39,25	35,05	33,55	51,85	43,75	61,05	5,10	13,15	30,50	31,85	19,80	6,95
An	1,50	0,30	0,05	0,70	3,50	—	4,25	—	3,20	6,00	1,35	6,95	—
Wo	—	—	—	—	—	1,66	—	3,04	—	—	—	—	0,40
Di {	—	—	—	—	—	0,30	—	1,95	—	—	—	—	0,33
En {	—	—	—	—	—	1,36	—	1,09	—	—	—	—	0,07
Fs {	—	—	—	—	—	0,22	2,22	0,97	3,44	1,92	1,22	3,56	1,75
En {	0,76	1,44	3,00	1,72	0,74	1,02	1,14	0,55	0,80	—	1,12	0,28	0,37
Fs {	—	0,78	0,82	1,52	0,86	—	—	3,36	—	—	—	—	5,92
Ac	—	—	—	—	—	4,24	—	—	—	—	—	—	—
Ns	—	—	—	—	—	3,63	—	—	—	—	—	—	—
Mt	1,05	0,50	0,71	0,23	1,40	—	1,01	0,44	1,29	0,75	1,07	1,85	0,02
He	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	1,22	—	—	—
Il	0,10	0,10	0,22	0,28	0,42	0,09	0,04	0,02	0,48	0,40	0,38	0,42	0,02
Ap	0,03	—	0,03	0,05	—	—	0,21	0,11	—	—	0,08	0,19	1,20
Pr	—	—	—	—	0,05	—	—	—	0,28	0,15	0,06	—	—
Cc	—	—	0,96	0,50	—	—	3,12	—	0,36	—	—	1,12	—
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sal	97,78	97,18	94,26	95,70	96,53	87,48	92,26	88,47	93,35	95,56	96,07	92,58	89,92
Fem	2,22	2,82	5,74	4,30	3,47	12,52	7,74	11,53	6,65	4,44	3,93	7,42	10,08
% An	2,5	0,8	0,1	2,0	6,3	0,0	6,5	0,0	24,6	16,4	4,1	26,0	0,0

d) Nigglijevi parametri
d) Niggli-Werte

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
al	46,2	48,4	42,2	49,3	43,3	37,8	40,6	35,1	47,7	44,4	47,1	39,3	36,6
fm	10,2	13,7	15,6	11,9	16,1	11,8	13,6	18,9	17,4	17,7	15,3	22,4	16,7
c	2,2	0,5	3,1	2,4	5,0	4,0	12,8	8,8	3,6	6,5	2,1	11,5	5,9
alk	41,4	37,4	35,1	36,4	35,6	46,4	33,0	37,2	31,3	31,4	35,1	26,8	40,8
si	462,3	614,0	426,0	430,11	493,1	302,1	324,1	361,3	273,2	367,1	436,9	386,6	431,4
ti	0,36	0,46	0,69	1,05	1,33	0,42	0,83	0,03	1,04	0,93	1,06	1,28	0,03
p	0,04	—	0,04	0,07	—	—	0,19	0,11	—	—	0,11	0,19	1,39
co ₂	—	—	2,92	1,54	—	—	7,9	—	0,83	—	—	3,13	—
s	—	—	—	—	0,57	—	—	—	2,50	1,58	0,74	—	—
k	0,11	0,16	0,40	0,43	0,02	0,37	0,07	0,87	0,81	0,48	0,44	0,59	0,79
mg	0,25	0,43	0,56	0,44	0,14	0,11	0,41	0,40	0,45	0,30	0,26	0,44	0,38
c/fm	0,21	0,04	0,20	0,21	0,31	0,34	0,94	0,24	0,21	0,37	0,14	0,51	0,35
Presek	II	I	II	II	III	III	V	II	II	III	II	IV	III

e) Parametri Zavarickega
e) Zavarickij Parameter

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	14,7	10,3	13,2	13,5	12,0	18,9	15,9	15,3	16,3	13,4	13,0	11,3	13,9
c	0,4	0,1	0,6	0,4	0,9	2,6	1,8	0,9	1,0	1,4	0,4	2,4	1,6
b	2,7	4,8	5,9	6,1	3,6	3,0	4,5	5,1	11,2	6,6	6,3	5,1	2,7
s	82,2	84,8	80,3	80,0	83,5	75,5	77,8	78,7	71,5	78,6	80,3	81,2	81,8
a'	33,3	60,5	50,5	63,8	25,0	n' = 55,6	—	—	59,3	42,3	55,7	7,9	—
f'	50,0	22,4	22,0	20,2	64,3	—	42,9	30,0	22,5	40,5	33,0	51,5	14,6
m'	16,7	17,1	27,5	16,0	10,7	11,1	29,3	32,4	18,2	17,2	11,3	40,6	43,9
c'	—	—	—	—	—	33,3	27,8	37,6	—	—	—	—	41,5
n	38,6	84,1	60,4	56,7	97,9	56,0	93,3	7,8	19,2	52,5	56,0	40,5	12,4
t	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,0
φ	33,3	7,9	8,8	2,1	28,8	—	17,6	7,8	8,5	30,2	12,4	28,8	4,9
Q	+34,6	+48,9	+33,2	+32,6	+41,0	+10,6	+22,0	+25,9	+9,4	+29,0	+34,2	+37,4	+34,2

TOLMAC K 1. TABELI
ERLÄUTERUNG ZU DER TABELLE 1.

1. Kremenov keratofir, Dedkov kamnolom v dolini Kamniške Bistrice (Faninger, 1961)
2. Kremenov keratofir, pod Kamniškim vrhom nad kmetijo Sievo (Faninger, 1961)
3. Kremenov keratofir, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec E.)
4. Kremenov keratofir, Laško (Faninger, 1961; vzorec št. 1)
5. Kremenov keratofir, Velika Pirešica (Germovšek, 1953; vzorec 91c)
6. Kremenov keratofir, Velika Pirešica (Germovšek, 1953; vzorec 64/2)
7. Kremenov keratofir, Črnllec oz. Črna pri Kamniku (Germovšek, 1959 in Hinterlehner, 1959)
8. Kremenov keratofir, Kalški plaz (Germovšek, 1959 in Hinterlehner, 1959)
9. Kaljev kremenov ortofir, Ravne pri Tuhinju (Germovšek, 1959; vzorec SD-61)
10. Albitski porfir, Bočna (Germovšek, 1959; vzorec SD-6)
11. Blitov albitski porfir, Dobroveljska planota (Germovšek, 1959; vzorec SD 29a)
12. Kremenov porfir, Hudi potok pri Smartnem ob Paki (Germovšek, 1959; vzorec SD-35)
13. Kaljev albitni kremenov porfir, Dečna sela pri Brežicah (Germovšek, 1959; vzorec Pr-1)

KREMENOVİ PORFIRITI
QUARZPORPHYRITE

a) Kemične analize
a) Chemische Analysen

2. tabela

Tabelle 2

Utežni % Gewichts %	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	67,25	66,79	67,97	63,27	63,51	65,85	67,41	68,85	69,42	60,56
TiO ₂	0,40	0,49	0,43	0,78	0,49	0,51	0,62	0,33	0,22	0,36
Al ₂ O ₃	13,31	14,39	13,60	18,11	16,36	16,68	12,28	16,69	15,23	22,80
Fe ₂ O ₃	1,71	2,46	0,86	3,00	1,07	1,51	2,23	1,81	3,02	2,09
FeO	2,52	1,79	1,58	1,18	3,00	0,91	2,36	0,14	0,41	1,39
MnO	0,04	0,05	0,10	0,03	0,06	0,02	0,03	—	0,04	0,02
MgO	1,48	1,30	0,55	0,63	0,86	2,70	2,79	0,82	0,50	0,89
CaO	2,84	3,52	5,20	3,51	2,42	3,53	4,82	0,68	0,81	1,72
Na ₂ O	2,99	2,29	2,44	5,49	4,23	2,39	3,97	4,62	4,16	5,28
K ₂ O	4,12	2,65	1,72	1,49	3,99	1,40	2,01	4,80	4,77	4,20
P ₂ O ₅	0,91	0,08	0,05	0,06	0,06	0,27	0,20	0,10	0,09	0,13
H ₂ O ⁺	1,89	2,41	2,19	1,63	2,04	3,33	0,50	0,07	0,32	0,36
H ₂ O ⁻	0,44	0,46	0,32	0,18	0,25	0,50	0,75	0,94	0,92	0,72
CO ₂	—	1,44	2,95	0,84	1,69	0,13	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	0,32	0,70	0,06	0,08	—
BaO	—	—	—	—	—	—	—	0,05	0,05	—
	100,05*	100,12	99,96	100,20	100,03	100,05	100,67	99,96	100,04	100,52

* Cu = 0,01, Zn = 0,06, Pb = 0,08

b) Kationski odstotki
b) Kationenprozente

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Si ⁺⁴	64,77	64,85	65,54	59,20	59,87	64,28	63,75	64,10	65,47	55,45
Ti ⁺⁴	0,29	0,35	0,31	0,55	0,33	0,36	0,46	0,24	0,18	0,25
Al ⁺³	15,10	16,49	15,46	19,96	18,19	19,21	13,67	18,33	16,91	24,59
Fe ⁺³	1,23	1,78	0,63	2,13	0,78	1,12	1,60	1,29	2,16	1,42
Fe ⁺²	2,03	1,45	1,26	0,93	2,38	0,77	1,85	0,10	0,35	1,04
Mn ⁺²	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	—	0,02	0,01
Mg ⁺²	2,16	1,87	0,78	0,88	1,20	3,93	3,91	1,15	0,68	1,20
Ca ⁺²	2,94	3,64	5,38	3,51	2,46	3,67	4,90	0,66	0,81	1,67
Na ⁺	5,65	4,30	4,55	9,93	7,72	4,50	7,28	8,32	7,58	9,37
K ⁺	5,05	3,27	2,11	1,79	4,80	1,76	2,40	5,70	5,74	4,90
P ⁺⁵	0,76	0,06	0,04	0,04	0,05	0,22	0,16	0,08	0,07	0,10
C ⁺⁴	—	1,91	3,88	1,06	2,19	0,17	—	—	—	—
Ba ⁺²	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,03	—
Kationsi skupno	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
O	162,63	168,77	167,54	160,97	159,30	160,73	163,41	166,94	167,50	160,63
(OH) = H	11,80	15,58	14,08	10,18	12,80	21,88	3,18	0,46	2,04	2,20
S	—	—	—	—	—	0,56	1,25	0,10	0,14	—
Anioni skupno	174,40	184,35	181,66	171,15	172,10	183,27	167,84	167,50	169,68	162,83

c) Enokationska molekularna norma
c) Molekularnorm

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Q	26,03	36,77	41,23	18,64	19,04	35,31	23,38	19,77	23,39	8,35
	C	1,06	5,66	5,94	3,72	5,29	6,69	—	3,19	2,15	7,32
	Or	25,25	16,35	10,55	8,85	24,00	8,80	12,00	28,50	28,70	24,50
	Ab	28,25	21,50	22,75	49,85	38,60	22,50	36,40	41,60	37,90	46,85
	An	8,35	8,15	7,15	11,42	0,95	15,65	9,18	2,80	3,60	7,50
Di	Wo	—	—	—	—	—	—	6,86	—	—	—
	En	—	—	—	—	—	—	6,86	—	—	—
	Fs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hy	En	4,32	3,74	1,56	1,76	2,40	7,86	0,96	2,30	1,36	2,40
	Fs	2,28	0,48	1,38	—	3,38	—	—	—	—	0,18
	Mt	1,85	2,67	0,95	1,20	1,17	0,42	2,34	—	0,36	2,13
	He	—	—	—	1,33	—	0,84	0,04	1,29	1,92	—
	Il	0,58	0,70	0,62	1,10	0,66	0,72	0,92	0,10	0,36	0,50
	Ru	—	—	—	—	—	—	—	0,19	—	—
	Ap	2,03	0,16	0,11	0,11	0,13	0,59	0,43	0,21	0,19	0,27
	Pr	—	—	—	—	—	0,28	0,63	0,05	0,07	—
	Cc	—	3,82	7,76	2,11	4,38	0,34	—	—	—	—
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Sal	88,94	88,43	87,62	92,39	87,88	88,95	80,96	95,86	95,74	94,52
	Fem	11,06	1,57	12,38	7,61	12,12	11,05	19,04	4,14	4,26	5,48
	% An	22,8	27,5	23,9	18,6	2,4	41,0	20,1	6,3	8,7	13,9

d) Nigglijevi parametri
d) Niggli-Werte

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	al	35,4	39,4	40,0	42,8	41,2	43,4	28,7	47,4	44,1	49,7
	fm	25,6	25,1	14,8	17,1	19,7	25,6	30,8	12,7	16,6	14,8
	c	13,9	17,3	28,0	14,9	11,0	16,7	20,4	3,8	4,4	6,7
	alk	25,1	18,2	17,2	25,2	28,1	14,3	20,1	36,1	34,9	28,8
	si	305,9	313,4	341,0	253,1	270,3	290,2	265,9	331,2	341,7	223,5
	ti	1,39	1,68	1,51	2,41	1,53	1,59	1,90	1,16	0,89	1,11
	p	0,16	0,17	0,12	0,10	0,10	0,45	0,33	0,20	0,18	0,20
	co ₂	—	9,22	20,18	4,57	9,90	0,78	—	—	—	—
	s	—	—	—	—	—	2,54	5,21	0,52	0,71	—
	k	0,48	0,43	0,32	0,15	0,38	0,28	0,25	0,41	0,43	0,35
	mg	0,39	0,36	0,29	0,23	0,27	0,68	0,53	0,45	0,21	0,33
	c/fm	0,54	0,69	1,89	0,87	0,56	0,65	0,66	0,30	0,27	0,45
Presek		IV	IV	VII	V	IV	IV	IV	III	III	IV

e) Parametri Zavarickega
e) Zavarickij Parameter

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
a	12,6	9,1	8,2	14,7	15,5	7,3	11,2	16,6	15,8	17,4
c	2,6	4,3	5,5	4,3	3,0	4,3	2,4	0,9	0,9	2,0
b	7,4	8,3	4,7	6,5	6,6	13,2	11,9	6,3	6,0	13,0
s	77,4	78,3	81,6	74,5	74,9	75,2	74,5	72,2	77,3	67,6
a'	—	23,7	—	23,7	17,0	49,0	—	54,2	37,8	65,6
f'	53,4	49,2	53,0	59,1	60,6	16,5	34,0	25,0	48,9	23,1
m'	34,5	27,1	21,2	17,2	22,4	34,5	38,3	20,8	13,3	11,3
c'	12,1	—	25,8	—	—	—	27,7	—	—	—
n	52,2	56,9	68,4	84,8	61,2	72,2	75,3	61,9	56,8	65,4
t	0,4	0,5	0,4	0,9	0,6	0,6	0,7	0,4	0,3	0,5
φ	20,5	27,1	18,2	40,9	14,9	9,8	15,5	22,9	42,2	13,3
Q	+27,0	+34,1	+41,3	+15,3	+15,8	+31,5	+24,5	+18,3	+22,1	-1,6

TOLMAC K 2. TABELI
ERLÄUTERUNG ZU DER TABELLE 2

14. Biotitov kremenov trahiporfirit, Dobroveljska planota (Germovšek, 1959; vzorec SD-25)
15. Kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-4)
16. Kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-2)
17. Kremenov porfirit, Stularjeva planina (Faninger, 1961)
18. Albitiziran kremenov porfirit, Kokra (Faninger, 1961; vzorec Kokra-3)
19. Kremenov porfirit, Puščava na Pohorju (Grobelšek, 1959; diplomsko delo)
20. Porfirit, Ravne pri Cerknem (Proselc, 1954; diplomsko delo)
21. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 9)
22. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 11)
23. Kremenov porfirit, Sv. Ana nad Tržičem (Berce, 1954; vzorec 6)

PORFIRITI IN DIABAZI
PORPHYRITE UND DIABASE

a) Kemične analize
a) Chemische Analysen

3. tabela

Tabelle 3

Utežni % Gewichts %	24	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO ₂	52,85	52,76	49,4	49,6	49,38	46,0	48,8	49,79	48,49
TiO ₂	1,33	1,14	2,40	2,38	2,43	1,28	1,30	0,97	0,80
Al ₂ O ₃	21,94	20,21	16,3	15,8	15,13	17,0	16,6	17,94	20,91
Fe ₂ O ₃	1,68	2,42	4,07	3,84	0,18	2,30	3,25	3,21	0,82
FeO	2,43	2,23	7,17	7,38	11,94	6,20	8,32	5,82	3,56
MnO	0,08	0,03	0,09	0,06	0,23	0,09	0,09	0,06	0,09
MgO	3,22	3,28	4,60	4,73	4,36	9,38	4,98	6,09	7,10
CaO	5,13	7,17	9,72	7,42	8,13	10,20	4,37	4,53	11,07
Na ₂ O	6,90	5,35	3,76	4,34	4,68	2,12	4,59	6,74	3,75
K ₂ O	0,92	0,71	0,29	0,54	0,44	0,56	1,26	0,56	0,56
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,054	0,092	—	0,30	0,24	0,37	0,01
H ₂ O ⁺	3,19	4,58	0,80	1,91	2,18	4,36	3,17	4,11	2,62
H ₂ O ⁻	0,25	0,15	0,19	0,75	0,20	0,23	0,29	0,52	0,13
CO ₂	—	—	0,88	1,06	0,25	0,15	2,46	0,11	—
S	0,07	0,01	—	—	—	0,01	0,01	—	0,02
	100,04	100,06	99,73	99,91	99,53	100,18	99,73	100,91	99,93

b) Kationski odstotki
b) Kationenprozente

	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Si ⁺⁴	48,98	50,25	46,78	47,32	47,24	44,16	46,51	46,48	44,99
Ti ⁺⁴	0,92	0,82	1,70	1,71	1,74	0,91	0,91	0,70	0,56
Al ⁺³	23,97	22,67	18,19	17,76	17,04	19,25	18,65	19,73	22,85
Fe ⁺³	1,16	1,73	2,88	2,77	0,15	1,67	2,32	2,25	0,57
Fe ⁺²	1,87	1,79	5,67	5,89	9,56	4,96	6,65	4,55	2,76
Mn ⁺²	0,05	0,02	0,05	0,03	0,19	0,05	0,05	0,03	0,05
Mg ⁺²	4,43	4,66	6,48	6,76	6,22	13,40	7,07	8,46	9,80
Ca ⁺²	5,10	7,30	9,86	7,59	8,31	10,49	4,45	4,52	10,99
Na ⁺	12,41	9,87	6,90	8,03	8,68	3,96	8,45	12,18	6,74
K ⁺	1,08	0,87	0,33	0,68	0,53	0,70	1,53	0,68	0,68
P ⁺⁵	0,03	0,02	0,05	0,07	—	0,25	0,19	0,29	0,01
C ⁺⁴	—	—	1,11	1,39	0,34	0,20	3,22	0,13	—
Kationi skupno	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
O	145,72	153,40	154,05	150,37	146,37	139,82	146,34	129,51	145,43
(OH) = H	18,74	29,06	5,00	12,90	13,90	27,90	20,16	25,62	16,24
S	0,19	0,02	—	—	—	0,02	0,02	—	0,03
Anioni skupno	164,65	182,48	159,05	162,47	160,27	167,74	166,52	155,13	161,70

c) Enokationska molekularna norma
c) Molekularnorm

	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Q	—	0,03	1,88	1,01	—	—	3,06	—	—
C	0,38	—	—	—	—	—	6,85	—	—
Or	5,40	4,35	1,65	3,40	2,65	3,50	7,65	3,40	3,40
Ab	52,15	49,35	34,50	40,15	39,97	19,80	42,25	47,90	25,10
An	25,25	29,83	27,40	22,63	19,58	36,48	4,55	17,18	38,58
Ne	5,94	—	—	—	2,06	—	—	7,80	5,16
Di	Wo	—	2,60	6,38	3,10	8,10	5,14	—	0,94
	En	—	2,54	4,56	2,19	3,55	4,05	—	0,71
	Fs	—	0,06	1,82	0,91	4,55	1,09	—	0,23
Hy	En	—	6,78	8,40	11,33	—	10,14	14,14	—
	Fs	—	0,16	3,34	4,73	—	2,74	9,24	—
Ol	Fo	6,65	—	—	—	6,64	9,46	—	12,11
	Fa	0,47	—	—	—	8,51	2,57	—	3,92
	Mt	1,74	2,60	4,32	4,16	0,23	2,13	3,48	3,38
	Il	1,84	1,64	3,40	3,42	3,48	1,82	1,82	1,40
	Ap	0,08	0,05	0,13	0,19	—	0,67	0,51	0,77
	Pr	0,10	0,01	—	—	—	0,01	0,01	—
	Cc	—	—	2,22	2,78	0,68	0,40	6,44	0,26
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sal	89,12	83,55	65,43	67,19	64,26	59,78	64-36	76,28	72,24
Fem	10,88	16,45	34,57	32,81	35,74	40,22	35,64	23,72	27,76
% An	32,6	37,7	44,3	36,0	32,9	64,8	9,72	26,4	60,6

d) Nigglijevi parametri
d) Niggli-Werte

	24	25	26	27	28	29	30	31	32
al	38,1	35,2	24,1	24,4	22,7	22,7	26,7	27,3	29,0
fm	24,1	25,4	40,2	42,6	42,8	47,2	46,1	42,3	33,6
c	16,3	22,8	26,1	20,9	22,2	24,7	12,8	12,6	27,9
alk	21,5	16,6	9,6	12,1	12,3	5,4	14,4	17,8	9,5
si	156,0	156,2	125,4	130,5	126,2	103,9	133,3	128,5	114,4
ti	2,97	2,49	4,52	4,74	4,60	2,17	2,62	1,86	1,42
p	0,05	0,02	0,06	0,09	—	0,27	0,33	0,42	0,01
co ₂	—	—	3,05	3,82	0,92	0,47	9,18	0,36	—
s	0,37	0,05	—	—	—	0,04	0,05	—	0,08
k	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,15	0,16	0,05	0,09
mg	0,58	0,57	0,43	0,44	0,39	0,57	0,44	0,55	0,74
c/fm	0,68	0,90	0,65	0,49	0,52	0,52	0,28	0,30	0,83
Presek	V	V	IV	IV	IV	IV	III	III	V

e) Parametri Zavarickega
e) Zavarickij Parameter

	24	25	26	27	28	29	30	31	32
a	17,7	13,8	9,0	10,8	11,1	5,7	12,9	16,2	9,7
c	6,7	7,8	6,8	5,6	4,7	9,1	5,5	4,3	9,9
b	10,2	12,3	24,2	22,9	24,8	29,0	20,8	20,5	21,4
s	65,4	66,1	60,0	60,7	59,4	56,2	60,8	59,0	59,0
a'	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—
f'	40,7	36,9	44,5	47,1	48,0	28,5	55,3	41,5	20,6
m'	56,4	49,3	33,1	36,5	30,3	57,8	43,6	51,7	59,5
c'	—	13,8	22,4	16,4	21,7	13,7	1,1	6,8	19,9
n	93,2	92,5	95,3	92,0	95,0	84,1	84,1	94,8	91,0
t	1,9	1,6	3,5	3,5	3,5	2,7	1,9	1,4	1,2
φ	15,7	18,0	15,2	14,9	0,6	6,9	14,1	13,7	3,4
Q	-11,3	-3,2	-4,8	-5,8	-8,1	-8,1	-9,3	-18,7	-11,3

TOLMAC K 3. TABELI
ERLÄUTERUNG ZU DER TABELLE 3

21. Kloritiziran avgitski porfirit, Rudnica nad Podčetrnikom (Germovšek, 1959; vzorec OL-28)
 25. Avgitski albitski porfirit, Veliki Koprivnik (Germovšek, 1959; vzorec Bo-128a)
 26. Avgitski porfirit, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec 4a)
 27. Avgitski porfirit, Laško (Hamrla, 1954 in Faninger, 1961; vzorec 8)
 28. Diabazni porfirit, Veliki vrh NE od Laškega (Germovšek, 1959; vzorec CL-8)
 29. Avgitni porfirit, Lom (Hinterlechner, 1959)
 30. Porfirit, Sovinja peč (Hinterlechner, 1959)
 31. Avgitni porfirit, Bohor (Ocepek, 1955; diplomsko delo)
 32. Mezodiabaz, Tratica pri Črnljici (Germovšek, 1959; vzorec CL-67)

ČIZLAKIT V NOVEJŠI PETROGRAFSKI KLASIFIKACIJI

Ernest Faninger

S 17 tabelami

Kratka vsebina. Pri Čezlaku nad Oplotnico na Pohorju nastopa v tonalitu globočnina, ki jo sestavljajo v glavnem avgit, rogovača in plagioklazi. Kamenino je temeljito mikroskopsko in kemično preiskal Nikitin in pri tem ugotovil, da kaže posebnosti, zaradi katerih ji je predlagal novo ime — čizlakit. Pri tem se je opiral predvsem na sistem CIPW, po katerem ustreza čizlakitu posebna formula.

V novejšem času so se v petrografski klasifikaciji pojavili novi sistemi, ki jih seveda Nikitin še ni mogel upoštevati. Predvsem je tu treba omeniti enokationsko normativno sestavo, kationske odstotke in parametre Zavarického. Namen članka je, prikazati čizlakit v omenjenih sistemih, da bi dobili čim popolnejšo sliko o tej kamenini. In kot je Nikitin dokazal s pomočjo sistema CIPW, da čizlakit ni identičen z nobeno do takrat opisano kamenino, smo prišli do istega zaključka tudi pri naši primerjavi čizlakita z drugimi ustreznimi kameninami na podlagi parametrov Zavarického.

Uvod

Čizlakit je eden izmed najlepših okrasnih kamnov na Slovenskem. Pridobivajo ga v čezlaškem kamnolomu na Pohorju.

Prvi je kamenino precej popolno opisal Benesch (1917) in jo imenoval kremenov rogovačn avgitni diorit. Nikitin pa je bil mnenja, da naša kamenina ne more spadati v dioritno skupino, ker v njej odločno prevladujejo femični minerali. Zato jo je najprej provizorično imenoval tilait. Toda po temeljiti mikroskopski in kemični preiskavi je ugotovil, da ji po sistemu CIPW pripada formula, ki se po oddelku* (Section) in vrsti* (Rang) razlikuje od tilaitove formule. Zato je v klasifikaciji magmatskih kamenin zanjo uvedel novo ime — čizlakit.

Primerjajoč štiričlenske magmatske parametre čizlakita z drugimi kameninami je Nikitin ugotovil, da moramo čizlakit prištevati v dru-

* Nikitin je prestavil v sistemu CIPW »Section« z »oddelkom«, »Rang« in »Subrang« pa z »vrsto« in »podvrsto«. V hrvaški literaturi pa najdemo za »Rang« in »Subrang« izraza »odjeljak« in »pododjeljak« (Marić, 1945). Pod tem vplivom nekateri tudi v slovenskih razpravah uporabljajo izraza »oddelek« in »pododdelek« za »Rang« in »Subrang«.

žino diorit-piroksenitov in da se kamenina bolj nagiba k piroksenitom nego k dioritom.

Nikitin je pri klasifikaciji s pomočjo kemičnih podatkov uporabil le sistem CIPW in štirčlenske magmatske parametre. V novjšem času so se v petrografiji pojavili novi sistemi in parametri, ki jih Nikitin seveda še ni upošteval. Zaradi važnosti, ki jo ima za nas čizlakit, si ga oglejmo še v teh novih sistemih in skušajmo z njihovo pomočjo pokazati tudi to, kar je Nikitin dokazal s sistemom CIPW in štirčlenskimi magmatskimi parametri — namreč da kaže čizlakit posebnosti, zaradi katerih zasluži tudi posebno ime.

Dve novi metodi zbujata v novjšem času večjo pozornost, in sicer enokationska normativna sestava in parametri Zavarickega. Oglejmo si čizlakit po obeh metodah, poleg tega pa že po znanih Nigglijevih parametrih. Ker je čizlakit produkt diferenciacije tonalitne magme, si oglejmo še primerjavo s pohorskim tonalitom iz Josipdola (Dolar-Mantuani, 1935) in aplitom iz bližine Slov. Bistrice (Dolar-Mantuani, 1935).

Čizlakit v enokationski normativni sestavi

Enokationsko normativno sestavo je uvedel Niggli. Imenoval jo je »Molekularnorm«, tudi Barth (1951) jo je imenoval »molecular norm«, medtem ko je Eskola (1954) uvedel označbo »one-cation molecular norm«. Obširno razpravo o novi metodi je napisal Burri (1959) in ji predlagal ime »Äquivalentnorm«.

Postopka, ki ga priporočata Barth in Niggli, sta v bistvu enaka, edina razlika je pri karbonatnem ogljiku, ki ga Barth prišteva med katione, Burri pa ne, in postopa z njim enako kot s H_2O^+ . Samo formalna pa je razlika med obema postopkoma pri pisanju nekaterih formul. Tako pomeni pri Barthu $1Fs = 1/2 (FeO.SiO_2)$, Burri pa isto formulo označuje z znakom 1Hy. Kar pa Barth označuje z znakom 1Hy, piše Burri 1Ortoavgit.

Oglejmo si najprej čizlakit v enokationski normativni sestavi, izračunani po postopku, ki ga priporočata Barth (1951) in Eskola (1954) (glej 1. tabelo). Tabela vsebuje tudi kationske odstotke. Kamenina je bogata z normativnimi femičnimi minerali in kaže celo majhen primanjkljaj kremenice, ker se v normi pojavlja olivin. Normativni plagioklazi vsebujejo 40,3 % an.

Primerjava enokationskih normativnih sestav čizlakita in tilaita, ki ga je uporabil že Nikitin (1937) za primerjavo, nam kaže 2. tabela. Iz tabele vidimo, da čizlakit nikakor ne more biti identičen s tilaitom, saj kaže tilait velik primanjkljaj kremenice, kar vidimo po nastopanju večjih količin olivina, in celo nefelin nastopa med normativnimi minerali.

Tretja in četrta tabela nam kažeta primerjavo čizlakita s pohorskim tonalitom in aplitom. Ker sta čizlakit in aplit diferencirata tonalitne magme, je povsem jasno, da pada količina normativnih piroksenov v smeri čizlakit → tonalit → aplit, obenem pa v isti smeri narašča količina proste kremenice.

Enokationsko normativno sestavo čizlakita, preračunano po Nigglijevi metodi, nam kaže 6. in 7. tabela; 5. tabela pa nam kaže tako imenovane osnovne spojine, ki jih moramo izračunati iz podatkov kemične analize, preden pristopimo k izračunavanju same normativne sestave.

Po Nigglijevi metodi upoštevamo pri izračunavanju katanorme — to je enokationske normativne sestave, ki ustreza okoliščinam, v katerih nastajajo globočnine — CO_2 le v primeru, da je modalni kalcit primaren mineral. V tem primeru ga vezemo v kalcit. Če pa je modalni kalcit sekundaren mineral, pa CO_2 pri izračunavanju osnovnih spojin in katanorme povsem zanemarimo.

Nikitin v svojem članku ničesar ne govori o izvoru modalnega kalcita v čizlakitu, zato smo pri izračunavanju osnovnih spojin (5. tabela) in katanorme upoštevali oba primera: kot da bi bil kalcit primaren mineral (6. tabela), ali pa da bi bil sekundaren (7. tabela), to je, nastal pri drugotnih spremembah. 6. tabela vsebuje še kationske odstotke, kjer se karbonatni ogljik ne prišteva med katione.

Ako primerjamo Barthovo metodo (1. tabela) z Nigglijevo (5. tabela), vidimo razliko pri Cc. Razlika nastopi zato, ker šteje Barth karbonatni ogljik med katione, Niggli pa ne. Po Barthu pomeni formula $\text{CaCO}_3 = 2 \text{Cc}$, po Niggliju pa 1 Cc, ali kar je isto: po Barthu pomeni 1 Cc = $1/2 \text{CaCO}_3$, po Niggliju pa je 1 Cc = 1 CaCO_3 .

V primeru, da bi bil modalni kalcit čizlakita sekundarnega izvora in bi želeli tudi v normativni sestavi prikazati kalcit kot posledico kalcitizacije wolastonitne komponente diopsida, bi morali wolastonit v 7. tabeli zmanjšati za 0,6 Wo, da bi dobili 0,3 Cc in 0,3 Q po enačbi: $0,6 \text{Wo} + (\text{CO}_2) = 0,3 \text{Cc} + 0,3 \text{Q}$ (Burri, 1959, str. 213). V tem primeru že upoštevamo naknadne spremembe v kamenini, iz katanorme preidemo na epinormo.

Čizlakit v Nigglijevih parametrih

Nigglijeve parametre čizlakita nam kaže 8. tabela, primerjavo s pohorskim tonalitom in aplitom pa 9. tabela.

Po Nigglijevih parametrih se čizlakit približuje gabroidni in piroksenitni magmi. Primerjava s tonalitom in aplitom kaže na skoraj nespremenjeno razmerje med K in Na pri čizlakitu in tonalitu (parameter k). Nadalje nam kaže primerjava med čizlakitom in tonalitom na zvečanje parametrov fm in c in zmanjšanje parametrov al in alk pri čizlakitu — dejstvo, ki je v soglasju z Nikitinovo trditvijo, da je čizlakit gravitacijski diferenciat tonalitne magme.

Čizlakit v parametrih Zavarickega

Čizlakit v parametrih Zavarickega nam kaže 10. tabela, 11. tabela pa primerjavo s pohorskim tonalitom in aplitom.

Čizlakit je bogat s femično komponento (parameter b) in reven z alkalijami (parameter a) ter kalcijem, ki preide v sestavo glincev (parameter c). Pri alkalijah prevladuje natrij nad kalijem (parameter n),

pri femičnih mineralih pa prevladujeta magnezij in kalcij nad železom, kar nam povedo parametri m' , c' , f' . Glede kremenice je čizlakit nasičena kamenina, kajti parameter Q leži v intervalu $+6 > Q > -6$. Parametri Zavarického so povsem v soglasju z modalno sestavo.

Primerjava čizlakita s kameninami dioritne, gabrove dioritne, gabrove in s kameninami peridotitne skupine

Pri primerjavi čizlakita z različnimi kameninami je Nikitin ugotovil, da spada čizlakit v družino diorit-piroksenitov in da se bolj približuje piroksenitom nego dioritom; pri tem je uporabil grafični prikaz štiričlenskih magmatskih parametrov. Skušajmo sedaj isto pokazati s pomočjo parametrov Zavarického, za primerjavo pa vzemimo globočnine in lamprofire dioritne, gabrovo dioritne in gabrove družine magmatskih kamenin, nadalje še globočnine družine tilaitov, srednje vrednosti peridotitov, piroksenitov, hornblenditov in srednjo vrednost tilaitov, ki jo je tudi Nikitin uporabil za primerjavo.

Tako nam 12. tabela kaže diorit in ustrezne lamprofire, 13. tabela gabrov diorit z ustreznimi lamprofiri, 14. tabela pa gabro in norit ter lamprofire gabrove skupine. Družina tilaitov je prikazana v 15. tabeli, srednje vrednosti za piroksenite, hornblendite, peridotite in tilaite pa so v 16. tabeli.

Zaradi primerjave čizlakita z naštetimi kameninami smo pri vsaki kamenini izračunali še d , pri tem pomeni $d = \sqrt{(a - a_0)^2 + (c - c_0)^2 + (b - b_0)^2}$; a , c in b so parametri čizlakita, a_0 , c_0 in b_0 pa parametri ustrezne kamenine, s katero primerjamo čizlakit. Čim manjša je vrednost za d , tem bolj se čizlakit približuje kamenini, s katero ga primerjamo.

Poglejmo sedaj po vrsti kamenine, pri katerih je d najmanjši, kar pomeni, da se kar najbolj približujejo čizlakitu (17. tabela).

Najmanjšo vrednost za d kaže montrealit — globočnina iz družine tilaitov, sledita mu hornblendit in fourchit — lamprofir iz družine gabrov. Kljub majhni vrednosti za d se vse tri našete kamenine ločijo od čizlakita po izraziti negativni vrednosti parametra Q . Tudi za druge kamenine v 17. tabeli lahko ugotovimo, da kažejo določene razlike nasproti čizlakitu; zato lahko trdimo, da čizlakit ni identičen z nobeno kamenino, ki so navedene v tabelah 12 do 16. Vzorec št. 6 v 17. tabeli predstavlja srednjo vrednost tilaitov, ki jo je Nikitin uporabil za primerjavo s čizlakitom po sistemu CIPW; v naši tabeli pride na deveto mesto.

Na splošno lahko trdimo, da se čizlakit glede femične komponente še najbolj ujema s hornblenditi in pirokseniti, loči pa se od njih zaradi nasičenosti s kremenico, kar ga približuje dioritni skupini. Dioritni skupini se čizlakit približuje tudi glede sestave normativnih plagioklazov. Zato lahko tudi po preiskavi čizlakita s parametri Zavarického trdimo, da je čizlakit v bistvu diorit-piroksenit, ki se pa bolj približuje piroksenitom kot dioritom.

ČIZLAKIT IN NEUEREN PETROGRAPHISCHEN SYSTEMEN

Am Rande des Tonalitmassives des Pohorje-Gebirges in Slowenien befindet sich in der Nähe der Ortschaft Cezlak bei Oplotnica ein in Tonalit liegendes Tiefengestein, das schon längst bei den Petrographen Aufsehen erregte. Das Gestein besteht hauptsächlich aus Hornblende, Augit und Plagioklasen, wobei die melanokraten Bestandteile bei weitem überwiegen.

Das Gestein wurde zuerst von Benesch (1917) eingehend untersucht und als Hornblendeaugitdiorit bezeichnet. Eine nachträgliche und gründliche Untersuchung führte Nikitin (1937 und 1939) durch, wobei er wegen des entschiedenen Überwiegens der melanokraten Bestandteile die Zugehörigkeit des Gesteines zu der dioritischen Gruppe bestritt. Und wegen des Aufweisens einer bis damals noch bei keinem Gestein bekannter Formel des CIPW Systems — IV. 1. ls. (2) 3. (1) 2. — schlug Nikitin dem Gestein von Cezlak einen besonderen Namen vor — Čizlakit.

Nach dem Erscheinen der Arbeit von Nikitin sind auf dem Gebiet der Petrographie viele neue Methoden der Bearbeitung der Gesteinsanalysen eingeführt worden und es erscheint uns zwäcckmäßig Čizlakit in den neuen Systemen kennen zu lernen, denn es handelt sich ja um eine auf dem Gebiet Sloweniens vorkommende petrographische Besonderheit. Es kommen hier die Kationenprozent, die Molekular- bzw. Äquivalentnorm, die Niggli-Werte und die Zavarickij Parameter hauptsächlich in Betracht. Außerdem wird in dieser Abhandlung noch der Versuch gemacht mittels der Zavarickij Parameter die Behauptung von Nikitin zu beweisen, daß das Gestein von Cezlak mit keinem bis jetzt bekannten Gesteinen identisch ist und so seinen Namen verdient.

Die Molekularnorm des Čizlakits, errechnet nach der von Barth (1951) angegebenen Methode, zeigt die Tabelle 1. In der Tabelle 2 werden die Molekularnormen des Čizlakits und Tilaits verglichen, damit man den Unterschied zwischen den beiden Gesteinen sehen kann. Man sieht daß Tilait einen beträchtlich größeren Quarzmangel aufweist, was im Auftreten einer viel größerer Menge an SiO_2 ungesättigten Verbindungen in Erscheinung tritt.

In der Tabelle 3 wird der Vergleich der Kationen prozent des Čizlakits, Tonalits (Dolar-Mantuani, 1935) und Aplits (Dolar-Mantuani, 1935) von Pohorje-Gebirge gezeigt, in der Tabelle 4 aber die Molekularnormen derselben Gesteine.

Čizlakit in der von Burri (1959) beschriebenen Berechnungsmethode der Molekularnorm zeigen die Tabellen 5, 6 und 7. Die Tabelle 5 enthält zunächst die Basisverbindungen; dabei wurde einmal Kalcit errechnet und einmal nicht, je nachdem ob man den modalen Kalcit im Čizlakit als primär oder sekundär betrachten soll. Aus demselben Grunde wurden zwei Katanormen errechnet — bei der einen wird der modale Kalcit als primäres (Tabelle 6), bei der anderen aber als sekundäres Mineral betrachtet (Tabelle 7).

Čizlakit in Niggli-Werten wird in der Tabelle 8 gezeigt. In der Tabelle 9 sieht man den Vergleich der Niggli-Werten des Čizlakits, Tonalits und Aplits des Pohorje-Gebirges.

Die Zavarickij-Parameter des Čizlakits sind in der Tabelle 10 dargestellt, in der Tabelle 11 aber der Vergleich mit Tonalit und Aplit.

In den Tabellen 12 bis 14 wird Čizlakit den abyssischen und hypabischen Formen der Familien der Dioriten, Gabbrodioriten und Gabbros gegenübergestellt. In der Tabelle 15 wird Čizlakit mit den abyssischen Formen der Familie der Tilaite verglichen, in der Tabelle 16 aber mit den Mittelwerten verschiedener basischen Gesteinen. Bei jedem Gestein der Tabellen 12 bis 16 wird der Zavarickij-Wert d errechnet, den man durch die Formel

$$d = \sqrt{(a - a_0)^2 + (c - c_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

bekommt, wobei a , c , b die Zavarickij-Parameter des Čizlakits bedeuten; a_0 , c_0 , b_0 aber jeweils die Parameter des Gesteines, mit dem Čizlakit verglichen wird. Bei diesem Vergleich hat es sich herausgestellt, daß Čizlakit mit keinem von den in den Tabellen 12 bis 16 angeführten Gesteinen übereinstimmt. So kann man auch mittels der Zavarickij-Parameter beim Vergleich mit Čizlakit am nächsten stehenden Gesteine den Beweis erbringen, daß Čizlakit eine Besonderheit darstellt und so seinen besonderen Namen verdient.

LITERATURA

- Barth, T. F. W., 1951, Theoretical Petrology, New York.
 Benesch, F., 1917, Beiträge zur Gesteinskunde des östlichen Bachergebirges. Mitteilungen der geologischen Gesellschaft in Wien.
 Burri, C., 1959, Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage, Basel.
 Dolar-Mantuani, L., 1935, Razmerje med tonaliti in apliti pohorskega masiva. Geološki anali balkanskog poluostrva, Knjiga XII, sveska 2; Beograd.
 Marić, L., 1945, Sistematska petrografija, Zagreb.
 Nikitin, V. in Klemen, R., 1937, Diorit-pirokseniti iz okoline Čizlaka na Pohorju. Geološki anali balkanskog poluostrva, Knjiga XIV, Beograd.
 Nikitin, V., 1939, Čizlakit — nova kamenina s Pohorja. Zbornik prirodoslovnega društva, I. zvezek, Ljubljana.
 Rosenbusch, H., 1923, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart.
 Sawarizki, A. N., 1954, Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine, Berlin.
 Tröger, E., 1935, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, Berlin.

ENOKATIONSKA NORMATIVNA SESTAVA ČIZLAKITA
MOLEKULARNORM VON ČIZLAKIT

1. tabela

Tabelle 1

Utežni % Gewichts %		Kationski % Kation %		0 v oksidih 0 in Oxyden	Enokationska normalna sestava Molekularnorm	
SiO ₂	53,82	Si ⁺⁴	= 48,68	97,36	Or =	3,90
TiO ₂	0,51	Ti ⁺⁴	= 0,34	0,68	Ab =	15,95
Al ₂ O ₃	7,71	Al ⁺³	= 8,27	12,41	An =	10,75
Fe ₂ O ₃	1,09	Fe ⁺³	= 0,75	1,13	Di { Wo =	27,54
FeO	3,48	Fe ⁺²	= 2,64	2,64	En =	24,89
MnO	0,07	Mn ⁺²	= 0,05	0,05	Fs =	2,65
MgO	13,78	Mg ⁺²	= 18,57	18,57	Hy { En =	5,59
CaO	16,81	Ca ⁺²	= 16,35	16,35	Fs =	0,59
Na ₂ O	1,82	Na ⁺	= 3,19	1,60	Ol { Fo =	4,99
K ₂ O	0,68	K ⁺	= 0,78	0,39	Fa =	0,53
P ₂ O ₅	0,08	P ⁺⁵	= 0,07	0,18	Mt =	1,13
CO ₂	0,25	C ⁺⁴	= 0,31	0,62	Il =	0,68
H ₂ O ⁺	0,22		(0,66)	—	Ap =	0,19
H ₂ O ⁻	0,11		—	—	Cc =	0,62
						100,00
						Sal = 30,60
						Fem = 69,40
						% an = 40,3
100,43		100,00		151,98		
				— 0,66 O za OH		
				151,32 O		
				+ 1,32 OH		
				152,64 (O + OH)		

* Analitik: R. Klemen

PRIMERJAVA ENOKATIONSКИH NORMATIVNIH SESTAV
 ČIZLAKITA IN TILAITA
 VERGLEICH DER MOLEKULARNORMEN VON ČIZLAKIT UND TILAIT

2. tabela			Tabelle 2		
1			2		
	Or	3,90		1,10	
	Ab	15,95		3,37	
	Ne	—		3,26	
	An	10,75		19,23	
Di	Wo	27,54	55,08	21,74	43,48
	En	24,89		18,06	
	Fs	2,65		3,68	
Hy	En	5,59	6,18	—	
	Fs	0,59		—	
Ol	Fo	4,99	5,52	20,59	24,79
	Fa	0,53		4,20	
	Mt	1,13		4,77	
	Il	0,68		n. d.	
	Ap	0,19		n. d.	
	Cc	0,62		—	
100,00			100,00		

kamenina št. 1 = čizlakit

kamenina št. 2 = tilait, srednja vrednost petih analiz (Rosenbusch, 1923, str. 210, analiza št. 6)

Gesteinsnummer 1 = Čizlakit

Gesteinsnummer 2 = Tilait, Mittelwert von fünf Analysen (Rosenbusch, 1923, S. 210, Analyse Nr. 6)

PRIMERJAVA KATIONSКИH ODSOTKOV MED ČIZLAKITOM
IN POHORSKIM TONALITOM IN APLITOM
VERGLEICH DER KATIONENPROZENTE VON ČIZLAKIT, TONALIT
UND APLIT DES POHORJE-GEIRGES

3. tabela		Tabelle 3	
Kationi Kationen	1	2	3
Si ⁺⁴	48,68	64,52	67,67
Ti ⁺⁴	0,34	0,24	—
Al ⁺³	8,27	18,73	18,45
Fe ⁺³	0,75	0,69	0,54
Fe ⁺²	2,64	1,11	0,30
Mn ⁺²	0,05	0,01	0,06
Mg ⁺²	18,57	1,33	0,15
Ca ⁺²	16,35	3,70	1,49
Na ⁺	3,19	8,07	10,94
K ⁺	0,78	1,44	0,40
P ⁺⁵	0,07	0,12	—
C ⁺⁴	0,31	—	—
Ba ⁺²	—	0,04	—
	100,00	100,00	100,00
Anionen Anioni			
O	151,32	167,65	168,94
OH	1,32	4,52	4,72
O + OH	152,64	172,17	173,66

kamenina št. 1 = čizlakit

kamenina št. 2 = tonalit, Josipdol na Pohorju (Dolar-Mantuani, 1935)

kamenina št. 3 = aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 1 = Čizlakit

Gesteinsnummer 2 = Tonalit, Josipdol am Pohorje (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 3 = Aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

PRIMERJAVA ENOKATIONSKE NORMATIVNE SESTAVE
ČIZLAKITA S POHORSKIM TONALITOM IN APLITOM
VERGLEICH DER MOLEKULARNORMEN VON ČIZLAKIT,
TONALIT UND APLIT DES POHORJE-GEORGES

4. tabela		Tabelle 4	
	1	2	3
Q	—	27,05	30,43
Or	3,90	7,20	2,00
Ab	15,95	40,35	54,70
An	10,75	17,70	7,45
C	—	2,14	4,13
Di	Wo 27,54	—	—
	En 24,89		
	Fs 2,65		
Hy	En 5,59	2,66	0,30
	Fs 0,59		
	Fo 4,99		
Ol	Fa 0,53	—	—
	Mt 1,13		
	Il 0,68		
Ap	0,19	0,32	—
Cc	0,62	—	—
	100,00	100,00	100,00
	Sal = 30,60	Sal = 98,71	Sal = 94,44
	Fem = 69,40	Fem = 1,29	Fem = 5,56
	% an = 40,3	% an = 12,0	% an = 30,5

kamenina št. 1 = čizlakit

kamenina št. 2 = tonalit, Josipdol na Pohorju (Dolar-Mantuani, 1935)

kamenina št. 3 = aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 1 = Čizlakit

Gesteinsnummer 2 = Tonalit, Josipdol am Pohorje (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 3 = Aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

OSNOVNE SPOJINE ČIZLAKITA (po Nigglijevi metodi)
BASISVERBINDUNGEN DES ČIZLAKIT (nach Burri, 1959)

5. tabela		Tabelle 5										
	Q	Kp	Ne	Cal	Cs	Fs	Fa	Fo	Ru	Cp	Cc	Vsota Summe
a)	26,9	2,4	9,6	6,4	20,7	1,1	4,1	28,0	0,3	0,2	0,3	100,0
b)	26,8	2,4	9,6	6,5	21,1	1,1	4,1	27,9	0,3	0,2	—	100,0

V prvem primeru (a) predpostavljamo, da je modalni kalcit primaren, v drugem (b) pa, da je sekundaren.

Im ersten Falle wird vorausgesetzt, daß der modale Kalcit als primäres Mineral vorhanden ist, im zweiten Fall (b) aber, daß Kalcit sekundär ist.

STANDARDNA KATANORMA ČIZLAKITA V PRIMERU, DA JE KALCIT
PRIMAREN MINERAL

STANDARD-KATANORM DES ČIZLAKITS WOBEI KALCIT ALS PRIMÄRER
MINERAL BETRACHTET WIRD

6. tabela

Tabelle 6

Standardna katanorma				Standardna katanorma v titanitni varianti			
	Or	=	4,0		Or	=	4,0
	Ab	=	16,0		Ab	=	16,0
	An	=	10,7		An	=	10,7
	Di	(	Wo = 27,6		Di	(	Wo = 27,0
		En	= 24,5	55,2		En	= 24,0
		Hy	= 3,1			Hy	= 3,0
Ortoavgit	(	En	= 4,9		Ortoavgit	(	En = 5,5
	Hy	=	0,6	5,5		Hy	= 0,6
	Fo	=	5,9			Fo	= 5,9
Ol	(	Fa	= 0,8	6,7	Ol	(	Fa = 0,8
	Mt	=	1,1			Mt	= 1,1
	Ru	=	0,3			Tit	= 0,9
	Cp	=	0,2			Cp	= 0,2
	Cc	=	0,3			Cc	= 0,3
			100,00				100,00

Kationski % Kationen %	Si ⁺⁴	Ti ⁺⁴	Al ⁺³	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Mg ⁺²	Ca ⁺²	Na ⁺	K ⁺	P ⁺³	Vsota Summe
	48,9	0,3	8,3	0,7	2,6	0,1	18,6	16,4	3,2	0,8	0,1	100,0

STANDARDNA KATANORMA ČIZLAKITA V PRIMERU, DA JE MODALNI
KALCIT SEKUNDAREN MINERAL

STANDARD-KATANORM DES ČIZLAKIT WOBEI DER MODALE KALCIT
ALS SEKUNDÄRES MINERAL BETRACHTET WIRD

7. tabela

Tabelle 7

Standardna katanorma				Standardna katanorma v titanitni varianti			
	Or	=	4,0		Or	=	4,0
	Ab	=	16,0		Ab	=	16,0
	An	=	10,8		An	=	10,8
	Di	(	Wo = 28,1		Di	(	Wo = 27,5
		En	= 25,0	56,3		En	= 24,4
		Hy	= 3,2			Hy	= 3,1
Ortoavgit	(	En	= 3,4		Ortoavgit	(	En = 4,0
	Hy	=	0,5	3,9		Hy	= 0,6
	Fo	=	6,6			Fo	= 6,6
Ol	(	Fa	= 0,8	7,4	Ol	(	Fa = 0,8
	Mt	=	1,1			Mt	= 1,1
	Ru	=	0,3			Tit	= 0,9
	Cp	=	0,2			Cp	= 0,2
			100,0				100,0

ČIZLAKIT V NIGGLIJEVIH PARAMETRIH
ČIZLAKIT, DARGESTELLT IN NIGGLI-WERTEN

8. tabela

al = 9,3
fm = 49,6
c = 36,7
alk = 4,4
100,0

Tabelle 8

si = 109,5
ti = 0,73
mg = 0,84
k = 0,19
qz = -8,1

PRIMERJAVA NIGGLIJEVIH PARAMETROV ČIZLAKITA S POHORSKIM
TONALITOM IN APLITOM

VERGLEICH DER NIGGLI-WERTE DES ČIZLAKITS MIT DEM TONALIT
UND APLIT DES POHORJE-GEIRGES

9. tabela

Tabelle 9

Kamenina št. Gesteinsnummer	al	fm	c	alk	si	ti	mg	k	qz
1	9,3	49,6	36,7	4,4	109,5	0,73	0,84	0,19	-8,1
2	44,5	15,0	17,7	22,8	306,7	1,07	0,43	0,16	+115,5
3	52,9	6,0	8,6	32,5	387,9	—	0,16	0,04	+157,9

kamenina št. 1 = čizlakit, Cezlak pri Oplotnici (Nikitin, 1937)

kamenina št. 2 = tonalit, Josipdol na Pohorju (Dolar-Mantuani, 1935)

kamenina št. 3 = aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 1 = Čizlakit, Cezlak bei Oplotnica (Nikitin, 1937)

Gesteinsnummer 2 = Tonalit, Josipdol auf Pohorje (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 3 = Aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

ČIZLAKIT V PARAMETRIH ZAVARICKEGA
ČIZLAKIT DARGESTELLT IN DEN PARAMETERN ZAVARICKIJ

10. tabela

a = 4,3	f' = 9,6
c = 2,4	m' = 51,4
b = 39,6	c' = 39,0
s = 53,7	

Tabelle 10

n = 80,6
t = 0,7
φ = 2,1
Q = -3,6
% an = 40,9

PRIMERJAVA ČIZLAKITA S POHORSKIM TONALITOM IN APLITOM
V PARAMETRIH ZAVARICKEGA

VERGLEICH DER ZAVARICKIJ-PARAMETER DES ČIZLAKITS
MIT DEM TONALIT UND APLIT DES POHORJE-GEBIGES

11. tabela

Tabelle 11

Kamenina št. Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q	% an
1	4,3	2,4	39,6	53,7	—	9,6	51,4	39,0	80,6	0,7	2,1	—	3,6 40,9
2	11,6	4,5	5,8	78,1	34,9	37,2	27,9	—	84,7	0,3	14,0	+28,5	31,4
3	13,3	1,6	6,0	79,1	79,6	17,2	3,2	—	96,1	—	10,8	+30,0	12,1

kamenina št. 1 = čizlakit

kamenina št. 2 = tonalit, Josipdol na Pohorju (Dolar-Mantuani, 1935)

kamenina št. 3 = aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 1 = Čizlakit, Čezlak bei Opčotnica, Pohorje Gebirge

Gesteinsnummer 2 = Tonalit, Josipdol am Pohorje Gebirge (Dolar-Mantuani, 1935)

Gesteinsnummer 3 = Aplit, Slov. Bistrica (Dolar-Mantuani, 1935)

DRUŽINA DIORITOV V PARAMETRIH ZAVARICKEGA
IN RAZMERJE DO ČIZLAKITA (d)

FAMILIE DER DIORITEN IN DEN ZAVARICKIJ-PARAMETERN
UND VERHÄLTNIS ZU ČIZLAKIT (d)

12. tabela

Tabelle 12

St. kamenine Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
308	10,3	6,9	17,1	65,7		53,3	34,4	12,3	75,7	0,9	9,0	+ 3,9
317	9,2	4,8	26,2	59,8		23,6	64,9	11,5	58,2	0,2	3,1	— 3,6
319	13,3	5,4	26,2	55,1		31,7	44,8	23,5	83,2	1,4	9,5	—21,8
320	7,5	6,1	29,4	57,0		32,0	47,8	20,2	69,6	2,1	8,6	— 7,1
321	9,4	4,5	23,5	62,6		62,7	13,0	24,3	60,3	3,1	14,6	+ 1,9
322	8,4	5,8	33,7	52,1		48,1	32,0	19,9	90,2	5,8	15,7	—18,4
323	9,8	6,9	24,3	59,0		48,4	39,6	12,0	78,3	3,8	17,5	— 8,5
10	11,2	5,7	21,0	62,1		36,0	52,5	11,5	58,0	1,7	9,2	— 3,9

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	d nasproti čizlakit d gegenüber Čizlakit	Ime kamenine Name des Gesteines
308	d = 23,7	diorit (Tröger, 1935)
317	d = 14,5	kersantit (Tröger, 1935)
319	d = 13,4	odinit (Tröger, 1935)
320	d = 11,3	diabazov spesartit (Tröger, 1935)
321	d = 17,0	hysterobas (Tröger, 1935)
322	d = 7,9	camptospesartit (Tröger, 1935)
323	d = 16,9	bronicitov kersantit (Tröger, 1935)
10	d = 20,1	spesartit (Rosenbusch, 1923, str. 332, prim. 10)

DRUŽINA GABROVIH DIORITOV V PARAMETRIH Z A V A R I C K E G A
IN RAZMERJE DO ČIZLAKITA (d)
FAMILIE DER GABRODIORITE, DARGESTELLT IN DEN ZAVARICKIJ-
PARAMETER. VERHÄLTNIS ZU ČIZLAKIT (d)

13. tabela

Tabelle 13

St. kamenine Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
331	8,1	7,1	23,1	61,7		38,5	45,1	16,4	79,9	1,6	7,8	+ 0,1
333	9,3	7,4	19,3	64,0		55,5	24,1	20,4	84,6	1,0	26,7	+ 2,0
334	10,4	7,0	15,5	67,1		47,9	44,8	7,3	81,1	1,6	15,5	+ 7,0
335	9,3	7,9	22,1	60,9		47,6	33,6	18,8	75,0	—	17,5	— 4,3
336	9,0	10,2	21,1	59,7		48,1	50,5	1,4	68,9	1,1	15,4	— 8,8
338	9,9	6,9	18,1	65,1		63,7	26,3	10,0	81,7	—	25,5	+ 3,5
339	12,9	3,9	17,2	66,0		63,6	20,6	15,8	76,4	4,1	17,0	+ 2,3

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	d nasproti čizlakitu d gegenüber Cizlakit	Ime kamenine Name des Gesteines
331	d = 16,5	gabrov diorit (Tröger, 1935)
333	d = 21,5	pawdit (Tröger, 1935)
334	d = 25,3	malchit (Tröger, 1935)
335	d = 19,0	lucit (Tröger, 1935)
336	d = 20,6	orbit (Tröger, 1935)
338	d = 22,7	klausenit (Tröger, 1935)
339	d = 24,0	volhynit (Tröger, 1935)

GABROVA DRUŽINA V PARAMETRIH Z A V A R I C K E G A IN RAZMERJE
DO ČIZLAKITA (d)
FAMILIE DER GABROS, DARGESTELLT DURCH DIE ZAVARICKIJ-
PARAMETER. VERHÄLTNIS ZU ČIZLAKIT (d)

14. tabela

Tabelle 14

St. kamenine Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
348	6,4	8,9	28,7	56,0		23,6	48,8	27,6	93,5	0,2	6,3	— 9,7
355	4,0	8,5	30,8	56,7		24,3	70,5	5,2	80,0	0,6	2,6	— 3,1
373	12,2	4,7	29,4	53,7		44,8	30,2	25,0	97,6	6,9	10,0	— 21,7
374	12,5	3,7	34,2	49,6		33,6	38,9	27,5	82,2	5,5	12,6	— 29,5
375	8,3	7,0	34,9	49,8		30,9	44,6	24,5	64,4	0,7	13,3	— 24,0
376	6,2	6,1	35,9	51,8		35,7	30,8	31,7	75,6	6,2	18,6	— 14,9

Stevilka kamenine Gesteinsnummer	d nasproti čizlakitu d gegenüber Cizlakit	Ime kamenine Name des Gesteines
348	d = 9,9	gabro (Tröger, 1935)
355	d = 7,7	norit (Tröger, 1935)
373	d = 5,6	camptonit (Tröger, 1935)
374	d = 12,9	monchiquit (Tröger, 1935)
375	d = 12,3	rizzonit (Tröger, 1935)
376	d = 12,5	fourchit (Tröger, 1935)

TILAITOVA DRUŽINA V PARAMETRIH ZAVARICKEGA
IN RAZMERJE DO ČIZLAKITA (d)

FAMILIE DER TILAITE, DARGESTELLT DURCH DIE ZAVARICKIJ-
PARAMETER. VERHÄLTNIS ZU ČIZLAKIT (d)

15. tabela

Tabelle 15

St. kamenine Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	φ	Q
397	5,8	3,0	42,1	49,1		24,0	48,0	28,0	71,7	3,8	9,4	—16,4
398	2,5	2,6	45,0	49,9	7,0	54,2	38,8		89,5	30,8	4,4	— 7,8
399	3,1	5,1	44,5	47,3		25,8	47,3	26,9	92,0	—	10,2	—16,7
400	1,8	2,5	46,5	49,2		16,1	82,6	1,3	81,3	—	2,5	— 7,7
401	1,5	5,6	51,9	41,0		17,3	80,8	1,9	83,3	0,3	2,5	—25,6
402	1,9	4,2	61,4	32,5	0,8	35,4	63,8		80,0	2,1	10,4	—43,0

Številka kamenine Gesteinsnummer	d nasproti čizlakitu d gegenüber Čizlakit	Ime kamenine Name des Gesteines
397	d = 3,0	montrealit (Tröger, 1935)
398	d = 5,7	ilmenitov norit (Tröger, 1935)
399	d = 7,3	noritov broncitit (Tröger, 1935)
400	d = 5,7	tilait (Tröger, 1935)
401	d = 13,0	harrisit (Tröger, 1935)
402	d = 22,0	kazanskit (Tröger, 1935)

SREDNJE VREDNOSTI ANALIZ PERIDOTITOV, PIROKSENITOV, HORN-
BLENDITOV IN TILAITOV, PRIKAZANE V PARAMETRIH ZAVARI-
CKEGA IN RAZMERJE DO ČIZLAKITA (d)

MITTELWERTE DER ANALYSEN VON PERIDOTITEN, PYROXENITEN,
HORNBLENDITEN UND TILAITEN, DARGESTELLT DURCH DIE ZA-
VARICKIJ-PARAMETER. VERHÄLTNIS ZU ČIZLAKIT (d)

16. tabela

Tabelle 16

St. kamenine Gesteinsnummer	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	t	q	Q
13	1,2	2,2	49,6	47,0		19,6	53,2	27,2	80,0	0,8	7,1	-10,6
9	5,5	4,2	42,1	48,2		30,8	50,6	18,6	74,4	3,6	11,9	-18,8
21	2,3	1,9	53,3	42,5		22,5	69,8	7,7	60,0	2,7	4,4	-21,5
6	2,2	4,2	47,7	45,9		21,8	52,9	25,3	88,9	—	7,4	-16,8

Številka kamenine Gesteinsnummer	d nasproti čizlakitu d gegenüber Čizlakit	Ime kamenine Name des Gesteines
13	d = 10,5	srednja vrednost 13 piroksenitov (Rosenbusch, 1923, str. 255) Mittelwert von 13 Pyroxeniten (Rosenbusch, 1923, S. 255)
9	d = 3,3	srednja vrednost 8 hornblenditov (Rosenbusch, 1923, str. 259) Mittelwert von 8 Hornblenditen (Rosenbusch, 1923, S. 259)
21	d = 13,9	srednja vrednost 16 peridotitov (Rosenbusch, 1923, str. 248) Mittelwert von 16 Peridotiten (Rosenbusch, 1923, S. 248)
6	d = 8,6	srednja vrednost 5 tilaitov (Rosenbusch, 1923, str. 210) Mittelwert von 5 Tilaiten (Rosenbusch, 1923, S. 210)

KAMENINE, NAJBЛИŽJE ČIZLAKITU GLEDE ZAVARICKEGA
PARAMETRA d

17. tabela

Tabelle 17

Številka kamenine	Ime kamenine	d
397	montrealit	3,0
9	hornblendit	3,3
376	fourchit	5,6
398	ilmenitov norit	5,7
399	tilait	5,7
400	noritov broncit	7,3
375	rizonit	7,7
322	camptospesartit	7,9
6	srednja vrednost petih tilaitov	8,6

Kamenina št. 6 je iz Rosenbuschovega učbenika petrografije (Rosenbusch, 1923, str. 210, primer 6, druge kamenine pa iz Trögerjevega (Tröger, 1935) in so enako oštevilčene.

GEOLOŠKA ZGRADBA SAVSKIH JAM

Miran Iskra

Z 2 skicama in 1 kulisnim diagramom med tekstom in z 2 kartama v prilogi

Uvod

V letih 1960 do 1962 smo raziskovali sideritno rudišče v Savskih jamah. Da bi pojasnili zgradbo rudišča in položaj rudnih teles, smo geološko kartirali celotno južno pobočje Karavank med Rožco in Javorniškim rovtom od doline Save do državne meje z Avstrijo. Sideritno orudenjenje smo ugotovili le na ožjem območju Savskih jam, v javorniških skladih nedaleč od tektonskega stika s triadnimi plastmi.

V prispevku obravnavamo zgradbo in položaj rudišča Savske jame. Obenem prispevamo z nekaterimi novimi stratigrafskimi in tektonskimi podatki k poznavanju zahodnih Karavank (1. karta).

Stratigrafski pregled

Karbonske plasti

Najstarejše sklade, ki so razviti na pretežnem delu ozemlja med Hrušensko planino in Savskimi jamami, uvrščamo v zgornji karbon med vrhnje dele javorniških plasti. Prevladuje glinast skrilavec, ki prehaja v peščeno sljudnat skrilavec in peščenjak. Lečasti vložki kremenovega konglomerata tvorijo ponekod nadaljevanje peščenjaka. Na geološki karti nismo mogli stratigrafsko horizontirati različkov karbonskih klastičnih sedimentov zaradi pestrega petrografskega menjavanja in preperine, ki jih mestoma prekriva. Med temi sedimenti so na območju Savskih jam razviti različno debeli vložki in plasti temnega karbonskega apnenca s prehodi preko laporastega apnenca in apnenega laporja v glinast skrilavec in kremenov peščenjak z zgornjekarbonsko favno. Izven območja Savskih jam na obravnavanem ozemlju nismo našli zgornjekarbonskega apnenca. Le apnene plasti zahodno od Budnarja in na Hrušenski planini zaradi podobnosti po položaju uvrščamo med javorniške plasti.

Stratigrafska meja med zgornjim karbonom in spodnjim permom je še vedno problematična. Spodnjepermski stratigrafsko dokazani apnenci preidejo navzdol v klastične sedimente, za katere pa ne vemo stratigrafskega položaja zaradi pomanjkanja fosilov. Po Salopeku (1960) grade spodnjepermske plasti na območju Gorskega Kotara glinasti skrilavci,

peščenjaki in konglomerati. Ta razvoj je vsaj nekoliko podoben klastičnim sedimentom javorniških plasti. Ker za sedaj še ne moremo razmejiti problematičnih klastičnih sedimentov, jih v celoti uvrščamo v serijo javorniških plasti s pripombo, da je njihova meja s permom nejasna.

Erozijski ostanki permskih in triadnih /skladov so ohranjeni na javorniških plasteh med Betelom in Križovcem. V dolini Črnega potoka so presekani s prelomi. Erozijski ostanki spodnjepermske starosti nepravilnih oblik so ohranjeni na več mestih, predvsem med Budnarjem in Savskimi jamami.

Permske plasti

Razen trbiške breče so na obravnavanem ozemlju v celoti razviti permški sedimenti v zaporedju, ki je značilno za zahodne Karavanke. Na javorniških plasteh ležijo skladi sivega do temno sivega apnenca. V spodnjem delu apnenca, neposredno nad klastičnimi javorniškimi sedimenti, so kremenovi prodniki in vložki peščenjaka ali skrilavca z ohranjeno psevdoschwagerinsko favno in redkimi brahiopodi, po katerih ta horizont prištevamo k rotnoveškim plastem. Klastične sedimente pod permskim apnenecem uvrščamo zaradi pomanjkanja fosilov v celoti v karbon.

Na tem delu Karavank ne moremo dokazati, ali so razviti tudi najnižji deli spodnjega perma.

Erozijski ostanki spodnjepermskega apnenca so ohranjeni na ozemlju med Budnarjem in Brdom ter severno od tod. Pri Brdu preide apnenec navzgor v trogkofelski apnenec. Manjši erozijski ostanki spodnjepermskega apnenca so ohranjeni tudi vzhodneje od Brda do struge Črnega potoka in na vzhodu pri Križovcu. Na tem območju je apnenec zelo podoben karbonskemu iz Savskih jam.

Siv do svetlo siv apnenec, ki je razvit na spodnjepermskem, uvrščamo v spodnji del srednjega perma — trogkofelski apnenec. Ponekod leži tudi na klastičnih javorniških plasteh. Trogkofelski apnenec se razteza v pasu od Molzišča pod Rožco proti vzhodu do Menta. Razvit je tudi severno od Brda. Južno od Betela je ohranjena ob prelomih manjša krpa zelo svetlega trogkofelskega apnenca. Pri vrtanju v Savskih jamah smo ugotovili vrhnji del mesnato rdečega trogkofelskega apnenca. Podobne, nekoliko svetlejše sivo rožnate plasti so razvite mestoma tudi na površini, nedaleč od stika z grōdenskim peščenjakom.

Trbiška breča, ki jo imamo za nadaljevanje morskega razvoja zgornjega dela srednjega perma, ni razvita na kartiranem ozemlju. Namesto trbiške breče so razvite različno debele plasti klastičnih sedimentov kontinentalnega razvoja, ki jih uvrščamo v grōden. Grade jih rdeč peščen skrilavec, peščenjak in sivo zelen peščenjak. Zahodno od Savskih jam se raztezajo v večkrat prekinjenem pasu na trogkofelskem apnencu. V dolini Črnega potoka ležijo neposredno na klastičnih karbonskih plasteh. V sivih grōdenskih peščenjakih so ponekod sledovi bakrovih mineralov, podobno kot v grōdenskem peščenjaku pri Cerknem in ob Idriji na Otaležu. Pri raziskavah v Savskih jamah so dosegle nekatere vrtine grōdenske plasti pod karbonskimi.

Vrhnji člen permskih skladov je siv neplastovit dolomit. Njegovo starost smo določili le po položaju. Na grōdenskih plasteh je razvit zgornjepermski dolomit ob strugi Črnega potoka do Križovca. Ob levem bregu potoka je odkrit prehod grōdenskega peščenjaka preko vmesnih dolomitiziranih plasti v zgornjepermski dolomit. Južno od Betela je ohranjen ob prelomih zgornjepermski dolomit, ki je bržkone podaljšek dolomitnega pasu s Križovca. Na ozemlju med Kočo pod Rožco in Hrušensko planino je razvit dolomit na večji površini. Pri Molzišču leži deloma na grōdenskih plasteh ali na trogkofelskem apnencu, nad Hrušensko planino pa ga loči prelom od javorniških plasti.

Triadne plasti

Neposredno na zgornjepermskem dolomitu med Rožco in Mentom so konkordantno razvite spodnje triadne plasti od skitske do anizične stopnje. Vzhodno od tod v smeri Savskih jam ter na območju Črnega potoka so ohranjeni le deli spodnjetriadnih plasti. Vrhnje dele grebena Golice grade srednje- in zgornjetriadni sedimenti košutinega pokrova, ki so ločeni s prelomom od spodnjetriadnih plasti.

Skitska stopnja. Rdeče rjave laporaste delno sljudnate skrilavce s slabo ohranjenimi anodontoforami prištevamo med zajzerske plasti. Navzgor preidejo v oolitni apnenec s holopelami. Za kampilske plasti sta značilna rumeno rjavi skrilav lapor in temen laporast apnenec. Ponekod je razvit tudi zrnat dolomit, ki tvori nadaljevanje, ali pa je ekvivalent oolitnega apnenca. Del pobočja Golice med Rožco in koto 1082 m je iz plasti skitske stopnje v navedenem zaporedju. Ob prelomu pri Mentu je celotna zgradba prekinjena. Južno od Kogla sta odkrita kampilski laporast apnenec in skrilavec. Pri Betelu in na območju Karlovega rova so plasti skitske stopnje ohranjene ob sistemu prelomov. Na zahodnem delu tega območja sta zajzerski skrilavec in oolitni apnenec, vzhodnejše proti Karlovemu rovu pa najdemo oolitni apnenec z vložki dolomita in kampilski laporast skrilavec. Zaradi tektonike je na tem območju položaj plasti skitske stopnje dokaj nejasen. Konkordantno ležijo na permskem dolomitu le zahodno. Rdeč peščenjak ob severnem robu skitskih skladov smo uvrstili v grōden, čeprav njihovega položaja ne moremo uskladiti s shemo razvoja zgornjepermških sedimentov. Podoben položaj so ugotovili v Karlovem rovu, kjer so pod oolitnim apnencem dosegli grōdenski preščenjak, ki se do površine izklini, tako da so skitske plasti na površini v tektonskem stiku s karbonom. Ponekod so spodnjeskitske plasti zelo podobne grōdenskim. Za sedaj nimamo nikakršnih argumentov, po katerih bi jih na tem območju lahko prišteli v spodnjo triado.

Anizična stopnja. Širok pas sivega plastovitega dolomita od državne meje do Kogla prištevamo anizični stopnji. Do kote 1082 m leži anizični dolomit na kampilskih plasteh. Vzhodno od tod je v tektonskem stiku z različnimi permškimi sedimenti.

Ob tektonskem stiku anizičnega dolomita z ladinskim je ponekod ohranjen temno siv do črn ploščast apnenec s skrilavimi vložki, ki pripada

bržkone anizični stopnji. V podobnih plasteh so v vzhodnih Karavankah našli favno, po kateri jih uvrščajo v zgornji del anizične stopnje.

Ladinska stopnja. Svetel, ponekod bel, delno zrnat neplastovit dolomit, ki gradi osrednji del pobočja Golice, je zgornjeladinske starosti. Na celotnem ozemlju je dolomit v tektonskem kontaktu s spodnjetriadnimi in paleozojskimi kameninami. Starost dolomita smo določili le po konkor-dantnem prehodu v stratigrafsko določene plasti karnijske stopnje. Po petrografskem videzu in položaju je ekvivalenten kasijanskemu dolomitu zahodne Slovenije in wettersteinskemu dolomitu v vzhodnih Karavankah. Pri Savskem Molzišču tone ladinski dolomit pod zgornjetriadne sklade. Pod zgornjetriadno zgradbo Hruškega vrha je v melišču odkrita manjša krpa ladinskega dolomita.

Karnijska stopnja. Neposredno na ladinskem dolomitu ležita temno siv lapor in laporast apnenec s pogostimi ostanki rabeljske favne. Više sledi neizrazito plastovit, sivo rjav, nekoliko zrnat dolomit. Zgornjekarnijski temno siv apnenec z roženci gradi greben Golice. Navedeno zaporedje karnijskih plasti imamo na celotnem ozemlju na ladinskem dolomitu do Savskega Molzišča. Zaradi tektonike je zahodnejše, na območju Žrtnika, odkrit le zgornjekarnijski apnenec.

Noriška stopnja. Ozemlje zahodno od Savskega Molzišča sestavlja svetel delno dolomitiziran apnenec. Tega območja nismo podrobno preiskovali, zato ne moremo podati določnejših zaključkov o njegovem obsegu in položaju. Na Ptičjem vrhu leži na zgornjekarnijskem apnencu, zato ga uvrščamo v noriško stopnjo kot ekvivalent dachsteinskega apnenca. Na Begunjsčici so našli v teh skladih megalodonte ter dokazali njihovo zgor-njetrialno starost (R a m o v š).

Oligocenske plasti

Pod Žrtnikom je razvita predvsem transgresijska breča. Navzgor preide v laporast skrilavec in peščenjak z vložki laporastega apnenca. Posamezne plasti so zelo bogate s cirenami in melanijami, po katerih jih moremo uvrstiti med soteške sklade, ki predstavljajo limnično brakični facies zgornjega oligocena. Pretežni del oligocenskih sedimentov je bil odložen na karbonsko podlago. Delno leže tudi na permskih skladih pri Križovcu, ali pa so v neposrednem stiku s karnijskim apnencem.

Tektonika

Celotno ozemlje s Karavankami in ostalim delom severozahodne Slo-venije prištevamo k Alpidom. Natančnejša razmejitev med Alpami in Dinaridi je problematična, še posebno v severozahodnem delu Slovenije, za katerega so vsi tektoniki soglasni, da predstavlja mejno območje med obema tektonskima sistemoma. Kossmat — Rakovec (1956) omejujeta Dinarsko gorstvo od Alp z idrijskim prelomom in južnim robom Posavskih gub. Sikošek in Petković (1958) pa uporabljata Dienerjevo raz-delitev Ziljskih in Karnijskih Alp s Karavankami na dve vzdolžni polovici, ločeni s tonalitno cono, ki se razlikujeta po različnih faciesih. Tonalitna

cona naj bi bila obenem tudi meja med Dinarskim gorstvom in Alpami. Po tej razlagi tvorijo Karavanke nekakšno mejno cono med obema tektonskima sistemoma.

Za razlago zgradbe zahodnih Karavank so uporabljali Tellerjevo geološko karto iz leta 1910 merila 1 : 75 000. Novejše geološke karte celotnega ozemlja nimamo. Rezultati geološkega kartiranja južnih pobočij Golice in Rožce so dali podatke, ki dopolnjujejo zasnovo geološke in tektonske zgradbe Karavank.

Rakovec deli Karavanke v Severni apneniški, paleozojski, tonalitni in južni apneniški pas. Severni apneniški pas ima luskasto zgradbo z narivi proti severu. Južni apneniški pas — košutin pokrov — tvori na zahodu južno pobočje Karavank, proti vzhodu pa preide na severno pobočje. Ob prelomu med Golico in Stolom s smerjo NW-SE je košutin pokrov premaknjen proti jugu. Na bazi košutinega pokrova je med Kranjsko goro in Koroško Belo odkrit mlajši paleozoik, ki ga imajo za nadaljevanje trbiške antiklinale.

Po Sikošku so bile Karavanke v mlajšem terciaru v celoti premaknjene proti severu, tako da so narinjene na terciar Celovške kotline. Takšni premiki naj bi potisnili vzdolž savske prelomnice Kamniške Alpe proti jugovzhodu in Julijske Alpe proti zahodu.

Obravnavani del Zahodnih Karavank s Savskimi jamami povezujemo z že znanimi podatki, ki smo jih dobili pri kartiranju širšega ozemlja. Če privzamemo za zgornjetriadno zgradbo grebenov zahodnih Karavank izraz košutin pokrov, segamo z obravnavanim ozemljem v del njegovega južnega roba.

Na območju Savskih jam ločimo dve osnovni zgradbi, spodnjo in zgornjo. Spodnjo grade pretežno zgornjekarbonski skladi z različno ohranjenimi permskimi plastmi na njih. K tej zgradbi prištevamo na zahodnem delu konkordantno odložene spodnetriadne sklade.

Zgornjetriadnih plasti, ki grade grebene zahodnih Karavank, ne moremo imeti za nadaljevanje spodnje zgradbe. Tektonsko nalebajo na spodnjo zgradbo ter tvorijo periferne dele košutinega pokrova. Erozijski ostanki transgresijskih oligocenskih skladov so pomembni zato, ker točneje označujejo obseg in intenziteto določenega obdobja alpske orogeneze v zahodnih Karavankah.

Spodnji del zgornjetriadne zgradbe košutinega pokrova tvorijo zgornjeladinski dolomit in na njem skladi karnijske stopnje, vzhodno od Savskega Molzišča pa tudi plasti noriške stopnje. Od Jekelja ob državni meji do Savskega Molzišča je ladinski dolomit v tektonskem kontaktu s plastmi anizične stopnje, pri Savskih jamah pa tudi s permskimi in karbonskimi skladi. Položaj dolomita ob spodnji zgradbi je mestoma nejasen. Na zahodnem delu je stik pretežno strm, brez izrazitejših znakov premikov proti jugu. Na območju Kogla 1439 m preide naleganje ladinškega dolomita v reverzen prelom, ki kaže celo na manjše premike anizičnih in skitskih plasti proti severu. Tellerjev prerez karavanškega predora (1914) kaže vklinjene triadne sklade s severne in južne strani med starejše plasti. Ne da bi natančno obravnavali argumente, po katerih je Teller določil starost teh plasti, sklepamo, da pripadajo zgornjetriadni

zgradbi košutinega pokrova. Položaj paleozojske in spodnjetriadne skladovnice, ugotovljene na zgornjetriadnih plasteh v karavanškem predoru, ter Tellerjeva interpolacija celotnega prereza skozi ta del Karavank kažeta na premike paleozojsko-triadnega kompleksa spodnje zgradbe proti severu. Vzhodneje od karavanškega predora je že tako problematičen stik obeh zgradb do Kogla. Sele vzhodno od Kogla proti Savskim jamam preide zgornja zgradba v izrazit nariv na paleozojsko osnovo. Premiki proti jugozahodu so bili tako intenzivni, da zgornjeladinski dolomit, ki je ob kontaktu s spodnjo zgradbo, tone pod karnijske sklade. Ob Savskem Molzišču je zaradi tega spodnjekarnijski laporast apnenec v tektonskem stiku s karbonskimi skladi. Zgornjetriadna zgradba, ki kaže določeno stabilizacijo proti zahodu, se je kljub povijanju in premikom proti jugu prelomila na območju Savskega Molzišča. Zgornjekarnijski apnenec, ki gradi območje Žrtnika, je zaradi močnega premika proti jugozahodu v neposrednem stiku z oligocenskimi plastmi ali njihovo karbonsko podlago. Vzhodneje od Žrtnika, v meliščih pobočja Korenščice, doseže nariv zgornje zgradbe takšen obseg, da je noriški apnenec v neposrednem stiku s karbonom.

Po dolini Pustega rovtva naj bi potekala prelomnica, ob kateri se je premaknilo celotno vzhodno krilo s Kočno in Stolom proti jugu. Prelom s Savskega Molzišča se nadaljuje po dolini Pustega rovtva. Dalje proti jugovzhodu se prelom izgubi pod nakopičenim pobočnim gruščem. Ne moremo pa trditi, da se ta prelom nadaljuje tudi proti severozahodu mimo Ptičjega vrha, kot bi to ustrezalo konceptiji o premiku vzhodnega krila košutinega pokrova proti jugu ob sorazmerno stabilnem zahodnem krilu z Golico. Na problematičnem ozemlju pod Ptičjim vrhom smo ugotovili konkordanten prehod zgornjekarnijskih skladov v noriške brez kakšnih izrazitejših tektonskih znakov.

Iz tega sklepamo, da premiki južnega obrobja košutinega pokrova proti jugu zahodno od Savskega Molzišča čedalje bolj slabijo. Dokaj stabilno območje pri Jekelju je presekano z močnim prelomom prek Rožce, ki je povzročil neposredni stik zgornjetriadne zgradbe Hruškega vrha s karbonskimi skladi. Dalje proti zahodu nismo geološko kartirali, tako da ne moremo natančneje pojasniti premika zgornje zgradbe ob prelomu čez Rožco. Zgornjetriadna zgradba košutinega pokrova med Hruškim vrhom in Korenščico je v vzhodnem delu vedno bolj premaknjena proti jugu. Premiki košutinega pokrova so vplivali predvsem na strukturo spodnje zgradbe z rudiščem v Savskih jamah.

Paleozojski skladi s plastmi spodnje triade pripadajo delu mlajšega paleozoika med Kranjsko goro in Koroško Belo. Rakovec uvršča to ozemlje v severno obrobje trbiške antiklinale.

Spodnja zgradba z medseboj delno premaknjenimi skladi je v celoti ohranjena med Hrušensko planino in Budnarjem. Stik javorniških plasti z zgornjepermskim dolomitom je tektonski na območju Hrušenske planine. Predstavlja vzhodni odcep preloma preko Rožce, ki sega do preloma vzhodno od Hrušenske planine. Lečasto izklinjanje permskih skladov med Molziščem in Mentom kaže na določeno medsebojno prekrivanje ob prelomih, ki so vzporedni s smerjo skladov. Prelom pri Mentu seka pravo-

kotno to zgradbo, tako da so ob njem delno odkrite tudi javorniške plasti pri koti 1082 m. V anizičnem dolomitu preide prelom proti severovzhodu in bržkone sega do anizičnega apnenca. To domnevo potrjuje cona močno porušenega dolomita z različnimi vpadi na območju, kjer naj bi potekal prelom.

Vzhodno od Menta se začenja območje porušenih paleozojskih skladov. Podoben prelom pri Brdu je povzročil na vmesnem ozemlju tektonski kontakt anizičnega dolomita s permskimi skladi, ki se nadaljujejo tudi proti vzhodu v smeri Savskih jam.

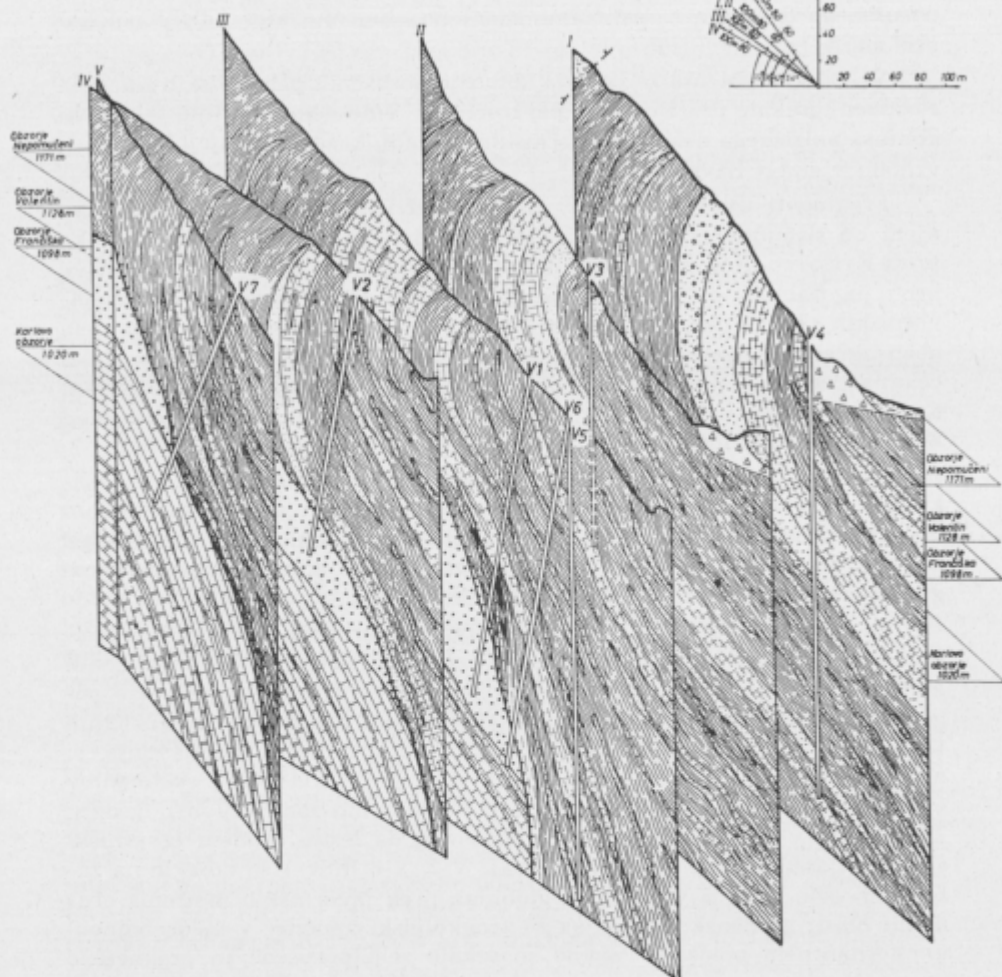
Fragmenti zgornjepermskih in spodnjetriadnih sedimentov so ohranjeni ob sistemu prelomov pri Betelu in dalje po dolini Črnega potoka proti Križovcu. Nanje nalegajo javorniške plasti, ki tvorijo manjše narive proti jugozahodu, prekinjene med seboj z radialnimi prelomi. Narivi javorniških skladov so rezultanta premikov celotnega severovzhodnega dela obeh zgradb. Severovzhodno od Brda v smeri Savskih jam se zaključí celotna permska zgradba navidezno kot izklinjanje ob manjšem prelomu. Erozijska zajeda v zgornjo zgradbo, ki je odkrila javorniške sklade nad Savskimi jamami, očitno potrjuje to razlago.

Javorniške plasti tvorijo na ozemlju pri Brdu slabo izraženo antiklinalo, ki je na območju Savskih jam porušena. Le del plasti z generalnim vpadom proti severu nad Savskimi jamami bi lahko imeli za ostanek njenega neporušenega krila. Tej razlagi nasprotuje dokaj drugačen petrografski razvoj javorniških plasti v Savskih jamah.

Na celotnem ozemlju z odkritimi zgornjekarbonskimi skladi prevladujejo le klastični sedimenti z redkimi izjemami stratigrafsko nepotrjenih apnenih vložkov. Nasprotno so na širšem območju Savskih jam zelo pogostne apnene plasti s tipično zgornjekarbonsko fuzulinsko favno. Kljub temu, da je za javorniške plasti značilno pestro bočno menjavanje, si njihove prisotnosti z razlago bočnega prehajanja klastičnih sedimentov v apnenca na tako majhnem prostoru ne moremo zadovoljivo pojasniti. Z vrtnami v Savskih jamah smo ugotovili, da ležijo orudeni javorniški skladi na srednjepermskih. Vrtine V-1, V-2, V-6 in V-7 so dosegle na zahodnem delu rudišča v različnih globinah prek javorniških mestoma orudenih plasti grōdenski peščenjak in trogkofelski apnenec v medsebojnem konkordantnem položaju. Vrtine so sekale zelo porušene in pregnetene javorniške plasti (glej kulisni blokdiagram).

Srednjepermski skladi niso kazali sledov izrazitejše tektonike, kar kaže, da so karbonski skladi drseli prek permske podlage. Z interpretacijo položaja prekritih srednjepermskih skladov smo ugotovili, da tvorijo podaljšek permske zgradbe, odkrite severozahodno od Brda. Za vzhodni del rudišča nismo dobili z vrtnami podatkov o položaju permske podlage. Vrtino V-4 smo zaključili na višini 875 m v karbonskih plasteh. Domnevamo, da se pod lusko permski skladi povijajo proti severovzhodu in ne segajo prek območja Črnega potoka. Po konkordantnem položaju grōdenskih in trogkofelskih plasti pričakujemo, da ležijo na spodnjepermskem apnencu, ki leži na klastičnih javorniških plasteh.

KULISNI BLOK DIAGRAM RUDIŠČA SAVSKE JAME BLOCK MAP OF THE SAVSKE JAME ORE DEPOSIT



TERCIAR TERTIARY	oligocen Oligocene		bazalna breča, peščenjak Baspl. Breccia, Sandstone
	TRIADA TRIASSIC	ladinska sl. Ladinian sl.	dolomit Dolomite
PERM PERMIAN	srednji Middle		peščenjak Sandstone
	spodnji Lower		apnenec z vložki peščenega skrilavca Limestone with Sandy Shale intercalations
KARBON CARBONIFEROUS	zgornji Upper		apnenec s skrilavimi vložki Limestone with Shale intercalations
			apnenec Limestone
			glinasti skrilavec Clay Shale

KARBON CARBONIFEROUS	z gornji Upper		kremenov peščenjak Quartz Sandstone
			kremenov konglomerat Quartz Conglomerate
			arudenjenje s sideritom Siderite Mineralization
			nariv Overthrust
			vrtna Bore Hole

0 20 40 60 80 100 m

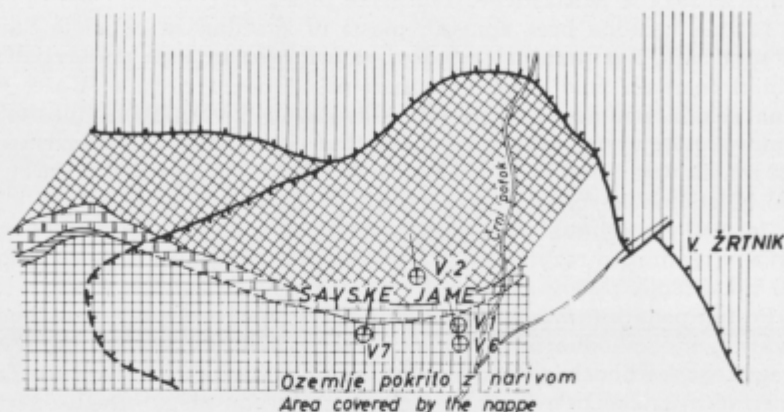
Leta 1954 so izvrtali vrtino pod Savskimi jamami na višini 1170 m do globine 150 m. Po javorniških plasteh v tej vrtini sklepamo, da je v zgornji tretjini potekala v perifernem delu luske in nato prešla v karbonsko podlago. Na globini 23,6 m je vrtina sekala poslednjo apneno plast. Globlje so razvite le klastične javorniške plasti.

Takšna zgradba brez apnenih plasti ni značilna za območje Savskih jam tudi zato, ker manjkajo sledovi siderita, ki smo ga ugotavljali vsaj v obliki manjših žilic v vseh vrtinah na območju rudišča. Kaže, da je vrtina sekala podlago z razvitimi klastičnimi javorniškimi plastmi. To domnevo potrjujejo tudi karbonske plasti v novem Karlovem rovu (1020 m). Rov je potekal na dolžini prek 450 m v smeri vrtine in rudišča le po klastičnih karbonskih sedimentih, ki generalno vpadajo proti jugu. Ker je rov v mestoma porušeni javorniških plasteh, ki tvorijo osnovo nariva, v njem niso razvite apnene plasti. Prav tako niso na celotni dolžini našli nikakršnih sledov siderita.

Po teh podatkih moremo pričakovati čelo nariva orudenih karbonskih skladov nekje zahodno in južno od Savskih jam pod perifernimi območji še razvitega karbonskega apnenca na višini plastnice okrog 780 m. Zaradi preperine in enake petrografske sestave na terenu nismo mogli opazovati in omejiti obsega nariva. Vzhodno od Črnega potoka je meja nariva še bolj problematična, ker za to območje nimamo nikakršnih podatkov o zgradbi in položaju javorniških plasti. Po porušeni conah v Karlovem rovu sklepamo, da je nariv povzročil tudi delne premike karbonske podlage proti jugozahodu, tako da nalegajo javorniške plasti na permske v dolini Črnega potoka (1. in 2. skica).

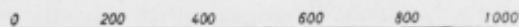
Tudi obseg rudnih pojavov, koncentriranih le na območju Savskih jam, kaže na drugoten položaj orudenih javorniških plasti. Položaj rudnih teles, vrisan na karti rudarskih del iz prejšnjega stoletja, se ujema z ugotovljenim obsegom nariva. Orudene javorniške plasti so se narinile na območje Savskih jam od severovzhoda na spodnjo zgradbo. Premiki so močno porušili narinjene plasti in z njimi tudi sideritna rudna telesa. Kljub razmeroma gosti mreži vrtin smo mogli le delno ugotoviti zgradbo rudišča. Delne podatke o starosti nariva bi lahko povzeli iz položaja in zgradbe oligocenskih skladov. Bazalne oligocenske plasti so odložene na karbon, od katerega se ponekod petrografske skoraj nič ne razlikujejo. Podobnost bazalnih oligocenskih plasti s karbonskimi je zavedla rudarje, da so z rudarskimi deli iskali v njih nadaljevanje sideritnega orudenja na območju Križovca in doline Lepene. V oligocenskih skladih, za katere je Teller smatral, da so karbonski, so našli posamezne kose siderita. Berce (1955) je našel v oligocenu takšen horizont, bogat s sideritom, za katerega meni, da je v njem siderit le presedimentiran iz primarnih karbonskih kamenin. Pri rudarskih raziskavah v Lepeni (1955) so ugotovili narive triadnih in karbonskih plasti na oligocenske. Tudi na območju vrtine V-4 v Savskih jamah so oligocenske transgresijske breče uvaljane v karbonske sklade. V času oligocenske transgresije so bila že odkrita sideritna rudna telesa. Takrat je bila že delno oblikovana orudena luska. Premiki košutinega pokrova proti jugu so postoligocenske starosti, ker so preoblikovali odložene oligocenske plasti. V oligocenskih bazalnih

GEOLOŠKA SKICA PALEOZOJSKE PODLAGE RUDIŠČA SAVSKE JAME
GEOLOGIC SKETCH MAP OF THE PALEOZOIC BASEMENT
OF THE SAVSKE JAME ORE DEPOSIT



LEGENDA —

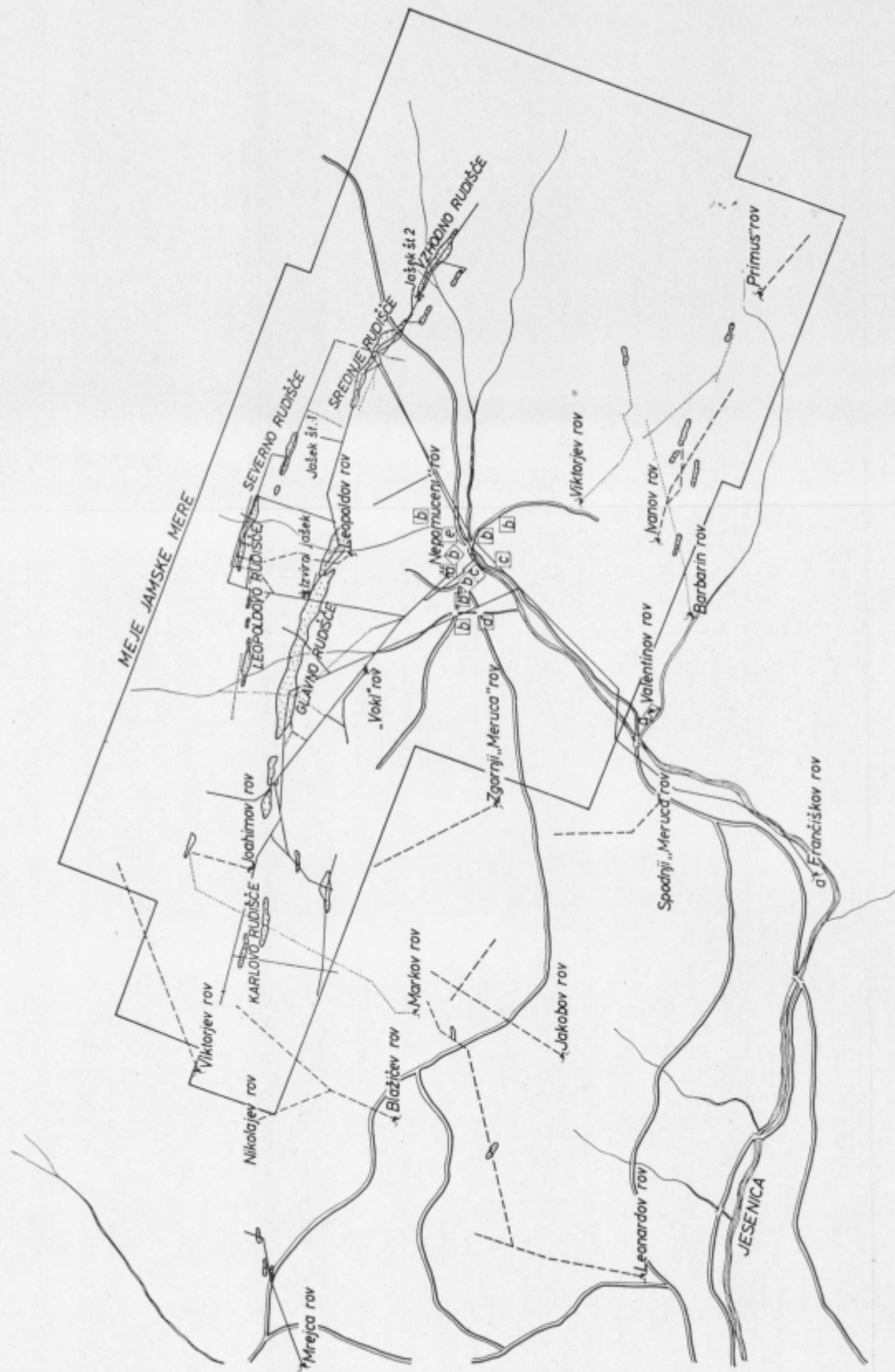
-  kašutin pokrov — Kašuta Nappe
-  grödenski peščenjak — Gröden Sandstone
-  troglkofelski apnenec — Troglkofel Limestone
-  sp. permski apnenec — Lower Permian Limestone
-  javorniški skladi — Auernigg Strata
-  čelo nariva — Overthrust Front
-  domnevno čelo nariva — Supposed Overthrust Front
-  V₁ ⊕ Vrtina — Bore Hole



1. skica

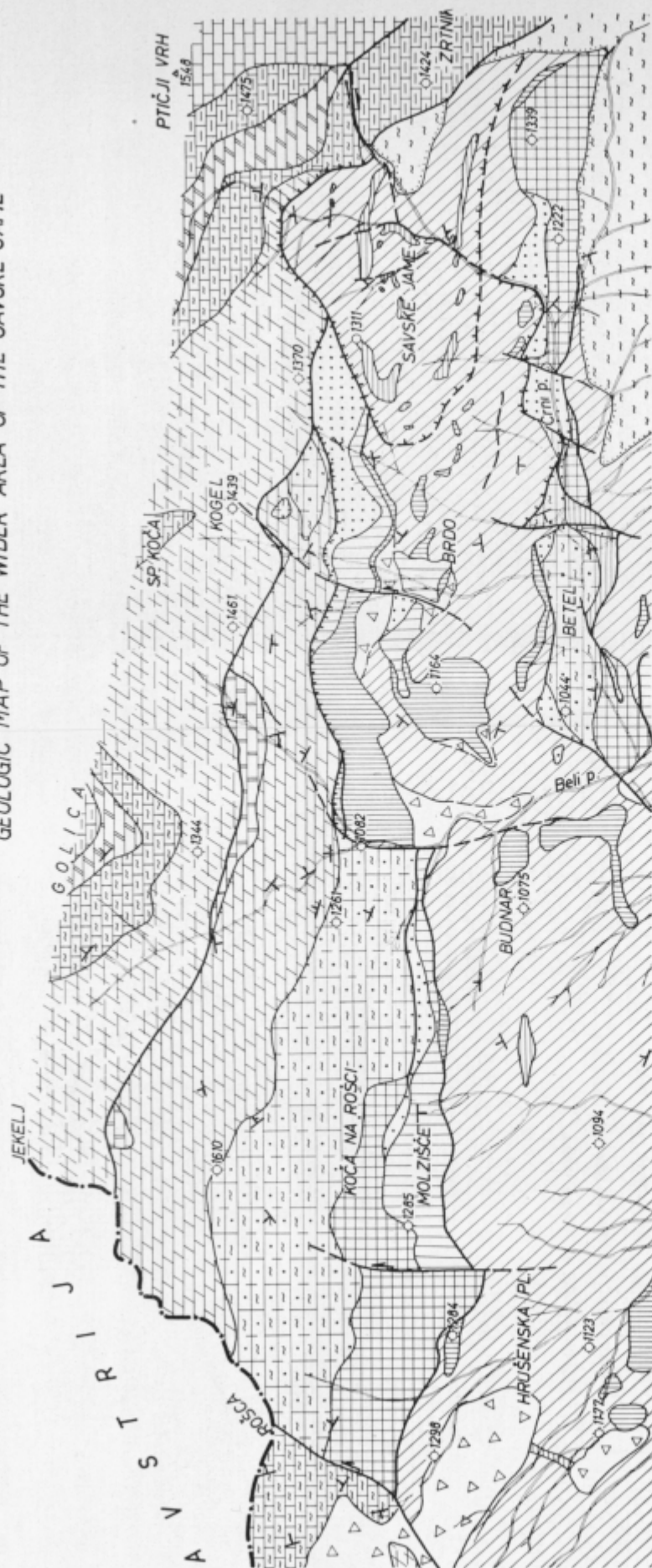
plasteh je razmeroma majhen odstotek karbonata, kar kaže na takratno večjo oddaljenost triadnih skladov, ki jih grade pretežno apnenci in dolomiti. Sedanji neposredni stik oligocenskih skladov s triadnimi ter določeni znaki narivov nanje potrjujejo intenzivno tektoniko v mlajšem terciaru, ki je povzročila tudi še delne premike spodnje zgradbe. Za natančnejšo časovno opredelitev nariva rudišča v Savskih jamah ne razpolagamo z določnejšimi podatki, ker predstavlja le-ta rezultanto več časovno različnih tektonskih manifestacij v mlajšem terciaru.

SAVSKE JAME S STARIMI RUDARSKIMI DELI MAP OF OLD WORKINGS AT SAVSKE JAME ORE DEPOSIT



PO KOPIJU ORIGINALNE KARTE (19 stol.)
IZ TEHNIČNEGA MUZEJA ŽELEZARNE JESENICE
ACCORDING TO THE ORIGINAL MAP (19th CENTURY)
FROM THE MUSEUM OF TECHNOLOGY OF THE JESENICE STEEL
MILLS

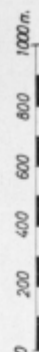
GEOLOŠKA KARTA ŠIRŠEGA OBMOČJA SAVSKIH JAM GEOLOGIC MAP OF THE WIDER AREA OF THE SAVSKE JAME



kvartar Quaternary	melišča Scree
oligocen Oligocene	laparasti skrilavec in peščenjak Marly Shale and Sandstone
norika st. Norian st.	dolomitiziran apnenec Dolomitized Limestone
	apnenec z roženci Limestone with Chert
karnijska st. Carnian st.	dolomit Dolomite
ladinska st. Ladinian st.	apnenec in laparasti skrilavec Limestone and Marly Shale
	dolomit Dolomite
	prelom Fault
	domeven prelom Supposed Fault

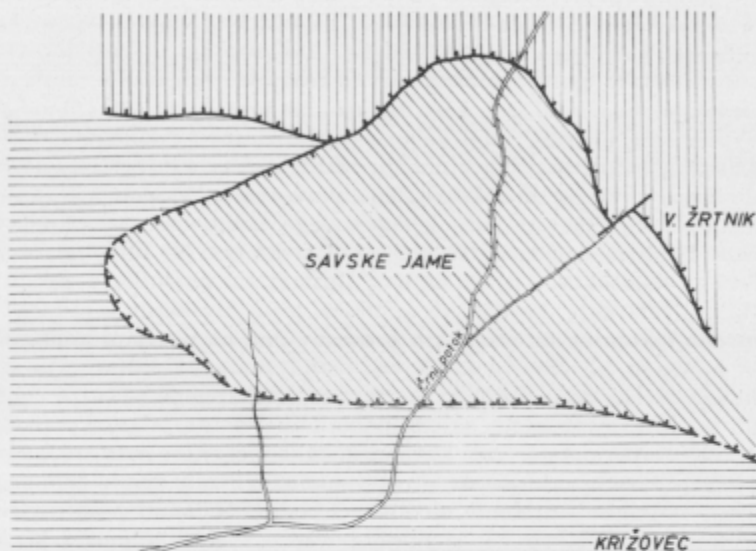
anizična st. Anisian st.	apnenec Limestone
skitska st. Scythian st.	dolomit Dolomite
zgornji Upper	laparasti apnenec, oolitni Marly Limestone, Oolitic
srednji Middle	dolomit Dolomite
spodnji Lower	grädenski peščenjak Gröden Sandstone
zgornji Upper	trokofelski apnenec Troglkofelski Limestone
	apnenec, apnena breča Limestone, Calcareous Breccia
	apnenec Limestone
	glinasti skrilavec, peščenjak, kremenov konglomerat Clay Shale, Sandstone, Quartz Conglomerate

čelo nariva
Overthrust Front
predpostavljena čelo nariva
Supposed Overthrust Front
premeki krila ob prelomih
Relative Movement along the Fault
vpod plastí
Strike and Dip of Strata



SKICA ZGRADB RUDIŠČA SAVSKE JAME

SKETCH SHOWING THE STRUCTURE OF THE SAVSKE JAME ORE DEPOSIT



-  košutin pokrov — Košuta Nappe
-  paleozojska podlaga — Paleozoic Basement
-  narinjeno rudišče — Overthrust Ore Deposit
-  čelo nariva — Overthrust Front
-  domnevno čelo nariva — Supposed Overthrust Front



2. skica

Geološka zgradba rudišča

Po manuskriptni skici iz 19. stoletja merila 1:3200, na kateri so včrtana takrat znana območja z rudnimi telesi in iz Luschinovega poročila (1886) povzemamo, da so siderit odkopavali ob apnenih plasteh. V manjšem obsegu so rudni pojavi vezani tudi na karbonske klastične sedimente. Od ostalih mineralov omenja paragenese galenita in sfalerita kot impregnacije ali pasovite koncentracije v sideritu. Najbogatejša rudna telesa se nahajajo v »glavnem ležišču«, katerega vzhodni podaljšek tvori »ležišče Mailen«. V »srednjem, vzhodnem in severnem ležišču« se na-

hajajo manjša rudna telesa v obliki žil ali leč. Rudna telesa se raztezajo vzporedno s karbonskimi skladi. Izklinjajo se lečasto pod ostrim kotom ali pa postopno preidejo v apnenec. Po takratnih cenitvah je območje z rudnimi pojavi dolgo v smeri vzhod-zahod okrog 1200 m in široko približno 450 m. Rudne pojave so sledili do globine 250 m, kar ustreza obzorju Karlovega rova (1020 m). Do obzorja Frančiška (1098 m) so takrat že odkopali rudna telesa. Po teh podatkih in številnih površinskih sledovih rudarskih del smo določili za preiskavo ožje območje rudišča. Vrtine smo locirali tako, da bi z njimi dosegli rudna telesa pod obzorji Karel in Frančiška. Na območju rudišča prevladujejo glinasti in peščeni skrilavci z vložki drobnozrnatega peščenjaka, ki ponekod preide v kremenov konglomerat. Leče kremenovega konglomerata so nepravilno porazdeljene med ostalimi klastičnimi sedimenti in ne predstavljajo določenega horizonta v njih. Najbolj ilustrativne podatke o zgradbi javorniških plasti daje karbonski apnenec med klastičnimi sedimenti. Zaradi močne tektonike in erozijskih procesov ima na površini nepravilne oblike. V apnencu ali ob njem so bili veliki izdanki siderita na centralnem in zahodnem delu rudišča. Če primerjamo apnene plasti z rudnimi telesi po manuskriptni karti, so vsa pomembna rudna telesa vezana na apnene plasti. Najizrazitejši pas karbonskega apnenca se razteza na višini med 1230 in 1240 m od zahoda proti vzhodu. Na zahodnem delu tega pasu so med številnimi prelomi sledovi odkopov tudi po več metrov debelih rudnih teles, ki se ne ujemajo povsem s smerjo neizrazito plastovitih apnenih plasti. Rudna telesa so se dokaj ostro ločila od prikamenine, ker razen limonitnih prevlek oksidiranih ostankov siderita ne najdemo na območju odkopov nikakršnih sledov orudenenj. Območje z izrazitimi že odkopanimi rudnimi telesi prištevamo delu »glavnega ležišča«. V podaljšku proti vzhodu se pas apnenca tanjša in se prekine ob prelomu pod Markelj-novo planino. Na tem delu apnenih plasti so odkopavali rudna telesa v »srednjem« in »vzhodnem ležišču«.

Severno od teh apnenih plasti so ohranjene manjše nepravilne apnene leče med karbonskimi klastičnimi sedimenti, ob katerih se je raztezalo rudno telo »severnega ležišča«.

Dokaj nejasen položaj imajo nepravilno oblikovani ostanki apnenca zahodno od vhoda v obzorje. Premiki so na tem območju razsekali in razmaknili apnene plasti, ki jih več ne moremo povezati v prvotno celoto.

Na jugovzhodnem delu rudišča so razviti periferni erozijski ostanki bazalnih oligocenskih plasti. Na območju vrtine V-4 je vklinjena oligocenska apnena breča z roženci med javorniške sklade. Vzhodneje tvorita bazalne oligocenske plasti kremenov konglomerat in peščenjak. Na Markelj-novi planini in dalje proti severu so narinjeni na javorniške plasti kar-nijski in zgornjeladinski skladi zgornje zgradbe. Stratigrafskega položaja javorniških skladov s slabo ohranjenimi fosilnimi ostanki s površine rudišča nismo mogli z gotovostjo določiti. Z vrtinami smo večkrat sekali javorniški apnenec z značilno mikrofavo: *Rugosofusulina alpina* (Schell-wien), *Triticites* sp., *Schubertella* sp., *Ozavainella* sp. (Kochansky-Devidé) in s prerezi slabo ohranjenih gastropodov, brahiopodov, ostankov krinoidov in bodic ježkov. Posebno fusulinska favna dokazuje nedvomno zgor-

njekarbonsko starost (uralien) orudenih skladov v Savskih jamah. Kljub temu ni dovolj jasna prisotnost tako številnih apnenih plasti med klastičnimi sedimenti. Kaže, da so apnene plasti v javorniških skladih na območju Savskih jam zaradi tektonike na drugotnem položaju.

Podatki površinskega kartiranja in rezultati vrtanja so nam dali kljub močni tektoniki vpogled v zgradbo rudišča v Savskih jamah. Generalni vpad plasti proti severu, izrazitejši predvsem na severnem ozemlju rudišča, je nastal zaradi premikov zgornje zgradbe proti jugu. Z vrtnami smo ugotovili povijanje celotne karbonske zgradbe v globini proti jugu. Na severnem delu rudišča so javorniške plasti v inverznem položaju, ki v globini preide v konkordantno zaporedje vključbo močni tektoniki. Zgradba rudišča kaže na enostavnejšo rešitev z razlago nariva orudenih javorniških plasti proti severu, tako da so prekrile permsko podlago in se ustavile ob barieri košutinega pokrova. Takšna tektonska razlaga bi bila povsem sprejemljiva, vendar je ne moremo vključiti v tektonsko shemo tega dela Karavank.

Nevzdržna bi bila hipoteza o delnem premiku javorniških skladov, ki se po svoji petrografski sestavi ločijo od drugih odkritih zgornjekarbonskih plasti. Tudi koncentracija siderita le na območju narinjenih javorniških plasti v Savskih jamah ni v prid tej razlagi, ker nismo na celotnem kompleksu okoli 14 km² odkritih javorniških plasti južno od rudišča nikjer našli sideritnih pojavov na primarnem kraju, ki naj bi bili del prvotnega orudenjenja. Najverjetnejša je razlaga sedanje zgradbe rudišča s premiki orudenjenih javorniških plasti od severovzhoda in severa na območje Savskih jam. Sledove teh tektonskih manifestacij so skoraj povsem zbrisali premiki zgornje zgradbe košutinega pokrova in oligocenska transgresija. Čeprav imamo potrjeno z raziskavami le zgradbo zahodnega dela rudišča, moremo sklepati, da je rudišče razvito podobno tudi vzhodno od Savskih jam pod triadnimi kameninami Žrtnika in oligocenskimi erozijskimi preostanki. O orudenjenju tega območja nimamo nobenih podatkov.

Razlaga orudenjenja

Primarnih rudnih pojavov na površini nismo našli razen močno limonitiziranih tankih prevlek preostalega siderita na prikameninah. Na območju starih rudarskih del z odvali ter ob nekdanjih kolovozih, po katerih so vozili rudo, so pogostnejši kosi močno oksidirane temno rjavega siderita. Iz vrtin pridobljeni siderit je bil z rumenkastim nadihom. V večjih rudnih telesih je siderit tudi sivkasto rumen, mestoma tudi siv.

Mikroskopsko preiskani vzorci so bili zaradi poznejše oksidacije rumenkasto rjavi.

Rudna telesa, ki smo jih prevrtali, imajo naslednjo mineralno sestavo:

siderit — FeCO_3	galenit — PbS
kalcit — CaCO_3	sfalerit — ZnS
ankerit — $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})_2(\text{CO}_3)_2$	pirit — FeS
	kremen — SiO_2

V oksidiranih kosih rude s površine sta razvita:

limonit — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

smitsonit — ZnCO_3

Orientacijska kemična sestava rudnega telesa iz »glavnega ležišča« je naslednja:

SiO_2	1,16 ‰	P	0,009 ‰
TiO_2 pod	0,02 ‰	As	0,024 ‰
FeCO_3	63,6 ‰	S	0,61 ‰
MnO	4,5 ‰	Pb	0,33 ‰
CaCO_3	18,4 ‰	Zn	0,15 ‰
MgCO_3	6,5 ‰	vlaga	0,08 ‰

Sideritna žila z območja »vzhodnega ležišča« je vsebovala 66,8 ‰ FeCO_3 . Ko so prenehali rudariti (1892), kmalu niso več bila dostopna rudarska dela. Poznejša strokovna proučevanja rudišča so bila nepopolna, ker niso mogli nikjer opazovati primarnih orudenenj, zato so rudišče obravnavali le načelno.

Po Cissarzovi (1956) regionalni razdelitvi rudišč pripadajo Savske jame v tektonsko območje Alp. Sem prišteva tektonski enoti Posavskih gub in predel Karavank z rudišči v mlajšepaleozojskih sedimentih. Za primerjavo rudišča Savske jame s podobnimi jugoslovanskimi rudišči podajamo pomembnejše skrajšane teoretske zaključke o njihovem nastanku. Cissarz povezuje dobro preiskana sideritna rudišča Bosne, vezana na mlajše paleozojske sedimente, v enoten cikel orudenenja. Poreklo teh rudišč veže na globoke plutone mlajšepaleozojske starosti. Po načinu pojavljanja in rudnih paragenezah jim oporeka odvisnost od subvulkanske dejavnosti. Poleg vrste rudišč, ki jih primerja po podobnih paragenezah s siegerlandskimi, uvršča v to grupo tudi pojave siderita pri Samoboru in Gornji Stubici. Kot tipično alpsko sideritno rudišče omenja Savske jame, ki naj bi prispevalo k poznavanju orudenenj v mlajše paleozojskih sedimentih Karavank, ni pa nakazal podrobnejše razlage o njegovem nastanku.

Nastajanje sideritnih rudišč v paleozojskih kameninah tolmači Katzer (1925) s klasično hidrotermalno teorijo. Terme, nasičene z železovim bikarbonatom, so odlagale siderit v tektonsko porušena območja mlajšepaleozojskih sedimentov. V karbonatnih kameninah so obenem z metasomatozo odlagale siderit, delno tudi ankerit. Ponavadi takšne rudne žile spremljata podrejena sulfidna parageniza in kremen.

Nöth (1952) smatra, da se je najprej izločil siderit iz ascendentne raztopine in nato v istem genetskem ciklu sulfidi, predvsem galenit in sfalerit. Delno sideritizacijo klastičnih sedimentov ima za rezultat velike aktivnosti raztopin. Ljubijskemu rudišču pripisuje mlajše paleozojsko starost in sinorogen nastanek, kar dokazuje z nenadnimi nepravilnimi odebelitvami rudnih teles, ki jih je pozneje razkosala mlajša tektonika.

Hidrotermalni-metasomatski procesi, vezani na mlajšepaleozojske karbonatne kamenine, predstavljajo le manjši del orudenjenja. Ljubijsko rudišče ima Jurković (1960) za rezultat morske sedimentacije v času hitrih facialnih sprememb v zgornjem karbonu. Železovi ioni, ki so oblikovali rudišče, so lahko detritarnega porekla (finomeljasti in prašnati delci, transportirani s celine). Sproščen CO_2 , ki je nastal pri oksidaciji organske komponente, je vezal železo iz melja v bikarbonat, ki se je nato usedal kot siderit. Po drugi hipotezi je imel železov ion primarno poreklo, vezano na plutonizem. Čeprav tega doslej niso odkrili na širšem območju Ljubije, je lahko orudenjenje posledica doslej neugotovljenega okultnega plutonizma. V prid tej hipotezi tolmači Jurković prehod siderita v smeri Prijedora v barit z variabilno količino siderita. Singenetske sideritne usedline so bile kriptokristalaste ali amorfne. Poznejši epigenetski procesi so jih prekrystalizirali v sedanje strukturne oblike.

Rezultati rudnih preiskav

Po skici iz 19. stoletja so prikazana rudna telesa v obliki različno debelih podolgovatih leč, ki se raztezajo v smeri vzhod — zahod. »Glavno ležišče« predstavja centralno rudonosno območje, od katerega se periferno raztezajo med seboj prekinjena, čedalje manjša »ležišča«. Najsevernejše rudne pojave obsega »severno ležišče«. Rudni pojavi na jugu Savskih jam sestoje iz manjših lečastih rudnih teles, ki tudi v času odkopavanja niso ekonomsko dosti pomenila (2. karta).

Verjetno so takrat v včrtano rudno »ležišče« skušali vnesti in omejiti območja z ekonomsko pomembnimi orudenjenji. Po položaju vrisanih »ležišč« moremo ločiti tri orudene pasove, od katerih je srednji obsegal najbogatejša rudna telesa. Odkopana rudna telesa na površini so imela smeri, ki odstopajo od označenih »ležišč« na manuskriptni karti. Nekatere manjše sideritne žile so potekale celo pravokotno na generalno smer »ležišč«, ki je obenem tudi smer plasti javorniških skladov.

O mikroskopskih preiskavah sideritne rude iz prejšnjih let imamo le podatke Berceta (1954), ki je pregledal raztresene kose siderita neznanega primarnega položaja, nabrane na površini. V teh kosih se siderit javlja v zrnih, ki so le redkeje limonitizirana. Zdrobljen kristaliziran siderit je naknadno vezan z amorfnim. Kalcitne žile se jasno ločijo od drugih karbonatov. Značilni sta paragenezi siderit-galenit in siderit-sfalerit. Galenit nahajamo v nepravilnih oblikah, obdanih s karbonatnimi minerali. Po razpokah so izraziti prehodi v cerusit in anglezit, ki sta nastala zaradi sekundarnih oksidacijskih procesov, potem ko je bila ruda že odkopana. Sfalerit je debelo zrnat in se pasovi menjavajo s sideritom. Stik je največkrat posreden prek Zn-karbonata. V preiskanih kosih ni našel pirita.

Rezultati mikroskopskih rudno-petrografskih preiskav so naslednji: V vseh preiskanih vzorcih iz vrtin je siderit gost, alotriomorfen, srednje-zrnat, redko debelo zrnat, predvsem v rudnih telesih. Žile so pogosto zdrobljene in imajo zato nepravilne oblike. Drobno zrnat siderit naha-

jamo ob nepravilnih razpokah. Sferolitska struktura je značilna za dele obsežnejših rudnih teles.

Zrna so velikosti med 0,08 in 0,2 mm. Ankerit se težko loči od prevladujočega siderita v preparatih, kjer se pojavljata v zrnih istega velikostnega reda. Kjer je razvit drobno zrnat, smo ga lažje determinirali, prav tako tam, kjer opazujemo večje posamezne idiomorfne kristale ankerita v sideritu.

Od sulfidnih paragenez nahajamo galenit, sfalerit in pirit. Zrna galenita, velikosti 0,08 do 7 mm, nepravilne oblike, so ob robovih mestoma zdrobljena. Galenit nahajamo ob razpokah ali pa je nepravilno razporejen v drobcih prikamenine v sideritni osnovi.

Galenit obkroža mestoma redke piritne konkrecije. Ponekod so v galenitu drobna idiomorfna zrna kalcita. Sfalerit je razvit v manjših količinah. Zrna so nepravilno porazdeljena po sideritu, deloma tudi po razpokah v prikamenini in dosežejo velikost 0,08 do 3 mm. Izrazito sfaleritno paragenezo smo našli v kosih rude iz depoja centralne halde. Srednje in grobo zrnat sfalerit ima v preparatih koncentracije 3 do 20 %. V takšnih vzorcih galenita ni ali pa je le v sledovih. Ob sfaleritu je zelo značilen smitsonit v obliki tankih žilic. Oksidacija sfalerita se je pričela po razkolnih ploskvah ali po razpokah. Domnevamo, da je smitsonit bržkone produkt več desetletne oksidacije že odkopane rude. Na zunanjih robovih kosov rude iz halde in deloma po razpokah je siderit spremenjen v limonit.

Pirit je drobno zrnat, združen tudi v konkrecijah. V obliki kristalov je redek. Zrna pirita dosežejo velikost do 0,1 mm. Markazit nahajamo le v nekaterih vzorcih iz halde v obliki nepravilno raztresenih zrn.

Kremen redko nahajamo v preiskanih vzorcih. Je drobno in srednje zrnat ob razpokah v sideritu ali v metasomatsko spremenjeni prikamenini. Kalcit tvori zelo pogostno, toda količinsko spreminjajočo se paragenezo. Razvit je v debelih in zelo debelih zrnih, razporejenih v žilicah različnih velikosti in oblik, ki sekajo orudenenja s sideritom in karbonatno prikamenino. Pretežni del teh kalcitnih tvorb je postrudnega nastanka.

Mikroskopske preiskave železove rude so pokazale, da je siderit v različnih delih rudišča enako razvit z enostavno sulfidno paragenezo. Orudenenje je predvsem vezano na apnenice, ki jih metasomatsko nadomešča siderit. Z vrtnjem ugotovljeni sideritni pojavi v klastičnih kameninah predstavljajo mineralizacije, ki redko dosežejo večji obseg. V sideritu, ki je nadomestil karbonatno prikamenino, so opazni ostanki drobno dispergiranih glinastih komponent.

Po nekaterih detaljih v zbranem gradivu bi lahko sodili, da je orudenenje v Savskih jamah singenetskega nastanka. Premajhna stopnja raziskanosti celotnega rudišča, nezadosten vpogled v obseg in način orudenenja z razporeditvijo rudnih komponent, strukturnih in teksturnih karakteristik, ne omogočajo enosmiselnih sklepov.

Za potrditev singenetskega nastanka siderita v Savskih jamah moramo ovreči hipotezo, da bi bilo železo detritarnega izvora. Nelogična bi bila koncentracija siderita prav na območju javorniških skladov, ki obilujejo z apnenimi plastmi, ne da bi opazovali kakršno koli kombinacijo

klastičnih kamenin s sideritom. Erozijski procesi v zgornjem karbonu z akumulacijo najfinejših komponent niso separirali železovih pelitov le na določene rajone malih obsežnosti, v katerih bi lahko prišlo do koncentracij siderita, kot to kažejo orudenjenja v Savskih jamah. Druga alternativa, po kateri bi se v procesu formiranja javorniških plasti dovajale ascendentne raztopine, je vezana na najbolj izjemne in optimalne slučajnosti. Neki plutonizem, o katerem nimamo nikakršnih podatkov, bi moral periodično dovajati raztopine, ker opazujemo tri različno obsežne orudene horizonte.

S pulzacijskim občasnim dovajanjem raztopin bi lahko zadovoljivo teoretično pojasnili singenetski nastanek rudišča. Sedanji diskordanten položaj rudnih teles kaže, da so ta vezana na neko primarno tektoniko, ki je bila formirana že v razvitih javorniških skladih.

Hidrotermalni pojavi, vezani na neki postkarbonski, bržčas mlajše paleozojski plutonizem, bi lahko povzročili epigentska sideritna orudenjenja lečasto-žilnega tipa, ki ga spremlja enostavna sulfidna parageneza. Za razliko od bosanskih sideritnih rudišč je pretežni del rudnih teles v Savskih jamah hidrotermalno metasomatskega nastanka, vezan na apnene in apneno-laporaste plasti. Tudi po paragenazah siderit-galenit in siderit-sfalerit, ki jih nismo nikjer opazovali skupaj v enakih količinskih odnosih, sklepamo na diferenciacijo, ki je bržkone posledica asinhronega delovanja rudnih raztopin na meji mezo- in epitermalnega stadija na večjih neugotovljenih razdaljah od plutonizma. Za razlago postsideritnih hidrotermalnih procesov, ki bi deponirali sulfide v že formirana rudna telesa, nimamo nikakršnih podatkov. Sulfidne parageneze manjkajo v tankih nepravilnih sporadičnih sideritnih žilicah v javorniških plasteh izven območja z rudnimi telesi ali v njihovih perifernih območjih. Tod nastopa siderit le v združbi s kalcitom. Domnevamo, da so takšne mineralizacije sekundarne tvorbe kot posledica statičnih orogenetskih pritiskov, ki so povzročili migracijo siderita iz že oblikovanih rudnih teles. Zaradi tega se je del siderita izločal po razpokah v petrografsko različnih javorniških plasteh. Takšni psevdohidrotermalni procesi so verjetno nastajali v starejšem obdobju alpske orogeneze, ker je bilo v oligocenu rudišče v Savskih jamah že odkrito. Pretežni del kalcitne parageneze v obliki žilic, lečastih odebelitev in lečk različnih velikosti in oblik, ki sekajo rudna telesa in karbonatno prikamenino, so posledica diagenetskih sprememb v alpski orogenezi (alpske žilice). Tektonski procesi so povzročili porušitve in medsebojne premike delov rudnih teles in prikamenine, niso pa več vplivali na notranjo strukturo rudnih teles. Kalcitne žilice so nastale z zapolnitvijo številnih razpok zaradi pojavov, ki so mobilizirali le kalcijev karbonat.

Hipotezo o nastanku sideritnega rudišča v Savskih jamah bi lahko razširili z Oelsner-Krügerjevo (1957) dopolnjeno hidrotermalno teorijo o delovanju hidroterm, ki so nastale pri regionalni arheometamorfozi varistične orogenetske faze. Po tej teoriji bi hidroterme nastajale v paleozojskih kameninah, iz katerih bi z raztapljanjem koncentrirale rudne komponente, ki bi jih nato deponirale v isti sredini zaradi porušitve

prvotnih pogojev. Alpska orogeneza je torej povzročila na območju Savskih jam le kalcitne mineralizacije manjšega obsega.

Nekatera alpska rudišča manjšega obsega, med nje bi lahko prišteli tudi Savske jame, so takšnega nastanka.

Kot druge domneve o genezi rudišča v Savskih jamah je tudi ta premalo podkrepljena z raziskavami, da bi jo lahko povsem privzeli.

THE GEOLOGIC FEATURES OF THE SAVSKE JAME IRON ORE DEPOSIT

The iron ore deposit of Savske jame below the Golica Mount in Karavanke was the base of iron industry of Upper Carniola in the start of new age. The first data on mining in this area date back in year 1381. The work has been stopped more times and later restarted again in 16th and 17th centuries. The mining in Savske jame area expanded strongly in 18th century. It started declining during 19th century until the mining of iron ore completely stopped in 1892.

Only uncomplete written data are preserved on the long era of mining of Savske jame dated 1886, according to which we can get the size of ore bodies developed by mining workings. Unfortunately no mining workings are accessible, therefore no detailed studies on extent of mineralization could be done. At the same time there are no accurate data on the quantity of the ore extracted during the work of the mine.

The ore bodies have been prospected in a zone of clastic sediments 1200 m long and 450 m wide. They are intercalated by limestone lenses of varying thickness, and can be put into the Javornik (Auernigg) beds of Uralian- Upper Carboniferous.

During last years the southern slope of the Savske jame area was mapped with the view to clear up the geologic structure, the extent of siderite mineralization, at the same time to find out the possibilities of mineralization in Carboniferous sediments outside of the Savske jame area.

The area examined belongs to the western part of Karavanke, which forms the boundary between the Alps and Dinarides. Two structures are formed in the area. The lower structure — the extension of the Tarvisio anticlinal — is formed by Upper Carboniferous, Permian, and Lower Triassic. The upper structure called Košuta cover forms tectonic contact with the lower structure. The sediments of it belong to Middle and Upper Triassic. The extent of movements of lower structure towards north is the strongest between Rošca and Golica Mounts. They are less characteristic further on towards east, where in the area of Savske jame the upper structure forms an overthrust towards south on the top of the lower one.

Examining the closer area of the Savske jame iron ore deposit by means of vertical and inclined bore holes a strongly shattered structure was found. It is formed by the Javornik beds including smaller siderite

ore bodies and narrower siderite veinlets in limestone and in a lower extent in clastic Javornik beds.

We directed the bore holes so as to intersect the area in which we supposed the extension of ore bodies below the Karel horizon (1020 m) down to which the ore deposit is most probably exhausted. On the surface the beds are dipping generally north, deeper down they curve south. According the data given by the bore holes in the western part of the area, the Javornik beds form an imbricated structure lying directly on the Middle Permian beds (of Trogkofel and Gröden). South of them the same structure covers also the Upper Carboniferous clastic sediments forming the extensive area of the southern slope of Western Karavanke. The Paleozoic structure including the ore bodies is overthrust by Middle and Upper Triassic sediments of the Košuta cover.

In the eastern part of the ore deposit the surface is covered by remnants of the basal transgressive sediments belonging to Oligocene (the Socka beds).

The ore is composed of siderite, ankerite, calcite, and quartz, galena, sphalerite, and pyrite are the minor minerals. It contains 63,6 % FeCO_3 . The Savske jame iron ore deposit was formed in the mesothermal and epithermal stadiums of the hydrothermal-metasomatic activity. It should be connected with a plutonic phase of Upper Paleozoic most probably, which has not been identified yet. Some siderite grains should be formed in secondary hydrothermal processes caused by the static orogenic pressure. The ore deposit could be formed also by the action of hydrotherms in the regional archeometamorphosis in the varistic orogenic phase.

Savske jame iron ore deposit is one of the economically minor important alpine ore deposits in Paleozoic strata. By the mining through more centuries it has been almost completely exhausted so it has no mineable reserves more at present time.

LITERATURA

Berce, B., 1953, Poročilo o kartiranju področja Savskih jam pri Sv. Križu nad Jesenicami. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Berce, B., 1953, Poročilo o rudarskih raziskovalnih delih v Savskih jamah nad Jesenicami. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Berce, B., 1954, Poročilo o geologiji rudarskih raziskav v Karlovem rovu in Lepeni. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Berce, B., 1955, Geološko poročilo o rezultatih raziskav železne rude v Lepeni nad Jesenicami. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Cissarz, A., 1956, Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslawien, Rasprave Zavoda za geol. i geof. istraživanja Srbije, sv. VI, Beograd.

Kochansky-Devidé, V., 1962, Nova istraživanja gornjepaleozojskih mikrofosila Jugoslavije, Referati V. savetovanja, Beograd.

Luschin, 1886, Exposé über den Spatheseisenstein — Bergbau am Reichenberg nächst Assling in Krain, Eigentum der Krainischen-Industrie Gesellschaft in Laibach, Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Iskra, M., 1961, Poročilo o raziskavah v Savskih jamah. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Iskra, M., 1962, Poročilo o raziskavah na objektu Savske jame v letu 1961. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.

Jurković, I., 1961, Minerali železnih rudnih ležišta Ljubije kod Prijedora, Geološki vjesnik, sv. 14, Zagreb.

Rakovec, I., 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije, I. Jugoslovanski geološki kongres, Ljubljana.

Ramovš, A., 1962, Nekateri problemi pri raziskovanju perma v Jugoslaviji. Referati V. svetovanja, Beograd.

Sikošek, B., 1958, Tektonski sklop jugoslovenskih južnih Alpi. Zbornik radova G. inst. Jovan Žujović, Beograd.

Teller, F., 1914, Geologie des Karawankentunnels, Akademie der Wissenschaften, Wien.

GEOTEHNIČNA IN HIDROLOŠKA RAZISKOVANJA BARSKEGA POLJA V ČRNI GORI

Franc Vidic

S 7 slikami med tekstom in z 2 kartama v prilogi

I. Uvod

Z izgradnjo in razvojem luke Bar se bo pojavila potreba po izgradnji luškega zaledja, novega mesta Bara. Sedanje mesto Novi Bar je strnjeno večji del ob vznožju Volujice. Nove objekte so po vojni gradili predvsem ob cestnih zvezah Topolica—tovorna železniška postaja in Novi Bar—Stari Bar (1. slika).

V letih 1960 in 1961 je bil izdelan idejni urbanistični načrt mesta Bara. Urbanist, profesor *Somborski* iz Sarajeva, je v okvirih luških objektov in glavnih prometnih žil, železnice in cest, projektiral Novi Bar kot povsem novo mestno naselje. Zasnovo Novega Bara je tako mogoče obravnavati kot »klasičen primer« projekta za izgradnjo mesta. Manjše stanovanjske in druge objekte, posejane po Barskem Polju, bodo namreč, po urbanističnem načrtu, odstranili.

Prostorsko planiranje celega mestnega naselja pa je potrebno uskladiti s podatki o nosilnosti temeljnih tal in o hidroloških razmerah. Načrt naj bi vseboval tudi napotke za lokacijo črpališča (enega ali več) za oskrbo Novega Bara s pitno in industrijsko vodo.

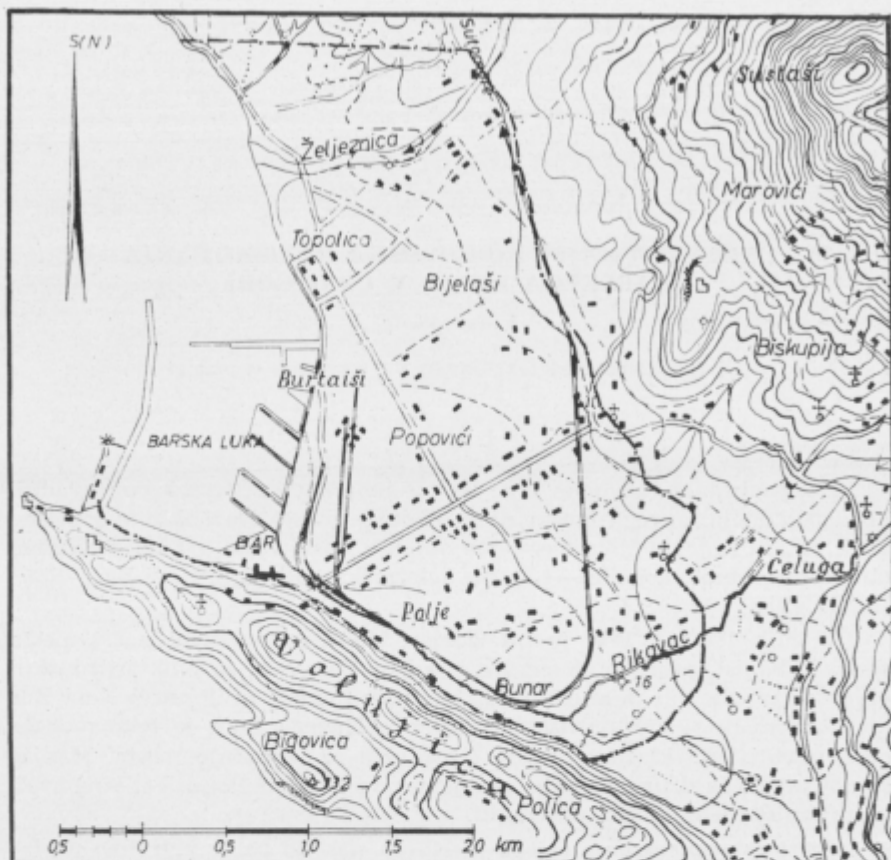
II. Raziskovalna dela na Barskem Polju

1. Splošni podatki

Geotehnično je Barsko Polje raziskal Geološki zavod Ljubljana z mrežo 24 plitvih sondažnih vrtin, z oznako »B« (bušotina — glej 1. karto).

Za ugotovitev geološke sestave Barskega Polja smo izvrtali sedem globokih sondažnih vrtin, z oznako »BD« (bušotina — duboka). Te so segale do osnovne hribine (apnenca). Vrtine »BD« smo do ustreznih globlin, 20,0 do 25,0 m izpod površine tal obdelali kot geotehnične vrtine. Zaradi tega smo jih jedrovali in vzeli potrebne vzorce za preiskave.

Geotehnična raziskovanja Barskega Polja je naročil Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore Titograd.



1. sl. Območje geotehničnih raziskav Barskega Polja

Fig. 1. Map, showing the area of geotechnical investigations of Barsko Polje

Investitor za raziskovalna dela je bilo podjetje »Luka Bar u izgradnji« iz Bara. Raziskovanja je izvedel odsek za mehaniko tal in temeljenje Geološkega zavoda Ljubljana pod vodstvom ing. J. Drnovška. Študijo raziskovalnih del in elaborat sta izdelala ing. F. Vidic in vodja terenskih raziskovalnih del tehnik M. Ahlin. V Baru je bil opremljen terenski laboratorij za geomehanske laboratorijske preiskave, razen preiskav strižnih trdnosti zemljin. Laboratorijsko sta vzorce preiskala laborantka K. Videtič in tehnik F. Prašnikar.

Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore je poveril Geološkemu zavodu Ljubljana le izdelavo geotehnične študije in operativno izvedbo hidroloških raziskav (črpalnih poizkusov). Hidrološko študijo barskega polja je izdelal Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore Titograd. Zato se hidrološki podatki, obdelani v okviru

tega članka, nanašajo le na obdobje od oktobra 1960 do maja 1961. Hidrološko karto s konstrukcijo hidroizohips smo izdelali po podatkih o stanju podtalnice na mestih posameznih sondažnih vrtin v različnem času. Zato se bodo hidrološke karte, ki bodo izdelane na podlagi časovno usklajenih meritev, v detajlih razlikovale od naše karte (glej 2. karto).

2. Pregled geološke sestave Barskega Polja

Barsko Polje prekrivajo od površine tal pa do globine največ 110,0 m (BD-7) kvartarne rečne in morske naplavine. Proti obrobnim vzpetinam in v doline vodotokov se morske naplavine izklinjajo. Na jugovzhodnem obrobju mladi sedimenti nalegajo na sorazmerno strmo apnenčasto pobočje Volujice.

Na ostalem obrobju Polja pa leže kvartarne naplavine na eocenskem flišu. Debeline eocenskega fliša pod naplavinami in na severovzhodnem obrobju še ne poznamo. Fliš leži na apnencu, ki izdanja iznad železniške proge Bar—Sutomore in ob sedanji cesti Bar—Sutomore.

Kvartarne naplavine sta prinesli rečici Željeznica in Rikavac. Osrednjo globel med obema vodotokoma pa je občasno zasipalo morje s svojimi usedlinami, občasno pa vodotoka s svojimi naplavinami visokih voda. Na to kažejo menjajoče se plasti prodra, peska in melja. Debelejše frakcije prodnih in peščenih naplavin pripadajo nanosom vodotokov, finejše frakcije enakomerno drobnega peska (SU) in melja (ML) pa morskim usedlinam.

Eocenski fliš sestavljata drobnozrnat peščenjak in lapor. Vpadi plasti peščenjaka in flišnega laporja so zelo raznoliki. Pogosto je mogoče opaziti v flišu lepo izoblikovane (vzporedne) in enakomerne vpade plasti, katerih debelina se menja od velikostnih stopenj nekaj centimetrov do več decimetrov.

Ob površini tal oziroma v območju kontakta s kvartarnimi usedlinami je fliš močno preperel. Preperine moremo označiti (po AC klasifikaciji) kot glinaste in meljne zemljine z gruščem in samicami peščenjaka. Lapor-nate sestavine preperevajo v glinaste in meljne zemljine, medtem ko je intenzivnost razpadanja peščenjaka mnogo manjša. Zato se na obrobju, kjer fliš izdanja, v glini in melju pojavljajo gruščnate samice in drobni peščenjaka.

Glinaste in meljne zemljine površinske cone se pojavljajo na obrobjih pobočjih Barskega Polja v debelinah od ca. 0,50 do 8,0 m. Velike debeline preperin so bile ugotovljene na nekaterih plazovitih odsekih ob cesti Bar—Sutomore.

Kontakti med glinasto meljnimi preperinami in osnovo nepreperelega fliša so v večini primerov lepo vidni v presekih pobočja. Plazenja preperinske cone se pojavljajo že na brežinah z naklonom večjim od 13°. Debelina drsnih lusk je običajno enaka debelini preperele cone. Lokalni plazovi, ki so zelo pogostni na odseku Ratac—Bar, pa imajo tudi tanjše drsne luske.

3.0 Hidrološke razmere na Barskem Polju

3.1 Površinski vodotoki

Na območju Barskega Polja se izlivata v morje dve rečici, Željeznica in Rikavac. Oba vodotoka imata skoraj vse do izliva velik padec (pribl. 1 do 2 ‰). Do leta 1961 se je Rikavac v velikem loku usmeril k svojemu izlivu na območje današnje športne luke. Leta 1961 je bil prebit predor pod Volujico, skozi katerega odteka sedaj Rikavac neposredno v morje. Predor je izveden v višini gladine morja. Večji del toka Rikavca na Barskem Polju je reguliran.

Spremenjena smer Rikavca vpliva na jugovzhodnem delu Barskega Polja na sistem toka in stanja podtalnice. Stara struga ima od odcepa v predor do izliva v morje pri hotelu »Rumija« nizek vodostaj, ker odvaja manjše količine voda (povprečno 0,2 m³/sek).

Reka Željeznica teče po naravni strugi, katere osnova je prodnata. V propustnih prodno peščenih naplavinah ob vodotoku napaja tudi podtalnico oziroma povzroča določen povišan piezometrični nivo.

V severnem delu Polja, na območju sondažnih vrtin B-14, B-15 in B-18, je izveden namakalni sistem, katerega napaja voda Željeznice.

3.2 Podzemne vode na Barskem Polju

Hidrološki podatki, dobljeni med sondiranjem, so za izdelavo ustrezne hidrološke karte zelo skopi. Vodostaje v sondažnih vrtinah smo opazovali le med vrtanjem. Zaradi tega podatki časovno niso usklajeni. Prav tako niso znani podatki o nihanju podzemne vode v posameznih letnih časih in v daljšem obdobju.

Hidroizohipse, konstruirane na podlagi obstoječih podatkov (glej 2. karto) omogočajo kljub pomanjkanju sistematičnih opazovanj zadovoljive zaključke glede usmerjenosti podtalnice.

Usmeritev toka podtalnice je dana s statično višino gladine morja (ne glede na plimo in oseko). Tako so v zahodnem delu tokovnice usmerjene več ali manj pravokotno na morsko obalo barskega zaliva. Na jugovzhodnem območju Barskega Polja so tokovnice podtalnice usmerjene proti povodju Rikavca. V sedanjem stanju, ko je izveden predor pod Volujico, se tokovnice še bolj usmerjajo proti severnemu čelu predora. Povečano preusmeritev toka podtalnice proti morju v predoru je pričakovati posebno z območja vasi Zaljeva.

Stalno nizka gladina sladke vode v stari strugi Rikavca (od predora do morja) bo povzročila, da bo upadel potencialni nivo sladkovodne podtalnice na območju sedanjega »mrtvega rokava«. To bo povzročilo bolj obširno zaslanitev Barskega Polja na območju sondažnih vrtin B-6, BD-7, B-16 in B-23.

Za izvedbo objektov Novega Bara bo odločilnega pomena globina podzemne vode. V pregledni hidrološki karti so vrisane meje globine podtalnice do 1,5 m, do 2,0 m in prek 2,0 m izpod površine. Poleg vsake sondažne vrtnice je na hidrološki karti označena relativna globina podtalnice, merjena med vrtanjem.

4.0 Geomehanske raziskave Barskega Polja

4.1 Sondažna dela s terenskimi preiskavami temeljnih tal in laboratorijske preiskave

4.1.1 Sondažna dela

Za raziskavo Barskega Polja so bile izvedene strojne sondažne vrtine. V odvisnosti od sestave temeljnih tal je bila globina sond največ do 25,0 m. V prodno peščenih zemljinah je bila globina sondiranja manjša kot v glinastih in meljnih. Sondažne vrtine, ki so dosegle nepreperel fliš v globinah manjših od 25 m, smo zaključili potem, ko je bil kompakten fliš ugotovljen 0,5 do 1,0 m globoko.

Po prvotnem programu geotehničnih raziskav je bila predvidena gostejša mreža sondažnih vrtin, globokih povprečno 10,0 m, največ pa 15 m. V slabo nosilnih in močno stisljivih tleh bi tako izvedena sondažna raziskovanja dala nepopolne podatke za temeljenje povprečno visokih gradbenih objektov. Vendar so bila sredstva za geotehnične raziskave omejena; zato je bil sprejet predlog izvajalca del, da se mreža sondažnih vrtin razredči, povprečna globina sondažnih vrtin pa poveča.

Terenske preiskave temeljnih tal so obsegale: rotacijsko in udarno vrtanje na suho z začetnimi profili vrtanja 146 mm, odvzem intaktnih vzorcev za laboratorijske preiskave, v peščenih zemljinah in v zemljinah drobnih prodov pa še preizkuse standardnih dinamičnih penetracij. Rezultati preizkusov so pokazali, da se prodno peščene zemljine barskega zasipa nahajajo v srednje gosti do zelo gosti sestavi ($RD = 40$ do 100%).

4.1.2 Laboratorijske preiskave zemljin

Laboratorijske preiskave vzorcev so obsegale: granulometrične analize, ugotavljanje enoosnih tlačnih trdnosti zemljin, konsistenčnih mej, stisljivosti z vodopropustnostmi in strižnih trdnosti zemljin.

Granulometrične analize so bile izvedene vse kot kombinirane preiskave (sejanje + areometriranje). Na ta način smo dopolnjevali in kontrolirali vizualno klasifikacijo AC zemljin.

Preiskave enoosnih tlačnih trdnosti zemljin smo izvedli na vseh intaktnih vzorcih zemljin, na vzorčkih premera $d = 3,7$ cm in $3,5$ cm ter ustrezne višine h ($h = 1,5$ do $2d$). V 1. tabeli so vpisani rezultati preiskav enoosnih tlačnih trdnosti, kohezijskih odpornosti in naravne vlage kohezivnih zemljin. Enoosne tlačne trdnosti kažejo, da se zemljine Barskega Polja pojavljajo v lahkognetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju. V stolpcu opomb je vpisan porušni kot α zemljin, pri katerih smo ga mogli odčitati.

Konsistenčne meje z izračunom indeksov plastičnosti (PI) in konsistenčnih količnikov (KI) smo vrednotili na vzorcih zemljin, za katere smo preiskali predvsem tudi stisljivost in strižno odpornost. Karakteristike kohezivnih zemljin Barskega Polja po sistemu AC klasifikacije kaže 2. slika. Po diagramu na 2. sliki pripada pretežni del zemljin grupi pustih glin (CI) in mastnih glin (CH). Po diagramu, navedenem v knjigi *Peck Hansen in Thornburn, Foundation Engineering, 1961*, je mogoče pretežni del preiskanih kohezivnih zemljin klasificirati kot malo do srednje

ENOOSNE TLAČNE TRDNOSTI, KOHEZIJSKE ODPORNOSTI TER NARAVNE VLAGE KOHEZIVNIH
ZEMLJIN BARSKEGA POLJA

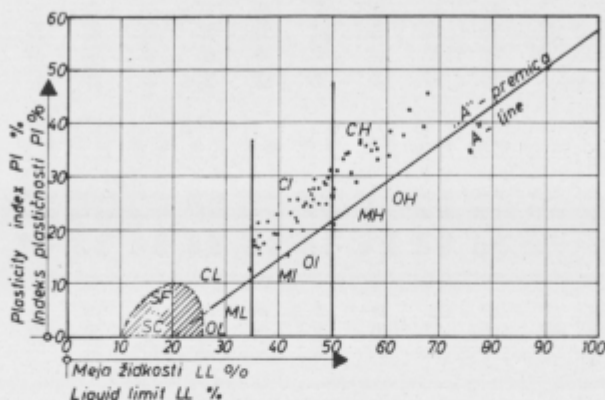
1. tabela

Zap. št. na vrtni	Sondaž- na vrtna	Vzorec vzet iz globine od — do	Dimenzije vzorca: premer/ višina	Enoosna tlačna trdnost σ_{t_1}	Kohezijska odpornost $c = \frac{\sigma_{t_1}}{2}$	Specifična deformacija pri poru- šitvi vzorca	Naravna vlaga vzorca	Zemljina po AC klasifikaciji	Opombe
1	2	3	4	5 kp/cm ²	6 kp/cm ²	7	8 %	9	10
1	B-1	1,50—1,80	3,7/5,2	1,30	0,65	0,119	25,4	CI	
2	B-1	7,60—7,90	3,5/5,0	0,80	0,40	0,084	36,5	CL—CI	
3	B-1	11,30—11,60	3,7/5,2	2,38	1,19	0,068	26,6	CL—CI	
4	B-2	1,20—1,50	3,5/5,2	1,28	0,61	0,150	27,1	MI	
5	B-2	3,40—3,70	3,7/5,1	1,63	0,82	0,150	24,8	MI—CI	
6	B-2	8,00—8,30	3,5/5,0	1,32	0,66	0,150	23,2	CI	
7	B-2	9,80—10,10	3,5/5,3	1,17	0,59	0,150	22,4	MI—CI	
8	B-2	18,10—18,40	3,7/5,5	2,94	1,47	0,150	23,7	CI	
9	B-2	23,30—23,65	3,5/5,5	2,60	1,30	0,150	22,3	CI	
10	B-2	24,70—25,90	3,5/5,2	1,36	0,68	0,150	22,4	CI—CH	
11	B-3	2,00—2,30	3,7/4,2	1,24	0,62	0,150	18,7	CI	
12	B-3	3,90—4,20	3,5/4,4	2,42	1,21	0,150	23,8	CI—CH	
13	B-3	6,00—6,30	3,5/4,5	1,38	0,69	0,085	15,3	CI—CH	
14	B-3	11,50—11,80	3,5/5,9	3,13	1,56	0,150	16,7	CH	$\alpha = 30^\circ$
15	BD-3	1,80—2,10	3,5/4,9	2,24	1,12	0,122	24,4	CI	
16	BD-3	3,60—3,90	3,5/4,5	2,72	1,36	0,150	27,5	CI	
17	BD-3	5,70—6,00	3,5/5,3	0,80	0,40	0,150	30,6	CI	$\alpha = 45^\circ$
18	BD-3	7,70—8,03	3,5/4,9	1,12	0,56	0,150	31,2	MI—CI	
19	BD-3	11,60—11,90	3,5/5,3	0,33	0,19	0,150	28,4	MI—CI	

nadaljevanje 1. tabele

Zap. št	Sondaž- na vrtna	Vzorec vzet iz globine od — do	Dimenzije vzorca: premer/ višina	Enosna tlačna trdnost σ_{t_1}	Kohezijska odpornost $c = \frac{\sigma_{t_1}}{2}$	Specifična deformacija pri poru- šitvi vzorca	Naravna vlaga vzorca	Zemljina po AC klasifikaciji	Opombe
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		m	cm	kp/cm ²	kp/cm ²		%		
50	B-12	11,00—11,30	3,5/5,5	1,17	0,59	0,150	23,3	MI	
51	B-12	16,00—16,30	3,5/6,0	2,06	1,03	0,150	27,5	CI-CH	
52	B-13	12,60—12,91	3,5/5,0	4,80	2,40	0,150	20,0	CH	
53	B-14	3,20—3,50	3,5/5,2	0,81	0,41	0,150	22,9	CL-CI	
54	B-14	6,40—6,70	3,5/5,3	2,90	1,45	0,040	16,8	CI-MI	
55	B-15	6,80—7,10	3,5/5,0	4,54	2,27	0,150	24,1	CH	
56	B-15	12,30—12,60	3,5/4,9	3,20	1,60	0,150	23,5	CH	
57	B-17	19,30—19,50	3,5/5,5	3,32	1,66	0,150	28,5	CI-CH	
58	B-18	2,70—3,00	3,5/6,3	4,20	2,10	0,150	22,7	CH	
59	B-23	13,10—13,40	3,5/5,8	1,44	0,72	0,150	31,0	CI	
60	B-23	15,60—15,90	3,5/5,7	2,65	1,32	0,150	25,1	CI	
61	B-23	18,50—18,80	3,5/5,5	2,42	1,21	0,150	22,0	CH	
62	B-24	2,20—2,50	3,5/5,7	2,16	1,08	0,150	27,4	CH	
63	B-24	5,10—5,40	3,5/5,5	1,02	0,51	0,150	26,9	MI	

stisljive gline (CL) in zelo stisljive gline (CH). Tu je klasifikacija srednje stisljivih (pustih) glin (CI) opuščena. Kot malo do srednje stisljive (puste) gline (CI) označujemo zemljine z mejo židkosti (LL) od 20 % do 50 % ter indeksom plastičnosti (PI) od 5 % do 22 % (nad premico A). Kot močno stisljive (mastne) pa so označene gline, ki imajo mejo židkosti (LL) nad 50 % in indeks plastičnosti (PI) večji od 22 %. V diagramu na 2. sliki so določene tudi grupe srednje stisljivih zemljin (CI, MI, OI).



2. sl. Diagram plastičnosti kohezivnih zemljin Barskega Polja, po AC-klasifikaciji

Fig. 2. Plasticity chart, showing AC-classification of cohesive soils of Barsko Polje

Po 2. sliki pripadata meljem in organskim zemljinam (MI, OI in MH) le dva od preiskanih vzorcev kohezivnih zemljin. Srednje in jako stisljivi melji, klasificirani po navedenem diagramu, v laboratorijski praksi pogosto padejo med gline. Ta pojav je opaziti pri meljih z visokim odstotkom delcev, ki se po velikosti premerov približujejo glinam. Pri takih meljih namreč tako procent vlage na meji židkosti kot tudi indeks plastičnosti pogosto dosegata vrednosti nad premico A.

Količniki konsistence kažejo, da se kohezivne zemljine pojavljajo v lahkognetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju. Številčni rezultati preiskav niso navedeni.

V oedometrskih aparatih premera 100,0 mm in višine 40,0 mm smo preiskali stisljivost z vodopropustnostjo 29 karakterističnih vzorcev zemljin. Obremenitve smo povečevali stopnjevito od 0,025 do 4,00 kp/cm² po Taylorjevem principu z 2-kratnim faktorjem povečanja. Rezultati preiskav stisljivosti so navedeni v 2. tabeli.

Module stisljivosti za posamezne obremenilne stopnje smo izračunali ob upoštevanju končnih vrednosti usedkov pri popolni konsolidaciji vzorcev, ko je bila sekularna faza konsolidacije (po Buismanu) že očitna. Razlike med moduli stisljivosti primarne in končne konsolidacije za praktične izračune usedkov niso bistvene. Moduli razbremenitve

2. tabela

Zap. št.	Vzorec zemljine		Vrednosti modulov stisljivosti za posamezne obremenilne stopnje; popolna konsolidacija							Koeficient vodopropustnosti	Naravna vlaga vz. pred/po preiskavi	Porni volumen pred/po preiskavi	AC klasifikacija zemljine
	iz vrtnice	iz globine	0,02— —0,50 kp/cm²	0,50— —1,00 kp/cm²	1,00— —2,00 kp/cm²	2,00— —4,00 kp/cm²	Povprečni modul razbremen.						
			kp/cm²	kp/cm²	kp/cm²	kp/cm²	kp/cm²	kp/cm²					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	B—1	1,50—1,80	53,0	63,6	86,3	114,1	260,1	od $2,4 \times 10^{-8}$ do $2,7 \times 10^{-8}$	23,2/22,8	40,5/38,6	CI		
2	B—1	7,60—7,90	17,4	41,4	56,9	—	216,0	od $5,9 \times 10^{-8}$ do $6,3 \times 10^{-8}$	36,6/31,8	48,8/46,5	CL—CI		
3	B—1	11,30—11,60	52,4	63,3	77,0	92,0	202,5	od $7,2 \times 10^{-8}$ do $2,4 \times 10^{-8}$	26,0/27,0	45,2/43,5	CI		
4	B—2	1,20—1,60	17,8	32,7	50,0	—	104,0	od $9,2 \times 10^{-8}$ do $6,5 \times 10^{-10}$	24,6/22,6	41,1/38,5	CI		
5	B—2	3,40—3,70	15,3	52,2	67,4	117,2	184,5	od $1,8 \times 10^{-8}$ do $1,3 \times 10^{-8}$	22,8/19,8	38,4/34,8	CI—MI		
6	B—2	8,00—8,30	32,4	64,9	74,9	100,8	120,5	od $2,6 \times 10^{-8}$ do $7,4 \times 10^{-10}$	24,2/23,0	40,0/38,6	CI		
7	B—2	18,10—18,40	47,9	84,1	89,6	119,1	197,7	od $3,2 \times 10^{-8}$ do $5,9 \times 10^{-10}$	33,6/23,1	39,7/38,5	CI—CH		
8	B—3	2,00—2,30	34,8	45,0	57,9	74,1	124,2	od $3,1 \times 10^{-8}$ do $5,6 \times 10^{-10}$	25,4/24,8	42,4/40,3	CI		
9	B—3	3,90—4,20	56,7	61,5	83,5	109,0	165,5	od $2,5 \times 10^{-8}$ do $1,5 \times 10^{-10}$	20,6/19,4	36,2/34,4	CH		
10	BD—3	3,70—3,90	61,8	69,8	86,6	93,9	107,8	od $1,4 \times 10^{-8}$ do $5,1 \times 10^{-10}$	28,4/27,8	43,6/43,0	CI		
11	BD—3	7,70—8,00	15,1	30,9	34,9	51,4	82,7	od $1,5 \times 10^{-8}$ do $6,2 \times 10^{-10}$	33,2/28,3	46,6/42,6	CH		

12	B-4	9,40—9,55	55,5	66,3	101,0	135,5	139,0	—	15,2/16,1	30,8/30,5	MI
13	BD-4	19,70—20,00	63,2	81,5	108,7	122,8	128,8	od $1,7 \times 10^{-9}$ do $7,7 \times 10^{-10}$	27,0/26,8	42,6/42,1	CI-CH
14	B-5	4,80—5,00	21,3	42,6	52,9	83,0	152,8	od $6,4 \times 10^{-9}$ do $4,4 \times 10^{-9}$	24,3/22,3	41,1/48,0	MI-CI
15	B-5	8,80—9,10	29,7	54,6	67,0	102,0	150,5	od $3,8 \times 10^{-9}$ do $6,8 \times 10^{-10}$	27,7/25,6	43,6/41,5	CI
16	BD-5	5,00—5,20	66,9	98,0	123,0	143,0	147,2	od $3,1 \times 10^{-9}$ do $7,9 \times 10^{-10}$	25,9/26,3	41,6/41,0	CH
17	B-6	18,10—18,50	18,4	36,6	48,1	74,5	115,0	od $2,2 \times 10^{-9}$ do $1,2 \times 10^{-9}$	28,0/24,9	43,2/40,3	MI-CI
18	B-7	2,20—2,50	58,5	62,0	77,8	97,0	99,0	od $8,6 \times 10^{-10}$ do $5,7 \times 10^{-10}$	23,0/22,8	38,4/38,0	MI-CI
19	B-7	6,60—6,90	20,7	64,0	81,5	100,0	248,0	od $3,8 \times 10^{-9}$ do $1,0 \times 10^{-9}$	24,0/21,4	39,8/36,8	MI
20	B-8	5,50—5,80	23,4	48,5	63,4	86,8	119,0	od $4,6 \times 10^{-9}$ do $2,5 \times 10^{-9}$	28,1/26,2	43,4/41,0	CI
21	B 9	8,00—8,60	68,4	98,3	117,8	152,0	145,0	od $5,7 \times 10^{-9}$ do $6,9 \times 10^{-10}$	23,0/22,7	38,5/38,1	CH
22	B 10	2,70—3,90	20,2	47,6	56,9	83,9	159,9	od $4,2 \times 10^{-9}$ do $1,9 \times 10^{-9}$	22,4/20,4	38,8/37,6	CI
23	B 11	5,00—5,30	17,9	38,0	88,1	41,1	88,0	od $3,0 \times 10^{-6}$ do $1,2 \times 10^{-6}$	31,7/31,0	49,4/45,6	CI
24	B 14	3,20—3,50	20,6	40,0	51,4	78,8	216,0	od $5,9 \times 10^{-9}$ do $2,4 \times 10^{-9}$	21,6/19,9	39,4/35,8	CL-CI
25	B 23	13,10—13,40	7,95	49,3	54,4	63,5	82,5	od $3,3 \times 10^{-9}$ do $0,6 \times 10^{-9}$	33,4/32,6	50,5/45,8	MI-CI
26	B 24	5,10—5,40	19,4	35,0	45,2	70,3	101,0	od $8,8 \times 10^{-9}$ do $3,2 \times 10^{-9}$	26,2/22,5	39,1/33,8	CI-MI

(v 10. stolpcu 2. tabele) so izvrednoteni kot povprečni glede na celotno razbremenitev (od 4,00 do 0,00 kp/cm² in od 2,00 do 0,0 kp/cm²).

Strižne trdnosti zemljin smo preiskali po metodi hitrih konsolidiranih preiskav (Q_c -quick consolidated test) na karakterističnih vzorcih kohezivnih zemljin.

Za peščene in prodno peščene zemljine strižnih trdnosti nismo preiskali, temveč le ocenili.

V 3. tabeli so navedene številčne vrednosti rezultatov strižnih preiskav. Izvedene so bile po metodi konstantne hitrosti horizontalne deformacije z merjenjem horizontalnih sil oziroma napetosti.

3. tabela

Zap. št.	Vzorec		Kohezivska trdnost c	Kot strižnega odpora φ	Naravna vlaga vzorca (pred preiskavo)	Zemljina po AC klasifikaciji
	iz vrtine	iz globine pod površino				
	oznaka	m	kp/cm ²		%	
1	2	3	4	5	6	7
1	B—8	4,00—4,30	0,16	28°	23,3	MI
2	B—9	4,30—4,60	0,17	25°	24,8	CI
3	B—11	8,00—8,30	0,14	26° 30'	30,0	CI—CH
4	B—15	3,10—3,40	0,24	22° 40'	28,8	CH

4.2 Razdelitev Barskega Polja na območja po nosilnosti tal

Naloga raziskovalnih del na Barskem Polju je bila, določiti pogoje za izgradnjo objektov novega mesta. Omejiti je bilo treba območja z enakšno oziroma podobno sestavo temeljnih tal. Kriterija za določevanje območij sta bila:

1. dopustna obremenitev tal glede na lomno obremenitev;
2. dopustna obremenitev tal glede na absolutne in diferencialne usedke.

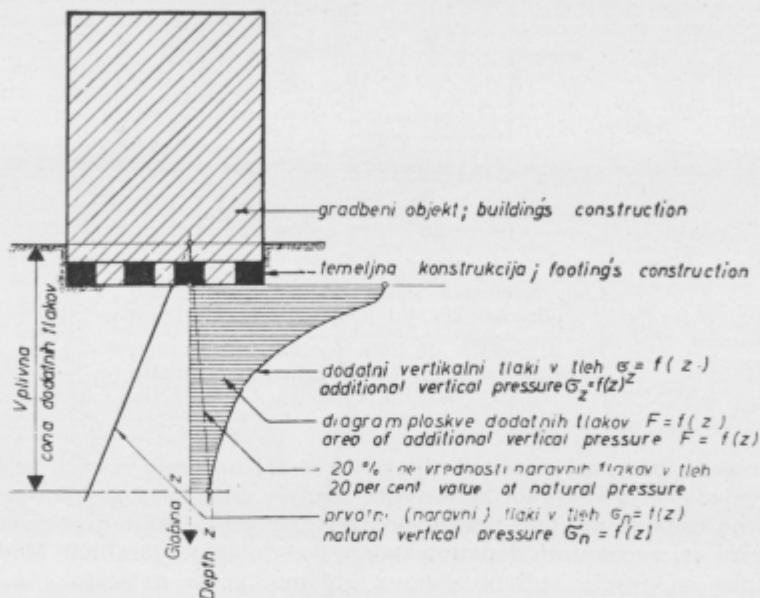
Splošni pogoji izgradnje objektov na posameznih območjih vsebujejo še minimalne globine temeljenja objektov pod površino (zaradi pogoja razsuševanja tal ob površini) in zaključke o uporabnosti različnih sistemov temeljnih konstrukcij na posameznih mestih oziroma območjih (I—VI).

Po navedenih kriterijih izvedene geotehnične raziskave so pokazale, da je mogoče Barsko Polje razdeliti na šest karakterističnih območij, kot so prikazana na 1. situacijski karti. Meje med posameznimi območji seveda niso ostre, ampak široke in neizrazite. Določili smo jih po interpolaciji sestave temeljnih tal v posameznih sondažnih vrtinah.

4.3 Opis sestave tal karakterističnih geotehničnih območij Barskega Polja

4.31 Območje (I) morskih naplavin

Območje (I) se razteza ob obalnem pasu od novega športnega in tovornega pristanišča do ozkega pasu barske obale pod severnim pobočjem Volujice. Sestavo temeljnih tal na tem območju podajajo rezultati sondažnih vrtin B-6, BD-7, B-16 in S-1 do S-6. Z vrtinami »S« smo raziskali tla za predvideno izgradnjo žitnega silosa ob 1. pristanu v Baru.



3. sl. Grafični prikaz vplivne cone (ploskve) dodatnih tlakov (σ_z) v tleh

Fig. 3. Diagram illustrating the area of additional vertical pressures (σ_z)

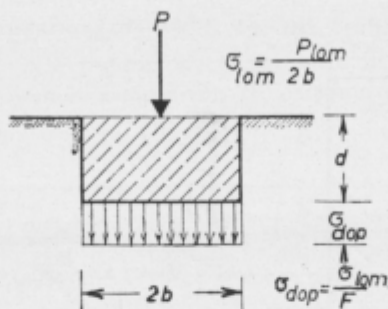
Ob površini tal, do globine največ 6,20 m (BD-7) se na obalnem obrobju območja I pojavljajo dobro in slabo granulirane prodno peščene (GW ter GP) in dobro granulirane peščene (SW) zemljine. Proti severu območja I se ta plast izklinja (vrtine B-1, B-6 in B-23). Izpod površinske, prodno peščene plasti se do globin največ 24,20 m pojavlja droben in srednje debel enakomeren pesek (SU), slabo granulirane peščeno meljne zemljine (SFs), peščen melj (ML), glinast melj (MI), puste (CI) in mastne (CH) gline. Vse vrtine na tem območju so se končale v prodno peščenih naplavinah.

Podtalnica se nahaja plitvo pod površino. Zato bo pred izgradnjo nove luke pretežni del tega območja dvignjen z umetnim nasipom 2 m nad morjem (7. slika).

4.32 Osrednje območje (II) Barskega Polja

Osrednje območje (II) je najbolj obširno. Zajema pretežni del predvidene zazidalne površine bodočega mestnega naselja.

Geotehnične karakteristike območja II podajajo rezultati vrtin B-1, B-2, BD-3, BD-4, B-7, B-11, B-12- B-24 in delno B-23. Pregledni rezultati sestave tal v teh vrtinah kažejo, da so temeljna tla območja II zelo



4. sl. Računska skica vrednotenja lomnih obremenitev tal za pasovni temelj

Fig. 4. Sketch of long footing crosssection, showing basis for computation of ultimate bearing capacity

heterogena. Skupne karakteristike sestave tal na vseh vrtinah se kažejo v prevladovanju stisljivih kohezivnih zemljin v »vplivni površinski coni«. Vplivna cona je pri tem upoštevana do globine, do katere prevzema tlo pretežni del vertikalnih dodatnih tlakov pod objektom (3. slika). Madžarski predpisi omejujejo vplivno cono z globino, ki jo določajo s sečiščem krivulje dodatnih vertikalnih tlakov v tleh, ki jih povzroča teža objekta, s krivuljo 20 % vrednosti prvotnih (naravnih) tlakov od lastne teže zemljin temeljnih tal.

V večjih globinah, tj. izpod vplivne površinske cone do 25,0 m pod površino, prevladujejo na območju II prodne (GW, GP), peščene (SW, SP), prodno peščeno meljne (GFs) in prodno peščeno glinaste zemljine (GFc).

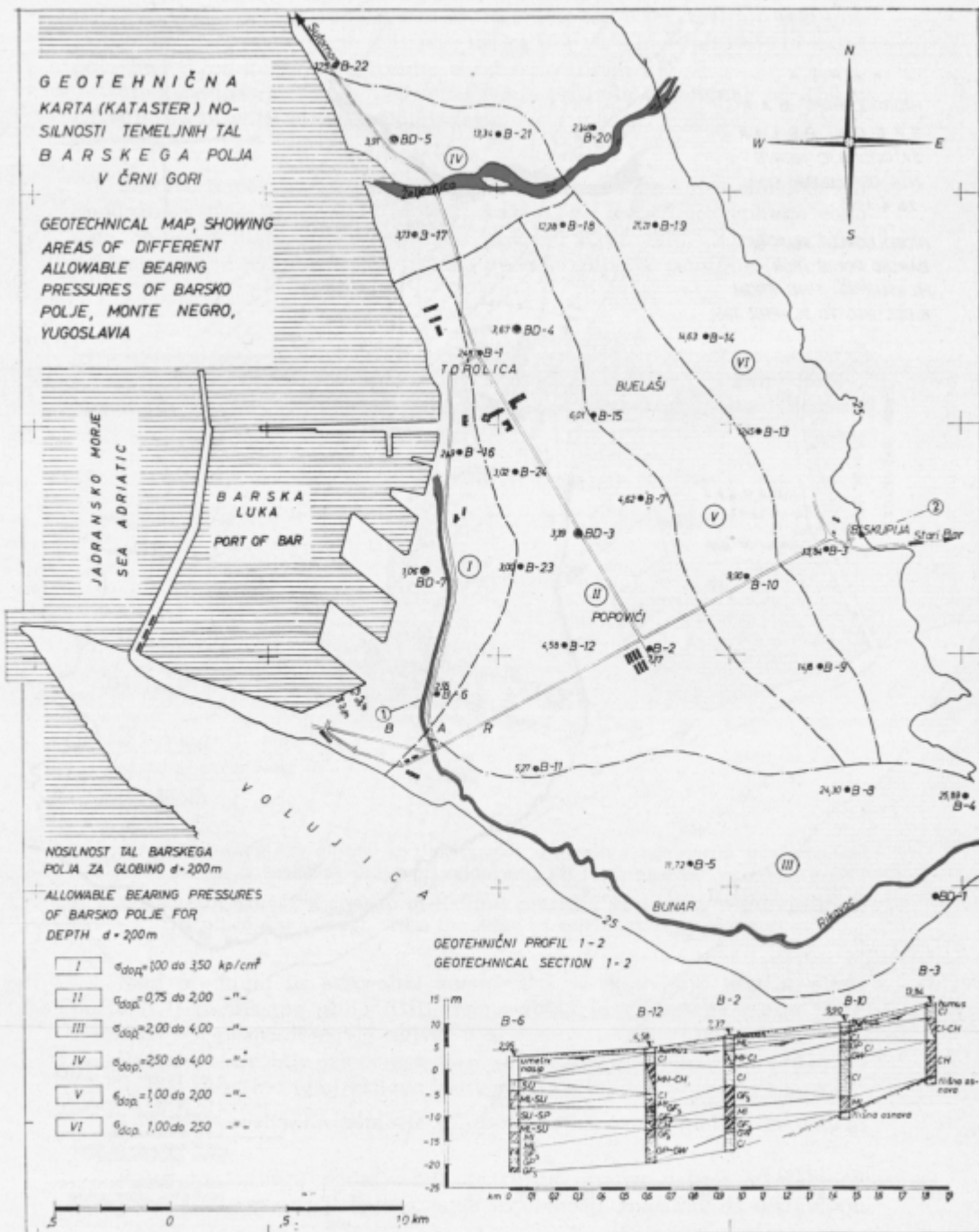
Na pretežnem delu tega območja je podtalnica v globinah 1,0 do 2,0 m pod površino, razen v jugovzhodnem delu. Zaradi visoke podtalnice je območje vrtin B-24, B-12, B-6 in B-23 umetno dvignjeno z nasipanjem. Tak nasip je izvršen od novih luških objektov do stare struge Rikavca. Prikazujeta ga 6. in 7. slika po sestavi in razprostranjenosti do maja 1960.

4.33 Območje (III) naplavin reke Rikavca

Sorazmerno veliki padec reke Rikavca so zmanjšali šele v zadnjih letih z regulacijo. Tla na območju III sestavljajo pretežno prodne in peščene naplavine. Zgradba tal je bila raziskana s sondažnimi vrtinami B-4, B-5 in B-8. Mreža vrtin na tem območju je sorazmerno redka, ker je tu po urbanističnem načrtu meja mestne zazidave.

GEOTEHNIČNA
KARTA (KATASTER) NO-
SILNOSTI TEMELJNIH TAL
BARSKEGA POLJA
V ČRNI GORI

GEOTECHNICAL MAP, SHOWING
AREAS OF DIFFERENT
ALLOWABLE BEARING
PRESSURES OF BARSKO
POLJE, MONTE NEGRO,
YUGOSLAVIA



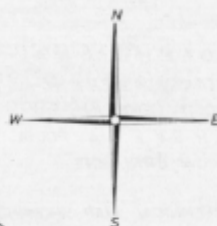
KARTA
HIDROIZOHIPS BAR-
SKEGA POLJA
ZA OBDOBJE MERJE-
NJA OD 8.12.1960 DO
26. 4. 1961.

HIDROLOGICAL MAP OF
BARSKO POLJE FOR
MEASURING TIME FROM
8. DEC. 1960. TO 26. APRIL 1961.

JADRANSKO MORJE
SEA ADRIATIC

BARSKA
LUKA
PORT OF BAR

VOLUJICA



0,5 0 0,5 1,0 1,5 2,0 km

LEGENDA

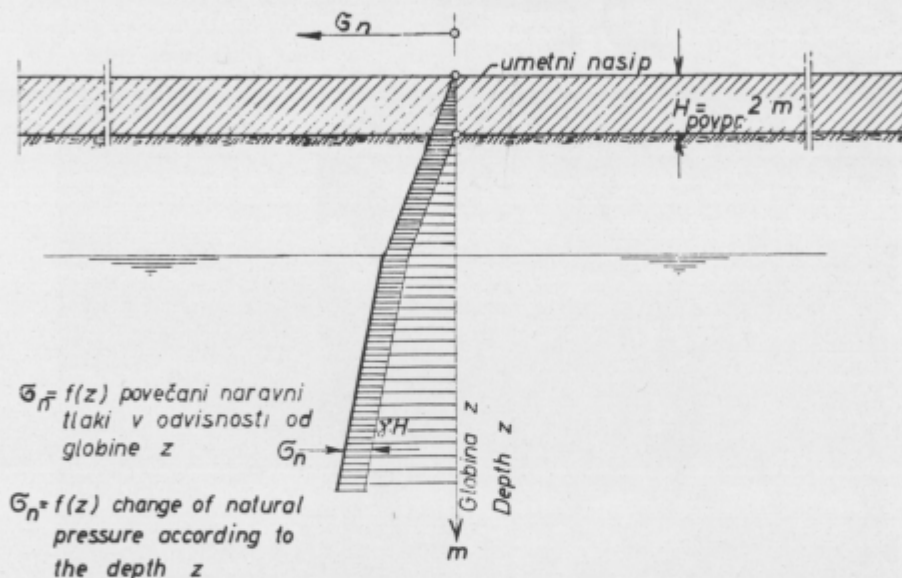
- MEJA OBMOČJA S PODTALNICO V
GLOBINI 100-300m POD PVRŠINO
- MEJA OBMOČJA S PODTALNICO V
GLOBINI > 100 m POD PVRŠINO
- AREAS OF GROUND WATER LEVEL
DEPTH FROM 100m TO 300m
UNDER GROUND SURFACE
- AREAS OF GROUND WATER LEVEL
DEPTH > 100m UNDER GROUND
SURFACE

Za območje III so torej značilna pretežno prodnato peščena temeljna tla. Pojavljajo pa se tudi plasti in leče glinastih ter meljnih zemljin. Debelejša plast puste gline (CI) je v vrtni B-4 od 9,10 m do 16,70 m izpod površine, tj. na kontaktu s trdnim eocenskim flišem.

Med sondiranjem se je podzemna voda pojavila v globinah od 3,50 m (B-4) do 16,70 m (B-8) izpod površine tal.

4.34 Območje (IV) naplavin reke Željeznice

Sestava temeljnih tal ob reki Željeznici je podobna kot v območju III. Sondažne vrtnine BD-5, B-17 in B-21 kažejo, da sestavljajo vplivno cono tega območja malo stisljive prodno peščene (GW, GP, GC) in prodno peščeno meljne (GFs) oziroma prodno peščeno glinaste zemljine (Gfc).



5. sl. Diagram dodatnih tlakov v tleh zaradi umetnega nasipanja površine tal v točki, ki je dovolj oddaljena od roba nasipa

Fig. 5. Diagram, showing change of natural pressure according to the depth in the place, far enough from the edge of artificial embankment

Med prodnimi in peščenimi zemljinami se pojavljajo leče in plasti puste (CI) in mastne gline (CH), melja (ML) in glinastega melja (MI). Debeline teh plasti dosegajo največ 2,30 m.

Podtalnica je bila izmerjena med sondiranjem v globinah 1,40 m do 5,90 m pod površino (glej prilogo hidrološke karte).

4.35 Severovzhodno območje (V) s flišno osnovo v globini do 19,0 m izpod površine.

Poleg naslovnega podatka, da se flišna osnova nahaja v globinah manjših od 19,0 m pod površino, je za to območje značilno, da sestavljajo

temeljna tla od površine do flišne osnove skoraj izključno le stisljive, kohezivne zemljine melja (ML), glinastega melja (MI), meljne gline (CL), puste gline (CI) in mastne gline (CH). Stisljivost teh zemljin podaja 2. tabela. Tanjše plasti in leče peščenih ter prodnih zemljin, ki se pojavljajo v ko-



6. sl. Sestava nasipnega materiala in njegova povprečna višina

Fig. 6. The composition and the average height of the artificial embankment material

hezivnih zemljinah, bodo delovale pri dodatnih obremenitvah kot recipienti drenažne vode in s tem pospeševale sicer dolgotrajne konsolidacijske procese.

Podtalnica je usmerjena proti morski gladini. Pojavlja se v globinah 1,60 (B-18) do 3,00 m (B-10) pod površino terena.

4.36 Obrobno območje (VI) Barskega Polja s flišno osnovo od površine do 10,0 m pod površino

To območje zaključuje Barsko Polje proti obrobnim vzpetinam. Kot njegova severna in vzhodna meja je bila določena izohipsa obrobni pobočij na absolutni nadmorski višini +25,0 m.

Sestavo temeljnih tal kažejo sondažne vrtine B-3, B-13, B-14, B-19 in B-20. Do globine največ 10,0 m pod površino se nahajajo predvsem stisljive kohezivne zemljine, puste in mastne gline (CI, CH) ter melja in glinastega melja (ML, MI). Površinske plasti teh zemljin ležijo na flišni podlagi.

Podtalnica je v globinah od 0,80 do 2,70 m in se napaja s pobočij. Komunicira predvsem v bolj propustnih vložkih peščenih zemljin. Tok podtalnice je usmerjen proti območju V oziroma proti morju.

4.4 Mejne dopustne obremenitve tal Barskega Polja

V poglavju 4.2 so navedeni kriteriji, po katerih je bilo mogoče Barsko Polje razdeliti na šest območij. Pri določanju nosilnosti tal smo iskali mejne vrednosti, ki veljajo za različno zasnovane gradbene objekte tako po višini (teži) kot tudi po zasnovi nosilnih konstrukcij. Pri tem smo



7. sl. Do maja 1961. leta izvršeni nasip Barskega Polja ob tovarni luki
Fig. 7. To may 1961 performed artificial embankment of Barsko Polje near Port of Bar

težili za tem, da smo temeljne konstrukcije izbrali čim enostavnejše (plitvo temeljenje objektov).

V okviru mejnih vrednosti ustrezajo nižje vrednosti obremenitev tal na posameznih območjih statično bolj zahtevnim nosilnim konstrukcijam, višje pa statično manj občutljivim objektom.

Zaradi potrebe po uporabnosti geotehničnega katastra že pri urbaništnem načrtovanju novega mesta smo določevali primerjalne objekte, na katere smo aplicirali geotehnične raziskave. Na določenih primerjalnih

objektih smo tako mogli upoštevati, pri intervalih dopustnih obremenitev, tudi pogoje dopustnih absolutnih in diferencialnih usedkov. Mejne vrednosti za dopustne absolutne in diferencialne usedke smo upoštevali po predpisih PTP št. 1 oziroma po literaturi.

Pri dimenzioniranju dopustnih obremenitev tal smo za izračun nosilnosti uporabili obrazce po Fröhlichu in po Caquotu in Kériselu oziroma Terzaghiju.

Pri vrednotenju dopustnih obremenitev tal ob pogoju začetka nastopa plastičnosti pojavov ob robovih temeljev (po Fröhlichu) smo upoštevali varnostni faktor $F = 1$, torej $\sigma_{\text{dop}} = \sigma_{\text{kr}, F_0}$, kjer pomeni:

σ_{dop} dopustno obremenitev tal [kp/cm²]

σ_{kr, F_0} nosilnost tal po Fröhlichovem kriteriju [kp/cm²].

Pri vrednotenju dopustne obremenitve tal po Caquotu in Kériselu ter Terzaghiju smo upoštevali varnostni faktor proti lomu tal $F = 3,0$ -kratni

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{\sigma_{\text{lom}}}{F} = \frac{\sigma_{\text{lom}}}{3,0}$$

kjer pomeni: σ_{dop} dopustno obremenitev tal [kp/cm²],

F varnostni faktor (voljen).

DOPUSTNE OBREMENTIVNE TAL V POSAMEZNIH OBMOČJIH BARSKEGA POLJA

4. tabela

Zap. št.	Opis geotehničnih območij Barskega Polja	Oznaka območja	Upoštevane strižne karakteristike zemljin v območju globine fundiranja $\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$	Mejne dopustne obremenitve tal σ_{dop}	Sistemi temeljnja objektov, ki bodo prihajali v poštev
			kp/cm ²	kp/cm ²	Opis
1	2	3	4	5	6
1	Območje morskih naplavin	I	$\tau = \sigma \cdot \tan 35^\circ$		
2	Osrednje območje Barskega Polja	II	$\tau = 0,16 + \sigma \cdot \tan 28^\circ$ $\tau = 0,14 + \sigma \cdot \tan 26^\circ$	1,00 do 3,50 0,75 do 2,00	plitvo in globoko
3	Območje naplavin reke Rikavca	III	—	2,00 do 4,00	pretežno plitvo
4	Območje naplavin reke Željeznice	IV	—	2,50 do 4,00	pretežno plitvo
5	Severovzhodno območje s flišno osnovo do 19,0 m pod tlemi	V	$\tau = 2,4 + \sigma \cdot \tan 22^\circ$	1,00 do 2,00	plitvo in globoko
6	Obrobno območje s flišno osnovo do 10,0 m pod tlemi	VI	$\tau = 2,4 + \sigma \cdot \tan 22^\circ$	1,00 do 2,50	plitvo in globoko

Dopustne obremenitve tal so odvisne od dimenzij temeljnih konstrukcij (širine $2b$ in globine d temeljev (4. slika). V numeričnih primerih računa dopustnih obremenitev tal smo zato izbrali širine temeljev od $2b = 1,50$ m do maksimalnih $2b = 3,00$ m, in globine temeljenja od $d = 1,50$ do $3,00$ m.

Podatki o dopustnih obremenitvah tal za posamezna območja so vidni iz 4. tabele.

Dopustne obremenitve v 4. tabeli so računane za obojestransko globino temeljenja $t = 2,00$ m izpod površine tal. Tako je mogoče podatke iz tabele enotno vrednotiti.

Pri določenih objektih bodo za ugotovitev dopustnih obremenitev temeljnih tal merodajni absolutni oziroma diferencialni usedki. Pri teh objektih bo potrebno izbrati ustrezno dopustno obremenitev v intervalih vrednosti, ki so podane v 4. tabeli. Numerični izračuni, ki tu niso podani, so pokazali, da je navedeni kriterij vpliven na območjih, kjer sestavljajo površinsko vplivno cono stisljive kohezivne zemljine.

5. Posebni pogoji za izgradnjo mesta Bara

5.1 Nasipanje površine tal

Z izgradnjo Barske luke se je pojavil problem plitve obale ter zamočvirjenega zaledja nizko ležečih območij ob nekdanjem izlivu reke Rikavca v morje.

Severno pobočje polotoka Volujice pada strmo v morje. Zato je bil obalni pas ob Volujici preozek za manipulacijski prostor. Sorazmerno ozek zasek v pobočje Volujice je dal velike kubature materiala (apnenca), ki se uporablja za nasipavanje pristanov nove luke in njenega zaledja.

Višina nasipa je različna; v odvisnosti od konfiguracije obstoječega terena dosega $1,50$ do $2,50$ m (6. slika).

Nasipavanje terena brez odstranjevanja humusa in eventualnih umetnih nasipov slabe kakovosti povzroča dodatno obremenitev temeljnih tal. Povprečna dodatna obremenitev znaša $\gamma \cdot H_{\text{povpr.}} = 1,8 \cdot 2,0 = 3,6 \text{ t/m}^2$, kjer pomeni γ volumno težo zemljine nasipa in $H_{\text{povpr.}}$ povprečno višino nasipnega materiala.

Dodatna obremenitev tal bo povzročila posedanje tal. Skupno se bodo posedali tudi obstoječi in bodoči objekti.

Temeljna tla novega nasipa sestavljajo slabo vodopropustne kohezivne zemljine. Konsolidacijski proces bo v teh zemljinah dolgotrajen. Pri ugotavljanju usedkov za posamezne objekte, ki bodo grajeni med nasipavanjem ali neposredno potem, bo potrebno usedke zaradi dodatnih obremenitev tal po objektu in nasipu seštevati.

5.2 Stabilnost obrobnih pobočij Barskega Polja

Obrobne vzpetine Barskega Polja sestavlja eocenski fliš. Preperela površinska cona fliša sega do različnih globin. V odseku izgradnje nove ceste jadranske magistrale od Rataca do Bara dosega preperina fliša ponekod globine tudi do $8,0$ oziroma $10,0$ m izpod površine tal.

Fliš prepereva v glinaste in meljne zemljine (pretežno CI, MI). Večji in manjši plazovi na sorazmerno malo nagnjenih pobočjih (do 20°) kažejo, da so strižne odpornosti sorazmerno nizke. Za kohezivne zemljine velja zakon strižne odpornosti $\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$, kjer pomenijo:

- τ = strižna odpornost zemljine [kp/cm²],
- c = kohezijska odpornost zemljine [kp/cm²],
- σ = normalna obremenitev zemljine [kp/cm²] in
- φ = kot strižnega odpora zemljine.

Kohezijska odpornost flišne preperine je majhna in jo povečini lahko zanemarimo (neobremenjene mlade preperine). Kot strižnega odpora zemljin dosega velikostne stopnje $\varphi = 13^\circ$ do $\varphi = 20^\circ$.

Sorazmerno nizke strižne odpornosti flišne preperine in podtalnica povzročajo, da so pobočja obrobnih vzpetin barskega polja nestabilna in zaradi tega podvržena bolj ali manj intenzivnemu plazenju in drsenju. Pri izgradnji gradbenih objektov v teh zemljinah naletimo zato na velike težave. Znana so draga drenažna dela na odseku železniške proge Ratac—Bar. Tudi ti drenažni sanacijski ukrepi niso še popolnoma stabilizirali pobočja ob progi. Prav tako sedaj izvajajo drenaže zaradi stabiliziranja pobočja v območju izgradnje jadranske magistrale, ki teče neposredno pod železniško progjo.

Plazenja naravnih pobočij in umetnih nasipov opazujemo tudi ob cesti Novi Bar—Stari Bar, ob nadškofijskem dvorcu in ob cesti Novi Bar—Ulcinj.

Pri vseh gradbenih objektih na teh območjih, posebno še tam, kjer bodo vkopi ali nasipi znatno motili sedanje naravno ravnotežno stanje, bo potrebno objekte in okolno pobočje stabilizirati.

6. Zaključki

V letih 1960/61 smo geotehnično raziskovali Barsko Polje in izdelali študijo o načrtni izgradnji novega mestnega naselja, industrijskih objektov ter cestne in železniške mreže. Navedene raziskave bo mogoče uporabiti kot osnovni geotehnični kataster Novega Bara, ki ga bo pa potrebno izpopolnjevati s podatki detajlnih raziskav za posamezne objekte.

Kriterij za razdelitev Barskega Polja na posamezna geotehnična območja je bil račun mejnih dopustnih obremenitev tal za plitvo temeljenje gradbenih objektov. Iz dopustnih obremenitev tal smo računali višino objektov oziroma število etaž. Volili smo različne primerjalne objekte ter ustrezne temeljne konstrukcije. Tu navajamo število etaž za primerjalni objekt stanovanjske hiše dimenzij 28 × 15 m z mrežo pasovnih temeljev. Ploskev pasovnih temeljev znaša 35 % ploskve objekta. Za posamezna geotehnična območja bi tako zasnovan objekt obsegal naslednje število etaž:

- območje I 4 do 5 etaž,
- območje II 3 do 4 etaže,
- območje III 6 do 7 etaž,
- območje IV 8 do 9 etaž,
- območje V in VI 4 do 5 etaž.

Število etaž za primerjalni stanovanjski objekt velja za nepodkletene zgradbe. Višino objektov bo mogoče pri globokih podkletitvah povečati za težo izkopa kletnih etaž.

Hidrološke razmere na Barskem Polju smo obdelali le na podlagi podatkov, ki smo jih dobili z raziskavami v geotehnične namene. Posebej pa je hidrološke razmere obdeloval Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Črne gore.

Tudi ustrezni geološki podatki o Barskem Polju so tu prikazani le okvirno, kolikor je potrebno za boljše razumevanje geotehničnih podatkov.

GEOTECHNICAL AND HYDROLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE BARSKO POLJE IN CRNA GORA

In the littoral of Crna Gora a new harbour in Bar is being built. Geographically the rather large field of Bar, with its slight slope towards the surrounding hills, shows good conditions for further development of Novi Bar.

In the years 1960 and 1961, the preliminary geological, geomechanical, and hydrological investigations were made.

Sample boring has been drilled down to the basement rocks, which are rather deep in the vicinity of the sea coast.

For geomechanical analyses a network of shallow boreholes has been drilled. The characteristics of undisturbed samples, as well as of alluvial specimens have been established by means of laboratory investigations. According to these results, the Field of Bar was divided in six parts with similar specific allowable bearing pressures.

The ranges of the allowable bearing pressures are rather wide, as the distances in the network of the shallow boreholes, on which the division has been based, are rather great.

The preliminary geological and geomechanical investigations gave satisfactory data for the start of an urbanistic project of Novi Bar. As the data obtained are based on results of a sparse network of boreholes, further detailed investigations are needed in some areas, to correct the geomechanical data and boundaries.

Hydrological studies of the Barsko Polje have been carried out by observations of the underground and superficial water levels during the drilling of boreholes. Additional, and more detailed observations during a longer time interval would be useful.

HIDROGEOLOŠKI PROBLEMI V ZVEZI Z EPIGENETSKO DOLINO DRAVE V MARIBORU

Ljubo Žlebnik

Z 2 kartama v prilogi

1. Uvod

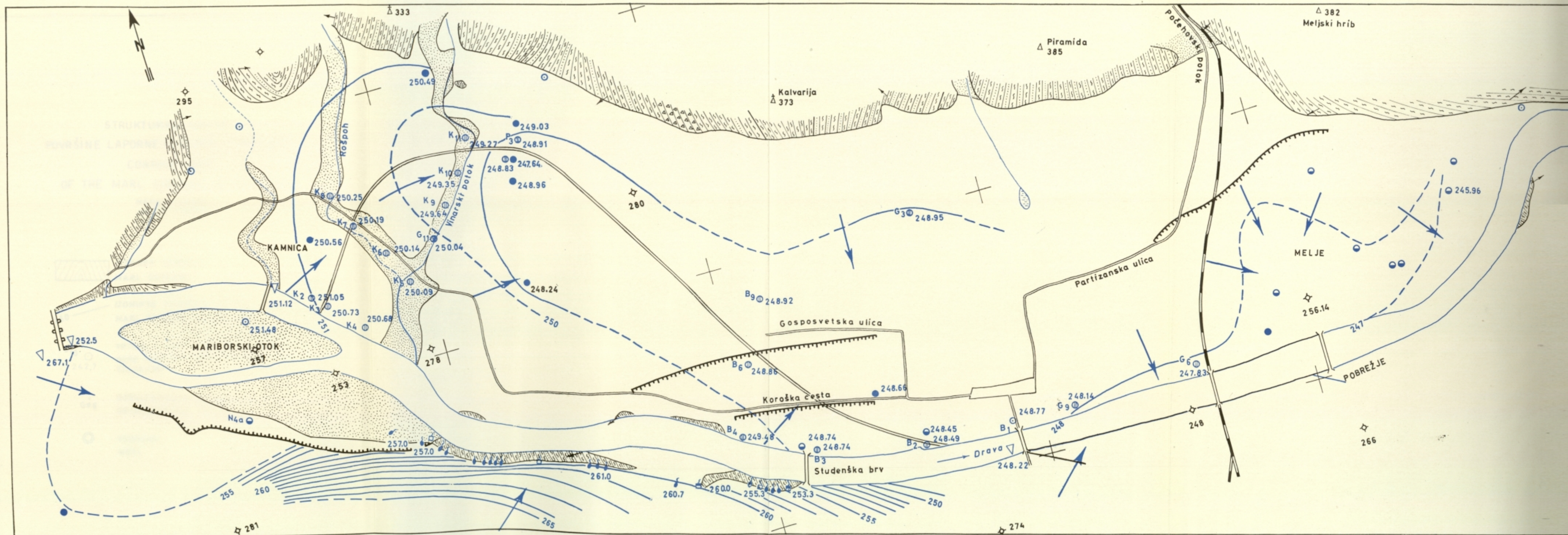
Reke, ki tečejo po širokih, s prodom zasutih dolinah, si pogosto vrežejo strugo v hribinsko osnovo. V bližini nove struge je njihova stara, s prodom zasuta struga. V dolini Save je znana epigenetska dolina v Mostah pri Žirovnici, v dolini Soče pa pri Solkanu. Manj znana je epigenetska dolina v Mariboru, kjer si je Drava na odseku med Kamnico in Studenško brvjo vrezala novo strugo v lapor, stara zasuta struga pa poteka neposredno pod obronki Slovenskih goric. Približno v osi stare zasute struge v Kamnici je vodnjak mestnega vodovoda.

V letih 1956 do 1959 so okolico tega vodnjaka geološko in geofizikalno raziskali z namenom, da bi ugotovili hidrogeološke razmere na širšem območju zajetja. Ugotovili so, da je nepropustna laporna podlaga prodnega nanosa v neposredni okolici vodnjaka na koti 236 m, medtem ko je statična gladina podtalne vode na koti 250 m. Debelina vodonosne plasti je 14 m. Stara zasuta dravska struga je na tem mestu široka okrog 500 m. Poizkusno črpanje v vodnjaku je pokazalo, da je vrednost koeficienta propustnosti $k \cdot 8.10^{-1}$ cm/sek. Tedanja raziskovalna dela so bila omejena le na območje zajetja, niso pa raziskali celotne zasute struge, po kateri se preceja podtalna voda od vtoka pri Mariborskem otoku proti vodnjaku v Kamnici. Že tedaj je geolog Takšič izrazil mišljenje, da poteka stara dravska struga pod prodno teraso na levem bregu od Mariborskega otoka proti Melju.

2. Pregleden geološki opis

Ravninsko območje na levem in desnem bregu Drave med Mariborskim otokom in Meljem sestavljajo prodne in peščene kvartarne naplavine. Le-te so razčlenjene v več teras, ki se v stopnjah spuščajo od hribovja proti Dravi.

Najvišja terasa je dobro ohranjena v Kamnici in v središču mesta severno od Gosposvetske in Partizanske ulice. Prav tako je lepo ohranjena na celotnem desnem bregu Drave. Površina terase je na nadmorski višini približno 280 m in pada v smeri proti Melju. Pod najvišjo teraso sta na levem bregu ohranjeni še dve nižji terasi.



HIDROGEOLOŠKA KARTA OBMOČJA MESTA MARIBORA HYDROGEOLOGIC MAP OF MARIBOR TOWN AREA

MERILO 1:10.000
SCALE 1:10.000

- | | | | |
|---|---|--|--|
| HOLOCEN
HOLOCENE | PESEK, PROD, PEŠČENA GLINA S PRODNIKI
SAND, GRAVEL, SANDY CLAY WITH PEBBLES | → SMER VPADA PLASTI
DIP OF STRATA | ○ ZAJET IZVIR IZDATNOSTI 1-10 L/SEK
CAPTURED SPRING YIELDING 1-10 L/SEK |
| PLEISTOCEN
PLEISTOCENE | PEŠČEN PROD Z VLOŽKI PESKA IN KONGLOMERATA
SANDY GRAVEL WITH SAND AND CONGLOMERATE INTERCALATIONS | — POVRŠINSKI TOK
PERENNIAL STREAM | ○ VODNJAK DO 6m GLOBINE
WELL TO 6ms DEEP |
| | | - - - OBČASNI POVRŠINSKI TOK
PERIODICAL STREAM | ● VODNJAK GLOBINE 6-20m
WELL 6-20ms DEEP |
| | | — HIDROIZOHIPSE [22-26. V. 1964]
WATER TABLE ISOHYPSES [22-26. V. 1964] | ● VODNJAK GLOBINE PREKO 20m
WELL MORE THAN 20ms DEEP |
| | | → SMER TOKA PODTALNE VODE
THE GROUNDWATER FLOW DIRECTION | ⊕ OPAZOVALNA VRTINA
PIEZOMETER |
| SREDNJI IN SPODNJI MIOCEN
MIDDLE AND LOWER MIOCENE | PEŠČEN LAPOR Z VLOŽKI PEŠČENJAKA IN ZBITEGA PESKA
SANDY MARL WITH SANDSTONE INTERCALATIONS | ⚡ IZVIR IZDATNOSTI 0,1-1L/SEK
SPRING YIELDING 0,1-1L/SEK | ▽ VODOMER
HYDROMETER |
| | LAPOR Z VLOŽKI TUFSKEGA PEŠČENJAKA IN SILIFICIRANE GLINE
MARL WITH TUFFACEOUS SANDSTONE AND SILICEOUS CLAYSTONE INTERCALATIONS | ⚡ IZVIR IZDATNOSTI 1-10 L/SEK
SPRING YIELDING 1-10 L/SEK | ▬ ROB TERASE
EDGE OF THE TERRACE |
| | PEŠČEN LAPOR IN PEŠČENJAK Z VLOŽKI KONGLOMERATA
SANDY MARL AND SANDSTONE WITH CONGLOMERATE INTERCALATIONS | ⚡ ZAJET IZVIR IZDATNOSTI 0,1-1L/SEK
CAPTURED SPRING YIELDING 0,1-1L/SEK | ▬ OS ZASUTE DOLINE
AXES OF THE BURIED VALLEY |
| | TONALITNA BREČA
TONALITE BRECCIA | | |

Pri Mariborskem otoku in v Melju je razvita nizka holocenska terasa, ki se dviga le nekaj metrov nad rečno gladino. Holocenski nanos je zelo tanek.

Nad terasami na levem bregu Drave se dviga gričevje, ki ga sestavljajo terciarne plasti.

Od Kamnice do Kalvarije nastopa temno siv trd peščen lapor z vložki peščenjaka in konglomerata. Pri kmetijski šoli na vznožju Kalvarije in v vrtinah B₄ in B₆ na levem dravskem bregu sta pod laporjem tonalitna breča in tonalit. Stratigrafska uvrstitev temno sivega trdega laporja ni zanesljiva, verjetno pripada spodnjemu miocenu.

Izdanki temno sivega peščenega laporja z vložki konglomerata se pojavljajo tudi na levem in desnem bregu Drave.

Prvi izdanek sega od elektrarne na Mariborskem otoku približno 500 m daleč proti mostu prek Drave. Lapor tu potone pod kvartarne naplavine in se ponovno pojavi na površini okrog 800 m nizvodno od mostu. Od tod pa vse do vrtine B₄ so nižji deli levega dravskega brega sestavljeni iz laporja, na njem pa leži tanka plast proda. Pri Studenški brvi lapor potone pod prodni nanos in pride na površino šele na vznožju Meljskega hriba.

Na desnem dravskem bregu so izdanki temno sivega peščenega laporja okrog 450 m nizvodno od roba otoka. Od tod vse do Studenške brvi sestavlja nižje dele strmega dravskega brega peščen lapor, na njem pa leži prod visoke pleistocenske terase. Na kontaktu laporja in proda izvirajo številni studenci, po katerih je verjetno dobil ime ta del Maribora.

Južna pobočja Kalvarije in Piramide sestavlja lapor z vložki diagenetsko sprijete gline in tufita. Te plasti leže na temno sivem peščenem laporju in pripadajo tortonu.

Še mlajši, srednjertonski, je siv lapor z vložki peščenjaka in peska na severnem pobočju Kalvarije in Piramide ter na Meljskem hribu.

Terciarne plasti so povečini položno nagnjene ter sestavljajo plitve sinklinale in antiklinale. Na območju Kamnice in Studencev zasledimo plitvo sinklinalo, katere os poteka približno v smeri sever—jug. Območje med Studenško brvjo in Kalvarijo ter Meljskim hribom je rahlo antiklinalno vzbočeno. Jedro antiklinale sestavlja tonalitna breča. Antiklinala je kupolasto vzbočena in je verjetno lokalnega značaja.

Osi sinklinalnih in antiklinalnih struktur potekajo približno v smeri sever—jug, plasti pa so nagnjene proti zahodu in severozahodu ter proti vzhodu in severovzhodu.

3. Pregleden hidrogeološki opis

Za hidrogeologijo obravnavanega ozemlja sta pomembni dve vrsti kamenin, in sicer propustni pleistocenski prod in pesek ter nepropustni terciarni lapor, peščen lapor, peščenjak, diagenetsko sprijeta glina ter konglomerat.

Propustni pleistocenski peščeni prod sestavlja pleistocenske terase na levem in desnem bregu Drave. Sejalne analize proda in peska iz vrtin

v Kamnici so pokazale, da je odstotek melja, ki predvsem zmanjšuje njegovo propustnost, zelo različen.

Prod iz vrtin K_1 , K_2 , K_3 in K_4 , ki so bile izvrtane neposredno na dravskem bregu, vsebuje skoraj vedno nekaj melja, do 18 %. Nasprotno pa prod iz vrtin K_8 , K_9 , K_{10} in K_{11} , oddaljenih od brega 350 do 850 m, ne vsebuje melja. Zadnje štiri vrtnice so približno v osi stare zasute dravske struge. Prav tako prod iz vrtin B_8 in B_9 ne vsebuje melja. Prod iz vrtin K_4 , K_5 , K_6 na obrobju zasute dravske struge vsebuje 7 do 12 % melja.

Propustnost pleistocenskega peščenega proda je bila ugotovljena s poizkusnim črpanjem iz vodnjaka v Kamnici. Vrednost koeficienta propustnosti k je 0,8 cm/sek.

Izračun koeficienta propustnosti iz presejnih krivulj je znatno manj točen, kot poizkusno črpanje, vendar je uporaben za medsebojno primerjavo. Pri našem izračunu smo uporabili Hazenovo enačbo.

$$k = 1,16 \cdot d_{10}^2 \text{ cm/sek}$$

Izračunani koeficient propustnosti proda iz vrtin K_8 , K_9 , K_{10} in K_{11} niha od 2,6 cm/sek do 4.10^{-3} cm/sek, medtem ko je koeficient propustnosti proda iz vrtin, ki so bile izvrtane v bližini dravskega brega ter na obrobju stare zasute dravske struge, manjši od 5.10^{-2} cm/sek in doseže celo vrednost 1.10^{-4} cm/sek. V vrtinah B_8 in B_9 niha od $4,64.10^{-2}$ do $9,4.10^{-3}$ cm/sek.

Po podatkih številnih vrtin v Mariboru je mogoče dokaj točno slediti potek stare dravske struge. Njena os poteka od mostu na Mariborski otok proti severovzhodu prek vrtin K_7 in K_8 , nadalje prek vrtin K_{11} in K_{10} proti črpališču v Kamnici in naprej proti jugovzhodu. Sedanjostrugo preseka nizvodno od Studenške brvi, poteka do železniškega mosta vzporedno z njo, nakar preide na desni dravski breg.

Vodonosna plast je v najglobljih delih starega korita debela 11,5 do 16 m. Padec gladine podtalne vode je od vtoka pri mostu na Mariborski otok do črpališča precej velik, povprečno 1,8 %. Okoli črpališča je nastal zaradi stalnega črpanja lijak, katerega obseg ni točno znan. Nizvodno od črpališča proti Studenški brvi in železniškemu mostu je padec gladine le 0,5 %.

Anomalije v padcu so nastale zaradi črpanja vode iz vodnjaka v Kamnici in vpliva pronicanja iz Drave nizvodno od Studenške brvi. Presek z vodo prepojenega proda v starem koritu se spreminja z nihanjem gladine podtalne vode. Pri srednjem vodostaju obsega ob vtoku v staro strugo 5760 m², v preseku, ki je vzporeden z Vinarskim potokom, pa 4860 m². V preseku skozi vrtnice B_4 , B_8 , B_9 in B_{10} obsega 4590 m². V tem preseku je stara struga najožja, nizvodno od tod pa se zelo razširi. Iz strukturne karte (2. sl.) laporne podlage ter iz hidrogeološke karte (1. sl.) je vidno, da se preceja po stari zasuti dravski strugi podtalna voda, ki jo napajajo Drava, podtalna voda iz Pohorja in padavine iz pripadajočega padavinskega območja, ki obsega približno 26 km². Iz tega območja se preceja v globino in napaja podtalno vodo po grobi oceni 30 % letnih padavin. Po osnovni enačbi vodne bilance je količina padavin enaka

izhlapevanju in transpiraciji, površinskemu odtekanju ter pronicanju v podzemno vodo.

Te enačbe ni mogoče uporabiti z istimi elementi za celotno padavinsko območje. Na območju Slovenskih goric je pronicanje padavinske vode v podzemlje neznatno, del padavinske vode odteče po površini, del pa izhlapi. Površinski tokovi se združijo v potoke: Kamniški potok, Rošpoh, Počehovski potok in še nekaj manjših. Povečini se v sušnem delu leta ne izlivajo v Dravo, ampak poniknejo v prodno naplavino in napajajo podtalno vodo v stari dravski strugi, delno pa odtekajo po mestnih kanalih v Dravo.

Padavine neposredno na prodnih terasah pronica v podzemlje in prav tako napajajo podtalno vodo, ki se preceja po stari dravski strugi. Velik del padavin odteče po kanalih v Dravo.

Podatkov neposrednih merjenj o količini vode, ki pronica v podtalno vodo, ni. Privzeli bomo, da pronica iz našega padavinskega območja v podtalno vodo 30 % padavin. Na območju Maribora pade povprečno 1000 mm padavin na leto, na celotnem padavinskem območju pa $2,6 \cdot 10^7 \text{ m}^3$, povprečno torej $0,820 \text{ m}^3/\text{sek}$. Okrog 30 % padavin napaja po cenitvah nekaterih hidrotehnikov podtalno vodo na območju mesta Maribora, tj. okrog $246 \text{ l}/\text{sek}$. Od tega gravitira okrog $30 \text{ l}/\text{sek}$ proti črpališču v Kamnici in dodatno napaja vodo, ki se preceja iz Drave v levi breg.

Na odseku med vtokom in vrtino B_4 pri Studenški brvi visoko dvignjena nepropustna laporna podlaga na bregu Drave preprečuje neposredno precejanje dravske vode v podtalnico, ki se premika po stari zasuti dravski strugi, razen na samem vtoku. Nizvodno od Studenške brvi sta rečna voda in podtalnica v neposredni medsebojni zvezi.

Za izračun količine vode, ki se preceja po stari zasuti strugi, bomo uporabili presek skozi vrtine K_5 , K_6 , K_7 in K_8 ter G_4 . Ta presek je približno v sredini med presekom, ki poteka ob dravskem bregu, ter presekom po strugi Vinarskega potoka.

Površina preseka je 6890 m^2 . Povprečni hidravlični gradient smo dobili s tem, da smo delili razliki gladin podtalne vode v vrtini K_3 vzvodno od preseka in v vrtini K_{10} nizvodno od preseka z razdaljo, ki smo jo merili po osi stare struge.

$$i_{sr} = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{250.73 - 249.35}{750} = 1,78 \text{ ‰}$$

Hidravlični gradient je nizvodno od našega preseka znatno večji kot vzvodno, kljub temu, da je nepropustna podlaga položno in enakomerno nagnjena. Povečan strmec gladine podtalne vode je povzročila depresija v črpalnem vodnjaku v Kamnici.

Za izračun pretoka v območju našega preseka bomo privzeli enačbo

$$Q = k \cdot F \cdot i_{sr}$$

k = koeficient propustnosti,

F = presek, skozi katerega se pretaka podtalna voda,

i_{sr} = povprečni hidravlični gradient.

Koeficient propustnosti $k = 0,8$ cm/sek. Skupno se pretaka v območju našega preseka $Q = 0,008 \cdot 6890 \cdot 0,00178 = 0,098$ m³/sek, kar je nekaj več kot črpajo vode v črpališču v Kamnici.

Pri sedanjem stanju odtekajo nizvodno od črpališča v Kamnici po stari strugi le majhne vodne količine.

Izračunali bomo še pretok v preseku B_4, B_8, B_9, B_{10} okrog 1150 m nizvodno od črpališča v Kamnici. Površina preseka je 4590 m². Hidravlični gradient smo dobili tako, da smo delili razliko gladin podtalne vode v vrtinah B_8 in B_2 z razdaljo

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{248,86 - 248,41}{710} = 0,58 \text{ ‰}$$

Pretok v tem preseku je le 0,021 m³/sek. Od skupnega izračunanega pretoka pripada le majhen del podtalni vodi, ki se preceja skozi staro zasuto strugo v Kamnici. Velik del podtalne vode, ki teče skozi ta presek, se napaja s padavinsko vodo iz pripadajočega padavinskega območja.

Območje vzhodno od črte Studenška brv—Kalvarija predstavlja bazen podtalne vode, ki ga napaja padavinska voda iz pripadajočega območja in manjši površinski tokovi, ki delno pronica v propustni prodni nanos dravskih teras. Podtalna voda je v neposrednem stiku z rečno vodo, ki pri visokih vodostajih pronica v podtalno vodo.

Iz hidrogeološke karte (1. sl.) je vidno, da se gladina podtalne vode dviga od dravskega brega proti hribovju.

Z vodo prepojen del preseka vzdolž levega dravskega brega od Studenške brvi do jezua v Melju ima površino približno 30 000 m².

Hidravlični gradient je 0,59 ‰. Podatek smo dobili iz razlik gladin podtalne vode v vrtinah G_3 in B_{21} , ki smo jo delili z razdaljo

$$i = \frac{248,95 - 248,49}{790} = 0,59 \text{ ‰}$$

Kot koeficient propustnosti smo privzeli vrednost 0,8 cm/sek, čeprav so nalivalni poizkusi v Melju dali manjše vrednosti (0,34 cm/sek).

Skozi ta presek se torej preceja $0,008 \cdot 30\,000 \cdot 0,00059 = 0,140$ m³/sek vode.

Gladina podtalne vode je na vsej pleistocenski terasi na levem bregu od 15 do 30 m globoko. Na nižjih terasah v Melju je plitveje, povprečno okrog 10 m.

Na površini so terase povprečno prekrите z nekaj metrov debelo plastjo gline, ki so jo v središču mesta odstranili.

V Kamnici je terasa prerezana z globokimi grapami Rošpoha, Vinarskega potoka in drugih manjših potokov. V sušni dobi ti potoki poniknejo v prodni nanos še pred izlivom v Dravo. Vode potokov so močno onesnažene, zato preti stalna nevarnost okuženja vode v vodnjaku v Kamnici. Posebno nevaren je Vinarski potok, ki teče v njegovi neposredni bližini.

4. Hidrogeološki problemi v zvezi z zaježitvijo

Z zaježitvijo Drave na koti 253,0 m se bodo hidrogeološke razmere na levem bregu v znatni meri spremenile. Predvsem se bo povečala debelina vodonosne plasti na vsej terasi. Voda v akumulacijskem bazenu bo mirna in bo vsebovala precej suspendiranih delcev, ki se bodo pri pronicanju vode skozi propustni dravski breg v staro zasuto strugo pri Mariborskem otoku usedali v porah med prod, ter s tem zmanjševali njegovo propustnost. Ta proces traja že ves čas, odkar si je Drava vrezala svojo sedanjo strugo, vendar se bo z nastankom akumulacijskega jezera pospešil. Če bo po pričetku obratovanja elektrarne količina vode v črpališču močno padla, bo treba občasno očistiti dravski breg na odseku, kjer odteka dravska voda v staro zasuto strugo.

Na delu terase nizvodno od Studenške brvi, kjer potone laporna podlaga pod gladino Drave, se bo dvignila gladina podtalne vode za več metrov. V središču mesta zaradi tega ne bo škodljivih posledic, nasprotno pa bo v niže Melju zalila kleti raznih objektov, predvsem tovarn, zato bo treba breg zavarovati z nasipi ter z zagatno steno, ki bo segala do nepropustne podlage. Razen tega bo treba preprečiti dvig gladine podtalne vode zaradi dotoka iz zaledja z drenažo. Pri izračunu propustnosti drenaže je treba upoštevati dotok podtalne vode iz zaledja, ki ga je po približnih izračunih okrog 250 l/sek, ter pronicanje iz bazena v primeru, če zagatna stena ne bo segala vzvodno do mesta, kjer je laporna osnova nad koto zaježitve.

5. Zaključek

Pri številnih geoloških raziskavah je bilo ugotovljeno, da poteka nekdanja zasuta dravska struga od Mariborskega otoka proti vodnjaku mestnega vodovoda v Kamnici in od tod proti Studenški brvi, kjer preseka sedanjo strugo. Pleistocenska zasuta dravska struga je 15 do 16 m globlja od današnje.

Po stari strugi se preceja podtalna voda, ki jo napajajo Drava, podtalnica iz desnega dravskega brega ter padavine iz pripadajočega padavinškega območja. Vodonosna prodna plast, po kateri se preceja podtalna voda, je debela 10 do 14 m in močno propustna. Koeficient propustnosti k je 0,8 cm/sek.

Skozi presek, ki poteka vzporedno s potokom Rošpoh, se pretaka 98 l/sek vode. Skoraj vso vodo izkoristijo v vodnjaku v Kamnici.

V preseku skozi vrtine B_4 , B_5 in B_6 , ki je 1150 m nizvodno od vodnjaka v Kamnici, se pretaka le 21 l/sek vode.

Z zaježitvijo Drave na koti 253,0 m se bo povečala debelina vodonosne plasti na vsej terasi. Na delu terase od Kamnice do železniške proge Maribor—Ljubljana dvig gladine podtalne vode ne bo imel škodljivih posledic. V niže ležečem Melju pa bo podtalna voda zalila kleti raznih objektov, zato bo treba breg zavarovati z nasipi ter z zagatno steno, ki bo segala do nepropustne podlage. Razen tega bo treba z drenažo pre-

prečiti dvig gladine podtalne vode zaradi dotoka iz zaledja. V drenažo bo dotekalo po približnih računih okrog 250 l/sek podtalne vode iz zaledja, ter velike količine dravske vode, ki bo pronicala skozi levi breg v primeru, če zagatna stena ne bo segala vzvodno do mesta, kjer je laporna osnova nad koto zaježitve.

HYDROGEOLOGIC PROBLEMS CONNECTED WITH THE EPIGENETIC VALLEY OF THE DRAVA RIVER AT MARIBOR TOWN

In Slovenia several epigenetic valleys of rivers Sava and Soča are known. Less known is the epigenetic valley of the river Drava at Maribor. There the river between Kamnica and the Studenci bridge cut its new bed into the marl, while the old buried valley passes close at the hill-sides of the Slovenske gorice hills.

The plain on the left and right side of the Drava river between Mariborski otok power station and Melje consists of Quaternary gravel and sand alluvions which descend step-like in several terraces from the hills to the actual Drava bed.

Above the terraces on the left Drava bank there is a chain of hills composed of Tertiary strata. Between Kamnica and Kalvarija occurs dark grey, hard, sandy marl with sandstone and conglomerate intercalations. Under this marl, at the agricultural school at the foot of Kalvarija hill and in the bore holes B-4 and B-6 on the left bank of Drava, tonalite breccia and tonalite were found. Outcrops of dark grey sandy marl with conglomerate intercalations occur also on the left and right Drava bank between Mariborski otok power station and Studenci bridge.

The southern slopes of the Kalvarija and Piramida hills consist of marl intercalated with diagenetically consolidated clay and tuffite. These beds lie over dark grey sandy marl, and they are of Tortonian age. Even younger is the Middle Tortonian grey marl with intercalations of sandstone and sand in the northern slopes of Kalvarija and Piramida, and on Meljski hrib.

The Tertiary beds are mildly inclined, and they form shallow synclines and anticlines. The axes of the synclinal and anticlinal structures strike approximately north-south, while the beds are dipping toward west and northwest, and toward east and northeast.

As far as the hydrogeology of the investigated area is concerned, two kinds of rocks are important. These are the permeable Pleistocene gravel and sand, and the impermeable Tertiary marl, sandy marl, sandstone, claystone and conglomerate.

The permeable Pleistocene sandy gravel builds the Pleistocene terraces on both banks of the river Drava. It was shown by mesh analyses of gravel and sand from bore holes at Kamnica that the percentage of silt which lowers the permeability, is very variable.

The gravel from the bore holes in the vicinity of the Drava banks contains almost always some silt, while the gravel from the bore holes farther of Drava generally contains no silt at all.

The permeability of the Pleistocene sandy gravel has been ascertained by the experimental pumping of water from the well of the city water supply at Kamnica. The value of the permeability k was 0,8 cm/sec.

According to the data from numerous bore holes at Maribor, it is possible to trace with sufficient precision the course of the old buried Drava bed. Its axis passes from the bridge at Mariborski otok towards northeast over bore holes K-7 and K-8, over K-11 and K-10 towards the pumping station at Kamnica and farther towards southeast.

The water-bearing horizon in the deepest parts of the bed is 11,5 to 16 meters thick. The gradient of the underground water table from the inlet at the bridge at Mariborski otok to the pumping station is considerable, in the average 1,8 ‰.

In the area around the pumping station as the consequence of constant pumping a depression cone was formed of dimensions not precisely known. Downstream of the pumping station towards the Studenci bridge and the railway bridge the gradient of the water table attains 0,5 ‰.

The section area of the water flooded part of the old Drava bed varies from 4590 to 6890 sq. m.

According to the hydrogeological map, in the old buried Drava bed flows the underground water recharged by the Drava river, the underground water from the Pohorje hills, and those from the precipitation basin.

In the section between the inlet in the old river bed and the bore hole B-4 at the Studenci bridge the uplifted impermeable marle basement impedes the direct inflow of the Drava water into the underground water, flowing in the old buried river bed, except at its inlet. Downstream of the Studenci bridge the river water and the underground water are in a direct contact.

In calculating the water flux in the old buried Drava bed the following equation is used:

$$Q = k \cdot F \cdot i_{sr}$$

k — permeability

F — section area through which the underground water is filtered

i_{sr} — the average hydraulic gradient

Through the section area of the bore holes K-5, K-6, K-7, K-8 and K-11 at Kamnica, according to the above equation 0,098 cu. m./sec water is filtered, that is something more than that pumped out from the well at Kamnica.

Through the section area of the bore holes B-4, B-8, B-9 and B-10 approximately 1150 m. downstream of the well at Kamnica not more than 0,021 cu. m./sec water is filtered. The greater part of the underground water filtering through the buried bed is therefore pumped out from the well at Kamnica.

The area east of the line Studenci bridge — Kalvarija represents a basin of the underground water, alimanted by the atmospheric waters of the adherent precipitation area. The underground water is in direct contact with the river water which during high waters penetrates into

the ground water, while normally the current of underground water is directed towards Drava. Through the section area at the river bank from the Studenci bridge to Melje approximately 0,140 cu. m./sec water are discharging.

The level of underground water lies on the Pleistocene terrace on the left Drava bank from 10 to 30 meters deep. In the lower terraces at Melje the depth of the water level is around 10 meters.

At Kamnica, the terrace is cut by deep gullies of Rošpoh, Vinarski potok and other smaller creeks. The waters are polluted to a high degree, so there is a considerable danger of contamination of the water in the well at Kamnica.

With damming up the Drava river at the elevation 253,0 m. the hydrogeological conditions on the left Drava side will be considerably changed. In the first place, the thickness of the water bearing layer in the whole terrace will be increased.

In the part of the terrace downstream of the Studenci bridge, where the marl basement sinks under the Drava level, the underground water table will be elevated for several meters. In the town there no harmful consequences can be expected, but in the lower lying Melje the water will flood cellars of various objects, especially factories. Therefore it will be necessary to secure the bank with embankments and with the sheet piling reaching down to the basement. Besides, drainage works will be needed to impede the lifting of the underground water table because of the inflow from hinterland. In calculating the permeability of the drainage system it will be necessary to take into account the influx of the underground water from hinterland (according to an approximate calculation around 250 l/sec), and the influx from the Drava basin in the case, that the sheet piling will not reach downstream to the spot where the marl basement lies above the height of the basin level.

O VREDNOSTI NEKATERIH STRUKTURNIH ANALIZ

Dušan Kuščer

S 6 slikami med tekstem

Pri terenskih geoloških preiskavah smo često navezani na nepopolne podatke, ki jih dobimo na izoliranih, med seboj več ali manj oddaljenih golicah. Iz teh podatkov moramo sklepati, kaj je med golicami in kakšno je normalno stratigrafsko zaporedje plasti preiskanega ozemlja, da bi mogli konstruirati ustrezne profile. Stopnja, do katere se rezultati preiskave približujejo stanju v naravi, je v veliki meri odvisna od geologovega znanja, spretnosti in izkušenj. Vsak geolog bi moral v svojih poročilih, profilih in kartah čim jasneje pokazati, kaj so dala neposredna opazovanja, in kaj je rezultat posrednega sklepanja.

Kadar uporabljamo rezultate preiskav drugih geologov pa žal pogosto težko presodimo, kaj je zanesljivo, in kaj rezultat več ali manj samovoljnih sklepov in površnih ocenitev. To močno ovira primerjalne študije, posebno v stratigrafiji in tektonski geologiji. Zato iščemo tudi v geologiji nove, eksaktnije metode, s katerimi bi lahko napačne interpretacije čim bolj omejili.

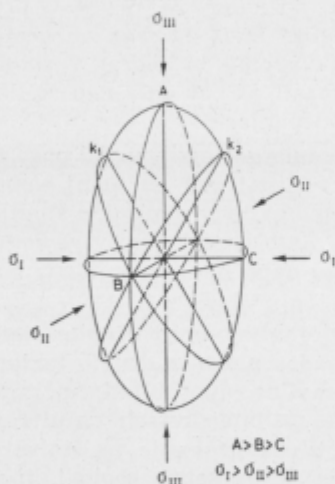
V zadnjem času geologi tudi pri nas uporabljajo med drugim statistične metode obdelave razpok, prelomov, vpadov plasti in drugih tektonskih elementov. Če hočemo te metode pravilno uporabljati, moramo poznati osnovne pojme matematične statistike, pri interpretaciji rezultatov pa tudi določene pojme nauka o trdnosti. Pouk geologije na univerzi podaja te osnove pri nas šele v zadnjih letih, zato posebno geologi, ki so študirali po starem učnem načrtu, z veseljem preberejo vsako publikacijo, v kateri je prikazana uporabnost statističnih metod v sprejemljivi obliki.

Tudi Bercetov članek (1963) smo prebrali z zanimanjem. Kot kaže, se je avtor zavedal, da pri nas te metode še niso dovolj poznane in jih je zato skušal posredovati v obširnejšem uvodu ter na primeru rudišča Sitarjevec pokazati njihovo uporabnost. Takoj v prvem odstavku je ugotovil, da se strukturna metoda »za sedaj v naših rudiščih premalo uporablja še celo tam, kjer predstavlja skoraj edini podatek«. Nato pravi v drugem odstavku, da so se pri statističnem urejevanju podatkov »pkazale določene pravilnosti, ki omogočajo podrobnejšo interpretacijo strukture rudišča in lege rudnih teles, kot pa bi jih dobili le na podlagi opazovanj in splošnih geoloških podatkov«. Toda zaključki, do katerih je prišel na podlagi statistične analize vpadov plasti ter razpok in prelomov v rudišču Sitarjevec, kažejo, da rezultati le niso bili tako plodni. Saj sam

pravi na 188. strani: »Na podlagi teh podatkov lahko rečemo, da tvorijo posamezni bloki, čeprav ne vemo njihovega realnega položaja v prostoru, nekakšno gubo, ki jo moremo imenovati statistična guba«.

Kako naj koristijo takšni statistični podatki pri interpretaciji rudišča, če ne povedo niti kakšen je položaj posameznih blokov, kaj šele da bi iz njih zvedeli, kakšen je položaj rudnih teles. Takšne statistične analize so za rudarsko geologijo brez pomena in nikakor ne morejo prispevati k pravilnejšemu zastavljanju sledilnih del, kot bi to Berce rad prikazal (185. str.). Podrobni podatki, da je rudišče v sinklinali in da ima rudno telo Grol obliko skleda, so rezultati običajnih splošnih geoloških opazovanj (Berce, 1963, 188).

Proučevanje posameznih tektonskih oblik pričenja avtor z razlago elipsoida deformacije. Ko pravi, da je ta elipsoid homogen elipsoidu napetosti pri elastičnih deformacijah, bi moral nekoliko podrobneje razložiti, kaj s tem misli; saj je tudi vsaka plastična deformacija posledica



1. sl. Elipsoid deformacij

A, B in C so glavne osi elipsoida, σ_I , σ_{II} , σ_{III} glavne napetosti, k_1 in k_2 krožna preseka elipsoida

napetostnega stanja, ki ga lahko opišemo z elipsoidom. Obseg plastične deformacije v določeni točki telesa lahko nazorno prikažemo z elipsoidom deformacije, ki predstavlja deformirano kroglo, očrtano okrog te točke kamenine pred pričetkom deformacij. Čim večja je razlika med glavnimi osmi A, B in C tega elipsoida (1. sl.), tem večja je plastična deformacija. Legi najmanjše in največje osi nam kažeta, v kateri smeri se je kamenina najbolj krčila oziroma najbolj raztezala. Če se kamenina deformira tako, da ostanejo glavne napetosti ves čas vzporedne z osmi elipsoida deformacij, bo njegova najmanjša os vzporedna z največjo glavno napetostjo (σ_I), največja pa z najmanjšo glavno napetostjo (σ_{III}), vendar le takrat, kadar je kamenina izotropna.

Nerazumljiv je stavek: »Drsenje blokov se po njem« (po Beckerju) »javlja le v dveh krožnih presekih elipsoida« (Berce, 1963, 186).

Nikomur ne bo jasno, za kakšne bloke tu gre. Plastična deformacija, katero opisujemo z elipsoidom deformacije, je bolj podobna toku viskozne tekočine, kot pa drsenju enega bloka ob drugem. Nadalje pravi (na 186. str.), da »danes lahko rečemo, da ta hipoteza« (namreč hipoteza o elipsoidu deformacij) »pojasnjuje le posebne primere pri deformaciji kamenin« in navaja osem vzrokov, ki kažejo, »da ta hipoteza ni popolnoma v redu«:

»a) kamenine so običajno nehomogene«.

V tem primeru bodo tudi deformacije nehomogene. Vendar bomo lahko deformacijo okrog vsake točke v kamenini opisali z elipsoidom, če je le zvezna, tj. brez premikov ob razpokah, in če je tudi sprememba deformacije med dvema sosednjima točkama kamenine zvezna, tj. če so odvodi deformacij po koordinatah zvezni in majhni v primeri z velikostjo mineralnih zrn. Ta pripomba velja tudi za večino drugih točk, ki jih avtor navaja pod b) do h).

»b) deformacije samo v dveh dimenzijah so izjemen primer«.

Pri vsakem študiju širšega območja se nam bo pa vseeno zazdelo, da to ni tako izjemen primer. Vedno poudarjamo, da so se npr. v vzhodnih Alpah vršile deformacije v smeri sever—jug, v Dinarskem gorovju pa v smeri severovzhod—jugozahod. Premikanja v vzdolžni smeri gorovja so izjeme. Le redkokje bomo imeli torej večje deformacije v vseh treh dimenzijah.

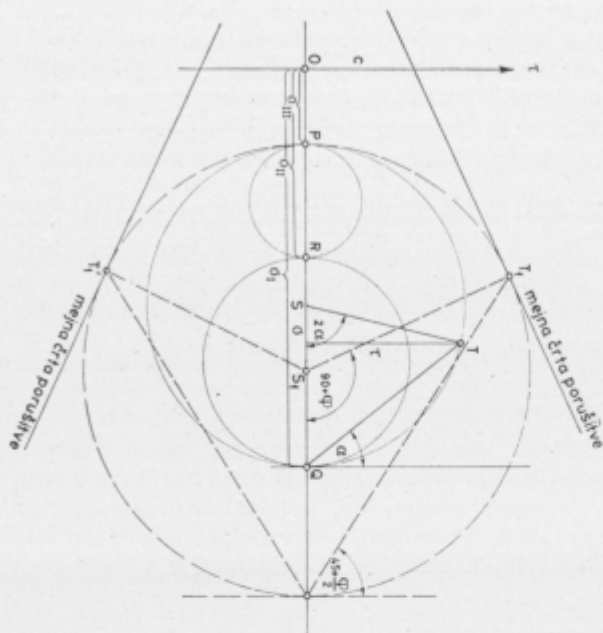
»c) običajno so deformacije neafine«.

Z drugimi besedami lahko rečemo, da so deformacije nehomogene in velja isto, kar smo povedali zgoraj pri a).

»d) drsenje se javlja v conah vseh treh osi«.

Avtor je to verjetno povzel po Ažgireju (1956, 53), ki razlaga smeri razpok z Mohrovimi krogi, s katerimi grafično ponazorujemo napetosti določene točke v poljubni smeri. Največji med krogi podaja napetosti v ravninah pasu srednje glavne napetosti σ_{II} , tj. ravninah, vzporednih tej napetosti. Če so bile med deformacijo glavne napetosti ves čas vzporedne osem deformacijskega elipsoida, je srednja glavna napetost σ_{II} vzporedna osi B. Če poznamo napetost v dveh ravninah tega pasu in obenem položaj teh ploskev, lahko napetosti v vseh drugih ploskvah pasu izračunamo. Napetosti prikažemo v diagramu (sl. 2 a), v katerem nanesimo na absciso daljico, proporcionalno normalni napetosti σ , na ordinato pa daljico, proporcionalno tangencialni napetosti τ . V tektonski geologiji je pripravneje, da računamo tlačne napetosti pozitivno in ne negativno, kot je običajno v tehničnem nauku o trdnosti.

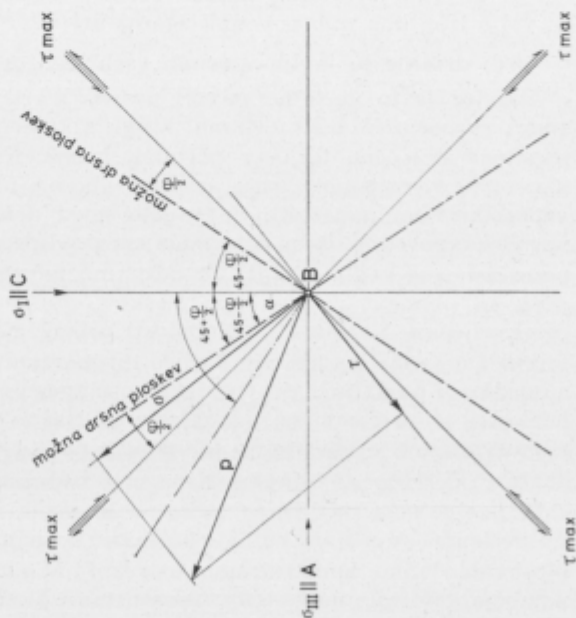
Če vnesemo točke z abscisami σ in ordinatami τ za vse ploskve pasu osi B, se pokaže, da leže te točke na krogu, ki poteka skozi točki P in Q z abscisama σ_{III} in σ_I in ordinato 0. Brž ko poznamo napetosti v dveh takšnih ploskvah, lahko konstruiramo ustrezni Mohrov krog in z njegovo pomočjo določimo napetosti v vseh ostalih ploskvah tega pasu. Normalno in tangencialno napetost poljubne ploskve tega pasu, katere normala



2. sl. a) Mohrovi krogi za napetostno stanje, pri katerem so vse tri glavne napetosti tlačne napetosti

b) Položaj ravnin, ki ustrezajo ravninam pasu osi B v sl. 2 a)

σ_1, σ_{III} — skrajni glavni napetosti, σ — normalna napetost v poljubni ploskvi, ki oklepa s smerjo σ_1 kot α
 τ — tangencialna napetost v poljubni ploskvi, τ_{max} — smer ploskve z maksimalnimi tangencialnimi napetostmi, φ — strižni kot, A, B in C — smeri glavnih osi deformacijskega elipsoida. S prekinjeno črto je narisano napetostno stanje tik pred porušitvijo in ustrezne drsne ravnine



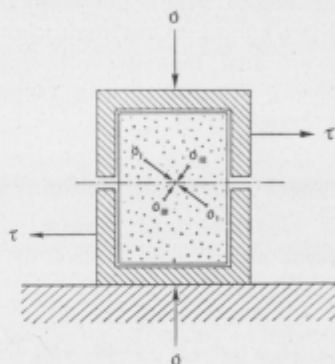
oklepa z največjo glavno napetostjo σ_I (sl. 2b) kot α , dobimo iz diagrama, če potegnemo radij ST (sl. 2a) pod kotom 2α k abscisni osi (oz., kar je isto, če potegnemo iz točke Q premico pod kotom α k tangenti v točki Q) do presečišča T s krogom. Abscisa te točke je proporcionalna normalni napetosti v tej ploskvi, ordinata pa tangencialni. Iz diagrama je takoj vidno, da so največje tangencialne napetosti vedno v ploskvah, ki oklepajo z glavnima napetostima σ_I in σ_{III} kot 45° , in da je tangencialna napetost ravno polovica difference med glavnima napetostima, $\tau = \frac{\sigma_I - \sigma_{III}}{2}$.

Kar smo povedali za napetosti v pasu osi B, velja tudi za napetosti v pasovih osi A in C, ki jih prikažemo z obema manjšima Mohrovima krogoma.

Čim večja je razlika med glavnima napetostima σ_I in σ_{III} , tem večji je ustrezen Mohrov krog. Pri dovolj veliki razliki pride do porušitve

3. sl. Shema strižnega poskusa

σ — smer normalne napetosti, τ — smer tangencialne napetosti v drsni ploskvi. σ_I in σ_{III} — skrajni glavni napetosti



materiala. Razlika je odvisna od snovi, iz katere je telo sestavljeno, poleg tega pa tudi od napetostnega stanja samega. Pri poskusu prestriga nekega telesa bomo npr. ugotovili, da je tangencialna napetost pri prestrigu odvisna od normalne napetosti (3. sl.). Pri mnogih snoveh je odvisnost linearna in velja zanje Coulombov porušitveni zakon $\tau_t = c + \sigma' \operatorname{tg} \varphi$ (τ_t — strižna trdnost kamenine, c — kohezija, σ' — efektivna normalna napetost, φ — kot notranjega trenja). Mejo porušitve nam kaže v Mohrovem diagramu v tem primeru premica, ki je nagnjena nasproti abscisni osi pod kotom φ in odseka na ordinatni osi odsek c (sl. 2a). Če se spremeni napetostno stanje tako, da se največji Mohrov krog dotakne te meje porušitve, sta med vsemi ploskvami v pasu osi $\sigma_{II} \parallel B$ dve, v katerih doseže razmerje med normalno in tangencialno napetostjo kritično vrednost. Legi teh ploskev ustrezata v diagramu dotikališče T_1 ter njegova zrcalna slika pod abscisno osjo. Radij S_1T_1 oklepa z abscisno osjo kot $90^\circ + \varphi$. Iz diagrama je razvidno, da oklepata normali na ploskvi kritičnih napetosti s smerjo napetosti σ_I kot $45^\circ + \frac{\varphi}{2}$, ploskvi sami pa kot $45^\circ - \frac{\varphi}{2}$.

Ti dve ploskvi oklepata torej kot $\frac{\varphi}{2}$ s ploskvama največjih strižnih napetosti.

Po Ažgireju pa naj bi bile možne napetosti, ki so višje od meje porušitve. V tem primeru bi največji ali celo srednji in najmanjši Mohrov krog sekal premico, ki označuje mejo porušitve v diagramu. Tedaj naj bi po vrsti nastale tudi drsne razpoke v pasovih drugih dveh osi. Taka razlaga je nesmiselna, ker ni možno napetostno stanje, katerega Mohrovi krogi bi segali prek mejne črte porušitve. Drsne razpoke so torej možne samo v dveh smereh v pasu osi B. Ažgirej bi moral poleg tega upoštevati pri svojem tolmačenju tudi drsne ploskve, vzporedne z ravninami izven pasov glavnih napetosti, v katerih je pa strižna napetost večja, kot v katerikoli ravnini pasov A in C, in bi moral pričakovati v njih nastanek drsnih razpok prej kot v ravninah pasov A in C. Kjer opazujemo v kamenini več sistemov drsnih ravnin, te niso mogle nastati istočasno. Ni pa potrebno, da pripisujemo razne sisteme drsnih razpok v isti kamenini različnim tektonskim fazam, ker se lahko med deformacijo v eni fazi lega glavnih napetosti tako močno spremenijo, da drsenje ob prvem sistemu drsnih razpok ni več možno in nastanejo nove razpoke v drugi smeri.

Na 187. strani ponavlja Berce isto napačno tolmačenje nastajanja razpok v pasovih vseh glavnih napetosti.

»e) koti med drsnimi ploskvami niso 45° , temveč so v smeri osi C običajno manjši, čeprav bi v domnevanem primeru morala os C tvoriti bisektriso topega kota«.

Kot os C označujemo pri deformacijskem elipsoidu vedno najkrajšo os (Sander, 1948, 65). Če ostanejo glavne napetosti med deformacijo vzporedne osem deformacijskega elipsoida, je os C v izotropnem sredstvu vzporedna največji glavni napetosti. Po Coulombovi teoriji porušitve je vse v redu, če oklepa ta os z drsnimi razpokami kot $54 - \frac{\varphi}{2}$ (gl. 333. str.).

»f) med drsnimi ploskvami, ki nastanejo pri elastičnih, in ravninami pri plastičnih deformacijah ni rotacije osi, čeprav ravnine niso med seboj paralelne«.

To naj bi bil rezultat poskusov Kosigina, ki nam žal niso poznani. Kljub temu z zgornjo trditvijo ne moremo biti zadovoljni, ker pri elastičnih deformacijah ne moremo govoriti o nikakršnih drsnih ravninah. Za kakšno rotacijo in za kakšne osi pri tem gre, nam ni razumljivo.

»g) pri deformacijah se spreminja tudi prostornina kamenin«.

Prostornina se lahko občutneje spreminja samo pri poroznih kameninah. Poroznost pa je znatna samo pri mlajših, le redko je velika pri predterciarnih kameninah. Vendar bo tudi pri konsolidaciji homogene porozne kamenine deformacija v dovolj majhnem obsegu homogena in jo lahko opišemo z elipsoidom.

»h) začetne točke deformacije ne moremo ugotoviti«.

Tudi ta stavek je težko razumljiv, ker ne vemo, kaj naj bi bila »začetna točka« deformacije. Verjetno misli s tem, da ni mogoče ugotoviti obsega celotne plastične deformacije, ki jo je kamenina pretrpela. Vendar to ne spremeni prav nič na trditvi, ki smo jo dali zgoraj pri točki a), da lahko zvezno deformacijo v dovolj majhnem obsegu opišemo z elipsoidom. Res pa je, da imamo le redko možnost ugotoviti, kolikšen je obseg deformacij, npr. na fosilih ali oolitih, ki so mineraloško enaki kot obdajajoča kamenina (primerjaj Goguel, 1952, 42 in E. Cloos, cit. po de Sitter, 1956, 82).

Na 186. in 187. strani navaja avtor vrsto hipotez, ki razlagajo nastanek razpok. Med temi hipotezami pa ne navaja Coulombove in Mohrove, ki ju učbeniki tektonske geologije povečini tudi podajajo. Trditev, da se za drsne razpoke in prelome na splošno smatra, da nastanejo v conah največjih tangencialnih napetosti, torej ni resnična, ker oklepajo po Coulombovi hipotezi te ravnine z drsnimi razpokami kot $\frac{\varphi}{2}$ (gl. 334. str.). Le če bi bil trenjski kot $\varphi = 0$, bi nastale drsne razpoke v ravninah največjih tangencialnih napetosti.

»Odrivne razpoke« naj bi nastajale po Bercetu predvsem v ravnini AC, tj. pravokotno na os B. Pravokotno na os A po mnenju avtorja ne nastajajo tako pogosto, ker naj bi njihovo nastajanje v tej smeri preprečevala teža kamenin.

Ta sklep vsekakor ni logičen. Če je os A najdaljša os deformacijskega elipsoida, je z njo vzporedna najmanjša glavna napetost. Natezne (»odrivne«) razpoke bodo v izotropnih kameninah mogle nastajati vedno le pravokotno na najmanjšo glavno napetost, ne glede na to, ali so napetosti nastale zaradi težnosti ali tektonskih sil. Pri krčenju zemeljske skorje v orogenetskih fazah bo os A skoro vedno več ali manj navpična. Natezne razpoke bodo več ali manj vodoravne, ker je v vseh drugih smereh normalna napetost večja kot v tej. Pri raztezanju zemeljske skorje bo pa os A več ali manj vodoravna in bodo natezne razpoke nastajale v več ali manj navpični smeri.

Pogosto v smeri osi B sploh ni večje spremembe dolžin in zaradi tega tudi nobenega razloga, da bi nastajale razpoke pravokotno na to smer. Če pa se vrši v tej smeri raztezanje, ni nobenega razloga, da bi razpoke nastajale samo pravokotno nanjo, ker je v vseh smereh, ki leže med krožnima presekom elipsoida in osjo A, raztezanje večje kot v smeri osi B (1. sl.). V teh smereh bi zato lahko prej nastale razpoke kot v smeri osi B.

Na 187. in 189. strani govori avtor, da so pri popuščanju zunanje sile kamenine zavzele uravnotežen položaj in se je pri tem izpremenil kot med razpokami in osmi deformacije, oz. izvršila nekakšna rotacija sistemov prelomov, zaradi česar naj bi se kot med plastmi in razpokami spremenil.

Kaj misli tu z »uravnoteženim položajem«, ni jasno, saj se kamenine tako počasi plastično deformirajo, da obstaja ves čas deformacije ravno-

težje med zunanji silami in notranjimi napetostmi, ker vztrajnostne sile lahko zanemarimo. Kot med razpokami in drugimi strukturnimi elementi se spremeni le toliko, kolikor so tektonske deformacije reverzibilne, tj. elastične. Te so pa v primeri s stalnimi deformacijami tako majhne, da jih lahko zanemarimo in zato ni treba upoštevati nobene spremembe po končanem tektonskem procesu. Da je to res, lahko hitro ocenimo po podatkih, ki jih imamo o napetosti in mehanskih lastnostih kamenin pri visokih pritiskih, kakršni vladajo v zemeljski notranjosti. Po eksperimentih Volaroviča (1962, 26) je pri vsestranskem pritisku 500 kp/cm^2 , ki ustreza globini okrog 2000 m, strižni modul pri peščenem laporju $0,45 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$, pri peščenjaku pa $0,84 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$. Manj vemo o velikosti napetosti, pri katerih so se vršile plastične tektonske deformacije. Po Goguelu lahko cenimo diferenco skrajnih glavnih napetosti od 800 kp/cm^2 (za apnénec), do 3000 kp/cm^2 (za peščenjak). Strižne napetosti so pri tem polovico manjše, torej 400 oz. 1500 kp/cm^2 . Če izračunamo po Hookevem zakonu $\tau = G \cdot \gamma$ (τ = strižna napetost, G = strižni modul, γ = specifični kot zasuka), kolikšna je sprememba kota med obema ravninama maksimalnih tangencialnih napetosti pri popušcanju strižne napetosti od 1500 kp/cm^2 na 0 kp/cm^2 in pri strižnem modulu $0,5 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$, ki je blizu nižje zgoraj navedene vrednosti, dobimo $\gamma = 1500/0,5 \cdot 10^5 = 3 \cdot 10^{-2}$. Če preračunamo to v stopinje oziroma minute, znaša ta maksimalna sprememba kota nič več kot $1^\circ 43'$, kar je seveda daleč pod geološko natančnostjo. Pri tem smo vzeli verjetno prenizko vrednost za strižni modul in previsoko za tangencialno silo. Če bi vzeli druge vrednosti, bi dobili še manjšo spremembo kota. Iz Bercetovih diagramov pa je razvidno, da oklepajo razpoke zelo majhen kot s plastmi. Sprememba kota med ploskvami bi bila v tem primeru še neprimerno manjša kot pri gornjem primeru, kjer smo izračunali spremembo kota med ploskvami največjih tangencialnih napetosti, ki je največja med vsemi poljubnimi pari ravnin.

Na str. 187 trdi avtor, da na podlagi analize razpok in prelomov ne moremo ugotoviti smeri sil, ki so povzročile nastanek tektonskih struktur, ker lahko nastane elipsoid deformacije pod vplivom ene sile, ali tudi para sil.

Ta nesmisel pogosto srečujemo v tektonski literaturi, kjer skušajo razlikovati dva principialno različna načina plastičnih deformacij, in sicer:

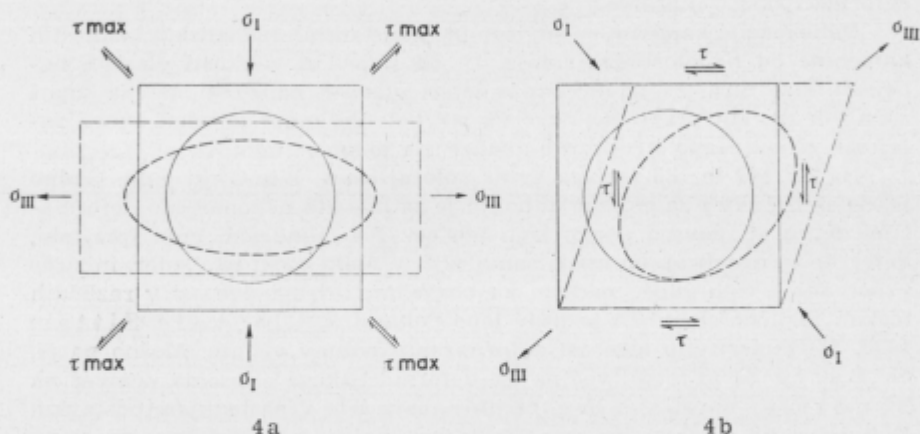
1. afino drsenje vzdolž enega sistema vzporednih ravnin in

2. afino drsenje vzdolž dveh sistemov vzporednih ravnin (primerjaj Sander, 1948, 34 in 41; Metz, 1957, 23 in 24).

Kot je opozoril že Goguel (1952, 36), pri homogenih izotropnih kameninah ni treba razlagati vsake plastične deformacije kot drsenje vzdolž sistemov vzporednih ploskev, ker se kamenina deformira podobno kot viskozna tekočina. Pogosto pa zaradi anizotropije trdnost kamenin ni v vseh smereh enaka, temveč je v eni smeri znatno manjša kot v drugih. Če se bodo med deformacijo razvile v kamenini drsine, bodo vzporedne tej, že vnaprej določeni smeri. Homogene kamenine postanejo takoj pri nastanku prve drsine trdnostno anizotropne, zato se bo nadaljnje drsenje

razvijalo povečini vzporedno s to, najprej nastalo drsino. Le če se spremeni napetostno stanje toliko, da drsenje v prvotni smeri ni več možno, bodo nastale nove drsine v drugi smeri. Če gre za razpoke v dveh smereh, ki so nastale ob istem času, ni moglo priti do istočasnih premikov v obeh sistemih, ker bi premik ob enem sistemu razpok prerezal druge razpoke in njihove posamezne odseke razmaknil, tako da drsenje ob njih ne bi bilo več možno.

Za ilustracijo deformacij ob enem oz. dveh sistemih drsnih ravnin navajajo povečini naslednji primer: kocko z včrtano kroglo deformiramo z neenakimi zunanji silami, ki delujejo pravokotno na dva para nasprotnih mejnih ploskev kocke; obenem preprečimo spremembo dolžin pravokotno na tretji par kockinih ploskev. Kocka se bo v eni smeri podaljšala, v drugi pa skrajšala, obenem se bo včrtana krogla deformirala v elipsoid, katerega osi bodo vzporedne robovom nastalega kvadra oz. prvotne kocke (sl. 4a). Tak način deformacije razlagajo v tektonski



4. sl. Nastanek elipsoida deformacij pri stiskanju (4a) in pri strigu (4b). Oba načina sta ekvivalentna, samo da so glavne napetosti pri sl. 4b zasukane za 45° nasproti sl. 4a. S polno črto je označena kocka z včrtano kroglo pred deformacijo, s prekinjeno črto pa nastala slika po deformaciji

σ_I, σ_{III} — glavni napetosti, τ — maksimalna strižna napetost

geologiji povečini z istočasnim drsenjem ob dveh sistemih vzporednih ravnin, ki naj bi bile prvotno vzporedne diagonalnim ravninam kocke in obenem krožnim presekom elipsoida pri začetni deformaciji. Pri nadaljnji deformaciji se lega teh presekov spremeni (to imenujejo notranja rotacija pri nevrtljivih deformacijah). Če deformiramo kocko s parom sil, ki deluje vzporedno z dvema nasprotnima ploskvama kocke (sl. 4b), se bo kocka spremenila v paralelepiped, včrtana krogla pa v elipsoid, ki bo imel daljšo os približno vzporedno z daljšo diagonalo paralelepipeda, krajšo os pa s krajšo diagonalo paralelepipeda. Tako deformacijo so si razlagali z drsenjem vzdolž enega sistema ravnin, ki so vzporedne z mejnimi ploskvami, na katere deluje par sil. Vse smeri, ki niso vzporedne

s ploskvijo, na katero delujejo sile, spremenene lego (notranje vrtenje pri vrtljivih deformacijah). Pri takem načinu deformacije pa se pojavijo v notranjosti kocke tlačne napetosti v smeri krajše, in enako velike natezne napetosti v smeri daljše diagonale. Pri čistem strigu se bosta kocka in krogla deformirali v vsakem trenutku prav tako, kot če bi ju v eni smeri pod kotom 45° na strižno silo stiskali, v drugi smeri pod kotom 45° pa raztezali. Med obema načinoma deformacije ne bi smeli delati razlike. Pri velikih deformacijah pa je vendarle razlika med čistim stiskanjem in čistim strigom, ker ostanejo v prvem primeru (sl. 4a) glavne napetosti ves čas deformacij vzporedne osem deformacijskega elipsoida, medtem ko je v drugem primeru (sl. 4b) kot med veliko osjo deformacijskega elipsoida in strižno silo v začetku 45° , a se kasneje zmanjšuje. Tega pa ne moremo imeti za bistveno razliko, ker bodo med deformacijami v eni tektonski fazi tudi glavne napetosti spremenile svojo smer in ne bomo imeli skoro nikdar glavnih napetosti ves čas vzporednih osem deformacijskega elipsoida.

Deformacije kamenin so odvisne pri konstantnih mehanskih lastnostih kamenine od napetostnega stanja, tj. od smeri in velikosti glavnih napetosti. Gre torej za ugotavljanje smeri glavnih napetosti, ne pa smeri zunanjih sil, kot pravi Berce na str. 187. Vsekakor je eden izmed zaželenih ciljev vsake strukturne analize, da te smeri ugotovi.

Na str. 187 in 188 razlaga avtor položaj osi A, B in C pri gubi. Čudno je, da skuša avtor za celotno gubo, to je za izrazito nehomogeno deformacijo, definirati povsod enako lego teh osi. Pri cilindrični gubi (pri taki, kateri je os premica), bo imela samo os B v vsaki točki isto smer, in sicer vzporedno z osjo gube, medtem ko bosta imeli drugi dve osi v različnih točkah različno smer. To je prav lepo pokazal E. Cloos (de Sitter, 1956, 82) z meritvijo lege osi deformiranih oolitov v gubi. Možno pa je, da Berce tu ni mislil več na osi deformacijskega elipsoida, temveč na Sanderjeve osi a, b in c, ki jih navaja šele v naslednjem odstavku. Definicija, ki jo daje Berce za te osi, pa je tako netočna, da si na podlagi nje ne moremo pravilno predstavljati njihove lege. Os a je po tej definiciji smer premika ali toka (tektonskega transporta po Sanderju) in leži prečno na os gube oziroma na prelomnico ter povečini več ali manj vodoravno. Osi b in c ležita v ravnini, ki je pravokotna na os a, vendar točnejša lega iz Bercetove definicije ni vidna.

Strukturno analizo rudišča Sitarjevec podaja avtor na precej svojevrsten način. Medtem ko navaja na 188. str., da v rudišču in njegovi bližini ne moremo dobiti običajnih geoloških elementov za določitev strukture, v kateri se javlja orudenjenje, pravi na isti strani spodaj, da sklepa po višinski razliki skoraj 100 m med skrilavcem v skrajnem severnem delu rudišča in v središču rudišča, da je rudišče v sinklinali.

Na 190. str. avtor podaja dva statistična diagrama, ki kažeta relativno pogostnost lege plasti oziroma razpok in prelomov v raznih smereh. Statistiko lahko napravimo na podlagi meritve vseh elementov neke množice (npr. pri ljudskem štetju), ali pa na podlagi meritve samo dela množice. Pri tem moramo paziti, da je ta del dovolj velik in da pri izbiranju elementov, ki smo jih merili, nismo napravili nobene selekcije, ki

bi nam sliko popačila. Podobno se moramo npr. tudi pri vzorčevanju rude za analizo držati določenega sistema, če hočemo dobiti pravilno sliko. Tudi statistiko usmerjenosti razpok, vpadov plasti, prelomov in drugih elementov delamo samo na delu celote in bi morali zelo paziti, da ne izvršimo pri meritvi selekcije elementov določene smeri in dobimo s tem popolnoma popačeno statistično sliko o njihovi relativni pogostnosti. Če merimo v neki jamski progi ali v vseku ob cesti, bomo zajeli mnogo več takih razpok, ki so približno pravokotne na jamsko progno ali vsek, in mnogo manj onih razpok, ki sekajo ta dela pod majhnim kotom, čeprav so te lahko prav tako pogostne, kot prve. Berce sicer navaja, da lahko pride zaradi tega do določenih sprememb v gostoti maksimumov, ne upošteva pa, da se lahko tudi lega maksimuma spremeni. Da bi lahko vsaj približno ocenili napako, ki je pri tem nastala, bi moral avtor podati situacijsko skico jamskih del, v katerih so bili tektonski elementi merjeni. Na vsak način pa bi moral pri diagramih navesti število meritev, na podlagi katerih so bili diagrami konstruirani.

Iz tega, da nastopajo v diagramih vpadov plasti štirje maksimumi, sklepa avtor, da gre v rudišču Sitarjevec za različno nagnjene bloke. To vsekakor ni logično, ker bi npr. tudi kupolasta guba lahko dala podobno sliko. V geologiji običajno govorimo o blokkih, kadar mislimo na dele zemeljske skorje, ki so omejeni s prelomi. Čudno se torej sliši, da tvorijo lahko bloki nekakšno gubo. Še bolj čudno je, da avtor, kot sam pravi, ne pozna realnega položaja blokov, čeprav je bilo treba za analizo napraviti vrsto meritev v jami in je torej tudi prostorski položaj vsake posamezne meritve znan. Iz tega bi se vsekakor dalo sklepati, ali obstajajo območja, v katerih imajo plasti približno isto lego in bi jih lahko imenovali blok. Najbolj čuden pa je novi tip gube, ki ga avtor tu navaja poleg tipov gub, navedenih že na 187. str., in ki ga imenuje statistična guba. Razumljiva je statistika položaja plasti v nekem nagubanem ozemlju, težko si bomo pa predstavljali, kaj naj bi bila statistična guba. Za vsakega geologa je guba določen pojem, podobno kot hrib in dolina. Kako naj si pa predstavljamo statističen hrib ali statistično dolino?

K že veliki nejasnosti teksta je dodal svoje še tiskarski škrat, ki je med drugim napravil iz elastični električni (186. str.) in je namesto ene izgubljene vrstice vrnil neko drugo, tako da čitamo na 188. str.: »Zato moremo reči tudi na podlagi diagrama, da gre v primeru Sitarjevca le za statistično gubo, ki jo moremo imenovati statistična guba«. Uredništvo Glasnika in avtor bi morali tiskarske korekture vsaj toliko vestno prebrati, da se take grobe napake ne bi vrinile.

Originalna je tudi konstrukcija osi b na 1. in 2. sliki. Pri cilindrični gubi leže vse projekcije posameznih meritev lege plasti na projekciji enega glavnega kroga. Pol tega kroga (projekcija pravokotnice na ravnino kroga) je projekcija osi b, tj. osi gube. V diagramu plasti rudišča Sitarjevec je Berce narisal štiri maksimume. V nasprotju z vsemi dosedanjimi definicijami osi b in tem primernim konstrukcijam, je konstruiral os b kot presečišče dveh glavnih krogov, ki potekata prek dveh parov maksimumov. Izbiro med možnimi variantami je izvršil na podlagi diagrama razpok, kar sploh ni utemeljil. Saj pravi na str. 187, da »lahko

govorimo o drsnih razpokah ali prelomih ob vsaki deformacijski osi«. Verjetno je vseeno na tistem predpostavljal, da so razpoke in prelomi rudišča Sitarjevec vzporedne z osjo b. V tem primeru pa je konstrukcija osi b na diagramu razpok prav tako napačna, kot konstrukcija osi b na diagramu vpadov plasti.

Os b, ki jo je dobil Berce pri svoji konstrukciji, je lahko kvečjemu sekundarna os b, ki je posledica deformacij prvotno ravnih osi gub (osi b). Vendar bi moral tudi v tem primeru dokazati, da tvorijo plasti, katerih vpadi leže na enem loku, gubo v enem delu (npr. zahodnem delu) rudišča, plasti, katerih vpadi leže na drugem loku, pa v nasprotnem delu rudišča.

Loke, ki jih je avtor uporabil za konstrukcijo osi b, v diagramih s tako nejasnimi maksimumi, kot so oni za rudišče Sitarjevec, bi lahko prav tako položili drugače in celo bolj pravilno, saj poteka levi lok v diagramu plasti precej daleč izven zgornjega maksimuma. Pri tako spremenjenem položaju bi dobili lahko tudi za 10, 20 ali več stopinj drugačen položaj osi b.

Za konstrukcijo osi b je uporabljal krožne loke, tako da upravičeno posumimo, da je pri svojih diagramih uporabljal namesto Schmidtove Wulfovo mrežo, ki je pa za statistične diagrame neuporabna.

Na 189. str. ugotavlja, da »statistična guba, v kateri leži rudišče Sitarjevec, ne kaže posebne zveze z regionalno strukturo ozemlja. Po regionalnih podatkih so razviti na tem ozemlju le alpski strukturni elementi in prelomi dinarske smeri«.

Kolektivni diagram razpok in prelomov pa kaže, da ima glavni sistem razpok in prelomov v rudišču Sitarjevec tudi dinarsko smer. Smer plasti pa v »litijski antiklinali« nikakor ni povsod alpska. Tako imajo triadne plasti pri Konjščici vzhodno od Renk, ki tudi pripadajo litijski antiklinali, smer NW—SE, kot je vidno iz Tellerjeve geološke karte Celje—Ra-deče. Zato ni jasno, zakaj naj bi bila struktura rudišča Sitarjevec nekaj tujega v litijski antiklinali. Berce pa trdi, da gre v primeru rudišča Sitarjevec verjetno za ohranjeno staro tektonsko strukturo. Sklicuje se na podobno orientirane strukture na Idrijskem ozemlju in v Savinjski dolini, za katere izjavlja, da je po geoloških podatkih mogoče določiti starost premikov. Avtorjeva razprava je namenjena širšemu krogu bralcev, ki jim podatki v Savinjski dolini in na Idrijskem ozemlju niso znani, zato bi moral avtor primerjavo z Litijo bolj utemeljiti, da bi nas prepričal o podobnosti tektonskih struktur na omenjenih območjih.

Svoj članek zaključuje Berce z naslednjima stavkoma: »Po dosedanjih podatkih strukturne analize bi lahko sodili le, da gre v primeru dosedanje Litijske antiklinale verjetno za antiklinorium ali sinklinorium. Seveda pa bi morali celotno ozemlje v Litijski antiklinali proučiti podrobneje in bi šele nato lahko ocenili, kakšne strukture so v njem razvite.«

Verjetno bodo soglašali vsi geologi, ki so kdaj prečitali definicijo antiklinorija ali sinklinorija, da je »Litijska antiklinala«, če ni antiklinala, lahko samo antiklinorij, saj spremljata karbonsko jedro na severu in jugu triadna pasova.

Ber ce je skušal na šestih straneh razložiti osnovo statistične analize tektonskih elementov in podati poleg tega še primer, kako se taka analiza v praksi uporablja. Na tako omejenem prostoru tega vsekakor ni mogel napraviti v sprejemljivi obliki. Povečini se je pri tem moral omejiti na naštevanje raznih hipotez in tipov tektonskih deformacij, ne da bi mogel osnove podrobneje razložiti. S tem pa je postal tekst tako nepregleden, da je pri površnem čitanju sploh težko razumeti za kaj gre. Pri podrobnejšem pregledu pa smo dobili v njem kopico netočnosti. Gotovo avtor s takim načinom podajanja ni mogel popularizirati statističnih metod. V primeru strukturne analize rudišča Sitarjevec je dal statističen diagram razpok in prelomov, vendar imamo dovolj vzrokov, da v točnost teh diagramov dvomimo. Poleg tega je na podlagi teh diagramov konstruiral še nekakšno os b, za katero pa niti ne vemo kaj predstavlja. Pri svoji analizi ni dobil nobenih rezultatov, ki bi geološko zgradbo rudišča pojasnjevali. Prepričani smo, da bodo moderne statistične metode v tektonski geologiji vsekakor koristile, ne smemo pa napraviti iz njih modno novost, ki jo bomo uporabljali tudi v primerih, kjer z njihovo pomočjo strukture ozemlja ne moremo bolje pojasniti, kot z običajnimi geološkimi metodami, niti ne moremo napraviti nobenih zaključkov o genezi tektonskih struktur in drugih geoloških pojavov. V takih primerih je statistična metoda očitno sama sebi namen. Pogosto se pri tem skriva pod videzom eksaktnosti več nejasnosti in netočnosti, kot v večini drugih geoloških del.

LITERATURA

- Ažgirej, G. D., 1956, Strukturnaja geologija, Moskva.
 Berce, B., 1963, Strukturna analiza s primerom položaja rudišča Sitarjevec, Geol. glasnik 7, Sarajevo.
 Goguel, J. 1952, Traité de tectonique, Paris.
 Metz, K., 1957, Lehrbuch der Tektonischen Geologie, Stuttgart.
 Sitter de, L. U., 1956, Structural Geology, New York—London—Toronto.
 Sander, B., 1948, Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I. Teil, Wien—Innsbruck.
 Volarovič, M. P., 1962, Issledovanija fiziko-mehaničeskikh svoystv gornyh porod pri vysokih davlenijah, Akad. nauk SSSR, Simpozium po glubiny processam, Moskva.

GEOLOGIJA — Razprave in poročila — Geological Transactions and Reports / Izdajajo: Geološki zavod v Ljubljani, Inštitut za geologijo univerze v Ljubljani in Slovensko geološko društvo / Published by Geological Survey Ljubljana, Institute of Geology, and Slovene Geological Society / Uredniški odbor — Editorial Committee: Boris BERCE, Geološki zavod Ljubljana; Marjan DOLENC, Geološki zavod Ljubljana; Jože DUHOVNIK, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo univerze v Ljubljani; Danilo JELENC, Addis Ababa; Štefan KOLENKO, Inštitut za geologijo univerze v Ljubljani; Dušan KUŠČER, Inštitut za geologijo univerze v Ljubljani; Slavko PAPLER, Geološki zavod Ljubljana; Mario PLENIČAR, Geološki zavod Ljubljana / Glavni urednik — Editor in chief: Štefan KOLENKO, Ljubljana, Aškerčeva cesta 12 / Natisnila — Printed by Tiskarna CZP »LJUDSKA PRAVICA« Ljubljana



