

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

115706

rlb

YU ISSN 0016-7789

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1983

305611

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

26. KNJIGA



GEOLOGIJA	LETO 1983	26. KNJIGA	Str. 1 do 248	LJUBLJANA
-----------	-----------	------------	---------------	-----------

115706

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

Od leta 1978 dalje (21. knjiga) izhaja GEOLOGIJA dvakrat na leto, v juniju (1. del) in decembru (2. del), da bi imeli avtorji možnost hitreje objaviti svoja dela. Zaradi tehničnih problemov in zamenjave urednika, izhaja 26. knjiga za leto 1983 kot celota v enem delu z zamudo enega leta. Uredništvo prosi vse naročnike za razumevanje.

Izdajatelj: Geološki zavod in Slovensko geološko društvo, Ljubljana

Glavni in odgovorni urednik: *Stanko Buser*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Uredniški odbor: *S. Buser, M. Drovenik, M. Iskra, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar*
in *L. Žlebnič*

Naklada 1000 izvodov

Letna naročnina: 400 din

Tisk in vezava: Tiskarna Ljudske pravice, Ljubljana, Kopitarjeva 2, leta 1984

V letu 1983 financirata: Raziskovalna skupnost Slovenije in Geološki zavod, Ljubljana

From 1978 (Volume 21), GEOLOGIJA appears biannually, in June (Part 1) and December (Part 2), to advance our publishing activity by a more rapid printing of the submitted papers. Due to technical difficulties and change of the editor the 26th volume for 1983 is being issued in one part and with a delay of a year. Subscribers are kindly asked by the editorial board for understanding.

Published in Ljubljana by the Geological Survey and the Slovene Geological Society

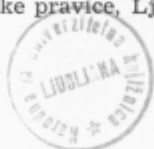
Editor-in-Chief: *Stanko Buser*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Editorial Board: *S. Buser, M. Drovenik, M. Iskra, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar*
and *L. Žlebnič*

Subscription price: \$ 14 per year

Printed by Tiskarna Ljudske pravice, Ljubljana, Kopitarjeva 2 in 1984

25. -01-1985



0 - 249

VSEBINA — CONTENTS

<i>Ramovš, A. & Kochansky-Devidé, V.</i>	
Marko Vincenc Lipold (1816—1883), prvi slovenski geolog in šolani montanist. Ob 100-letnici smrti	5
Markus Vinzenz Lipold (1816—1883), erster slowenischer Geologe und geschulter Montanist. (Anlässlich der 100 Jahre von seinem Tode)	18
<i>Ramovš, A.</i>	
Počastitev Marka Vincenca Lipolda ob stoti obletnici njegove smrti	23
<i>Ramovš, A.</i>	
Spominska plošča M. V. Lipoldu v Mozirju	25
Paleontologija in stratigrafija — Paleontology and stratigraphy	
<i>Jurkovšek, B.</i>	
Fassanske plasti z daonelami v Sloveniji	29
Fassanian beds with daonellas in Slovenia	56
<i>Pohar, V.</i>	
Poznoglacialna favna iz Lukenjske jame	71
La faune tardiglaciaire de la grotte de Lukenjska jama	97
<i>Hahn, G., Hahn, R. & Ramovš, A.</i>	
A new contribution on the Gzhelian trilobites in the western Karavanke Mountains	109
Nov prispevek o gželijskih trilobitih v zahodnih Karavankah	109
<i>Goričan, Š.</i>	
Radiolariji v jurskem meljevcu med Perblo in Tolminskimi Ravnami	117
Radiolarians from the Jurassic siltstone between Perbla and Tolminske Ravne	135
Hidrogeologija — Hydrogeology	
<i>Krivic, P.</i>	
Interprétation des essais par pompage réalisés dans un aquifère karstique	149
Obdelava črpalnih poizkusov v kraškem vodonosniku	149
Študija hidrodinamike kraškega vodonosnika (Povzetek)	184
Petrologija — Petrology	
<i>Grafenauer, S.</i>	
Triadec magmatske kamnine vzhodne Slovenije	189
Triassic igneous rocks from eastern Slovenia	229
Nove knjige — Book Reviews	
Tadeusz M. Peryt (editor): Coated Grains	243
Peter W. Lipman & Donal R. Mullineaux: The 1980 Eruptions of Mount St. Helens	245
Rajko Pavlovec, Jernej Pavšič & Mario Pleničar (editor): Simpozij o problemih daniya v Jugoslaviji	247

GEOLOGIJA 26, 5—25 (1983), Ljubljana

UDK 929 M. V. Lipold

**Marko Vincenc Lipold (1816—1883),
prvi slovenski geolog in šolani montanist
Ob 100-letnici smrti**

**Markus Vinzenz Lipold (1816—1883),
erster slowenischer Geologe und geschulter Montanist
(Anlässlich der 100 Jahre von seinem Tode)**

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo univerze Edvarda Kardelja,
Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

Vanda Kochansky-Devidé

Geološko-paleontološki zavod, Sveučilište u Zagrebu
Socijalističke revolucije 8/III, 41000 Zagreb

Življenje Marka Vincenca Lipolda

Po smrti Ivanke Lipold (1893—1976) sva na pobudo prof. dr. ing. Borisa Šinkovca, čigar mati je bila tudi iz rodu Lipold, začela z raziskovanji o življenju in delu Marka Vincenca Lipolda. Med tem delom, ki se je razširilo na pregledovanje zapuščine Ivanke Lipold v Mariboru, na pregled Lipoldove zapuščine v dunajskem Zveznem geološkem zavodu na študij njegovih del v znanstvenih časopisih in dnevnem časopisju, na zbiranje podatkov v Mozirju in Idriji, je prišlo tudi do 100-letnice smrti našega prvega geologa.

Današnjim potomcem Lipoldovega rodu: omenjenemu B. Šinkovcu, profesorju za rudna ležišča v Zagrebu; naslednikom zapuščine Ivanke Lipold, Zlati Berglez iz Lipoldovega rodu in njenemu soprogu primariju dr. Vladimiru Berglezu, ki sta posodila dragocene privatne geologove dnevnike in pisma ter Kroniko Lipoldov; akademiku Jožetu Goričarju, ki ohranja stari Lipoldov dom v Mozirju, in vsem ostalim, ki so nama posredovali različne podatke, posebno svétniku dr. Tillfriedu Cernajseku iz zveznega Geološkega zavoda na Dunaju, ki je dal na razpolago terenske dnevnike in originalne geološke karte M. V. Lipolda, se toplo zahvaljujemo.

Pokojni Ivanki Lipold, roj. Balon, ki je tudi po materinem rodu izhajala iz zaslužne rodovine Lipold, gre največja hvala in čast, da se toliko ve o preteklosti Lipoldov in da se je ohranilo toliko kulturne zapuščine geologa, rudarja in pravnika M. V. Lipolda. Ivanka Lipold je bila po izobrazbi učiteljica, soproga mariborskega župana dr. Franja Lipolda, sorodnika po materi. Ona je med vojnama zbrala veliko dokumentov in korespondence znamenitih Lipoldov, posebno na starem domu v Mozirju, napisala 174 str. obsežno Kroniko Lipoldov (1941) in predstavila v slovenščino pisma in dnevnike geologa Lipolda (11 zvezkov), pisane v težko čitljivi gotici.

Lipoldi potekajo iz rudarskega kraja Črna na Koroškem. V rodu je ves čas živelo ustno izročilo o tem. Mikavna je misel, da so kot rudarji bili svobodnjaki in da je bil med njimi mogoče kak posebno bister in izkušen rudosledec, ki si je z odkritjem rude pridobil nekaj denarja. Janez Lipold je 10. 7. 1650. kupil v Mozirju hišo in posestvo. Znanj so po vrsti vsi gospodarji na domu, napredni in podjetni, tako da se je posestvo vedno večalo. To so bili Jurij, Simon, Janez, Marka Jurij, ki je bil geologov oče. Od mlajših sinov so bili znani Salomon, frančiškan, uspešen ranocelnik in lekarnar v Nazarju, in župnika: Franc v Trbonjah in Jožef, ljudski pesnik v Rečici. Janez je posebno povečal imetje; oženil se je s hčerjo trškega sodnika Elizabeto Goličnik. Pod vplivom njenih dveh bratov — župnikov, narodnjakov, so se Janezovi otroci navzeli narodne zavesti. Janez je bil mozirski župan.

Marka Jurij je bil od gospodarjev Lipoldovine gotovo najbolj podjeten. Bil je v Celju, na Reki in v Trstu izučen trgovec, ko je s 24 leti prevzel posestvo s pogorelo hišo in gospodarskimi poslopji. Požar so zanetili avstrijski vojaki v njegovem hlevu leta 1798. Pogorel je velik del trga. Postavil je novo hišo, gospodarska poslopja, mlin, stope, pozidal solni magazin, pridobil pravico ribolova, nadaljeval s prodajo tobaka za ves okraj, imel žago in splavaril z lesom do Mitrovine. Ob francoski okupaciji je francoskim oficirjem odštel 1200 srebrnih goldinarjev, da niso požgali Mozirja. L. 1820 je bilo v Mozirju 79 hiš in 346 prebivalcev. V trgu je bilo veliko splavarsko pristanišče ter skladišča tobaka in kamnitih plošč. Marka Jurij je bil odbornik štajerske kmetijske družbe; predsednik te družbe, redki ljudstvu naklonjeni Habsburžan, nadvojvoda Johann («štajerski») je zahajal v njegovo hišo in mu podelil l. 1830 plaketo za pospeševanje poljedelstva, živinoreje, čebelarstva in reje sviloprejk ter za zavze-manje proti požaru. Na Lipoldovi pristavi je bila prva skromna ljudska šola; vsako leto je Marka Jurij oblekel po 20 revnih šolarjev. V letih lakote po Napoleonovih vojnah in ob slabih, sušnih letinah 1814 in 1816 je delil občanom žito iz svojih zalog po nakupni ceni, najrevnejšim pa brezplačno. Z ženo Anoro. Korošec, vulgo Lobenšek iz Št. Ilja pri Schwarzensteinu, je imel 7 otrok, od katerih so 4 preživeli otroštvo: Janez Jožef Nikolaj je bil gospodar na domu, deželni in državni poslanec, lesni trgovec, župan v Mozirju, ki je dal izkopati trški vodnjak in kupil zemljišče za rotovž. Drugi sin Franc Alexander Wilhelm Napoleon, duhovnik, je bil ravnatelj glavne šole in nemški pridigar v Celju; to dolžnost mu je kot zavednemu Slovencu zaupal Slomšek. Tretji sin je bil Marko Vincenc (sl. 1), geolog, rudar in pravnik. Zadnja je bila Ana Marija, por. Pirkovič.

Marko Vincenc Lipold se je rodil 19. 1. 1816 v Mozirju št. 13. Kot tretji sin uglednega tržana je šel študirat. Prvo ohranjeno spričevalo je iz tretjega razreda v Celju l. 1827, ko je bil še privatist. V četrtem razredu je končal trimesečni pedagoški tečaj, ki mu je dal usposobitev za inštruktorja, tako da njegovo šolanje ni očeta skoraj nič stalo, ker je bil domači učitelj dveh sinov okr. komisarja *Kellersberga*. Leta 1833, po odlično končani gimnaziji v Celju, je študiral v Gradcu še dva letnika višje gimnazije, ki so ji takrat rekli »filozofija«. Leta 1835 je študiral pravo, najprej v Gradcu, a kmalu je prešel na Dunaj, kjer je 1839. z odliko končal pravni študij. Nadvojvoda *Johann* mu je priskrbel štipendijo za nadaljnje študije, in sicer rudarstva v Banskej Štiavnici (takrat Schemnitz na Madžarskem). Po vseskozi odličnem absolutoriju 1842. je delal v rudnikih, na sodnji; v letu 1846, ko mu je umrl oče, je v nekrologu Kmetijsko-rokodelskih novicah stalo, »da mu je sin v službi na samim Cesarskim Dvoru na Dunaji«, bil je honorarni uslužbenec v dvorni zbornici. Leto poprej je bil na tečaju mineralogije pri znamenitem mineralogu *Haidingerju*. Šele 1847. je dobil prvo stalno mesto kot rudarski mojster v solini Hall. Do takrat je moral živeti skromno samsko življenje samo ob dnevnicah. Z dvema fakultetama — ko takrat ni bilo toliko študiranih ljudi — je moral 5 let čakati na stalno zaposlitev. Izbrana nevesta ga je čakala 7 let! Istega leta se je končno



Sl. 1. M. V. Lipold okoli leta 1865. Portret je izdelal K. Scherak na Dunaju
 Abb. 1. M. V. Lipold etwa um das Jahr 1865. Das Porträt ist die Arbeit von K. Scherak, Wien

poročil z izvoljenko Floro Harnisch, koroško Nemko, v Žrelcu (Eben-talu) pri Celovcu; poročil ju je brat Franc, ki je bil obema prijatelj vse življenje. Geolog in Franc sta si stalno dopisovala, geolog je po njem izvedel za dogodke z doma. Zanimivo je M. Vincenčevo pismo z dne 4. 10. 1848, kjer se Markus, kot se je bratu podpisoval, v nemškem jeziku in seveda gotici zahvaljuje Francu za slovensko pismo. Tu navaja (v prevodu Ivane Lipold): »... Se bolj razveselilo in prav presenetilo me je Tvoje slovensko pismo od 16. pret. m., ki sem ga prav dobro razumel, ampak vsled neznanja pismenosti in jezika ne morem odgovoriti v maternem idiomu, dasi rad bi to storil. Zadovolji se torej z nemškim odgovorom, moj dobri Franc, ter bodi vzlic temu prepričan, da slovensko mislim in čutim« (dass ich immerhin windisch denke und fühle). Dalje omenja, da doma večkrat govorijo slovensko, pojo slovenske pesmi, da ima Slo m š k o v o pesmarico, »saj moje ženske« (Flora, njena mati in sestra) »znajo nekaj slovensko, a do pismenega jezika nam še vsem mnogo manjka.«

Iz Halla je bil Lipold kmalu premeščen v rudnik Aussee na Zgornjem Štajerskem. Ko je bil osnovan Državni geološki zavod (Geologische Reichsanstalt) na Dunaju, je bil na zahtevo direktorja zavoda W. Haidingerja 14. 12. 1849 imenovan za terenskega geologa. Prebil je vsako leto od maja do pozne jeseni na terenu. Seveda je bilo tako delo takrat še bolj naporno kot danes. Še leta 1860 je imela Avstro-Ogrska samo 4500 km prog. Ceste so bile slabe. Veliko je jahal, a največ hodil peš. Zredil se ni nikoli; hrana je bila slaba. Med stroški je stalna rubrika »prah zoper mrčes«. Raziskoval je najprej na Tirolskem, Solnograškem in v ožji Avstriji. Važne ugotovitve v okolici Ischla sta kontrolirala predpostavljena geologa Hauer in Cziesak in potrdila vse Lipoldove novice. L. 1850 omenja Lipold, samo v privatnem dnevniku, da je šel na teren pri Salzburgu skupaj z geologom iz Srbije Đorđem Brankovićem (1818—1896), ki ga je očitno poznal še s študija v Štiavnici.

Na kongresu prirodoslovcev 1855. je Lipold predaval o svojih dognanjih v Idriji. Na tem kongresu se je mineraloško-paleontološko-geološka sekcija posebno izkazala, tudi po Lipoldovi zaslugi, tako da mu je Haidinger poslal pismeno priznanje.

V maju 1856 je Lipold sprejel dekret o imenovanju za drugega geologa Geološkega zavoda z naslovom rudarskega svetnika.

Svoja raziskovanja v Sloveniji je Lipold večkrat prekinjal v zvezi z drugimi nalogami. Leta 1856 je šel v družbi belgijskega rudarskega inženirja Floina v Trgovsko goro na Hrvaškem, kjer sta pregledala rudnike bakra in železa. Lipold se je javil tudi v obmejni turški trdnjavi v Bosanskem Novem. Dostojanstveni »divan« tamkajšnjih veljakov ob kavi in čibukih se mu je zdel komičen. Ponosno so sedeli in tu in tam katero spregovorili, on je bil pa tako delaven, da je bil vedno v akciji in mu je bilo tako posedanje popolnoma tuje in nerazumljivo. Zanimivo je, da je naletel Edward Suess nekaj desetletij pozneje v Bosanskem Novem na popolnoma enak sprejem.

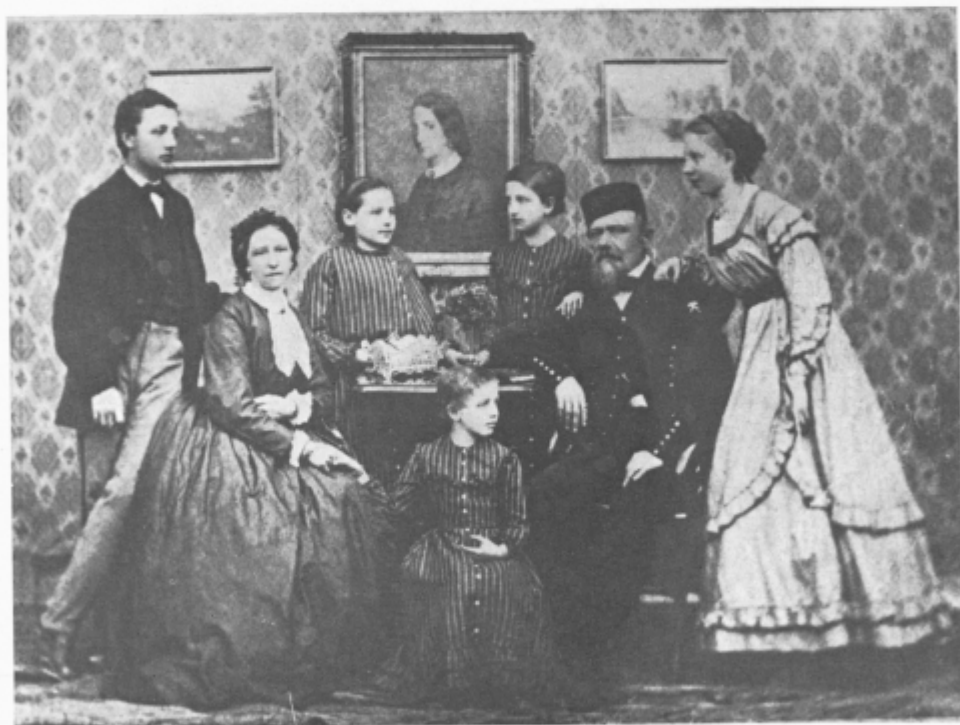
Na Dunaju je stanoval Lipold v III. okrožju, razmeroma blizu Državnega geološkega zavoda. S Floro je imel 7 otrok, od katerih jih je 5 odrastlo: Konrad (bančni uradnik na Dunaju), Ulrika (por. z Waydowiczem, ruđ. uradnikom v Wieliczki), Deziderija (učiteljica v Idriji), Antonija

(por. z Guzmanno, gozdarjem v Klausenu na Tirolskem) in Brigita. Vedno boleha žena Flora je umrla v svojem 45. letu. Mož je silno žaloval za njo, toda zaradi nedoraslih otrok in gospodinjstva se je vseeno leta 1868 ponovno poročil s Florino sestrično Roso Webbern (sl. 2).

Ko je Haidinger, star in bolan, odšel v pokoj, je leta 1866 na mesto direktorja prišel dotedanji prvi geolog Franz vitez von Hauer. M. V. Lipold naj bi se tedaj z mesta drugega geologa pomaknil na mesto prvega, ki ga je izpraznil Hauer, a se to ni zgodilo, mesto je kar ostalo prazno.

Leta 1867, po 17 letih dela v Državnem geološkem inštitutu na Dunaju, je Lipold na lastno prošnjo odšel z Dunaja na mesto ravnatelja rudnika Idrija, katerega geologijo je dobro poznal. Geološkemu zavodu je poslal poslovilno pismo, v katerem se zahvaljuje za vse, kar se je pri njih naučil, in navaja kot vzrok za odhod željo, da se povrne k rudarstvu. Tudi svojemu zasebnemu dnevniku ni zaupal svojih misli, čeprav se nam danes dozdeva, da so bili tudi drugi razlogi.

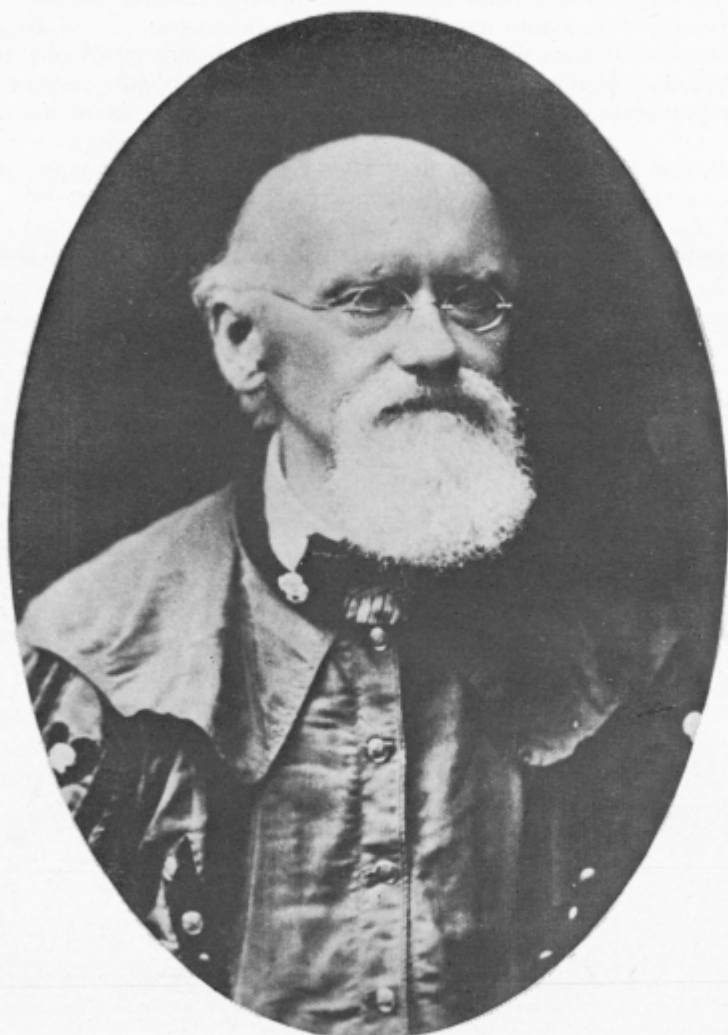
Dne 7. junija je bil imenovan, delavstvu v Idriji je govoril v slovenščini, da jim bo tudi prijatelj in oče. Pri šolskem upravitelju se je izpopolnjeval v slovenščini. Vpisal se je v Slovensko čitalnico in nemško Kazino, naročil na 5 slovenskih časopisov. L. 1869 so ga Idrijčani dvakrat izvolili v deželni zbor, a se je



Sl. 2. M. V. Lipold z družino v Idriji

Abb. 2. M. V. Lipold mit seiner Familie in Idrija

vedno čez kratek čas zahvalil. Imel je veliko dela z modernizacijo rudnika in podrobnim geološkim raziskovanjem, na osnovi česar je kmalu podvojil proizvodnjo. Obnovil je Bratstvo za pomoč rudarjem, ki je potekalo še iz 17. stoletja, a je zamrlo. Takoj je poslal peticijo za novo šolo, ki je bila odprta leta 1877; sam je presajal sadno drevje s svojega vrta na šolski vrt. L. 1879 so bile v rudniku zopet postavljene nove uvozne naprave. Na ogled rudnika in njegovih naprav ter geologije in zbirk fosilov in mineralov so pogosto prihajali tuji montanisti. Tudi celi letniki študentov rudarstva iz Leobna, z Dunaja in iz Gradca so dopotovali s svojimi profesorji.



Sl. 3. M. V. Lipold v starejših letih

Abb. 3. M. V. Lipold in seinen späteren Jahren

Bilo je seveda tudi nevspečnosti z upravo rudnika zaradi prenizkih, a obče določenih plač za težko delo rudarjev. Ti so za to krivili ravnateljstvo rudnika in demonstrirali. Od leta 1876 do 1880 so vodili delavci pod vodstvom župana Trevena akcijo za zvišanje plač. Sestavljeno interpelacijo je na zasedanju avstrijske zbornice vložil knez Windischgrätz. Nato je prišla v Idrijo komisija ministrstva in opravila preiskave. Minister Falkenhain je odgovoril, da ravnateljstvo ni krivo za slabe razmere in da se je najtopleje zavzemalo za dobro delavcev. Ob proslavi 300-letnice rudnika v državni lasti leta 1881, na katero je prišel tudi minister, je 110 začasnih delavcev dobilo stalnost, všteta jim je bila dosedanja zaposlitev, za akordno delo je bila zvišana plača do 30 %. Lipold je dobil naslov dvornega svetnika in plemstvo. Takoj po proslavi je Lipold začel bolehati, najprej ga je zadela kap, ki jo je kmalu prebolel in delal naprej (sl. 3). Bolehal je dve leti, a delal še do enega tedna pred smrtjo. Leta 1883 je slavil Lipold 40-letnico službene dobe s serenado, baklado in petjem Čitalnice. Izvoljen je bil za častnega meščana Idrije. Dne 22. aprila 1883 je umrl in bil na lastno željo pokopan v Idriji.

Razen enega dela je vseh 212 razprav, člankov in obvestil, ki jih je napisal večinoma sam, le kakih 15 kot sodelavec, objavljenih v nemščini. V svojo službeno tabelo pa je zapisal: »slovensko kot materinski jezik«.

Delo Marka Vincenca Lipolda

Delo Marka Vincenca Lipolda lahko strnemo v tri obdobja in vsako ima svoje značilnosti. Prvo obdobje obsega leta od končanih pravnih študij v Gradcu in rudarskih študij v Banski Štiavnici leta 1842 do konca leta 1849, drugo njegovo službovanje na Dunajskem geološkem zavodu do leta 1867, v tretjem pa je obsežena Lipoldova dejavnost v Idriji, ki se konča z njegovo smrtjo.

V prvem obdobju je opravljal Lipold v glavnem začasne službe: najprej je delal dve leti kot praktikant v solnem rudniku Hall na Tirolskem, zatem je prišel na rudarsko sodišče v Steyr, vendar so ga po opravljenem sodnijskem izpitu še isto leto poklicali v montanistični muzej na Dunaj, kjer je pri znamenitem mineralogu W. Haidingerju napravil tečaj iz mineralogije. V naslednjem letu ga je pot peljala najprej na rudarsko sodišče v Bleiberg, vendar se je že naslednje leto spet vrnil na Dunaj, sedaj k dvorni zbornici. Po petih letih je leta 1847 dobil prvo stalno mesto v solnem rudniku Hall in leta 1848 postal rudarski mojster v kraju Aussee; tam je ostal do ustanovitve Državnega geološkega zavoda na Dunaju. V tem prvem obdobju je opravljal Lipold predvsem rudarska in praktična geološka terenska dela, izpopolnjeval je svoje znanje, delal pri geološki kartografiji za Tirolsko geognostično-montanistično društvo, ogledal si je vse avstrijske in bavarske solne rudnike in v njih izvedel različne geološke raziskave. Izsledke rudarsko-geoloških raziskav je objavil v Haidingerjevih poročilih, predhodniku Letopisa Dunajskega geološkega zavoda, in v prvih letnikih omenjenega Letopisa. Za Nadvorno v Galiciji je izdelal za takratne čase dobro geološko karto, objavljeno leta 1850 v Haidingers wissenschaftlichen Abhandlungen 3.

Najbolj bogato in uspešno je bilo Lipoldovo 17-letno obdobje v službi Dunajskega geološkega zavoda, kjer je začel kot prvi začasni geolog, od leta

1856 pa nadaljeval kot drugi geolog. Največja in najpomembnejša naloga v delovnem programu novo ustanovljenega geološkega zavoda (1. 12. 1849) je bila geološko kartiranje; 676 000 km² takratnega cesarstva naj bi skartirali v 30 letih, po 22 500 km² na leto. V poletnih mesecih so terensko kartirali, zbirali kamnine, fosile in minerale, v ostalem času pa v geološkem zavodu obdelovali zbrano gradivo in rezultate pripravljali za objave v Letopisu. Iz *Lipoldovih* terenskih dnevnikov razberemo, da je delal na terenu od prve polovice maja do konca septembra, včasih pa še v oktober, v ostalem času pa je obdeloval gradivo in pisal razprave in članke. V tem referatu seveda ni mogoče prikazati vseh njegovih del, kaj šele jih tudi kritično ovrednotiti, zato se bom omejil predvsem na slovensko ozemlje. Celotno *Lipoldovo* delo skupaj z izčrpnim življenjepisom bo zajeto v osmem zvezku Zbornika za zgodovino naravoslovja in tehnike, ki ga izdaja Slovenska matica.

Najstarejše *Lipoldovo* delo s slovenskega ozemlja je poročilo iz leta 1852 o novem bakrovem najdišču v Hobovski grapi pri Stari Oselici nad Škofjo Loko. Zapisal je, da rudno ležišče z bornitom, bakrovim sijajnikom in malahitom, bogastvo rude in druge razmere vlivajo upanje za večji rudnik. Ze takrat pa je pripomnil, naj bi teoretično in praktično podkovani montanisti pred začetkom dragih rudarskih del podrobno raziskali rudna najdišča in tako prihranili denar in delovne moči pri rudarskih posegih, ki ničesar dobrega ne obetajo. Ne bi smeli slepo slediti napačnim predstavam nepoučenih posameznikov, pa čeprav imajo prav takšni velike ambicije za rudarjenje. Že kar ob tem članku naj povem, da iz vseh njegovih del veje značilna kritičnost in odgovornost. Vselej je znal reči: za to nimam trdnih dokazov, to in to mi je še neznano.

Ze v letu 1853 je *Lipold* prvokrat poročal o nekaterih izsledkih v okolici Idrije in iz jame in kot prvi je s fosilnimi ostanki dokazal nekatere stratigrafske člene. Istega leta je še enkrat pisal o bakrovih najdiščih v loškem okraju, o cinobru in samorodnem živem srebru pri Sv. Tomažu nad Škofjo Loko. Že prej in tudi v tem delu je določil nekaj fosilnih ostankov, pa tudi kasneje se je ukvarjal z določevanjem okamnin in ga lahko imamo tudi za prvega slovenskega paleontologa.

Geološke razprave in članki v letu 1854 so bili posvečeni predvsem raznim rudiščem in geološkim razmeram na Solnograškem, opisal pa je tudi terciarne plasti v Labodski dolini in triasne kamnine na vzhodnem Koroškem.

V naslednjem letu so pomembne *Lipoldove* ugotovitve iz svinčevega rudišča v jami Podpeca. Med drugim je prišel do spoznanja, da je ruda nastajala skupaj z apnencem in da se vleče pas rudonosnega apnenca neprekinjeno od Uršlje čez Feco in Obir in še naprej od Slovenskega Plajberka. *Lipold* je proučil še kredne plasti na severovzhodnem Koroškem in s pomočjo rudistov vzporedil tamkajšnje apnenice s krednimi nahajališči na Zgornjem Avstrijskem, Štajerskem in Solnograškem. V posebnem delu je predstavil kamnine na Koroškem južno od Drave, in to usedline, magmatske in metamorfne kamnine (kartiral l. 1855).

Cela kopica del s slovenskega ozemlja je izšla v letu 1856. *Lipold* je pokazal morfološke značilnosti Solčavskih Alp, tako je imenoval svet od Solčave in Logarske doline do vključno gorskih vrhov sedanjih Savinjskih Alp. Opisal je premogovne plasti pri Lešah s spremljajočimi kamninami; predložil je barvano geološko karto južnovzhodnega dela Koroške in prikazal osem barvanih geo-

loških profilov, ki segajo od severnih Karavank prek Dravske doline do Svinjskih planin. So izredni za tiste čase, pa tudi še danes niso izgubili vse veljave. Na njih je Lipold označil vse takrat znane stratigrafske enote in v besedilu opisal njihove stratigrafske značilnosti. Istega leta je prispeval še tablo z višinami pomembnih krajev, vrhov, prevalov, jezer, sotočij, rudniških vhodov in topilnic na takratnem južnovzhodnem Koroškem in obenem še kamnine s starostjo. Nadalje je pisal o najdiščih svinčeve rude na južnovzhodnem Koroškem; več kot 30 jih je bilo takrat in izkoriščanje rude pretežno v triasnih kamninah je bilo tam glavna industrijska panoga. Že takrat je Lipold ločil prvotna svinčeva ležišča, kjer je v pravih apnenčevih plasteh svinčeva ruda bolj ali manj razpršena, danes bi rekli diagenetsko rudišče, in kasneje nastala žilna rudišča. Lipold je prišel do sklepa, da so prvotna svinčeva rudišča samo v rudonosnih apnenčevih plasteh in da so žile s koncentrirano rudo nastale veliko kasneje. Pri prebiranju tega Lipoldovega dela je kar težko iti mimo dejstva, da so raziskovalci nastanka rudišč te vrste v zadnjih desetletjih obšli imenitne Lipoldove ugotovitve, pri tem pa so se uveljavile napačne teorije, čeprav le za kratek čas.

V naslednjem delu tega leta je poročal še o ziljskih plasteh in alpski triasni formaciji v južnovzhodnem delu Koroške. V Kočni pri Beli omenja živo srebro.

Ze leta 1856 je Lipold predložil v natis geološko karto idrijske okolice in več geoloških profilov, opisal stratigrafske razmere in ugotovil fosilne ostanke, med katerimi se nekaterih še do danes ni posrečilo najti vsem generacijam geologov za njim.

Iz leta 1856 je tudi članek o rezultatih rudnih raziskav (Fe, Cu, Pb, Ag) pri Dvoru nasproti mejni turški trdnjavi Novi.

Prav tako bogata je bila Lipoldova bera v letu 1857. Najprej je pisal o cinkovem najdišču Pecelj pri Sevnici, nato o mladoterciarnih in kvartarnih usedlinah na Kranjskem. Zelo pomembne so ugotovitve o geoloških razmerah osrednje Kranjske. Ob tej priložnosti navaja tudi 228 barometriških merjenj višin iz teh krajev. V za nas najpomembnejšem in zelo obsežnem geološkem delu dunajskega obdobja je leta 1857 objavil še rezultate geoloških raziskav na južnem in vzhodnem Kranjskem, kjer je kartiral v letih 1855 in 1856. Zelo podrobno je podal stratigrafski razvoj nastopajočih enot, ki sežejo od karbona in permija, najbolj razširjene so v triasu, skozi juro in kredo v oligocen, miocen, pliocen in kvartar. Starost je večinoma utemeljena s fosilnimi ostanki, zraven je vključil še rudna nahajališča. Istega leta je izšlo še delo o geoloških raziskavah na Dolenjskem v letu 1856, kjer je skupaj z G. Stachejem izvedel tudi 533 barometriških merjenj višin. Ta dela zajemajo velik del slovenskega ozemlja, gotovo pa skoraj vse tisto ozemlje, ki je v geološki sestavi in tektonski zgradbi najbolj zapleteno. S temi deli je postavil Lipold temelje za nadaljnje znanstveno geološko delo in podlago za nadaljnja in podrobna geološka raziskovanja. Na večini ozemlja je povrh še oral ledino. Če v tej luči presojamo njegove izsledke pred skoraj 130 leti in jih primerjamo z najnovejšimi ugotovitvami, šele lahko prav ocenimo njegovo veliko delo. Iz teh del veje še danes njegova izredna bistrost pri reševanju zapletene geološke problematike, velika strokovna usposobljenost in razgledanost, obenem pa neomajna ljubezen do geologije in rudarstva. Tudi ob tej priložnosti skoraj ne morem kaj, da ne bi omenil njegovih velikotrnskih in krških skladov. Pri njih se sprva ni mogel

odločiti za starost in je to tudi odkrito povedal, že leta 1859 pa je zapisal, da so najverjetneje neokomske starosti, to je iz krede. Vsi kasnejši geologi so oboje sklade brez nespodbitnih starostnih dokazov uvrščali v triasno periodo. Šele leta 1958 se mi je posrečilo s pomočjo pelaških foraminifer in rudistnih ostan- kov dokazati kredno starost enih in drugih. Res občudovanja vredna Lipol- dova dognanja!

Leta 1858 je Lipold objavil najdbo eocenskih plasti v okolici Idrije, ki je bila tudi spoznanje izrednega pomena za vso nadaljnjo idrijsko geologijo in drži še danes. Takrat je tudi peščenjake z rastlinskimi ostanki iz idrijske okolice, to je tako imenovane plasti s Konca, pravilno uvrstil v wengen. Iz okolice Škofje Loke je prvi predstavil oligocenske rastlinske ostanke (takrat eocen).

Zelo važna spoznanja je objavil Lipold leta 1859 in ta so pomembna tudi za današnje poznavanje geologije Slovenije. Ob Črnem potoku nad Planino pod Golico in v Lepeni nad Javorniškim rovtom je s pomočjo rastlinskih ostankov ugotovil, da so laporni skrilavci, peščenjaki in premog, uvrščeni prej v triasno periodo, dejansko terciarne, in sicer eocenske starosti. Premog nad Planino in železova ruda pa sta iz karbonske dobe. Vse to še danes drži. Pri Srednji vasi v Bohinju je Lipold apnenec z roženci s pomočjo aptiha prvi uvrstil v juro. Železov oolit pri Turjaku, ki so ga imeli prej za werfenskega, je pravi- lno uvrstil v zgornji trias (v rabeljske plasti), kamor spada tudi po novejših ugotovitvah. Vmes pa so imeli plasti z njim skoraj 100 let še kar naprej za spodnjetriasne.

Prav tako v letu 1859 je Lipold objavil rezultate posebnih raziskovanj v Vipavski in Soški dolini, gričev zahodno od Gorice, kraškega sveta med Vi- pavsko dolino in Jadranskim morjem in področja v okolici Trsta in Kopra ter tako še razširil raziskovanje slovenskega ozemlja. Ugotovil je kredne apnen- ce, komenske skrilavce z ribjimi ostanki, neokomske kaprotinske apnen- ce, vrh teh pa turonijski apnenec in na vrhu v okolici Nabrežine še najmlajšo kredo z rudi- stom *Hippurites cornuvaccinum*. Konkordantno nad temi kamninami leže na severnem in južnem robu krasa drugačni apnenci, najprej takšni s foraminife- rami, koralami, polži, više pa takšni z numuliti; oboji so eocenske starosti. Slede laporji in peščenjaki z vložki numulitnih breč in konglomeratov. Spet se lahko le vprašamo, kaj smo bistveno novega dodali k tem fenomenalnim Lipol- dovim stratigrafskim ugotovitvam v krednem in terciarnem sistemu in spet lahko samo občudujemo Lipoldove rezultate.

V istem letu je Lipold pokazal tudi geološko sestavo in zgradbo v širši okolici Kotora ter v notranjosti Črne gore.

Iz nadaljnjih let so predvsem Lipoldova dela s Češkega. Posebej pa je treba omeniti 164 strani obsegajoče in zelo pomembno Lipoldovo delo o premogovnem področju v severnovzhodnih Alpah s podrobno stratigrafijo, ki je izšlo leta 1865; dve leti kasneje je bila natisnjena njegova obsežna (140 str.) monografija o rudarjenju pri Kremnici na takratnem Madžarskem. Zanimivo je, da je Lipold leta 1866 med drugim pisal tudi o naftnih izvirih v Abrucih v srednji Italiji.

V 17 letih službovanja na Državnem geološkem zavodu je Lipold izdelal tudi veliko geoloških kart v merilu 1:144 000. Karte v tem merilu, pobarvane z akvarelnimi barvami, so imele seveda druga imena kot potem njihove nasled-

njice v merilu 1:75 000. Od Lipoldovih originalnih kart, ki zajemajo slovensko ozemlje, so mi v knjižnici Zveznega geološkega zavoda na Dunaju napravili diapozitive, za kar se vodji knjižnice svetniku dr. Tillfriedu Cernajseku najlepše zahvaljujem. To so geološke karte: Okolica Kranja in Loke, Okolica Ljubljane in Postojne, Okolica Novega mesta in Višnje gore, Okolica Beljaka in Trbiža, Okolica Celovca, Okolica Velikovca in Slovenjgradca, Okolica Brežic na Štajerskem in Kostanjevice v Iliriji, Okolica Motnika v Iliriji in Celja na Štajerskem ter Okolica Gorice in Tržiča.

Obsežno je bilo ozemlje, ki ga je Lipold v 17 letih geološko kartiral, kaže pa ga preglednica topografskih in geoloških kart takratne Avstro-Ogrske; res veliko je bilo, če bi ga hotel samo obhoditi. Še neprimerno obsežnejše pa je za geologa, ki mora ugotavljati stratigrafske enote, pregledovati kamninsko sestavo, iskati in nabirati fosilne ostanke, risati geološke meje na topografsko osnovo in drugo, pa še pisati dnevnik. Ko gledamo to preglednico, šele vidimo, kaj vse je skartiral Lipold v 17 letih, pa še, delal je večinoma sam in brez fička ali katrec in vselej v bolj ali manj neznanih krajih.

Lipold je razen tega napisal še več kot 150 razprav in člankov. V njih je reševal pomembne stratigrafske, rudarske in tektonske probleme in s svojimi spoznanji postavil osnovo za vsa nadaljnja geološka raziskovanja. Na raziskovanih ozemljih je oral ledino in zapustil velikansko strokovno dediščino.

To je samo kratek pregled izredno bogate in raznovrstne Lipoldove ustvarjalne geološke in rudarske dejavnosti v njegovem drugem življenjskem obdobju; takrat je že imel evropski sloves.

Leta 1867 se je Lipold poslovil od geoloških kartiranj po raznih krajih takratne Avstro-Ogrske in prevzel vodstvo idrijskega rudnika. S tem se začelja tretje, prav tako plodno obdobje njegovega življenja in dela.

Dolžnost in zavzetost na novem delovnem mestu sta mu velevala, da se je kar koj lotil tudi podrobnega geološkega kartiranja jame in okolice idrijskega rudnika. Lipold je že l. 1856 spoznal tamkajšnje geološke razmere in v Idriji je takrat prebival tri tedne, vendar so tehtni razlogi terjali ponovne podrobne raziskave idrijskega ozemlja. Sam je zapisal, da je napravilo znanje v geologiji od leta 1856 pomembne korake naprej in je bil zato potreben popravek in dopolnitev geološke karte idrijske okolice ustrezno novim spoznanjem. Nadalje je vedel, da ima živosrebreno rudišče zelo zapletene geološke razmere in uvidel je, da samó razvozlanje starosti rudišča in posameznih stratigrafskih enot, v katerih je orudenje, lahko da koristne napotke za nadaljnje rudarjenje. Seveda mu je ostajalo le malo časa za terensko delo, kajti takratne razmere v rudniku niso mogle omogočiti, da bi lahko nastavljal mlajšega geologa, ki bi se posvetil samo geološkim raziskavam v jami in idrijski okolici. Lipold je bil in ostal sam za vse, za vodenje rudnika in za geološke raziskave v jami in okolici. Vse to so bili tudi razlogi, da je Lipold šele pri kraju leta 1872 končal novo geološko karto idrijske okolice. Da bi čimprej izdelal to geološko karto, ga je priganjala tudi svetovna razstava leta 1873 na Dunaju. Na tej razstavi je bila tudi Lipoldova geološka karta idrijske okolice z geološkimi profili vred in s primerki rude, kamnin in fosilov. Lipoldova geološka karta je bila na razstavi posebej odlikovana, izšla pa je s profili vred in njegovi zadnji obsežni razpravi leta 1874. V njej je na začetku zbrano vse slovstvo o idrijskem živosrebrenem rudniku, sledi mu geološki pregled idrijskega ozemlja. Glavni

del razprave vsebuje opis stratigrafskih enot in tolmač o položaju rudnega ležišča s tektonskimi razmerami bližnje okolice.

Razširjenost stratigrafskih enot kaže geološka karta. V okolici Idrije so najstarejše ziljske, to je karbonske plasti. Pisani grödenski peščenjak je bil skupaj z zgornjim permijem še združen s spodnjetriasnimi plastmi, ki jih je dokazal s fosilnimi ostanki. Na campilskih plasteh leži guttensteinski dolomit (= anizijski dolomit), vrh teh wengenske plasti s tufi in plasti s Konca. V tufih je našel številne školjke iz vrste *Daonella lommeli* in *Posidonia wengensis*. Nad wengenskimi plastmi so sivi ploščati cassianski apnenci s školjkami, ostanki pecljev morskih lilij, amoniti, polži in rastlinskimi ostanki. Med najmlajše triasne plasti je uvrstil rabeljske plasti, medtem ko so retijske, liasne in jurske plasti že zunaj geološke karte. Ugotovil je nadalje kredni apnenec z rudisti, v terciarju pa eocenske plasti.

Zatem je podrobno opisal geološko zgradbo idrijskega ozemlja in pisano besedo dokumentiral s štirimi geološkimi profili. V sklepnih pripombah je pojasnil še nekatere spremembe v stratigrafski uvrstitvi posameznih plasti. Zelo pomembno je bilo njegovo dognanje, da leže ziljske plasti nenormalno nad orudenimi rudnimi skrilavci wengenske starosti (= plasti s Konca). V wengenskem skrilavcu že omenja koralno rudo, iz iste dobe pa tudi tufe in rožence. To spoznanje je Lipolda pripeljalo do sklepa, da je prvotno živosrebrovo orudjenje v jami samo v triasnih plasteh. Če pa vemo, da so takrat v splošnem uvrščali današnje grödenske pisane plasti in zgornjepermijske kamnine še med werfenske plasti, potem vidimo izreden pomen Lipoldovih ugotovitev, ki v tem drže še danes. Seveda pa se je v več kot 100 letih v razlagi zelo zapletene tektonske zgradbe v idrijskem rudišču marsikaj spremenilo. Lipoldovim izrednim odkritjem ostaja veljava v zapletenih stratigrafskih razmerah na idrijskem ozemlju tudi še po več kot 100 letih.

Dosti manj kot številna geološka dela in razprave, je znana Lipoldova pedološka karta Kranjske in delo Zemljiščine razmere Kranjske. V letu 1873 je izšla njegova popravljena karta tal na Kranjskem, ki jo je bil leto poprej zasnoval F. Schollmayr, Lipold pa ji je poleg popravkov dodal še izčrpen geološki opis.

Na Kranjskem je Lipold v tem delu opisal kamnine iz karbonske, permijske, triasne, retijske, liasne, jurske, kredne, terciarne, pleistocenske in holocenske dobe. Že v uvodu je poudaril, da starejše usedline na Kranjskem niso znane in prav tako tudi ne metamorfne in magmatske kamnine, če seveda izvzamemo majhna najdišča porfirja. Fosili v kamninah vseh navedenih geoloških dob dokazujejo njihovo starost, vendar pri opisu tal le-te niso pomembne in jih zato ob tej priložnosti tudi ne navaja. Veliko pomembnejša sta sestava in značaj kamnin v vsaki formaciji in kamninam je tu posvetil vso pozornost, nato pa navedel še njihovo razširjenost.

Ker je v tem Lipoldovem delu šlo predvsem za tla, ki se rode iz razpadajočih kamnin, je opozoril na nekatere splošne petrografske značilnosti plasti na Kranjskem. Veliko je različnih kamnin, vsaka ima svoje značilnosti, zato je velika pestrost tudi v talnih tipih. V zadnjem poglavju tega zanimivega in tudi skoraj vsem geologom neznanega Lipoldovega dela razvršča takratno Kranjsko na pokrajinske enote, navaja v njih razširjenost formacij in naniza talne, klimatske in gospodarske razmere. Tako posebej opisuje planinski svet od

Košute in Kočne do Bohinjskega visokogorskega sveta, skupaj gorenjsko in notranjsko hribovje od Bleda, Pokljuke in Jelovice do Trnovskega gozda in Kovka, gorenjsko savsko področje, dolensko sredogorje, Ljubljansko barje, Vipavsko, Reško in Pivško kotlino, Notranjski kras, Krško dolino, kras v Suhi krajini, Dolensko hribovje in Dolenski kras. Teh 12 enot je s posebnimi barvami označenih tudi na omenjeni pedološki karti Kranjske.

Leta 1879 je Lipold še enkrat poročal o starosti idrijskega rudišča in ponovil svojo trditve iz leta 1874, da je pravo orudenje v idrijskem rudišču lastno samo triasnim plastem. Lipoldovo stališče glede samorodnega živega srebra pa je bilo, da impregnacija srebrnega skrilavca s samorodnim živim srebrom ni nastala kasneje kot drugo orudenje, pač pa istočasno z odložitvijo cinabarita v triasnih plasteh.

Ob 300-letnici idrijskega rudnika v državni lasti leta 1881 je izšla jubilejna publikacija Živosrebrni rudnik v Idriji na Kranjskem, ki jo je založila rudarska direkcija v Idriji. Lipold je zanjo napisal uvodni del s kratko zgodovino idrijskega rudnika od odkritja živosrebrove rude leta 1490 oziroma 1497, dodal je vso literaturo o idrijskem rudniku, rudišču, njegovem nastanku, rudi in tamkajšnjih geoloških in stratigrafskih razmerah.

Tudi drugi članek je Lipoldov, piše pa o rudišču. Najprej ponavlja ugotovitve o starosti orudenih plasti, pravo orudenje je samo v triasnih plasteh (tudi takrat so v spodnji trias uvrščali tudi še grōdenske peščenjake in zgornje-permijske plasti). Zapisal je, da so v krovnini orudenih triasnih plasti ležeči karbonski »srebrni skrilavci« prišli v nenormalen položaj samo zaradi dislokacije in nariva ob njej. Nadalje razglablja o tektonskem položaju rudišča, o glavni dislokacijski liniji, ki se vleče skozi jamo, in o orudenju plasti v posameznih jaških ter o značaju orudenja. Navaja podatke o rudnih mineralih, najbogatejša je jeklenka, ki vsebuje do 75 % Hg, slede jetrenka, opekovka, koralna ruda. Skupaj z jetrenko se včasih pojavlja smolna ruda idrialit. Na kratko piše o orudenih razpokah raznih smeri, dalj pa se zadrži ob nastanku idrijskega živosrebrovega rudišča, za katerega po njegovih besedah še nihče dotlej ni dal podrobne razlage. Po njegovem spoznanju je nastal cinabarit iz vodnih raztopin. Videl je dokaze, da je idrijski prelom nastal šele v terciarju in z njim v zvezi naj bi nastalo tudi orudenje. Isto je trdil tudi D. Stur. Lipold sklepa to poglavje s trditvijo, da je nastanek rudišča zelo pomemben za idrijsko rudarstvo, ker bo mogoče le na podlagi teh spoznanj racionalno normirati nadaljnja dela v globino k izdankom in k izgradnji rudišča.

Naslednji Lipoldov prispevek v jubilejni publikaciji daje podatke o produkciji v posameznih letih od leta 1525 naprej, o cenah živega srebra in o dohodkih, v četrtem članku pa piše Lipold o delavskih razmerah v rudniku, za posamezna leta navaja število delavcev in plače, ki so jih dobivali rudarji v denarju in naturalijah. Piše tudi o tem, kaj dobivajo rudarji v naturalijah, kakšno je bilo socialno varstvo, o bratovskem skladu in uporabi. Rudnik je imel tudi 720 arov njiv, ki so jih razdelili v majhne parcele in za zmerno odškodnino dali rudarjem v uporabo. Otroci rudarske zadruge so dobili v osnovni šoli zastonj knjige in druge potrebščine. Nazadnje navaja Lipold še bruto dohodke rudnika v letih od 1870 do 1879, preračunane na enega delavca, in v njih se kaže dviganje in padanje cene živega srebra. V letu 1874 je prišlo na enega delavca 2193 goldinarjev, nato pa je cena naglo padala in je znašal dohodek

na delavca leta 1879 le še 784 goldinarjev. To je bil v desetletju najnižji dohodek in zato so tudi razumljive težave in nevšečnosti, s katerimi se je prav takrat ubadal Lipold.

V zadnjem Lipoldovem sestavku piše o rudniški administraciji, od l. 1580 naprej našteva direktorje in predstavlja celoten upravni personal na koncu leta 1879, poroča o gradnji idrijskih cerkva od temeljnega kamna za cerkev sv. Barbare leta 1608 naprej; opisuje ustanovitev idrijske fare l. 1752 in drugo. Končno govori še o prispevku rudnika idrijskemu šolstvu.

Na koncu spominskega zbornika je v dodatku popis proslave od 21. do 23. junija 1881 v Idriji, med drugim tudi Lipoldov govor 110 delavcem, ki so ob tej priložnosti postali stalni rudniški delavci, in njegov slavnostni govor.

Lipoldovo obsežno in vsestransko geološko delo, kakršnega za njim še ni opravil noben slovenski geolog, izpričuje nepopisno raziskovalno vnemo in zavzetost, izredno strokovno znanje, ki ga je kar naprej izpopolnjeval, izjemno bistrost, silno marljivost; na terenu in v jami je ves gorel v službi geologije. Bil je eden prvih in najboljših geologov v prvi generaciji znamenite dunajske geološke šole, obenem pa tudi kot rudarski geolog vrhunski strokovnjak. Veliki narodi bi bili ponosni na takega pionirja geološke vede, kot je bil Lipold. Tisti, ki je sam kartiral v geološko najbolj zapletenih delih slovenske zemlje, lahko sodi, kaj je že pred več kot 100 leti tam napravil Lipold. Bil je resnično velik mož v službi geologije in rudarstva, ki bi nam moral biti v ponos in zgled, kako reševati zapletene geološke probleme. Zato naj bodo te besede v njegov spomin ob 100-letnici smrti in v čast rezultatom njegovega izjemnega dela.

**Markus Vinzenz Lipold (1816—1883),
erster slowenischer Geologe und geschulter Montanist
(Anlässlich der 100 Jahre von seinem Tode)**

Lipold's haben sich als freie Bauer, aus dem Bergwerkgebiet Črna (ehem. Schwarzenbach) in Kärnten stammend, im J. 1650 in Mozirje (ehem. Prassberg an der Sann) angesiedelt. Von diesem Jahre weiter sind alle Hauswirte als tüchtige Bauer und Holzhändler bekannt. Markus Vinzenz Lipold war der dritte Sohn von Markus Georg, der in schweren Zeiten während der Napoleon-Kriege für die ganze Gegend viel Gutes leistete. Vinzenz studierte zuerst in Graz und Wien Jura. Nach der vorzüglich abgelegten Diplom-Prüfung studierte er mit dem Stipendium, das er durch die Vermittlung vom Erzherzog Johann bekam, noch die Montanistische Akademie in Schemnitz. Er diplomierte im J. 1842 und arbeitete als Diurnist an verschiedenen Bergwerk- und Gerichts-Stellen. Erst nach 5 Jahren bekam er die erste fixe Stelle als Bergmeister in dem Salzbergwerk Hall in Tirol und heiratete im J. 1847 die Kärntnerin Flora Harnisch.

Als in Wien die Geologische Reichsanstalt begründet wurde (1849), hat der Direktor der neuen Anstalt W. Haidinger Lipold, den er als guten Montanisten und begabten sowie begeisterten Mineralogen und Geologen kannte, gleich zum Feldgeologen berufen und angestellt. Lipold war 17 Jahre einer der besten geologischen Forscher bei Feldarbeiten der Geologischen Reichsanstalt mit besonderem Interesse für das Bergwesen. Er wurde später Bergrat und 2. Geologe der Anstalt.

In dieser Zeit entwickelte er eine beträchtliche wissenschaftliche Tätigkeit: er kartierte grosse Gebiete von Salzkammergut, Tirol, Ober- und Unterösterreich und besonders Kärnten, Steiermark, Krain, sowie einen Teil von Böhmen. Er wurde auch an vereinzelte Bergwerkgebiete in Kroatien und Banat gesandt, arbeitete bisweilen auch im Küstenlande sowie in Gallizien und Ungarn (Schemnitz). In den Zeitschriften der Geologischen Reichsanstalt veröffentlichte er etwa 200 Abhandlungen und kleinere Artikel über die regionale und stratigraphische Geologie, Kartierung, über paläontologische, mineralogische und montanistische Fragen, sogar über geomorphologische Probleme wie Höhenmessungen u. a. m.

Nach Haidingers Übergehen ins Ruhestand ersuchte 1867 Lipold die Stelle des Direktors des Quecksilberbergwerks Idrija und übersiedelte nach Slowenien, nachdem ihm seine liebe Flora gestorben ist. Nach 2 Jahren heiratete er ihre Cousine Rosa Weborn, damit seine 5 Kinder eine gute Stiefmutter bekamen, da er wenig Zeit für seine Familie und sein privates Leben hatte. In Idrija war er Mitglied von Slovenska čitalnica (Slowenische Lesehalle), des Deutschen Kasino und abonnierte sich an 5 slowenische Zeitungen.

Er unternahm sofort detaillierte geologische Aufnahmen der Stollen und in der weiten Umgebung von Idrija, schaffte Doppelschachtoffen und andere zeitgenössische Maschinen an und verdoppelte damit die Produktion.

Lipold erneuerte die Unterstützungs-Bruderschaft der Knappen; auf seinen Anlass wurde ein neues Schulgebäude erbaut; er förderte das Spitzenhandwerk als Nebendienst der Bergleutefrauen. Die Bergleute lebten dennoch sehr schwer bei den staatlich festgesetzten niederen Gehalt, so dass sie 1876—1880 eine grosse Aktion für die Erhöhung der Belohnungen führten. Sie dachten, dass die Direktion des Bergwerks an niederen Gehalten schuld sei, jedoch nach den eingehenden Untersuchung erwiederte der Minister für Acker- und Bergbau Falkenhain, dass die Direktion an schlechten Verhältnissen nicht schuld ist, dass sie am wärmsten für das Gut der Arbeiter eingetreten ist und dass die Frage der Bezahlungen nach der Kenntnis allen Angaben geregelt werden muss. Das geschah anlässlich des 300-jährigen Jubiläums seitdem die Idrija-Werke in staatlichen Besitz waren, im J. 1881. Die 110 vorübergehend angestellten Arbeiter bekamen eine ständige Stelle und die Beizahlung aller Jahren der bisdamaligen Arbeit, wie auch eine 30 % Erhöhung der Bezahlung für die Accord-Arbeit. Lipold wurde zum Hofrat ernannt und bekam den adeligen Stand.

Am Anfang des J. 1883 wurde Lipold zum Ehrenbürger von Idrija genannt. Am 22. 4. 1883 starb er und wurde auf eigenem Wunsch in Idrija begrabt.

Lipolds Werk kann in drei Perioden eingeteilt werden. In der ersten Periode, von der Diplom im Jahre 1842 bis zur Gründung der Geologischen Reichsanstalt in Wien in 1849, arbeitete Lipold bis 1847 als Diurnist an verschiedenen Bergwerk- und Gerichts-Stellen und ab 1847 als Bergmeister in Hall (Tirol). In dieser Periode führte er geologische Untersuchungen besonders in den österreichischen Salzbergwerken.

Besonders erfolgreich war seine 17-jährige Dienstzeit an der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien (1849—1867). Als ausgezeichnete Forscher führte

er unter anderem auch geologische Aufnahmen eines beträchtlichen Teiles slowenischer Gebiete, fertigte mehrere geologischen Karten im Masstab von 1:144 000 an und schrieb über unser Gebiet zahlreiche grundlegende geologische Abhandlungen, deren wichtigste Resultate im zweiten Teil unseres slowenischen Beitrages erörtert sind. Ausserdem machte Lipold umfangreiche geologische Untersuchungen und Aufnahmen in Nieder- und Oberösterreich, im Kronland Salzburg und Salzkammergut, in Böhmen und Mähren, in Ungarn, Gallizien, Kroatien, Dalmatien und Montenegro, sowie auch in der Steiermark. In verschiedenen Gebieten untersuchte er auch Kohlen- und Erzvorkommen. Schon im Jahre 1853 berichtete Lipold zum ersten Mal über einige wichtige stratigraphische Ergebnisse aus der Umgebung von Idrija und aus dem dortigen Quecksilberbergwerk. Die wichtigsten stratigraphischen Resultate in der ersten Phase der systematischen geologischen Aufnahmen veröffentlichte er in den folgenden drei Arbeiten: 1. Erläuterung geologischer Durchschnitte aus dem östlichen Kärnten. — Jb. Geol. Reichsanst. 7, 332—346, 1 Tabelle, 1 Taf. mit 8 Profilen in Farben, 1856; 2. Bericht über die geologischen Aufnahmen in Ober-Krain im Jahre 1856. — Jb. Geol. Reichsanst. 8, 205—234, 14 Abb., 1857. 3. Bericht über die geologischen Aufnahmen in Unter-Krain im Jahre 1857. — Jb. Geol. Reichsanst. 9, 257—276, 5 Abb., 1858. Sehr wichtig ist ausserdem noch die Arbeit: Revisions-Ergebnisse in Krain. — Jb. Geol. Reichsanst. 10, Verh., Sitzber. 58—59, 1859. Mit diesen Arbeiten legte Lipold die Grundlage für die weiteren geologischen Untersuchungen unseres Landes.

Von Lipold wurden, ganz oder teilweise, folgende geologische Karten des slowenischen Gebietes aufgenommen und gefertigt:

Umgebungen von Villach und Tarvis (No 15),

Umgebungen von Klagenfurt (No 16),

Umgebungen von Völkermarkt in Illyrien und Windisch Gratz in Steiermark (No 17),

Umgebungen von Krainburg und Laak (No 21),

Umgebungen von Mötnig in Illyrien und Cilli in Steiermark (No 22),

Umgebungen von Goerz und Monfalcone (No 24),

Umgebungen von Laibach und Adelsberg (No 25),

Umgebungen von Neustadt und Weixelburg (No 26),

Umgebungen von Rann in Steiermark und Landstrass in Illyrien (No 27).

In dieser Zeitperiode hat Lipold auch viele slowenische Erzlagerstätten untersucht und seine Gutachten darüber geschrieben.

Mit der Uebernahme der Führung des Quecksilberbergwerkes in Idrija began die dritte Periode seiner ebenso erfolgreichen Tätigkeit. Neben der Modernisierung des Bergwerkes widmete er sich erneut den systematischen geologischen Untersuchungen in der Umgebung von Idrija. Im Jahre 1872 fertigte Lipold die neue geologische Karte der Umgebung von Idrija an, die auf der Weltausstellung in Wien im 1873 ausgezeichnet wurde. Sie wurde in der Abhandlung: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Idria in Krain. — Jb. Geol. Reichsanst. 24, 425—455, 2 Beil., im Jahre 1874 veröffentlicht.

Im Jahre 1873 erschien die erste, von Lipold verbesserte Boden Karte von Krain und die Arbeit: Bodenverhältnisse Krain's. Beschreibung der geologischen Gebirgsformationen von Krain. In seiner letzten bedeutenderen Arbeit: Das k. k. Quecksilberwerk zu Idria in Krain, Wien 1881, beschrieb Li-

pold in vier Abschnitten die geologischen Verhältnisse, Erzlagerstätten, die Produktion und Erträge, Arbeitsverhältnisse und Administration im Quecksilberwerk.

Glavni viri

Lipold, I. 1941, Kronika družine Lipold (1650—1918). Rokopis. 174. str., Maribor.

Lipold, M. V., Privatni in terenski dnevnik in korespondence. Celjski muzej in Bibliothek der Geol. Bundesanstalt na Dunaju.

Ramovš, A. & Kochansky-Devidé, V., Marko Vincenc Lipold, prvi slovenski geolog. Ob stoti obletnici smrti. Slovenska matica, Ljubljana (v tisku).

Najpomembnejša Lipoldova dela za slovensko ozemlje so navedena med povzetkom.

Počastitev Marka Vincenca Lipolda ob stoti obletnici njegove smrti

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo,
Univerza Edvarda Kardelja,
61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Dne osmega aprila 1983 smo počastili Marka Vincenca Lipolda, prvega slovenskega geologa, ob stoti obletnici njegove smrti. Počastitvi je bil posvečen prvi del šestega strokovnega posvetovanja geologov. Prof. dr. Anton Ramovš, ki je pripravil počastitev in razstavo, je nagovoril navzoče, ki so napolnili veliko predavalnico na Filozofski fakulteti v Ljubljani. Toplo je pozdravil najprej predsednika Republiškega komiteja za kulturo prof. dr. Matjaža Kmecla, ki je zastopal tudi predsednika Republiškega komiteja za raziskovalno dejavnost in tehnologijo tov. Erika Vrenka, zatem predsednika Slovenske akademije znanosti in umetnosti akademika Janeza Milčinskega, glavnega tajnika Slovenske akademije znanosti in umetnosti akademika Jožeta Goričarja, tajnika Razreda za prirodoslovne vede akademika Stanka Grafenauerja, nato prorektorja Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani prof. dr. inž. Vincenca Čižmana, ki je zastopal tudi službeno odsotnega rektorja prof. dr. Iva Fabinca, dekana Fakultete za naravoslovje in tehnologijo prof. dr. inž. Bogomirja Doboviška in prodekanico Filozofske fakultete prof. dr. Barico Marentič-Požarnikovo.

»S posebnim zadovoljstvom in veseljem pozdravljam predstavnike krajev, kjer se je Lipold rodil in kjer je delal precejšen del svojega življenja, najprej rojstnega kraja Mozirja: predsednika Občinske skupščine Mozirje tov. Lojzeta Plaznika, predsednika Občinske konference Socialistične zveze delovnega ljudstva Mozirje tov. Hinka Čopa in predsednika Komisije za informiranje pri Občinski konferenci Zveze komunistov Mozirje tov. Aleksandra Videčnika, zatem mesta Idrije, katerega častni član je bil Lipold, podpredsednika Skupščine občine Idrija tov. Antona Filipiča, dipl. inž. org., in zastopnika idrijskega rudnika, vodjo razvojne službe rudnika in predsednika Raziskovalne skupnosti občine Idrija mag. dipl. inž. Marka Cigaleta.

Prav prisrčen pozdrav naj velja prisotnim članom rodbine Lipold, ki ste prišli na počastitev velikega prednika geologa Lipolda: prof. dipl. inž. mont. Rajku Lipoldu in njegovi sestri Mariji Lipold, dipl. inž.

met. Dušanu Lipoldu, Zlati Lipold por. Berglez in soprogu primariju dr. Vladimirju Berglezu, akademiku Jožetu Goričarju, ki ohranja Lipoldov dom v Mozirju, dr. inž. Borisu Šinkovcu, univ. prof. za rudna ležišča na zagrebški univerzi, Jelici Žuža in Lipoldovi prapranečakinji Alenki Matko-Žužek.

Nadalje pozdravljam direktorja TOZD geologija, geotehnika in geofizika dipl. inž. Avgusta Čebulja, ki zastopa tudi predsednika kolegijskega poslovnega odbora Geološkega zavoda Ljubljana dipl. inž. Petra Graška, univerzitetne učitelje geologije in drugih strok, člane Slovenskega geološkega društva in druge udeležence in nazadnje, pa prav tako prisrčno študentke in študente geologije, ki ste stopili na pot, ki jo je tako uspešno prehodil M. V. Lipold. Sam zastopam predstojnika VTOZD Montanistika prof. dr. inž. Jožeta Hrastnika. Z Zveznega geološkega zavoda na Dunaju pa je poslal telegram vodja tamkajšnje knjižnice in založbe gospod svetnik dr. Tillfried Cernajsek, ki se ne more osebno udeležiti počastitve, želi pa prireditvi dober uspeh.«

Po pozdravnih besedah prof. Ramovša je spregovoril predsednik Republiškega komiteja za kulturo prof. dr. Matjaž Kmecl.

Zatem je povzel besedo še predsednik Občinske skupščine Mozirje tov. Lojze Plaznik.

Sledil je strokovni program prireditve. Najprej je gostja iz Zagreba akademičarka JAZU Vanda Kochansky-Devidé predočila življenje M. V. Lipolda, zatem pa je prof. A. Ramovš predstavil Lipoldovo delo.

Po predavanjih je prof. dr. Valerija Osterc čestitala prirediteljem za lepo pripravljeno in uspelo počastitev Marka Vincenca Lipolda, zatem pa predlagala, naj bi ena od ljubljanskih ulic dobila ime po tem velikem slovenskem znanstveniku in praktiku v službi geologije in rudarstva. Prisotni so z navdušenjem sprejeli predlog, ki naj ga Slovensko geološko društvo posreduje na pristojno mesto.

Zatem je prof. dr. Stanko Buser v klenih besedah poudaril Lipoldov pomen za slovensko geologijo in predlagal, naj bi odslej z Lipoldovo plaketo nagrajevali slovenske geologe za veliko prizadevanje in izjemne dosežke na področju slovenske geologije. Tudi ta predlog je zbor toplo pozdravil, realizacijo pa je prepustil Slovenskemu geološkemu društvu.

Po končanih predavanjih in besedah Osterčeve in Buserja je bila otvoritev Lipoldove razstave, ki je nazorno pokazala najpomembnejše iz njegovega življenja in dela. Pri udeležencih je vzbudila veliko zanimanje, kajti večina je šele pri predavanjih in na razstavi spoznala veličino prvega slovenskega geologa in njegov pomen za slovensko geologijo. Razstavo so z veliko zavzetostjo pripravili prof. A. Ramovš, akademičarka V. Kochansky-Devidé in višji tehn. sodelavec Marjan Grm, sodelovali pa so tudi drugi člani Odseka za geologijo.

Spominska plošča M. V. Lipoldu v Mozirju

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo,
Univerza Edvarda Kardelja,
61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Med prireditvami v počastitev občinskega praznika občine Mozirje je bilo 9. septembra 1983 tudi odkritje spominske plošče prvemu slovenskemu geologu. Odkritja plošče so se poleg Mozirjanov, med njimi so bili tudi predsednik Skupščine občine Mozirje Alojz Plaznik, predsednik Občinske konference SZDL Mozirje Hinko Čop in predsednica Skupščine krajevne skupnosti Mozirje Mara Tratnik, udeležili še inž. metalurgije Rajko Lipold, upokojeni profesor na Metalurški fakulteti v Sarajevu, akademik Jože Goričar, ki je po materini strani iz Lipoldovega rodu, in predsednik Slovenskega geološkega društva prof. dr. Mario Pleničar.

Spominsko svečanost so začeli pevci iz Šmihela pod vodstvom Antona Acmana, nato pa je Mara Tratnik v imenu Skupščine krajevne skupnosti Mozirje pozdravila krajanе in goste, še posebej toplo Rajka Lipolda iz Lipoldovega rodu.

Lipoldovo življenje in delo je v priložnostnem govoru predstavil prof. dr. Anton Ramovš, recitali sta mozirski šolarki, nakar se je prof. Mario Pleničar v imenu Slovenskega geološkega društva Mozirjanom zahvalil za pozornost, ki so jo s prireditvijo in spominsko ploščo izkazali prvemu slovenskemu geologu. Ploščo, ki je vzdana na hiši akademika Jožeta Goričarja, potomca Lipoldovega rodu, je odkril prof. Anton Ramovš. Na njej so besede:

V TEJ HIŠI SE JE RODIL
MARKO VINCENC LIPOLD
PRVI SLOVENSKI GEOLOG
1816—1883

Krajanі Mozirja 1983

Prisrčno slovesnost so sklenili šmihelski pevci z izbranimi domačimi pesmimi, za kar so jim bili udeleženci nadvse hvaležni. Počastitev je z zahvalo nastopajočim končala Mara Tratnik.

Paleontologija in stratigrafija
Paleontology and stratigraphy

UDK 551.761:562(497.12)=863

Fassanske plasti z daonelami v Sloveniji

Fassanian beds with daonellas in Slovenia

Bogdan Jurkovšek

Geološki zavod Ljubljana, 61000 Ljubljana, Parmova 37

Kratka vsebina

Fassanske plasti v Sloveniji so bile doslej znane in paleontološko dokazane le južno od Loke pri Zagorju. Raziskave v zadnjih letih pa so dokazale, da del plasti z daonelami, ki smo jih uvrščali v langobard ali širše v ladin nedvomno pripada fassanski podstopnji. V treh novih nahajališčih smo določil že znane fassanske vrste: *Daonella tyrolensis* Mojsisovics, *D. badiotica* Mojsisovics in *D. longobardica* Kittl, vzhodno od Raven nad Šentrupertom pa so bile najdene tudi tri nove vrste: *D. slovenica* n. sp., *D. ramovsi* n. sp. in *D. buseri* n. sp., ki predstavljajo doslej nepoznane člene v filogenetskem nizu skupine *D. tyrolensis*.

Abstract

Fassanian beds in Slovenia were until present known and paleontologically proved only south of Loka near Zagorje. Investigations of recent years showed, however, that a part of beds with daonellas which were attributed up to now to Langobardian, or broader, to Ladinian, undoubtedly belongs to the Fassanian substage. In three new finding-places were determined the known Fassanian species *Daonella tyrolensis* Mojsisovics, *D. badiotica* Mojsisovics and *D. longobardica* Kittl. East of Ravne above Šentrupert three new species were found: *D. slovenica* n. sp., *D. ramovsi* n. sp. and *D. buseri* n. sp. They represent until now unknown links in the phylogenetic series of the *D. tyrolensis* group.

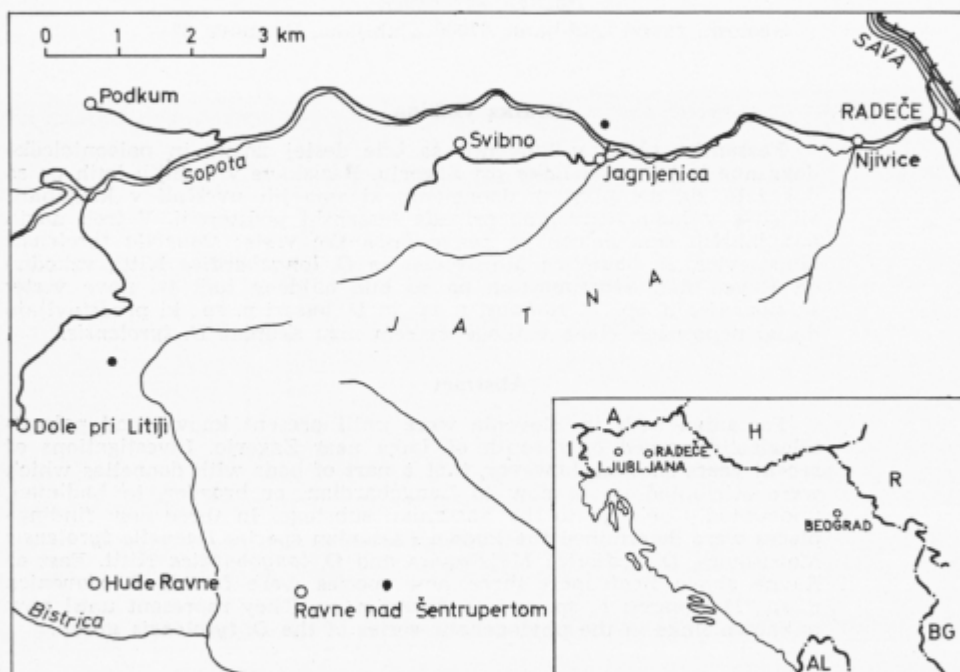
Uvod

O fassanskih plasteh v Sloveniji je bilo izrečenih in napisanih že mnogo besed, vendar jih do sedaj ni nihče zanesljivo dokazal razen A. Bittnerja (1884), ki je v razpravi o terciarnih sedimentnih kameninah v Zagorju in Trbovljah opisal med drugim tudi triadne plasti. Na območju Parovnika (op. p.: Borovnik južno od Lok pri Zagorju) je v sivem ploščastem apnencu in laporju našel fosile: *Hungarites mojsisovicsi* (Boeckh), *H. sagorensis* Mojsisovics, *Dao-*

nella cf. *elongata* Mojsisovics in druge. Bloke z omenjenimi fosili je uvrstil med buchensteinske plasti. Pozneje nismo uspeli ponovno dokazati fassanske podstopnje v tem najdišču kljub natančnemu iskanju makrofavne in mikrofosilov.

Odprto je ostalo tudi vprašanje »pietra verde«. Do sedaj smo jo primerjali z drugimi nahajališči in jo upoštevali kot vodilni horizont za fassansko podstopnjo. Toda močna vulkanska dejavnost je znana tudi iz langobardske dobe in drugih obdobj triadne periode, ko je okolje pospeševalo nastanek »pietra verde«; zato je treba njeno starost preveriti.

V letih 1979 do 1981 smo vzhodno od Raven nad Šentrupertom, pri Jagnjenici v dolini Sopote in severovzhodno od Dol pri Litiji (sl. 1) v ploščastem in plastovitem apnencu z lapornimi polami našli bogato favno daonel, ki po obliki in rebratosti spominjajo na fassanske vrste. Natančno preučevanje prek sto primerkov je potrdilo pričakovanja in tako lahko danes s pomočjo daonel dovolj zanesljivo določimo fassanske plasti ladinske stopnje.



Sl. 1. Položajna skica najdišč fassanskih plasti z daonelami

Fig. 1. Sample sites of daonella-bearing Fassanian beds

Stratigrafija

Z daonelami so bile v treh slovenskih najdiščih dokazane fassanske plasti. Prvo in obenem najpomembnejše leži vzhodno od Raven nad Šentrupertom. Tam so leta 1979 razširili cestni odsek proti Ježevcu, kjer smo v razgaljenem profilu našli med črnim mikritnim apnencem devet pol apnenega laporja z dao-

nelami (sl. 2 in 3). V najnižjem delu profila so bili v nekaj milimetrov debeli poli (1a) poleg juvenilnih daonel (tabla 4, sl. 1—3) najdeni tudi odrasli primerki vrst *D. slovenica* n. sp. (tabla 2, sl. 1—2), *D. ramovsi* n. sp. (tabla 1, sl. 1—5), *D. buseri* n. sp. (tabla 2, sl. 3—5) in *D. ex gr. D. pichleri* Mojsisovics (tabla 4, sl. 4). Približno štiri metre višje nastopajo daonele v šestih polah. Primerki iz spodnjih štirih pol (3/3 in 3/4) pripadajo vrstam *D. tyrolensis* Mojsisovics (tabla 2, sl. 6). V obeh višjih polah smo našli le fragmente daonel, ki verjetno pripadajo istim vrstam kot v plasteh 3 in 4.

Leta 1978 sva s S. Buserjem jugovzhodno od nahajališča lateralno v istih plasteh pobrala osem kompozitnih vzorcev (slika 4) in dva v samem najdišču daonel. Sestavila sva jih iz kosov apnenca vseh plasti v profilu z namenom, najti v njih konodonte. Leta 1980 sva s T. Kolar-Jurkovšek ponovno vzorčevala profil (sl. 3). Obakrat so bili vzorci iz plasti 1a, 2, 3, 4 in 6 brez konodontov. Vsebovali pa so granat, klorit in muskovit. V vzorcih, vzetih v pla-



Sl. 2. Apnenec z daonelami vzhodno od Raven nad Šentrupertom
Fig. 2. Daonella-bearing limestone east of Ravne near Šentrupert

Age	Thickness in cm	Code of specimen	Lithology	Fossil	Frequency	
F A S S A N I A N s u b s t a g e	100		Black and dark-gray micritic limestone, blankets of marl and marly limestone			
	40	3/6		<i>Daonella</i> fragments	r	
	10	3/5		<i>Daonella</i> fragments	vr	
	30					
	25	3/4		<i>D. tyrolensis</i> <i>D. badiotica</i>	r c	
	17	3/3		<i>D. tyrolensis</i> <i>D. badiotica</i>	r c	
	330			Alternation of black and gray micritic and sandy limestone and tuff; intercalations of brown and brownish-gray marl and marly limestone		
	10	3/1b		<i>Daonella</i> fragments	vr	
	50			Black and dark-gray micritic limestone intercalated with <i>Daonella</i> bearing marly limestone		
	16	3/1a		<i>D. slovenica</i> <i>D. ramovi</i> <i>D. buseri</i> <i>D. ex. gr. D. pichleri</i> <i>Daonella</i> - juvenile	c r	
17	3/1	<i>Daonella</i> fragments	r			
150		Dark-gray and black micritic limestone intercalated with brownish-gray marly limestone				
100		Somewhat crushed and weathered tuff, tuffaceous sandstone and shale				
60		Three beds of light-gray sandy limestone intercalated with shale				
50		Alternation of tuffaceous shale and tuffaceous sandstone				
20		Dark-gray micritic limestone				
180		Brownish-gray tuff and tuffaceous sandstone				
20		Light-gray sandy limestone				
230		Grayish-green tuff, tuffaceous sandstone and shale				
50		Black and dark-gray micritic limestone intercalated with tuffaceous material				
		Shaly tuff and tuffaceous sandstone				

Sl. 3. Fassanske plasti z daonelami vzhodno od Raven nad Sentrupertom
c — pogoste, r — redke, vr — zelo redke

Fig. 3. Columnar section of daonella-bearing Fassanian beds east of Ravne near Sentrupert

c — common, r — rare, vr — very rare

Age	Thick- ness in cm		Code of specimen	Lithology	Correlation
F A S S A N I A N s u b s t a g e				Greenish pelitic tuff	Related position of <i>Daonella</i> bearing beds from the loca- tion east of Ravne at Šentrupert
	500		24/8	Dark-gray platy micritic limestone	
	400		24/7		
	600		24/6		
	200			Brownish and greenish platy tuff	
	500		24/5	Dark-gray platy limestone; interbeds of brown marl	
	180			Tuff	
	250		24/4	Light-gray limestone with nodular chert	
	120			Brown marl	
	300		24/3	Light-gray limestone, nodular	
	220			Tuff	
	200		24/2	Alternation of marl and tuff intercalated with nodules of dark limestone	
	150			Dark-gray sandy limestone	
	F A S S A N I A N	1200			
480			24/1	Hard marl intercalated with some layers of dark-gray micritic limestone	
2200				Hard dark-gray platy marl showing brown weathering rind	
Anis. st.	100			Dark-gray marly dolomite	
				Light-gray dolomite	

Sl. 4. Stratigrafska lestevica ladinskih plasti na Homu

Fig. 4. Columnar section of Ladinian beds at Hom

Age	Thickness in cm	Code of specimen	Lithology	Fossil	Frequency
LANGOBARDIAN			Tuff, tuffaceous sandstone and slate		
	230		From 5 to 10 cm thick layers of dark grey and black micritic limestone and brownish grey marl and marly limestone		
FASSANIAN substage	10		From 2 to 21 cm thick layers of micritic limestone, marly limestone, and marl in sheets up to 1.5 cm thick	<i>D. longobardica</i>	r
	160	1/2		<i>D. tyrolensis</i>	r
	26		Black micritic limestone	<i>D. longobardica</i>	r
	137	1/1	From 5 to 15 cm thick layers of micritic limestone, marly limestone and marl	<i>D. tyrolensis</i>	r
FASSANIAN substage	2000		Tuff, tuffaceous sandstone and slate		
	200		Micritic limestone and marly limestone with thin sheets of marl		
			Tuff, tuffaceous limestone and slate		

Sl. 5. Fassanske plasti z donelami severno od Jagnjenice

Fig. 5. Columnar section of daonella-bearing Fassanian beds north of Jagnjenica

sti 6, je bilo težkih mineralov manj kot v drugih vzorcih. Celotna združba daonel dokazuje fassansko starost apnenca med tufskimi kameninami.

Daonella tyrolensis, *D. badiotica* in *D. pichleri* so bile v literaturi že opisane. Vrste *D. slovenica*, *D. ramovsi* in *D. buseri* sem določil na podlagi številnih sorazmerno dobro ohranjenih primerkov in njihovih odtisov. Nove vrste iz tega najdišča so pomembne tudi zato, ker predstavljajo doslej neznane člene v filogenetskem nizu skupine *Daonella tyrolensis*.

Severno od ravenskega najdišča so pri Jagnjenici v dolini Sopote razgaljene fassanske in langobardske plasti. Sestoje iz tufa, tufskega peščenjaka in skrilavca ter črnega in temno sivega mikritnega apnenca s polami laporja in lapor-natega apnenca (sl. 5). Tri tanke lapornoapnene pole v črnem mikritnem apnen-cu zgornjega dela profila vsebujejo školjke *Daonella longobardica* Kittl (tabla 4, sl. 5 in 6) in *D. tyrolensis* Mojsisovics (tabla 4, sl. 7). Verjetno je v profilu še več fosilonosnih pol, vendar jih nismo našli, ker je cestni usek zaraščen. Kompozitni vzorec ni vseboval konodontov, vendar lahko predvsem po obeh vrstah daonel sklepamo, da je najmanj 30 m spodnjega dela profila fassanske starosti. Nepojasnjeno je ostalo vprašanje, ali gredo tuf, tufski peščenjak in

Age	Thick-ness in cm	Code of specimen	Lithology	Fossil	Frequency
F A S S A N I A N			Grayish-brown coarse-grained tuff		
	50		Dark-gray sandy limestone		
	100		Grayish-green tuff		
	120		Black micrite limestone and marly limestone		
	500		Thick-bedded grayish-green and grayish-brown tuff		
C a r d e - v o l t i a n	330	18/1 18/2 conodont	Black platelike limestone with shaly rind. Sheets of marly limestone and black tuffaceous sandstone. <i>Daonella</i> bearing layer five centimeter thick	<i>Neogondolella constricta</i> (Fassanian morphotype) <i>Epigondolella ?</i> <i>mongoensis</i> <i>Daonella cf. tyrolensis</i>	1 1 r
		Fault	Upper Triassic dolomite in tectonic contact with platelike limestone		

Sl. 6. Fassanske plasti z vrsto *D. cf. tyrolensis* severovzhodno od Dol pri Litiji

Fig. 6. Columnar section of daonella-bearing Fassanian beds northeast of Dole near Litija

skrilavec nad apnencem v langobardsko podstopnjo, ali v fassansko; za odgovor bi bilo treba poiskati daonele tudi v tem delu profila.

Tretje najdišče leži v grapi severovzhodno od Dol pri Litiji. Ladinske kame-nine so tod v tektonskem stiku s cordevolskim dolomitom. Sestojе iz črnega in temno sivega plastovitega in ploščastega mikritnega ter lapornatega apnenca, kalkarenita, tufa in tufskega peščenjaka (sl. 6). V spodnjem delu apnenca do-bimo v pet centimetrov debeli plasti redke slabo ohranjene primerke vrste *D. cf. tyrolensis* (tabla 3, sl. 3). T. Kolar-Jurkovšek je v kompozitnem vzorcu apnenca določila fassanski morfotip vrste *Neogondolella constricta* (Moshier & Clark). V drugem vzorcu, vzetem iz apnenca z daonelami ter njegove neposredne krovnine in talnine v skupni debelini 1,30 m, pa je našla ploščasti element *Epigondolella mungoensis* (Diebel), ki se pojavlja od ladinske stopnje do najnižjega dela cordevolske podstopnje. Težka frakcija istega vzorca je vsebovala med drugim polisintetske kristale markazita.

Paleontološki opis

Daonella Mojsisovics, 1874

Daonella je školjka brez bisusove zareze, neenakostrana, spredaj in zadaj zaokrožena. Obe lupini sta enaki. Vrh ne štrli prek ravnega sklepnega roba. Ušesc nima, značilne pa so žarkovite, radialne brazde, ki jih je več proti zunanjemu robu in tvorijo vmesna rebra (sl. 7). Rebratost ni omejena na površje lupine, temveč sega tudi v notranjost. Kameno jedro kaže torej iste značilnosti kot površje lupine. V lupini ni ligamentnih jamic niti zob in kaže, da mišični odtiski manjkajo.

E. Mojsisovics (1874, 4—6) je razlikoval tri skupine daonel:

1. skupina: *D. moussoni* (blizu sklepnega roba ni reber),
2. skupina: *D. tyrolensis* (rebra niso združena v snope in segajo do sklepnega roba),
3. skupina: *D. lommeli* (rebra združena v snope).

E. Mojsisovics je opisal 26 vrst daonel: nekatere od njih so pozneje drugi avtorji revidirali. S svojo monografijo je Mojsisovics prvi globlje posegel v filogenijo daonel.

E. Kittl (1912) je bil mnenja, da se je rod *Daonella* začel v srednjetriadni dobi muschelkalka, v karnijski dobi pa se je večina oblik preoblikovala v halo-bije. Posamezne forme nastopajo tudi v noriški stopnji (*D. imperialis* Kittl, *D. gosaviensis* Kittl).

Posamezne oblike rodu *Daonella* imajo slabo razvite, plitve in ozke brazde, ki tvorijo vmesna rebra, vendar so radialna rebra pri večini oblik zelo različna. Pod sprednjim in pod zadnjim robom se pogostoma diferencira nejasno omejeno trikotno polje, ki je neizrazito rebrato ali gladko.

Daonella je imela dolg in ozek ligament. E. Kittl (1912, 30) je določil vrsto, ki je imela linearno areo postavljeno pravokotno na rob sklepa, kar kaže na zunanjo lego ligamenta. Rothpletz (po E. Kittlu, 1912) je opisal primerek *D. lommeli* z ligamentno brazdo na notranji strani. Vendar ni rešeno vprašanje, ali gre res za ligamentno brazdo; malo je verjetno, da bi imela *Daonella* en zunanji in en notranji ligament. Te posebnosti je težko dognati, ker so pri daonelah lupine tanke in največkrat slabo ohranjene.

E. Kittl (1912, 31) se ni strinjal z Mojsisovicsevo razdelitvijo daonel in jih je po podobnosti razvrstil na osem skupin.

1. skupina pozidonoidnih oblik daonel ima slabo razvito radialno skulpturo; razdeljena je na tri podskupine.

a) podskupina *D. boeckhi* Mojsisovics

b) podskupina *D. proboscidea* Kittl in *D. teltschenensis* Kittl

d) podskupina *D. gosaviensis* Kittl.

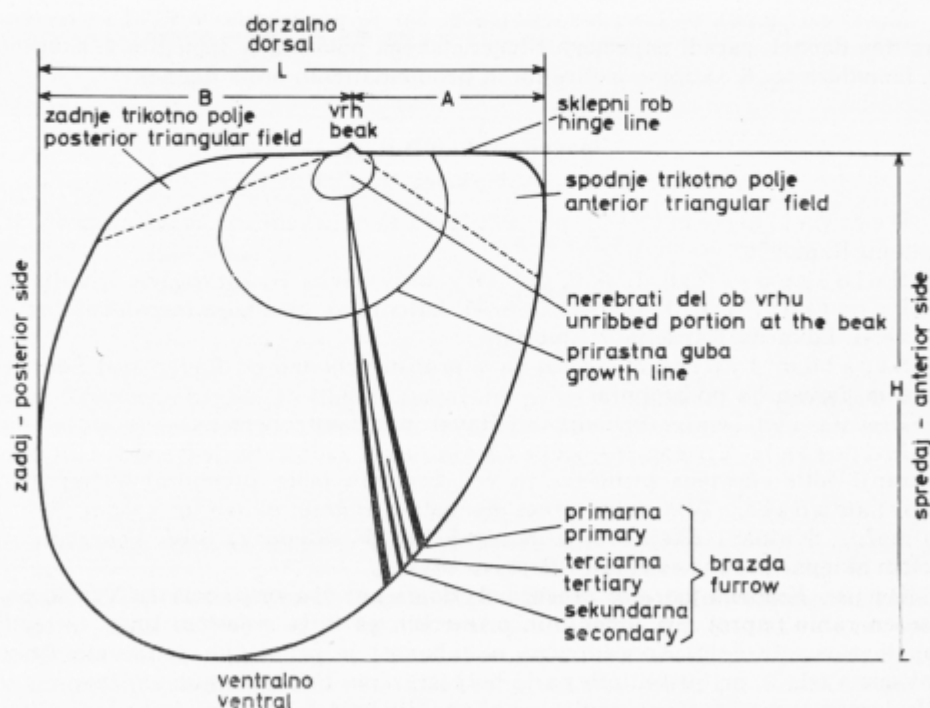
Prvi dve podskupini obsegata prečnoovalne oblike, ki so časovno med seboj precej oddaljene, tretjo podskupino pa predstavlja samo mlajša cikloidna oblika.

2. skupina *D. moussoni*: radialna skulptura je navadno v sredini lupine bolj izrazita, sicer pa slabo razvita.

3. skupina *D. tyrolensis*: dobro razvita radialna rebra so enojno ali dvojno razcepljena in pri večini vrst segajo do sklepnega roba.

4. skupina *D. sturi* in *D. lommeli* ima snopasta rebra in prečnopodolgovato obliko.

5. skupina *D. grabensis*: fina rebra so pri nekaterih vrstah nejasno snopasta.



Sl. 7. Terminologija posameznih delov lupin daonel

L — dolžina lupine, H — višina lupine, A — razdalja od vrha do sprednjega roba lupine, B — razdalja od vrha do zadnjega roba lupine

Fig. 7. Terminology used in describing daonellas

L — length of the shell, H — height of the shell, A — the distance between the beak and the anterior margin of the shell, B — the distance between the beak and the posterior margin of the shell

6. skupina *D. pichleri*: zanjo je značilen daleč naprej potisnjeni vrh.
 7. skupina *D. lamellosa* ima povečini koncentrično skulpturo lupine.
 8. skupina izoliranih in problematičnih oblik daonel.

Drugi avtorji so se v glavnem držali Kittlove razdelitve in v njegove skupine uvrstili še nove vrste.

Zanimiva je tudi razdelitev po I. Turculetu (1972). Uvedel je pet novih podrodov, in sicer *Moussonella*, *Grabella*, *Arzelella*, *Lommelella* in *Pichlerella*. Za vsako skupino je določil tudi podrodovni tip (subgenerotyp), in sicer: *D. moussoni* (Merian), *D. grabensis* Kittl, *D. arzelensis* Kittl, *D. lommeli* (Wissman) in *D. pichleri* (Guembel). Takšna razdelitev ne ustreza, ker temelji na maloštevilnih in dokaj slabo ohranjenih primerkih. Ponovno grupiranje daonel pa povzroča samo zmedo in otežuje njihovo določevanje.

H. Rieber (1968) je uvedel novo skupino in v njej združil osem različnih vrst daonel, najdenih v mejnih plasteh med anizično in ladinsko stopnjo v Monte San Giorgio v Švici. Z vsestransko in zelo natančno stratigrafsko in biostatistično obdelavo ter z natančnim študijem morfologije in ontogenetskega razvoja je opravičil uvedbo nove skupine *D. elongata*.

M. Georgieva-Encheva (1978, 58) je preuredila Kittlovo razvrstitev daonel; zaradi nejasnega filogenetskega položaja je izpustila 7. skupino *D. lamellosa* ter 8. skupino izoliranih in problematičnih oblik daonel.

Daonella ramovsi n. sp.

Tab. 1, sl. 1—5, tab. 3, sl. 1

Derivatio nominis: po zaslužnem slovenskem raziskovalcu prof. dr. Antonu Ramovšu.

Holotypus: Tab. 1, sl. 3, inv. štev. 595, zbirka B. Jurkovška, Ljubljana.

Paratipi: Tab. 1, sl. 1—2 in 4—5, katedra za geologijo in paleontologijo univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: plast 1a v profilu vzhodno od Raven nad Šentrupertom, fassanska podstopnja.

Locus typicus: vzhodno od Raven nad Šentrupertom.

Material: Tri kamena jedra desnih lupin, zadnji del jedra desne lupine, notranji odtis odprtega primerka in več kamenih jeder juvenilnih primerkov.

Diagnosis: Zelo dolga nizka daonela z ravnim sklepnim robom. Rebra so močna, dvojna, redkeje trojna in segajo vse do sklepnega roba. Pod zadnjim delom sklepnega roba so rebra finejša in ožja.

Opis: Kamena jedra so precej bolj dolga kot visoka (tabela 1). Vrh je potisnjen rahlo naprej, pri juvenilnih primerkih pa bližje središnji liniji. Sklepni rob je raven in dolg. Koncentrična nagubanost je pri večjih primerkih šibko nakazana (sl. 8), pri juvenilnih pa je bolj izražena. Prirastne gube kažejo, da je bila lupina v mladostnem stadiju približno dvakrat tako dolga kot visoka, kar ustreza juvenilnim primerkom, ki smo jih našli v isti plasti (sl. 18a). Na kamenih jedrih je 30 do 33 primarnih radialnih reber, ki so v srednjem delu precej široka ter s sekundarno in terciarno povečini razdeljena na dva ali tri dele. Rebratost sega do sklepnega roba. Pod zadnjim delom sklepnega roba so rebra bolj stisnjena, finejša in pri večini primerkov le enkrat deljena. Prva delitev se pojavlja v različnih razdaljah od vrha, skoraj vedno pa v zgornji polo-

Tabela 1. Mere (v mm) nove vrste *Daonella ramovsi* n. sp.
 Table 1. Measurements (in mm) of *Daonella ramovsi* n. sp.

plast bed	1a	1a	1a	preneseni primerki redeposited specimen
št. primerka no. of specimen	1	2	3	4
lupina - desna (D) valve - right (D)	D	D	D	D
dolžina (L) length (L)	23,0	~51,0	~60,0	72,0
višina (H) height (H)	15,0	~31,0	35,0	47,0
razdalja od vrha do sprednjega roba (A) distance between the beak and the anterior margin (A)	10,0	24,0	26,5	33,0
razdalja od vrha do zadnjega roba (B) distance between the beak and the posterior margin (B)	13,0	27,0	33,5	39,0
L : H	1,53	1,64	1,71	1,53
A v % od L A in percent of L	43,8	47,0	44,1	45,8
dolžina sklepnega roba length of the hinge line	17,5	41,0	47,0	60,0
zadnji del posterior part	10,5	22,0	25,0	32,0
sprednji del anterior part	7,0	19,0	22,0	28,0

vici. Terciarne brazde so šibkeje nakazane in se pojavijo šele v spodnjem delu. Ob vrhu je nerebrato polje, široko približno štiri milimetre. Dvojnih reber je več (73 %) kot trojnih (27 %), ki so nameščena med sredino in zadnjim trikotnim poljem.

P r i m e r j a v a : *D. ramovsi* n. sp. gre po razvrstitvi in načinu delitve reber v ožji krog vrste *D. tyrolensis* ter je nedvomno najnižja oblika v razvoju te grupe. Rebratost je podobna kot pri vrsti *D. bulogensis*. Primerki, ki jih je opisal E. Kittl (1912, 43, tab. 3, sl. 5—10), so nepopolno ohranjeni, vendar kažejo prirastne gube, da je bila *D. bulogensis* višja. Po Kittlovem opisu močna rebra precej oslabijo v bližini sklepnega roba in se izgubijo, tako da nastane zadaj, včasih tudi spredaj, brezrebrno trikotno polje; pri vrsti *D. ramovsi* pa sega rebratost spredaj in zadaj do sklepnega roba. Primerki, ki jih je E. Kittl opisal iz Han Buloga v Bosni kot *D. bulogensis* var. *multipartita*, so nižji od tipične vrste in imajo več reber. Nova vrsta se razlikuje od njih po rebratosti ob sklepnem robu ter obrisu in obliki prirastnih gub.

Zelo podobno rebratost kaže tudi *D. spitiensis* Bittner in *D. aff. indica*, ki ju je opisal A. Bittner (1899, 38 in 39, tab. 7, sl. 3 in 12), vendar sta obe indijski obliki višji, poleg tega leži pri vrsti *D. aff. indica* vrh bolj ekscentrično.



Sl. 8. *Daonella ramovsi* n. sp.

Prirastne gube in obrisi primerkov iz Raven nad Šentrupertom

- a—d) primerki iz plasti 1a, 0,85 ×
 e) najden na sekundarnem mestu, 0,85 ×
 f) juvenilni primerek

Fig. 8. *Daonella ramovsi* n. sp.

Growth lines and outlines of the specimens from Ravne near Šentrupert

- a—d) specimens from the bed 1a, 0,85 ×
 e) specimen washed out from its original site and redeposited, 0,85 ×
 f) juvenile specimen

D. ramovsi je po mojem prepričanju filogenetsko nekoliko starejša kot *D. bulogensis*. Nizka oblika in finejša rebra ob sklepnem robu pri naši vrsti spominjajo na nizke in dolge juvenilne oblike ter na šibko rebrata, oziroma nerebrata polja pod sklepnim robom pri vrsti *D. bulogensis*. V plasti 1a smo našli tudi nekaj oblik, ki v starosti kažejo tendenco hitrejše rasti v višino in predstavljajo prehodno obliko med vrstama *D. ramovsi* in *D. bulogensis*.

Stratigrafski položaj najdišča: *D. ramovsi* se nahaja samo v najnižji plasti fassanskega profila vzhodno od Raven nad Šentrupertom, to je približno 20 do 30 m pod langobardskim (?) tufom in štiri metre pod plastmi z *D. tyrolensis* in *D. badiotica*. V plasti 1a se nahaja skupaj z vrstami *D. slovenica*, *D. buseri*, *D. ex gr. D. pichleri* ter s prehodnimi in juvenilnimi oblikami.

Daonella slovenica n. sp.

Tabla 2, sl. 1—2

Derivatio nominis: po najdišču v Sloveniji.

Holotypus: Tabla 2, sl. 2, inv. šte. 600, zbirka B. Jurkovška, Ljubljana.

Paratipi: Tabla 2, sl. 1, katedra za geologijo in paleontologijo univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: plast 1a v profilu vzhodno od Raven nad Šentrupertom, fassanska podstopnja.

Tabela 2. Mere (v mm) nove vrste *Daonella slovenica* n. sp.

Table 2. Measurements (in mm) of *Daonella slovenica* n. sp.

primerek specimen	holotypus	paratypus
dolžina (L) length (L)	35	38
višina (H) height (H)	33	37
razdalja od vrha do sprednjega roba (A) distance between the beak and the anterior margin (A)	13	12,5
razdalja od vrha do zadnjega roba (B) distance between the beak and the posterior margin (B)	22,5	25,5
A v % od L A in percent of L	37,1	32,8
L : H	1,06	1,03
dolžina sklepnega roba length of the hinge line	24	29
sprednji del anterior part	12	14
zadnji del posterior part	12	15
zadnji del : sprednji del posterior part : anterior part	1,00	1,07

Locus typicus: vzhodno od Raven nad Sentrupertom.

Material: Štirje dobro ohranjeni primerki in njihovi odtisi, slabše ohranjeni odtis notranje strani leve lupine juvenilnega primerka in poškodovani odtis notranje strani leve lupine.

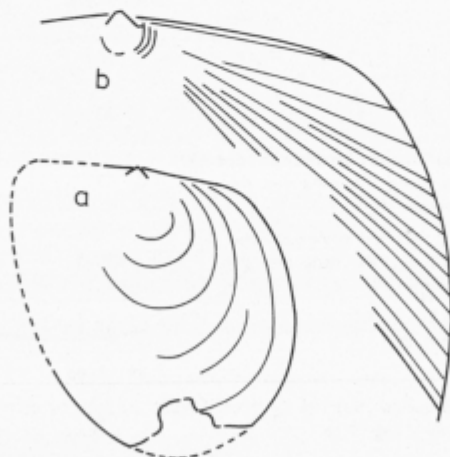
Diagnosis: Nova vrsta daonele je približno tako dolga kot visoka (tabela 2). Pod zadnjim in sprednjim delom sklepnega roba ima zelo široka dvojna rebra, v sredini lupine pa so pogosta trojna rebra. Sklepni rob polkrožno prehaja v zadnji rob.

Opis: Lupina je poševna in pokrita s finimi radialnimi rebri. Kot med sklepnim robom in najbolj oddaljeno točko od vrha meri 72° do 76° (opisthoklinske oblike). Prehod sklepnega roba v zadnji rob je pravilno zaokrožen.



Sl. 9. *Daonella slovenica* n. sp.
Prirastne gube na holotipu

Fig. 9. *Daonella slovenica* n. sp.
Growth lines of the holotype

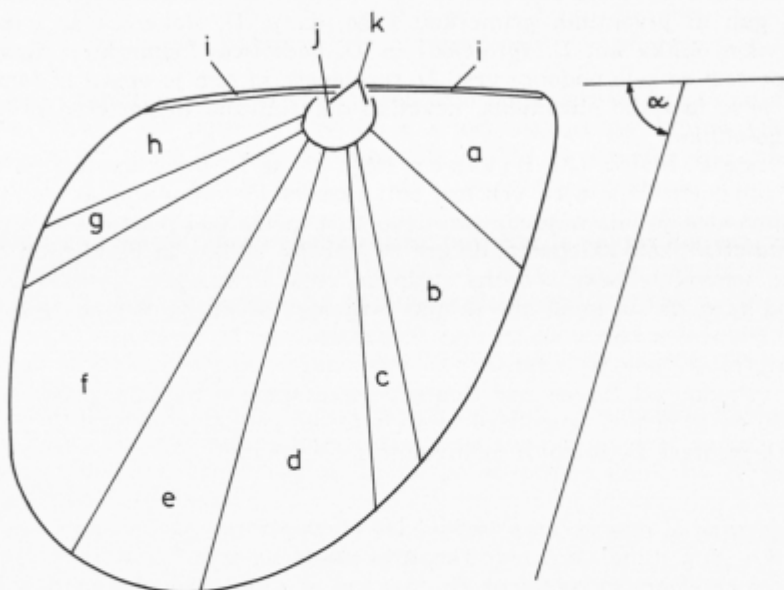


Sl. 10. *Daonella slovenica* n. sp.

- a) prirastne gube na paratipu
b) sklepni rob in zadnje trikotno polje na istem primerku

Fig. 10. *Daonella slovenica* n. sp.
a) growth lines of the paratype
b) hinge line and the posterior triangular field of the same specimen

Primarnih radialnih reber je 34—37: povečini se delijo na dve sekundarni rebri (77 %), redkeje na tri (33 %). Vrh leži na sredini sklepnega roba, glede na celotno dolžino lupine pa je potisnjen naprej. Koncentrične gube so zelo šibko nakazane in tvorijo ozke ter visoke loke (sl. 9 in 10). Pod zadnjim delom sklepnega roba, ki je nakazan z ravno rahlo izstopajočo linijo, sledi rebro, ki se razcepi na dve nizki in široki sekundarni rebri. Polovica rebra ob sklepnem robu je širša, delitvena brazda pa z njim vzporedna (sl. 10b). Sledijo še dve do tri enkrat razcepljena rebra. Pod sprednjim delom sklepnega roba leži nekaj širokih enostavnih reber; vsako se deli na dve sekundarni rebri. Med trikotnim



Sl. 11. *Daonella slovenica* n. sp. $\times 2$

Razporeditev reber na holotipu:

a — sprednje trikotno polje širokih, nizkih in šibko razcepljenih dvojnih reber (4), b — polje širokih in nizkih reber, ki se delijo daleč od vrha (7), c — prehodno polje (1), d — polje širokih trojnih reber (4 do 5); prva cepitev se začne bližje vrhu kot druga, e — polje ozkih dvojnih reber, ki se cepijo blizu vrha; vmes eno trojno rebro (4 + 1), f — polje širših reber; vmes eno dvojno (6 + 1), g — prehodno polje (1), h — zadnje trikotno polje nizkih dvojnih reber (3 do 5), i — sklepni rob, j — gladko ne-rebrato polje, k — vrh

Fig. 11. *Daonella slovenica* n. sp. $\times 2$

Distribution of the ribs of the holotype:

a — the anterior triangular field having broad, low and weakly branched duplicate ribs (4), b — the field having broad and low duplicate ribs branching more distantly from the beak (7), c — transitional field (1), d — the field having broader threefold ribs (4—5); the first bifurcating starts nearer to the beak than the second one, e — the field having narrow duplicate ribs bifurcating close to the beak; a threefold rib among them (4 + 1), f — the field having broader threefold ribs; a duplicate rib among them (6 + 1), g — transitional field (1), h — the posterior triangular field covered with low duplicate ribs (3—5), i — hinge line, j — smooth unribbed field, k — beak

poljem spredaj in zadaj so rebra bolj izbočena in gostejša ter se predvsem v srednjem delu lupine prvič cepijo šest do deset milimetrov od vrha. Sam vrh in štirimilimetrsko polje pod njim sta nerebrata (sl. 11).

Primerjava: Vrsto *D. slovenica* n. sp. lahko primerjamo z vrstama *D. tyrolensis* in *D. badiotica* (E. Mojsisovics 1874, 14, 15). Prva je bolj enakostranična, druga pa nižja. Zadnji del sklepnega roba in zadnji rob ne tvorita topega kota, temveč polkrožno prehajata drug v drugega. Rebratost ob sklepnem robu ni enaka kot v ostalem delu lupine, temveč se spremeni in je po tej lastnosti podobna nekaterim primerkom vrste *D. tyrolensis*. Prva delitev reber se prične bliže vrhu kot pri *D. tyrolensis* in *D. badiotica*. Primerjava prirastnih gub in juvenilnih primerkov kaže, da je *D. slovenica* že v mladosti precej višja oblika kot *D. tyrolensis* in *D. badiotica*. Primerki iz Raven nad Šentrupertom so zelo podobni vrsti *D. tyrolensis*, ki sem jo opisal iz Jagnjenice, vendar je le ta slabo ohranjena, nekoliko deformirana in verjetno predstavlja prehodno obliko.

Od vrste *D. indica* (A. Bittner 1899, 39) se *D. slovenica* loči po tem, da je že v mladosti višja, njen vrh leži bolj ekscentrično; pogosta so trojna rebra.

D. slovenica je bila najdena približno štiri metre pod plastjo z *D. tyrolensis* in *D. badiotica*; zato sklepamo, da gre za starejšo obliko, ki pa ni njun direktni prednik, temveč le ozko sorodna stranska veja. Primerjava z vrsto *D. buseri* n. sp. pa kaže, da sta imeli obe školjki skupnega prednika, vendar je šel razvoj vrste *D. slovenica* bolj v smeri vrst *D. badiotica* in *D. tyrolensis*.

Stratigrafski položaj najdišča: *D. slovenica* n. sp. se nahaja v fassanskem profilu vzhodno od Raven nad Šentrupertom samo v najnižji plasti (1a), približno 20 do 30 m pod langobardskim (?) tufom skupaj z vrstami *D. buseri*, *D. ex gr. D. pichleri*, *D. ramovsi* in juvenilnimi oblikami.

Daonella buseri n. sp.

Tab. 2, sl. 3—5

Derivatio nominis: po najditelju geologu prof. dr. Stanku Buserju.
Holotypus: Tabla 2, sl. 4, inv. številka 599, zbirka B. Jurkovška, Ljubljana.

Paratipi: Tabla 2, sl. 3 in 5, katedra za geologijo in paleontologijo univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: plast 1a v profilu vzhodno od Raven nad Šentrupertom, fassanska podstopnja.

Locus typicus: vzhodno od Raven nad Šentrupertom.

Material: Dva nepopolna notranja odtisa levih lupin, nekaj fragmentarno ohranjenih primerkov in dva poškodovana odtisa levih lupin prehodnih oblik.

Diagnosis: Močno poševna dolga in nizka oblika z dolgim sklepnim robom. Rebra so dvodelna in tridelna in segajo do sklepnega roba, v zadnji tretjini lupine so finejša in ožja. Prirastne gube so v sprednji polovici lupine precej izrazite.

Opis: V *D. buseri* sem združil dva tipa lupin, ki so močno poševne in bolj dolge kot visoke (tabela 3). Naklonski kot lupine je 60° do 70° (opistoklinska oblika). Vrh je potisnjen naprej proti prvi tretjini lupine, glede na sklepni rob

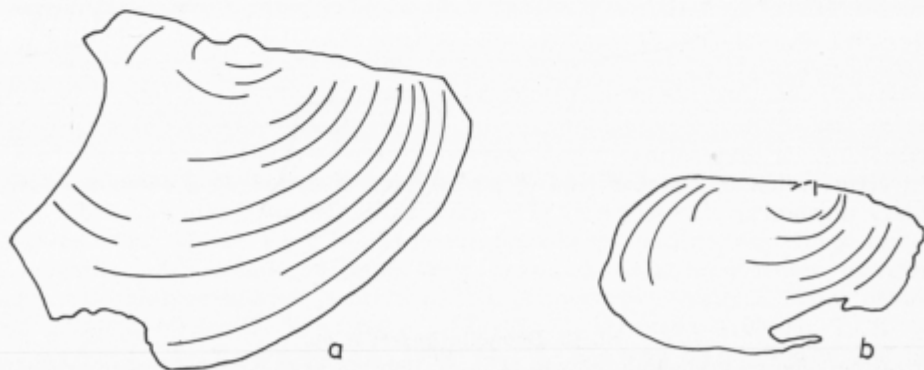
Tabela 3. Mere (v mm) nove vrste *Daonella buseri* n. sp.
 Table 3. Measurements (in mm) of *Daonella buseri* n. sp.

	<i>D. buseri</i>		prehodne oblike intermediate forms			<i>D. slovenica</i>	
dolžina (L) length (L)	44	74	63	36	27	35	38
višina (H) height (H)	25	48	53	28	24	33	37
L : H	1,76	1,54	1,22	1,28	1,13	1,06	1,03

pa leži bolj centralno, okoli vrha je nerebrasto polje, široko do pet milimetrov. Izboklina vrha se širi poševno navzdol v smeri nagnjenosti lupine. Ob sklep-nem robu je vrh manj izbočen. Sklepni rob je dolg, raven ali rahlo zalomljen; na enem primerku je lepo viden tudi odtis zunanjskega ligamenta. Rebratost je značilna za skupino *D. tyrolensis* z dvojnimi in trojnimi rebri. Ob sprednjem delu sklepnega roba so rebra nekoliko širša, povečini le enkrat deljena, radialne brazde so šibkejše. V zadnji tretjini lupine so rebra finejša in ožja. Primarna rebra, ki jih je 35 do 39, se delijo v različni oddaljenosti od vrha na dve sekundarni rebri, proti ventralnemu robu lupine pa se pogostoma pojavijo še terciarna rebra. Prirastne gube so izrazite v sprednji polovici lupine, proti zadnji tretjini pa oslabijo (sl. 12).

Prehodna oblika, ki sem jo še priključil k tej vrsti, je nekoliko višja in manj poševna. Rebra pod sprednjim delom sklepnega roba so najprej enojna ali zelo šibko enkrat deljena, proti sredini lupine pa se prično deliti na troje reber. Druge značilnosti so enake.

P r i m e r j a v a : *D. buseri* je zelo variabilna vrsta, ki sem jo najprej določil kot *D. aff. badiotica*. Natančni študij obrisov lupin, prirastnih gub, rebratosti, lege vrha in nagnjenosti lupin je pokazal, da jo lahko primerjamo z vrstami



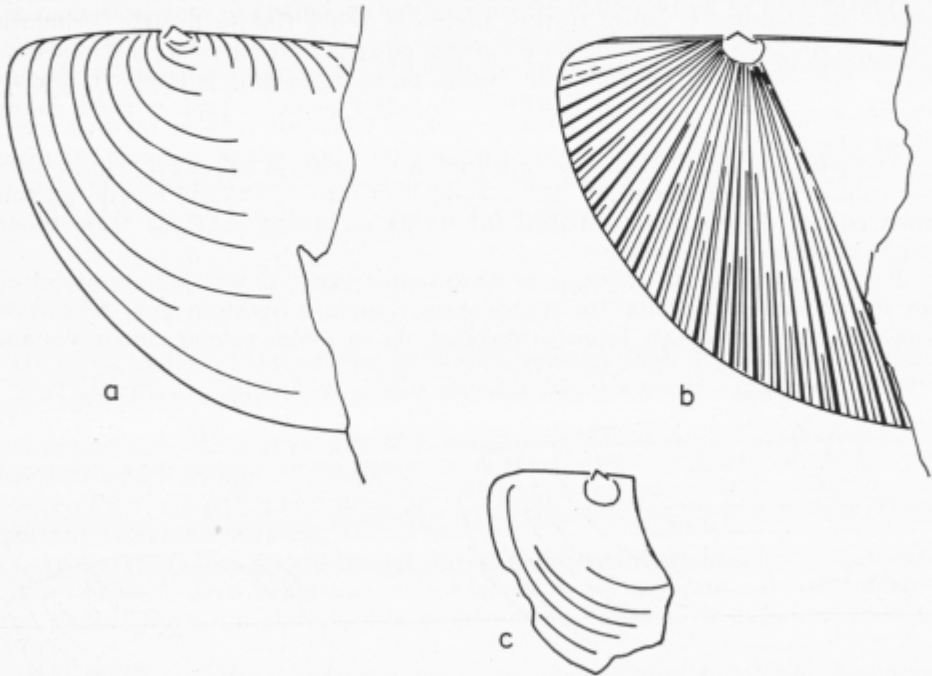
Sl. 12. *Daonella buseri* n. sp.
 Prirastne gube na holotipu (a) in paratipu (b)

Fig. 12. *Daonella buseri* n. sp.
 Growth lines of the holotype (a) and paratype (b)

D. slovenica, *D. badiotica*, *D. taramellii* Mojsisovics ter z japonskimi oblikami *D. kotoi*, *D. sakawana* in nekaterimi drugimi.

Poleg vrste *D. buseri* vsebuje plast Ia številne prehodne oblike, ki so vezane na vrsto *D. slovenica* in *D. badiotica*. Od obeh se loči predvsem po nižji in bolj poševni obliki ter izrazitih koncentričnih gubah v prvi polovici lupine. Prehodni primerki (sl. 13) se tako po višini kot obrisu lupine in rebratosti postopoma približujejo vrsti *D. slovenica* in imajo v obrisu nekatere značilnosti vrste *D. badiotica* (E. Mojsisovics 1874, 15). Nedvomno sta *D. slovenica* in *D. buseri* nastali v procesu sorazmerno hitrih mutacij, saj najdemo obe obliki skupaj s prehodnimi v isti plasti. Glede na to, da tvorijo pri prehodnih oblikah najstarejše prirastne gube močno poševno nazaj podaljšane loke (oblika *D. buseri*) mislim, da so potekale mutacije v smeri vrste *D. slovenica*, torej od nižje k višji lupini.

Zanimiva je primerjava z japonskimi vrstami *D. kotoi* in *D. sakawana* (E. Mojsisovics 1888, 174 in T. Kobayashi & A. Tokuyama 1959, 16 in 17). Obe vrsti spadata v skupino *D. tyrolensis*. Prvo ločimo predvsem po enostavnejši rebratosti, druga pa je manj zapotegnjena, višja in bolj zaokrožena.



Sl. 13. *Daonella buseri* n. sp.

Prirastne gube na prehodnih oblikah (a in c). Rebrata prva polovica lupine prehodne oblike (b)

Fig. 13. *Daonella buseri* n. sp.

Growth lines of transitional forms (a and c). Ribbed first half of a transitional form (b)

Določene podobnosti najdemo tudi z vrsto *D. taramellii* (E. Mojsisovics 1874, 18 in E. Kittl 1912, 53), ki jo je E. Mojsisovics postavil v isti filogenetski niz z *D. tyrolensis* in *D. badiotica*. Po kratkem sprednjem delu sklepnega roba, daleč naprej ležečem vrhu in višji obliki jo brez težav razlikujemo od vrste *D. buseri*, čeprav obstajajo tudi s to vrsto določene filogenetske vezi.

Stratigrafski položaj najdišča: Vzhodno od Raven pri Šentrupertu se *D. buseri* nahaja v fassanskih plasteh (plast 1a) skupaj z *D. slovenica*, *D. ramovsi*, *D. ex gr. D. pichleri* in prehodnimi ter juvenilnimi oblikami daonel.

Daonella tyrolensis Mojsisovics 1874

Tab. 3, sl. 2, tab. 4, sl. 7

1874 *Daonella tyrolensis* s. sp. — Mojsisovics, S. 14, Taf. 1, Fig. 8, 10.

? 1895 *Halobia parthanensis* Schafhäutl (= *tyrolensis* Mojsisovics) — Salomon, S. 154, Taf. 5, Fig. 5—8.

1912 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics — Kittl, S. 45, Fig. 6—7.

e.p. 1918 *Daonella* aff. *tyrolensis* Mojsisovics — Salopek, str. 30, tab. 2.

1964 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics — Behlilović, str. 24, tab. 2, sl. 1—2.

1972 *Daonella* (*Arzelella*) *tyrolensis* Mojsisovics — Turculet, p. 118, pl. 2, fig. 4, 6.

non 1973 *Daonella* (*Daonella*) *tyrolensis* var. *parthanensis* Schafhäutl — Kotanski, p. 446, pl. 41, sl. 6.

Najdišče: Severno od Jagnjenice (DA/79-1) in vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 3 in 4).

Material: Slabše ohranjeni in nekoliko deformirani primerek notranje strani leve lupine (vzorec DA/79-3/4) in močno poškodovani odtis notranje strani desne lupine (vzorec DA/79-3/11).

Opis: Približno enakostrana oblika ima skoraj medialno ležeči vrh in ovalni oris. Primarnih reber je 35 do 40; v različnih razdaljah od vrha se cepijo na dve rebri, redkeje na tri. Na obeh straneh pod sklepnim robom so rebra le enkrat razcepljena in nekoliko širša, pod zadnjim robom pa ponavadi šibkeje izražena, vendar je jakost teh reber pri različnih primerkih različna. Prirastne gube so zelo rahlo nakazane (sl. 14).

Primerjava: Delitev reber in visoka oblika vodijo vrsto *D. tyrolensis* v ožje sorodstvo z *D. indica* Bittner, ki pa je bolj poševna, nekoliko nižja in njena rebra so redkeje trodelna. Pri vseh Bittnerjevih primerkih vrste *D. indica* (1899, 39, tab. 7, sl. 4—11) je vrh pomaknjen bolj naprej. Obrisi lupin in prirastne gube kažejo, da je ta vrsta nekoliko nižja, predvsem v mlajših stadijih. Do istih rezultatov je privedla tudi primerjava z vrsto *D. indica* nekaterih drugih avtorjev (J. Wanner 1907, 202; C. Diener 1908, 11; T. Kobayashi & A. Tokuyama 1959, 14; T. Kobayashi 1963a, 108 in drugi).

Naslednja vrsta, s katero bi jo lahko primerjali, je *D. badiotica*, ki ima enako skulpturo kot *D. tyrolensis*, le da je vrh potisnjen nekoliko naprej, oblika pa je bolj razpotegnjena (E. Mojsisovics 1874, 15, tab. 1, sl. 9).

D. parthanensis Schafhäütl (glej: E. Mojsisovics 1874, 14; W. Salomon 1895, 154) naj bi bila vsaj po opisih najbližja vrsti *D. tyrolensis*. Že A. Bittner (1899, 40) in E. Kittl (1912, 55) sta bila mnenja, da je treba to vrsto razveljaviti, ker so njeni opisi nepopolni in slabo dokumentirani. V večini primerov gre za zamenjavo z vrstami *D. tyrolensis*, *D. badiotica*, *D. indica*, *D. bulogensis*, *D. tripartita* in drugimi.

W. Salomon (1895, 154), ki je prikazal na tab. 5, sl. 5—8 zelo skromne ostanke vrste *D. parthanensis*, je sicer odkril kar štirinajst razlik, vendar je menil, da je identična z vrsto *D. tyrolensis*.

Slabo ohranjeni primerki vrste *D. tyrolensis* var. *parthanensis*, ki jih je opisal Z. Kotanski (1973, 446, tab. 46, sl. 1a—b), ne pripadajo opisani vrsti, kar potrjuje skulpturiranost lupine, ki je enostavna z nedeljenimi sorazmerno redkimi rebri.

Pridružujem se mnenju E. Kittla in A. Bittnerja, da se *D. parthanensis* črta iz seznama daonel kot posebna vrsta. Vse kaže, da gre za razlike, ki sodijo v variacijsko širino vrste *D. tyrolensis*, ali pa za napačne določitve slabo ohranjenega materiala.

Nekoliko deformirani primerki iz Jagnjenice spada v ožji krog *D. tyrolensis*, čeprav bi ga lahko po legi vrha in splošnem obrisu primerjali tudi z vrsto *D. slovenica*. Zanimiva je primerjava tega odtisa z I. Turculetovo (1972, 118) vrsto *D. (Arzelella) tyrolensis* na tab. 2, sl. 6, ki je nekoliko poševna in po obrisu identična z našim primerkom.



Sl. 14. *Daonella tyrolensis*

Prirastne gube na dveh primerkih iz Ravne nad Šentrupertom. Črtkano sta na večjem primerku označeni trikotni polji z enostavnejšimi rebri

Fig. 14. *Daonella tyrolensis*

Growth lines of two specimens from Ravne near Šentrupert. Ribbed triangular fields of the larger specimen (right) are indicated by dashed lines

Glede primerkov vrste *D. aff. tyrolensis*, ki jih je opisal M. Salopek (1918, 30) iz Gregurič brijega, sem mnenja, da gre za prehodno obliko med vrstama *D. tyrolensis* in *D. arzelensis* Kittl.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Po E. Mojsisovicsu (1874, 14) je *D. tyrolensis* značilna za mejne plasti med anizično in ladinsko stopnjo. E. Kittl (1912, 46) pa ji je pripisal fassansko starost.

D. tyrolensis je ena najznačilnejših oblik Južnih Alp (marmolatski in wettersteinski apnenec z vložki tufa). Pojavlja se tudi v Severnih apneniških Alpah (Partenkirchen, severna Tirolska, zgornja Bavarska). Vrsta *D. tyrolensis* je znana tudi iz ladinskih plasti Anatolije (Turculet 1972, 118) in od drugod. H. Rieber (1965) jo je našel v coni Grenzbitumen (meja anizična — ladinska stopnja), vendar ni bil prepričan o njeni pravilni določitvi.

Jugoslavija: S. Behlilović (1964, 24) je opisal fassansko vrsto *D. tyrolensis* iz planine Čabulja v Hercegovini. Čeprav je v plasteh nad njo našel vrsti *D. lommeli* in *P. wengensis*, je pustil vprašanje fassanske stopnje odprto. M. Jurić (1971, 67) je poročal o daonelah iz profila pri Hozičih v severovzhodni Bosni. Na dolomitu kontinuirano sledi apnenec z *D. tyrolensis* in s pozidonijami (opomba: verjetno gre za juvenilne daonele), ki naj bi bile fassanske starosti.

V Jugoslaviji je znanih še nekaj najdišč vrste *D. tyrolensis*, vendar je večina oblik določena s cf. ali aff.; zato jih nisem upošteval.

V lapornoapnenih polah med temno sivim ploščastim apnencem vzhodno od Raven nad Šentrupertom se nahaja vrsta *D. tyrolensis* v plasteh 3 in 4 poleg vrste *D. badiotica* približno štiri metre nad plastjo 1a z združbo *D. slovenica*, *D. buseri*, *D. ramovsi* in *D. ex gr. D. pichleri*. Pri Jagnjenici je bila *D. tyrolensis* najdena v podobni kamenini skupaj z vrsto *D. longobardica*.

Nedvomno celotna združba v obeh najdiščih potrjuje fassansko starost plasti.

Daonella badiotica Mojsisovics 1874

Tab. 2, sl. 6

1874 *Daonella badiotica* n. sp. — Mojsisovics, str. 15, tab. 1, sl. 9.

1912 *Daonella badiotica* Mojsisovics — Kittl, S. 47.

1972 *Daonella (Arzelella) badiotica* Mojsisovics — Turculet, S. 119.

Najdišče: Vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plasti 3 in 4).

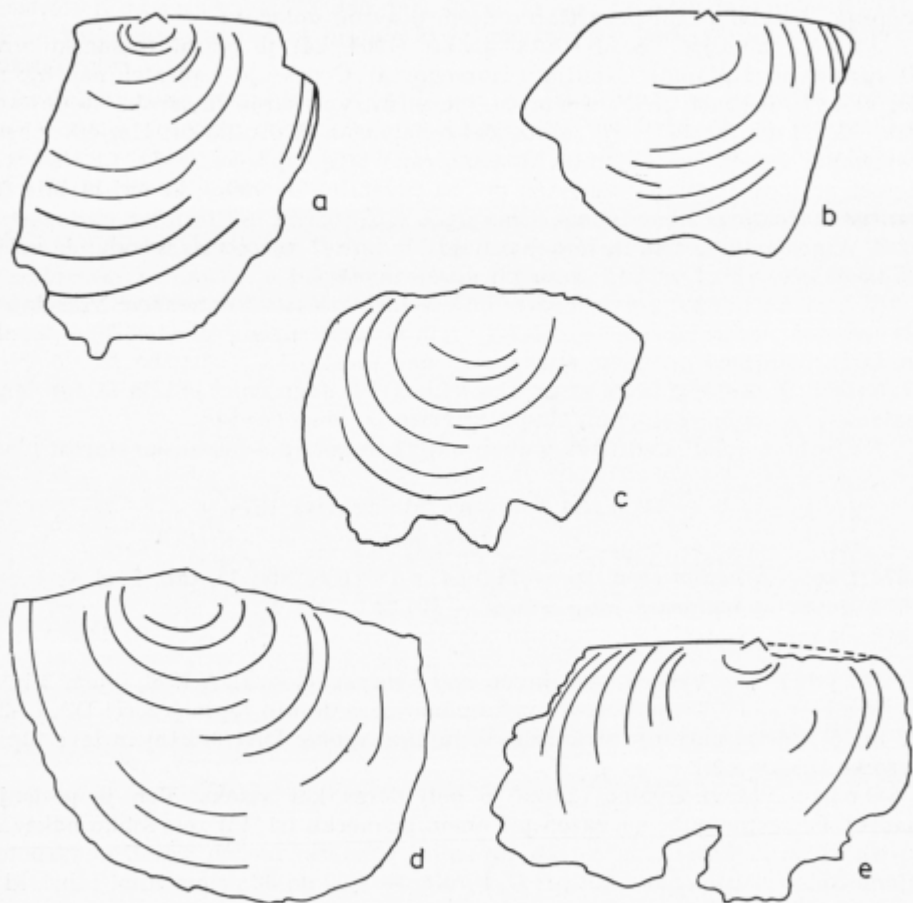
Material: Tri poškodovana kamena jedra desnih lupin (vzorci DA/79-3/7, 13 in 15), odtisa notranje strani desne lupine (vzorec DA/79-3/16) in leve lupine (vzorec DA/79-3/8).

Opis: Poševnoovalna oblika je bolj dolga kot visoka. Vrh je potisnjen naprej. Prirastne gube so, razen pri enem primerku (sl. 15) zelo šibko nakazane in tik ob vrhu kažejo, da so bili juvenilni primerki močno vzdolžno razpotegnjeni. Rebratost je enaka kot pri *D. tyrolensis* s 33 do 38 primarnimi rebri, ki se cepijo na dvoje ali na troje.

Primerjava: Naši primerki popolnoma ustrezajo opisu in podobi vrsti *D. badiotica*, ki jo je podal E. Mojsisovics (1874, 15, tab. 1, sl. 9). Od vrste *D. tyrolensis* se razlikujejo po nekoliko naprej potisnjem vrhu in bolj poševno razpotegnjeni obliki. Zaradi rebratosti, ki je pri obeh vrstah identična, je Kittl (1912, 97) podvomil v to, ali je *D. badiotica* sploh samostojna vrsta.

Izključil ni niti možnosti, da gre za deformirane primerke vrste *D. tyrolensis*. Vrsti *D. badiotica* je začasno pripisal le rahlo poševne primerke z zelo močno skulpturo. Tudi sam sem na začetku raziskav združil obe vrsti. Natančna primerjava prirastnih gub vrst *D. badiotica* (sl. 15) in *D. tyrolensis* (sl. 14) pa je pokazala, da je *D. badiotica* samostojna vrsta, ki je v zelo ozkem sorodstvu z *D. tyrolensis*. Glede na to, da se obe vrsti nahajata v isti plasti, je deformacija samo nekaterih primerkov povsem izključena.

Prirastne gube naših primerkov se ujemajo z A. Bittnerjevimi (1899) in T. Kobayashijevimi (1963a) primerki vrste *D. indica*. Edina razlika je v rebratosti, ki posebej karakterizira vrsti *D. badiotica* in *D. tyrolensis*.



Sl. 15. *Daonella badiotica*

Odtisi prirastnih gub na kamenih jedrih desnih lupin (a, b, c) in na odtisu notranje strani desne (d) in leve (e) lupine

Fig. 15. *Daonella badiotica*

Imprints of the growth lines on the casts of the right valves (a, b, c) and internal moulds of the inner surfaces of the right (d) and left (e) valves

I. Turculet (1972, 119) je vrsto *D. badiotica* postavil v novi podrod *Arzelella*, vendar mislim, da za takšen taksonomski poseg ni dovolj dokazov.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Prvi je opisal primerke vrste *D. badiotica* Mojsisovics (1874, 15) iz okolice Pederova. Našel jih je skupaj z vrsto *D. tyrolensis* in jih stratigrafsko postavil na mejo med anizično in ladinsko stopnjo. Simonescu jo je leta 1925 (po P. De Capoa Bonardi 1970, 59) opisal iz wengenskih plasti romunske pokrajine Dobrudža, I. Turculet (1972, 119) pa iz ladinskih plasti Bukovine. *D. badiotica* je znana tudi iz formacije M. Facito (wengenske plasti) v Lucaniji (P. Scandone & P. De Capoa 1966, 32).

Jugoslavija: *D. badiotica* je bila doslej znana iz apnenca in laporja Ždreleške antiklinale vzhodno od Petrovca, ki so ju I. Antonijevič et al. (1970) vzporejali z buchensteinskimi plastmi Vzhodnih Alp.

Vzhodno od Raven nad Šentrupertom se *D. badiotica* pojavlja v fassanskih plasteh 3 in 4 skupaj z vrsto *D. tyrolensis*.

Daonella cf. *tyrolensis* Mojsisovics 1874

Tab. 3, sl. 3

cf. 1874 *Daonella tyrolensis* n. sp. — Mojsisovics, S. 14, Tab. 1, Fig. 8, 10.

cf. 1912 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics — Kittl, S. 45, Fig. 6, 7.

cf. 1964 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics — Behlilović, str. 24, tab. 2, sl. 1—2.

cf. 1918 *Daonella* (*Arzelella*) *tyrolensis* Mojsisovics — Turculet, p. 118, pl. 2, fig. 4, 6.

Najdišče: Severovzhodno od Dol pri Litiji (DA/79-18).

Material: Slabo ohranjeno kameno jedro desne lupine in osem fragmentov, ki verjetno pripadajo isti vrsti.

Opis: Primerek kaže, da je bila lupina skoraj enakostrana, ovalna in rahlo poševna. Vrh je ležal skoraj na sredini. Rebra so bila rahlo izbočena, na nekaterih fragmentih pa je rebrni greben skoraj povsem izravnani, vendar gre verjetno za naknadno deformacijo. Primarnih reber na kamenem jedru je 36 in so



Sl. 16. *Daonella* cf. *tyrolensis*

Prirastne gube na primerku iz nahajališča vzhodno od Dol pri Litiji (1,5 ×)

Fig. 16. *Daonella* cf. *tyrolensis*

Growth lines of a specimen from the locality east of Dole near Litija (1,5 ×)

dvojno, redkeje trojno razdeljena. Terciarne brazde so navadno slabo razvite, pojavljajo pa se nedaleč od zunanjega roba. Spredaj in zadaj pod sklepnim robom je opaziti nekaj enostavnejših reber s slabotno dihotomno delitvijo. Koncentrične gube so nekoliko močnejše izražene le v neposredni bližini vrha, medtem ko so v ostalem delu lupine komaj opazne (sl. 16).

Dimenzije

Measurements

dolžina (L)	16 mm
length	
višina (H)	11,5 mm
height	
razdalja od vrha do sprednjega roba (A)	7 mm
distance between the beak and the anterior margin (A)	
razdalja od vrha do zadnjega roba (B)	9 mm
distance between the beak and the posterior margin (B)	
L : H	1,39
A v % od L	43,7 %
A in percent of L	

Opomba: Dimenzije so izmerjene na prirastni gubi in so približne.
Remark: Measurements being approximate are related to the growth line.

Stratigrafska razširjenost: Večina lastnosti opisanega primerka ustreza vrsti *D. tyrolensis*. Zato sem mnenja, da je črni ploščasti apnec z daonelami med tufom in tufskim peščenjakom pri Dolah fassanske starosti. Konodontni vzorec, vzet v plasti z *D. cf. tyrolensis*, je vseboval fassanski morfotip vrste *Neogondolella constricta* (Mosher & Clark).

Daonella longobardica Kittl 1912

Tab. 4, sl. 5–6

1912 *Daonella longobardica* (Mojsisovics mscr.) n. sp. — Kittl. S. 67, Taf. 2, Fig. 19, Taf. 3, Fig. 1.

1956 *Daonella longobardica* Kittl — Enčeva-Kančeva, str. 200, fig. 1.

1972 *Daonella (Arzelella) longobardica* (Mojsisovics) Kittl — Turculet, p. 118, pl. 4, fig. 3, 5.

Najdišče: Severno od Jagnjenice v dolini Sopote (DA/79-1).

Material: Kameni jedri leve in desne lupine, ki sta pripadali istemu osebku. Kameno jedro leve lupine na sprednji in vetralni strani manjka, desno pa je odlomljeno na sprednji strani pod sklepnim robom. Dve slabše ohranjeni kameni jedri lupin mlajših primerkov (vzorci: DA/79-1/2).

Opis: Lupina je zelo ploska, le v bližini vrha in sklepnega roba nekoliko močnejše izbočena. Je bolj dolga kot visoka z naprej upognjenim vrhom, ki je pri odraslih primerkih pomaknjen proti prvi tretjini lupine. V juvenilnem stadiju so lupine skoraj enkrat tako dolge kot visoke, vrh pa leži bolj centralno. Obrisi lupine je pravilno zaokrožen (sl. 17), sklepni rob je raven. Koncentrične gube so šibko izražene. Številna ploska rebra se navadno dvakrat viličasto razcepijo.

Primarna rebra se začenjajo tri do pet milimetrov pod vrhom. Sekundarna in terciarna rebra so navadno parna in ob spodnjem robu široka do enega milimetra. Sprednje trikotno polje je pri primerkih iz Jagnjenice ozko in nerebrato z radialno izboklino, ki leži na mestu halobijskega ušesa, pod njim pa sledi nekaj enostavneje deljenih širših reber. Zadnji del sklepnega roba je na rekonstruiranem primerku skoraj dvakrat tako dolg kot sprednji del.

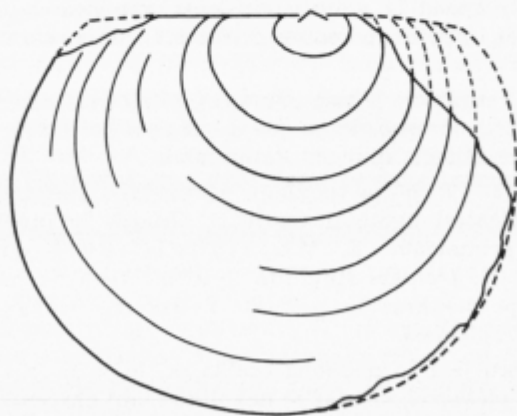
Dimenzije v mm

Measurements in mm

št. primerka no. of specimen	1	2	3
dolžina (L) length	67	26	21
višina (H) height	53	18	14
L : H	1,26	1,44	1,50
dolžina sklepnega roba (približna) approximate length of the hinge line	49		

Primerjava: Kot pri vrsti *D. indica*, tudi pri vrsti *D. longobardica* opazujemo s starostjo hitrejšo rast v višino; vrsti sta si podobni tudi po rebratosti.

E. Kittl (1912, 68) jo je primerjal tudi z vrstama *D. marmolatae* Kittl in *D. paucicostata* Tornquist. Prva ima relativno daljši obris, s starostjo se ji razmerje med višino in dolžino bistveno ne spremeni, rebra pa so snopasto razporejena, manj številna in širša. *D. paucicostata* pa je že v mlajših stadijih višja in ima vidno širša rebra. I. Turculet (1972, 118) je opisal vrsto *D. longobardica* iz Bukovine, vendar sta primerka, upodobljena na tab. 4, sl. 3 in 4 zelo slabo ohranjena in neuporabna za primerjavo. I. Turculet je štel vrsto *D. longobardica* v nov podrod *Arzelella*.



Sl. 17. *Daonella longobardica*
Prirastne gube na desni lupini primerka iz Jagnjenice

Fig. 17. *Daonella longobardica*
Growth lines on the right valve of a specimen from Jagnjenica

M. Enčeva-Kančeva (1956, 200) je opisala primerek vrste *D. longobardica*, pri katerem leži vrh bolj v centralnem delu; skulpturne značilnosti so podobne kot pri primerku iz Jagnjenice. Avtorica je opozorila, da so koncentrične gube pri različnih primerkih različno močne.

Stratigrafska in geografska razširjenost: *D. longobardica* doslej iz Jugoslavije ni bila znana. E. Kittl (1912, 67) je opisal primerke, ki jih je nabral F. Teller v sivem esinskem apnencu v najdišču Costa di Prata. Mnenja je bil, da spadajo v nek nižji horizont, morda v buchensteinskega. Drugo najdišče je Piatra Zimbului v Bukovini, kjer jo je iz ladinskih plasti opisal I. Turculet (1972, 118).

Iz ladinskih plasti v Čatala pri Dvina-Slivensko je vrsto *D. longobardica* opisala M. Enčeva-Kančeva (1956, 200).

Pri Jagnjenici nahajamo vrsto *D. longobardica* v fassanskih plasteh skupaj z vrsto *D. tyrolensis*.

Daonella ex. gr. *D. pichleri* Mojsisovics

Tab. 4, sl. 4

Najdišče: Vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 1a).

Material: Slabše ohranjeno kameno jedro leve lupine mlajšega osebk.

Opis: Dolga neenakostrana lupina z močno naprej potisnjenim vrhom, dolgim zadnjim in zelo kratkim sprednjim delom sklepnega robu je precej izbočena in pokrita s številnimi finimi radialnimi rebri, ki proti zadnji in sprednji tretjini oslabijo. Rebra so enojna, ali le enkrat deljena. Koncentrične gube so izrazite predvsem v neposredni okolici vrha in še bolj poudarjajo ekscentričnost lupine.

Približne dimenzije v mm: dolžina (L) 20, višina (H) 14.

Primerjava: Primerek iz najdišča vzhodno od Raven nad Šentrupertom je najbližji vrsti *D. obliqua* Mojsisovics, ki jo je E. Mojsisovics (1874, 21, tab. 2, sl. 5—6) opisal iz wettersteinskega apnenca v okolici Innsbrucka. Lega vrha, rebratost in približni potek prirastnih gub se sorazmerno dobro ujemajo.

Po legi vrha in rebratosti je naš primerek blizu tudi nekoliko daljši in nižji obliki *D. sp. ind. aff. obliqua*, ki jo je C. Diener (1909, 30, tab. 5, sl. 15) opisal iz traumatokrinskega apnenca Painkhanda.

E. Kittl (1912, 79) je na podlagi primerjave številnih primerkov vrst *D. obliqua* in *D. pichleri* ugotovil, da je *D. obliqua* le juvenilna oblika vrste *D. pichleri*. Moje primerjave E. Mojsisovicsevih primerkov vrste *D. obliqua* s primerki *D. pichleri* številnih avtorjev tega ne potrjujejo. Verjetno gre za obliko, ki je zaenkrat še premalo raziskana, vsekakor pa je v ožjem sorodstvu z vrsto *D. pichleri*.

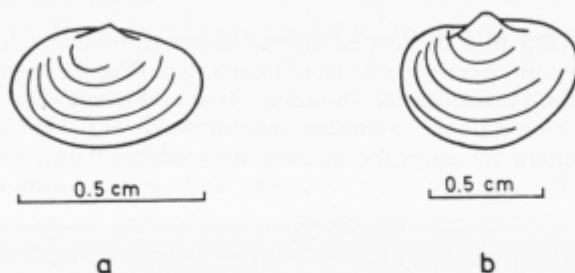
Našemu primerku je zelo podobna oblika, ki jo je E. Kittl (1912, tab. 4, sl. 8) označil kot *D. pichleri?*, vendar je nekoliko manj ekscentrična, vrh pa je pomaknjen bolj proti sredini lupine.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vzhodno od Raven nad Šentrupertom se *D. ex gr. D. pichleri* pojavlja v fassanskem temno sivem ploščastem apnencu (plast 1a) skupaj z vrstami *D. slovenica*, *D. buseri* in *D. ramovsi*.

Juvenilni primerki

Tabla 4, sl. 1—3

V plasti 1a smo našli poleg odraslih tudi številne juvenilne primerke: prevladujejo nizke oblike. Razmerja kažejo, da so nekatere lupine tudi enkrat bolj dolge kot visoke in verjetno pripadajo vrsti *D. ramovsi* (sl. 18a). Redkejši so nekoliko višji juvenilni primerki vrste *D. slovenica* in prehodne oblike (slika 18b), še redkejši pa so ekscentrični primerki, ki bi jih lahko pripisali vrstama *D. ex gr. pichleri* in *D. buseri*.



Sl. 18. — Fig. 18.

- a) Juvenilni primerek vrste *D. ramovsi* n. sp. (?) iz plasti 1a
 b) Juvenilni primerek daonele iz plasti 1a
 a) A juvenile specimen of *D. ramovsi* n. sp. (?) from the bed 1a
 b) A juvenile specimen of *Daonella* from the bed 1a

Sklep

V zadnjih desetletjih je hiter razvoj mikropaleontologije zaviral raziskave fosilne makrofavne na slovenskem ozemlju. Številne nove metode na področju mikropaleontologije so se pokazale kot izredno učinkovite za parastratigrafijo zlasti tam, kjer je premalo ortofosilov (amoniti, trilobiti, graptoliti, itd.), ali pa so slabo ohranjeni, da bi z njihovo pomočjo lahko zanesljivo določili relativno starost plasti. Vendar ne gre pozabljati na bogate fosilne združbe školjk, polžev, iglokožcev in drugih na videz manj pomembnih makrofosilov, ki nam nudijo odgovore o starosti kamenine tudi tedaj, ko odpovedo mikropaleontološke metode. Zanimivo je, da v plasteh z daonelami povečini nismo našli mikrofosilov, ali pa niso bili značilni. Večina školjk, ki jih uvrščamo v rod *Daonella* so vodilni triadni fosili, ki so obenem tudi odlični facialni fosili.

Sistematične raziskave daonel in profilov pri Ravnah nad Šentrupertom, pri Jagnjenici in severovzhodno od Dol pri Litiji so dale pomemben prispevek k poznavanju ladinških plasti v Sloveniji. Z vrstami *D. tyrolensis*, *D. badiotica* in *D. longobardica* smo lahko ločili fassanske plasti od langobardskih, nove vrste iz Raven nad Šentrupertom *D. slovenica*, *D. ramovsi* in *D. buseri* pa predstavljajo nove člene v filogenetskem nizu skupine *D. tyrolensis*.

Fassanian beds with daonellas in Slovenia

Introduction

Much has been said and written about Fassanian beds in Slovenia, but nobody was able to prove them with certitude until now, with the exception of A. Bittner (1884) who found in grey platy limestone and marl the fossils *Hungarites mojsisovicsi*, *H. sagorensis*, *Daonella* cf. *elongata*, and others. During later times it was not possible to prove again the Fassanian substage in the mentioned finding place, in spite of careful collecting of macrofauna and microfossils.

In the years 1979 to 1981 east of Ravne above Šentrupert, at Jagnjenica in the Sopota valley, and northeast of Dole near Litija (Fig. 1) in platy and bedded limestone with marly sheets an abundant fauna of daonellas was found. By their shape and ribbing the Fassanian species were indicated. Careful examination of more than one hundred specimens confirmed the expectations, and therefore now with daonellas the Fassanian beds of the Ladinian stage can be determined with considerable reliability.

Stratigraphy

The first and at the same time the most important finding place occurs east of Ravne above Šentrupert. In the well exposed section within black micritic limestone nine sheets of calcareous marl with daonellas (Figs. 2 and 3) were found. In the lowermost part of the section were found in the sheet which is a few millimetres thick (1a) along with juvenile daonellas (Plate 4, Figs. 1—3) also mature specimens of the species *Daonella slovenica* n. sp. (Pl. 2, Figs. 1—2), *D. ramovsi* n. sp. (Pl. 1, Figs. 1—5), *D. buseri* n. sp. (Pl. 2, Figs. 3—5) and *D. ex gr. D. pichleri* (Pl. 4, Fig. 4). Approximately four metres higher occur daonellas in six sheets. Specimens from the lower four sheets (3/3 and 3/4) belong to species *D. tyrolensis* (Pl. 4, Fig. 2) and *D. badiotica* (Pl. 2, Fig. 6).

North of the Ravne finding place at Jagnjenica in the Sopota valley Fassanian and Langobardian beds are exposed. They consist of tuff, tuffaceous sandstone and slate, and of black and dark grey micritic limestone with sheets of marl and marly limestone (Fig. 5). Three thin marly calcareous sheets in the black micritic limestone of the upper part of the section contain lamellibranchs *D. longobardica* (Pl. 4, Figs. 5 and 6) and *D. tyrolensis* (Pl. 4, Fig. 7). The two species of daonellas enable the conclusion that at least 30 m of the lower part of the section are of Fassanian age.

The third finding place occurs in a ravine northeast of Dole near Litija. Ladinian beds are in a tectonic contact with the Cordevolian dolomite. They consist of black and dark grey micritic and marly limestone, calcarenite, tuff and tuffaceous sandstone (Fig. 6). In the lower part of the limestone occur in the 5 cm thick layer rare poorly preserved specimens of species *D. cf. tyrolensis* (Pl. 3, Fig. 3). T. Kolar-Jurkovšek determined in the composite sample of limestone the Fassanian morphotype of species *Neogondolella constricta* (Mosher & Clark). In the second sample collected from the limestone with daonellas and its directly overlying and underlying layers with a total thickness

of 1.30 m she found the platy element *Epigondolella mungoensis* (Diebel) which occurs from the Ladinian stage to the lowermost part of the Cordevolian sub-stage.

Descriptions of new species

Daonella ramovsi n. sp.

Pl. 1, Figs. 1—5, Pl. 3, Fig. 1

Derivatio nominis: Named after the meritorious Slovenian geologist Prof. Dr. Anton Ramovš.

Holotypus: Pl. 1, Fig. 3, No. 595 in B. Jurkovšek's collection in Ljubljana.

Paratypes: Pl. 1, Figs. 1—2 and 4—5, Katedra za geologijo in paleontologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: Bed 1a in the section east of Ravne above Šentrupert, Fassanian substage.

Locus typicus: East of Ravne above Šentrupert.

Material: Three external moulds of right valves, posterior part of the external mould of the right valve, internal print of spread specimen, and numerous external moulds of juvenile specimens.

Diagnosis: Very long low *Daonella* with straight hinge margin. Ribs are vigorous, bifurcated, rarely trifurcated, and they extend to the hinge margin.

Description: External moulds are much longer than higher (Table 1). Beak is shifted somewhat forward, on juvenile specimens it is nearer to the median line. Hinge margin is straight and long. Concentric folding of most specimens is weak but better expressed in juvenile specimens (Fig. 8). Growth lines show that in the juvenile stage the valves were approximately twice as long as high which is in agreement with the juvenile specimens found in the same bed (Fig. 8a). In external moulds occur 30 to 33 primary radial ribs which are much wider in the central part of valve. They are seldom divided by the secondary and tertiary furrow into two or three parts. Ribs extend to the hinge margin. Below their posterior part they are finer and usually bifurcated.

The division of the first rib occurs at various distances from the beak. Tertiary furrows are weaker and occur only toward the ventral margin. Unribbed fields extend 4 mm below the beak. Secondary ribs are more numerous (73 %) than tertiary ribs (27 %) which are located between the medial line and the posterior triangular field.

Comparison: According to the arrangement of ribs and their division *D. ramovsi* belongs to the *D. tyrolensis* group in which it is the lowest form. By its ribbing it is similar to *D. bulogensis*. Specimens described by Kittl (1912, 43, Pl. 3, Figs. 5—10) are not completely preserved, but their growth lines are showing that *D. bulogensis* was higher. Kittl wrote that ribs are in general vigorous, but become weaker and even lost close to the hinge margin, so that posteriorly, sometimes even anteriorly and unribbed triangular fields is formed. With *D. ramovsi* the ribbing extends into the area anteriorly and posteriorly to the hinge margin. Some specimens described as *D. bulogensis* var. *multipartita* by Kittl (1912) from Han Bulog in Bosnia are somewhat lower

and had numerous ribs. The new species differs from them in ribbing near the hinge margin, in outline and shape of growth lines.

Very similar ribbing show also *D. spitiensis* Bittner and *D. aff. indica* described by Bittner (1899, 38, Pl. 7, Figs. 3, 12). However, both forms from India are higher, and in *D. aff. indica* the position of the beak is more excentric.

According to the author's opinion *D. ramovsi* is phylogenetically somewhat older than *D. bulogensis*. Low form and finer ribs near the hinge margin of the new species directly remind the low and long juvenile forms, and the weak ribbed or unribbed fields under hinge margin of *D. bulogensis*. In layer 1a we found some adult forms which show the tendency of quicker growth in height. They represent an intermediate form between *D. ramovsi* and *D. bulogensis*.

Stratigraphic position of the finding place: in the locality east of Ravne above Šentrupert *D. ramovsi* occurs only in the lowermost layer of the Fassanian section, approximately 20 to 30 m below the Langobardian (?) tuff and 4 m below the layers with *D. tyrolensis* and *D. badiotica*. In layer 1a it was found together with *D. slovenica*, *D. buseri*, *D. ex gr. D. pichleri*, intermediate and juvenile forms.

Daonella slovenica n. sp.

Pl. 2, figs. 1—2

Derivatio nominis: After its finding place in Slovenia.

Holotypus: Pl. 2, Fig. 2, No. 600 in B. Jurkovšek's collection in Ljubljana.

Paratypes: Pl. 2, Fig. 1, Katedra za geologijo in paleontologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: Bed 1a in the section east of Ravne above Šentrupert, Fassanian substage.

Locus typicus: East of Ravne above Šentrupert.

Material: Four well preserved specimens and their prints, one worse preserved inner print of the left valve of the juvenile specimen and one damaged inner print of the left valve.

Diagnosis: New *Daonella* species is approximately as long as high. Below posterior and anterior part of the hinge the margin has very wide double ribs, and in the central part of the valve triple ribs are frequent. Hinge margin passes semicircularly into the posterior margin.

Description: Oblique valve is covered with fine radial ribs. The angle between the hinge margin and the most distant point from the beak is 72° — 76° (opisthocline). Transition of the hinge margin into the posterior margin is semicircular.

There are 34 to 37 primary ribs which split into two secondary ribs (77%), rarely in three secondary ribs (33%). Below the last part of the hinge margin which is marked by a straight line continues the rib which splits into two low secondary ribs. Half of the rib at the hinge margin is wider, and the dividing furrow lies paralel to it (Fig. 10b). Follow also twice or three times divided ribs. Below the posterior part of the hinge margin occur several wide simple ribs which divide into two secondary ribs. Convexe and dense ribs are situated ante-

riorly and posteriorly from the triangular field, and their first division occurs chiefly in the central part of the valve (6 to 10 mm below the beak). Beak itself and the four millimetres large field below it are unribbed (Fig. 11). Beak is situated in the middle of the hinge margin; with regard to the entire valve length it is shifted forward. Concentric folds are very weakly expressed and they form narrow and high arcs (Figs. 9—10).

Comparison: *D. slovenica* n. sp. can be compared with *D. tyrolensis* and *D. badiotica* (Mojsisovics 1874, 14, 15). *D. tyrolensis* is more equilateral, while *D. badiotica* is lower. The posterior part of the hinge margin and the posterior margin do not form obtuse angles, but they pass one into the other semicircularly. Ribbing near the hinge margin is different than ribbing of other parts of the valve, and in this character the species is similar to some specimens of *D. tyrolensis*. The first division occurs nearer to the beak than in the another two cited species. Comparison of the concentric folds and of juvenile specimens shows that even in younger ontogenetic stages *D. slovenica* is a form of a much higher position than either of the two species mentioned. Specimens from Ravne above Šentrupert are very similar to *D. tyrolensis* described by the author from Jagnjenica, but the latter is poorly preserved, somewhat deformed, and it is probably a transitional form.

D. slovenica differs from *D. indica* (Bittner 1899, 39) by being higher already in the younger ontogenetic stage, by the more excentrically situated beak, and by the frequent appearance of triple ribs.

Since *D. slovenica* was found 4 metres below the layer with *D. tyrolensis* and *D. badiotica*, it can be concluded that it is an older form which may not be their direct ancestor, but it represents only a collateral relation.

Affinities with *D. buseri* n. sp. are showing that both species had the same ancestor, but the development of the *D. slovenica* continued more in the line of *D. badiotica* and *D. tyrolensis*.

Stratigraphic position of the finding place: *D. slovenica* n. sp. is to be found together with *D. buseri*, *D. ramovsi*, *D. ex gr. D. pichleri* and juvenile forms only in the lowermost layer (1a) of the Fassanian section approximately 20 to 30 metres below Langobardian (?) tuffs.

Daonella buseri n. sp.

Pl. 2, Figs. 3—5

Derivatio nominis: After the geologist who discovered the finding place, Prof. Dr. Stanko Buser.

Holotypus: Pl. 2, Fig. 4, No. 599 in B. Jurkovšek's collection in Ljubljana.

Paratypes: Pl. 2, Figs. 3—5, Katedra za geologijo in paleontologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Stratum typicum: Bed 1a in the section east of Ravne above Šentrupert, Fassanian substage.

Locus typicus: East of Ravne above Šentrupert.

Material: Two uncomplete inner prints of left valves, some fragmentary preserved specimens and two damaged prints of left valves of the intermediate forms.

Diagnosis: Very inclined long and low form with long hinge margin. Ribs are bipartite or tripartite and extend to the hinge margin. In the last third of the valve ribs become finer and narrower. Concentric folding of the anterior half of the valve is quite well expressed.

Description: In the new species *D. buseri* the author unified two types of valves which are considerably inclined and longer than higher (Table 3). Angle of the inclination is 60° — 70° (opisthocline). The beak is shifted forward to the first third of the valve, and in regard to the hinge margin it is situated more centrally. Around the beak lies a 4 to 5 millimetres wide unribbed field. Convexity of the beak extends obliquely in the direction of the inclination of the valve, and it becomes flatter near the hinge margin. The hinge margin is long and straight. On one specimen the print of the outer ligament is visible. Ribbing with double and triple ribs characteristic for the *D. tyrolensis* group is developed. At the anterior part of the hinge margin ribs are somewhat broader, usually only with one division; radial furrows are somewhat weaker. Ribs are finer and narrower in the last third of the valve. There are 35 to 39 ribs which divide at various distances from the beak into two secondary ribs; toward the ventral margin of the valve also tertiary ribs often occur. Concentric growth folds are expressed first of all in the anterior half of the valve, while they weaken toward the posterior third of the valve (Fig. 12).

The intermediate form which has also been joined to this species is somewhat higher and less inclined. Below the posterior part of the hinge margin ribs are at first single or very weak and singly divided, but toward the central part of the valve the division into three ribs starts. Other characteristics are the same as with the typical specimens.

Comparison: *D. buseri* is a very variable species which the author first described as *D. aff. badiotica*. Careful study of the valve outlines, growth lines, ribbing, beak position and valve inclination show that it can be compared with *D. slovenica*, *D. badiotica*, *D. taramellii* and Japanese forms *D. kotoi*, *D. sakawana* and some others.

In the bed 1a beside *D. buseri* many intermediate forms related to *D. slovenica* and *D. badiotica* were found. *D. buseri* is a lower and more inclined form, and has better expressed concentric lines in the anterior part of the valve than the two other mentioned species. Intermediate specimens (Fig. 13) are similar to *D. slovenica* in valve outline and ribbing, and their outlines show also some characteristics of *D. badiotica* (Mojsisovics 1874, 15). Indubitably *D. slovenica* and *D. buseri* arose in the process of a comparatively quick mutation since both species and intermediate forms can be found in the same bed. As the oldest growth lines of the intermediate forms form pronounced oblique arcs lengthened posteriorly (form *D. buseri*), it is presumed that the mutation proceeded in the direction of *D. slovenica*, from lower to the higher valve.

Interesting is comparison with the Japanese forms *D. kotoi* and *D. sakawana* (Mojsisovics & Neumayr 1889, 174 and Kobayashi & Tokuyama 1959, 16, 17). Both mentioned species belong to the *D. tyrolensis* group. The first one is distinguished first of all by similar ribbing, while the second species is less oblique, higher and more rounded.

There are also some similarities with *D. taramellii* (Mojsisovics 1874, 18 and Kitti 1912, 53) which Mojsisovics placed in the same phylogenetic series together with *D. tyrolensis* and *D. badiotica*. Although there are some phylogenetic relations between both forms, *D. taramellii* differs from *D. buseri* by the short anterior part of the hinge margin, by the anteriorly situated beak by a higher shape.

Stratigraphic position in the finding place: *D. buseri* was found in Fassanian beds at Ravne above Šentrupert in bed 1a together with *D. slovenica*, *D. ramovsi*, *D. ex. gr. D. pichleri*, and with juvenile and intermediate *Daonella* forms.

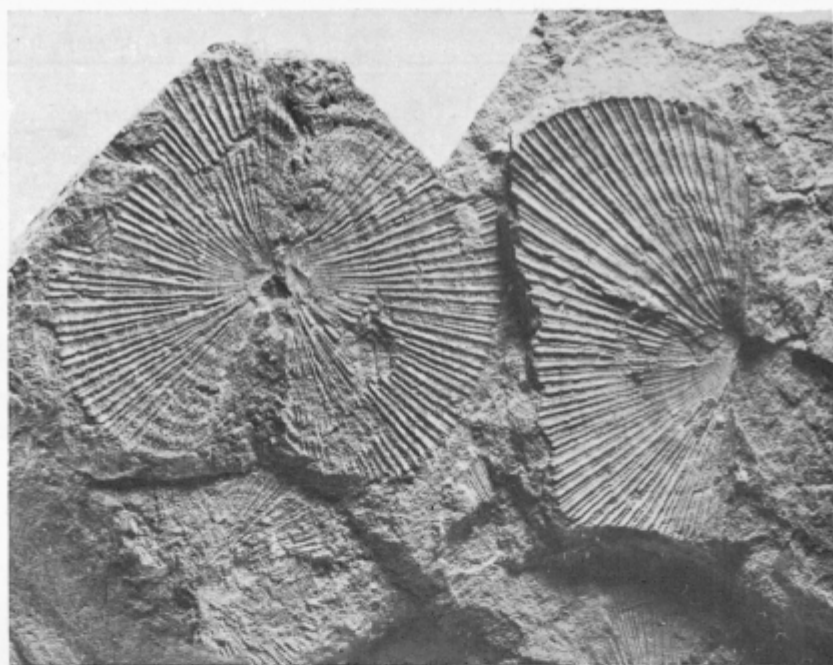
Tabla 1 — Plate 1

Daonella ramovsi n. sp.

- 1 Odtis odprtega primerka v lumakeli
Internal print of the spread specimen in lumachelle
- 2 Kameno jedro desne lupine
External mould of the right valve
- 3 Kameno jedro desne lupine, holotypus
External mould of the right valve, holotypus
- 4 Zadnji del kamenega jedra leve lupine
Posterior part of the external mould of the left valve
- 5 Kameno jedro desne lupine juvenilnega primerka, 2 × povečano
External mould of the right valve of a juvenile specimen, 2 ×

Vsi primerki so iz nahajališča vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79—3, plast 1a), fassanska podstopnja

All specimens are from the finding place east of Ravne above Šentrupert (DA/79—3, bed 1a), Fassanian substage



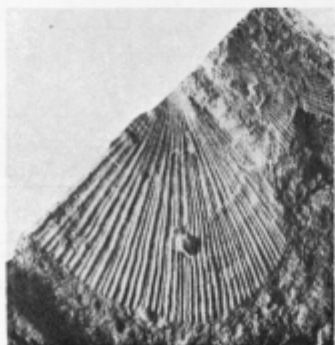
1



2



3



4

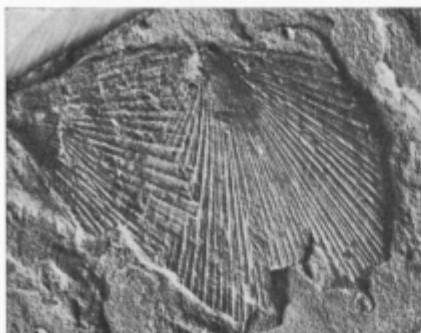


5

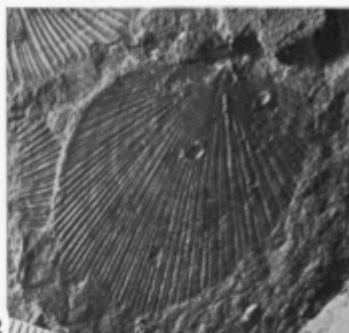
Tabla 2 — Plate 2

- 1 *Daonella slovenica* n. sp.
Kameno jedro leve lupine
External mould of the left valve
- 2 *Daonella slovenica* n. sp.
Kameno jedro desne lupine, holotypus
External mould of the right valve, holotypus
- 3 *Daonella buseri* n. sp.
Odtis leve lupine (notranja stran)
Print of the left valve (inner side)
- 4 *Daonella buseri* n. sp.
Odtis leve lupine (notranja stran)
Print of the left valve (inner side)
- 5 *Daonella buseri* n. sp.
(Prehodna oblika), kameno jedro leve lupine
(Transitional form), external mould of the left valve
- 6 *Daonella badiotica* Mojsisovics
Kameno jedro desne lupine
External mould of the right valve

Vsi primerki so iz nahajališča vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3), primerki od 1 do 5 so iz plasti 1 a, primerek 6 pa iz plasti 3, fassanska podstopnja. All specimens are from the finding place east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3); specimens 1 to 5 originate from the bed 1 a, and the specimen 6 from the bed 3, Fassanian substage.



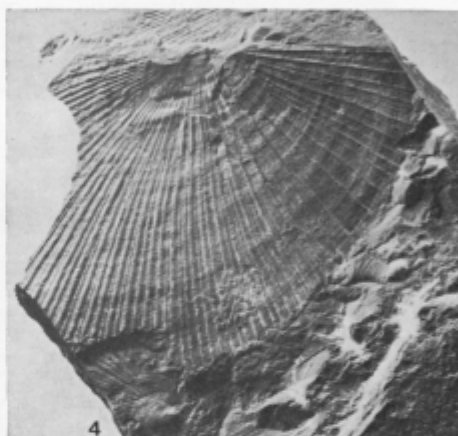
1



2



3



4



6



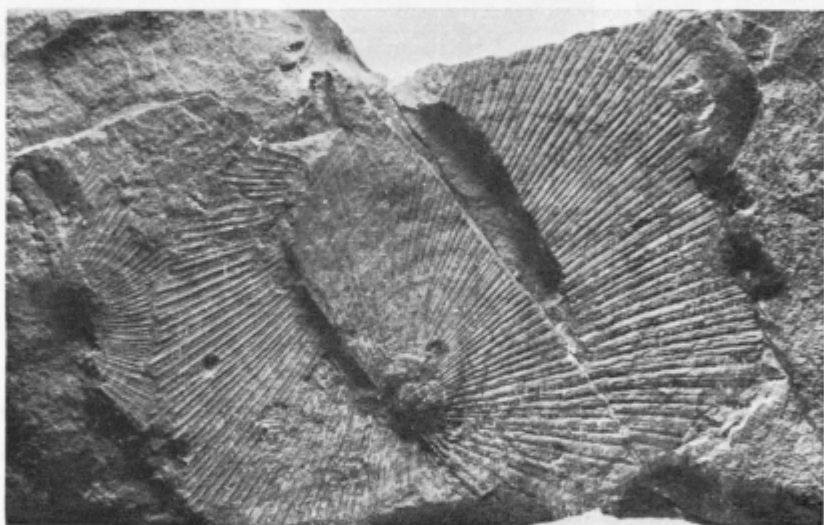
5

Tabla 3 — Plate 3

- 1 *Daonella ramovsi* n. sp.
Kameno jedro desne lupine, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3), fassanska podstopnja
External mould of the right valve, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3), Fassanian substage
- 2 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics
Kameno jedro leve lupine, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 3), fassanska podstopnja
External mould of the left valve, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3, bed 3), Fassanian substage
- 3 *Daonella* cf. *tyrolensis* Mojsisovics
Kameno jedro desne lupine, 1,5 × povečano, severnovzhodno od Dol pri Litiji (DA/79-18), fassanska podstopnja (?)
External mould of the right valve, 1,5 ×, northeast of Dole near Litija (DA/79-18), Fassanian substage (?)



1



2

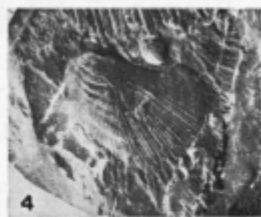
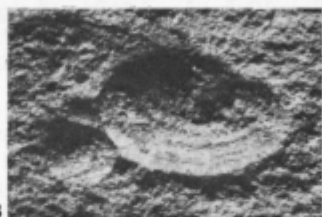


3

Tabla 4 — Plate 4

- 1 Apnec z juvenilnimi daonelami, 2 × povečano, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 1 a), fassanska podstopnja
Limestone with juvenile daonellas, 2 ×, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3, bed 1 a), Fassanian substage
- 2 *Daonella* sp.
Kameno jedro juvenilnega primerka, 3 × povečano, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 1 a), fassanska podstopnja
External mould of a juvenile specimen, 3 ×, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3, bed 1 a), Fassanian substage
- 3 *Daonella ramovsi* n. sp. (?)
Kameno jedro juvenilnega primerka, 5 × povečano, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 1 a) fassanska podstopnja
External mould of a juvenile specimen, 5 ×, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3, bed 1 a), Fassanian substage
- 4 *Daonella* ex gr. *D. pichleri* Mojsisovics
Kameno jedro leve lupine, vzhodno od Raven nad Šentrupertom (DA/79-3, plast 1 a), fassanska podstopnja
External mould of the left valve, east of Ravne above Šentrupert (DA/79-3, bed 1 a), Fassanian substage
- 5 *Daonella longobardica* Kittl
Kameno jedro desne in dela leve lupine, severno od Jagnjenice (DA/79-1), fassanska podstopnja
External mould of the right and a part of the left valve, north of Jagnjenica (DA/79-1), Fassanian substage
- 6 *Daonella longobardica* Kittl
Dve kameni jedri juvenilnih primerkov, severno od Jagnjenice (DA/79-1), fassanska podstopnja
Two external moulds of juvenile specimens, north of Jagnjenica (DA/79-1), Fassanian substage
- 7 *Daonella tyrolensis* Mojsisovics
(Prehodna oblika), notranja stran leve lupine, severno od Jagnjenice (DA/79-1, plast 1), fassanska podstopnja
(Transitional form), inner part of the left valve, north of Jagnjenica (DA/79-1, bed 1), Fassanian substage

Fotografije na tablah 1—4 naredil Marjan Grm
Photographs on Plates 1—4 by Marjan Grm



Literatura

- Antonijević, I. et al. 1970, Tumač za list Žagubica, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Beograd.
- Behlilović, S. 1964, Geologija Čabulja planine u Hercegovini, Geološki glasnik (posebna izdaja), 4, 79 str., 22 sl., 18 tab., 3 priloge, Sarajevo.
- Bittner, A. 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. Jb. Geol. R. A. 34, 3, 433—600, tab. 10, Wien.
- Bittner, A. 1899, Trias Brachiopoda and Lamellibranchiata. Paleontol. Indica, ser. 15, Himalayan Fossils 3, 276 str., 12 tab., Calcutta.
- De Capoa Bonardi, P. 1970, Le *Daonelle* e le *Halobie* della serie calcareosilicomarnosa della Lucania (Appennino Meridionale). Studio paleontologico e biostratigrafico. Mem. Soc. Natur. Napoli. 78. 1—130, tab. 1—19, Napoli.
- Diener, C. 1908, Ladinic, Carnic and Noric Fauna of Spiti. Paleontol. Indica, ser. 15, Himalayan Fossils 5, 3, 157 str., 24 tab., Calcutta.
- Diener, C. 1909, The fauna of the Traumatocinus limestone of Painkhanda. Paleontol. Indica, ser. 15, 39 str., 5 tab., Calcutta.
- Enčeva-Kančeva, M. 1956, Paleofaunistični izsledvanija vrhu triasa od Centralnija Balkan. God. Upr. geol. prouč. 4, 189—214, 4 tab., Sofia.
- Georgieva-Encheva, M. 1978, Phylogenetic Development of the Family Posidoniidae and the Genera *Daonella* and *Halobia* (Bivalvia; Triassic). Geol. Balc. 8, 2, 55—67, Sofia.
- Jurič, M. 1971, Geologija područja Sanskog paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni. Geološki glasnik (posebna izdaja) 11, 146 str., 9 tab., Sarajevo.
- Kittl, E. 1912, Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. Res. d. wissensch. Erf. d. Balatonsees 1, 1, Pal. 2, 229 str., 39 sl., 10 tab., Wien.
- Kobayashi, T. 1963 a, On the Triassic *Daonella* Beds in Central Pahang, Malaya, Japan, Jour. Geol. Geogr. 34, 101—112, tab. 5, Tokyo.
- Kobayashi, T. & Tokuyama, A. 1959, *Daonella* in Japan, J. Fac. Sci. Tokyo 12, 1, 1—25, tab. 1—4, Tokyo.
- Kotanski, Z. 1973, Ammonites, Nautiloids and Daonelles from the Upper Subtatic Triassic in the Tatra Mts. Roczn. Pol. Tow. Geol. 43, 4, 439—451, tab. 41—46, Warszawa.
- Mojsisovics, E. 1874, Ueber die triadischen Pelecypodengattungen *Daonella* und *Halobia*. Abh. Geol. R. A. 7, 2, 1—37, tab. 1—5, Wien.
- Mojsisovics, E. 1888, Ueber einige japonische Trias-fossilien. Beiträge Paleont. Geol. Österr. Ung. u. d. Orients 7, 1—2, 163—178, 4 tab., Wien.
- Rieber, H. 1965, Zur Wirbellosen-Fauna der Grenzbitumenzone der mittlern Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz), Eclogae geol. Helv. 58, 2, 1083—1092, Basel.
- Rieber, H. 1968, Die Artengruppe der *Daonella elongata* Mojs. aus der Grenzbitumenzone der mittlern Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz.) Paläont. Z. 42, 1/2, 33—61, tab. 2—3, Stuttgart.
- Salomon, W. 1895, Geologische und paläontologische Studien über die Marmolata. Palaeontographica 42, 1—3, 210 str., 8 tab., Stuttgart.
- Salopek, M. 1918, O naslagama s Daonellama s Hrvatskoj. Prirodosl. istraž. Jugosl. akad. 13, 28—33, tab. 1—2, Zagreb.
- Scandone, P. & De Capoa, P. 1966, Sulla posizione stratigrafica e l'età dei livelli a *Daonella* e ad *Halobia* in Lucania. Boll. Soc. Natur. Napoli 75, 30—39, tab. 1—7, Napoli.
- Turculet, I. 1972, Contribuții la studiul genului *Daonella*, cu privire specială asupra faunei de Halobiide ladiniene din regiunea Rarau (Bucovina). An. st. Univ. Iasi 2, b, tom. 18, 115—123, tab. 1—4, Iasi.
- Wanner, J. 1907, Triaspetrefakten der Molukken und des Timorarchipels. N. Jb. Min. Geol. Paläont., Beil. Bd. 24. 161—220, 4 sl., tab. 7—11, Stuttgart.

UDK 551.791/.794:56.02(497.12)=863

Poznoglacialna favna iz Lukenjske jame

La faune tardiglaciaire de la grotte de Lukenjska jama

Vida Pohar

Katedra za geologijo in paleontologijo, univerza Edvarda Kardelja,
61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Kratka vsebina

Obsežna izkopavanja v Lukenjski jami, eni redkih paleolitskih postaj na Dolenjskem, so v pleistocenskih plasteh odkrila močno zdrobljene kostne ostanke sesalske favne, kameno orodje fosilnega človeka in kurišče v spodnjem kulturnem horizontu plasti 4. Med favno, ki pripada arktičnim, alpskim in gozdnim elementom, so najštevilnejši kostni ostanki alpskega svizca. Po pretežno gozdni favni in le posameznih najdbah arktičnih in alpskih vrst sklepa avtorica, da so se avtohtoni jamski sedimenti z odkrito favnistično vsebino odlagali v iztekajočem se würmskem glacialu (böllinškem interstadialu). S to ugotovitvijo se ujema radiokarbonska datacija oglja (12.580 B. P.) iz kurišča spodnjega kulturnega horizonta in v istem stratumu odkrito kameno orodje, ki ga je F. Osole uvrstil v epigravettien.

Résumé

De vastes fouilles des remplissages pléistocènes de Lukenjska jama, une des rares stations paléolithiques de la Basse Carniole (Dolenjska) ont abouti à la découverte des restes osseux fort fragmentés de la faune mammifère, de l'outillage lithique de l'homme fossile et d'un foyer à l'étage de culture inférieur de la couche 4. Parmi la faune appartenant aux éléments arctiques, alpins et arboricoles, les restes de la marmotte alpine sont les plus fréquents. Une faune considérablement forestière et les trouvailles plutôt individuelles des espèces arctiques et alpines ont amené l'auteur à la conclusion que les sédiments autochtones de la grotte, au contenu faunique découvert, s'étaient déposés au glaciaire du Würm final (interstade de Bölling). Cette constatation correspond à la datation par le ^{14}C du charbon (12.580 B. P.) extrait du foyer de l'étage inférieur de culture et à l'outillage de la pierre taillée dégagé de la même couche et attribué selon F. Osole à l'Epigravettien.

Uvod

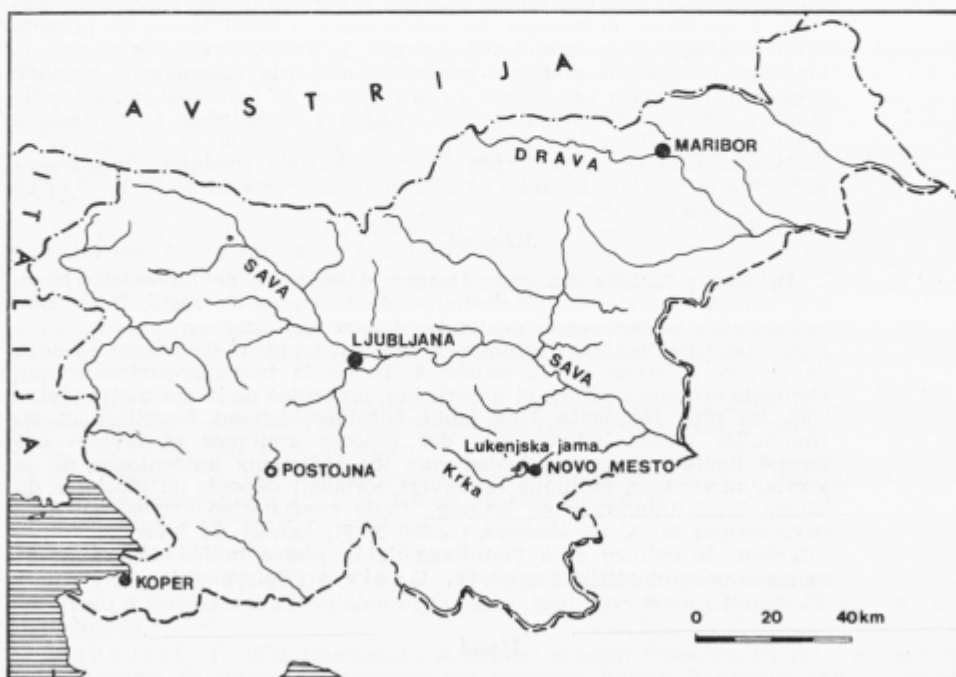
Lukenjska jama je že od začetka tega stoletja znana kot nahajališče človeških kostnih ostankov. Leta 1938 si je jamo ogledal S. Brodar (1960/61, 11) in na površju jamskih sedimentov odkril razbite človeške in živalske kosti. Mnenja

je bil, da so poznoneolitske. Po drugi svetovni vojni so novomeški jamarji pod sigovo skorjo odkrili še več človeških in živalskih kostnih ostankov. Vzorce sige, ki je te kosti prekrivala, so poslali v Zagreb na Institut »Rudjer Bošković«, kjer so jih radiokarbonsko preiskali. Izkazalo se je, da je siga stara največ 2600 let. Tako je bila holocenska starost človeških skeletov potrjena.

Zaradi omenjenih kostnih najdb, ugodne geografske lege in debelih jamskih sedimentov je F. Osole (1977, 171—172) v letih 1975 in 1976 izkopal poskusno sondo. Pod razmeroma debelimi plastmi holocenske starosti je odkril pleistocenske gruše s kostnimi ostanki sesalske favne in kamenim orodjem ledenodobnega lovca. Sistematična izkopavanja v letih 1981 in 1982 so v jami odkrila le okoli tri metre debele avtohtone sedimente, vendar dovolj, da se je dalo na podlagi odkrite favne in kulturnih najdb določiti čas odlaganja teh pasti. Skalno dno ni bilo doseženo, ker smo prenehali z izkopavanjem, ko smo zadeli na alohtone vodne sedimente.

Podatki o jami in njenih sedimentih

Nekdanji vodni rov pritoka Prečne—Lukenjska jama — leži okoli pet kilometrov severozahodno od Novega mesta na koncu zatrepne doline nasproti izvira Prečne (Temenice) v nadmorski višini 180 m (sl. 1). Tekoča voda jo je izoblikovala v debeloplastnatih jurskih apnencih. Jama ima dva vhoda: prvi



Sl. 1. Geografska lega Lukenjske jame

Fig. 1. Situation de la grotte de Lukenjska jama

je v nivoju današnjega dna doline in je še vedno vodno aktiven. Približno pet metrov nad dolinskim dnom se pod skalno steno odpira drugi vhod v Lukenjsko jamo. Obrnjen je proti jugozahodu, pred izkopavanjem je bil 10 m širok in komaj meter visok (sl. 2). Za vhomom se širi manjši podzemeljski prostor, po približno petih metrih se razdeli v dva rova, ki vodita v večji jamski sistem (sl. 3).

Avtohtone in alohtone jamske usedline je podrobno obdelal F. Osole (1977, 1982 a in b, 1983). V prečnem profilu $\times = + 3,00$ m (sl. 4) loči naslednje plasti:

- A — Plast nasutega materiala, izvira iz sonde.
- 1 — Humificirana temno rjava plast z redkim korodiranim gruščem in ploščami sige. Plast prepreza več črnih prog — sledov kurišč. Poleg številnih

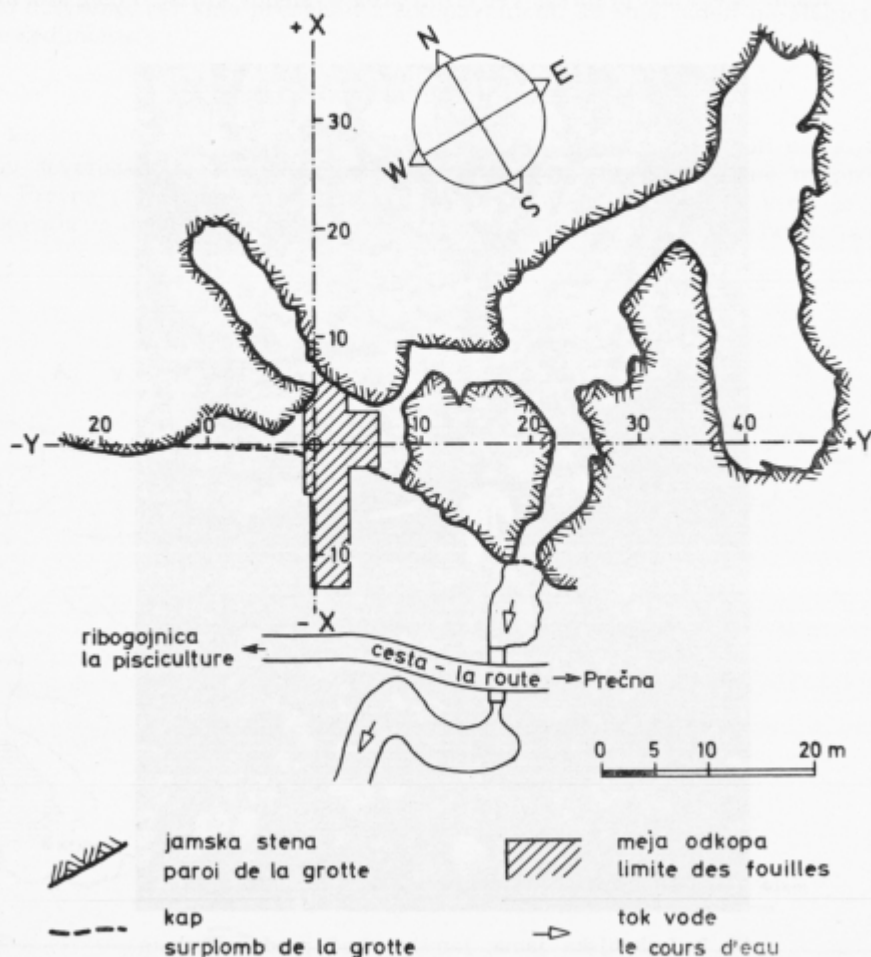


Sl. 2. Lukenjska jama, jamski vhod pred pričetkom sistematičnega izkopavanja

Fig. 2. Entrée de la grotte de Lukenjska jama avant des fouilles systématiques

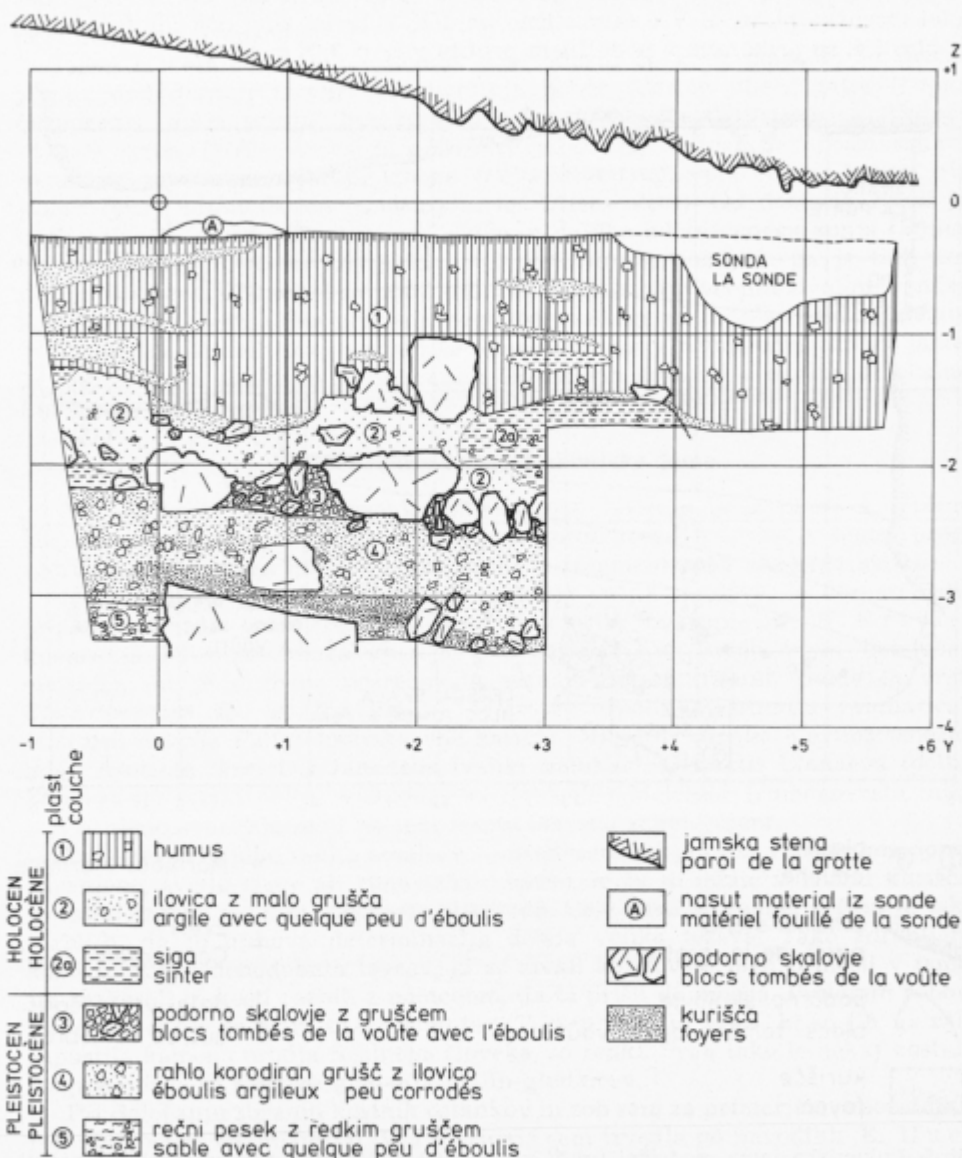
živalskih in človeških kosti so te proge vsebovale tudi eneolitske, bronzastodobne, staroželezodobne, rimske in srednjeveške najdbe.

- 2 — Ilovica z redkim gruščem in skalami.
- 2 a — Večje in manje plošče ponekod rožnato obarvane sige in močno sprijete ilovice.
- 3 — Podorno skalovje z debelejším gruščem in nekaj rjave ilovice
- 4 — Srednje debel do debel ostrorob, rahlo korodiran grušč, vmes več podornih skal. Prostore med gruščem zapolnjuje rjava ilovica. Pri vrhu in dnu plasti sta opazni temnejši progji — zgornji in spodnji kulturni horizont s kostnimi ostanki pleistocenske favne, drobcji oglja in kulturno zapuščino fosilnega človeka.



Sl. 3. Lukenjska jama z vrisanim odkopanim delom

Fig. 3. Plan de la grotte de Lukenjska jama avec les fouilles effectuées

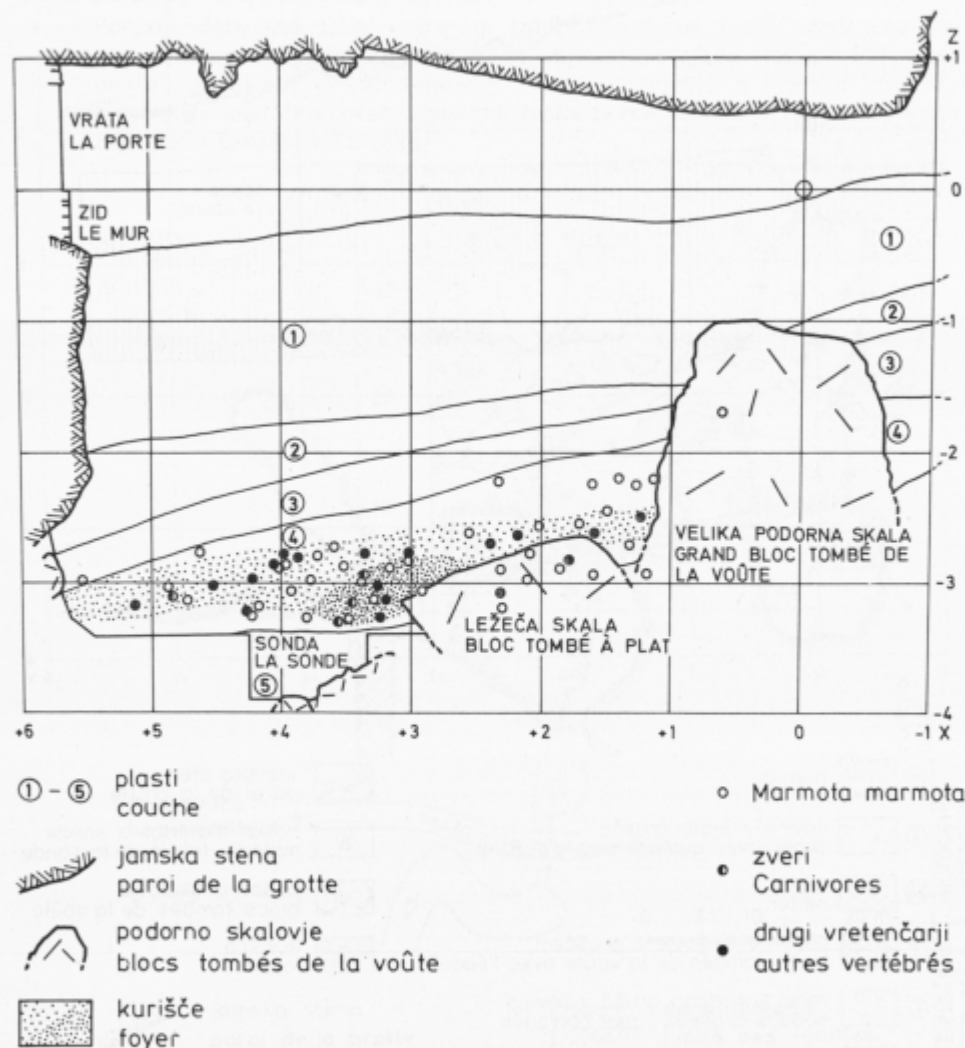


Sl. 4. Lukenjska jama, prečni profil $X = + 3,00$ m

Fig. 4. La grotte de Lukenjska jama, coupe transversale $X = + 3,00$ m de remplissages quaternaires

5 — Rečni pesek s posameznimi podornimi skalami in debelejším gruščem.
Skalno dno ni bilo doseženo.

Iz opisa jamskih sedimentov (sl. 4) je razvidno, da izvirajo paleontološke najdbe iz dveh plasti: iz krovnega humusa (plast 1) in najstarejše avtohtone pleistocenske plasti 4. Vse favnistične najdbe, katerim smo določili točno lego v plasti 4, so prikazane v podolžnem profilu $y = + 3,00$ m (sl. 5).



Sl. 5. Lukenjska jama, podolžni profil $y = + 3,00$ m. V plasti 4 so vneseni vsi kostni ostanki odkriti do treh metrov pred prerezom

Fig. 5. La grotte de Lukenjska jama, coupe stratigraphique selon l'axe longitudinal $y = + 3,00$ m. Dans la 4^e couche sont notées toutes les trouvailles paléontologiques découvertes 3 m devant la coupe montrée

Holocenska favna Lukenjske jame

Ker je sestavek posvečen opisu in vrednotenju fosilnih ostankov pleistocenske favne, se s podrobnejšo obdelavo holocenskega živalstva za zdaj nisem ukvarjala. Zato podajam v tem poglavju le seznam živalskih vrst, ki so v krovnem humusu zastopane.

Poleg človeških kostnih ostankov smo odkrili še kosti domačih in divjih živali. Med divjimi živalmi prevladujejo bober (*Castor fiber*), zajec (*Lepus europaeus*), divja svinja (*Sus scrofa*), jelen (*Cervus elaphus*), lisica (*Vulpes vulpes*), jazbec (*Meles meles*) in rjavi medved (*Ursus arctos*). Le s posameznimi najdbami so zastopani divja mačka (*Felis silvestris*), volk (*Canis lupus*), ris (*Lynx lynx*), bizon (*Bison bonasus*) in los (*Alces alces*). Od domačih živali je najštevilnejše govedo (*Bos taurus*), redke so najdbe udomačenega konja (*Equus caballus*), ovce (*Ovis aries*) in koze (*Capra hircus*), pogosten pa je tudi pes (*Canis familiaris*). Številni so ptičji ostanki, ki pripadajo večjim živalim, vendar se jih zaradi pomanjkanja primerjalnega osteološkega materiala ni dalo določiti.

Večina omenjenih divjih živali še danes prebiva v neposredni okolici jame. Le bober, divja mačka in ris so, zaradi človekovih posegov v naravo, iz bližine Lukenjske jame izginili.

Pleistocenska favna Lukenjske jame

Paleontološke najdbe pleistocenske starosti izvirajo le iz plasti 4. Večino kostnih ostankov smo odkrili v spodnjem kulturnem horizontu, v temni progii zgornjega kulturnega horizonta smo našli le fragment zoba alpskega svizca.

Med najdbami prevladujejo kosti in zobje večjih sesalcev, le nezaten del pripada majhnim glodalcem. Poslednje je določila tov. dipl. inž. K. Krivic, kustosinja Prirodoslovnega muzeja v Ljubljani. Ker favne še ni dokončno obdelala, mi je pisмено posredovala seznam determiniranih rodov in vrst: *Clethrionomys* sp. (gozdna krtica), *Microtus arvalinus* (izumrla voluharica), *Microtus arvalis* Pallas (poljska voluharica), *Microtus nivalis* Martins (snežna miš), *Arvicola terrestris* Linnaeus (veliki voluhar), *Glis glis* Linnaeus (polh), *Eliomys* sp. (vrtni polh) in *Apodemus flavicollis* Melchior (rumenovrata miš).

Za njeno sporočilo se ji na tem mestu iskreno zahvaljujem.

Posamezne najdbe večjih sesalcev — predvsem zobje — so razmeroma dobro ohranjene, svetlo rjave ali rumenkaste barve, le če so ležale v bližini kurišča, so rahlo ožgane ter bolj rdečkasto obarvane. Cele kosti so redke, večina je tako razbitih, da je njihova determinacija delala velike težave. Tako zdrobljene kosti so delo ledenodobnih lovcev, ki so živali kot lovski plen prinesli v jamo, jih razkosali in kosti razbili z namenom, da bi prišli do mozga. Prelomni robovi teh fragmentov so ostri, brez ogladitev. Tudi praske in vrezi, ki so jih na njih zapustila kamena orodja fosilnega človeka, so redki. Prav tako le nekaj kostnih fragmentov nosi sledove glodanja malih glodalcev.

Pri določanju zbranih kostnih ostankov in zob sem za primerjavo uporabljala recenten osteološki material. Vsa merjenja sem izvedla po navodilih E. Huea (1907), J. U. Duersta (1926) in A. van den Driescheve (1976). Fotografije je izdelal tov. Marjan Grm, višji tehnični sodelavec na katedri za geologijo in paleontologijo, povzetek pa prevedla prof. Mariča Pohar. Obema se za pomoč najlepše zahvaljujem.

Mammalia
Rodentia
Familia Castoridae Gray 1821
Genus *Castor* Linnaeus 1758
Castor fiber Linnaeus 1758

V plasti 4 smo odkrili le distalni konec leve bobrove skapule (Tb. I, sl. 1) in proksimalni del leve ulne (Tb. I, sl. 2). Obe najdbi verjetno pripadata istemu osebkju.

Lopatica ima dobro ohranjeno sklepno faseto (fossa glenoidalis), delno poškodovan izrastek (tuberculum supraglenoidale) in odbit plečnični greben (spina scapulae). Zato nisem mogla izvesti vseh meritev. Vse možne mere so podane v razpredelnici 1.

M. Kretzoi (1975, 515) omenja v svoji razpravi lopatico pleistocenskega bobra iz travertina v Weimar-Ehrigsdorfu, vendar podrobnejšega opisa ne podaja. Tudi M. Friant (1937, 113) navaja le največjo dolžino kosti. Tako

Razpredelnica 1. Dimenzije bobrovih skapul iz slovenskih najdišč
(v milimetrih)

Tableau 1. Dimensions des Scapulum d'espèce *Castor fiber* (en millimètres)

<i>Castor fiber</i> L.	Lukenjska jama	Ljubljansko barje I. Rakovec 1958
Ant.-post. premer sklepne plaskve Diam. ant.-post. de la cav. glén.	19,9	-
Prečni premer sklepne plaskve Diam. transv. de la cav. glén.	12,9	-
Največja širina vratu Ant.-post. largeur du col de l'amoplate	14,5	11,8-15,0
Ant.-post. premer sklepne epifize Diam. ant.-post. max. de l'épiph. artic. du scapul.	ca 23	11,6-23,1

Razpredelnica 2. Dimenzije bobrovih uln iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 2. Dimensions des Cubitus d'espèce *Castor fiber* (en millimètres)

<i>Castor fiber</i> L.	Lukenjska jama	Ljubljansko barje I. Rakovec 1958	Rec. bobor V. Gramova 1950
Višina velike sigm. vdolbine Hauteur de la gr. cav. sigm.	ca 15	12,5-14,1	-
Vel. ant.-post. premer olekr. Grand diam. ant.-post. de l'olécr.	18,2	14,1-16,7	13-19
Mali ant.-post. premer olekr. Petit diam. ant.-post. de l'olécr.	14,1	-	10-15

sem izmerjene dele kosti primerjala le z enakimi meritvami subfosilnih bobrovih lopatic, odkritih na Ljubljanskem barju (I. Rakovec 1958, 243).

Proksimalnemu delu ulne manjka processus coronoideus, zato nisem mogla izvesti vseh meritev.

Ce primerjamo najdbe iz Lukenjske jame z enakimi najdbami z Ljubljanskega barja (razpredelnici 1, 2), vidimo, da sodi odkrita lopatica še v variacijsko širino, ki jo za subfosilne bobre podaja Rakovec (1958, 243). Ulna iz Lukenjske jame je nekoliko večja in masivnejša od enakih kosti z Ljubljanskega barja (Rakovec 1958, 245), se pa vklaplja v variacijsko širino te kosti recentnih bobrov iz Sovjetske zveze (Gromova 1950, 166). To se sklada z ugotovitvijo Maleza (1963, 27), da se pleistocenski bobri morfološko in po velikosti ne ločijo od recentnih.

Bober je bil v kvartarju precej razširjen, čeprav iz pleistocena ni toliko znanih najdb kot iz holocena. Iz raznih med seboj precej oddaljenih najdišč se vidi, da je v pleistocenu poseljeval Evropo in velik del srednje in severne Azije. Od takrat pa do danes so se površine, kjer še živi, močno skrčile. Danes živi na področju hladnega severa, čeprav ni vezan na mrzlo podnebje. Potrebuje le gozdne površine vzdolž stoječih ali počasi tekočih voda. Po Kretzoiu (1964, 110) in Toepferju (1963, 88) je bober evritermna žival, saj so njegove fosilne ostanke odkrili skupaj s hladno- in toplodobno favno.

Slovenijo je bober poseljeval že v pleistocenu, vendar poznamo več recentnih kot fosilnih najdb. Iz pleistocena so doslej znana najdišča: Kamnitnik pri Škofji Loki — najdba izvira iz zadnjega interglaciala (I. Rakovec 1942, 252), iz poznega glaciala so znani bobrovi ostanki iz Babje jame, Županovega spodmola in Matjaževih kamer (I. Rakovec 1975, 241).

Familia *Sciuridae* Gray 1821
Genus *Marmota* Blumenbach 1779
Marmota marmota Linnaeus 1758

Alpski svizci spadajo pri nas med pogostne pleistocenske živali. To dokazujejo tudi najdbe iz Lukenjske jame, saj smo med sistematičnim izkopavanjem zbrali kar 240 določljivih kostnih ostankov in zob, ki pripadajo najmanj 15 osebkom vseh starostnih stopenj: pet je nedoraslih, sedem odraslih in trije zelo stari.

Cele lobanje nismo dobili nobene, izkopali smo le fragment desne okcipitalke, dva desna koščena bobnična mehurja (bulla tympanica) in fragment maksile z delno ohranjenimi alveolami P⁴-M³. Več kostnih najdb pripada spodnjim čeljustnicam. Odkrili smo devet levih in enako število desnih. Med njimi ni nobena ohranjena v celoti. Skoraj nepoškodovane so horizontalne veje, manjkata pa dva ali vsi trije aboralni odrastki (Tb. I, sl. 3, 4).

Na mandibulah sem izvedla vse možne meritve in jih podala v razpredelnici. 3. Vsi četrti premolarji, ki so se ohranili v mandibulah, imajo razvite vse tri korenine. Tudi vzboklina na sprednji strani zoba je pri večini premolarjev dobro vidna, kar je po H. Wehrliju (1935, 214 in 1935 a, 16—17) značilno za alpskega svizca.

Med izoliranimi zobmi smo odkrili 13 zgornjih glodačev, med njimi sedem levih in šest desnih ter le tri spodnje glodače — dva leva in enega desnega.

Razpredelnica 3. Dimenzije svizčevih mandibul iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 3. Dimensions des mandibules d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Jama pod Herkovimi pečmi V. Pohar 1981	Špehovka I. Rakovec 1949	Repolust-Höhle M. Mottl 1951	<i>Marmota marmota</i> recent. M. Mottl 1951	<i>Marmota bobak</i> recent. M. Mottl 1951
Dolžina Longueur	P ₄ -M ₃ 18.3-22.4	18.3	18.3-19.0	19.5-22	18.7-22.7	19.8-23
Višina mandibule pod M ₁ (lingvalno) Hauteur de la mandibule sous M ₁ (face interne)	11.8-17.2	15.0	9.7-15.5	15.0-18.0	11.7-17.0	13.0-16.7

Razpredelnica 4. Dimenzije svizčevih glodačev iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 4. Dimensions des dents incisives d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Jama pod Herkovimi pečmi V. Pohar 1981	Špehovka I. Rakovec 1949	Mornova zijalka I. Rakovec 1949	Drachenhöhle O. Wettstein 1931	<i>Marmota m. recent.</i> H. G. Stehlin 1932
širina } largeur }	ant.-post. 3.9-5.8	5.0	4.8-6.1	3.5-6.0	5.6	5.3
	med.-lat. 3.3-5.0	4.0	4.0-4.8	3.0-4.9	4.6	4.8
širina } largeur }	ant.-post. 3.8-6.1	4.7-5.6	3.3-5.7	3.8-5.8	5.0-5.8	5.0
	med.-lat. 2.6-4.3	2.9-4.3	2.5-4.2	2.5-4.0	3.5-4.4	4.2

Vsi so intenzivno oranžno obarvani, enaki zobje stepskega svizca so veliko svetlejši. Mere zob podajam v razpredelnici 4.

Če primerjamo izmerjene razsežnosti mandibul (razpred. 3) in glodačev (razpred. 4) iz raznih najdišč z najdbami v Lukenjski jami, vidimo, da se le malo razlikujejo med seboj. Celotni svizčev najmanjši spodnji glodač iz Lukenjske jame (ant.-post. širina = 3,8 mm, med.-lat. širina = 2,6 mm) je le nekoliko manjši od enakega zoba iz Podhoma (I. Rakovec 1935, 264), najdbi iz Mornove zijalke in Špehovke (I. Rakovec 1949, 215, 217) pa celo prekaša. Izmerjene vrednosti naših najdb komaj presegajo variacijsko širino, ki jo za današnje alpske svizce navajajo O. Wettstein-Westersheim (1931, 785—786), A. Dubois in H. G. Stehlin (1932, 106) ter M. Mottl (1951, 71), ali celo spadajo vanjo.

V isti plasti so bili najdeni epistrofeus in še eno cervikalno vretenca, tri torakalna in štiri lumbalna vretenca, mnogo fragmentiranih reber, med njimi 20 bolj ohranjenih. Nadalje smo odkrili še fragmente treh levih in petih desnih skapul. Cele klavikule nismo našli nobene, ohranili so se le sternalni deli sedmih levih in dveh desnih ključnic.

Tudi ekstremitetnih kosti skoraj nismo dobili celih. Vse so imele razbito diafizo, tako da smo zbrali le proksimalne in distalne dele dolgih kosti. Humerusov je bilo 16 (Tb. I, sl. 8), med njimi 10 levih in šest desnih, radiusov 20 (Tb. I, sl. 9), od teh devet levih in 11 desnih, uln 23 (Tb. I, sl. 10) — 12 levih in 11 desnih, femurjev tudi 23 (Tb. I, sl. 11), levim jih pripada 11, desnim pa 13, tibij 25 (Tb. I, sl. 12), med njimi 13 levih in 12 desnih ter le en distalni del desne fibule (širina distalne epifize je 7,7 mm).

Zaradi primerjave opisanih najdb z ostanki alpskih in stepskih svizcev iz drugih najdišč sem na zbranih cevastih kosteh izvedla vse možne meritve in jih podala v razpredelnica 5—9. Edina doslej izmerjena dolžina cevastih kosti iz slovenskih najdišč pripada ulni iz Parske golobine (I. R a k o v e c 1961, 280) in znaša 80,0 mm. Avtor pripominja, da je nekoliko daljša od enakih kosti iz Dolgega brda pri Bledu. Torej se naš primerek z dolžino 77,6 mm kar dobro vklaplja v variacijsko širino teh kosti v Sloveniji.

Cele kokse nismo dobili nobene. Večinoma so imele odbit del sramnice in sednico. Zbrali smo jih 15, med njimi tri leve in 12 desnih. Posamično smo

Razpredelnica 5. Dimenzije svizčevih humerusov iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 5. Dimensions des Humérus d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Nemška najdišča H. Wehrli 1935b		<i>Marmota bobak</i> M.	
		fos.	rec.	H. Wehrli 1935b	V. Gromova 1950
				fos.	rec.
Celotna dolžina Longueur absolue	78.5	do 91	do 85	do 90	88-100
Najv. šir. proks. epifize Largeur proximale	17.0-17.2				18-22
Najv. šir. dist. epifize Largeur distale	19.2-23.9				26-32

Razpredelnica 6. Dimenzije svizčevih radiusov iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 6. Dimensions des Radius d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Nemška najdišča H. Wehrli 1935b		<i>Marmota bobak</i> M.	
		fos.	rec.	H. Wehrli 1935b	V. Gromova 1950
				fos.	rec.
Celotna dolžina Longueur absolue	63.1	do 74	do 68	do 72	65-85
Najv. šir. proks. epifize Largeur proximale	9.1-10.0				10-13
Najv. šir. dist. epifize Largeur distale	10.1-10.4				12-13

Razpredelnica 7. Dimenzije svizčevih uln iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 7. Dimensions des Cubitus d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Nemška najdišča H. Wehrli 1935b		<i>Marmota bobak</i> M.	
		fos.	rec.	H. Wehrli 1935b fos.	V. Gramova 1950 rec.
Celotna dolžina Longueur absolue	77.6	do 91	do 86	do 98	98-112
Vel. ant.-post. prem. olekran. Gr. diam. ant.-post. de l'olécr.	10.3-11.4				12-14.5
Mali prečni prem. vel. sigm. vdolb. Diam. min. de la gr. cav. sigmoïde	5.1-6.8				9-11.5
Vel. prečni prem. vel. sigm. vdolb. Diam. max. de la gr. cav. sigmoïde	7.2-9.1				8.5-10.5

Razpredelnica 8. Dimenzije svizčevih femurjev iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 8. Dimensions des Fémurs d'espèce *Marmota marmota* des localités diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Nemška najdišča H. Wehrli 1935b		<i>Marmota bobak</i> M.	
		fos.	rec.	H. Wehrli 1935b fos.	V. Gramova 1950 rec.
Celotna dolžina Longueur absolue	83.8	do 99	do 92	do 96	80-100
Najv. šir. proks. epifize Largeur proximale	17.7-19.6				19-26
Najv. šir. dist. epifize Largeur distale	16.4-17.7				16-21

odkrili še tri leve in pet desnih črevnic ter eno sednico. Pripadale so juvenilnim osebkom.

Izkopali smo 20 metapodijev in falang, od katerih jih gotovo pripada nekaj sprednjim, druge pa zadnjim okončinam. Zaradi pomanjkanja ustrezne literature in primerjalnega osteološkega materiala se jih točneje ni dalo opredeliti. Med tarzalnimi kostmi so trije kalkaneusi, od katerih je eden levi in dva desna (Tb. I, sl. 7). Njihove mere navajam v razpredelnici 10.

Izmerjene dele postkranialnega skeleta sem v glavnem lahko primerjala le z izsledki ustreznih meritev, ki jih je na recentnih stepskih svizcih izvedla V. G r o m o v a (1950, 36, 69, 130, 168, 212 in 1960, 47), H. W e h r l i (1935 b, 231) pa navaja le celotne dolžine kosti (zgornjo mejo variacijske širine). Po

Razpredelnica 9. Dimenzije svizčevih tibij iz raznih najdišč (v milimetrih)
 Tableau 9. Dimensions des Tibias d'espèce *Marmota marmota* des localités
 diverses (en millimètres)

<i>Marmota marmota</i> L.	Lukenjska jama	Nemška najdišča H. Wehrli 1935b		<i>Marmota bobak</i> M.	
		fos.	rec.	H. Wehrli 1935b fos.	V. Gromova 1950 rec.
Celotna dolžina Longueur absolue	84.7	do 91	do 86	do 92	75-100
Najv. šir. proks. epifize Largeur proximale	17.9-18.5				18-23
Najv. šir. dist. epifize Largeur distale	10.6-11.5				10-15

Razpredelnica 10. Dimenzije svizčevih kalkaneu-
 sov (v milimetrih)

Tableau 10. Dimensions des Calcanéums d'espèce
Marmota marmota (en millimètres)

Mere Mensurations	<i>Marmota marmota</i> L. Lukenjska jama	<i>Marmota bobak</i> M. rec., V. Gromova 1960
Dolžina Longueur	20.5-20.6	20-26
Širina Largeur	12.0-12.5	11-15

primerjavi izmerjenih vrednosti vidimo, da so kostni ostanki fosilnih alpskih svizcev, odkritih v Lukenjski jami, manjši in sklepne epifize manj masivne od recentnih stepskih svizcev.

Prve najdbe svizčevih ostankov izvirajo iz riško-würmskega interglaciala. Odkrili so jih v Betalovem spodmolu (I. Rakovec 1952, 213-214 in 1959, 296-297) in v Jami pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 246-248). Z nastopom würmskega glaciala so najdbe pogostnejše — znane so skoraj iz vseh slovenskih paleolitskih postaj. Alpski svizci so se takrat razširili po vsej Sloveniji in se ohranili še v holocen.

Carnivora

Familia Ursidae Gray 1825

Genus *Ursus* Linnaeus 1758

Ursus arctos priscus Goldfuss 1822

Fosilnemu rjavemu medvedu pripada en sam lobanjski fragment — desna pars petrosa ossis temporalis, močno poškodovan metatarsus petega prsta, dva distalna dela metapodijev, dve prvi, ena druga in tri tretje falange. Odkriti ostanki pripadajo vsaj dvema odraslima osebkom.

Prvi prstni členek (Tb. I, sl. 5) palca leve zadnje noge (dolžina = 36,1 mm, širina proksimalne epifize = 16,7 mm, širina distalne epifize 13,5 mm in med.-lat. širina diafize = 10,9 mm) popolnoma ustreza enaki najdbi iz Jame pod

Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 251 do 252), od ravno take kosti jamskega medveda se loči po velikosti in vitkosti. Tudi tretje falange — nastavki za krepelj — se od enakih kosti jamskega medveda ločijo po velikosti in izoblikovanosti dorzalnega dela kosti. Ta je pri naših primerkih (Tb. I, sl. 6) priostren, distalni konec pa prehaja v izrazito konico, kar je po A. Duboisu in H. G. Stehlinu (1932, 60) ter M. Malezu (1963, 75) značilno za rjavega medveda.

Vsi opisani kostni ostanki so nekoliko večji od enakih kosti recentnih rjavih medvedov iz primerjalne osteološke zbirke katedre za geologijo in paleontologijo univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

Nahajališča fosilnega rjavega medveda v Sloveniji so redka, vendar je po dosedanjih najdbah sodeč, naseljeval naše kraje že od prvega würmskega stadiala dalje. Odkrit je bil v Jami pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 250—252, prvi würmski glacial) in v Jami v Lozi (I. Rakovec 1962/63, 243—249, tretji würmski glacial).

Artiodactyla

Familia Suidae Gray 1821

Genus *Sus* Linnaeus 1758

Sus scrofa Linnaeus 1758

Pri odkopavanju plasti 4 smo odkrili le drugi prstni členek sprednje noge divje svinje (Tb. II, sl. 3). Njegove mere so naslednje: dolžina = 34,4 mm, širina proksimalne epifize = 23,0 mm in med.-lat. širina diafize = 18,6 mm. Falanga je masivnejša in nekoliko večja od enakih kosti subfosilnih divjih svinj z Ljubljanskega barja ter od risbe, ki jo v naravni velikosti za recentno žival podajata L. Pales in Ch. Lambert (1971, Pl. 19).

Številne najdbe divje svinje širom po Evropi kažejo, da je bila v würmu pogost zastopnik tako imenovane »tople favne«. Po A. Duboisu in H. G. Stehlinu prebiva tudi v stepi, vendar ima raje močvirno gozdno pokrajino. Ker si išče hrano tik pod rušo, se izogiba predelov, kjer so tla dalj časa zamrznjena ali pa jih pokriva debela snežna odeja (1932, 129). Tako ji je zamočvirjeno in z redkim gozdom poraslo porečje Prečne konec zadnjega glaciala gotovo ustrezalo.

Fosilni ostanki divje svinje so v Sloveniji znani iz zadnjega interglaciala (Betelov spodmol — I. Rakovec 1959, 312-313), prvega würmskega stadiala (Jama pod Herkovimi pečmi — V. Pohar 1981, 256 do 257), prvega würmskega interstadiala (Betelov spodmol — I. Rakovec 1959, 312), drugega würmskega stadiala (Parska golobina — I. Rakovec 1961, 313) in poznega glaciala (Županov spodmol — I. Rakovec 1975, Tab. I).

Familia Cervidae Gray 1828

Genus *Alces* Gray 1821

Alces alces Linnaeus 1758

Evropski los je pogost zastopnik poznoglacialne favne pri nas. V Lukenjski jami smo odkrili desni spodnji četrti premolar (Tb. II, sl. 3), dorzalno stran proksimalnega dela desnega metatarsusa, dorzalni del diafize levega metatarsusa, slabo ohranjen medialno plantarni del epifize levega metatarsusa, frag-

ment dorzalnega dela proksimalne epifize levega metatarsusa, proksimalni del leve prve falange sprednje noge, palmarni del proksimalne epifize prvega členka desne sprednje noge, dorzalno stran proksimalnega dela prve falange leve sprednje noge in fragmenta distalnih delov dveh drugih falang.

Vse naštete kosti so tako razbite, da se jih ni dalo izmeriti, se pa po obliki in velikosti ujemajo z enakimi kostmi subfossilnega losa iz jame pri Glažuti ter z najdbo metatarsusa pleistocenskega losa iz Parske golobine (I. R a k o v e c 1956, 2). Zbrani kostni ostanki pripadajo najmanj trem osebkom, in sicer dvema odraslima in enemu nedoraslemu.

Najbolje ohranjena najdba — desni spodnji premolar (P_4) — pripada nedoraslemu osebkju, saj krona ne kaže nobenih znakov obrabe, tudi korenine se še niso dokončno izoblikovale. Po velikosti in obliki se da primerjati z enakim zobom iz Betalovega spodmola (I. R a k o v e c 1959, 318—319). Prav tako ustreza opisu, ki ga navajajo za ta zob W. K o l l a u (1943, 81—82, Tb. VII, sl. 17) ter R. D e s b r o s s e in F. P r a t (1974, 149, Tb. XIV). Pri četrtem spodnjem premolarju je za losa in severnega jelena značilna diagonalna povezava zadnje notranje in sprednje zunanje prizme. Preostali cervidi (orjaški jelen, navadni jelen, damjek, srna) nimajo tako izoblikovanega zoba. Mere premolarja iz Lukenjske jame so v razpredelnici 11.

Razpredelnica 11. Dimenzije P_4 evropskega losa iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 11. Dimensions de la Prémolaire P_4 d'espèce *Alces alces* des localités diverses (en millimètres)

<i>Alces alces</i> L.	Lukenjska jama	Betalov spodmol I. Rakovec 1956, 1959	Grotte des Romains R. Desbrosse, F. Prat 1974	Seuil des Chevres R. Desbrosse, F. Prat 1974	Jama pri Glažuti I. Rakovec 1956 rec.
Dolžina Longueur	26,9	27,6-30,0	28,5	28,0	24,1
Širina Largeur	ca 19,0	17,5-23,0	20,0	20,0	18,0

Razpredelnica 12. Dimenzije falang evropskega losa iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 12. Dimensions des Phalanges d'espèce *Alces alces* des localités diverses (en millimètres)

	Lukenjska jama	Veternica M. Molez 1963	Rügetswil E. Bächler 1910
Phalanx I			
Širina proks. epifize Largeur proximale	26,8	26,2	30,0
Phalanx II			
Širina dist. epifize Largeur distale	ca 22,0	20,2-20,6	22,5

Premolar iz Lukenjske jame ne odstopa dosti od enakih zob drugih pleistocenskih losov, odkritih v Betalovem spodmolu (I. Rakovec 1959, 319) in raznih francoskih najdiščih (R. Desbrosse in F. Prat 1974, 155), je pa večji od najdb recentnih losov z Ljubljanskega barja (I. Rakovec 1956, 3) in iz jame pri Glažuti (I. Rakovec 1956, 6).

Ena prva in ena druga falanga sprednje noge sta toliko ohranjeni, da se je dalo izmeriti širino proksimalne oziroma distalne epifize (razpredelnica 12).

Po dosedanjih najdbah sodeč se je evropski los pojavil v Sloveniji konec zadnjega interglaciala (Betalov spodmol — I. Rakovec 1975, 233), zasedimo ga še v plasteh mlajšega würna — WII in WII/III (Parska golobina — I. Rakovec 1961, 316). V večjem številu je znan šele iz poznega glaciala (Babja jama, Matjaževe kamre, Županov spodmol — I. Rakovec 1975, Tab. I).

Genus *Rangifer* Smith 1827
Rangifer tarandus Linnaeus 1758

Severnega jelena zastopa le ena najdba — desni zgornji drugi molar (Tb. II, sl. 4, 5). Po obrušenosti krone in zaprtosti korenine pripada odrasli živali. Izmerjene vrednosti so naslednje (Razpredelnica 13).

I. Rakovec sicer omenja najdbo enakih zob iz Ovčje jame pri Prestranku (1961/62, 265) in iz Jame v Lozi pri Orehku (1961/62, 249), vendar ne podaja njihovih dimenzij. Ker so molarji iz obeh kraških paleolitskih postaj shranjeni v paleontološki zbirki katedre za geologijo in paleontologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani, sem jih lahko primerjala z najdbo iz Lukenjske jame. Morfološko se zobje dobro ujemajo, le nekoliko večji so od našega primerka. Severni jelen iz Lukenjske jame torej ne sodi ravno med velike živali, vendar po dimenzijah prekaša enak zob recentnih severnih jelenov.

Na evropskih tleh je severni jelen znan že iz srednjega pleistocena, vendar pripada večina najdb iz srednje Evrope würmskemu glacialu. Najstarejša najdba te živali v Sloveniji izvira iz Jame pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 258) in sodi v prvi würmski stadial. I. Rakovec (1959, 333) omenja molar severnega jelena iz Betalovega spodmola in ga uvršča v tretji würmski

Razpredelnica 13. Dimenzije M² severnega jelena iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 13. Dimensions de la molaire M² d'espèce *Rangifer tarandus* des localités diverses (en millimètres)

<i>Rangifer tarandus</i> L.	Lukenjska jama	Königsau A V. Toepfer 1973	Königsau B V. Toepfer 1973
Dolžina Longueur	18.5	20.8	19.5
Širina Largeur	15.4	18.0	18.1

stadial. Zob je bil odkrit na bazi horizonta Va skupaj s kostmi jamskega medveda, polarne lisice in alpskega svizca. V spodnjem delu tega horizonta so bili med favno najštevilnejši ostanki jamskega medveda, proti vrhu horizonta število najdb vedno bolj pojema, dokler na koncu jamski medved povsem ne izgine.

Po dosedanjih najdbah sodeč je jamski medved naseljeval Slovenijo vsaj do začetka tretjega würmskega stadiala, vendar se je že pred viškom te najmočnejše würmske ohladitve umaknil iz naših krajev in ga v mlajših sedimentih ne zasledimo več. Tako lahko zob severnega jelena iz Betalovega spodmola za zdaj uvrstimo v drugi ali morda začetek tretjega würmskega stadiala. Natančnejšo starost najdbe se bo dalo ugotoviti šele takrat, ko bo tudi kulturni inventar, odkrit v tej paleolitski postaji, dokončno obdelan.

V tretjem würmskem stadialu najdbe kostnih ostankov severnega jelena krepko narastejo, saj so med takratno favno številčno najmočnejše zastopane. Iz tega obdobja poznamo naslednja najdišča: Ciganske jame pri Željnah (I. R a k o v e c 1975, Tab. I), Jama v Lozi in Ovcja jama (I. R a k o v e c 1962/63, 249—251 in 254—256), na prostem so bili ostanki severnega jelena odkriti v Nevljah pri Kamniku (F. K o s 1939, 47—48) in na Vrhniki (I. R a k o v e c 1975, Tab. I).

V poznem glacialu število severnih jelenov počasi upada. Kot kažejo najdbe iz Županovega spodmola (F. O s o l e 1976, 13), Babje jame (F. O s o l e 1972, 38) in Matjaževih kamer (F. O s o l e 1974, 25 in 1977, 22), ga je nadomestil los, ki je v naših krajih znan še iz začetka holocena.

Genus *Cervus* Linnaeus 1758

Cervus elaphus Linnaeus 1758

Navadnemu jelenu pripadata zelo obrabljen levi prvi inciziv in nekoliko manj obrušen tretji levi inciziv. Njegove dimenzije so: ant.-post. širina = 4,8 mm in med.-lat. širina = 3,3 mm. Zoba pripadata dvema osebkom. V pleistocenskih jamskih sedimentih Slovenije fosilni ostanki navadnih jelenov niso posebno številni, vendar se posamične najdbe pojavljajo od zadnjega interglaciala skozi ves würmski glacial do današnjih dni. Zasledimo jih v skoraj vseh naših paleolitskih postajah.

Genus *Dama* Gray 1825

Dama dama Linnaeus 1758

V pleistocenski plasti 4 smo odkrili zgornji levi prvi molar (Tb. II, sl. 1, 2), ki pripada manjšemu cervidnemu primerku. Morfološko se zob ne loči od enakih zob recentnih navadnih jelenov, le da je manjši. Ker je zob nekoliko poškodovan, so meritve, ki so navedene v razpredelnici 14, le približne.

Če primerjamo dimenzije prvega zgornjega molarja obeh cervidnih rodov, vidimo, da se zob iz Lukenjske jame sicer približa spodnji meji variacijske širine pleistocenskih navadnih jelenov iz najdišča Weimar-Ehringsdorf (H. D. K a h l k e 1975, 219—223), vendar je veliko bližje meram, ki jih za damjeka podaja G. H a g m a n n (1899, Tab. 9).

Razpredelnica 14. Dimenzije M¹ različnih cervidov (v milimetrih)Tableau 14. Dimensions de la molaire M¹ des Cervidés divers (en millimètres)

<i>Dama dama</i> L.			<i>Cervus elaphus</i> L.	
Mere Mensurations	Lukenjska jama	G. Hagmann 1899	G. Hagmann 1899 recenten	Weimar - Ehringsdorf H. D. Kohlke 1975
Dolžina Longueur	ca 19.0	15.5-15.8	16.5-25.0	20.2-26.7
Dolž. spred. prizme Longueur du lobe ant.	ca 10.0	8.5-9.0	8.2-13.0	-
Dolž. zadnje prizme Longueur du lobe post.	ca 9.0	7.0-8.0	9.0-14.0	-
Širina Largeur	ca 22.0	-	-	-
Šir. spred. prizme Largeur du lobe ant.	-	15.5-16	18-22	21.1-27.6
Šir. zadnje prizme Largeur du lobe post.	18.5	15.5-16	17.5-22.3	21.4-27.8

Vsaj po dolžini se najbolj približa enakemu zobu severnega jelena (dolžina = 18,0 mm, širina = 15,5 mm) iz najdišča Königsau A (D. Mania in V. Toepfer 1973, 76). Po primerjavi naše najdbe z molarjem severnega jelena, odkritega v isti plasti 4 (Tb. II, sl. 1, 2, 4 in 5), so se dobro videle precejšnje razlike v izoblikovanosti notranjih lunic. Pri zobeh severnega jelena tvorijo v maksili notranje in v mandibuli zunanje lunice široko odprt lok v obliki črke U, pri drugih evropskih cervidih pa je ta lok lomljen in spominja na črko V (W. Kollau 1943, 80, J. Bouchud 1966, 257).

M. Boule (1910, 210) je po ogledu zob fosilnega navadnega jelena in damjeka, odkritih v jamah les Grottes de Grimaldi, prišel do zaključka, da se zobje obeh cervidov ločijo predvsem po velikosti. Med drugim je še ugotovil, da je razmerje med širino in dolžino molarjev pri damjeku vedno v prid širine, pri navadnem jelenu pa so zobje močnejše razviti v dolžino kot v širino.

Opisani cervidni molar iz Lukenjske jame se tako po velikosti kot tudi po obliki ujema z enako najdbo iz jame Grotte des Enfants (M. Boule 1910, Tb. XXIV, sl. 3) in fosilnimi ostanki damjeka iz spodnjega travertina pri Weimarju (H. D. Kohlke 1958, 123, Tb. XXI, sl. 1).

Ker se zgornji prvi molar manjšega cervida iz Lukenjske jame morfološko dobro loči od enakega zoba severnega jelena, od navadnega pa po velikosti in razmerju med dolžino in širino zoba, sem našo najdbo prisodila damjeku. Podobno najdbo omenja I. Rakovec (1961, 315) iz Parske golobine. Tudi ta se po dimenzijah loči od enake kosti navadnega jelena in jo je I. Rakovec prištel manjšemu cervidu, morda damjeku. Izvira iz drugega würmskega stadiala.

Genus *Megaceros* Owen 1844
Megaceros giganteus Blumenbach 1803

Orjaškemu jelenu sem prisodila levi drugi spodnji molar (Tb. II, sl. 6), dve tretji falangi (Tb. II, sl. 7) in fragmenta dorzalne strani proksimalnega dela dveh levih metakarpusov. Zbrani fosilni ostanki pripadajo vsaj trem osebkom — dvema odraslima in enemu mladiču.

Spodnji molar je rahlo poškodovan. V celoti sta ohranjena le sprednja prizma in bazalni stebriček, pri zadnji prizmi je poškodovan zunanji lok, zato se širine zoba ni dalo izmeriti. Zob pripada nedoraslemu osebkju, saj na kroni ni videti obrusov, tudi korenine so se komaj pričele tvoriti. V razpredelnici 15 so navedene vse možne meritve.

V isti plasti smo odkrili še dva nastavka za parkelj. Ena tretja falanga je toliko poškodovana, da se je ni dalo izmeriti, druga je ohranjena v celoti. Morfološko se ujemata z enako kostjo recentnega navadnega jelena, le da sta veliko večji. V primerjavi s tretjim členkom evropskega losa iz jame pri Glažuti je naš primerek krajši, višji in širši. Distalni del tretje falange iz Lukenjske jame je top, pri losu pa podaljšan in koničast. Tudi sklepni faseti za drugo falango sta pri losu drugače oblikovani.

Razpredelnica 15. Dimenzije M_2 orjaškega jelena iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 15. Dimensions de la molaire M_2 d'espèce *Megaceros giganteus* des localités diverses (en millimètres)

<i>Megaceros giganteus</i> B.	Lukenjska jama	Betalov spodmol I. Rakovec 1959	Weimar - Ehringsdorf H. D. Kahlke 1975	Leimersheim K. Frentzen C. Speyer 1929	Winterhalde K. Frentzen C. Speyer 1929
Dolžina Langueur	ca 31	29.2-32.5	27.1-31.4	30	30
Širina sprednje prizme Largeur du lobe ant.	22.5	20.7-21.9	19.2-21.3	20.3	20.5
Dolžina sprednje prizme Langueur du lobe post.	15,1			15.0	14.0

Razpredelnica 16. Dimenzije tretje falange orjaškega jelena iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 16. Dimensions 3^e Phalange d'espèce *Megaceros giganteus* des localités diverses (en millimètres)

<i>Megaceros giganteus</i> B.	Lukenjska jama	Veternica M. Malez 1963	Ebingen cf. M. Malez 1963
Dolžina Langueur	63.5	69.8-72.2	75.0
Širina Largeur	23.5	27.5-27.8	34.0
Višina Hauteur	38.9	44.0-47.2	-

Ker je po K. Heschelerju (1909, 29) in drugih avtorjih okostje orjaškega jelena morfološko enako navadnemu, le da je mnogo večje, sem oba prstna členka prisodila orjaškemu jelenu. V razpredelnici 16 so podane vse izvedene meritve.

Tudi fragmenta obeh levih sprednjih metapodijev morfološko ustrezata enaki kosti recentnega navadnega jelena, le da sta mnogo večji. Pri primerjavi z metakarpusom losa iz jame pri Glažuti so vidna malenkostna odstopanja v izoblikovanosti sklepnih površin.

V pleistocenu je orjaški jelen naseljeval Evropo od Irske prek Anglije do zahodne in srednje Evrope (K. Hescheler 1909, 15—16) ter vzhodno Evropo in severno Azijo do 58° severne širine (V. Gromova 1950, 18). Pojavil se je v začetku pleistocena in se na Irskem obdržal še globoko v holocen. Po K. Heschelerju in E. Kuhnu (1949, 191) ter V. Toepferju (1963, 146) je izumrl med mlajšim dryasom in subborealom.

Poleg Lukenjske jame poznamo njegove fosilne ostanke še iz dveh nahajališč: V Betalovem spodmolu so ga odkrili (I. Rakovec 1959, 313—318) v plasteh, ki pripadajo riško-würmskemu interglacialu in prvemu würmskemu interstadialu, v Parski golobini (I. Rakovec 1961, 315) pa drugemu würmskemu stadialu. Tudi drugod po Evropi so dobili ostanke orjaškega jelena med »toplo« interglacialno in interstadialno ter »hladno« glacialno favno. Tako ga ne moremo uporabiti kot klimatski indikator. Zaradi močno razvitega rogovja (merilo je štiri metre) se je izogibal sklenjenih gozdov. V času würmskega glaciala je živel v določeni oddaljenosti od poledenelega ozemlja in skupaj z losom naseljeval pokrajino z redkim gozdom.

Cervidae gen. et spec. indet.

V plasti 4 smo poleg dobro ohranjenih kostnih delov in zob odkrili tudi fragmente najmanj petih cervidnih molarjev, ki so tako poškodovani, da ne dovoljujejo niti generične determinacije. Po velikosti sodeč bi jih lahko prisodili losu ali orjaškemu jelenu. Tudi fragmenta dveh drugih prstnih členkov in en močno poškodovan nastavek za parkelj pripadajo velikemu cervidu, lamela cervidnega molarja pa morda navadnemu jelenu.

Familia	Bovidae Gray 1821
Subfamilia	Rupicaprinae Trouessart 1905
Genus	Rupicapra Frisch 1775
	<i>Rupicapra rupicapra</i> Linnaeus 1758

Gamsu pripada proksimalni del koščenega nastavka za rog (Tb. II, sl. 10) z vidnimi sledovi obdelave s kamenim orodjem. Dobro je viden bolj ali manj okrogel prerez, ki je po E. Schmidovi (1972, 91) značilen za divjo kozo.

Nadalje pripada gamsu še plantarni del proksimalne epifize desnega metatarsusa. Sklepna faseta je še toliko ohranjena, da sem jo, po primerjavi z recentno kostjo gamsa, prisodila tej živalski vrsti. Isti živali pripada še fragment distalnega dela metapodija.

Posamične najdbe kažejo, da so divje koze v mlajšem pleistocenu naseljevale srednjo Evropo, fosilni ostanke teh živali v švicarskih paleolitskih postajah

(A. Dubois in H. G. Stehlin 1932, 133—136) pa kažejo, da so bile vsaj od zadnjega interglaciala dalje že prilagojene na življenje visoko v gorah. V würmskem glacialu so jih napredujoči alpski ledeniki prisilili, da so zapustile visokogorsko pokrajino in se spustile v nižino. To potrjujejo tudi redke najdbe na Slovenskem. V nižinskih postajah — Jami pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 260) in Marovški zijalki (V. Pohar 1976, 114—115) pripadajo fosilni ostanki gamsa odložitvam prvega würmskega stadiala, v visokogorski postaji Potočki zijalki (I. Rakovec 1975, 234) pa so interstadialne starosti (W I/II). Najdba ostankov divje kože v Lukenjski jami samo dokazuje, da v času odlaganja plasti 4 podnebne razmere še niso bile tako ugodne, da bi se te živali vrnile v svoje visokogorsko okolje.

Subfamilia *Caprinae* Gill 1872

Genus *Capra* Linnaeus 1758

Capra ibex Linnaeus 1758

Kozorogu pripada prva falanga desne zadnje noge. Kost je dobro ohranjena, le na proksimalni epifizi so vidni sledovi glodanja majhnih glodalcev. Morfološko ustreza opisu, ki ga F. Prat (1966, 297) podaja za to kost. Dorzalni del proksimalne epifize sicer manjka, vendar je dobro vidno, da je sklepni del skoraj štirioglat in podaljšan v antero-posteriorni smeri. Medialna brazda je mnogo globlja od notranje sklepne fasete (fossa glenoidalis interna), pri enaki kosti gamsa pa imenovana ploskev neopazno prehaja v brazdo. Tudi distalna sklepna epifiza je na plantarni strani pri kozorogu drugače oblikovana kot pri divji kozi. Pri našem primerku je sklepna faseta razdeljena v dva lobusa, med katerima je globoka in ostro oblikovana zajeda. Pri gamsu je ta zajeda plitva in široka.

Falanga meri v dolžino ca. 39 mm, širina proksimalne epifize znaša ca. 13 mm, distalna pa 12,5 mm. Primerek iz Lukenjske jame se morfološko ujema z najdbo iz Jame pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 259, Tb. 10, sl. 1), le da je prstni členek iz Lukenjske jame krajši in manj masiven. Večjo vitkost kosti lahko pojasnimo z dejstvom, da pripada falanga zadnji nogi, prstni členek iz Jame pod Herkovimi pečmi pa sprednji nogi. Po obliki in velikosti najdba ustreza risbi enake kosti, ki jo za recentne kozoroge podajata L. Pales in Ch. Lambert (1971, Pl. 38) v atlasu kvartarnih sesalcev. Tako smo kost iz Lukenjske jame prisodili odraslemu kozorogu šibke postave.

Najdbe kozorogovih ostankov v Sloveniji niso ravno pogostne. Doslej so jih odkrili le v Jami pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 259) in izvirajo iz prvega würmskega stadiala. Nekoliko mlajši sta najdbi iz Črnega kala (I. Rakovec 1958, 402) in iz Mokriške jame (I. Rakovec 1967, 181). Pripadata prvemu würmskemu interstadialu. Poznamo še najdbe kozorogov iz jame nad Rašico pri Črnučah in iz Jame treh bratov pri Brodu ob Kolpi, vendar jim I. Rakovec (1975, 236) ni mogel določiti natančnejše geološke starosti.

O okolju, v katerem so prvotno živeli kozorogi, obstajata dve teoriji. Po prvi (cf. E. Thénius 1969, 480) so bili kozorogi prvotno le rupikoli bovidi, ki so se šele v zadnjem času prilagodili življenju v gorah. Zastopniki druge hipoteze (npr. F. Prat 1966, 298) trdijo ravno nasprotno. Kozorog je bil že

od vsega začetka prilagojen na življenje v gorah in se je zaradi pogostnih ohladitev v pleistocenu umikal pred napredujočimi ledeniki ter naselil nižje nadmorske višine, če je le relief pokrajine ustrezal njegovim življenjskim potrebam.

Doslej znanim najdbam pleistocenskih kozorogov na slovenskih tleh ustreza ugotovitev švicarskih raziskovalcev (A. Dubois in H. G. Stehlin 1932, 139), da je bil kozorog konec riško-würmskega interglaciala že prilagojen življenju visoko v gorah.

Subfamilia Bovinae Gill 1872

Bos seu *Bison*

Med bovidnimi ostanki smo odkrili le prvo falango zadnje noge, medialno stran distalnega dela leve tibije, kronski odrastek desne mandibule in tako obrabljen spodnji molar, da se njegove pripadnosti ni dalo ugotoviti.

Prva falanga je precej poškodovana, zato so navedene mere le približne.

Po L. Rütimayerju (cf. U. Lehmann 1949, 219) so bizonovi prstni členki manj masivni in imajo bolj izražene sklepne fasete kot enake kosti tura. U. Lehmann (1949, 219) dodaja k temu opisu še naslednje: Bizonovi in turovi prstni členki sprednjih nog so krajši od enakih kosti zadnjih ekstremitet. Razen tega se turova prva falanga zadnje noge po velikosti prekriva z bizonovo prvo falango sprednje noge, le da je veliko masivnejša od bizonove falange. Če sedaj pogledamo dimenzije, ki so navedene v razpredelnici 17, vidimo, da naš primerek ne odstopa od enakih kosti, ki jih za bizona navaja K. K. Flerov (1975, 183).

Fragmentarno ohranjeno kost iz Lukenjske jame bi po velikosti in vitkosti prej prisodili bizonu kot pragovedu.

Distalnemu delu tibije namjaka lateralna stran, tako da oblika sklepne fasete za os malleolare ni vidna. Po U. Lehmannu (1949, 211) in V. Bibikovi (1958, 31—32) je ravno izoblikovanost te fasete zanesljiv znak za določitev roda. Vendar bi po primerjavi fragmenta iz Lukenjske jame s slikovnimi prilogami omenjenih avtorjev tudi tibijo lahko prisodili bizonu.

Razpredelnica 17. Dimenzije bovidne prve falange zadnje noge iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 17. Dimensions 1^{ère} Phalange des Bovidés des localités diverses (en millimètres)

<i>Bos</i> seu <i>Bison</i>	Lukenjska jama	<i>Bison priscaus mediator</i> H.
		Weimar - Ehringsdorf K. K. Flerov 1975
Dolžina Longueur	86.4	85 - 88
Širina praks. epifize Largeur proximale	ca 40	39 - 44

Aves

V plasti 4 smo odkrili mnogo kostnih ostankov različno velikih ptičev. Zaradi pomanjkanja komparativnega materiala nam je uspelo determinirati le nastavek za krepelj velike ujede.

Ordo Falconiformes
 Familia Accipitridae
 Genus *Aquila* Brisson 1760
Aquila chrysaetos Linnaeus 1758

Planinskemu orlu pripada nastavek za krepelj (Tb. II, sl. 9). Po primerjavi s kostnimi ostanki recentne živali se fosilna kost po obliki in velikosti ujema z drugo falango prvega prsta. Ta členek noge je pri planinskem orlu najmočnejše razvit.

Izmerjene vrednosti so navedene v razpredelnici 18.

Nastavek za krepelj, odkrit v Lukenjski jami, ne odstopa dosti od enake najdbe iz Willendorfa (E. Thenius 1956—1959, 136) niti od podatkov, ki jih za recentnega planinskega orla navaja C. Mourer-Chauviré (1975, 52, razpred. 2). Tudi primerjava s fotografijo nastavka za krepelj planinskega orla iz jame Grotte du Prince (M. Boule 1919, 301, Tb. XXXVI, sl. 10, 10 a) je pokazala le malenkostna odstopanja v velikosti. Falanga iz Lukenjske jame je večja od enake kosti iz omenjene italijanske paleolitske postaje.

Danes je planinski orel stalen prebivalec nepristopnih krajev visokih gora, kamor ga je pregnal človek s prekomernim iztrebljanjem. Številne pleistocenske najdbe širom po Evropi in odkriti kostni ostanki v Šandalji II, Krapini in Veternici na Hrvaškem (V. Malez-Bačić 1979, 34—35, tab. III) ter v Lukenjski jami pri Novem mestu pa kažejo, da je planinski orel nekdanj naseljeval tudi obsežna nižinska področja.

Razpredelnica 18. Dimenzije nastavka za krepelj prvega prsta planinskega orla iz raznih najdišč (v milimetrih)

Tableau 18. Dimensions de la Phalange 2 du doigt postérieur I d'espèce *Aquila chrysaetos* des localités diverses (en millimètres)

<i>Aquila chrysaetos</i> L.	Lukenjska jama	Willendorf E. Thenius 1956-1959	E. Thenius 1956/59 C. Mourer-Chauviré 1975 recenten
Proksimalna širina Largeur proximale (med.-lat.)	10.5	11.2	11.0
Proksimalna debelina Largeur proximale (ant.-post.)	18.4	18.8	18.3
Celotna dolžina Longueur totale	ca 46.0	-	47.7

Zaključki

V pleistocenski plasti 4 Lukenjske jame je bilo zbranih okrog 500 različnih živalskih kosti in zob. Malo je bilo tako ohranjenih, da se jih je dalo izmeriti in primerjati z enakimi ostanki iz drugih pleistocenskih najdišč. Kot v vseh naših paleolitskih postajah so bili tudi v Lukenjski jami kostni ostanki večinoma razbiti. Niti odpornejši metapodiji, falange in kosti alpskih svizcev niso ušle rokam pleistocenskih lovcev. Tako sem za determiniranje lahko odbrala le 292 določljivih ostankov, ki pripadajo 13 rodovom in ravno toliko vrstam. Med nedoločljivimi fragmenti je gotovo zastopana še kaka živalska vrsta, ki v sistematsko-komparativnem delu ni omenjena. To velja predvsem za mnoge ptičje kosti.

V razpredelnici 19 so navedeni odstotni deleži posameznih živalskih vrst glede na vrsto vseh določljivih paleontoloških najdb.

Kot vidimo, prevladuje med sesalci alpski svizec, saj predstavljajo njegovi ostanki 82,0 % vseh izkopanih kosti in zob. Med ostalimi živalskimi vrstami so takoj za njim los in orjaški jelen s po 3,8 % ter fosilni rjavi medved s po 3,4 %. Nato sledijo, z odstotnim deležem v oklepajih, bovid (1,3 %), gams (1,0 %),

Razpredelnica 19. Pregled pleistocenskih živalskih vrst iz Lukenjske jame

Tableau 19. Liste des espèces fauniques découvertes dans la grotte de Lukenjska jama

Živalske vrste Espèces d'animaux	Plast Couche	Štev. določljivih najdb Nombre des trouvailles déterminées		Najmanjše možno štev. osebkov Nombre minimum de sujets	
		4		4	
		N	%	N	%
<i>Marmota marmota</i> L.		240	82.0	15	42.8
<i>Castor fiber</i> L.		2	0.7	1	2.8
<i>Ursus arctos priscaus</i> G.		10	3.4	2	5.6
<i>Sus scrofa</i> L.		1	0.4	1	2.8
<i>Alces alces</i> L.		11	3.8	3	8.5
<i>Rangifer tarandus</i> L.		1	0.4	1	2.8
<i>Dama dama</i> L.		1	0.4	1	2.8
<i>Cervus elaphus</i> L.		2	0.7	1	2.8
<i>Megaceros giganteus</i> B.		5	1.7	3	8.5
Cervidae gen. et spec. indet.		10	3.4	3	8.5
<i>Rupicapra rupicapra</i> L.		3	1.0	1	2.8
<i>Capra ibex</i> L.		1	0.4	1	2.8
<i>Bos</i> seu <i>Bison</i>		4	1.3	1	2.8
<i>Aquila chrysaetos</i> L.		1	0.4	1	2.8
Skupaj Total		292	100.0	35	100.0

bober (0,7 %), divja svinja, severni jelen, damjek, kozorog in planinski orel (vsi s po 0,4 %).

Vse živali, katerih kostne ostanke smo odkrili v Lukenjski jami, so v času odlaganja plasti 4 živele v njeni okolici, v jamo pa jih je zanesel paleolitski lovec. Če sodimo po največji množini ostankov, je bil alpski svizec nedvomno glavna lovna žival, kar še ne pomeni, da je tudi okolico jame najgosteje naseljeval. Pri vrednotenju fosilne favne namreč ne smemo pozabiti, da je odkrito osteološko gradivo le skromen preostanek lovskega plena, ki sta ga človek ali zver zanesla v jamo. Zato ne more predstavljati celotne živalske združbe, še najmanj številčno. Čeprav je lovski izbor favne iz Lukenjske jame zelo skromen, so med njimi zastopniki živalskih vrst, ki omogočajo presojo takratnih ekoloških in klimatskih razmer.

Izrazito vodne živali nismo v Lukenjski jami odkrili nobene. Bober je sicer vezan na vodo, vendar za temperaturo ni občutljiv, zahteva le večje gozdne površine vzdolž stoječe ali počasi tekoče vode. Bolj ali manj izraženo gozdno okolje potrebujejo sodoprsti kopitarji. Navadni jelen je ekološko zelo prilagodljiv. Poseljuje kraje od morske obale do alpske tundre, vendar daje prednost gozdni stepi z redkim drevjem. Evropski los živi v svetlih močvirnih gozdovih, najraje v bližini vode, ker je tam vegetacija bujnejša. Prehranjuje se namreč z listi in lubjem listnatega drevja, redkeje s travo in zelišči. Orjaški jelen je bil zaradi mogočnega rogovja, ki je merilo več kot štiri metre, prebivalec prostranih ravnin, poraslih s travo, posameznimi drevesi in grmovjem. Po podatkih iz doslej znanih najdišč se pojavlja pretežno v družbi toplodobnih sesalcev (npr. v Betalovem spodmolu). Ker nastopa tudi med mrzloodobno favno (npr. v Parski golobini), za ugotavljanje biotopa ni uporaben. Damjek se posamično pojavlja skozi ves mlajši pleistocen, dokler proti koncu würmskega glaciala povsem ne izgine iz Evrope. Njegovi ostanki so pogostnejši v interglacialnih kot v glacialnih sedimentih. Tudi najdba damjeka v Veternici (M. M a l e z 1963, 115) sodi v zadnji interglacial, najdba enake živali v Parski golobini (I. R a k o v e c 1961, 315) pa v drugi würmski stadial. Velikim bovodom nisem mogla določiti generične pripadnosti, zato ne vemo, ali so pripadniki stepe (bizon) ali vlažnih gozdnih površin (tur). Še najznačilnejši zastopnik toplejšega podnebja je divja svinja, ki jo po B. K u r t é n u (cf. F. D e l p e c h 1976, 384—385) vedno dobimo med toplodobno gozdno favno. Najdbi njenih ostankov v odkladninah prvega würmskega stadiala v Jami pod Herkovimi pečmi (V. P o h a r 1981, 256—257) in v poznoglacialnih sedimentih Županovega spodmola (I. R a k o v e c 1975, Tab. I) pa kažeta, da takrat pri nas ni vladalo ekstremno mrzlo podnebje. Med prežvekovalci iz Lukenjske jame je le severni jelen tipičen zastopnik arktične in alpske tundre. Kozorog, gams, snežna miš in alpski svizec so predstavniki visokogorskega sveta. Rjavi medved ni klimatski indikator, saj je le posredno odvisen od vegetacijske odeje. Rad prebiva v gozdu, lovi pa tudi v odprti pokrajini od manjših sesalcev do živali v velikosti losa.

Po odkriti favni sodeč so se v bližnji okolici Lukenjske jame razprostirali pašniki z redkimi gozdnimi sestoji in močvirnimi depresijami, bolj podobni parku kot današnjemu gozdu. Taka pokrajina je bila primerno okolje evropskemu losu in orjaškemu jelenu, počasi tekoča Prečna pa bobru. Strma pobočja okrog izvira Prečne so bila bolj skalnata in ne tako porasla z gozdom kot so

danes ter so tako ustvarjala primerno okolje kozorogu, gamsu in planinskemu orlu, planotast svet nad jamo pa severnemu jelenu.

Med ostanki opisane favne so torej vrste, ki so živele v različnem okolju. V isti plasti smo odkrili tundrske (severni jelen) in alpske elemente (gams, kozorog, alpski svizec, snežna miš) ter prebivalce bolj ali manj izražene gozdne pokrajine (gozdna krtica, veliki voluhar, bober, cervidi, bovidi). Do takega mešanja živalskih vrst je lahko prišlo le zaradi sezonskih selitev, ki so jih povzročala velika temperaturna nihanja v pleistocenu.

Vse živalske vrste, odkrite v Lukenjski jami, kažejo na mlajši pleistocen. Od konca riško-würmskega interglaciala do drugega würmskega stadiala je pri nas med favno prevladoval jamski medved. Od takrat dalje število njegovih najdb v slovenskih paleolitskih postajah polagoma upada in ga v sedimentih tretjega würmskega stadiala ne zasledimo več. Dokaz za to je favna, odkrita v Ovčji jami, Jami v Lozi (I. R a k o v e c 1962—63) in v Ciganskih jamah. (I. R a k o v e c 1975, Tab. I). Živalska združba v teh najdiščih je izrazito arktualpska: severni jelen močno prevladuje, poleg njega nastopajo še alpski svizec, planinski zajec in celo polarna lisica.

Jamskega medveda v Lukenjski jami nismo odkrili, tudi preostala favna ne kaže več izrazito glacialnega značaja. Največ je alpskega svizca, severni jelen, kozorog in gams so zastopani s pičlimi najdbami. Nekoliko več je losa, nov element v tej združbi je orjaški jelen. V Sloveniji ga doslej poznamo le iz zadnjega interglaciala, prvega würmskega interstadiala in drugega würmskega stadiala.

Malo severnega jelena, obilo alpskega svizca in prisotnost evropskega losa, ki je pri nas konec pleistocena nadomestil severnega jelena, ustreza favnistični združbi poznega glaciala. Tak živalski sestav poznamo iz Babje jame (F. O s o l e, 1972, 38), Županovega spodmola (F. O s o l e 1976, 13) in Matjaževih kamer (F. O s o l e, 1974, 25 in 1977, 22). Po analogiji s temi ugotovitvami lahko plast 4 iz Lukenjske jame uvrstimo v iztekajoči se würmski glacial. Oporo za tako opredelitev nam nudi tudi kameno orodje, odkrito v isti plasti kot opisana favna, ki po raziskavah F. O s o l e t a (1982 a, 37 in 1982 b, 133) pripada epigravettienu.

Na Institutu Rudjer Bošković v Zagrebu so radiometrično (^{14}C) preiskali oglje iz kurišča spodnjega kulturnega horizonta. Starost oglja znaša 12.580 let. Antrakotomska analiza oglja (opravila jo je tov. M. C u l i b e r g z Biološkega instituta SAZU) iz istega kurišča je pokazala, da so se prebivalci iz Lukenjske jame gredli pretežno z borovcem (*Pinus* sp.), manj z rušjem (*Pinus montana*?), velikim jesenom (*Fraxinus excelsior*) in bukvijo (*Fagus sylvatica*).

Pelodne analize številnih profilov z Ljubljanskega barja, ki jih je izvedel A. Š e r c e l j (1962, 30 in 1963, 403), so pokazale močna klimatska nihanja, značilna za pozni glacial. Kljub temu je opazno počasno upadanje kriofilnih rastlinskih vrst, v otoplitvenih fazah (böllinški in allerödski) pa pojavljanje mezofilnih listavcev in bukve v sledovih.

Na podlagi živalske združbe, kulturne pripadnosti kamenega orodja, antrakotomske in radiokarbonske analize oglja iz kurišča spodnjega kulturnega horizonta lahko plast 4 uvrstimo v pozni glacial oziroma po P. W o l d s t e d t u (1958, 164—165, tab. 8) v böllinški interstadial.

La faune tardiglaciaire de la grotte de Lukenjska jama

Conclusions

La grotte de Lukenjska jama se trouve à 5 km nord-ouest de Novo mesto à l'altitude de 180 m (fig. 1). Elle a été formée par l'eau courante dans les calcaires de Jura; par son entrée (fig. 2) tournée vers sud-ouest on pénètre dans une moindre salle souterraine. Après 5 m environ, elle se divise en deux fossés conduisant dans une cavité souterraine majeure (fig. 3). Les fouilles systématiques effectuées pendant des années entières ont été couronnées par la découverte des remplissages autochtones à l'épaisseur de 3 m environ (fig. 4) que M. F. Osole a traités en détail (1977, 1982, 1983):

La couche 5 la plus profonde, atteinte au cours des fouilles est représentée par des sables fluviaux appartenant en toute probabilité au stade de Würm III. Se succédant vers le haut viennent les éboulis autochtones (couche 4) à deux étages de cultures paléolithiques, un ample foyer et les restes de la faune pléistocène. Quant au contenu faunique et celui de flore, ainsi que l'inventaire culturel de l'homme fossile, c'est un remplissage de l'interstade de Bölling. L'effondrement de rocher (couche 3) correspond selon la succession stratigraphique à l'époque de Older Dryas et Younger Dryas. Les couches supérieures 1 et 2 font déjà partie du Postglaciaire.

Les restes osseux de la faune mammifère n'ont été découverts que dans deux couches (fig. 4, 5): celle au sommet du remplissage d'humus (couche 1 et celle du dépôt autochtone le plus ancien (couche 4).

La faune holocène de Lukenjska jama

A part les restes osseux d'homme, les débris osseux des animaux domestiques et sauvages ont été découverts dans la couche d'humus (fig. 4). De nombreux foyers au riche inventaire culturel servent de témoin que l'homme a fréquenté la grotte de Lukenjska jama à l'âge de l'Énéolithique, du Bronze et du Fer ancien, celui de Rome et du Moyen Age. Ce sont justement ces visiteurs qui ont abandonné la plupart des restes faunique dans la grotte, une moindre partie seulement en provient des animaux qui y cherchaient l'abri (p. ex.: le renard, l'ours brun, le blaireau).

Les restes ostéologiques et odontologiques recueillis appartiennent aux espèces fauniques suivantes:

Parmi les animaux sauvages dominant *Castor fiber* L., *Lepus europaeus* L., *Sus scrofa* L., *Cervus elaphus* L., *Meles meles* L. et *Ursus arctos arctos* L., tandis que quelques trouvailles isolées représentent *Bison bonasus* L., *Alces alces* L., *Felis sylvestris* Schr., *Canis lupus* L. et *Lynx lynx* L. Parmi les animaux domestiques le boeuf (*Bos taurus* L.) l'emporte de beaucoup sur les découvertes rares le cheval (*Equus caballus* L.), des moutons (*Ovis aries* L.) et des chèvres (*Capra hircus* L.), le chien (*Canis familiaris* L.) étant le plus fréquent. De nombreux restes d'oiseaux sont attribués aux animaux plus grands, mais on n'a pas pu les déterminer à fond par suite de l'insuffisance du matériel ostéologique comparatif.

La plupart des animaux mentionnés ci — dessus habitent encore aujourd'hui les environs immédiats de la grotte. La disparition du castor, chat sauvage

et lynx du voisinage de la grotte de Lukenjska jama a été due à l'intervention de l'homme dans la nature.

La faune pléistocène de Lukenjska jama

Les découvertes paléontologiques de l'âge pléistocène proviennent uniquement de la couche 4. La plupart des restes osseux (environ 500 os et dents divers) ont été recueillis dans l'étage culturel inférieur, la raie foncée de l'étage culturel supérieur n'ayant dégagé que la dent de la marmotte alpine (fig. 5).

Parmi les trouvailles ce sont les os et les dents des mammifères plutôt grands qui dominent, tandis que une partie insignifiante appartient aux petits rongeurs. Ces derniers ont été déterminés par Mme K. Krivic, custode du Musée des Sciences Naturelles à Ljubljana. N'ayant pas encore achevé l'étude de la faune en question, elle a transmis par écrit la liste suivante des genres et espèces déterminés: *Clethrionomys* sp., *Microtus arvalinus*, *Microtus arvalis* Pallas, *Microtus nivalis* Martins, *Arvicola terrestris* Linnaeus, *Glis glis* Linnaeus, *Eliomys* sp. et *Apodemus flavicollis* Melchior.

Les os des animaux ont été fort fragmentées dans la grotte de Lukenjska jama — ce qui est d'ailleurs le cas de toutes les stations paléolithiques slovènes — même les métapodes et les phalanges les plus résistants ainsi que les os des marmottes alpines n'étaient dispensés de la main du chasseur pléistocène. Par conséquent je n'en ai sélectionné que 292 à être déterminés, tandis que j'ai effectué toutes les mensurations possibles sur des os et dents suffisamment bien conservés. Les résultats figurent sur les tableaux de I à 17 et les planches I et II portent leurs photographies.

Les restes déterminés appartiennent à 13 espèces d'animaux (tableau 18) dont trois (l'ours brun, le mégacéros, le boeuf ou le bison de steppe) se sont éteints à la fin du Pléistocène ou début du Holocène respectivement, les huit suivantes (marmotte alpine, castor, élan, renne, daim, chamois, bouquetin des Alpes, aigle royal) ont émigré par suite des conditions de vie changées et les deux restantes vivent encore aujourd'hui dans les alentours de la grotte (le sanglier et le cerf ordinaire).

Au cours de la sédimentation de la couche 4, tous les animaux énumérés ci-dessus demeuraient dans les environs proches ou plus lointains de la grotte de Lukenjska jama. Ils y étaient apportés par l'homme fossile, son ancien habitant. Jugeant d'après la plus grande quantité des restes osseux (82 % — tableau 18), la marmotte alpine était sans doute l'animal principal en ce qui concerne la chasse, ce qui ne veut pas dire qu'elle était la plus fréquente dans les alentours de la grotte en ce qui concerne sa population. Pourtant, en évaluant la faune de la station paléolithique on doit tenir compte du fait que le matériel ostéologique découvert ne représente que les restes assez modestes de la proie, apportée dans la grotte par l'homme ou la bête. Par conséquent ceci ne peut pas être considéré comme l'ensemble complet d'individus, même pas le moins nombreux.

Si insuffisant que soit le choix des animaux chassés à Lukenjska jama, on y trouve des représentants des espèces fauniques qui rendent possible l'appréciation des conditions écologiques et climatiques de l'époque.

Aucun animal expressément aquatique n'a été signalé dans la grotte de Lukenjska jama. Le castor étant insensible à la température demande plutôt une

large étendue forestière le long des eaux stagnantes ou celles au cours lent. Un milieu plus ou moins forestier est nécessaire pour les artiodactyles. Cerf commun est indifférent au point de vue climatique. Sa demeure s'étend du littoral jusqu'à la toundra alpine, choisissant plutôt la steppe herbeuse aux arbres rares. L'élan européen habite les forêts claires et marécageuses le plus souvent aux environs de l'eau, à cause d'une végétation abondante, à savoir il se nourrit de préférence de feuilles, de branches et d'écorces d'essences à feuilles caduques, plus rarement de végétation herbacée et des herbes.

Dû à ses cornes majestueuses, plus de 4 mètres de grandeur, le mégacéros, au contraire avait besoin des vastes espaces découverts d'un paysage herbeux aux arbres rares et buissons. D'après les indications des gisements connus jusqu'à présent, il apparaît surtout dans l'ensemble de la faune de type tempéré (par exemple: Betalov spodmol). Etant signalé aussi parmi la faune froide (p. ex.: Parska golobina), il n'est pas utilisable en vue de l'établissement du biotope. Le daim fait son apparition sporadique à travers tout le pléistocène jusqu'à ce qu'il ne s'éteigne complètement vers la fin du Würm glaciaire dans toute l'Europe. Ses restes sont plus fréquents dans les sédiments glaciaires qu'interglaciaires. La trouvaille du daim à Veternica (M. Malez 1963, 115) appartient également à la dernière période interglaciaire, tandis que la découverte du même animal à Parska golobina (I. Rakovec 1961, 315) est attribuée au stade du Würm II. L'appartenance générique des grands bovidés n'a pas pu être déterminée, par conséquent on ne sait pas s'ils font partie des animaux des steppes (bison) ou ceux des étendues forestières humides (boeuf). Le représentant le plus caractéristique du climat plus doux, c'est le sanglier toujours rencontré d'après B. Kurten (cf. F. Delpech 1976, 384—385) parmi la faune des régions boisées de type tempéré. La découverte de ses restes dans de dépôts du premier stade du Würm, dans la grotte de Jama pod Herkovimi pečmi (V. Pohar 1981, 256—257) et les sédiments tardiglaciaires de Županov Spodmol (I. Rakovec 1975, Tab. I) dénotent pourtant qu'à l'époque la Slovénie n'était pas exposée à un climat extrêmement froid.

Parmi les ruminantes il n'y a à Lukenjska jama que le renne qui soit un représentant typique de toundra arctique et alpine. Bouquetin, chamois et marmotte alpine appartiennent aux terrains haute montagne.

L'ours brun ne joue pas le rôle d'indicateur climatique puisque il ne dépend de la couverture végétative que indirectement. Il préfère les forêts, ne dépréciant pas quand même les étendues ouvertes ou il chasse tout, dès les assez petits mammifères jusque aux animaux à la taille d'élan.

Jugeant d'après la faune y découverte, les environs immédiats de la grotte de Lukenjska jama étaient composés de pâturages aux rares ensembles de bois, entrecoupés par des dépressions marécageuses plutôt à l'image d'un parc que d'une forêt actuelle. Une telle région se prêtait comme un milieu convenable à l'élan européen ainsi qu'au mégacéros, tandis que la rivière de Prečna au cours lent était favorable à l'installation du castor. Les pentes abruptes au-dessus de la source de Prečna étaient rocheuses et pas boisées à un tel point qu'aujourd'hui. Elles offraient donc un milieu opportun au bouquetin, chamois et aigle royal, tandis que le terrain de plaines au-dessus de la grotte convenait au renne.

Parmi les restes des animaux sus-mentionnés il y a alors des espèces descendant des milieux différents. Dans la même couche nous avons découvert des éléments arctiques (le renne) et alpins (chamois, bouquetin, marmotte alpine) ainsi que les individus des régions sylvicoles plus ou moins exprimées (le castor, les cervidés et les bovidés). De tels entrelacements des espèces fauniques ne peuvent résulter qu'à la suite des migrations saisonnières dues aux grandes oscillations de température au pléistocène.

Dès la fin du dernier interglaciaire jusqu'au stade Würm II, on s'aperçoit en Slovénie d'une grande dominance de l'ours de caverne. A partir de cette époque ses trouvailles dans les stations paléolithiques se font progressivement rares jusqu'à ce qu'il ne disparaisse presque complètement dans les sédiments du stade Würm III. La faune découverte à Ovčja jama, Jama v Lozi (I. R a k o v e c 1962/63) et à Ciganske jame (I. R a k o v e c 1975, Tab. I) en témoigne. L'ensemble faunique dans ces gisements est expressément arcto-alpin; on s'aperçoit d'une écrasante dominance du renne, mais la marmotte alpine, le lièvre variable et même le renard polaire y figurent également.

L'ours de caverne n'a pas été découvert dans la grotte de Lukenjska jama, le reste de la faune ne témoigne non plus d'un caractère glaciaire évident. La marmotte alpine domine le renne, le bouquetin et le chamois dont les restes découverts ne sont que très modestes. C'est l'élan qui acquiert un certain développement, tandis que le mégaceros représente un nouvel élément dans cet ensemble. Jusqu'ici il n'a été signalé en Slovénie que dans le dernier interglaciaire, l'interstade Würm I/II et stade Würm II.

La pénurie du renne, l'abondance de la marmotte alpine et la présence de l'élan qui, chez nous, a supplanté le renne à la fin du pléistocène correspond à l'ensemble faunique du tardiglaciaire. Un tel groupement d'animaux est connu à Babja jama (F. O s o l e 1972, 38), Županov spodmol (F. O s o l e 1976, 13) et à Matjaževe kamre (F. O s o l e 1974, 25 et 1977, 22). Tenant compte de ces constatations, on peut, par analogie, classer la couche 4 de Lukenjska jama dans la période finale du Würm glaciaire. Une telle classification peut être renforcée aussi par l'outillage lithique trouvé dans la même couche que la faune ci-décrite, appartenant, d'après les recherches de F. O s o l e (1982 a, 37 et 1982 b, 133), à l'épigravettien.

Les analyses radiométriques (^{14}C) du charbon extrait du foyer de l'horizon culturel inférieur ont été effectuées à l'Institut Rudjer Bošković à Zagreb. L'âge en est 12 580 ans.

L'examen du charbon du foyer sus-mentionné, accompli par M. C u l i b e r g de l'Institut de Biologie, attaché à l'Académie des Sciences et des Arts de Slovénie a montré que la population de Lukenjska jama se chauffait par le pin surtout (*Pinus* sp.), moins par les arbrisseaux de montagne (*Pinus montana*), le grand frêne (*Fraxinus excelsior*) et le hêtre (*Fagus sylvatica*).

Les analyses polliniques des nombreux profils du marais de Ljubljana faites par A. Š e r c e l j (1962, 30 et 1963, 403) ont indiqué de fortes oscillations de climat si caractéristiques pour le tardiglaciaire. En dépit de ce fait un déclin progressif de la végétation cryophile est évident d'un côté et l'apparition des arbres aux feuilles caduques et même du hêtre au cours des phases du climat tempéré (Bölling et Alleröd) de l'autre.

A la base de l'ensemble faunique, l'appartenance de culture de l'outillage lithique, l'examen et l'analyse radiocarbone du charbon, la couche 4 peut être classifiée au tardiglaciaire, ou d'après P. Woldstedt (1958, 164—165, tab. 8) à l'interstade de Bölling respectivement.

Literatura

Bibikova, V. 1958, O nekotoryh otličitelnyh čertah v kostjah konečnostej zubra i tura. *Ejull. Mosk. obšč. prirody, otd. biol., T. LXIII, vyp. 6, 23—35, Moskva.*

Bouchud, J. 1966, Les Cervidés. Faunes et Flores préhistoriques, 244—277, Paris.

Boule, M. 1910, Les Grottes de Grimaldi. Géologie et Paléontologie, T. I/3, 157—236, Tb. XIV—XXIX, Monaco.

Boule, M. 1919, Les Grottes de Grimaldi. Géologie et Paléontologie, T. I/4, 237—362, Tb. XXX—XLI, Monaco.

Brodar, S. 1960/61, Najdbe kostnih ostankov ledenodobnega človeka na slovenskih tleh. *Arheol. vestn., 11/12, 5—14, Ljubljana.*

Desbrosse, R. & Prat, F. 1974, L'Élan magdalénien de Pierre-Châtel (Ain). *Quartär, Bd. 25, 143—158, Tb. XII—XVI, Bonn.*

Delpéch, F. 1976, Les Artiodactyles: Suidés. *La Préhistoire française I, 384—385, Paris.*

Dubois, A. & Stehlin, H. G. 1932, La grotte Cotencher, station moustérienne. *Mém. de la Soc. Paléont. Suisse, Vol. 52, 1—178, Bâle.*

Flerov, K. K. 1975, Die Bison-Reste aus den Travertinen von Weimar-Ehringsdorf. *Abh. zentr. geol. Inst., H. 23, 171—200, Berlin.*

Frentzen, K. & Speyer, C. 1929, Riesenhirsche aus dem Diluvium des Oberheingebietes. *Mitt. d. Bad. geol. L. A., X/1, 176—233, Freiburg.*

Friant, M. 1937, Recherches sur les caractères ostéologiques des Castoridés. *Archiv. du Mus. Nation. Hist.-Natur, T. XIV/6, 105—124, Paris.*

Gromova, V. 1950, Opređelitelj mlekopitajuščih SSSR po kostjam skeleta. Opređelitelj po krupnym trubčatym kostjam. *Trudy kom. po izuč. četvrt. per., IX, 1—241, Moskva-Leningrad.*

Gromova, V. 1960, Opređelitelj mlekopitajuščih SSSR po kostjam skeleta. Opređelitelj po krupnym kostjam zapljusny. *Trudy kom. po izuč. četvrt. per., XVI, 1—117, Moskva.*

Hagmann, G. 1899, Die diluviale Wierbeltierfauna von Völklinshofen (Ober-Elsass). I, Raubtiere und Wiederkäuer. *Abh. d. geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen, N. H. 3, 1—149, Tb. I—VII, Tab. 1—10, Strassbourg.*

Hescheler, K. 1909, Der Riesenhirsch. *Neujahrsbl. Naturforsch. Ges. Zürich, III, 1—41, Zürich.*

Kahlke, H. D. 1958, Die jungpleistozänen Säugetierfaunen aus dem Travertingebiet von Taubach-Weimar-Ehringsdorf. *Alt-Thüringen, Bd. III/1957—58, 97—130, Tb. XII—XXV, sl. 1—10, Weimar.*

Kahlke, H. D. 1975, Die Cerviden-Reste aus dem Travertinen von Weimar-Ehringsdorf. *Abh. zentr. geol. Inst., H. 23, 201—250, Berlin.*

Kollau, W. 1943, Zur Osteologie des Rentiers (Nach Funden von Stellmoor in Holstein). Die alt und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor, 60—105, sl. 1—2, Tab. 1—5, Tb. 6—11, Neumünster.

Kos, F. 1939, Neveljski paleolitik. *Glasn. Muz. dr. za Slov., 20, 25—65, Ljubljana.*

Kretzoi, M. 1964, Die Wirbeltierfauna des Travertin Komplexes von Tata. Tata-Eine mittelpaläolithische Travertin-Siedlung in Ungarn, 105—124, Budapest.

Kretzoi, M. 1975, Die Castor-Funde aus dem Travertin-Komplex von Weimar-Ehringsdorf. *Abh. zentr. geol. Inst., H. 23, 513—532, Berlin.*

- Lehmann, U. 1949, Der Ur im Diluvium Deutschlands und seine Verbreitung. N. Jhrb. F. Min. Geol. u. Pal., Abt. B, Bd. 90, 163—266, Stuttgart.
- Malez, M. 1963, Kvartarna fauna iz pečine Veternice u Medvednici. Palaeont. jugosl. JAZU, 5, 1—197, 12 sl., 34 tab., 1 pril., 40 tb., Zagreb.
- Malez, M. 1979, Kvartarna fauna. Praistorija jugoslavenskih zemalja I, 209—215, Sarajevo.
- Malez-Bačić, V. 1979, Pleistocenska ornitofauna iz Šandalje u Istri te njezino stratigrafsko i paleoekološko značenje. Palaeont. jugosl. JAZU, 21, 1—46, sl. 1—8, tab. 1—3, pril. 1—2, Zagreb.
- Mania, D. & Toepfer, V. 1973, Königsau. Gliederung, Oekologie und mittelpaläolithische Funde der letzten Eiszeit. Veröf. des Landesmus. f. Vorgesch. in Halle, Bd. 26, 1—164, Tb. 1—73, Berlin.
- Markov, G. 1951, Kvarterni bozajnici v Belgiji. Izvest. na zool. inst., 1, 99—190, Sofija.
- Mottl, M. 1951, Die Repolust-Höhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner. Archaeol. Austr., H. 8, 1—81, Wien.
- Mourer-Chauviré, C. 1975, Les Oiseaux du Pléistocène moyen et supérieur de France. Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, N. 64, Fasc. 1, 2, 1—64, tab. 1—89, Lyon.
- Osole, F. 1967, Zakajeni spodmol, jamska paleolitska postaja. Arheol. vestn., XVIII, 25—40, Ljubljana.
- Osole, F. 1972, Babja jama, zatočišče ledenodobnih lovcev. Naše jame, 13 (1971), 35—40, Ljubljana.
- Osole, F. 1974, Paleolitska kulturna zapuščina v Matjaževih kamrah. Loški razgledi XXI, 25—40, Ljubljana.
- Osole, F. 1977, Lukenjska jama pri Prečni na Dolenjskem. Var. spom., XXI, 171—172, Ljubljana.
- Osole, F. 1982a, Lukenjska jama, arheološko najdišče. Dolenjski Kras, 34—37, Novo mesto.
- Osole, F. 1982b, Lukenjska jama. Var. spom., XXIV, 132—133, Ljubljana.
- Osole, F. 1983, Epigravettien iz Lukenjske jame pri Prečni. Poročilo o raziskov. paleol., neol. in enol. v Sloveniji, XI, 7—31, 5 sl., 5 pril., 4 tb. Ljubljana.
- Pales, L. & Lambert, Ch. 1971, Atlas ostéologique des Mammifères, I, II, C. N. R. S., Paris.
- Pohar, V. 1976, Marovška zijalka. Geologija, 19, 107—119, 3 sl., 2 tab., 2 tb., Ljubljana.
- Pohar, V. 1981, Pleistocenska favna iz Jame pod Herkovimi pečmi. Geologija, 24/II, 241—284, 4 sl., 13 tab., 10 tb., Ljubljana.
- Prat, F. 1966, Les Capridés. Faunes et Flores préhistoriques de l'Europe occidentale, 279—300, Ed. N. Boubée, Paris.
- Rakovec, I. 1935, Diluvialni svizci iz južnovzhodnih Alp. Prir. razpr., 2/5, 245—292, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1942, Nosorog s Kamnitnika pri Škofji Loki. Razpr. prir. razr. Akad. znan. um., 2, 241—262, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1949, Nove najdbe diluvialnih svizcev v Sloveniji. Razpr. razr. za prir. in med. vede SAZU, IV, 205—227, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1956, O ostankih evropskega losa v Jugoslaviji. Geol. an. Balk. poluostr., XXIV, 1—14, Beograd.
- Rakovec, I. 1958, Bobri iz mostiščarske dobe na Ljubljanskem barju in iz drugih holocenskih najdišč v Sloveniji. Razpr. IV razr. SAZU, IV, 211—267, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1958, Pleistocenski sesalci iz jame pri Črnem kalu. Razpr. IV razr. SAZU, IV, 365—434, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1959, Kvartarna sesalska favna iz Betalovega spodmola pri Postojni. Razpr. IV razr. SAZU, V, 289—348, Ljubljana.

Rakovec, I. 1961, Mladopleistocenska favna iz Parske golobine v Pivški kotlini. Razpr. IV razr. SAZU, VI, 272—349, Ljubljana.

Rakovec, I. 1962/63, Poznowürmska favna iz Jame v Lozi in Ovčje jame. Arheol. vestn. XIII/XIV, 241—272, Ljubljana.

Rakovec, I. 1969, Jamski medved iz Mokriške jame v Savinjskih Alpah. Razpr. IV razr. SAZU, X/4, 123—203, Ljubljana.

Rakovec, I. 1975, Razvoj kvartarne sesalske favne Slovenije. Arheol. vestn. XXIV/1973, 225—270, Ljubljana.

Šercelj, A. 1962, O kvartarni vegetaciji na Slovenskem. Geologija, 7, 25—34, Ljubljana.

Šercelj, A. 1963, Razvoj würmske in holocenske vegetacije v Sloveniji. Razpr. IV razr. SAZU, VII, 363—413, Ljubljana.

Schmid, E. 1972, Tierknochenatlas. Elsevier Publ. Comp., Amsterdam—London—New York.

Thenius, E. 1956—1959, Die jungpleistozäne Wirbeltierfauna von Willendorf i. d. Wachau, N. Oe. Iz: F. Felgenhauer: Willendorf in der Wachau, I—III, Mitt. d. Prähist. Komm., Bd. VIII do IX, 133—170, Wien.

Thenius, E. 1969, Phylogenie der Mammalia. Walter de Gruyter & Co, Berlin.

Toepfer, V. 1963, Tierwelt des Eiszeitalters. Akad. Verlagsges. Geest & Portig K., G., Leipzig.

Wehrli, H. 1935a, Zur Osteologie der Gattung *Marmota* Blumenb. (*Arctomys* Schreb.). Zeitschr. f. Säugetierk., H. 1. Bd. 10. 1—38, Berlin.

Wehrli, H. 1935b, Die diluvialen Murmeltiere Deutschlands. Pal. Z., Bd. 17, H. 1—4, 204—243, Berlin.

Wettstein-Westersheim, O. 1931, Die diluvialen Kleinsäugerreste. Iz: O. Abel, G. Kyrle: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Speläol. Monogr. 7—9, 769—789, Wien.

Woldstedt, P. 1958, Das Eiszeitalter II. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Tabla I — Planche I

- 1 *Castor fiber* L.
Fragment leve lopatice, nar. vel.
Fragment du Scapulum gauche, gr. nat.
- 2 *Castor fiber* L.
Proksimalni del leve podlahtnice, nar. vel.
Partie proximale du Cubitus gauche, gr. nat.
- 3 *Marmota marmota* L.
Leva spodnja čeljustnica z zobmi: I₁, P₄ in M₃, bukalno, nar. vel.
Mandibule gauche avec les dents: I₁, P₄ et M₃, vue externe, gr. nat.
- 4 *Marmota marmota* L.
Desna spodnja čeljustnica z zobmi: P₄, M₁ in M₂, bukalno, nar. vel.
Mandibule droite avec les dents: P₄, M₁ et M₂, vue externe, gr. nat.
- 5 *Ursus arctos priscus* G.
Prvi prstni členek, dorzalno, nar. vel.
1^{ère} phalange, face antérieure, gr. nat.
- 6 *Ursus arctos priscus* G.
Nastavek za krempeľ, lateralno, nar. vel.
3^e phalange, face latérale, gr. nat.
- 7 *Marmota marmota* L.
Desna petnica, dorzalno, nar. vel.
Calcaneum droit, face antérieure, gr. nat.
- 8 *Marmota marmota* L.
Leva nadlahtnica, dorzalno, nar. vel.
Humérus gauche, face antérieure, gr. nat.
- 9 *Marmota marmota* L.
Leva koželjnica, dorzalno, nar. vel.
Radius gauche, face antérieure, gr. nat.
- 10 *Marmota marmota* L.
Leva podlahtnica, dorzalno, nar. vel.
Cubitus gauche, face antérieure, gr. nat.
- 11 *Marmota marmota* L.
Desna stegnenica, dorzalno, nar. vel.
Fémur droit, face antérieure, gr. nat.
- 12 *Marmota marmota* L.
Leva piščal, dorzalno, nar. vel.
Tibia gauche, face antérieure, gr. nat.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

Tabla II — Planche II

- 1 *Dama dama* L.
Levi zgornji prvi molar, palatinalno, nar. vel.
1^{ère} molaire supérieure gauche, face linguale, gr. nat.
- 2 *Dama dama* L.
Levi zgornji prvi molar, okluzalno, nar. vel.
1^{ère} molaire supérieure gauche, occlusale, gr. nat.
- 3 *Alces alces* L.
Desni spodnji četrty premolar, bukalno, nar. vel.
4^e prémolaire inférieure droite, face externe, gr. nat.
- 4 *Rangifer tarandus* L.
Desni zgornji drugi molar, palatinalno, nar. vel.
2^e molaire supérieure droite, face linguale, gr. nat.
- 5 *Rangifer tarandus* L.
Desni zgornji drugi molar, okluzalno, nar. vel.
2^e molaire supérieure droite, occlusale, gr. nat.
- 6 *Megaceros giganteus* B.
Levi drugi spodnji molar, bukalno, nar. vel.
2^e molaire inférieure gauche, face externe, gr. nat.
- 7 *Megaceros giganteus* B.
Nastavek za parkelj, dorzalno, nar. vel.
3^e phalange, face antérieure, gr. nat.
- 8 *Sus scrofa* L.
Drugi prstni členek, dorzalno, nar. vel.
2^e phalange, face antérieure, gr. nat.
- 9 *Aquila chrysaëtos* L.
Nastavek za krempelj, lateralno, nar. vel.
Phalange 2 du doigt postérieur I, face latérale, gr. nat.
- 10 *Rupicapra rupicapra* L.
Fragment koščenega nastavka za rog, nar. vel.
Fragment de la cheville osseuse d'une corne, gr. nat.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

UDK 56.02:551.735(497.12)=20

A new contribution on the Gzhelian trilobites in the western Karavanke Mountains

Nov prispevek o gželijskih trilobitih v zahodnih Karavankah

Gerhard Hahn and Renate Hahn

Institut für Geologie und Paläontologie, Fachbereich Geowissenschaften der Philipps-Universität, Universitätsgebiet Lahnberge, D-3550 Marburg

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in palenotologijo, univerza Edvarda Kardelja, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Abstract

In the new very rich finding place called Na visokih, western Karavanke Mountains, containing the Upper Carboniferous fossils, six taxons of trilobites have been found; three of them: *Pseudophillipsia (Carniphillipsia) semicircularis* Hahn & Hahn, 1977, *Ps. (C.) liparoides* Hahn & Hahn, 1977, and *Paladin (Kaskia) sp.* give new morphological information to the descriptions given in Hahn, Hahn & Ramovš, 1977 and Hahn, Hahn & Ramovš, 1981. They are additionally described in the present study.



Project 5

Kratka vsebina

V zelo bogatem zgornjekarbonskem najdišču fosilov Na visokih je bilo najdenih tudi šest trilobitnih taksonov; med njimi so trije — *Pseudophillipsia (Carniphillipsia) semicircularis* Hahn & Hahn, 1977, *Ps. (C.) liparoides* Hahn & Hahn, 1977 in *Paladin (Kaskia) sp.* — ki dajejo nove morfološke informacije k prejšnjim opisom v delih Hahn, Hahn & Ramovš, 1977 in Hahn, Hahn & Ramovš, 1981. Ti taksoni so dodatno opisani v tem delu.

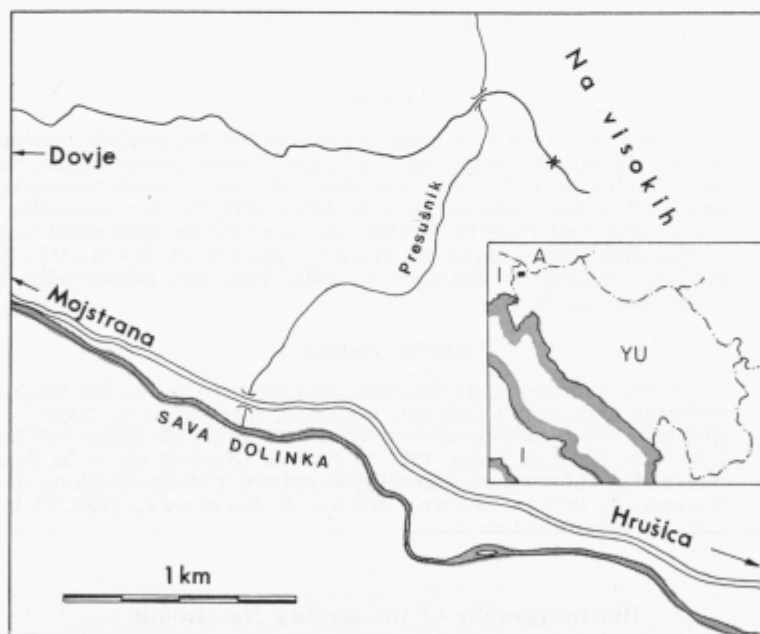
Biostratigraphy of the locality Na visokih

Jože Bedič, from the town of Jesenice, has discovered a new very rich finding place containing the Upper Carboniferous fossils (Gzhelian stage, fig. 1). The finding place was uncovered by the new forest road which leads from the village Dovje northeastwards to the place called Na visokih. The fossils occur in a stratum of clayey marl about two metres thick which lies within

gray quartz sandstones that contain poorly preserved plant remains. In spite of the fact that this is the richest finding place of Gzhelian fossils in the area of the western Karavanke Mountains, we can find the trilobites only rarely among them, in fact, as regards the trilobite remains, this is one of their most meagre finding places. Nevertheless six taxons have been found here: three among them give new morphological information on the interesting trilobite fauna of the western Karavanke Mountains; for this reason they are additionally described in the present study.

The fossiliferous clayey marl consists of thicker or thinner sheets; when fresh, it is of darkly gray colour, when mouldered, it is brownish. The fossils are sparser in the more sandy parts of the marl. In the middle of these sheets, which are about 12 cm thick, we can frequently find a very hard bluish gray limestone.

Among the fossils brachiopods are predominant; most numerous are Spiriferidae and Martiniidae; very frequent are Marginiferinae, especially *Kozłowska* and *Karavankinae* (*Karavankina praepermica*). Furthermore, there are many samples of Meekellidae, while the large samples of the genera *Enteletes* and *Orthothetes expansum* can only very rarely be found. As a characteristics of the brachiopod fauna from this finding place we may point out the complete



x Finding place - Nahajališče

Fig. 1. Location sketch map of the finding place Na visokih containing very rich Gzhelian fossils

Sl. 1. Položajna skica najdišča Na visokih s številnimi gželijskimi fosili

absence of Chonetidae which, however, are rather frequent in several other finding places. Further, it is typical that the genera *Echinoconchus* and *Echinaria* are not present among this brachiopod fauna.

In the finding place Na visokih the lamellibranchs are comparatively rare; still they are here an important faunal element with some very characteristic forms. One can also find here gastropods and cephalopods.

A special characteristics of this finding place are the large solitary corals which can reach a length of even more than 10 cm. In some strata corals only can be found. They stand close one to the other, in the position as they had lived, and represent thin coral biostromes. In some other sheets the numerous corals are accompanied by individual brachiopods and branching bryozoa. So far this is the only finding place with coral biostromes; in all other finding places the solitary corals occur only singly. A little more numerous they are only in the finding place Črni vrh 2.

An other important characteristics of this finding place are algal biostromes that can be found in individual strata of marly limestone that are about 12 cm thick. The alga *Anthracooporella* is rock building, besides it there are very few other fossil remains.

A further characteristic of this place is the fact that the crinoids are here very rare, while in the majority of other Upper Carboniferous finding places from the western part of the Karavanke Mountains they are very frequent. Besides individual large non-segmented sponges we can find also small segmented sponges of various forms. Finally we may mention as a characteristics of this finding place the absence of the fusulinid *Rugofusulina alpina antiqua*, a typical microfossil in the Gzhelian strata of the western Karavanke Mountains.

All this fossil material from the new finding place corresponds in age to other Gzhelian finding places in the western Karavanke Mountains; it shows the most favourable biological conditions in the shallow marine environment. Only here favourable conditions existed for the growth of coral and algal biostromes.

Systematic Palaeontology

The new outcrop Na visokih has brought to light remains of 6 trilobite taxa: *Paladin (Kaskia) bedici* Hahn & Hahn, 1977, *Pseudophillipsia (Carniphillipsia) semicircularis savensis* Hahn & Hahn, 1977, *Ps. (C.) rakoveci* Gauri, 1965, *Ps. (C.) liparoides* Hahn & Hahn, 1977, *Ps. (C.)* sp. Hahn & Hahn, 1977 and *Paladin (Kaskia)* sp. With the exception of the last named taxon, none of the remaining species and subspecies is new; they all are known from Spodnja počivala 1 and 3, Savske jame 2 or Planina pod Golico 2. With that, by help of trilobites, the Gzhelian age of Na visokih outcrop is proved. The cephalopod faunas of all these outcrops in the region of Jesenice are described in Kullmann & Ramovš, 1980.

Only the new remains of *Ps. (C.) semicircularis savensis*, *Ps. (C.) liparoides* and *Paladin (Kaskia)* sp. add new morphological information to the descriptions given in Hahn, Hahn & Ramovš, 1977 and Hahn, Hahn & Ramovš, 1981. Therefore, only these taxa are treated in the following section.

Family Phillipsiidae (Oehlert, 1886) Hahn, Hahn & Brauckmann, 1980
 Subfamily Ditomopyginae Hupé, 1953

Pseudophillipsia Gemmelaro, 1892

Pseudophillipsia (*Carniphillipsia*) G. Hahn & Brauckmann, 1975

Pseudophillipsia (*Carniphillipsia*) *semicircularis* Gauri, 1965

Pseudophillipsia (*Carniphillipsia*) *semicircularis savensis* Hahn & Hahn, 1977

Pl. 1, fig. 4

*1977 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *semicircularis savensis* Hahn & Hahn in Hahn, Hahn & Ramovš, Tril. Ober-Karbon Slowenien: 147 bis 148, pl. 2, figs. 15 a—b, text-figs. 3 d, 5 a—b.

1981 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *semicircularis savensis*. — Hahn, Hahn & Ramovš, Neue Trilobitenfunde: Tab. 1.

1982 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *semicircularis savensis*. — Hahn, Hahn & Brauckmann, Cat. Foss. Austriae: 63.

Hitherto, from this subspecies only the holotype, a cranidium from Spodnja počivala 1, was known. Now a nearly complete, slightly distorted specimen, no. 827, from Na visokih is present. It allows to give the description of thorax and pygidium. Its systematic position is proved by the unique shape of the glabella (very broad between β - β , quickly narrowed posteriorly), which is distinguishing *Ps.* (*C.*) *semicircularis savensis*.

In no. 827, the left free cheek is missing, the right free cheek is distorted. The proximal portion of the right genal spine is preserved. It is very broad in that region, and therefore the complete spine was probably rather long, perhaps reaching to the end of the thorax. The thorax is composed of 9 segments, as usually seen in the Phillipsiidae. The pygidium, somewhat distorted, is slightly broader than long. Its rhachis is composed of about 20 rings, the last rings being vestigial. Each ring is decorated with 2 nodes, quite similar as in *Ph.* (*C.*) *rakoveci* (see Hahn, Hahn & Ramovš 1977: pl. 2, fig. 19). The pleural field has 9—10 ribs; only the anterior 5—6 ribs are well pronounced. The border is broad, as far as visible, a border furrow is present. The specimen is about 30 mm long. Cephalon, thorax and pygidium are about equal in length.

By the characters of the pygidium, *Ps.* (*C.*) *semicircularis savensis* is very similar to *Ps.* (*C.*) *rakoveci*. These similarities refer to the shape of the pygidium, number of rings and ribs, and especially to the nodes being present on the rings. If our conjecture can be proved in future, that also the genal spines of *savensis* are nearly as long as in *rakoveci*, then *savensis* should be grouped (on subspecific level) better with *Ps.* (*C.*) *rakoveci* than with *Ps.* (*C.*) *semicircularis*. Then, the main difference between the true *rakoveci* and *savensis* is the breadth of the glabella in its anterior portion.

Pseudophillipsia (*Carniphillipsia*) *liparoides* Hahn & Hahn, 1977

Pl. 1, figs. 1—3

*1977 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *liparoides* Hahn & Hahn in Hahn, Hahn & Ramovš, Tril. Ober-Karbon Slowenien: 149—152, pl. 1, figs. 4—6, text-fig. 7, tab. 1—2.

- 1981 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *liparoides*. — Hahn, Hahn & Ramovš, Neue Trilobitenfunde: tab. 1.
- 1982 *Pseudophillipsia* (*Carniphillipsia*) *liparoides*. — Hahn, Hahn & Brauckmann, Cat. Foss. Austriae: 59—60.

Hitherto, from this species 1 cranidium and 3 isolated pygidia were known, found in Savske jame 2. Now, from Na visokih 4 new specimens can be added: no. 826 a, a complete carapax (pl. 1, fig. 3); no 826 b, a thorax with pygidium; no. 828, the posterior part of the thorax with pygidium (pl. 1, fig. 2) and no. 817, a cranidium (pl. 1, fig. 1). It is proved by these new specimens that the 3 pygidia grouped in 1977 with the holotype cranidium are in fact parts of the same species, *liparoides*. Moreover, the morphology of the free cheeks can be added, and also the thorax is known. The most important taxonomic features of *liparoides* — the sloping anterior border of the cranidium, the shape of the palpebral lobes, the structure of the pygidium, and the very slender shape of all parts of the carapax — are fully expressed in the new specimens.

In one feature both the new cranidia differ from the holotype: the lateral praeoccipital lobes as well as the medial praeoccipital lobe are much better pronounced. Apparently, the holotype cranidium has become somewhat distorted in that region post mortem. In no. 826 a and in no. 817 the medial praeoccipital lobe is node-like in shape, nearly as long as broad, and as high as the glabella in its posterior region. The furrow between the medial praeoccipital lobe and the glabella is well incised; even better incised are the lateral furrows on each side against the lateral praeoccipital lobe (L1). These are longer than broad, anteriorly pointed, posteriorly somewhat broadened. The occipital furrow is deeply incised, straight medially, but somewhat curved back laterally on each side behind L1.

The free cheeks are long and slender, the same as the whole animal. The eyes are relatively long — as in *Paladin* (*Kaskia*) *bedici*: see Hahn, Hahn & Ramovš 1977: text-fig. 2 —, a broad eye-furrow is present. From the region of the eye, the cheek bends steeply downwards to the broad border which is oriented almost horizontally and separated by a well incised border furrow. Anteriorly, the border region is covered by the glabella which is expanded to the anterior rim of the cephalon. The genal spine is medium in length and pointed; it extends to the sixth segment of the thorax.

The thorax is composed of 9 segments. It is long and slender, the outer parts of the pleurae are steeply bent downwards. The new pygidia have 18 rings and (as far as visible) 9—10 ribs on each pleural field. Their quotient breadth: length is 0,8—0,9. In these respects they fit very well with the pygidia described in 1977. The complete specimen no. 826 a is 29 mm in length, the pygidium no. 828 is 12,5 mm in length, and the cranidium no. 817 is 13 mm in length. The cephalon and the pygidium of *liparoides* are of about the same length, the thorax is somewhat shorter.

The relationships of *Ps. (C.) liparoides*, as discussed by us in 1977:151—152, are not altered by knowledge of the new specimens.

Paladin (Kaskia) sp.

Pl. 1, fig. 5

One pygidium, no. 829, is very short and broad, differing in this respect from most of the other Ditomopyginae known from the south Eastern Alps. Its length is 11 mm, its breadth is 17 mm, its quotient breadth: length is 1,55. Only *Pseudophillipsia (Carniphillipsia) sp.* Hahn, Hahn & Ramovš, 1977: pl. 1, fig. 10 shows a similar shape. The new pygidium has 15—16 rings (the posterior rings are only shadowy visible) and 9—10 ribs on each pleural field. The border region is broken and not preserved. In number of rings and ribs and also in their structure this pygidium resembles those of *P. (K.) bedici* as seen in Hahn, Hahn & Ramovš 1977: pl. 2, figs. 11—13. The rhachis is rounded in cross-section. The rings have no nodes, and the anterior and posterior branches of the ribs sprawl against the border. But, also if broadening by post mortem compression is taken into consideration, no. 829 differs too much in shape from that of *bedici* to be grouped with this species. Therefore, it is named here in open nomenclature as »*Paladin (Kaskia) sp.*«.

References

Hahn, G., Hahn, R. & Brauckmann, C. 1982, Trilobita. Cat. Foss. Austriae, Österr. Akad. Wiss. VII/a, 1—148, Vienna.

Hahn, G., Hahn, R. & Ramovš, A. 1977, Trilobiten aus dem Ober-Karbon (Gshelium) der Karawanken, Slowenien. Geologica et Palaeontologica, 11, 135—160, tab. 1—3, pl. 1—2, text-figs. 1—7, Marburg/Lahn.

Hahn, G., Hahn, R. & Ramovš, A. 1981, Neue Trilobitenfunde aus dem hohen Ober-Karbon (Gshelium) der Karawanken, Slowenien. Palaeontographica, Abt. A, 175, 4/6, 170—178, tab. 1, pl. 1, text-figs. 1—2, Stuttgart.

Kullmann, J. & Ramovš, A. 1980, Cephalopoden aus dem Oberkarbon (Gzhelium) und Unterperm der Karawanken. Geologica et Palaeontologica, 14, 195—208, pl. 1—2, text-figs. 1—5, Marburg/Lahn.

Plate 1 — Tabla 1

Trilobites from the Upper Carboniferous (Gselian) of the locality Na visokih, NW Slovenia

Zgornjekarbonski (gželij) trilobiti iz nahajališča Na visokih, severozahodna Slovenija

Figs. 1—3 — Sl. 1—3

Pseudophillipsia (Carniphillipsia) liparoides Hahn & Hahn, × 2,7

1 Cranidium, no. 817

Kranidij, št. vzorca 817

2 Posterior part of thorax and pygidium, no. 828

Zadnji del oprsja in zadek, št. vzorca 828

3 Complete specimen, no. 826 a

Popolni trilobitov skelet, št. vzorca 826 a

Fig. 4 — Sl. 4

Pseudophillipsia (Carniphillipsia) semicircularis savensis Hahn & Hahn, × 2,7

Nearly complete specimen, no. 827

Nepopolno ohranjeni primerek, št. vzorca 827

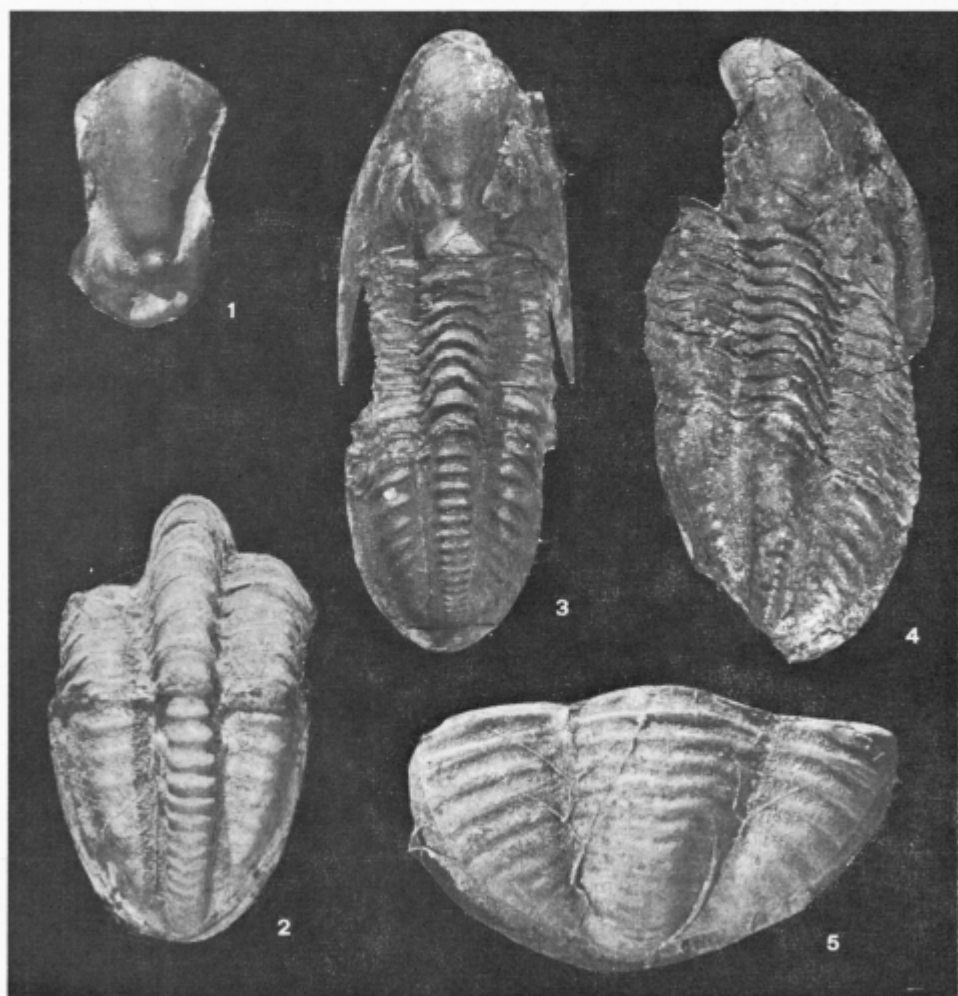
Fig. 5 — Sl. 5

Paladin (Kaskia) sp., × 3,3

Pygidium, no. 829

Zadek, št. vzorca 829

Aspiduriscus ? *Aspiduriscus* *urpavica*
and *Pezomachus* in the western Karavanke



UDK 56.02:551.762(497.12) = 863

Radiolariji v jurskem meljevcu med Perblo in Tolminskimi Ravnami

**Radiolarians from the Jurassic siltstone between Perbla
and Tolminske Ravne**

Špela Goričan

Inštitut za paleontologijo, ZRC SAZU, 61000 Ljubljana, Novi trg 3

Kratka vsebina

V jurskih plasteh meljevca med Perblo in Tolminskimi Ravnami je bilo določenih 24 vrst radiolarijev. Meljevec in pod njim ležeči skrilavci so po stratigrafski legi uvrščeni v obdobje zgornji dogger — spodnji malm. Radiolariji kažejo, da je meljevec nastajal nekje v času od zgornjega callovija do spodnjega tithonija. Natančnejša časovna opredelitev ni možna, ker radiolarijska združba ni popolna.

Abstract

In Jurassic siltstone beds exposed between Perbla and Tolminske Ravne 24 species of radiolarians were determined. On the basis of the stratigraphic position the siltstone and the underlying shales belong to Dogger and the lower part of Malm. The radiolarian species belong to the time interval from the Upper Callovian to the Lower Tithonian. Because the radiolarian assemblage is not well preserved, a more exact definition of the time interval is not possible.

Uvod

Raziskave radiolarijev so vključene v program Inštituta za paleontologijo ZRC SAZU, kjer so mi predlagali, naj za diplomsko nalogo izberem temo iz te skupine. Podrobneje sem obdelala profil zgornjetriasnih do spodnjekrednih plasti med Perblo in Tolminskimi Ravnami severovzhodno od Tolmina.

Predhodni podatki o radiolarijski združbi bodo tiskani v Eurorad — 4. knjiga (Goričan & Kolar-Jurkovšek — v tisku).

Preliminary results of the radiolarian association investigated from this section will be published in Eurorad — IV volume (Goričan & Kolar-Jurkovšek, in press).

Sorazmerno lepo ohranjeni radiolariji so bili najdeni v plasteh zgornjejurskega meljevca na tem profilu.

Zahvaljujem se mentorjema — doc. dr. Jerneju Pavšiču za vodstvo pri analogi in prof. dr. Stanku Buserju, ki me je vodil po terenu in mi posredoval stratigrafske podatke. Za nasvete in kritične pripombe se zahvaljujem še dr. Katici Drobne in mag. Dragu Skabernetu. Posebno zahvalo sem dolžna dr. Heinzu Kozurju z geološkega zavoda v Budimpešti, ki mi je pokazal način preparacije, zbiranja in določevanja radiolarijev in kasneje po fotografijah pregledal vrste, ki sem jih določila z nahajališča Perbla—Tolminske Ravne. Fotografije sta izdelala Jarmila Wernig in Marjan Grm. Obema se najlepše zahvaljujem.

Dosedanje raziskave radiolarijev v Sloveniji

Kamnine z radiolariji so v Sloveniji znane iz plasti različnih starosti. Najdeni so bili v zbruskih skupaj z drugimi fosili. Podrobnejših stratigrafskih raziskav s pomočjo radiolarijev še nimamo.

Pelagične sedimente z večjo količino kremenove komponente najdemo prvič v srednjem triasu. V aniziju Ramovš (1972) omenja številne radiolarije v plasteh roženca med apnencem ilirske stopnje v okolici Ljubljane. Radiolariji so bili v iliru najdeni v cefalopodnem apnencu pri Bučki in v cefalopodnem apnencu z roženci vzhodnih Karavank (Ramovš, 1978). V ploščastem apnencu z roženci, ki med Rečico in Šmohorjem nadomešča ploščast dolomit z roženci, med drugimi mikroorganizmi nastopajo tudi radiolariji (Buser, 1979 b).

Razmere za ohranitev in razvoj radiolarijev so bile posebno ugodne v ladiniju, ker se je močno razmahnilo vulkansko delovanje. Radiolariji nastopajo v plasteh silificiranega apnenca med tufi severno od Novega mesta (Pleničar & Premru, 1977). Med radiolariji, najdenimi v mikritnem apnencu med plastmi tufa na Pokljuki, je Kolar-Jurkovškova (Goričan & Kolar-Jurkovšek, v tisku) določila vrste: *Acanthosphaera mocki* Kozur & Mostler, *Entactinosphaera simoni* Kozur & Mostler, *Triassospongosphaera multispinosa* (Kozur & Mostler), *Pseudostylosphaera longispinosa* Kozur & Mostler in *Cenosphaera clathrata* Parona. V langobardu so radiolariji znani iz zgornjega dela plasti skonca v okolici Idrije, kjer se kremenasti apnenci menjavajo s tufskimi plastmi (Ramovš, 1978). V zahodnem podaljšku psevdoziljskih skladov so radiolariji najdeni ob južnem vnožju Julijskih Alp (Grad & Ferjančič, 1976).

Apnenci v menjavanju s tufi ladinijske starosti so razširjeni tudi drugod po Sloveniji. Te razvoje lahko primerjamo z ladinijskimi plastmi Južnih Alp, iz katerih so znane številne dobro ohranjene radiolarijske združbe.

V karniju so našli kalcitizirane in dolomitizirane radiolarije v amfiklinskih plasteh (Flügel & Ramovš, 1970). O lepo ohranjenih radiolarijih iz rdečkastih kremenastih apnencev karnijske starosti v okolici Gornjega Grada poroča Hemleben (1964). V zgornjetriasnih ploščastih mikritnih apnencih pri Železnikih (Kossmatovi železnikarski apnenci) je Demšar (1981) skupaj s konodonti našel tudi rekristalizirane radiolarije.

V juri in kredi lahko nastopajo radiolariji le v globljemorskem alpskem razvoju. Posebno perspektivni so sedimenti Slovenskega jarka.

V zahodnih Karavankah v zgornjem liasu nastopajo apnenci z roženci in manganovimi laporji, ki bi lahko vsebovali radiolarije. Radiolariji so najdeni v podobnih plasteh mikritnega apnenca z roženci v vzhodnih Karavankah (Mioč & Šribar, 1975).

V severozahodni Sloveniji je v malmu nastajal radiolarijski meljevec, iz katerega je tudi radiolarijska favna, predstavljena v tem članku. Na meji zgornja jura — spodnja kreda je za področje alpskega razvoja Slovenije značilen svetel mikriten apnenc tipa biancone. Vsebuje tudi radiolarije, vendar so kalcitizirani. Najdeni so bili zahodno od Krajnih brd na listu Celje (Buser, 1979 b) in v jugovzhodni Sloveniji v okolici Čateža (Šikić et al., 1979).

Pelagične sedimente spodnje krede na Tolminskem sestavljajo plasti laporjev, ploščastih apnencev in skrilavcev z radiolariji (Caron & Cousin, 1972). Šribarjeva (1981) poroča o številnih radiolarijih v spodnjekrednem pelagičnem apnencu erozijskih krp vzhodnih podaljškov Karavank in Posavskih gub v okolici Boča, Rudnice, Bohorja in Bizeljskega. Izloča posebno radiolarijsko biocono hauterivijske do aptijske starosti. V zgornji kredi so močno prekristaljeni radiolariji najdeni v volčanskem apnencu (Ogorelec et al., 1976). Verjetno nastopajo tudi v zgornjekrednih plasteh lapornih apnencev z roženci v Krškem hribovju. Iz severne Italije so znani številni lepo ohranjeni radiolariji iz roženčevih gomoljev v plasteh tipa scaglia.

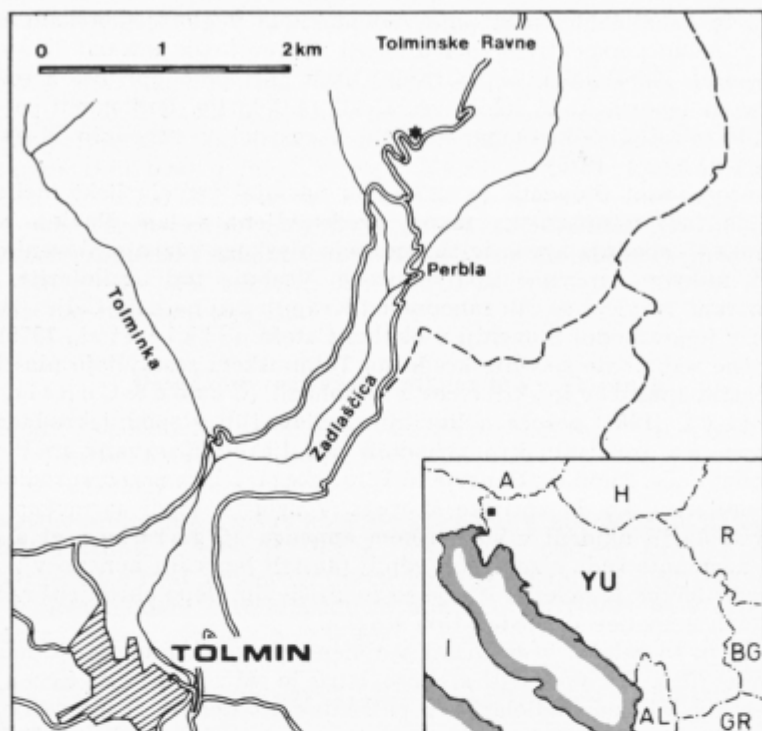
V terciarju so pelaški kremenasti sedimenti redkejši. Radiolarije lahko pričakujemo v flišu. Na področju srednje Istre je Magdaleničeva (1972) našla presedimentirane radiolarije v peščenjakih eocenske flišne serije. Redki slabo ohranjeni radiolariji so bili najdeni v oligocenskem tufu na širšem območju celjske in motniške ter v vzhodnem delu laške sinklinale (Buser, 1979 b).

Opis nahajališča Perbla—Tolminske Ravne

Nahajališče Perbla—Tolminske Ravne leži severovzhodno od Tolmina (slika 1) v severnem delu tektonske enote predgorja Julijskih Alp (Buser, ustno sporočilo). Profil obsega plasti od zgornjetriasnega baškega dolomita do jurskokrednega apnenca biancone.

V vrhnjem delu profila (slika 2) nastopa temno siv glinasti skrilavec, ki vsebuje debele plasti črnega roženca. Nad njim leži meljevec (slika 3) z bogato radiolarijsko favno. Meljevec je zelene do temno rdeče barve. Kamnina je močno kalcitizirana. Sestoji iz radiolarijev v glinasto kremenovi osnovi, ki ima drobno laminacijo. Debelina meljevca je 6 m.

Celoten paket plasti glinastega skrilavca z roženci in nad njim ležečega meljevca Buser (1979 a) na podlagi stratigrafske lege uvršča v obdobje dogger — spodnji malm. Paleontološko je dokazal starost spodaj ležečih liasnih plasti. Nad skrilavci z roženci in meljevci je v apnencih tipa biancone našel kalpionele, ki dokazujejo zgornjetithonijsko in berriasijsko starost. Cousin (1973) je v vrhnjem delu zaporedja plasti skrilavcev z roženci in meljevcev našel vložke apnenca s foraminifero *Conicospirillina basiliensis*, ki je značilna za kimmeridgij in mlajše plasti. Ta del plasti tako uvršča v obdobje od kimmeridgija do vključno spodnjega tithonija.



Sl. 1. Položajna skica nahajališča Perbla-Tolminske Ravne

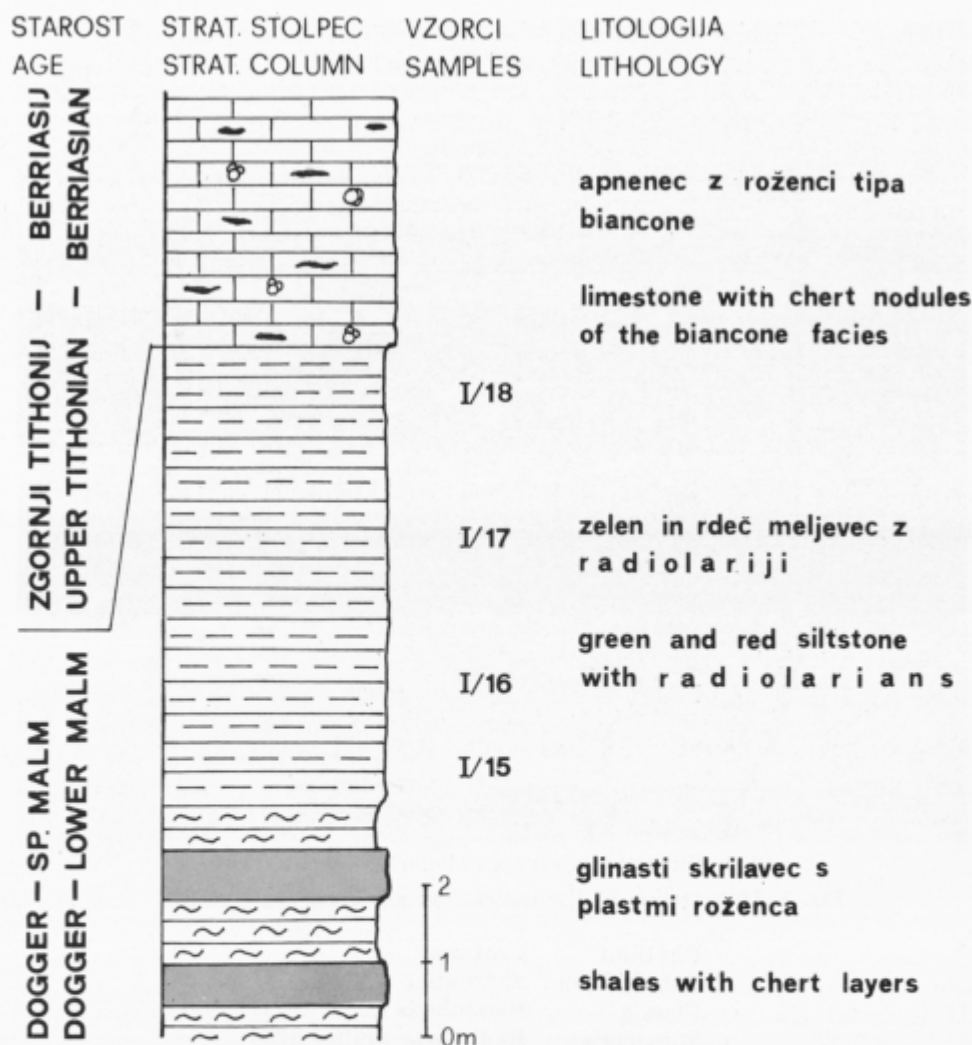
Fig. 1. Location sketch map of the Perbla-Tolminske Ravne locality

V meljevcu smo vzeli 4 vzorce za radiolarijske analize. Radiolariji so zapolnjeni s kalcedonom ali kalcitom, tako da notranji skeletni elementi niso vidni. Le redki radiolariji so zapolnjeni z glinasto osnovo. Zunanje lupine so pogosto kalcitizirane. Bodice in drugi krhki skeletni elementi so pri večini primerkov poškodovani.

V vzorcih so bile najdene še redke spongijske spikule in ena sama majhna bentosna foraminifera. Karbonatnih planktonskih organizmov nismo našli.

Paleontološki opis vrst

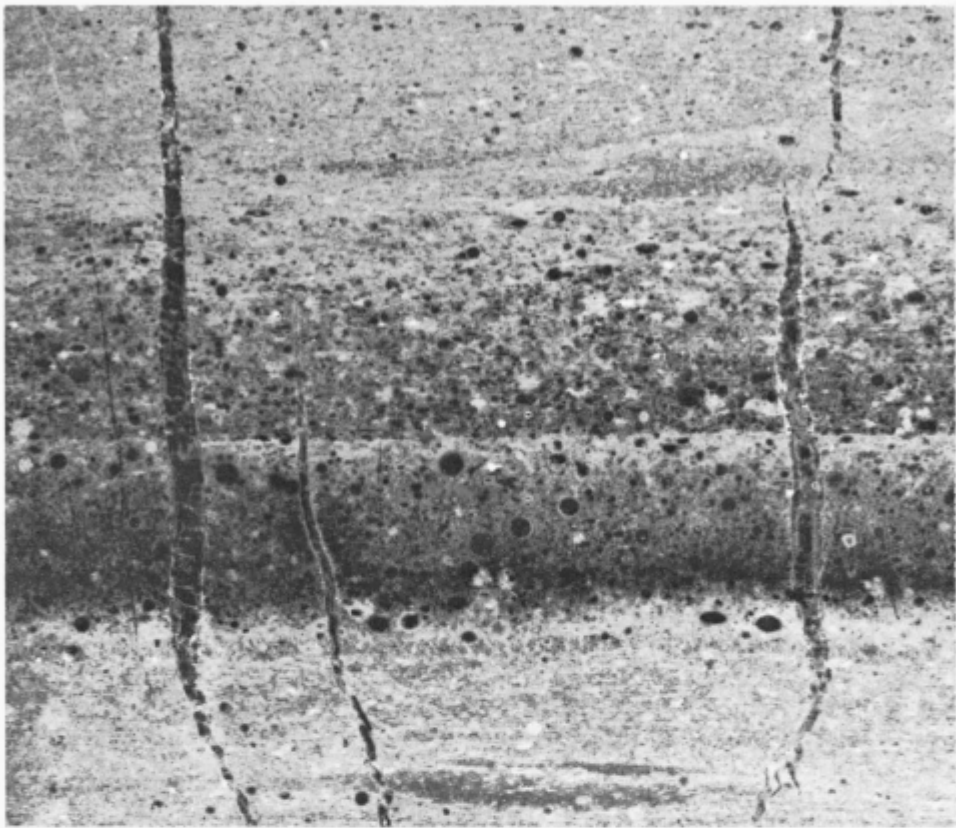
Radiolariji so bili izolirani s HF kislino po metodi, ki sta jo prva opisala Pessagno in Newport (1972). Določeni so bili s pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa LEITZ-AMR-1600 T. Vzorci in negativni fotografiji so shranjeni na Inštitutu za paleontologijo ZRC SAZU.



Sl. 2. Geološki stolpec nahajališča Perbla-Tolminske Ravne

Fig. 2. Geological column of the Perbla-Tolminske Ravne locality

- I/15: *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno), *Tritrabs exotica* (Pessagno), *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner, *Paronaella mulleri* Pessagno, *Paronaella* cf. *paenorbis* (Rüst), *Amphibracchium* sp., *Cenosphaera euganea* Squinabol, *Orbiculiforma* cf. *mcLaughlini* Pessagno, *Archaeospongoprunum* sp., *Pantanelium* sp., *Actinomma* sp., *Triactoma blakei* (Pessagno), *Emiluvia* sp., *Emiluvia* cf. *antiqua* (Rüst), *Napora* cf. *bukryi* Pessagno, *Tetracapsa* sp., *Urocyrtis* sp., *Podobursa* sp., *Podobursa triacantha* (Fischli), *Hsuum* sp., *Lupherium* sp., *Parvicingula* sp., *Mirifusus* sp., *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst)
- I/16: *Tritrabs* sp., *Tetratrabs* sp., *Paronaella* sp., *Cenosphaera* sp., *Triactoma* sp., *Emiluvia* sp., *Podobursa* sp., *Spongocapsula* sp.
- I/17: *Paronaella* sp., *Cenosphaera* sp., *Triactoma* sp.
- I/18: *Paronaella* sp., *Cenosphaera* sp.



Sl. 3. Zbrusek meljevca z radiolariji, negativ, 12 ×

Fig. 3. Thin section of the radiolarian siltstone, negative, 12 ×

Phyllum	Protozoa
Subphyllum	Sarcodina
Classis	Reticularia
Subclassis	Radiolaria Müller 1858
Ordo	Polycystida Ehrenberg 1838
Subordo	Spumellariina Ehrenberg 1875
Familia	Hagiastridae Riedel 1971, emend. Baumgartner 1980
Subfamilia	Tritrabinæ Baumgartner 1980
Genus	Tritrabs Baumgartner 1980
	<i>Tritrabs casmaliaensis</i> (Pessagno) 1977

Tabla 1, sl. 1

1977 *Paronaello* (?) *casmaliaensis* n. sp. — E. A. Pessagno, 69, tab. 1, sl. 6—8.

1980 *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno) — P. O. Baumgartner, 293, tab. 4, sl. 11, tab. 11, sl. 10.

Opis: Hišica sestoji iz treh ramen. Prečni presek ramen je oglat. Vsako rame je sestavljeno iz treh vzporednih vozlastih grebenov na zgornji in treh na spodnji strani. Dva sosednja grebena povezujejo prečke, ki oblikujejo dve vrsti izmeničnih por. Ta struktura je značilna za poddružino *Tritrabinae*.

Srednji grebeni se na obeh straneh skeleta na sredini združijo v izrazit trikoten centralni del. Na koncu vsakega ramena so tri bodice. Srednja, ki je manjša od krajnjih dveh, na opisanem primerku (tab. 1, sl. 1) ni ohranjena.

Dimenzije: dolžina ramen: 165 μm

širina ramen: 45 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: srednji callovij / oxfordij ali starejši do srednji / zgornji tithonij (Baumgartner, 1980). Vrsta je bila najdena v Kaliforniji, Romuniji in na Argolidi v Grčiji.

Tritrabs exotica (Pessagno) 1977

Tabla 1, sl. 2

1977 *Paronaella* (?) *exotica* n. sp. — E. A. Pessagno, 70, tab. 1, sl. 12—13.

1980 *Tritrabs exotica* (Pessagno) — P. O. Baumgartner, 294, tab. 4, sl. 16.

Opis: Hišico sestavljajo tri približno enako dolga ramena. Na njih je vidna značilna struktura iz treh vzporednih grebenov, ki jih povezujejo drobne prečke. Ramena se na koncu močno razširijo v okrogle spužvaste izbokline, na katerih je več krajših bodic.

Dimenzije: dolžina ramen: 250 μm

širina ramen: 130 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji kimmeridgij / spodnji tithonij v Kaliforniji (Pessagno, 1977), callovij-oxfordij do tithonij v Romuniji in Grčiji (Baumgartner, 1980).

Genus *Tetratrabs* Baumgartner 1980

Tetratrabs gratiosa Baumgartner 1980

Tabla 1, sl. 3

1980 *Tetratrabs gratiosa* n. sp. — P. O. Baumgartner, 295, tab. 1, sl. 11; tab. 5, sl. 2—7; tab. 6, sl. 4—7, 9—14; tab. 11, sl. 7—9.

1980 *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner — P. O. Baumgartner et al., 63, tab. 2, sl. 6.

Opis: Hišica je precej velika. Ima štiri ramena. Centralni del je ploščat. Struktura ramen je enaka kot pri rodu *Tritrabs*, sestavljena iz grebenov, ki jih povezujejo prečke in tvorijo vrste izmeničnih por. Konice ramen se končajo z dolgo bodico. Na primerku (tab. 1, sl. 3) manjkajo tri ramena. Tudi bodica na edinem ramenu je odlomljena.

Dimenzije: dolžina ramena: 390 μm

širina ramena: 85 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: srednji callovij — oxfordij do tithonij v Romuniji in na Argolidi v Grčiji (Baumgartner, 1980).

Familia Patulibracchiidae Pessagno 1971, emend. Baumgartner 1980

Genus *Paronaella* Pessagno 1971, emend. Baumgartner 1980

Paronaella mulleri Pessagno 1977

Tabla 1, sl. 4

1977 *Paronaella mulleri* n. sp. — E. A. Pessagno, 71, tab. 2, sl. 2—3.

1980 *Paronaella mulleri* Pessagno — P. O. Baumgartner, 304, tab. 9, sl. 8.

Opis: Hišica ima tri ramena. Stena lupine je spužvasta, vendar pore sicer nepravilnih oblik kažejo ureditev v smeri ramen. Centralni del je, gledan s strani, precej visok, gledan z vrha ima pravilno trikotno obliko. Ramena so glede na centralni del sorazmerno kratka, na koncu se razširijo in spet zožijo. Končajo se z bodico. Opisani primerek je nekoliko manjši od primerkov, ki jih je opisal Pessagno (1977).

Dimenzije: dolžina ramen: 170 μm

širina ramen — najožji del: 50 μm

— najširši del: 65 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: oxfordij — kimmeridgij do tithonij (Baumgartner, 1980). Vrsta je bila najdena na Argolidi v Grčiji in v Kaliforniji.

Paronaella cf. *paenorbis* (Rüst) 1885

Tabla 1, sl. 5

cf. 1885 *Rhopalastrum paenorbis* n. sp. — D. Rüst, 298, tab. 33(8), sl. 8.

Opis: Hišica je široka, sestavljena iz treh ramen. Struktura stene je spužvasta. Na koncu ramen nima bodic. Primerek (tab. 1, sl. 5) se razlikuje od *P. paenorbis* (Rüst), ker ima daljša ramena. Izbokline na koncu ramen so sorazmerno ožje.

Dimenzije: dolžina ramen: 220—240 μm (117—127 μm)

širina ramen: 100—120 μm

širina izbočenega dela: 160 μm (123—150 μm)

dolžina izbočenega dela: 90 μm

V oklepaju so navedene dimenzije po Rüst (1885).

Stratigrafska in geografska razširjenost: jurske aptihne plasti pri kraju Urschlau v Avstriji (Rüst, 1885).

Genus *Amphibracchium* Hertwig 1879, emend. Baumgartner 1980

Amphibracchium sp.

Tabla 1, sl. 6

Opis: Hišica sestoji iz dveh ramen in ima spužvasto steno. Je precej velika, vendar sorazmerno kratka in čokata. Srednji del je nekoliko izbočen. Močno izbočena sta konca obeh ramen.

Dimenzije: dolžina ramen: 210, 245 μm

širina ramen: 120 μm

širina centralnega dela: 135 μm

širina izboklin na koncu ramen: 180 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: jura ali starejše plasti pred začetkom krede (Baumgartner, 1980). Rod je bil najden v Kaliforniji in na Argolidi v Grčiji.

Familia *Ethmosphaeridae* Haeckel 1862, emend. Kozur & Mostler 1979
 Genus *Cenosphaera* Ehrenberg 1854
Cenosphaera euganea Squinabol 1903

Tabla 2, sl. 1

1903 *Cenosphaera euganea* n. sp. — S. Squinabol, 109, tab. 8, sl. 1.

1977 *Cenosphaera euganea* Squinabol — S. N. X. Muzavor, 41, tab. 2, sl. 4.

Opis: Hišica je kroglasta, ima mrežasto heksagonalno steno. Pore so okrogle, urejene so v pravilnih vrstah. V ekvatorialni vrsti je približno 20 por. Premer por je precej večji kot širina prečk med njimi. Primerki rodu *Cenosphaera* so v izpirkih najbolj pogosti.

Dimenzije: premer hišice: 270 μm
 premer por: 15 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je bila najdena v plasteh zgornjekredne scaglie pri Teolu (Italija) in v zgornji juri pri Oberaudorfu (južna Nemčija).

Familia *Orbiculiformidae* Pessagno 1973

Genus *Orbiculiforma* Pessagno 1973

Orbiculiforma cf. *mclaughlini* Pessagno 1977

Tabla 2, sl. 2

cf. 1977 *Orbiculiforma mclaughlini* n. sp. — E. A. Pessagno, 74, tab. 4, sl. 4—7.

Opis: Hišica ima obliko visokega diska, robovi so skoraj vertikalni. V sredini ima veliko globoko vdolbino. Iz roba izraščajo kratke bodice. Struktura stene je spužvasta, pore so okrogle ali ovalne.

Primerki, ki jih je opisal Pessagno (1977), so nekoliko večji, imajo pentagonalne in heksagonalne pore. Prečke med porami so precej tanjše.

Dimenzije: premer celotne hišice: 245 μm
 premer centralne vdolbine: 135 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji kimmeridgij/spodnji tithonij v Kaliforniji (Pessagno, 1977).

Familia *Sponguridae* Haeckel 1862

Genus *Archaeospongoprunum* Pessagno 1973

Archaeospongoprunum sp.

Tabla 2, sl. 3

Opis: Hišica sestoji iz ovalne lupine s spužvasto steno in dveh dolgih polarnih bodic, od katerih ena ni ohranjena. Bodica je ravna, sestavljena iz šestih močnih grebenov in vmesnih žlebov.

Dimenzije: dolžina lupine: 90 μm
 dolžina bodice: 100 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Rod je mezozojski ali starejši, razširjen po vsem svetu (Pessagno, 1977).

Familia *Pantanelliidae* Pessagno 1977, emend. Pessagno & Blome 1980
 Genus *Pantanellium* Pessagno 1977

Pantanellium sp.

Tabla 2, sl. 4

Opis: Hišica sestoji iz majhne kroglaste lupine s heksagonalno mrežasto steno in dveh polarnih bodic. Pore so velike, okrogle. Na stičiščnih prečk so razviti močni vozli. Bodici sta dolgi in široki, na obeh je dobro viden sistem treh žlebov in grebenov.

Dimenzije: širina lupine: 100 μm
 dolžina bodic: 150 μm
 premer pore: 25 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji trias (karnij) do spodnja kreda (zgornji aptij/spodnji albij) (Pessagno & Blome, 1980). Rod je razširjen po vsem svetu v nizkih in srednjih zemljepisnih širinah.

Familia *Actinommidae* Haeckel 1862, emend. Kozur & Mostler 1979
 Genus *Actinomma* Haeckel 1862

Actinomma sp.

Tabla 2, sl. 6

Opis: Hišica je majhna, kroglasta. Stena zunanje lupine je mrežasta, pore so okrogle. Iz lupine radialno izraščajo številne kratke bodice, trikotne v pre-rezu. Bodice imajo piramidasto obliko. Na bazi so široke in se proti vrhu hitro zožijo. Sestavljajo jih trije izraziti grebeni z vmesnimi žlebovi.

Dimenzije: premer lupine: 115 μm
 dolžina bodice: 30 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Rod je znan od triasa do danes po vsem svetu (Kozur & Mostler, 1979).

Genus *Triactoma* Rüst 1885

Triactoma blakei (Pessagno) 1977

Tabla 2, sl. 5

1977 *Tripocyclus blakei* n. sp. — E. A. Pessagno, 80, tab. 6, sl. 15–16.

Opis: Hišica je kroglasta. Struktura stene je mrežasta, heksagonalna. Ima velike okrogle pore. Značilne so tri močne primarne bodice, ki so vedno krajše od premera zunanje lupine. Med seboj oklepajo kot približno 120°. Bodice sestavljajo trije širši primarni in trije ožji sekundarni žlebovi. Med primarnimi in sekundarnimi žlebovi je šest izrazitih zaobljenih grebenov. Ena od treh bodic ni ohranjena.

Dimenzije: premer lupine: 180 μm
 dolžina bodic: 125 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji kimmeridgij do spodnji tithonij v Kaliforniji (Pessagno, 1977).

Familia *Staurolophidae* Haeckel 1881, emend. Pessagno 1977
 Genus *Emiluvia* Foreman 1973, emend. Pessagno 1977

Emiluvia sp.

Tabla 3, sl. 2

Opis: Hišica sestoji iz kvadrataste ploščate lupine in štirih bodic. Lupina ima na površini številne masivne vozle, ki se nadaljujejo še na bazo bodic. Bodice izraščajo na vogalih kvadrataste lupine. So masivne, trikotne v prerezu. Tvorijo jih trije grebeni z vmesnimi žlebovi.

Opisani primerek je slabo ohranjen. Oblika por ni vidna. Vse štiri bodice so na koncu odlomljene. Tako se ne vidita oblika vrha in dolžina bodice, ki sta značilni za določitev vrste.

Dimenzije: širina lupine: 110 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Rod je značilen za srednjo in zgornjo juro po vsem svetu (Pessagno, 1977).

Emiluvia cf. antiqua (Rüst) 1885

Tabla 3, sl. 1

cf. 1885 *Staurosphaera antiqua* n. sp. — D. Rüst, 289, tab. 28(3), sl. 2.

cf. 1977 *Emiluvia antiqua* (Rüst) — E. A. Pessagno, 76, tab. 4, sl. 9, 10.

Opis: Hišica sestoji iz kvadrataste ploščate lupine in štirih bodic. Stena lupine je mrežasta, sestavljena iz enako velikih kvadratnih por. Prečke med porami so tanke. Na stičiščih tvorijo drobne vozle. Bodice izraščajo na vogalih lupine. So dolge, tanke, v prerezu trikotne. Sestavljajo jih trije grebeni in vmesni žlebovi.

Dimenzije: širina lupine: 130 μm
 dolžina bodic: 140—170 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je bila najdena v aptihnih plasteh pri kraju Urschlau v Avstriji, na Madžarskem, v Švici in v Srbiji (pri Crnajki). Razteza se od srednjega triasa do tithonija (Rüst, 1885). V Kaliforniji je bila najdena na meji zgornji kimmeridgijspodnji tithonij (Pessagno, 1977).

Subordo *Nassellariina* Ehrenberg 1875

Familia *Lychnocaniidae* Haeckel 1881

Genus *Napora* Pessagno 1977

Napora cf. bukryi Pessagno 1977

Tabla 3, sl. 3

cf. 1977 *Napora bukryi* n. sp. — E. A. Pessagno, 94, tab. 12, sl. 8.

Opis: Hišica je sestavljena iz dveh segmentov. Ima širok koničast cefalis in velik, razširjen, nekoliko zaokrožen toraks. Apikalna bodica notranjega skeletnega elementa je podaljšana v masiven apikalni rog. Stena toraksa je mrežasta, pore so okrogle. Razporejene so v petih vzporednih vodoravnih

vrstah. Iz toraksa izraščajo tri rahlo zaokrožene dolge bodice z razvitim sistemom grebenov in žlebov.

Dimenzije: višina cefalisa in toraksa: 115 μm
 višina apikalnega roga: 60 μm
 dolžina bodic: 125 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji kimmeridgij/spodnji tithonij v Kaliforniji (P e s s a g n o, 1977).

Familia *Stichocapsidae* Haeckel 1881

Genus *Tetracapsa* Haeckel 1881

Tetracapsa sp.

Tabla 3, sl. 4

O p i s: Hišico sestavljajo štirje segmenti. Cefalis je zelo majhen. Toraks in abdomen sta daljša in širša. Vsi trije tvorijo stožčast vrh hišice. Postabdomen je največji in ima izrazito kroglasto obliko. Ustje hišice je zaprto. Vsi segmenti razen cefalisa so perforirani. Stena lupine je mrežasta, heksagonalna. Pore so okrogle. Pore na postabdominalnem segmentu so precej večje kot pore toraksa in abdomna.

Dimenzije: višina hišice: 115 μm
 dolžina prvih treh segmentov: 40 μm
 širina postabdomna: 90 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: ? zgornji trias, jura — kreda (K o z u r, ustno sporočilo) po vsem svetu.

Familia *Syringocapsidae* Foreman 1973

Genus *Urocyrtis* Pantanelli 1880

Urocyrtis sp.

Tabla 3, sl. 5

O p i s: Hišica sestoji iz štirih segmentov. Prvi trije segmenti tvorijo visok stožčast vrh hišice, ki se končuje z močnim apikalnim rogom. Cefalis ni perforiran, toraks in abdomen imata drobne okrogle pore. Postabdomen tvori širok osrednji del in dolg koničast tubus z zaprtim ustjem. Struktura stene postabdomna je mrežasta, heksagonalna. Pore so velike, okrogle. Na tubusu so pore urejene v vzporednih vertikalnih vrstah. Na osrednjem kroglastem delu primerka (tab. 3, sl. 5) ni bodic.

Rod *Urocyrtis* se loči od rodu *Podobursa* po tem, da nima bodic na osrednjem delu. V zadnjem času bolj uveljavljeno ime *Syringocapsa* Neviani 1900 je mlajše ime za rod *Urocyrtis* Pantanelli 1880 (K o z u r, ustno sporočilo).

Dimenzije: dolžina prvih treh segmentov: 125 μm
 srednji del brez tubusa — dolžina: 120 μm
 širina: 130 μm
 dolžina tubusa: 130 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Rod *Urocyrtis* sega od norija do krede in je razširjen po vsem svetu (K o z u r, ustno sporočilo).

Genus *Podobursa* Wisniowski 1889, emend. Foreman 1973

Podobursa sp.

Tabla 3, sl. 7

O p i s: Hišica sestoji iz treh segmentov. Cefalis in toraks tvorita ozek koničast vrh hišice. Abdomen je močno razširjen. Tubus ni ohranjen. Struktura stene je mrežasta, heksagonalna. Iz abdomna izraščajo tri dolge močne bodice.

Dimenzije: dolžina prvih dveh segmentov: 75 μm

srednji razširjeni del — dolžina: 110 μm

širina: 130 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: Rod *Podobursa* sega od norija do krede in je razširjen po vsem svetu (K o z u r, ustno sporočilo).

Podobursa triacantha (Fischli) 1916

Tabla 3, sl. 6

1916 *Theosyringium acanthophorum* Rüst var. *triacanthus* n. var. — H. F i s c h l i, 47, sl. 38, 39, 41.

1973 *Podobursa triacantha* (Fischli) — H. P. F o r e m a n, 226, tab. 13, sl. 1—7.

1977 *Podobursa triacantha* (Fischli) — S. N. X. M u z a v o r, 110, tab. 7, sl. 1—3.

1977 *Podobursa triacantha* (Fischli) — E. A. P e s s a g n o, 92, tab. 12, sl. 6.

O p i s: Hišica sestoji iz štirih segmentov. Proksimalni so trije in tvorijo kratek stožčast vrh hišice. Med seboj se težko ločijo. Prvi segment — cefalis ni perforiran, toraks ima zelo drobne pore. Pore na tretjem in četrtem segmentu so okrogle, struktura stene je mrežasta heksagonalna. Četrty segment je največji in sestavlja širok kroglast osrednji del, ki se konča s tubusom. Iz srednjega kroglastega dela izraščajo kratke trikotne bodice, ki jih je lahko od tri do šest, na opisanem primerku so štiri.

Dimenzije: dolžina prvih treh segmentov: 70 μm

srednji del brez tubusa — dolžina: 120 μm

širina: 170 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: jura pri Cittigliu (severna Italija) (F i s c h l i, 1916), zgornja jura pri Oberaudorfu (južna Nemčija) (M u z a v o r, 1977), zgornja jura in spodnja kreda v vrtini DSDP Leg 20 v Atlantskem oceanu (F o r e m a n, 1973), zgornji kimmeridgij/spodnji tithonij do zgornji valanginij v Kaliforniji (P e s s a g n o, 1977).

Familia H s u i d a e Pessagno & Whalen 1982

Genus *Hsuum* Pessagno 1977

Hsuum sp.

Tabla 4, sl. 1

O p i s: Hišica je multicirtidna (sestavljena iz več segmentov), stožčasta. Striktore (zožitve) med kamricami niso vidne. Abdomen in postabdominalne kamrice imajo masivna, prekinjena, navpično potekajoča rebra. Med rebri je več vrst drobnih okroglih por.

Opisani primerek je slabo ohranjen. Manjka mu apikalni rog. Pore so slabo vidne, večinoma so zapolnjene z drugim materialom. Ker so razporeditev, velikost, oblika por in značilnosti apikalnega roga zelo pomembna merila za določitev vrste, ta primerek ne more biti natančneje določen.

Dimenzije: dolžina: 245 μm
največja širina: 150 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: spodnja jura (spodnji pliensbachij) do spodnja kreda (zgornji valanginij). Rod je bil najden v zahodnem delu severne Amerike, v Omanu, v Turčiji, Romuniji, Grčiji in Italiji (Pessagno & Whalen, 1982).

Genus *Lupherium* Pessagno & Whalen 1982

Lupherium sp.

Tabla 4, sl. 2

Opis: Hišica je multicirtidna, stožčasta. Striktore med kamricami niso vidne. Začetne kamrice niso ohranjene. Stena hišice ima mrežasto strukturo. Majhne okrogle pore so urejene v vzporednih navpičnih vrstah. Med vrstami por so močna, sklenjeno potekajoča rebra.

Dimenzije: največja širina: 145 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: spodnja jura (zgornji pliensbachij) do srednja jura (bajocij) Kalifornije in Oregona (Pessagno & Whalen, 1982).

Familia Parvicingulidae Pessagno 1977, emend. Pessagno & Whalen, 1982

Genus *Parvicingula* Pessagno 1977

Parvicingula sp.

Tabla 4, sl. 3

Opis: Hišica je multicirtidna, stožčasta. Dolžina vseh postabdominalnih kamric je skoraj enaka. Na stikih kamric so razviti vzporedni grebeni. Med dvema grebenoma so tri vzporedne vrste enako velikih okroglih por. Na opisnem primerku je vrh odlomljen, na začetnih kamricah pore niso vidne.

Dimenzije: višina: 215 μm
največja širina: 120 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: srednja jura (spodnji bajocij) do spodnja kreda (zgornji valanginij; spodnji hauterivij (?)) po vsem svetu v nizkih in srednjih geografskih širinah (Pessagno & Whalen, 1982).

Genus *Mirifusus* Pessagno 1977

Mirifusus sp.

Tabla 4, sl. 5, 6

Opis: Hišica ima vretenasto obliko. Proksimalni del je stožčast. V sredini se hišica močno razširi. Distalni del je kratek, cilindričen. Stena lupine sestoji iz vzporednih grebenov. Med grebeni sta po dve vrsti poligonalnih por.

Oba primerka (tab. 4, sl. 5, 6) sta nepopolna. Struktura por, ki je najpomembnejše merilo za določitev vrste, ni ohranjena. Vrsta tako ne more biti določena.

Dimenzije: širina: 390 μm

Stratigrafska in geografska razširjenost: zgornji kimmeridgij/spodnji tithonij do zgornji valanginij (Pessagno, 1977). Rod je bil najden v Kaliforniji, na Japonskem, v Južnih Alpah, v Romuniji in v Grčiji.

Familia *Spongocapsulidae* Pessagno 1977

Genus *Spongocapsula* Pessagno 1977

Spongocapsula cf. *perampla* (Rüst) 1885

Tabla 4, sl. 4

cf. 1885 *Lithocampe perampla* n. sp. — D. Rüst, 315, tab. 39, sl. 11.

cf. 1977 *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst) — E. A. Pessagno, 90, tab. 11, sl. 15.

Opis: Hišico sestavlja 5 kamric. Vsaka naslednja kamrica je daljša in precej širša od prejšnje. Zadnja kamrica je zaokrožena navznoter. Struktura stene je spužvasta. Primerki iz preiskanih vzorcev se po dimenzijah bistveno razlikujejo od vseh prej opisanih. Lupina je namreč kar dvakrat večja od holotipa. Razmerje med višino in širino je enako kot pri holotipu.

Dimenzije: višina: 545 μm (254 μm)

največja širina: 445 μm (200 μm)

V oklepaju so navedene dimenzije po Rüst (1885).

Stratigrafska in geografska razširjenost: Vrsta je bila najdena v tithonijskem jaspisu iz zahodne Švice (Rüst, 1885) in v plasteh spodnjega tithonija Kalifornije (Pessagno, 1977). Rod *Spongocapsula* se prvič pojavi šele v tithoniju in sega do cenomanija (Pessagno, 1977).

Starost meljevca na podlagi radiolarijev

Natančno starost plasti je težko določiti. Zaradi slabe ohranjenosti namreč v celoti manjkajo rodovi, najbolj občutljivi na diagenetske vplive in hkrati na okolje, ki imajo najkrajšo stratigrafsko razširjenost.

Od vrst, določenih v vzorcih meljevca, ima najkrajšo življenjsko dobo *Paronaella mulleri* Pessagno (slika 4), ki sega od vrhnjega dela oxfordija do začetka tithonija. Od sredine callovija do tithonija segata še vrsti *Tritrabs casmaliensis* (Pessagno) in *T. exotica* (Pessagno). Najvišje je bila najdena vrsta *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner, ki izumre na začetku zgornjega tithonija.

Vrste *Orbiculiforma mclaughlini* Pessagno, *Triactoma blakei* (Pessagno), *Emiluvia antiqua* (Rüst) in *Napora bukryi* Pessagno so na sliki 4 prikazane kot vrste, ki so živele zelo kratek čas. Podatki o njihovi starosti so povzeti po Pessagnu (1977). Sam avtor v kasnejših publikacijah (Pessagno & Whalen, 1982) priznava, da imajo biocone, ki jih je določil leta 1977, prekratek razpon. Baumgartner s sodelavci (1980) je primerjal čez dvajset radiolarijskih profilov s področja Tetide, Atlantskega oceana in zahodne Kalifornije. Za zgornjo mejo biocone 2 (Pessagno, 1977), v katero sodijo omenjene vrste, je Baumgartner s sodelavci določil konec spodnjega titho-

JURA JURASSIC						KREDA CRETACEOUS	stopnja stage radiolarijske vrste radiolarian species
J ₂			J ₃			K ₁	
BAJOCIJ BAJOCIAN	BATHONIJ BATHONIAN	CALLOVIJ CALLOVIAN	OXFORDIJ OXFORDIAN	KIMMERIDGIJ KIMMERIDGIAN	TITHONIJ TITHONIAN		
							<i>Lupherium sp.</i>
							<i>Paronaella paenorbis</i>
							<i>Emiluvia sp.</i>
							<i>Amphibracchium sp.</i>
							<i>Archaeospongoprimum sp.</i>
							<i>Pantanellium sp.</i>
							<i>Actinomma sp.</i>
							<i>Tetracapsa sp.</i>
							<i>Urocyrtis sp.</i>
							<i>Podobursa sp.</i>
							<i>Hsuum sp.</i>
							<i>Parvicingula sp.</i>
							?
							<i>Cenosphaera euganea</i>
							— P B <i>Tritrabs casmeliaensis</i>
							— B P <i>Tritrabs exotica</i>
							— B <i>Tetratrabs gratiosa</i>
							— B P <i>Paronaella mulleri</i>
							— P <i>Emiluvia antiqua</i>
							— P <i>Orbiculiforma mclaughlini</i>
							— P <i>Napora bukryi</i>
							— P <i>Triactoma blakei</i>
							P — <i>Podobursa triacantha</i>
							P — <i>Mirifusus sp.</i>
							P — <i>Spongocapsula cf. perampla</i>

— različni avtorji
various authors

P — Pessagno 1977

B — Baumgartner 1980

Sl. 4. Stratigrafska razširjenost vrst

Fig. 4. Stratigraphic range of species

nija, spodnjo mejo pa premaknil vsaj do oxfordija. Tako imajo te vrste podobno stratigrafsko razširjenost kot *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno) in *T. exotica* (Pessagno), pri katerih na sliki 4 lahko vidimo razliko med stratigrafsko razširjenostjo, podano po Pessagnu (1977) in Baumgartnerju (1980). Z enako obrazložitvijo lahko premaknemo precej nazaj tudi začetek vrst *Podobursa triacantha* (Fischli), *Mirifusus* sp. in *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst).

Po dosedanjih podatkih od določenih rodov edino rod *Lupherium* ne seže više od bajocija. Treba je upoštevati, da gre za nov rod, ki dosedaj še ni bil najden na področju Tetide, in tako njegova stratigrafska razširjenost še ne more biti potrjena. Možno je tudi, da gre za presedimentirano, torej mešano združbo.

Glede na vrste in rodove, najdene v plasteh meljevca med Perblo in Tolminskimi Ravnami, lahko sklepamo, da je meljavec z radiolariji nastal v obdobju od zgornjega callovija do spodnjega tithonija. Gotovo pa je, da plasti ne morejo biti mlajše od sredine tithonija. V plasteh biancone apnenca, ki ležijo nad meljevcom, je bila namreč paleontološko dokazana že zgornjetithonijska starost (Buser, 1979a). Starost meljevca, določena s pomočjo radiolarijev, se ujema tudi z ugotovitvami Cousina (1973), ki te plasti s pomočjo foraminifer uvršča v kimmeridgij in spodnji tithonij.

Primerjava nahajališča med Perblo in Tolminskimi Ravnami z drugimi nahajališči Tetide

Radiolarijska favna, najdena med Perblo in Tolminskimi Ravnami, je nepopolna in jo zato težko natančno vzporejamo z drugimi nahajališči Tetide. Odsotnost nekaterih vrst je lahko posledica selektivnega raztapljanja med diagenozo, ne pa resnične razlike med radiolarijskimi združbami. Edino rod *Lupherium* je bil najden le v profilu Perbla — Tolminske Ravne, drugje na področju Tetide pa ga ne omenjajo.

Primerjava je možna z angelokastronskim rožencem in formacijo Dhimaina notranjih Helenidov v Grčiji ter z jaspisnimi plastmi v Romuniji (Baumgartner, 1980). Radiolarijske plasti Severnoapneniških Alp (nahajališči Lehngraben v Avstriji in Oberaudorf v južni Nemčiji), ki jih opisujeta Holzer (1980) in Muzavor (1977), so mlajše.

Jaspisne plasti romunskih Karpatov so po stratigrafski legi uvrščene v srednji callovij — oxfordij (Baumgartner, 1980). V njih tako kot med Perblo in Tolminskimi Ravnami nastopajo vrste *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno), *T. exotica* (Pessagno), *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner, *Archaeospongoprunum* sp., *Pantanellium* sp., *Triactoma blakei* (Pessagno), *Hsuum* sp., *Mirifusus* sp. in *Podobursa triacantha* (Fischli).

Angelokastronski roženec (Baumgartner, 1980) sestoji iz čistih radiolarijskih rožencev in kremenastih apnenecv. Vmes so pogoste nekaj centimetrov debele plasti presedimentiranega apnenca. Po stratigrafski legi je uvrščen v obdobje dogger — spodnji malm. Radiolariji kažejo starost oxfordij — kimmeridgij. Najdene so bile skoraj vse vrste kot v jaspisnih plasteh v Romuniji. V angelokastronskem rožencu in v meljevku med Perblo in Tolminskimi Ravnami sta skupni še vrsti *Paronaella mulleri* Pessagno in *Amphibracchium* sp., ki v jaspisnih plasteh v Romuniji manjkata.

Dhimaina formacija (Baumgartner, 1980) leži nad angelokastronskim rožencem. Sestavljajo jo radiolarijski meljevci in roženci z redkejšimi plastmi peščenjaka. Radiolarijsko favno nahajališča Perbla — Tolminske Ravne lahko primerjamo s spodnjim delom formacije Dhimaina. Vrste, skupne za obe združbi, so: *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno), *T. exotica* (Pessagno) in *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner.

Lehng Graben (Holzer, 1980) — v tithonijskih apnencih je bila najdena vrsta *Acanthocircus dicranacanthos* Squinabol. Ta vrsta je zelo pogosta in sorazmerno neobčutljiva na diagenetske vplive. Pojavi se v srednjem tithoniju in v nahajališču Perbla — Tolminske Ravne manjka. Zato lahko sklepamo, da je radiolarijska favna iz Lehng Grabna mlajša od favne, najdene med Perblo in Tolminskimi Ravnami.

Oberaudorf (Muzavor, 1977) — v radiolarijskih plasteh so bile najdene vrste *Acanthocircus dicranacanthos* Squinabol, *Sethocapsa cetia* Foreman, *Sethocapsa trachyostraca* Foreman in *Ditrabs* sp., ki so vse mlajše od združbe, opisane z nahajališča Perbla — Tolminske Ravne. Muzavor (1977) to združbo uvršča v malm. Verjetno gre za starost od srednjega tithonija do začetka krede. Iz Oberaudorfa niso znane vrste *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno), *T. exotica* (Pessagno), *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner in *Paronaella mulleri* Pessagno, ki so med Perblo in Tolminskimi Ravnami sorazmerno pogoste in ne segajo više od sredine tithonija.

Slovar najpomembnejših izrazov za skeletne elemente

slovensko	angleško	nemško	francosko
hišica	test	Gehäuse (n)	test (m)
lupina	shell	Schale (f)	coque (f)
mrežasta	latticed	Gitterschale	treillisée
spužvasta	spongy	spongiöse Schale	spongieuse
prečka	bar	Balken (m)	barre (f)
bodica	spine	Stachel (m)	épine (f)
rame	arm	Arm (m)	bras (m)
apikalni rog	apical horn	Apicalhorn (n)	corne apicale (f)

Radiolariji reda *Polycystida* imajo trden skelet iz opalne kremenice, ki se imenuje hišica. Hišica je sestavljena iz ene ali več koncentričnih lupin. Lupino gradita dve vrsti skeletnih elementov — prečke in bodice. Prečke so na obeh straneh povezane z drugimi elementi, medtem ko so bodice na eni strani proste. Po strukturi ločimo mrežasto in spužvasto lupino. Mrežasta lupina (tab. 1, sl. 1—3; tab. 2, sl. 1, 4—6; tab. 3, sl. 1—7; tab. 4, sl. 1—3, 5—6) je zgrajena iz prečk, ki povezane tvorijo ozko razmaknjene pore. Pore so pravilno razporejene, navadno v obliki šesterokotne mreže. Spužvasto lupino (tab. 1, sl. 4—6; tab. 2, sl. 2, 3; tab. 4, sl. 4) gradijo sorazmerno tanke prečke, ki se zamotano prepletajo v debelo, nepravilno, tridimenzionalno mrežo.

Po obliki in simetriji hišice delimo red *Polycystida* na dva podredova: *Spumellariina* in *Nassellariina*. Za podred *Spumellariina* so značilne radialno simetrične oblike: kroglaste (tab. 2, sl. 1, 4—6), diskaste (tab. 2, sl. 2), valjaste (tab. 2, sl. 3) ali sestavljene iz dveh, treh ali štirih ramen

(tab. 1, sl. 1—6). Hišice spumelarij navadno sestojе iz dveh do petih koncentričnih lupin. Hišice podreda *Nassellariina* so bilateralno heteropolarno simetrične. Sestavljene so iz enega ali več segmentov. Med prvim in drugim segmentom je skeletni element, sestavljen iz ene prečke in sedmih bodic, ki se lahko podaljšujejo navzven (tab. 3, sl. 3, 5—7). Podaljšek apikalne bodice se imenuje apikalni rog (tab. 3, sl. 3, 5, 7).

Radiolarians from the Jurassic siltstone between Perbla and Tolminske Ravne

Summary

Radiolarians are known in Slovenia (NW Yugoslavia) from strata of various ages. They were found in thin sections together with other fossil groups. Detailed stratigraphic analyses by means of radiolarians had not been made previously, so we started to examine them systematically.

Location of the radiolarian section

In this paper Jurassic radiolarian fauna from the siltstone of the Perbla — Tolminske Ravne locality is presented (Figures 1—3). The section is situated a few kilometres north-east of Tolmin in the foothills of the Julian Alps. The sediments from the Upper Triassic to the Lower Cretaceous belong to the deeper — sea development of the Slovene trench. The stratigraphy of the broader part of the Perbla — Tolminske Ravne section and its environment was described by Cousin (1973) and Buser (1979a).

The age of the siltstone on the basis of radiolarians

In the siltstone samples 24 radiolarian species were determined. They are itemized in Figure 2 and shown in plates 1—4.

Among the species determined in the siltstone samples *Paronaella mulleri* (Pessagno) has the shortest stratigraphic range (Figure 4). It ranges from the Upper Oxfordian to the beginning of the Tithonian. *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno) and *Tritrabs exotica* (Pessagno) also range from the Middle Callovian to the Tithonian. *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner was found at the higher level. It becomes extinct at the beginning of the Upper Tithonian.

In Figure 4 *Orbiculiforma mcLaughlini* Pessagno, *Triactoma blakei* (Pessagno), *Emiluvia antiqua* (Rüst) and *Napora bukryi* Pessagno are shown as species which had a very short stratigraphic range. The data about their stratigraphic range are taken from Pessagno (1977). For the upper limit of biozone 2 (Pessagno, 1977), which includes the above — mentioned species, Baumgartner et al. (1980) defined the end of the Lower Tithonian and displaced the lower limit at least back to the Oxfordian. So all these species have a similar stratigraphic range to that of *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno) and *Tritrabs exotica* (Pessagno), where we can see the difference between the stratigraphic ranges defined by Pessagno (1977) and Baumgartner (1980) (Figure 4). The same explanation can be used to displace the first appearance of *Podobursa triacantha* (Fischli), *Mirifusus* sp. and *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst).

Only the genus *Lupherium* seems to be restricted to the Bajocian and older ages according to reports available so far. Most likely the stratigraphic range of *Lupherium* should be extended to the Upper Jurassic. It is also possible that part of the radiolarian fauna from the samples investigated was redeposited.

From the species and genera found in the siltstone beds between Perbla and Tolminske Ravne we can infer that the siltstone with radiolarians belongs to an upper Callovian — lower Tithonian age. It is certain that the siltstone beds cannot be younger than the middle of Tithonian for in limestones of the biancone type overlying the siltstone the Upper Tithonian age was paleontologically established (Buser, 1979a). The age of the siltstone determined by radiolarians is in accordance with the statement of Cousin (1973), who places these layers in the Kimmeridgian and Lower Tithonian on the basis of foraminifers.

Faunal correlation with other sites of the Tethyan realm

The radiolarian association found between Perbla and Tolminske Ravne is not complete so it is hard to correlate it exactly with other Tethyan sites. The absence of some species in the samples collected between Perbla and Tolminske Ravne could be the effect of selective preservational processes during diagenesis.

Nevertheless a correlation is possible with the Angelokastron Chert and the Dhimaina Formation of the Argolis Peninsula in Greece and with the Jasper Beds in Romania (Baumgartner, 1980). The radiolarian beds of the "Nördlichen Kalkalpen" (sites: Lehngraben in Austria and Oberaudorf in southern Germany) described by Holzer (1980) and Muzavor (1977) are younger.

The Jasper Beds of the Romanian Carpathians are most probably restricted to a middle Callovian — Oxfordian age (Baumgartner, 1980). *Tritrabs casmaliensis* (Pessagno), *Tritrabs exotica* (Pessagno), *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner, *Archaeospongoprimum* sp., *Pantanellium* sp., *Triactoma blakei* (Pessagno), *Hsuum* sp., *Mirifusus* sp. and *Podobursa triacantha* (Fischli) occur in the Jasper Beds as in the samples between Perbla and Tolminske Ravne.

The Angelokastron Chert (Baumgartner, 1980) is determined approximately as late Dogger — early Malm on the basis of its stratigraphic position. The radiolarians point to an Oxfordian — Kimmeridgian age. Almost all the species reported from the Jasper Beds were found here too. In the Angelokastron Chert and in the Perbla — Tolminske Ravne siltstone *Paronaella mulleri* Pessagno and *Amphibracchium* sp. are also found, but they are absent in the Jasper Beds.

The Dhimaina Formation (Baumgartner, 1980) overlies the Angelokastron Chert. Radiolarian fauna from the Perbla — Tolminske Ravne site could be correlated with the lower member of the Dhimaina Formation. Species which both radiolarian assemblages have in common are: *Tritrabs casmaliensis* (Pessagno), *Tritrabs exotica* (Pessagno) and *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner.

Lehngraben (Holzer, 1980) — Here in Tithonian limestones *Acanthocircus dicranacanthos* Squinabol characteristic of the Middle Tithonian and younger ages was found. It is absent in the Perbla — Tolminske Ravne samples.

It could be concluded that radiolarian fauna from Lehngraben is younger than fauna found between Perbla and Tolminske Ravne.

Oberaudorf (Muzavor, 1977) also seems to be younger. In radiolarian beds *Acanthocircus dicranacanthos* Squinabol, *Sethocapsa cetia* Foreman, *Sethocapsa trachyostraca* Foreman and *Ditrabs* sp. were found. They are all younger than the association of Perbla — Tolminske Ravne. Muzavor (1977) places this association in Malm. Most probably the radiolarian beds belong to the period from the Middle Tithonian to Early Cretaceous. *Tritrabs casma-liensis* (Pessagno), *Tritrabs exotica* (Pessagno), *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner and *Paronaella mullevi* Pessagno are not reported from Oberaudorf. They are relatively abundant between Perbla and Tolminske Ravne and do not extend higher than the middle of Tithonian.

The investigations of Jurassic radiolarians from the Perbla — Tolminske Ravne section are satisfactory, for they made it possible to determine the Callovian — Lower Tithonian age of the siltstone. It is therefore our intention to widen the investigations of radiolarians to a broader part of Slovenia.

Literatura

Baumgartner, P. O. 1980, Late Jurassic Hagiastriidae and Patulibracchiidae (Radiolaria) from the Argolis Peninsula (Peloponnesus, Greece). — *Micropaleontology* 26/3, 274—322, New York.

Baumgartner, P. O., De Wever, P. & Kocher, R. 1980, Correlation of Tethyan Late Jurassic — Early Cretaceous Radiolarian events. — *Cah. de Micropaléont.* 2, 23—72, tab. 1—6, Paris.

Buser, S. 1979 a, Jurassic Beds in Slovenia. — 16th European micropaleont. coll., 27—36, Ljubljana.

Buser, S. 1979 b, Tolmač za list Celje. — *Zvezni geol. zavod*, 1—72, Beograd.

Caron, M. & Cousin, M. 1972, Le sillon slovène: les formations terrigènes crétacées des unités externes au Nord-Est de Tolmin (Slovénie occidentale). — *Bull. Soc. Géol. France* 7/14, 34—45, Paris.

Cousin, M. 1973, Le sillon slovène: les formations triassiques, jurassiques et néocomiennes au Nord-Est de Tolmin (Slovénie occidentale, Alpes méridionales) et leurs affinités dinariques. — *Bull. Soc. Géol. France* 7/15, 326—339, Paris.

Demšar, M. 1981, Železnikarski apnenci in dolomiti. — rokopis, Diplomaska naloga, Knjižnica katedre za geologijo in paleontologijo, Ljubljana.

Fischli, H. 1916, Beitrag zur Kenntnis der fossilen Radiolarien in der Rigilnagelfluh. — *Mitt. Natur. Gesellschaft in Winterthur* 11, 44—47, Winterthur.

Flügel, H. W. & Ramovš, A. 1970, Zur Kenntnis der Amphiclinen — Schichten Sloweniens. — *Geol. vjesnik* 23, 21—37, tab. 1—2, Zagreb.

Foreman, H. P. 1973, Radiolaria from DSDP Leg 20. — V: Heezen, B. C. et al., *Initial Reports Deep Sea Drilling Project* 20, 249—305, Washington.

Goričan, Š. & Kolar-Jurkovšek, T. 1983, Some Triassic and Jurassic Radiolarians from Slovenia (NW Yugoslavia). — v tisku.

Grad, K. & Ferjančič, L. 1976, Tolmač za list Kranj. — *Zvezni geol. zavod*, 1—70, Beograd.

Hemleben, C. 1964, Geologisch — paläontologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Gornji Grad (Oberburg) und Nova Stifca (Neustift) in Nordslowenien (Jugoslawien). rokopis, Diplomsko delo, München.

Holzer, H. L. 1980, Radiolaria aus Ätztückständen des Malm und der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). — *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 83, 153—167, tab. 1—2, Wien.

Kozur, H. & Mostler, H. 1979, Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil III: Die Oberfamilien Actinomomacea Haeckel 1862 emend., Artiscacea Haeckel 1882, Multiarcusellacea nov. der Spumellaria und triassische Nasellaria. — Geol. Paläont. Mitt. 9/1—2, 1—132, Innsbruck.

Magdalenic, Z. 1972, Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre. — Prirodoslovna istraživanja 39, Acta geologica 7/2, 71—100, tab. 1—9, Zagreb.

Mioč, P. & Šribar, L. 1975, Jurski skladi v severnih Karavankah. — Geologija 18, 87—97, Ljubljana.

Muzavor, S. N. X. 1977, Die oberjurassische Radiolarienfauna von Oberaudorf am Inn. — Rokopis, Disertacija, München.

Ogorelec, B., Šribar, L. & Buser, S. 1976, O litologiji in biostratigrafiji volčanskega apnenca. — Geologija 19, 125—151, Ljubljana.

Pessagno, E. A. Jr. 1971, Jurassic and Cretaceous Hagiastriidae from the Blake — Bahama Basin (Site 5 A, Joides Leg 1) and the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. — Bull. Amer. Paleont. 60/264, 1—83, New York.

Pessagno, E. A. Jr. 1973, Upper Cretaceous Spumellariina from the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. — Bull. Amer. Paleont. 63/276, 49—102, tab. 9—21, New York.

Pessagno, E. A. Jr. 1977, Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. — Micropaleontology 23/1, 56—113, New York.

Pessagno, E. A. Jr. & Newport, R. L. 1972, A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts. — Micropaleontology 18, 231—234, New York.

Pessagno, E. A. Jr. & Blome, C. D. 1980, Upper Triassic and Jurassic Pantanelliidae from California, Oregon and British Columbia. — Micropaleontology 26/3, 225—273, New York.

Pessagno, E. A. Jr. & Whalen, P. A. 1982, Lower and Middle Jurassic Radiolaria (multicyrtid Nassellariina) from California, east — central Oregon and the Queen Charlotte Islands, B. C. — Micropaleontology 28/2, 111—169, New York.

Pleničar, M. & Premru, U. 1977, Tolmač za list Novo mesto. — Zvezni geol. zavod, 1—61, Beograd.

Ramovš, A. 1972, Mikrofauna der alpinen und voralpinen Trias Sloweniens. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 21, 413—426, Innsbruck.

Ramovš, A. 1978, Geologija. — Skripta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Rüst, D. 1885, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Jura. — Paleontographica 31 (3/7), 269—321, tab. 26—45, Stuttgart.

Rüst, D. 1898, Neue Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura und der Kreide. — Paleontographica 45, 1—67, Stuttgart.

Squinabol, S. 1903, Le Radiolarie dei noduli selciosi nella Scaglia degli Euganei: Contributione. — Riv. Italiana Paleont. 9, 105—150, Bologna.

Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. 1979, Tumač za list Zagreb. — Zvezni geol. zavod, 1—81, Beograd.

Šribar, L. 1981, Kredne plasti v vzhodnih podaljških Karavank in Posavskih gub. — Geologija 24/2, 303—317, Ljubljana.

Tabla 1 — Plate 1

Vse povečave 100 × — All magnifications 100 ×

1 *Tritrabs casmaliaensis* (Pessagno)

2 *Tritrabs exotica* (Pessagno)

3 *Tetratrabs gratiosa* Baumgartner

4 *Paronaella mulleri* Pessagno

5 *Paronaella cf. paenorbis* (Rüst)

6 *Amphibracchium* sp.

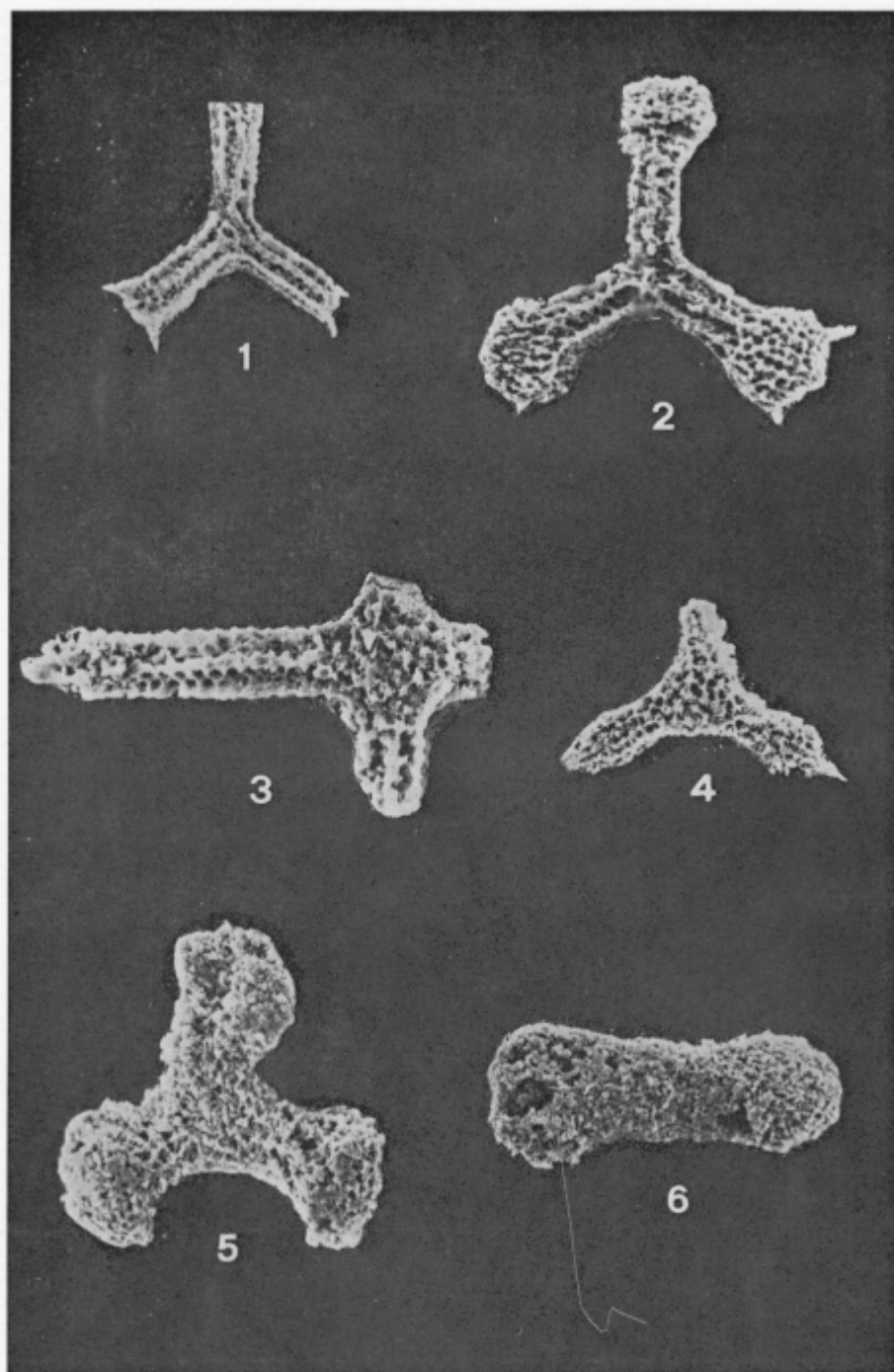


Tabla 2 — Plate 2

Vse povečave 200 × — All magnifications 200 ×

- 1 *Cenosphaera euganea* Squinabol
- 2 *Orbiculiforma* cf. *mclaughlini* Pessagno
- 3 *Archaeospongoprunum* sp.
- 4 *Pantanellium* sp.
- 5 *Triactoma blakei* (Pessagno)
- 6 *Actinomma* sp.

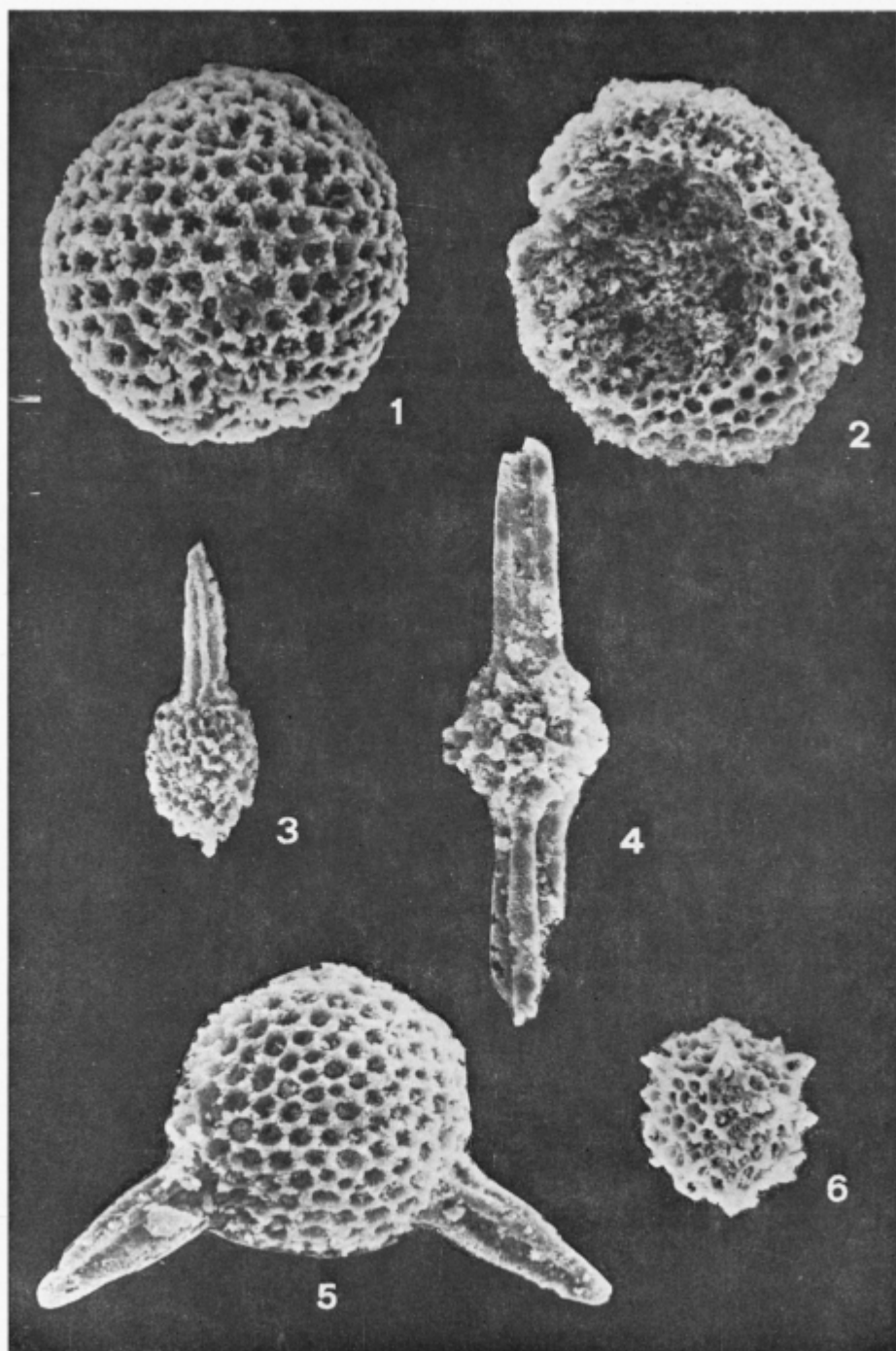
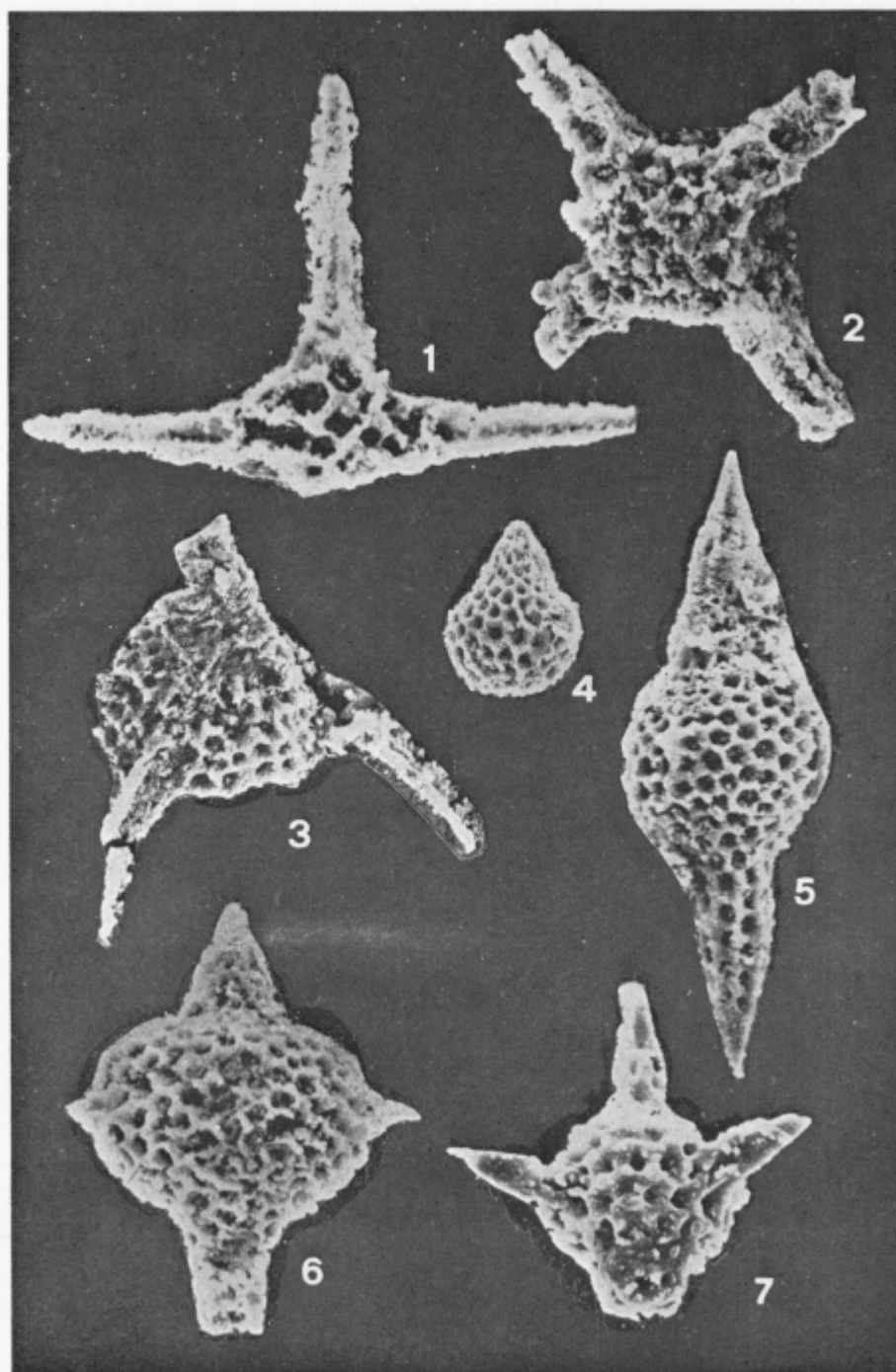


Tabla 3 — Plate 3

Vse povečave 200 × — All magnifications 200 ×

- 1 *Emiluvia* cf. *antiqua* (Rüst)
- 2 *Emiluvia* sp.
- 3 *Napora* cf. *bukryi* Pessagno
- 4 *Tetracapsa* sp.
- 5 *Urocyrtis* sp.
- 6 *Podobursa triacantha* (Fischli)
- 7 *Podobursa* sp.



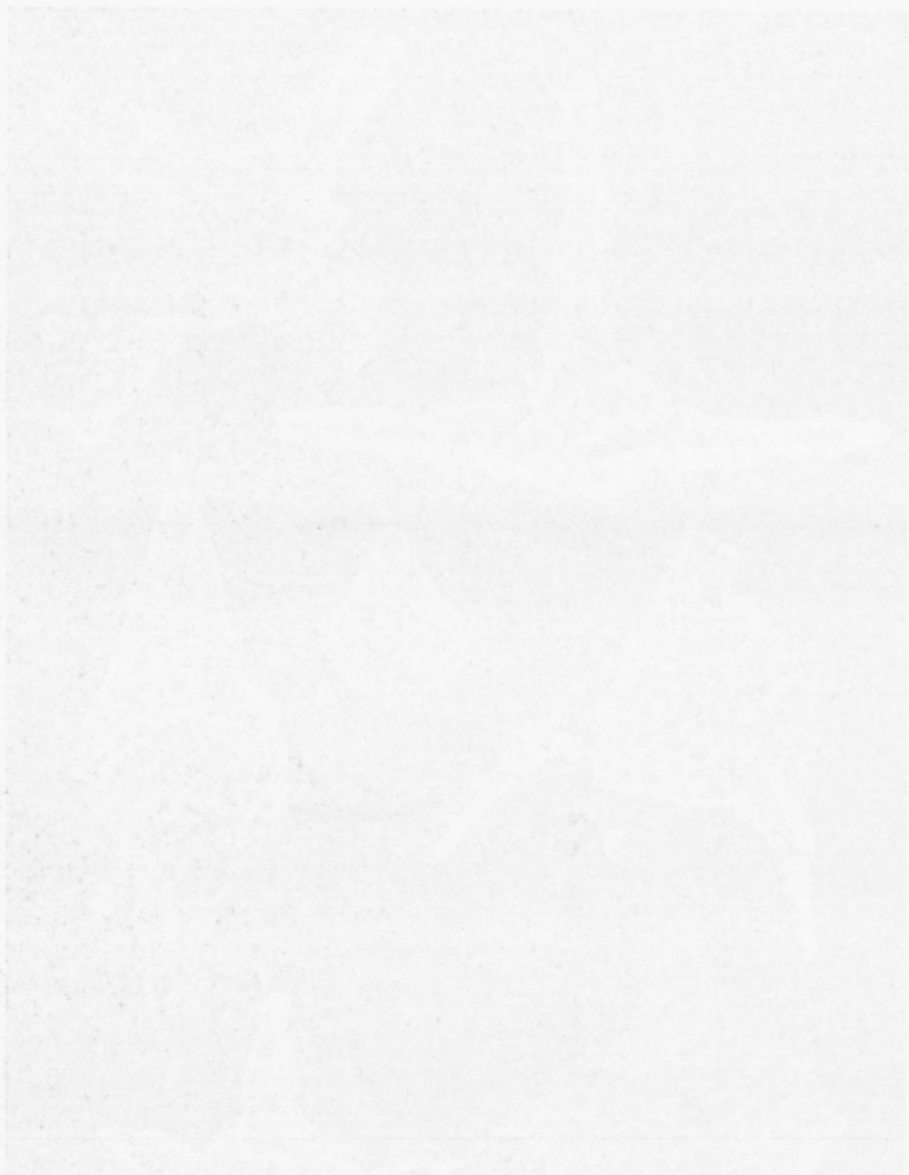
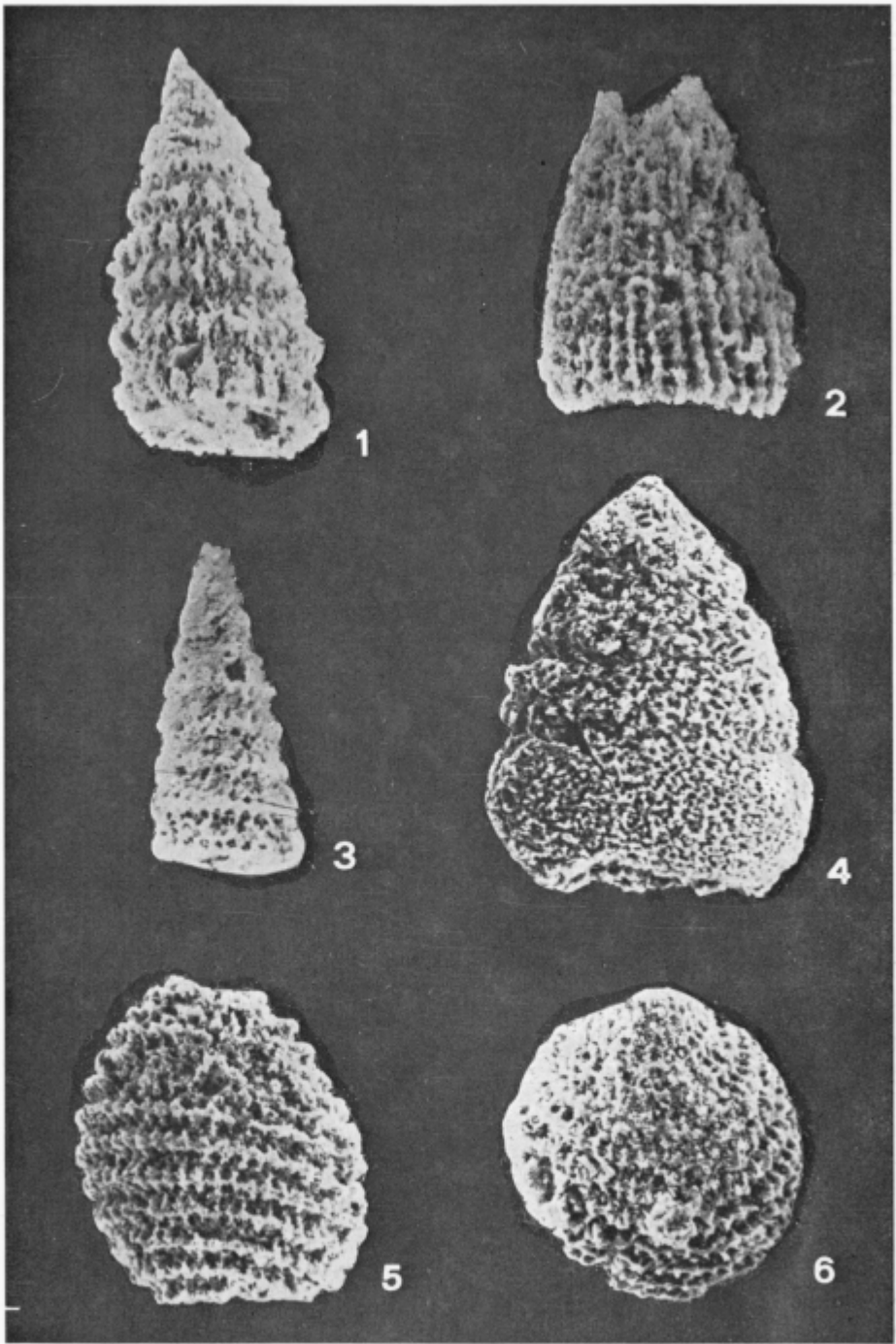


Tabla 4 — Plate 4

- 1 *Hsuum* sp., 200 ×
- 2 *Lupherium* sp., 200 ×
- 3 *Parvicingula* sp., 200 ×
- 4 *Spongocapsula* cf. *perampla* (Rüst), 100 ×
- 5, 6 *Mirifusus* sp., 100 ×



Hidrogeologija
Hydrogeology

Interpretation des ...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

UDK 556.332:551.44(497.12) = 40

Interprétation des essais par pompage réalisés dans un aquifère karstique

Obdelava črpalnih poizkusov v kraškem vodonosniku

Primož Krivic

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Résumé

Les pompages d'essai ont été réalisés sur dix forages répartis sur les secteurs nord et nord-ouest de l'aquifère de Kras (Slovénie, Yougoslavie). L'allure générale des courbes obtenues lors des dix essais permet de distinguer plusieurs types d'évolution: évolution selon un régime transitoire tel qu'on peut l'observer dans un milieu poreux homogène, évolution avec stabilisation rapide ou même immédiate, évolution influencée par l'effet de capacité et les pertes de charge anormales au niveau de l'ouvrage. Les forages étudiés sont tous aquifères (100 %). Chaque forage appartient soit aux zones drainantes à forte transmisivité apparente (40 % des cas), soit aux sous-systèmes, domaines peu perméables. 70 % des lieux explorés par les forages peuvent fournir des débits suffisants pour l'alimentation en eau, soit pour les besoins locaux, soit régionaux.

Kratka vsebina

Črpalni poizkusi v kraško-razpoklinskem vodonosniku so bili izvedeni v desetih vrtinah, ki so izvrtane na severnem in zahodnem delu Krasa. Po obliki krivulj znižanja gladine podtalnice v odvisnosti od časa med črpanjem smo lahko ločili tri tipe znižanja: razvoj znižanja v prehodnem stanju, kakršnega lahko opazujemo v homogeni porozni sredini, zelo hitro ali celo takojšnjo ustalitev gladine podtalnice v vrtinah in razvoj znižanja pod vplivom kapacitete vodnjaka in nenormalnih tlačnih izgub v okolici črpalne vrtine. Vse vrtine na tem področju so vodonosne (100 %). Vrtine so locirane bodisi v drenažnih conah z visoko navidezno transmisivnostjo (40 % vrtin) ali v slabo prepustnih podsistemih. Kar 70 % lokacij preiskanih z vrtinami omogoča izkoriščanje za vodooskrbo, bodisi za lokalne ali pa tudi za regionalne potrebe.

Avertissement. Cet article constitue la troisième et dernière partie d'un mémoire sous titre: «Étude hydrodynamique d'un aquifère karstique» présenté par l'auteur en vue d'une soutenance de thèse de Docteur-ingénieur à l'Université Montpellier II, France, année 1981. Les deux premières parties ont été publiées dans les fascicules 1 et 2, de l'année 1982, de la GEOLOGIJA.

Pojasnilo. Članek predstavlja tretji in zadnji del doktorske disertacije z naslovom: »Študija hidrodinamike kraškega vodonosnika«, ki jo je avtor zagovarjal leta 1981 na Univerzi Montpellier II v Franciji. Prva dva dela sta izšla v 1. in 2. delu revije GEOLOGIJA v letu 1982.

Introduction

Contrairement aux parties précédentes (P. Krivic, 1982a, 1982b) dans lesquelles nous avons traité des variations naturelles des niveaux piézométriques, nous examinerons ici des phénomènes provoqués par pompages dans les forages.

Comme on le sait, les essais par pompage ont pour but de déterminer: les caractéristiques hydrauliques des ouvrages, les débits de production, et d'évaluer les paramètres hydrodynamiques de la couche aquifère. La validité de l'interprétation dépendra du choix de la méthode par rapport au problème posé et aux mesures disponibles.

L'approche du problème nécessiterait une description très fine de la géométrie du milieu constitué par une matrice rocheuse plus ou moins poreuse divisée par des discontinuités très conductrices. Il apparaît qu'en général la matrice rocheuse, malgré sa porosité, se caractérise par une perméabilité négligeable devant celle du massif fissuré et que les réseaux d'écoulement dépendent principalement de la répartition et de la géométrie des discontinuités.

Dans les roches calcaires fissurées, les modes d'écoulement et la géométrie des magasins sont d'une complexité telle qu'on ne dispose pas encore actuellement de solution mathématique d'interprétation totalement satisfaisante.

Les méthodes pour la détermination des propriétés hydrauliques des aquifères fissurés sont proposées par A. C. GRINGARTEN, H. J. RAMEY et P. A. WITHERSPOON. Aussi, nous avons utilisé dans ce travail des méthodes d'interprétation classiques qui ne sont strictement valables que pour des aquifères poreux (homogènes, isotropes et d'extension infinie). Il est bien évident que les paramètres obtenus ainsi n'ont plus de signification physique; il s'agit de valeurs apparentes (transmissivité apparente (T_a) d'un milieu poreux homogène équivalent) qui permettent essentiellement de comparer les résultats des essais que nous avons réalisés. La comparaison facile des essais entre eux justifie l'application de ces méthodes, mais les valeurs absolues de paramètres ainsi obtenus n'ont évidemment aucune autre signification.

Dans le cadre de ce travail, les essais par pompage ont été réalisés sur dix forages. Nous allons examiner les résultats de tous ces essais regroupés par «types» d'évolution; soit que les forages sont situés sous des zones drainantes de l'aquifère; soit qu'ils ne recoupent que des fissures de domaines peu perméables.

CHAPITRE I

Structure du milieu karstique et lois d'écoulement

Avant d'examiner les méthodes disponibles pour l'interprétation des essais par pompage, il est utile de rappeler brièvement les modes d'écoulement dans le milieu karstique, mode d'écoulement lié à la structure de ce milieu.

Alors que dans un milieu poreux on admet généralement l'hypothèse de l'écoulement laminaire, confirmée dans la plupart des cas par les mesures expérimentales, en milieu fissuré, cette hypothèse n'est pas toujours justifiée car les vitesses d'écoulement peuvent atteindre dans les fentes des valeurs importantes. Ceci conduit à rechercher les vitesses critiques pour lesquelles

l'écoulement devient turbulent, alors en dehors des limites de validité de la loi de Darcy.

En conséquence, il apparaît que, pour des fissures d'ouverture supérieure à 1 cm, le régime de l'écoulement de l'eau doit être, le plus souvent, turbulent surtout si l'on considère que l'écoulement est presque toujours non parallèle, compte tenu de la forme des fentes. Les fractures ouvertes ne sont ni planes, ni continues et les lois de perte de charge dépendent de leur conformation et du régime d'écoulement. En régime laminaire, la loi d'écoulement s'écrit:

$$V = -K \cdot i$$

où V est la vitesse de filtration, K est le coefficient de perte de charge (coefficient de Darcy en milieu poreux), ou coefficient de perméabilité, et i le gradient hydraulique pris dans le sens de l'écoulement.

D'après des résultats théoriques et expérimentaux (C. Louis, 1974), les écoulements dans les milieux fissurés peuvent être classés dans les cinq domaines suivants:

- écoulement parallèle laminaire,
- écoulement parallèle turbulent hydrauliquement lisse,
- écoulement turbulent complètement rugueux,
- écoulement laminaire non parallèle,
- écoulement turbulent non parallèle.

La loi de Darcy ne peut donc être vérifiée que pour deux régimes de l'écoulement où les pertes de charge sont linéaires: les régimes de l'écoulement laminaire parallèle et non parallèle.

En dehors de ces domaines, la relation liant la vitesse de l'écoulement et le gradient de perte de charge peut s'écrire:

$$V = -K \sqrt{i} \quad (\text{formule de CHEZY})$$

où K représente la conductivité hydraulique (C. Louis, 1974; G. Castany et J. Margat, 1977).

Souvent est invoqué un régime intermédiaire laminaire-turbulent dont l'expression générale est:

$$V = -K i^n$$

où n serait compris entre 1 et 0,5.

Dans le cas de l'écoulement radial autour d'un forage, la vitesse de l'écoulement varie suivant la distance à l'axe du forage. Les forces d'inertie qui augmentent quand la vitesse de l'écoulement croît viennent s'ajouter aux forces de viscosité. Il existe donc un nombre de REYNOLDS limite au-delà duquel les pertes de charge ne sont plus linéaires. Le nombre de REYNOLDS de l'écoulement en un point est donc inversement proportionnel à la distance de ce point à l'axe du forage. Le régime de l'écoulement, dépendant de la valeur de Re , peut donc changer à une certaine distance du forage; il peut ainsi passer à un écoulement à pertes de charge quadratiques. C. Rayneau (1972) a calculé les distances à l'axe du forage pour lesquelles s'établit un certain nombre de Reynolds, pour un débit donné.

Ainsi, si on prend comme nombre de Reynolds limite de l'écoulement à pertes de charge linéaire, la valeur de 1, on constate que le rayon limite

de changement de régime de l'écoulement est de 27,8 m à 0,11/s, 278 m à 1/s et 2780 m à 10/s (G. Marjolet et J. Salado, 1975). Le domaine des pertes de charges quadratiques autour du forage peut donc être très grand.

La structure du milieu joue un rôle important dans l'organisation des écoulements dans les aquifères karstiques. D'après C. Louis (1974), le milieu fissuré peut être considéré comme continu ou discontinu. Cela dépend uniquement de l'échelle relative du phénomène étudié et du modèle de fracturation caractérisé, par exemple, par la distance moyenne de fractures élémentaires.

Il sera légitime de considérer un milieu fissuré comme continu si la dimension des blocs élémentaires est négligeable devant la dimension du phénomène considéré.

Dans le cas des karsts, la dimension du réseau conducteur n'est pas négligeable, évidemment, par rapport aux dimensions de l'ouvrages. Il est donc extrêmement important de comparer l'extension des fractures (métriques, décimétriques, etc...) et le rayon d'action des essais hydrauliques dans les forages.

Le milieu doit être considéré comme discontinu et hétérogène. Une extrapolation de résultats de mesures ponctuelles à de grands volumes conduirait à de graves erreurs.

L'évolution d'un pompage est étroitement liée à la position de l'ouvrage dans le champ d'hétérogénéité du système karstique, dans lequel on distingue des zones drainantes (des chenaux ou conduits drainants) juxtaposées aux zones peu perméables (C. Drogue, 1974).

Les forages peuvent être situés soit sur les zones drainantes ou à leur proximité immédiate, soit dans les domaines ou »blocs« peu perméables. L'évolution d'un pompage n'est pas la même dans les deux cas, car dans les réseaux de minces fissures les circulations sont lentes et peuvent être laminaires, par contre dans les réseaux de chenaux ou conduits, les écoulements sont plus rapides et peuvent être turbulents; la loi de Darcy n'est alors pas vérifiée.

Les conditions aux limites interviennent aussi car les célérités de propagation des ondes piézométriques (diffusivité apparente élevée) sont telles que les limites de l'aquifère sont atteintes rapidement. Il s'agit, soit des limites à potentiel constant (plan d'eau libre, ligne de sources, ou aquifère adjacent très conducteur), soit des limites imperméables (encaissant marneux par exemple).

CHAPITRE II

Objectifs poursuivis

Avec les pompages, nous avons poursuivi deux objectifs, l'un appliqué et l'autre théorique:

— le premier étant la définition des caractéristiques des forages eux-mêmes et les débits d'exploitation,

— le deuxième objectif vise à améliorer la connaissance des propriétés hydrodynamiques de l'aquifère karstique.

CHAPITRE III

Méthodes d'interprétation1. *Essai de puits*

Comme on le sait, le rabattement s observé dans un puits de pompage en régime permanent est souvent la somme de deux composantes, dont l'une est linéaire et l'autre quadratique par rapport au débit.

$$s = BQ + CQ^2$$

Le coefficient B est constant pour un forage. Il est fonction des caractéristiques transmissivité T et coefficient d'emmagasinement S de l'aquifère, de la pénétration partielle ainsi que du remaniement éventuel autour de la crépine. Le coefficient C est également constant pour le forage. Il dépend de la nature du tubage et de la crépine, de la géométrie du puits, des accessoires utilisés.

L'équation précédente peut s'écrire sous la forme:

$$s/Q = B + CQ$$

qui est une équation du 1er degré. Les rabattements spécifiques en fonction du débit s'alignent sur une droite d'ordonnée à l'origine B et de pente C .

2. *Essai de nappe*2.1. *Régime transitoire*

Nous ne reprendrons pas, dans le cadre de ce travail, les théories relatives aux méthodes d'interprétation qui sont très classiques (J. Forkasiewicz, 1977, G. P. Kruseman et N. A. de Ridder, 1974).

2.2. *Régime permanent*2.2.1. *Méthode de THIEM*

THIEM fut un des premiers à utiliser plusieurs piézomètres pour mesurer la transmissivité d'un aquifère. Il démontra que, dans un aquifère homogène, isotrope et d'une extension infinie, la transmissivité de l'aquifère peut s'exprimer par la formule:

$$T = \frac{Q}{2\pi (s_1 - s_2)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

dans laquelle T est la transmissivité de l'aquifère en m^2/s ,

Q est la débit de pompage en m^3/s ,

r_1 et r_2 sont les distances en mètres entre le puits d'essai et les piézomètres,

s_1 et s_2 sont les rabattements stabilisés en mètres dans les piézomètres.

2.2.2. Méthode de CHEZY-KRASNOPOLSKI

Pour les écoulements turbulents dans les chenaux et fissures A. Krasnopolski a obtenu, d'après la formule de CHEZY

$$V = K \sqrt{i}$$

et avec une démarche analogue à celle de Dupuit, pour débit du puits Q la relation simplifiée suivante (G. V. Bogomolov et G. V. Silin-Bekčurin, 1959):

$$Q = 2\pi kH \sqrt{rs} \quad \text{avec}$$

r: rayon du puits (m); s: rabattement stabilisé (m); H: épaisseur saturée de la couche aquifère (m).

Nous avons donc appliqué cette formule approximative pour le calcul de la conductivité:

$$k = \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{H \sqrt{rs}}$$

CHAPITRE IV

Conditions expérimentales

Les essais ont porté sur dix forages répartis sur les secteurs nord et nord-ouest de l'aquifère étudié. Huit forages (B-1 à B-8) exécutés en 1977 furent implantés le long de la vallée de Brestovica. Deux forages, réalisés en 1979, sont situés dans la doline de Avber (V-2) et dans la doline de Kazlje (V-1). Tous les ouvrages sont reportés sur la carte de la figure 1 de l'article P. Krivic 1982a.

Il est important de signaler que le mode d'exécution des pompages d'essai était différent d'un forage à l'autre. L'équipement des forages, leur trop faible diamètre et le manque de piézomètres, ne nous ont pas permis de faire toutes les mesures souhaitées. Trop fréquemment, les pompages d'essai ont été exécutés à l'air comprimé (pompage par émulsion) et les rabattements n'étaient pas observés pendant la descente du niveau piézométrique. Dans ces cas là, les rabattements ont été mesurés à la remontée seulement après l'arrêt du pompage et les rabattements maximum sont obtenus par extrapolation des courbes de la remontée en coordonnées arithmétiques et semi-logarithmiques. Malgré tout, nous avons tenté d'obtenir le maximum d'informations de chaque essai.

Tous les essais de pompage se sont déroulés en étiage.

Caractéristiques géologiques et techniques des ouvrages voir P. Krivic (1982 a).

CHAPITRE V

Interprétation des essais

Comme nous l'avons dit, il est certain que l'évolution d'un pompage est liée à la position de l'ouvrage dans le milieu fissuré (Hu Khiam, 1973; C. Drogue, 1974).

L'allure générale des courbes obtenues lors des dix essais permet de distinguer plusieurs types d'évolution:

- évolution selon un régime transitoire semblable au modèle de THEIS,
- évolution avec stabilisation rapide ou même immédiate,
- évolution influencée par l'effet de capacité et les pertes de charge anormales au niveau de l'ouvrage.

Pour la discussion et l'interprétation des résultats, nous avons donc regroupé les essais selon ces trois familles.

1. Evolution selon un régime transitoire semblable au modèle de THEIS

1.1. Forage V-1 (Kazlje)

1.1.1. Déroulement des essais

Les essais se sont déroulés du 16 au 22 mars 1979 avec une durée totale de 4 jours et demi (fig. 1).

A cause du diamètre foré trop faible (6" 1/2) ne permettant pas le passage d'une pompe au-delà de 115 m de profondeur, le pompage a été fait par émulsion, à l'aide d'un compresseur Atlas-Copco (débit d'air comprimé: $Q = 33 \text{ m}^3/\text{min}$; pression: $P = 20 \text{ bars}$).

Premier essai

L'essai s'est déroulé à débit moyen de $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ pendant 45 heures. Après 12 heures de pompage, un régime quasi-permanent s'est établi avec un rabattement de l'ordre de 17 m. Après l'arrêt de l'exhaure, la remontée du niveau dans le forage a été observée pendant 31 heures jusqu'à la stabilisation. Le rabattement résiduel de 0,17 m doit être attribué à la baisse naturelle de la nappe en décrue pendant la période des essais.

Deuxième essai

Cet essai à débit constant de $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ n'a duré que deux heures à cause d'une panne du moteur.

Troisième essai

Le pompage a été repris 30 heures plus tard, après avoir attendu la stabilisation du niveau à la cote de départ du deuxième essai. Le débit de pompage étant fixé à $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ pendant une durée de 35 heures, la courbe de rabattement en fonction du temps a repris la même allure que celle obtenue avec le premier essai.

1.1.2. Interprétation des essais

A — Essai de puits

Résultats obtenus — Interprétation

Pour déterminer les caractéristiques du forage et évaluer sa productivité et son efficacité, on ne dispose que de deux paliers de débit différent. Les valeurs ainsi obtenues ne sont donc qu'approximatives.

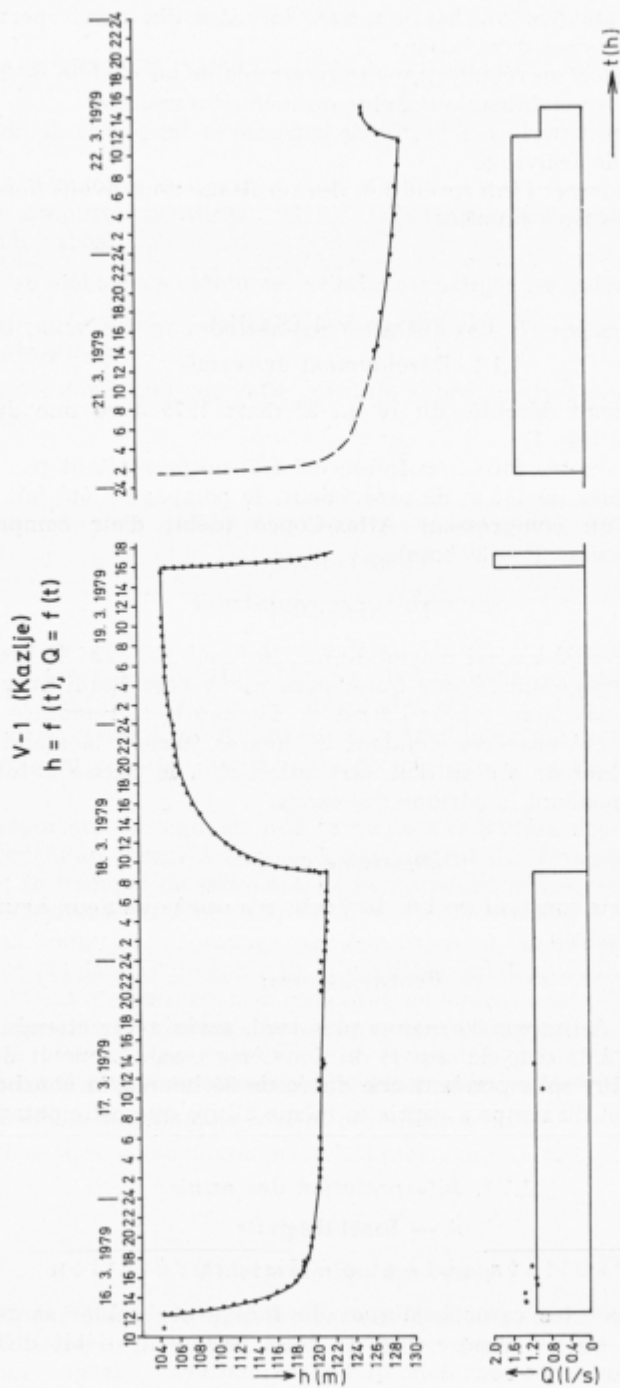


Fig. 1. Pompage d'essai dans le forage V-1

Sl. 1. Črpalni poizkus v vrtni V-1

Tableau 1. Résultats de pompage d'essai par paliers de débit effectué dans le forage V-1

Tabela 1. Rezultati črpalnega poizkusa z različnimi pretoki v vrtni V-1

Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement en m	Rab. spécifique en $\times 10^3 \text{ m}/\text{m}^3/\text{s}$	Débit spécifique en $\times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$
1,1	17,0	15,45	6,47
1,5	24,5	16,33	6,12

Un régime quasi-permanent a été obtenu sur ces deux essais (fig. 1). En effet, en prenant les rabattements suivants après des temps de pompage assez longs et égaux (35 heures) sur les deux paliers de débit, on obtient le tableau 1.

La fonction $s/Q = f(Q)$ est une droite d'équation:

$$s/Q = B + CQ \text{ avec } C = 13 \cdot 10^3; B = 2230 \cdot 10^3$$

La courbe débits/rabattements de $s = f(Q)$ est une fonction parabolique du second degré (fig. 2) qui s'écrit:

$$s = 13 \cdot 10^3 Q + 2230 \cdot 10^3 Q^2$$

Débit exploitable

La courbe $s = f(Q)$ sur la figure 2 montre qu'un pompage au débit de $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ donnerait un rabattement de 59 mètres environ.

La forage se révèle donc très peu productif.

B — Essai de nappe

Régime transitoire

Modèle de fissuration

Les méthodes pour la détermination des propriétés hydrauliques des aquifères fissurés, initialement établies pour des réservoirs pétroliers, sont proposées par Gringarten, Ramey et Witherspoon. Les modèles mathématiques ont récemment été développés pour les écoulements transitoires dans des réservoirs comprenant une fracture unique, verticale ou horizontale. Les mêmes auteurs ont publié des courbes théoriques temps-rabattement et ont mis au point une méthode permettant de calculer les paramètres hydrauliques de l'aquifère (Hu Khiam, 1973; Louis, 1974; Pitard, 1976).

Les rabattements dans le puits pompé sont représentés en fonction du temps en coordonnées bilogarithmiques à modules égaux. La superposition des courbes expérimentales avec les courbes théoriques permet de déterminer une valeur de la hauteur réduite Z_{WD} .

Un point arbitrairement choisi donne les coordonnées suivantes:

- t — temps de pompage (ou depuis son arrêt)
- s — rabattement
- t_D — temps réduit
- s_D — rabattement réduit

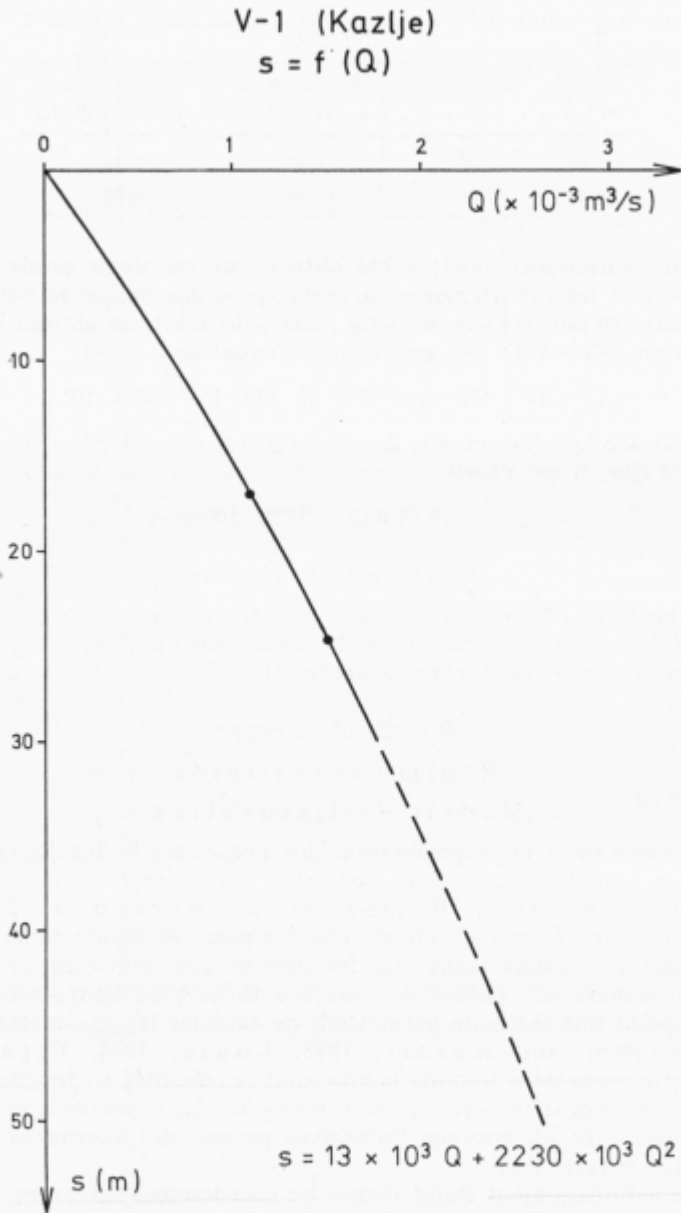


Fig. 2. Courbe débits/rabattements pour le forage V-1

Sl. 2. Krivulja odvisnosti znižanja od črpane količine za vr-tino V-1

L'ensemble des équations suivantes permet de déterminer la perméabilité horizontale k_h , le rapport k_z/S_s et la profondeur des fractures z_w (Pitard, 1976):

$$k_h = \sqrt{k_x k_y} = \frac{Q}{4\pi s} \frac{s_D}{z} \frac{Z_{WD}}{z}$$

$$k_z/S_s = (z/Z_{WD})^2 \frac{t_D}{t}$$

$$s_D = \frac{4 \sqrt{k_h k_z}}{Q} r_f$$

$$Z_{WD} = \frac{z_w}{r_f} \sqrt{\frac{k_h}{k_z}}$$

avec

k_x, k_y, k_z — coefficients de perméabilité suivant les axes x, y, z

S_s — emmagasinement spécifique

z_w — profondeur de la fracture par rapport à la limite supérieure à pression constante

r_f — demi extension latérale de la fissure équivalente

Pour l'interprétation des pompages effectués dans le forage V-1, nous avons utilisé les abaques de A. C. Gringarten et P. A. Witherspoon et ceux de J. Pitard (1976).

Les courbes de descente et de remontée obtenues au forage V-1 présentent une portion rectiligne de pente 0,5 en début de pompage, ce qui indique l'existence d'une fracturation horizontale en relation avec le puits. Les points expérimentaux (fig. 3) coïncident très bien avec les courbes théoriques de modèle mathématique utilisé (fracturation horizontale dans un aquifère semi-infini, avec éponte supérieure à pression constante et pénétration partielle du puits de production).

Ces conditions théoriques sont proches des conditions de gisement de la nappe. Les prospections géophysiques par les sondages électriques ont montré une épaisseur très grande de l'aquifère. Cependant, le degré de fissuration et la karstification en profondeur ne sont pas connus. Enfin, une extension latérale très importante de l'aquifère confirme le choix du modèle appliqué.

La superposition des courbes expérimentales à celles du modèle de fissuration convient le mieux à la courbe type des fissures horizontales avec $Z_{WD} = 1$. La superposition des points expérimentaux sur l'abaque est presque parfaite pour la remontée (fig. 4). Elle est un peu moins bonne pour la courbe de descente (fig. 3) par suite de faibles variations du débit qui n'influencent pas la courbe de remontée.

Les deux premiers points dès le début du pompage et dès son arrêt dans le cas d'une mesure de remonté s'écartent de la courbe théorique correspondante. Cela est dû à l'effet de capacité du puits ou de la postproduction qui provoquent un retard de rabattements dans le puits par rapports aux variations de la pression de l'eau dans l'aquifère.

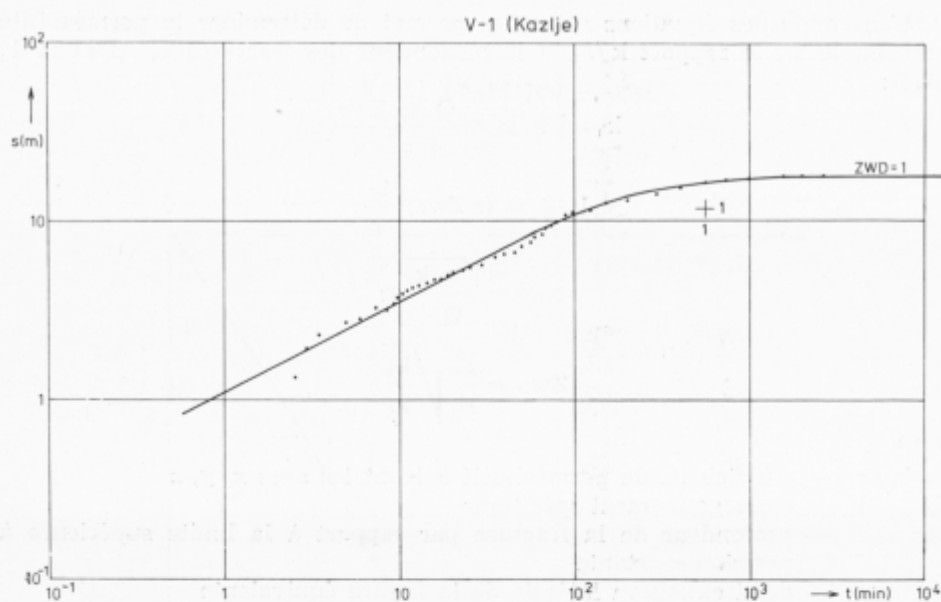


Fig. 3. Courbe type du modèle de fissuration horizontale et les points expérimentaux (abaissement, $Q = 1,1$ l/s)

Sl. 3. Tipška krivulja modela z vodoravnimi razpokami in točke dobljene pri znižanju ($Q = 1,1$ l/s)

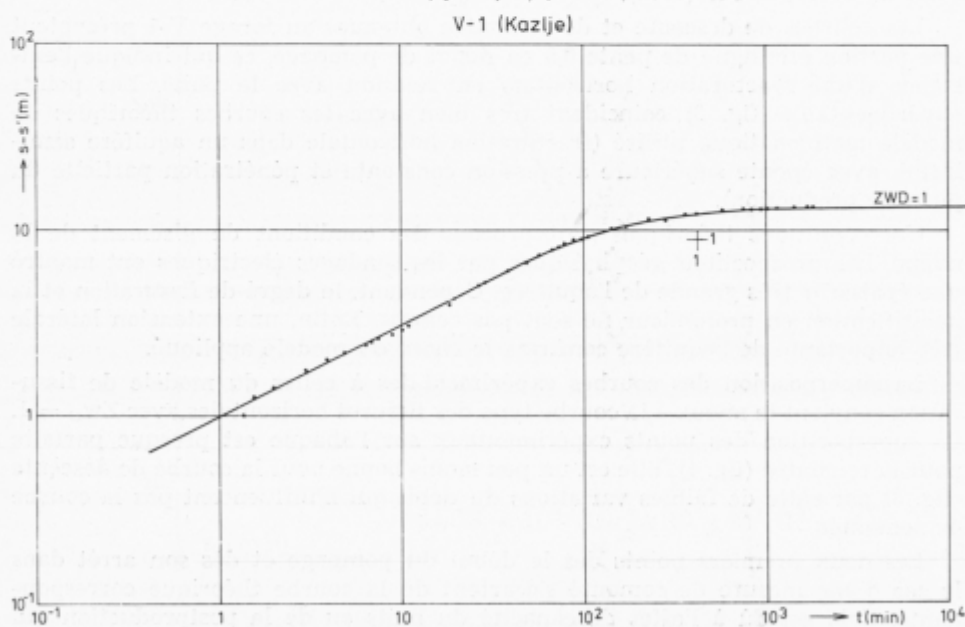


Fig. 4. Courbe théorique modèle de fissuration et les points expérimentaux (remontée)

Sl. 4. Teoretična krivulja razpoklinskega modela in točke dobljene pri dvigu

Tableau 2. Résultats d'interprétation des pompages d'essai par la méthode de Gringarten et Witherspoon effectués dans le forage V-1

Tabela 2. Rezultati interpretacije črpalnih poizkusov v vrtini V-1 po metodi Gringartena in Witherspooa

Diagramme utilisé	Z_{wD}	t en s	t_D	s en m	z_w en m	Q en m^3/s	k_{h3} en m^3/s	k_z/S_s en m^2/s
descente	1	$3,2 \cdot 10^4$	1	11	34	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
remontée	1	$2,5 \cdot 10^4$	1	9	28	-	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$

Les résultats d'interprétation des essais sont résumés dans le tableau 2.

La superposition très satisfaisante des courbes expérimentales aux courbes théoriques du modèle de fissures horizontales montre une prédominance des circulations dans des fentes horizontales dans l'aquifère au niveau de ce site.

Les courbes de descente et de remontée débutent toutes par une portion rectiligne de pente 1/2, puis tendent vers une stabilisation au bout de deux heures environ. La durée assez longue de l'écoulement linéaire caractérisé par cette pente semblable aux cas des réservoirs de pétrole, indiquerait ici un aquifère profond; la partie rectiligne correspondante des courbes obtenues dans les aquifères peu profonds ne durant que quelques minutes (J. Pitarid, 1976).

L'interprétation des courbes par la méthode d'identification conviendrait mieux si nous disposions d'éléments de calcul de base suffisants, tels que l'emmagasinement spécifique du terrain, sa porosité ou l'épaisseur de l'aquifère.

Il semble tout de même que le modèle théorique appliqué convienne aux conditions connues de gisement de la nappe.

Méthode d'approximation logarithmique

Afin de comparer les résultats des interprétations classiques à ceux des méthodes plus spécifiques de A. C. Gringarten et P. A. Witherspoon, nous allons essayer d'interpréter les essais précédents par l'approximation logarithmique de Jacob.

L'évolution du rabattement en régime transitoire est observée lors de la descente et à la remontée du niveau au cours de deux essais.

Le graphique en coordonnées semi-logarithmiques $h = f(\log t)$ représente deux courbes de descente avec deux débits différents (fig. 5). La courbe de rabattement — log du temps pour le premier essai se décompose en trois parties:

— la première partie indique qu'il y a autour du forage un domaine conducteur franchi par l'onde de pompage après 30 minutes d'essai. Il s'agit vraisemblablement du terrain longuement développé lors de l'exécution du forage;

— la deuxième partie représente une droite qui correspond à une transmissivité apparente de $2 \cdot 10^{-5} m^2/s$ du terrain non perturbé par les travaux de forage;

— la troisième partie qui a une pente beaucoup plus faible serait dûe, soit à l'existence d'un drain d'alimentation, soit à un phénomène de drainance ou d'égouttement.

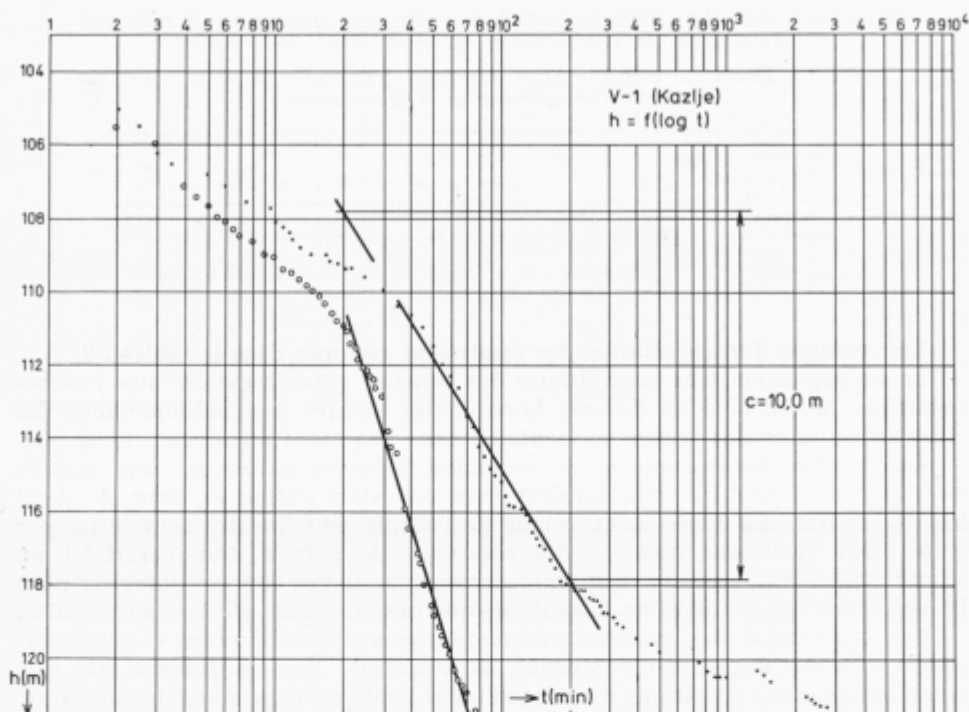


Fig. 5. Essai par pompage sur le forage V-1 (descente: premier essai — $Q = 1,1$ l/s, deuxième essai — $Q = 1,8$ l/s)

Sl. 5. Črpalni poizkus v vrtini V-1 (znižanje: prvi poizkus — $Q = 1,1$ l/s, drugi poizkus — $Q = 1,8$ l/s)

Les courbes de remontée $h = f(\log t')$ et $s = f(\log t'/t')$ sont conformes à celles de descente, et permettent de calculer la même transmissivité apparente (fig. 6).

Sur le graphique rabattement résiduel — \log du t'/t' (fig. 6), la droite de remontée ne passe pas par l'origine ($t'/t' = 1$; $s' = 0$). La vitesse de remontée est plus grande que dans le modèle théorique.

Comme il ne peut pas y avoir de variation de coefficient d'emmagasinement, ceci serait la conséquence de la présence d'un drain d'alimentation.

Les résultats d'interprétation des essais sont résumés dans le tableau 3.

Remarque: Ne disposant pas de piézomètre, il n'est pas possible de calculer le coefficient d'emmagasinement.

Régime permanent

Deux paliers de débit en régime quasi-stabilisé vers la fin de chaque essai donnent les résultats suivants (tab. 4) d'après l'interprétation par la formule approximative de CHEZY-KRASNOPOLSKI pour l'écoulement turbulent dans les fissures aux alentours du puits:

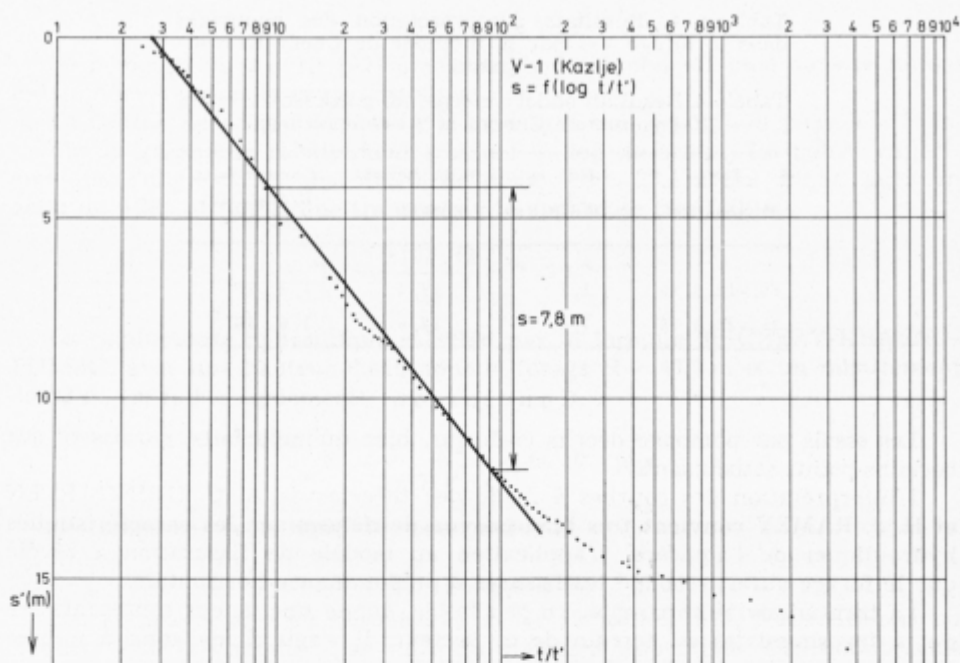


Fig. 6. Essai par pompage sur le forage V-1 (remontée)
Sl. 6. Črpalni poizkus v vrtini V-1 (dvig)

Tableau 3. Résultats d'interprétation des pompages dans le forage V-1 par la méthode d'approximation logarithmique

Tabela 3. Rezultati obdelave poizkusnih črpanj v vrtini V-1 po metodi logaritemske aproksimacije

Date d' exécution	Diagramme utilisé	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Transmissivité apparente en m^2/s
16. 3. 1977	$h = f(\log t)$	1,1	$2 \cdot 10^{-5}$
19. 3. 1977	$h = f(\log t)$	1,8	$2 \cdot 10^{-5}$
18. 3. 1977	$s = f(\log t/t')$	1,1	$3 \cdot 10^{-5}$
18. 3. 1977	$h = f(\log t')$	1,1	$3 \cdot 10^{-5}$

$$k = \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{H\sqrt{rs}} \quad \text{avec}$$

$$H = 97 \text{ m et } r = 0,1 \text{ m}$$

Tableau 4. Résultats d'interprétation des pompages dans le forage V-1 par la méthode de Chezy-Krasnopolski

Tabela 4. Rezultati obdelave črpalnih poizkusov v vrtini V-1 po metodi Chezya in Krasnopolskega

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement en m	Conductivité hydraulique en m/s
16. -18. 3. 79	1,1	17,2	$1,4 \cdot 10^{-6}$
21. -22. 3. 79	1,5	24,5	$1,6 \cdot 10^{-6}$

Conclusion

Les essais par pompage décrits ci-dessus, bien qu'imparfaits, paraissent sur certains points satisfaisants.

L'interprétation des courbes à l'aide des théories de A. C. GRINGARTEN et H. J. RAMEY convient très bien en vue de déterminer les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère. L'application au modèle de fissuration a révélé que le forage aurait recoupé les fissures à prédominance horizontale.

La transmissivité apparente, un peu faible, donne une valeur représentative de la transmissivité du terrain de ce secteur. Il s'agit d'une zone à minces fissures assez éloignée d'un drain d'alimentation.

Du point de vue pratique, il apparaît que le forage V-1 n'est pas en mesure de fournir des débits élevés économiquement intéressants.

1.2. Forage B-1

Les observations lors des essais par pompage effectués dans le forage B-1 sont incomplètes par suite du diamètre trop faible du forage ne permettant des mesures que pour la remontée après l'arrêt du pompage.

Deux essais fournissent les valeurs suivantes de la conductivité hydraulique par la formule de CHEZY-KRASNOPOLSKI (tab. 5).

D'après un calcul approximatif à partir de l'observation de remontée en régime transitoire, on obtient une valeur de la transmissivité apparente qui se situerait entre $4 \cdot 10^{-7}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Tableau 5. Résultats d'interprétation des pompages d'essai dans le forage B-1 par la méthode de Chezy-Krasnopolski

Tabela 5. Rezultati obdelave črpalnih poizkusov v vrtini B-1 po metodi Chezya in Krasnopolskega

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement en m	Hauteur d'eau en m	Conductivité hydraulique en m/s
22. 2. 1977	0,08	40,5	61,3	$1,2 \cdot 10^{-7}$
25. 2. 1977	0,12	46,6	78,7	$1,4 \cdot 10^{-7}$

1.3. Forage B-3

Le pompage du 2 avril 1977 était semblable à celui effectué dans le forage B-1 (observation de la seule remontée).

La courbe de remontée $h = f(t')$, tend vers une asymptote pour $h = 38$ m.

Sur le graphique rabattement résiduel — log du temps, les points expérimentaux s'alignent sur une droite de pente: $\Delta s = 23,4$ m qui donne, avec un débit de $0,28 \cdot 10^{-3}$ m³/s, une transmissivité apparente très faible:

$$T_a = \frac{0,183 \cdot Q}{\Delta s} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

La conductivité hydraulique calculée par la formule de CHEZY-KRASNO-POLSKI, avec une hauteur d'eau dans le forage $H = 47,3$ m et un rabattement de 32 m, est faible également:

$$K = \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{H \sqrt{r s}} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

Le forage se révèle donc très peu productif.

1.4. Forage B-6

Les pompages se sont déroulés le 11 et 12 juillet 1977. Nous n'avons pu mesurer que la remontée par suite du diamètre trop faible. Cependant, nous avons effectué deux essais par émulsion qui ont donné les résultats suivants (fig. 7 et tableau 6).

Sur le graphique de $h = f(\log t')$, les points expérimentaux s'alignent sur deux droites (tableau 7).

Le développement progressif des fissures colmatées autour du forage s'est produit au cours du pompage. On retient donc les valeurs de $k = 9 \cdot 10^{-6}$ m/s et $T_a = 1 \cdot 10^{-4}$ m²/s.

1.5. Forage B-8

Nous avons effectué deux essais de pompage à débit moyen de $0,95 \cdot 10^{-3}$ m³/s (fig. 8).

L'interprétation des essais par la méthode de CHEZY-KRASNOPOLSKI est résumée dans le tableau 8.

L'exploitation des mesures de remontée en régime transitoire, la pente ($c = 6,9$ m) étant la même pour les deux courbes, a fourni la valeur suivante de la transmissivité apparente:

$$T_a = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

1.6. Forage V-2

Les essais dans le forage V-2 ont été effectués le 13 et 14 mai 1979 avec un débit de $0,2 \cdot 10^{-3}$ m³/s.

Le niveau dynamique étant descendu au-dessous de 150 m, nous n'avons pas pu suivre l'évolution du rabattement lors du pompage par manque d'équipement.

Le rabattement étant donc supérieur à 80 m, la conductivité hydraulique k est inférieure à $1 \cdot 10^{-9}$ m/s.

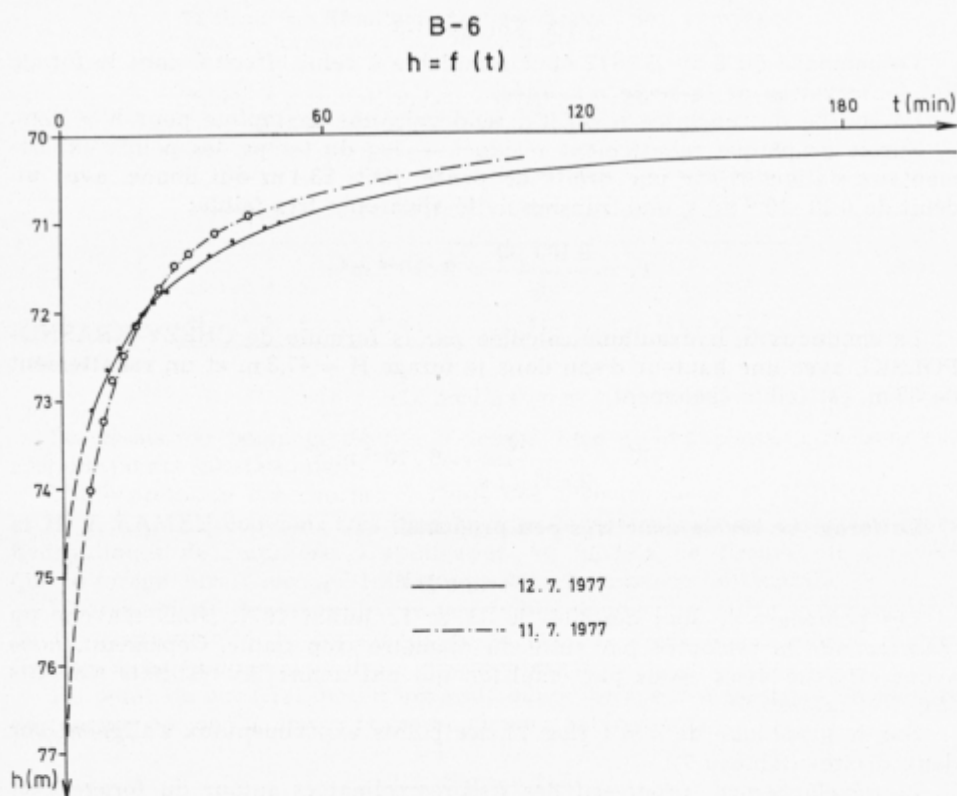


Fig. 7. Courbes de remontée dans le forage B-6: premier essai — $Q = 1,7$ l/s, deuxième essai — $Q = 1,9$ l/s

Sl. 7. Krivulji dviga po črpanju v vrtini B-6: prvi poizkus — $Q = 1,7$ l/s, drugi poizkus — $Q = 1,9$ l/s

Tableau 6. Résultats d'interprétation des essais dans le forage B-6 par la méthode de Chezy-Krasnopolski

Tabela 6. Rezultati poizkusnih črpanj v vrtini B-6 obdelanih po metodi Chezya in Krasnopolskega

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement en m	Conductivité hydraulique en m/s
11. 7. 1977	1,7	5,27	$7 \cdot 10^{-6}$
12. 7. 1977	1,9	4,07	$9 \cdot 10^{-6}$

Tableau 7. Résultats d'interprétation des pompages dans le forage B-6 par la méthode d'approximation logarithmique

Tabela 7. Rezultati obdelave črpanih poizkusov v vrtni B-6 po metodi logaritemske aproksimacije

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement pour log cycle en m	Transmissivité apparente en m^2/s
11. 7. 1977	1,7	3,92	$8 \cdot 10^{-5}$
12. 7. 1977	1,9	2,42	$1 \cdot 10^{-4}$

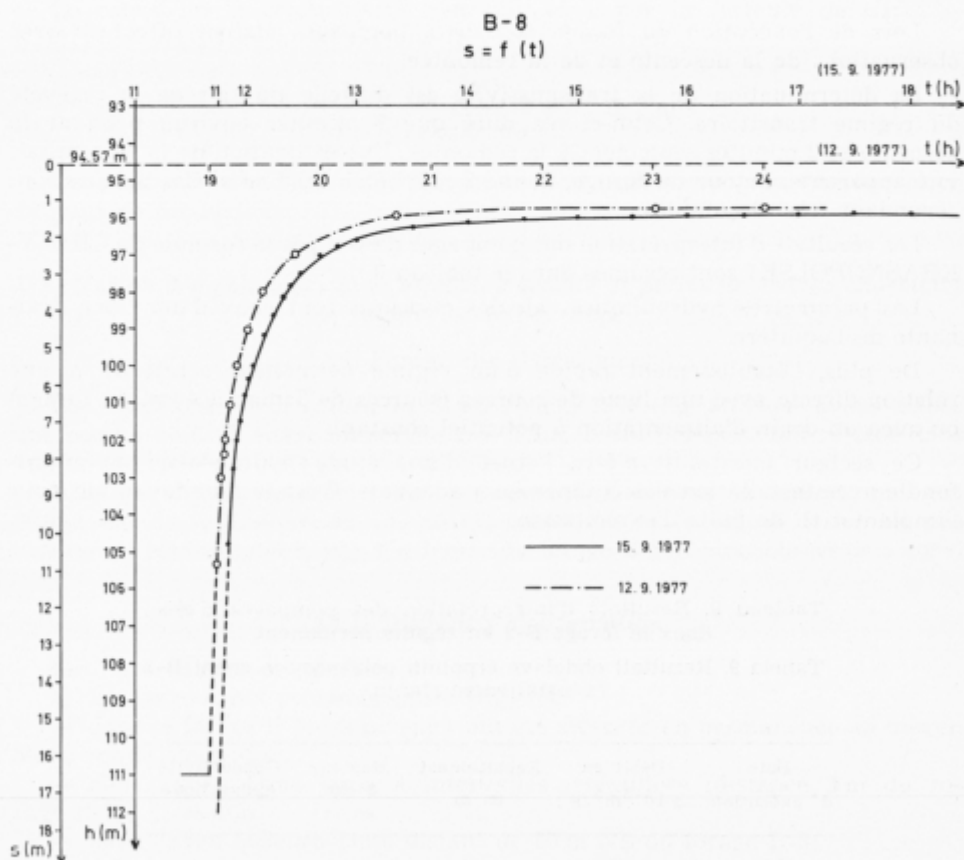
Fig. 8. Courbes de remontée dans le forage B-8 ($Q = 0,95 \text{ l/s}$)Sl. 8. Krivulji dviga po črpanju v vrtni B-8 ($Q = 0,95 \text{ l/s}$)

Tableau 8. Résultats d'interprétation des essais par pompage dans le forage B-8

Tabela 8. Rezultati obdelave poizkusnih črpanj v vrtini B-8

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabatement en m	Hauteur d'eau dans le forage en m	Conductivité hydraulique en m/s
12. 9. 1977	0,95	16,4	97	$2 \cdot 10^{-6}$
15. 9. 1977	0,95	17,4	97	$2 \cdot 10^{-6}$

2. Evolution avec stabilisation rapide ou même immédiate

2.1. Forage B-2

Lors de l'exécution du forage B-2 deux pompages étaient effectués avec observations de la descente et de la remontée.

La détermination de la transmissivité est difficile du fait de la brièveté du régime transitoire. Celui-ci n'a duré que 7 minutes environ pendant la descente et 2 minutes seulement à la remontée. Une estimation de la transmissivité apparente, autour du forage, donne $2 \cdot 10^{-3}$ et $1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Ces valeurs sont cependant très discutables.

Les résultats d'interprétation des pompages d'essai par la formule de CHEZY-KRASNOPOLSKI sont résumés dans le tableau 9.

Les paramètres hydrauliques calculés ci-dessus sont ceux d'une zone drainante de l'aquifère.

De plus, l'établissement rapide d'un régime permanent serait dû à une relation directe avec une ligne de sources (sources de Timav à 4 km du forage) ou avec un drain d'alimentation à potentiel constant.

Ce secteur mériterait d'être l'objet d'une étude hydrogéologique approfondie avec installation des équipements adéquats. C'est le lieu favorable pour l'implantation de puits d'exploitation.

Tableau 9. Résultats d'interprétation des pompages d'essai dans le forage B-2 en régime permanent

Tabela 9. Rezultati obdelave črpalnih poizkusov v vrtini B-2 v ustaljenem stanju

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabatement en m	Hauteur d'eau en m	Conductivité hydraulique en m/s
17. 3. 1977	4,5	0,35	37,1	$1,4 \cdot 10^{-4}$
23. 3. 1977	4,5	0,35	47,1	$1,1 \cdot 10^{-4}$

2.2. Forage B-4

L'essai par pompage effectué dans le forage B-4 a duré 22 heures avec un débit moyen de $7,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

Aucune variation du niveau n'a été révélée ni lors du pompage ni après l'arrêt de celui-ci.

L'établissement immédiat d'un régime permanent ne permet pas la détermination de la transmissivité.

Le forage B-4 est donc implanté dans une zone drainante de l'aquifère, à très forte diffusivité, probablement en liaison directe avec les sources de Timav. (P. Krivic, 1981).

2.3. Forage B-7

L'essai a été réalisé le 5 août 1977 avec un débit de $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ et un rabattement apparent de 0,1 m en fin d'essai.

Le calcul de la conductivité hydraulique k par la formule de CHEZY-KRASNOPOLSKI déjà citée donne le résultat suivant:

$$k = \frac{1}{2\pi} \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{70 \cdot \sqrt{0,05 \cdot 0,1}} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

La grande perméabilité de ce secteur le rend intéressant pour l'implantation de puits de production.

3. Evolution des pompages avec effet de capacité et pertes de charge anormales au niveau de l'ouvrage

3.1. Forage B-5 (Drča jama)

Les essais ont été effectués du 23 au 27 mai 1977 (fig. 9). Nous avons utilisé une pompe de 6" Pleuger immergée à — 72 m. L'eau pompée était rejetée dans une doline située à 600 m à l'est du forage.

Afin de vérifier que cette eau ne revenait pas dans le forage, un essai d'injection de la fluorescéine a été effectué dans cette doline. Il ne fut pas observé de colorant dans l'eau d'exhaure du forage B-5 et aux sources de Timav.

3.1.1. Dispositif d'observation

Les observations ont porté:

- a) sur les niveaux piézométriques (fig. 10);
 - dans le forage B-5, les niveaux ont été mesurés en permanence au moyen d'une sonde électrique;
 - dans l'aven Drča jama à intervalles irréguliers (distance 2 m du forage B-5);
 - dans l'aven Dolenca jama distant de 80 m NE du forage B-5;
 - dans le piézomètre B-1 situé à 120 m à l'ENE du forage B-5;
- b) sur les débits indiqués par le compteur de débits et vérifiés par les mesures à la capacité avec un fût de 2 m³.

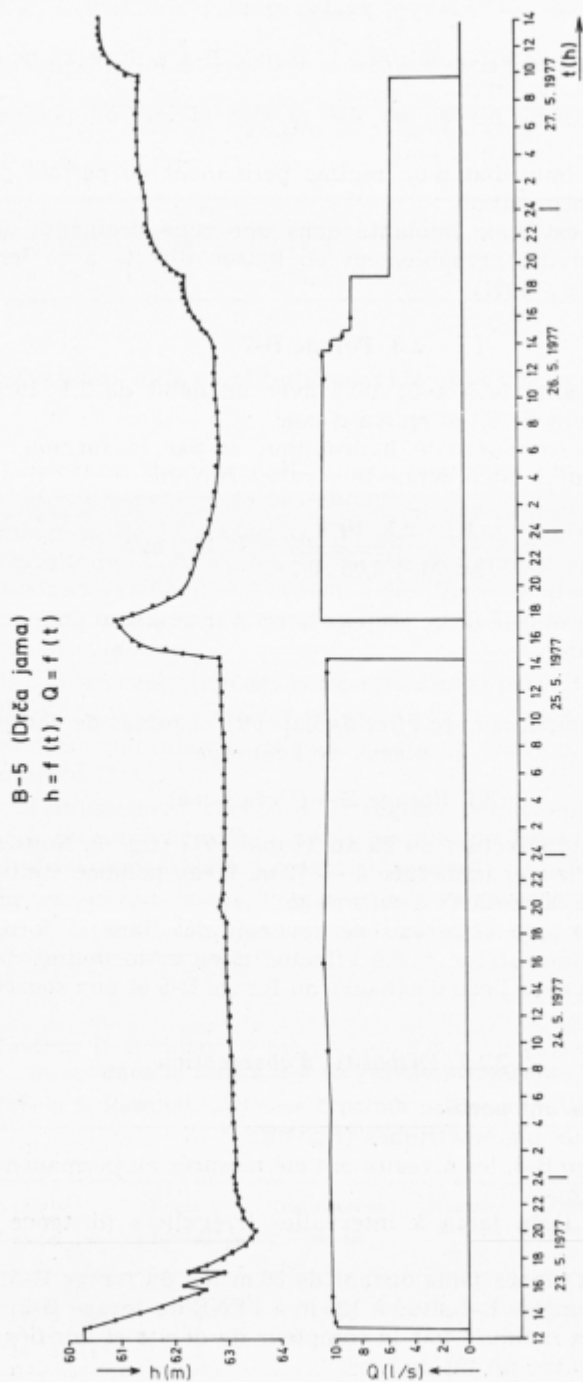


Fig. 9. Essai par pompage sur le forage B-5

Sl. 9. Črpalni poizkus v vrtini B-5

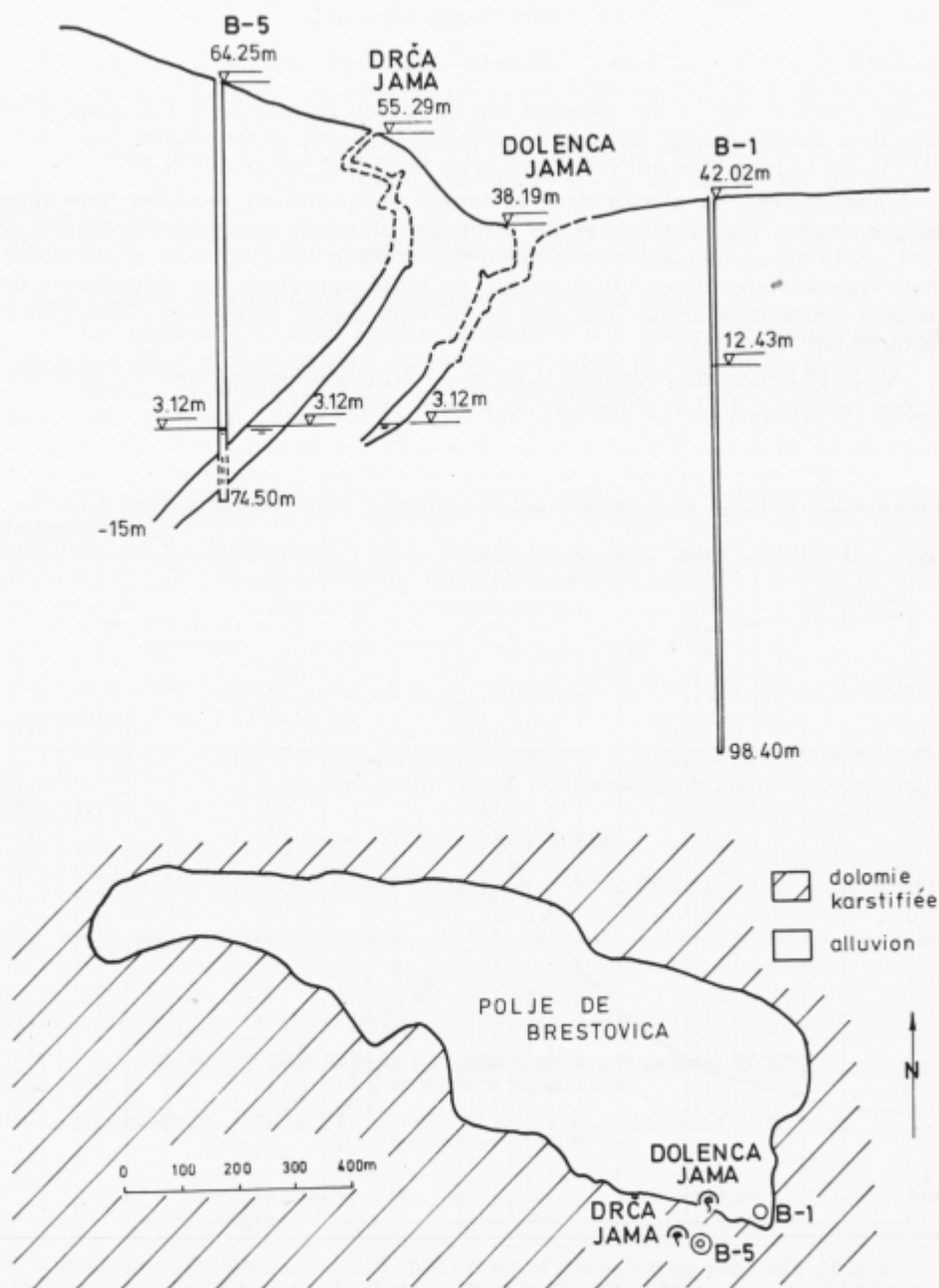


Fig. 10. Forage B-5. Coupe schématique et situation des piézomètres
 Sl. 10. Vrtina B-5. Shematični prerez in situacija piézometrov

3.1.2. Déroulement des essais

Premier essai

Le premier essai a été effectué les 23, 24 et 25 mai 1977. Cet essai s'est déroulé à débit constant de 10,4 l/s pendant une durée de 50 heures. Les observations de la remontée ont été poursuivies le 25 mai jusqu'à 17 h 30.

L'abaissement du niveau dans le forage était continu dans les trois premières heures. Après 3 heures de pompage, plusieurs remontées brusques se sont produites accompagnées par des arrivées d'eau trouble, alors que le débit était constant (fig. 9 et 11). Il s'agit de nettoyage et de développement de fissures remplies d'argile aux alentours d'un chenal (grotte de Drča jama) recoupé par le forage.

Après 10 heures de pompage, le niveau était pratiquement stabilisé avec une légère remontée du fait d'un développement progressif.

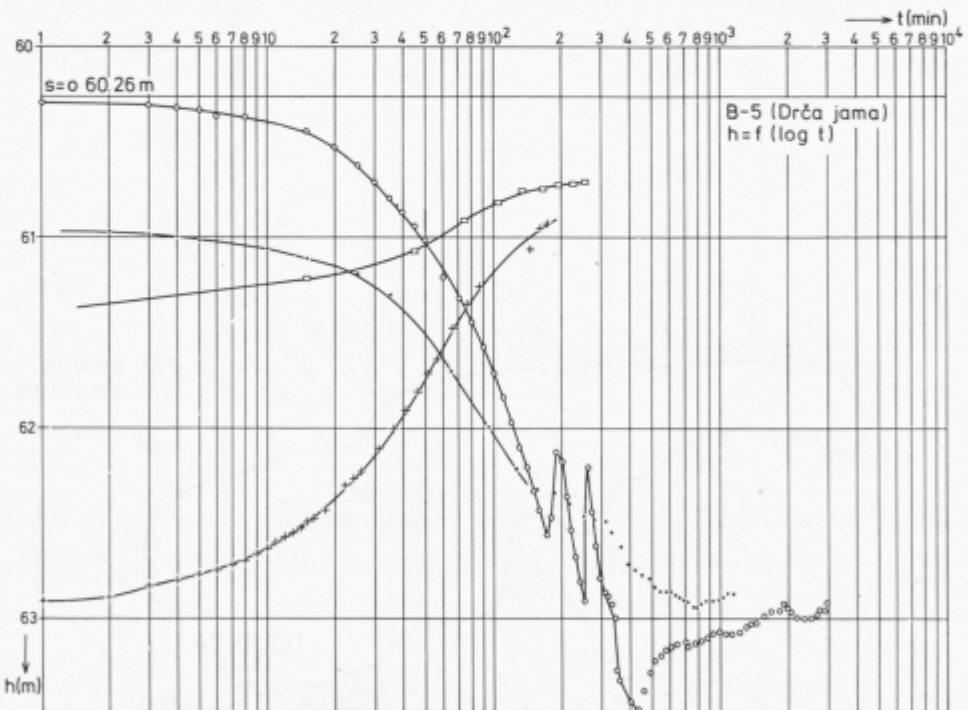


Fig. 11. Essai par pompage sur le forage B-5. Points observés: \circ — descente $Q = 10,4$ l/s, $+$ — remontée $Q = 10,4$ l/s, \bullet — descente $Q = 10,5$ l/s, \square — remontée $Q = 5,4$ l/s

Sl. 11. Črpalni poizkus v vrtini B-5. Izmerjene točke: \circ — znižanje $Q = 10,4$ l/s, $+$ — dvig $Q = 10,4$ l/s, \bullet — znižanje $Q = 10,5$ l/s, \square — dvig $Q = 5,4$ l/s

Deuxième essai

Cet essai s'est déroulé du 25 au 27 mai 1977, en trois paliers de débit en régime quasi-permanent; le premier palier au débit de 10,5 l/s, le deuxième au débit de 8,3 l/s et le troisième au débit de 5,4 l/s (fig. 9).

La durée totale du pompage était de 40 heures. La remontée a été observée durant 4 heures. Le régime quasi-permanent a été réalisé en fin de chaque palier de débit.

Observations dans les piézomètres

Les observations pendant le pompage ont montré que:

— Le sondage B-1 prévu comme piézomètre n'a pas réagi, le niveau étant toujours à 25,06 m sous le bord du tubage au début et à la fin du pompage.

— Avant le pompage, le niveau piézométrique dans le forage B-5 était à la même cote que dans l'aven Drča jama. Après 24 heures de pompage, le niveau a baissé de 2,78 m à B-5 et de 2,62 m à Drča jama. La différence de 16 cm entre ces deux rabattements est due aux pertes de charge dans le forage (fig. 10).

— En même temps on a mesuré un rabattement de 1,725 m dans l'aven Dolencja jama.

3.1.3. *Interprétation des essais**A — Essai de puits*

Résultats obtenus — interprétation

L'essai par paliers de débit effectué dans le forage B-5 a donné les résultats représentés dans le tableau 10.

Le débit spécifique n'est pas constant et diminue lorsque le débit Q augmente. Le graphique de $s = f(Q)$ représente une fonction parabolique du second degré (fig. 12):

$$s = 177,5 Q + 7,6 \cdot 10^3 Q^2$$

Le rabattement spécifique s/Q croît avec le débit Q . Les points expérimentaux représentant les valeurs de s/Q en fonction de Q s'alignent sur une droite (fig. 13). L'équation de cette droite s'écrit:

$$s/Q = 177,5 + 7,6 \cdot 10^3 Q$$

Tableau 10. Résultats de pompage d'essai par paliers de débit effectué dans le forage B-5

Tabela 10. Rezultati črpalnega poizkusa z različnimi črpanimi količinami v vrtini B-5

Débit en $\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$	Rabattement en m	Rab. spécifique en $\text{m}/\text{m}^3/\text{s}$	Débit spécifique en $\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}/\text{m}$
5,4	1,18	218,5	4,58
8,3	2,00	241,0	4,15
10,5	2,70	257,1	3,89

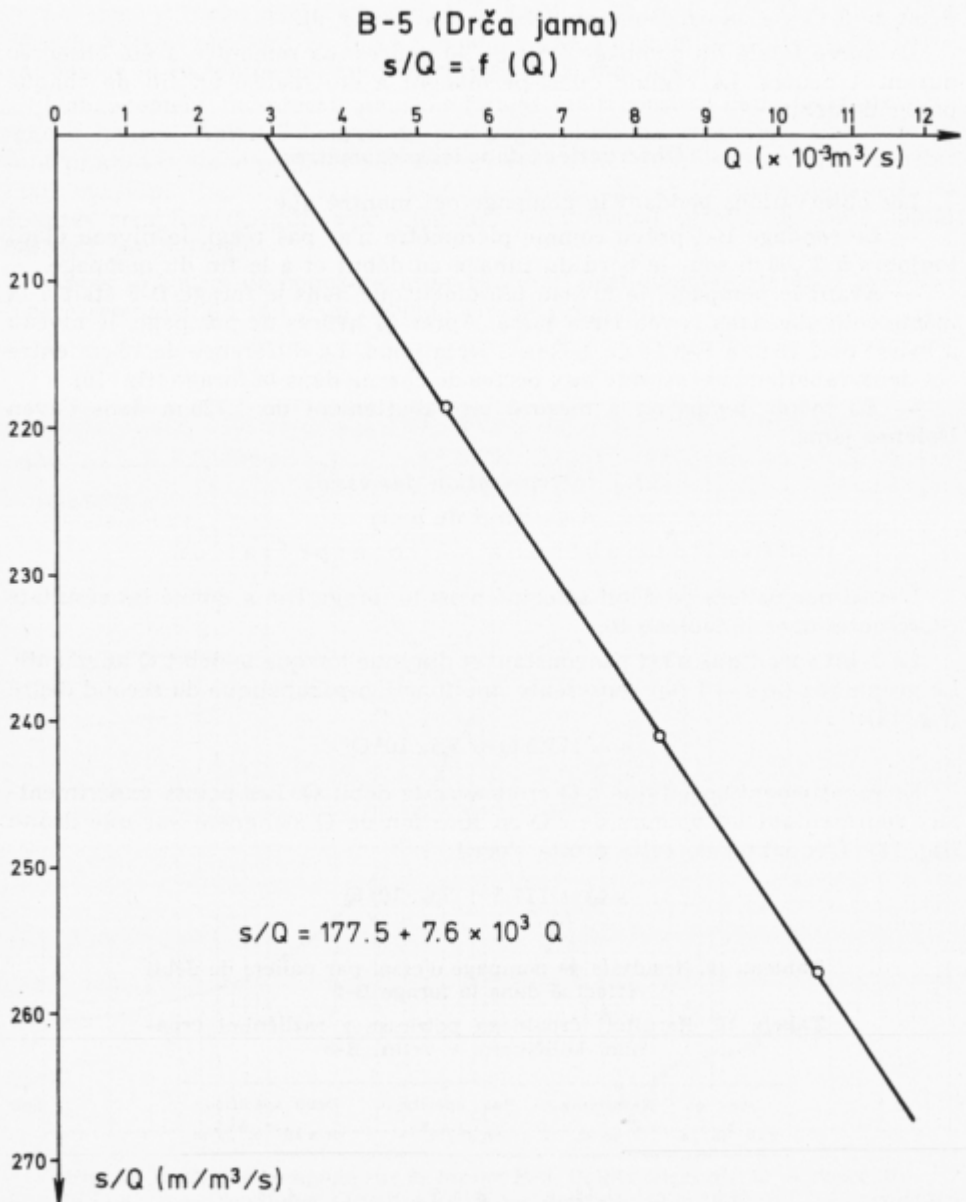


Fig. 12. Courbe caractéristique du forage B-5

Sl. 12. Krivulja odvisnosti znižanja od črpane količine za vrtino B-5

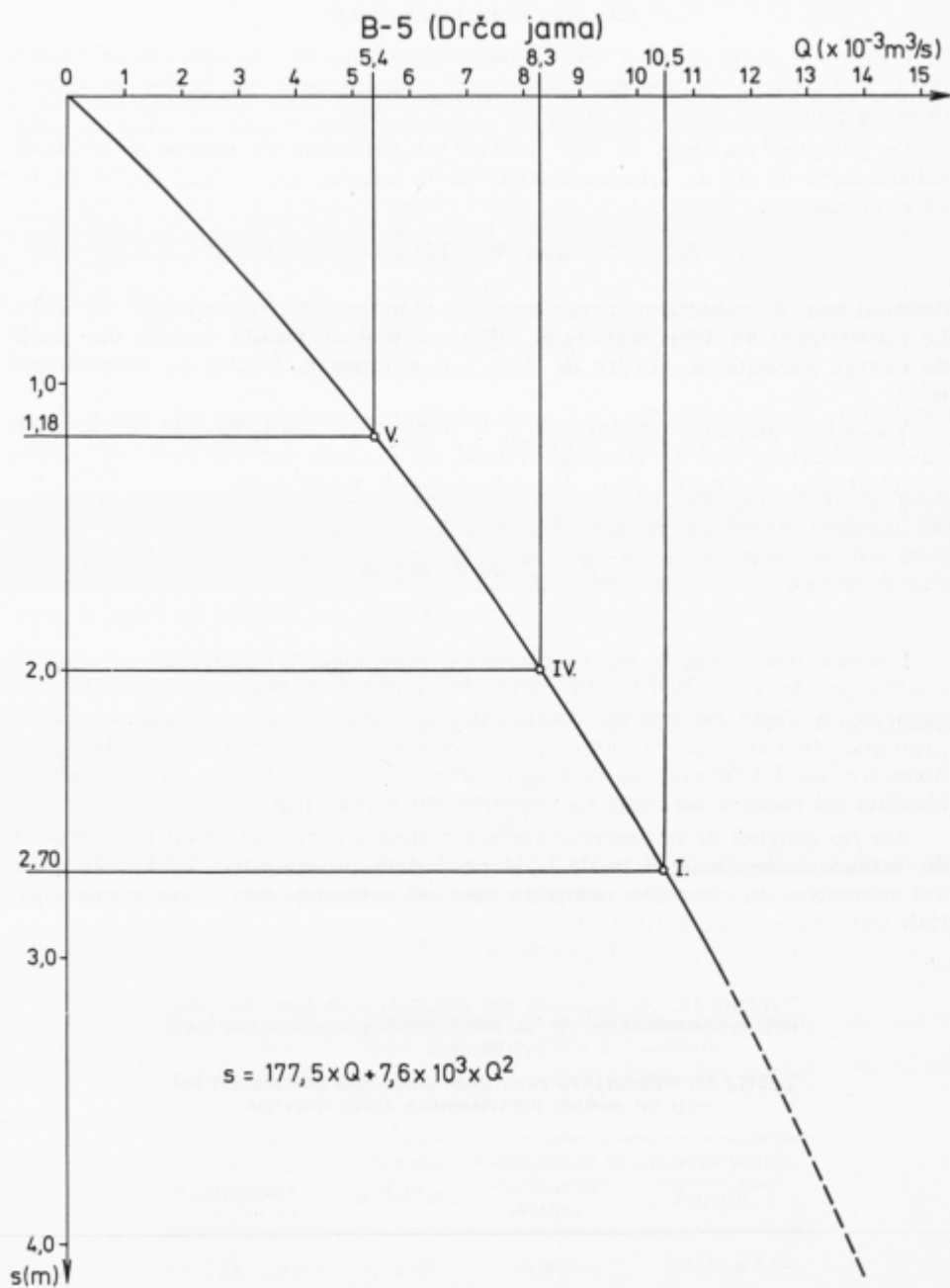


Fig. 13. Courbe débits/rabattements spécifiques pour le forage B-5
 Sl. 13. Krivulja odvisnosti specifičnega znižanja od pretoka za vrtino B-5

Débit exploitable

L'essai de puits montre que le débit spécifique du forage est de l'ordre de $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ par mètre de rabattement, compte tenu des pertes de charge dues au puits.

Le pompage au débit de $10,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ a provoqué en régime stabilisé un rabattement de 2,7 m. L'extrapolation de la courbe $s/Q = f(Q)$ de la figure 13 et l'équation:

$$s = BQ + CQ^2 \text{ avec } B = 177,5 \text{ et } C = 7,6 \cdot 10^3$$

donnent pour un rabattement maximum de 12 m un débit voisin de $30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Le rabattement au débit maximum à l'état actuel du forage, intègre une perte de charge parasite de l'ordre de 6 m, soit environ la moitié du rabattement total.

Vu le développement progressif et la diminution des pertes de charge dues aux décolmatage lors du pompage d'essai, on pourrait espérer avoir des débits d'exploitation supérieurs pour des rabattements équivalents.

B — Essai de nappe

Régime transitoire

L'allure des courbes en coordonnées semi-logarithmiques $h = f(\log t)$ semblables dans les deux essais (fig. 11) montre l'importance de l'effet de capacité. Il s'agit de volume d'eau contenu dans le puits et dans le chenal principal de l'aven Drča jama qui se comporte comme un puits de grand diamètre. L'effet inverse de la post-production sur l'évolution du rabattement résiduel est observé au cours de remontée du niveau (fig. 11).

Sur les courbes de la descente après 3 heures à partir du début de pompage, on remarque les anomalies déjà décrites dans le chapitre V.3.1.2. Il s'agit des remontées au cours du pompage dues au nettoyage des fissures colmatées (tab. 11).

Tableau 11. Comparaison des résultats d'analyse des courbes expérimentales par la méthode d'approximation logarithmique

Tabela 11. Primerjava rezultatov obdelave poizkusnih krivulj po metodi logaritemske aproksimacije

Date d'exécution d'essai	Portion de la courbe utilisée	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Transmissivité apparente en m^2/s
23. 5. 1977	descente	10,4	$6,8 \cdot 10^{-4}$
25. 5. 1977	remontée		$9,5 \cdot 10^{-4}$
25. 5. 1977	descente	10,7	$1,1 \cdot 10^{-3}$

Régime permanent

Méthode de THIEM

La détermination de la transmissivité par la méthode de THIEM avec Drča jama et Dolenca jama comme piézomètres donne les résultats suivants:

$$\begin{aligned} s_1 &= 2,62 \text{ m} \\ s_2 &= 1,73 \text{ m} \\ Q &= 10,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \\ r_1 &= 2 \text{ m} \\ r_2 &= 80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_a = \frac{Q}{2\pi (s_1 - s_2)} \ln \frac{r_2}{r_1} = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

s_1 et s_2 sont les rabattements stabilisés dans les avens Drča jama et Dolenca jama respectivement, r_1 et r_2 sont les distances entre le puits d'essai et les piézomètres.

Ce résultat montre que la transmissivité dans la direction entre le puits et les deux grottes est un peu plus grande que la moyenne obtenue par l'interprétation en régime transitoire. C'est tout à fait normal car les deux grottes recoupent la même fracture plus ou moins ouverte en liaison directe avec le puits de production.

Méthode de CHEZY-KRASNOPOLSKI

On a appliqué la formule approximative de CHEZY-KRASNOPOLSKI déjà citée:

$$k = \frac{1}{2\pi} \frac{Q}{H \sqrt{r s}}$$

avec $H = 18 \text{ m}$ (de niveau piézométrique jusqu'au fond du puits naturel de Drča jama) et $r = 1 \text{ m}$ (rayon moyen du puits naturel).

Le pompage dans le forage B-5 a été opéré en trois paliers de débit dont les résultats peuvent se résumer dans le tableau 12.

Tableau 12. Résultats d'interprétation des pompages d'essai dans le forage B-5 en régime permanent

Tabela 12. Rezultati obdelave črpalnih poizkusov v vrtini B-5 v ustaljenem stanju

Date d'exécution	Débit en $\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	Rabattement en fin de palier en m	Conductivité hydraulique en m/s
23. - 24. 5. 77	10,5	2,70	$5,7 \cdot 10^{-5}$
26. 5. 1977	8,3	2,00	$5,2 \cdot 10^{-5}$
27. 5. 1977	5,4	1,18	$4,4 \cdot 10^{-5}$

Conclusion

La transmissivité apparente moyenne trouvée pour les dolomies dans ce secteur de l'ordre de $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, montre que le forage a été placé dans une zone drainante du système aquifère.

L'interprétation des courbes $\log s = f(\log t)$ par application des modèles de fissuration n'a pas été possible à cause de l'effet de capacité du puits, non négligeable, qui masque l'évolution normale des rabattements en premières heures du pompage. C'est la période la plus intéressante pour l'interprétation par cette méthode.

Les pompages d'essai que nous avons effectués en mai 1977, ont montré qu'il peut être envisagé pour le forage B-5 un débit d'exploitation proche de $30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

CHAPITRE VI

Synthèse des résultats

Des dix essais par pompage que nous avons décrits et interprétés, il n'y en a que deux qui soient très complets. Il s'agit des essais effectués sur les forages B-5 et V-1.

Les autres essais ne sont souvent que très sommaires à cause des difficultés techniques rencontrées.

Nous présentons la synthèse des résultats d'interprétation dans le tableau 13.

La comparaison des valeurs de paramètres hydrodynamiques résumées dans le tableau ci-dessus montre bien l'hétérogénéité caractéristique du milieu fissuré et karstique.

Tableau 13. Récapitulation des résultats d'interprétation des essais par pompage

Tabela 13. Primerjava rezultatov črpalnih poizkusov v različnih vrtinah

Forage	Transmissivité apparente en m^2/s	Conductivité hydraulique en m/s
B-1	$4 \cdot 10^{-7} - 2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-7} - 1,4 \cdot 10^{-7}$
B-2	$2 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-4}$
B-3	$2 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-7}$
B-4	$> 1 \cdot 10^{-1}$	$> 1 \cdot 10^{-3}$
B-5	$7 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5} - 5,4 \cdot 10^{-5}$
B-6	$1 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-6}$
B-7		$7 \cdot 10^{-5}$
B-8	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
V-1	$2 \cdot 10^{-5} - 3 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-6}$
V-2		$< 1 \cdot 10^{-9}$

En ce qui concerne la forme des courbe, on peut distinguer:

a) les pompages qui évoluent selon un régime transitoire tel qu'on peut l'observer dans un milieu poreux homogène. Il s'agit des forages qui ne recoupent que des réseaux de fissures fines. L'écoulement serait semblable ou voisin de l'écoulement de Darcy: dans les domaines (C. Louis, 1974) de l'écoulement laminaire parallèle et non parallèle. C'est le cas des essais effectués sur les forages B-1, B-3, B-6, B-8 et V-1.

b) les pompages dans des forages qui recoupent les chenaux ou conduits, ou se situent à proximité de ceux-ci dans les zones drainantes. Au cours du pompages dans les forages de ce type, le régime transitoire est très court ou même inexistant et l'établissement quasi-instantané d'un régime permanent entraîne une stabilisation rapide après le début de pompage. Le régime d'écoulement est très probablement turbulent, donc en dehors des limites de validité de la loi de Darcy. Il s'agit des essais effectués sur les forages B-2, B-4 et B-7.

Dans les deux cas, l'effet de capacité de puits, l'effet de la drainance ou d'égouttement, l'effet de développement progressif lors de pompage dû au décolmatage des fissures remplies d'argile, et l'effet des conditions aux limites (limites étanches et limites à potentiel constant), peuvent se surajouter à l'évolution des rabattements et modifier ainsi la forme des courbes. Les essais effectués sur le forage B-5 représentent un exemple d'influence de ces facteurs.

Suivant la schématisation de l'hétérogénéité d'un aquifère karstique (C. Drogue, 1971, 1974) dans lequel on distingue des zones drainantes (des chenaux ou conduits drainants), juxtaposées aux sous-systèmes (zones peu perméables), nous avons groupé dans le tableau 14 les secteurs des forages

Tableau 14. Synthèse des résultats: position des périmètres expérimentaux dans le modèle global du milieu karstique

Tabela 14. Sinteza rezultatov: položaj poizkusnih področij v splošnem modelu kraške vodonosne sredine

Secteur de forage étudié	Paramètres hydrodynamiques		Position dans le modèle du système aquifère karstique	Aptitude pour l'implantation des puits de production
	Conductivité hydraulique en m/s	Transmissivité apparente en m ² /s		
B-4	$>10^{-3}$	$>10^{-2}$	Sur le drain ou à sa proximité immédiate	Possibilité d'installation des captages d'importance régionale
B-2 B-5 B-7	$10^{-3} - 10^{-5}$	$10^{-2} - 10^{-4}$		
V-1 B-6 B-8	$10^{-5} - 10^{-6}$	$10^{-4} - 10^{-5}$		
V-2 B-1 B-3	$<10^{-6}$	$<10^{-5}$	perméable	Inutilisable

étudiés selon leur position dans le schéma du système aquifère et aussi d'après leur aptitude pour l'implantation des puits de production.

Les courbes débits/rabattements $s = f(Q)$ de quelques forages mettent aussi en évidence l'hétérogénéité du milieu karstique (fig. 14).

N. B.: Le puits de production VB-4 (ϕ 609/400 mm, profondeur 70 m) se situe à la proximité du forage de reconnaissance B-4 (fig. 15 et 16).

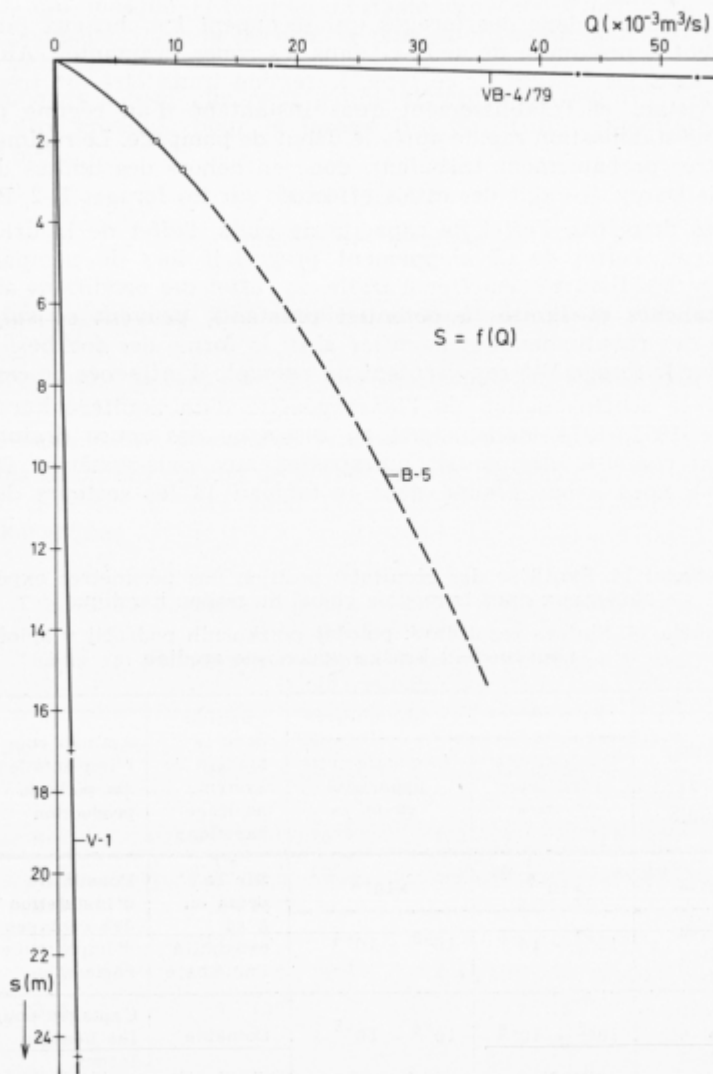


Fig. 14. Courbes caractéristiques des forages V-1, B-5 et VB-4/79

Sl. 14. Krivulje odvisnosti znižanja od črpane količine za vrtnice V-1, B-5 in VB-4/79

Nous voyons donc que:

— les forages étudiés sont tous aquifères (100 %),
— chaque forage appartient, conformément au schéma du milieu karstique proposé par C. Drogue (1971, 1974), soit aux zones drainantes à forte transmissivité de 10^{-4} m²/s jusqu'à 10^{-1} m²/s et plus (40 % des cas), soit aux sous-systèmes, domaines peu perméables,

— 70 % des lieux explorés par les forages cités ci-dessus peuvent fournir des débits suffisants pour l'alimentation en eau, soit pour les besoins locaux, soit régionaux.

La production possible des forages par rapport à la capacité de la nappe est très faible. Les forages de reconnaissance que nous avons testés dans le cadre de ce travail ne sont pas prévus pour la production. On envisage l'implantation de puits de production dans les lieux situés sur les zones drainantes (chenaux ou conduits), explorés par les forages de reconnaissance. Le débit de production de ces puits peut atteindre, dans des conditions favorables, 100 l/s et plus par puits (P. Krivic & F. Drobne, 1980). C'est pourtant très peu par rapport à la capacité de la nappe dont le débit sortant d'étiage à l'exutoire est estimé à 10 m³/s (E. Boegan, 1938; C. D'Ambrosi, 1952; F. Bidovec, 1957 et 1965), ce qui nous donne une idée d'importance des réserves régulatrices de l'aquifère. Les réserves globales sont, certes, encore plus grandes. Les forages, même s'ils recoupent des fentes ou des chenaux, se comportent comme des mauvais robinets de la nappe. C'est en quelque sorte un frein pour la mise en vidange de la réserve aquifère.

Conclusion générale

L'étude du fonctionnement de l'aquifère karstique, par différentes approches présentées ici et dans les travaux Krivic, 1982a et 1982b, a permis d'obtenir un ensemble de valeurs cohérentes caractérisant le milieu.

L'étude statistique des données piézométriques, pluviométriques et hydro-métriques à l'échelle journalière s'est avérée riche d'enseignement. Par cette analyse, il a été possible de se faire une première idée du comportement de l'ensemble de l'aquifère, de délimiter les zones de fonctionnement semblable, et d'apporter des données quantitatives qui seront utiles dans le déroulement ultérieur de l'interprétation hydrodynamique. L'analyse des fluctuations des niveaux piézométriques, apparait également comme un outil intéressant permettant d'obtenir des paramètres de l'aquifère, telle que la diffusivité.

Contrairement à l'étude des variations naturelles des niveaux piézométriques, dans laquelle nous avons considéré le système karstique dans son ensemble, les essais par pompage sur les forages fournissent des valeurs locales des paramètres hydrodynamiques.

En tenant compte du fait que les méthodes d'interprétation ne sont pas toujours précises, on cherche surtout à caractériser numériquement les réponses des forages aux pompages, plutôt que définir des valeurs des paramètres hydrodynamiques rigoureuses. Ceci permet, cependant, de comparer entre eux des secteurs de l'aquifère. Ce n'est pas très satisfaisant du point de vue strictement scientifique, mais il s'agit d'une approche nécessaire dans une reconnaissance en vue d'exploitation des ressources.

L'aquifère karstique est affleurant; pourtant, globalement son comportement est apparemment semblable à celui d'une nappe captive ou semi-captive. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que lors des régressions du Quaternaire, des niveaux de karstification ont pu se développer à des cotes inférieures au niveau actuel de la mer et permettre ainsi la mise en place de niveaux conducteurs dans les parties basses de la zone saturée.

Cet état de chose ne doit pas être spécifique à la région de Trieste, mais doit se présenter sur les karsts périméditerranéens, car les régressions marines intéressent l'ensemble de ce domaine.



Fig. 15. Essai par pompage sur le forage VB-4/81. Débit 55 l/s
Sl. 15. Črpalni poizkus v vodnjaku VB-4/81 s pretokom $Q = 55$ l/s

De cela, il résulte que l'on peut, d'une part, trouver des exutoires sous marins importants pour les karsts littoraux, et, d'autre part, espérer des fortes conductivités sur des forages profonds.

En contre partie, les contaminations par des invasions d'eau salée dans ces aquifères pourront être importantes.

Dans l'introduction de ce travail, nous posons la question de la justification de recherches spécifiques dans une étude appliquée.



Fig. 16. Traçage des eaux pompés du puits VB-4/79 qui disparaissent dans la perte près de Klariči à la distance de 1000 m du puits

Sl. 16. Sledilni poizkus pri vrodu v kaverno pri vasi Klariči, kjer izginja voda izčrpana iz 1000 m oddaljenega vodnjaka VB-4/79

Dans le karst étudié, la réponse semble être positive, puisque l'analyse d'un phénomène très particulier, comme l'effet de marée, par exemple, permet de calculer des paramètres hydrodynamiques utilisables pour la compréhension de la structure du magasin, utile au développement de recherches appliquées.

Au-delà de ce travail, on peut penser qu'il sera possible d'obtenir à partir des modèles probabilistes du type «boîte noire», des renseignements plus précis sur la structure et les paramètres caractéristiques du milieu. Bien entendu, pour cela, il serait nécessaire de disposer d'observations beaucoup plus denses et régulièrement réparties sur toute l'étendue de l'aquifère.

La poursuite de ces études se justifierait par l'importance économique des ressources en eau pouvant être exploitées.

Študija hidrodinamike kraškega vodonosnika

Povzetek

(Povzetek vseh treh delov skrajšanega teksta doktorske disertacije, od katerih sta prva dva dela izšla v 25. knjigi, tretji del pa v 26. knjigi revije GEOLOGIJA.)

Študija obravnava hidrodinamiko kraško-razpoklinskega vodonosnika na področju Krasa v jugozahodni Sloveniji. Obravnavani kraški sistem je razmera velik, saj pokriva površino okrog 500 km². Vodonosnik se napaja s padavinami, z letnim povprečjem preko 1400 mm in na robovih z rekami, ki pritekajo z nekraškega flišnega površja, kot reka Reka, Vipava in Raša ali preko aluvijalnega vodonosnika Soče, ki je na severozahodnem delu Krasa v kontaktu s karbonatnimi kamninami. Na razvitost podzemnega odtoka kaže dejstvo, da ni nobenih površinskih vodnih tokov za dreniranje kar 500 km² velikega kraškega platoja. Vodonosnik se prazni ob severnem robu Tržaškega zaliva med Nabrežino, Devinom in Trzičem na italijanskem ozemlju. Najpomembnejši so izviri Timava pri Štivanu, Brojnice pri Nabrežini, Moščenice, Lizert, Sarroč in Sabličji. Vzdolž obale Tržaškega zaliva od Devina do Nabrežine pa so tudi številni podmorski izviri. Skupni pretok vseh izvirov ni bil nikdar izmerjen, po ocenah pa minimalni pretok presega 10 m³/s. Na severnem in severovzhodnem delu Krasa smo izvrtali 10 vrtin, ki smo jih po poizkusnih črpanjih uporabili kot piezometre.

V prvem delu študije (Krivic, 1982a) so s pomočjo statističnega modela obravnavana naravna nihanja piezometričnih nivojev podtalnice v odvisnosti od padavin in pretokov rek, ki napajajo vodonosnik. Obdelani so bili odnosi med kronološkimi serijami pretokov rek in podatki o dnevni višinih padavin, kot vstopnimi podatki in dnevnimi višinami gladine podtalnice v piezometrih kot odgovori na impulze padavin in površinskih voda, ki napajajo vodonosnik. Za študij dolgih časovnih serij smo pripravili program za obdelavo zbranih podatkov in avtomatsko risanje sintetičnih diagramov. Statistična analiza med neodvisnimi spremenljivkami »pretok« in »padavine« in odvisno spremenljivko »piezometrična gladina« je bila izdelana po enostavni metodi linearne korelacije. S korelacijami med nivoji posameznih vrtin smo ugotovili reprezentativnost piezometrov in določili vrtime, ki so locirane v glavnih drenažnih conah in tiste, ki so v slabo prepustnih blokih. Pri korelacijah »padavine« — »piezo-

metrični nivo« in »pretok« — »piezometrični nivo« smo vpeljali tudi faktor časa in ugotovili, da se vpliv dežja, ki pade pri meteoroloških postajah v Senožečah, Opatjem selu, Biljah in Matavanu pozna v vrtnah pri Brestovici po 2 do 3,5 dneh, navidezna hitrost prenašanja piezometričnih valov v vodonosniku pa je 730 m/h v smeri od ponora reke Reke proti izviru Timava, od Soče 200 m/h in od ponorov Vipave 150 m/h, v smeri proti piezometrom v dolini Brestovice.

Drugi del študije (Krivic, 1982b) obravnava razširjanje valov plime in oseke v obalnem vodonosniku Krasa. V vrtnah na področju Brestoviške doline, ki so oddaljene 4000 m od morske obale, so bila že v letih 1977 in 1978 s pomočjo limnigrafov registrirana nihanja z amplitudami od 2 do 10 cm. Pri analizi periodičnih nihanj smo preizkusili več hidrogeoloških modelov. Znanim geološkim razmeram najbolj ustreza model vodonosnika pod pritiskom z delno vodotesnostjo krovne drenažne cone. Ta model omogoča tudi najboljšo rekonstrukcijo v vodonosniku opazovanih nihanj, enako kot tudi model vodonosnika s prosto gladino in vplivom izcejanja. Gotovo je, da vodonosnik ni niti s prosto gladino, niti popolnoma pod pritiskom. Velika razlika med hitrostjo razširjanja piezometričnih valov (730 m/h) in dejansko hitrostjo pretakanja vode v vodonosniku (90 m/h) in efekt delne vodotesnosti krovne, ki je blizu 1 ($\beta = 1,141$), kažejo na to, da je velik del pretoka v vodonosniku pod pritiskom. Ocenjena difuzivnost na osnovi črpalnih poizkusov v vrtni B-4 naj bi znašala za vodonosnik pod pritiskom od 100 m²/s do 1000 m²/s. Po uporabljenem modelu pa naj bi bila difuzivnost drenažne cone, v kateri se nahajajo izviri in vrtnice pri Klaričih, 200 m²/s, torej v mejah za vodonosnik pod pritiskom z delno vodotesnostjo krovne drenažne cone.

Proučevanje hidrodinamike s pomočjo naravnih nihanj gladine podtalnice zaradi napajanja iz padavin in rek in zaradi plimovanja, ki zajamejo velike dele vodonosnika, pa v tem članku dopolnjujejo s črpanji umetno povzročena nihanja podtalnice, ki dajejo točkovne vrednosti hidrodinamičnih parametrov. Kraški vodonosnik ni pokrit z neprepustnimi plastmi, kljub temu pa deluje kot zaprt ali polzaprt vodonosnik, kar razlagamo z zakrsevanjem pod današnjo gladino morja med regresijami v pleistocenu. Tako so nastale današnje cone dobre prevodnosti v spodnjem delu zasičenega dela vodonosnika. Podatki raziskovalnih vrtin kažejo na veliko heterogenost krasa, saj dosežejo vrtnice locirane v drenažnih conah navidezno transmisivnost 10⁻¹ m²/s in več, v vmesnih blokih pa je le-ta lahko tudi 100 000-krat manjša. Izdatnost vrtin v primerjavi s kapaciteto vodonosnika je zelo majhna. Raziskovalne vrtnice obravnavane v tej študiji niso predvidene za izkoriščanje. Možna pa je izdelava črpalnih vodnjakov v ugotovljenih drenažnih conah, z izdatnostjo preko 100 l/s po vodnjaku. Pri Klaričih je sedaj zajeto kar 250 l/s vode za vodooskrbo Krasa in Sežane, raziskave pa kažejo, da bo mogoče v Brestovici zajeti tudi preko 1000 l/s zdrave pitne vode.

Bibliographie

- Bidovec, F. 1957, Prispevek Notranske Reke k vodnim množinam kraških izvirov v povodju Timava. 10 let hidrometeorološke službe, Zbornik H. M. Z., pp. 29—43, Ljubljana.
- Bidovec, F. 1965, The hydrosystem of karstic springs in the Timavo Basin. Actes Coll. Dubrovnik, AIHS-UNESCO, Vol. 1, pp. 263—274, Paris.
- Boegan, E. 1938, Il Timavo. Mem. Inst. Ital. Speleol., 251 p., Trieste.
- Bogomolov, G. V. & Silin-Bekčurin, G. V. 1959, Specialnaja gidrogeologija, Moskva (traduction serbo-croate), Specijalna hidrogeologija, Gradj. knjiga, 208 p., Beograd.
- Castany, G. & Margat, J. 1977, Dictionnaire français d'hydrogéologie. BRGM, 249 p., Orléans.
- D'Ambrosi, C. 1952, Osservazioni Geo-idrologiche preliminari presso Trieste. Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., Vol. 46, pp. 75—90, Trieste.
- Drogue, C. 1971, De l'eau dans le calcaire. Sc. Pro. Découverte, éd. Dunod, no 34433, pp. 39—46, Paris.
- Drogue, C. 1974, Structure de certains aquifères karstiques d'après les résultats de travaux de forages. C. R. Acad. Sc. Paris, 278, Série D, pp. 2621—2624, Paris.
- Hu Khiam, 1973, Résultats d'essais par pompages réalisés sur quelques forages des karst de la région montpelliéraine. Thèse Doct. spéc., 130 p., Montpellier.
- Krivic, P. & Drobne, F., 1980, Hidrogeološke raziskave Tržaško-komenskega krasa. Zbornik 6. Jug. simp. hidrogeol. inž. geol., 1, pp. 233—239, Portorož.
- Krivic, P. 1981, Étude hydrodynamique d'un aquifère karstique côtier: le Kras de Slovénie, Yougoslavie. Thèse Doct. Ing. Univ. Montpellier. 108., Montpellier.
- Krivic, P. 1982 a, Variations naturelles de niveau piézométrique d'un aquifère karstique. Geologija, 25/1, 129—150, Ljubljana.
- Krivic, P. 1982 b, Transmission des ondes de marée à travers l'aquifère côtier de Kras. Geologija, 25/2, 309—325, Ljubljana.
- Kruseman, G. P. & De Ridder, N. A. 1974, Interprétation et discussion des pompages d'essai. I. L. R. I., 213 p., Wageningen.
- Louis, C. 1974, Introduction à l'hydraulique des roches. Bull. BRGM, 2 ème série, séction III, no 4, pp. 283—356, Orléans.
- Marjolet, G. & Salado, J. 1975, Contribution à l'étude de l'aquifère karstique de la source du Lez. Mémoires C. E. R. G. H., 101 p., Montpellier.
- Pitard, J. 1976, Contribution à l'interprétation des essais par pompages dans les roches fissurées. Thèse Doct. spéc., 98 p., Montpellier.
- Rayneau, C. 1972, Contribution à l'étude des écoulements autour d'un forage en milieu fissuré. Thèse Doct. Ing., 59 p., Montpellier.

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

Trilnik, Jugoslavija, Kraljevo, Srbija, Slovenija

UDK 552.31:551.761(497.12)=863

Triadne magmatske kamnine vzhodne Slovenije

Triassic igneous rocks from eastern Slovenia

Stanko Grafenauer

61000 Ljubljana, Titova 23

Jože Duhovnik

61000 Ljubljana, Štularjeva 10

Dragica Strmole

Katedra za mineralogijo in ekonomsko geologijo,

Univerza Edvarda Kardelja

61000 Ljubljana, Aškerčeva 20

Kratka vsebina

Srednjetriadne magmatske kamnine vzhodne Slovenije imajo vse lastnosti spilitno-keratofirske asociacije. Z njimi se javljajo velike količine tufov in tufitov. Predornine in piroklastične kamnine so interstratificirane v ladinske sedimente. Po svojem nastanku so bile bolj ali manj spremenjene, saj v njih najdemo v okolici Bohorja celo granate.

Kamnine v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah so sorazmerno revne z mafičnimi komponentami, bogate s kremenico in včasih bogate z alkalijami, pri čemer prevladujejo kalijeve vrste. Lava je bruhala pretežno na kopnem, delno v morju. Prevladujejo lipariti nad daciti, trahiti in andeziti, medtem ko bazaltov in spilitov skoraj ni.

V Posavskih gubah bazalti, spiliti, andeziti in havajiti daleč prevladujejo nad lipariti in daciti. Kamnine so bogate z mafičnimi komponentami in revne s kremenico. Lava je bila tekoča in pogosto opazimo podvodne erupcije in izlive, pri čemer so nastajale blazinaste in mandljaste teksture. V alkalnih kamninah prevladujejo natrijeve vrste. Mnogo bolj kakor v zahodnih delih Slovenije so tu razširjeni tufi, tufski peščenjaki in tufski apnenci. Kamnine so bogate s svincem in cinkom.

Nikjer ne opazimo prehodov med liparitom in alkalnimi vrstami kamnin z ene strani ter plagioclitom, andezitom in bazaltom ter spilitom z druge. Keratofir je navadno starejši od spilita. Poleg diferenciacije je bil za magmo ob nastanku pomemben proces delnega taljenja, na hitre spremembe nekaterih ekstruzivnih delov pa je vplivala verjetno tudi asimilacija.

Delo je omogočila s financiranjem Raziskovalna skupnost Slovenije.

Work has been made possible with the financial aid of the Slovenian Research Community.

Abstract

The Middle Triassic rocks in the eastern Slovenia have all properties of the spilitic keratophyre association. They are accompanied by great quantities of tuffs and tuffites. The extrusive and pyroclastic rocks are interstratified within Ladinian beds. After their formation the rocks were more or less altered, we could find in them even garnets in the surroundings of Bohor.

The rocks of the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps are relatively poor in mafic components, rich in silica, and in some places rich in alkalis, ordinarily with prevailing potassium varieties. Lava extruded mainly on the land, and partly in the sea. Liparites predominate above dacites, trachytes and andesites, while basalts and spilites are almost absent.

In the Sava folds basalts, spilites, andesites and hawailites by far prevail above liparites and dacites. The rocks are rich in mafic components and poor in silica. Lava was fluent and often submarine eruptions and effusions can be found, with formation of pillow and amygdaloid structures. In alkalic rocks the sodium varieties predominate. Much more than in the western part of Slovenia, here the tuffs, tuff sandstones and tuff limestones occur. The rocks are often unusually rich in lead and zinc.

There is no transition between liparite and alkalic rocks on one side, and plagioclase, andesite, basalt and spilite from the other. Keratophyre is usually older than spilite. In the evolution of magma next to differentiation the partial fusion was very important. Assimilation also probably influenced the rapid variation in some smaller extrusive parts.

Uvod

V letu 1981 in 1982 smo zbrali 80 vzorcev magmatskih kamnin in njihovih tufov na območju vzhodne Slovenije. Od svežih vzorcev magmatskih kamnin smo napravili 13 kemičnih in spektralnih analiz. Pri opisu uporabljamo nomenklaturu in klasifikacijo, ki smo jo podali pri obravnavanju kamnin Pokljuke, Jelovice, Julijskih Alp in zahodnih Karavank (Grafenauer, Duhovnik, Strmole, 1981). Omenimo naj, da prevzemamo delitev Karavank po Meliku (1954).

Med magmatskimi kamninami prevladujejo njihovi tufi in tufiti. Liparit in andezit tvorita v Karavankah večinoma manjše komplekse. Na Jezerskem smo vzeli nekaj vzorcev že na meji med Karavankami in Savinjskimi Alpami, sicer pa so ostali vzorci iz območja Savinjskih Alp. Petrografske podatke o magmatskih kamninah v Savinjskih Alpah nam dajejo številni raziskovalci, njihov povzetek najdemo v obširnem delu o triadnih magmatskih kamninah na Slovenskem (Grafenauer, 1980). Ponovno smo si ogledali več lokacij, kjer prej še ni bilo dovolj podatkov, po katerih bi lahko kamnine bolj natančno klasificirali, posebej smo si ponovno ogledali liparite in dacite iz kamnoloma Puščava v bližini Ruš.

Ponovno smo raziskali Posavske gube, predvsem Bohor in Rudnico, od koder imamo do danes le malo kemičnih analiz in še nobene spektralno-kemične. Kamnine v Posavskih gubah so bistveno bolj mafične od kamnin v Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah. Tu mnogokrat najdemo diabaze in spilite. V vseh predelih smo poleg normalnih vrst kamnin našli tudi njihove alkalne različke. Pristrčno se zahvaljujemo kolegom z Geološkega zavoda v

Ljubljani, ki so nam dali na razpolago rezultate svojih raziskovanj iz geoloških kart v merilu 1:25 000, na podlagi katerih smo si zelo olajšali terensko delo. Predvsem se zahvaljujemo geologom dr. A. Hinterlechner-Ravninkovi, dr. S. Buserju in mg. P. Mioču. Pri terenskem delu so nam precej pomagali Tolmač lista Celje L 33—67 (Buser, 1979), Tolmač lista Celovec L 33—53 (Buser, 1980) in Tolmač lista Kranj L 33—65 (Grad in Ferjančič, 1976).

Opis triadnih magmatskih kamnin v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah

Raziskali smo triadne predornine na Jezerskem, na meji med vzhodnimi Karavankami in Savinjskimi Alpami, sicer pa smo si ogledali še kamnine na Paškem Kozjaku in v kamnolomu Puščava. Vzeli smo tudi številne vzorce tufov in tufitov iz okolice Korošice in iz Robanovega kota, vendar pa iz njih nismo delali kemičnih in spektralnih analiz niti nismo zajeli njihovega mikroskopskega opisa v našo razpravo. Zaradi pregleda smo v tabelah 1 in 2 podali rezultate kemične analize, v tabelah 3 in 4 pa spektralnokemične analize kamnin. Poleg kamnin, ki smo jih raziskali sami, smo vnesli v te tabele tudi podatke vseh drugih znanih analiz kamnin s teh območij.

Podroben opis posameznih prej raziskanih kamnin najdemo v delu Grafenauerja (1980).

Posamezne kamnine smo pri opisu klasificirali po njihovi mineralni sestavi in je njihovo ime tiskano s poševnimi črkami. Poimenovanje felzičnih, delno steklastih in drobnozrnatih predornin le na podlagi optičnega določevanja vtrošnikov v njih vodi večkrat do razlike med imenom kamnine in njeno kemično sestavo.

Pri raziskovanju triadnih predornin v okolici Jezerskega smo našli naslednje vrste kamnin:

Biotitov dacit najdemo v opuščnem Slavčevem kamnolomu na desnera bregu reke Kokre (vzorec št. J-2, kemična analiza št. 95) in v novem kamnolomu na desni strani ceste Preddvor—Jezersko (vzorec št. J-3). Kamnina vsebuje številne vtrošnike in kaže polifirsko porfirsko strukturo, osnova pa je felzitna. Tekstura ne kaže kake usmerjenosti. Med vtrošniki so oligoklazandezin, redko albit, v drobnozrnati osnovi pa prevladuje kremen nad glinenci. Mafični mineral v osnovi je biotit, ki je delno spremenjen v klorit, po večini pa v goethit in karbonate. Izredno redka so zrna pirita. V večjih vtrošnikih plagioklazov najdemo vključke muskovita. Po normativni mineralni sestavi je vzorec št. J-2 alkalni liparit (tabela 6).

V Malem grabnu na Jezerskem prehaja dacit v *biotitov kremenov dacit* (vzorec št. J-4, kemična analiza št. 96). Tu najdemo jasen dokaz za »mrzel« kontakt magmatske kamnine z ladinskim debeloploščastim apnencem. Plasti apnenca, ki položno vpadajo proti jugu, so namreč ob kontaktu povite navzgor, kar govori za mlajšo starost predornine. Ker je kontakt »mrzel«, ne najdemo ob njem nikakih sledov metamorfnih mineralov. Kamnina je že strjena predrla plasti apnenca, ki so na kontaktu močno zdrobljene. Struktura kamnine je oligofirska, vtrošniki so albit, redko opazimo biotit, ki je po večini spremenjen v vermikulit. V redkih preperelih zrnih plagioklazov najdemo

Tabela 1. Nadaljevanje Table 1. Continued

Številka analize Analysis number	34		43		44		45		48		52		94		95		96		97		98		99		100		101				
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
Oksid Oxyde																															
SiO ₂	72.68	73.99	76.34	77.32	80.69	65.85	58.20	68.70	72.00	66.00	63.60	65.80	65.44	71.55																	
TiO ₂	0.27	0.23	0.09	0.27	0.09	0.51	1.00	0.50	0.42	0.58	0.83	0.42	0.25	0.08																	
Al ₂ O ₃	12.53	13.58	13.03	11.48	10.83	16.68	15.55	12.95	11.00	15.70	13.20	14.30	15.50	14.00																	
Fe ₂ O ₃	1.71	0.97	1.10	1.32	0.48	1.51	6.38	2.34	1.31	2.89	2.38	1.64	2.04	2.74																	
FeO	1.18	1.32	0.49	1.45	0.75	0.91	1.94	2.33	3.36	2.33	2.29	1.23	1.55	0.13																	
MnO	0.03	0.16	0.02	0.03	0.02	0.02	0.06	0.03	0.04	0.08	0.02	0.05	0.09	-																	
MgO	1.25	0.43	0.29	0.27	0.52	2.70	1.37	0.85	0.40	1.14	1.65	0.85	1.27	0.25																	
CaO	2.02	0.33	0.34	0.72	0.05	3.53	5.37	1.75	1.00	1.53	6.00	2.72	2.00	0.50																	
Na ₂ O	2.14	3.45	6.25	5.65	4.26	2.39	4.32	4.12	4.05	7.23	3.70	4.41	4.50	0.87																	
K ₂ O	4.70	4.12	1.17	0.24	1.21	1.40	2.20	4.51	4.83	1.97	2.12	3.85	3.85	8.95																	
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.01	sl		0.27	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	0.02	-																	
H ₂ O ^{1000°C}	0.80	1.27	0.71	1.09	0.90	3.33	2.73	1.80	1.50	0.18	2.00	2.10	1.77	0.70																	
H ₂ O ^{110°C}	0.23	0.10	0.18	0.16	0.18	0.50	0.80	0.38	0.17	0.15	0.14	0.15	0.33	0.20																	
CO ₂	0.44					0.13	0.27	-	0.25	-	2.50	1.75	1.33	-																	
S						0.32																									
Skupaj Total	100.07	100.06	100.02	100.05	99.98	100.05	100.23	100.28	100.35	99.81	100.44	99.31	99.94	99.97																	

Tabela 3. Porazdelitev glavnih prvin (v mg.g⁻¹) in slednih prvin (v µg.g⁻¹) v triadnih predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih Alp in Centralnih Alp

Table 3. Distribution of major elements (in mg.g⁻¹) and trace elements (in µg.g⁻¹) in Triassic volcanic rocks from eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps

Številka analize Analysis number	94	98	22	97	17	100	44	99	95	96	101
Si	272	297	321	309	309	306	360	308	321	337	334
Ti	6	5	3	3	3	1	1	3	3	3	0
Al	82	70	78	83	90	82	69	76	69	58	74
Fe ³⁺	45	17	18	20	6	14	8	10	16	9	19
Fe ²⁺	15	18	14	18	13	12	4	13	18	26	1
Mg	8	10	8	7	5	8	2	7	5	2	2
Ca	38	43	25	19	18	14	2	6	13	7	4
Na	32	27	17	54	33	33	47	20	31	30	6
K	18	18	23	16	34	32	10	37	37	40	74
B	8	28	37	23	31	8	14	25	17	5	74
Ba	320	270	440	270	430	3200	370	1850	300	390	270
Be	3	2.4	5	3.6	4	3.6	4	4.5	3	2.7	5.3
Co	11	6	7	5	10	4	1	6	*	5	*
Cr	15	72	10	22	14	15	1	15	10	13	13
Cu	16	12	21	20	17	3	25	5	6	14	23
Ga	25	23	26	28	24	25	17	23	23	25	40
La	35	27	50	27	85	47	20	68	24	39	32
Li			-		-		-				
Mn	690	530	270	490	650	580	165	490	450	600	125
Mo			*		*		*				
Ni	6	7	6	7	5	5	4	5	3	4	6
Pb	32	32	27	25	31	70	57	13	25	43	180
Rb			-		-		-				
Sc	9	9	17	6	17	*	7	*	6	*	7
Sn	*	*	20	17	20	12	17	8	11	*	27
Sr	300	185	210	215	115	975	55	650	64	135	64
V	43	65	115	26	65	52	7	52	38	32	72
Y	37	32	55	26	45	18	50	22	18	22	32
Zn	560	52	63	85	54	50	32	50	67	190	*
Zr	120	90	315	86	300	110	230	88	68	45	270
f	6.2	6.4	9.3	9.4	10.9	11.2	12.4	12.6	12.7	14.3	18.1

Znak "*" pomeni, da je prvina izpod meje zaznavanja

Mark "*" signifies, the element is under the limit of detection

Tabela 4. Porazdelitev glavnih prvin (v mg . g⁻¹) in slednih prvin (v µg . g⁻¹) v triadnih predorninah iz Posavskih gubTable 4. Distribution of major elements (in mg . g⁻¹) and trace elements (in µg . g⁻¹) in Triassic volcanic rocks of the Sava folds

Številka analize Analysis number	102	103	104	105	106	Clark bazaltov Clark of basalts	Clark andezitov Clark of andesites	Clark granitov Clark of granites
Si	234	192	245	238	271	240	260	323
Ti	6	6	15	10	2	9	8	2
Al	88	79	74	92	88	87,6	88,5	77
Fe ³⁺	21	26	27	25	15	85,6	58,5	27
Fe ²⁺	31	45	39	34	21			
Mg	25	33	22	24	17	45,0	21,8	5,6
Ca	63	100	77	55	50	67,2	46,5	15,8
Na	42	17	34	33	23	19,4	30	27,7
K	3	12	1	13	24	8,3	23	33,4
B	27	30	6	8	63	5	15	15
Ba	92	54	35	190	470	310	650	830
Be	2	1,7	1,5	1,5	1,6	0,4	1,8	5,5
Co	11	18	24	24	24	45	11	5
Cr	23	105	64	45	32	200	50	25
Cu	5	16	45	32	11	110	35	21
Ga	15	19	19	15	27	21	21	31
La	22	*	*	*	39	27	-	61
Mn	1440	1860	2380	1900	1050	2100	1200	600
Ni	4	20	30	16	7	160	55	8
Pb	130	32	17	155	70	8	15	21
Sc	13	23	23	27	15	24	2,5	3
Sr	150	185	190	295	290	440	810	310
V	195	200	270	285	225	200	100	40
Y	32	32	43	52	37	21	-	34
Zn	66	170	215	150	85	130	72	60
Zr	45	30	180	125	68	110	260	210
Ag	1,2	*	*	*	*	0,01	0,07	0,25
f	-6,1	-5,7	-1,6	+1,3	+4,7			

luskice sericita. Prvotno kremenovo steklo je po večini prekristaljeno v kalcedon. Med akcesornimi minerali opazimo rutil, magnetit in apatit. Po normativni mineralni sestavi je vzorec št. J-4 alkalni liparit (tabela 6). Visoka vrednost magmatskega parametra k (0,44) govori za izredno viskozno talino, ki je vzrok mrzlemu kontaktu. Kamnina je izredno bogata s kremenico in opazimo, da so nekateri vtrošniki plagioklazov obdani s pasom kalcedona.

Močno spremenjen *amfibolov dacit* najdemo 300 m severno od Štularjeve planine (vzorec št. J-7, analiza št. 97). Kamnina kaže oligofirsko strukturo s steklasto osnovo in enakomerno, delno fluidalno teksturo. Večji vtrošniki plagioklazov so oligoklaz-andezin, manjši pa oligoklaz. Kamnina je kristalila v dveh fazah. Po prvi fazi se je magma nekoliko obogatila z vodo in povzročila spremembo v starejših, večjih vtrošnikih plagioklazov. Vtrošniki plagioklazov so nataljeni, starejša generacija je močneje resorbirana. Vtrošniki amfibola (?) so nadomeščeni z epidotom, kloritom in goethitom. Osnova kamnine vsebuje manjša zrnca kremenca in večja zrnca alkalnih plagioklazov, posamezna polja osnove sestavlja kalcit. Na podlagi normativne mineralne sestave je kamnina alkalni natrijev liparit (tabela 6). Da je bila magma bolj tekoča, kaže pilotakisitna razporeditev letvic plagioklazov v steklasti osnovi.

Biotitov andezit smo našli na zahodnem robu izdanka nekdanjega Slavčevega kamnoloma v dolini Slap na Jezerskem (vzorec št. J-1, analiza št. 94). Kamnina je mlajša od apnenca, v katerem jo najdemo. Ob kontaktu z njim je bogata s kalcitom. Kamnina vsebuje razen tega odlomke apnenca, ki so delno nataljeni, vendar v apnencu nikjer ne opazujemo kontaktnometamorfnih mineralov. Kamnina kaže enakomerno teksturo in porfirsko strukturo z intersertalno do hialopilitno strukturo osnove. Osnova je prekristaljena in drobnozrnatna. Med vtrošniki se javlja predvsem andezin do andezin-labradorit, ki je dovolj svež, med mafičnimi minerali pa biotit, ki je skoraj popolnoma spremenjen v goethit in karbonate. Kamnina je preprežena z žilicami kalcita, katerega zrna imajo značilno dvojlično strukturo z upognjenimi letvicami, kar dokazuje poznejše premikanje kamnine. Po normativni sestavi je kamnina kremenov latiandezit (tabela 5 in 6).

Amfibolski andezit in piroksenski andezit ter njune tufe najdemo na Štularjevi planini (vzorec št. 6a in št. 6b). Vtrošniki so conarni plagioklazi-andezin in nataljeni vtrošniki oligoklaza. Med močno spremenjenimi vtrošniki razlikujemo v nekaterih kamninah (vzorec št. 6a) piroksen, v drugih (vzorec št. 6b) amfibol, ki pa ju spoznamo le po obliki, saj sta popolnoma spremenjena v klorit in goethit.

Spilit smo našli v Dolu na Jezerskem (vzorec št. J-5). Kamnina je močno spremenjena. Tekstura kamnine je enakomerna, struktura je ofitna in prehaja v sideronitno. Letve plagioklazov so skoraj popolnoma spremenjene v sericit in karbonate. Magnetit je prešel v goethit. Prvotna kamnina je vsebovala 50 do 60 % plagioklazov, okrog 30 % avgita, spremenjenega v klorit, ki zapolnjuje prostor med letvicami plagioklaza, ter okrog 5 % magnetita. Ostanek pripada kremenju, ki je nastal pri razpadu plagioklazov poleg klorita, sericita, karbonatov ter zeolitov.

Na Paškem Kozjaku daleč prevladujejo tufi, tufske breče in močno metamorfozirane predornine, ki so njih matične kamnine po vsej verjetnosti andeziti. Med raziskovanimi kamninami smo našli na severnem delu Paškega Kozjaka ob gozdni cesti južno od Šuklerja edino svežo kamnino (vzorec št. PK-2, kemična analiza št. 98), *rogovačni andezit*. Ta leži med plastmi tufa, ki padajo proti jugu in so med sivimi ladinskimi apnenci. Struktura kamnine je porfirska. Vtrošnike tvorita sorazmerno svež andezin, ki je idiomorfen, po razpokah nadomeščen s kalcitom, in rogovača, ki je povsem nadomeščena s kloritom in kalcitom. Osnovo sestavljajo drobna, prepletajoča se zrna paličastih

Tabela 5. Niggli-jeve vrednosti al, fm, c, alk, si in magmatski parametri raziskanih triadnih predornin in iz njih računane skupinske vrednosti Q, L, M, π , γ , μ za risanje trikotnikov QLM, KNaCa in MgFeCa. V tabeli so podane tudi matične magme vseh obravnavanih kamnin

Table 5. The Niggli-values al, fm, c, alk, si and magmatic parameters of investigated Triassic volcanic rocks and out off them calculated group values Q, L, M, π , γ , μ for plotting of QLM, KNaCa and MgFeCa triangles. In table the parental magmas of all treated rocks are indicated

Številka analize Analysis number	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
	NIGGLI-jeve vrednosti, %						NIGGLI-values in %						
al	31.6	35.7	34.1	37.0	30.7	38.9	39.9	46.1	26.7	20.6	22.1	28.1	32.3
fm	29.3	23.4	23.3	23.3	24.4	16.5	21.0	14.2	32.0	36.9	34.3	34.3	27.2
c	19.8	8.8	5.6	6.6	25.4	13.5	9.4	3.0	25.6	35.1	31.3	22.8	24.6
alk	19.3	32.1	36.9	33.1	19.5	31.1	29.8	36.6	15.7	7.4	12.3	14.8	15.8
si	201	321	379	264	251	304	286	400	137	96	142	140	190
Magmatski parametri, odstotek ortoklaza v glinenicah in odstotek anortita v plagioklazih Magmatic parameters, orthoclase percent in feldspars and anorthite percent in plagioclases													
k	0.25	0.42	0.44	0.15	0.27	0.36	0.36	0.87	0.04	0.29	0.02	0.19	0.38
mg	0.24	0.25	0.13	0.29	0.40	0.35	0.39	0.15	0.52	0.51	0.43	0.48	0.52
ti	2.6	1.8	1.7	1.7	2.5	1.5	0.8	0.3	2.2	1.9	5.1	3.4	0.8
p	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
c:fm	0.68	0.37	0.24	0.28	1.04	0.82	0.45	0.21	0.80	0.95	0.91	0.66	0.91
preseki Section	V	III	II	III	VI	V	IV	II	V	V	V	IV	V
qz	23	99	140	32	73	80	67	154	-26	-34	-8	-19	27
t	-7.5	-5.2	-8.4	-2.6	-14.2	-5.6	0.8	6.5	-14.5	-21.9	-21.6	-9.5	-8.1
w	0.75	0.47	0.26	0.53	0.48	0.55	0.54	0.95	0.40	0.36	0.41	0.42	0.42
h	31.4	28.1	26.3	2.4	26.3	32.4	25.8	13.1	27.7	21.1	19.2	30.0	41.6
ar, %	19	40	46	14	21	32	31	77	3	15	2	13	25
an, %	30	9	0	7	28	17	21	50	27	56	29	36	46
	Skupinske vrednosti						Section group values						
L	43.1	41.5	37.1	48.2	37.3	44.1	45.3	39.2	45.2	37.2	36.7	45.0	42.6
M	16.3	9.1	9.7	9.3	15.0	7.3	7.3	5.4	25.6	39.9	31.6	24.1	15.9
Q	40.6	49.4	53.2	42.4	47.7	48.5	47.4	55.4	29.2	22.9	31.8	30.9	41.5
π	0.24	0.05	0.00	0.06	0.22	0.11	0.14	0.04	0.26	0.47	0.28	0.31	0.34
γ	0.20	0.18	0.19	0.09	0.37	0.25	0.00	0.00	0.31	0.37	0.39	0.22	0.23
μ	0.19	0.20	0.10	0.26	0.25	0.26	0.39	0.15	0.00	0.32	0.26	0.38	0.40

plagioklazov in zrn limonita, ki dajejo kamnini rdeče rjavo barvo. Po normativni mineralni sestavi je kamnina dacit (tabela 6).

Med triadnimi, delno metamorfiziranimi in dolomitenimi apnenci najdemo v kamnolomu jugojugovzhodno od kraja Puščava in vzhodno od tega kamnoloma ob Lamprehtovem potoku številne izdanke magmatskih kamnin. Že Dolar-Mantuanijeva (1938) je našla tu predornino, ki jo je imenovala rogovačni porfirit, Grobelškova (1959) pa kremenov porfirit. Ker nismo imeli na razpolago originalnih vzorcev, smo ponovno vzeli večje število vzorcev v kamnolomu in vzhodno od njega.

V triadnih apnencih smo našli v kamnolomu južno od kraja Puščava svež vzorec *dacita* (vzorec št. P-3, kemična analiza št. 99). Kamnina kaže jasno fluidalno teksturo in porfirsko strukturo. Med vtrošniki prevladuje oligoklaz-andezin in v manjši količini kremen, ki večkrat kaže značilne zajede. Biotit najdemo le med vtrošniki in je spremenjen v klorit. Vsa kamnina je posuta z drobnimi zrnci pirita, precej je tudi drobnih zrn magnetita. Osnova je delno prekristaljena in jo sestavljajo mikroliti glincev in rudnih mineralov. V temnih delih neprekristaljene osnove opazimo sledi tečenja, podolgaste mehurčke in podobno.

Po normativni mineralni sestavi je kamnina alkalni melanokratni anortoklazni liparit (tabela 6).

Dacitni tuf (vzorec št. P-8, kemična analiza št. 100) smo našli vzhodno od kamnoloma pri Prodnarju. Tekstura kamnine je tufska, struktura vitro- do kristaloklastična. V drobno mehurčasti prekristaljeni osnovi vidimo vtrošnike oligoklaz-andezina in kremen. Med femičnimi minerali se javlja kloritni biotit. V kamnini opazimo številne drobce prekristaljenega stekla, odlomljenih zrn plagioklazov in temno rjavega stekla. Po normativni mineralni sestavi je kamnina alkalni melanokratni anortoklazni liparit (tabela 6).

Liparit (vzorec št. P-9, kemična analiza št. 101) smo našli 300 m vzhodno od kamnoloma »Puščava« na levem bregu Lamprehtovega potoka. Kamnina kaže jasno fluidalno teksturo in porfirsko strukturo. Med vtrošniki prevladuje sanidin (tabla 1, sl. 1), ki vsebuje tu in tam vključke kremen. Kremen se javlja v samostojnih zrnih in v osnovi, med vtrošniki redko najdemo oligoklaz in kloritni biotit. Osnova je steklasta, rjavkasto obarvana. Akcesorni minerali so pirit, magnetit in zelo redko apatit. Po normativni sestavi je kamnina alkalni kalijev sanidinski liparit (tabela 6).

Opis triadnih magmatskih kamnin iz Posavskih gub

Ponovno smo si ogledali območje med Črnelico in Velikim vrhom, Bohor in Rudnico, ker je bilo število kemičnih analiz na tem območju še premajhno za genetske zaključke, sploh pa še ni bilo nobenih spektralnih analiz.

Opis doslej raziskanih kamnin najdemo v delu Grafenauerja (1980). Na območju med Črnelico in Velikim vrhom se javljajo najrazličnejše predornine, med njimi prevladujejo zelo mafične kamnine. Omenimo naj, da smo imenovali bazalt z ofitno strukturo le bazalt, spilitni bazalt pa smo imenovali z izrazom spilit. S tem smo se izognili dvoumnemu izrazu diabaz, s katerim Amerikanci označujejo v glavnem žilnine z ofitno strukturo, Evropejci pa spilitni ali saussuritni bazalt.

Avgitski bazalt (vzorec št. S-1) smo našli jugovzhodno od cerkve v Svetini, zahodno od kmetije pri Seničarju. Kamnina je drobnozrnata ter ima enakomerno teksturo in porfirsko, subofitno strukturo. Je izrazito melanokratna, saj v njej prevladujejo zrna avgita. Ta zrna zavzemajo okrog 70 % celotne površine zbruska, kakih 10 % je plagioklazov, ostanek pripada s kloritom nadomeščenim mafičnim mineralom. Vmes so sledovi kremen. Po velikosti saličnih in mafičnih mineralov lahko sodimo, da je kamnina kristalila v dveh fazah. V večji globini so nastala večja zrna, v drugi fazi pa je v manjši globini kristalila drobnozrnata osnova, ki jo prav tako tvorijo letve plagioklazov in avgita.

Tabela 6. Rittmann-ovi (1973) magmatski parametri in iz njih računane skupinske vrednosti P, A, Q, F za risanje dvojnega trikotnika po Streckeisen-u (1967). Normativna mineralna sestava in ime triadnih predornin po Rittmann-u (1973) in njihov diferenciacijski indeks (TT) po Thornton-u in Tuttle-ju (Carmichael, Turner in Verhoogen 1974)

Table 6. Rittmann (1973) magmatic parameters and out off them calculated group values, P, A, Q, F for plotting of double triangle according to Streckeisen (1967). Normative mineral composition and name to Thornton and Tuttle (Carmichael, Turner and Verhoogen 1974)

Številka analize Analysis number	94	95	96	97	98	99	100
Normativna ime kamnine Normative rock name	Kremenov latiandezit Quartz latiandezite	Alkalni liparit Alkalni liparite	Alkalni liparit Alkalni liparite	Alkalni net- rijev kremenov trahit ali net- rijev liparit Alkalni soda quartz-tri- chyte cf. soda liparite	- Dacite Dacite	Alkalni me- lanokrati anortoklazni liparit Alkali mela- anorthoclaze liparite	Alkalni mela- nokratni anor- toklazni liparit Alkali mela- anorthoclaze liparite
Ox°	0.74	0.47	0.26	0.52	0.48	0.54	0.53
T	11.23	17.66	16.55	14.60	11.45	23.55	44.00
σ	2.80	2.90	2.72	3.68	1.64	2.98	3.11
M	16.0	9.2	11.3	7.8	14.5	14.5	25.3
P	68.5				56.1		
A	18.0	73.3	69.3	88.2	14.4	73.7	72.6
Q	13.5	26.7	30.7	11.8	29.5	26.3	27.4
F							
x	79.1	0.0	0.0	0.0	79.6	0.0	0.0
y	13.5	26.7	30.7	11.8	29.5	26.3	27.4

Magmatski parametri in iz njih računane skupinske vrednosti, %
Magmatic parameters and out off them calculated group values, %

Tabela 6. Nadaljevanje Table 6. Continued

	Normativna mineralna sestava, % Normative mineral composition, %							
	11.3	24.2	27.2	10.9	25.2	22.5	20.5	
Kremen Quartz								
Sonidin	or ₅₅ ^{ab} ₄₁ ^{an} ₄	or ₄₀ ^{ab} ₅₆ ^{an} ₄	or ₄₉ ^{ab} ₅₁		or ₇₉ ^{ab} ₁₅ ^{an} ₆			
Sonidine	15.2	60.1	61.5		12.3			
Anortoklaz		or ₁₉ ^{ab} ₇₀ ^{an} ₁₁		or ₁₄ ^{ab} ₈₀ ^{an} ₆		or ₃₄ ^{ab} ₆₃ ^{an} ₃	or ₂₇ ^{ab} ₇₁ ^{an} ₂	
Anorthoclase		6.5		81.3		63.0	54.2	
Labradorit	or ₉ ^{ab} ₂₉ ^{an} ₆₂				or ₇ ^{ab} ₂₅ ^{an} ₆₈			
Labradorite	57.5				48.0			
Egirinski avgit			8.5					
Agirine augite								
Klinopirokseni	7.1	4.2		2.4	0.6			
Clinopyroxenes								
Hipersten	5.8			3.4	6.3			
Hypersthene								
Cossyrit			2.3					
Cossyrite								
Biotit		3.6				4.1	15.9	
Biotite								
Ilmenit	0.9	0.3		0.5	0.9	0.3		
Ilmenite								
Magnetit	1.4	1.2		1.6	0.9	0.6	0.6	
Magnetite								
Cardierit						5.5	5.8	
Cardierite								
Apatit	0.2					0.1		
Apatite								
Kalcit	0.6		0.6		5.9	4.0	3.0	
Calcite								
	Diferenciacijski indeks TT, % Differentiation index, %							
	26.5	90.8	88.7	92.2	37.5	85.5	74.7	

Tabela 6. Nadaljevanje Table 6. Continued

Številka analize Analysis number	101	102	103	104	105	106
Normativno ime kamnine Normative rock name	Alkalni K sanidinski liparit Alkali K sanidine liparite	Olivinov havajit Olivine hawaiiite	Melanokrati latinski ande- zit Melalorian- desite	Kremen vse- bujoči ha- vajit Quartz bearing hawaiiite	Havajit Hawaiiite	Kremenov la- titni andezit Quartz latiandesite
	Magmatski parametri in iz njih računane skupinske vrednosti, % Magmatic parameters and out off them calculated group values, %					
Ox ⁰	0.95	0.39	0.36	0.40	0.42	0.41
T	164.13	10.12	11.70	3.71	7.75	41.33
σ	3.38	5.21	-7.48	2.40	4.65	2.38
M	7.9	24.1	39.2	35.3	22.8	20.6
P		100.0	87.5	96.9	90.6	60.5
A	68.8		12.5		9.4	20.1
Q	31.2			3.1		19.4
F						
x	0.0	100.0	87.5	100.0	90.6	75.0
y	31.2	0.0	0.0	3.1	0.0	19.4
	Normativna mineralna sestava, % Normative mineral composition, %					
Kremen Quartz	28.7			2.0		15.4
Sanidin	or ₈₄ ^{ab,an} 63.4		or ₆₆ ^{ab,an} 7.6		or ₅₆ ^{ab,an} 7.3	or ₆₆ ^{ab,an} 16.0
Sanidine						

Legenda k tab. 6

Ox⁰ — stopnja oksidacije kamnine, ki je definirana z enačbo

$$Ox^0 = Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn)$$

τ — vrednost, ki dovoljuje ločenje visoko aluminjskih bazaltov (med 10 in 30) od tipičnih tholeitov (med 4 in 8) in razlikovanje pravih andezitov (nad 10) od alkalnih andezitov, havajitov. Vrednost je podana z enačbo

$$\tau = (Al_2O_3 - Na_2O)/TiO_2$$
σ — serijska vrednost, podana z enačbo $\sigma = (K_2O + Na_2O)^2/(SiO_2 - 43)$

Q — minerali kremenice (predvsem kremen); A — alkalni glinenici in albit; P — plagioklaz (nad 5% an); F — foidi; M — mafični minerali; x, y — koordinate, s katerimi določimo ime kamnine v diagramu Streckeisen (1967)

TT — diferencijski indeks po Thornton in Tuttleju (Carmichael, Turner in Verhoogen, 1974; Yoder, 1979), ki predstavlja vsoto vseh normativnih felzičnih mineralov (Q + Or + Ab + Ne + Kp + Lc)

Oligoklaz					
Oligoclase					
Andezin	$\sigma_3^{ob,71} \sigma_n^{26}$ 75.9	$\sigma_1^{ob,71} \sigma_n^{28}$ 62.7			
Andesine					$\sigma_{14}^{ob,40} \sigma_n^{46}$ 48.0
Labradorit					
Labradorite					
Avgit			$\sigma_{63}^{ob,39} \sigma_n^{33}$ 53.2		
Avgite			1.6		9.6
Titanski avgit					10.6
Titanavgite				32.7	
Diopsid	4.3				
Diopside					
Hipersten	3.9		12.1		3.0
Hyperssthene					
Olivin	5.8		6.1		5.1
Olivine					
Biot		1.6			8.7
Biotite					
Ilmenit	1.2		1.3		1.7
Ilmenite					
Magnetit	0.4		1.3		1.3
Magnetite					
Cordierit	5.8				
Cordierite					
Kalcit	7.7		16.8		2.0
Calcite					
Diferenciacijski indeks, % Differentiation index, %					
	92.1	0.0	7.6	2.0	7.3
					31.4

Explanation of tab. 6

Ox^o — oxydation degree of rock, defined by equation

$$\text{Ox}^o = \text{Fe}^{3+} / (\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn})$$

τ — value, which defines the distinction between high alumina basalts (10–30) and typical tholeiites (4–8) and distinction between true andesite (more than 10) and alkalic andesites (hawaiite), $\tau = (\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}) / \text{TiO}_2$

σ — serial value defined with equation $\sigma = (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})^2 / (\text{SiO}_2 - 43)$

Q — SiO₂ minerals (mainly quartz); A — alkali feldspars and albite; P — plagioclase (more than 5 % an); F — foids; M — mafic minerals; x, y — coordinates, which define the rock name in the Streckeisens (1967) diagram

TT — differentiation index after Thornton and Tuttle (Carmichael, Turner and Verhoogen, 1974; Yoder, 1979), which signifies the sum of all normative felsic minerals (Q + Or + Ab + Ne + Kp + Lc)

Vtrošniki svežih plagioklazov pripadajo bytownitu, spremenjeni pa vsebujejo okrog 47 do 55 % an. Poleg avgita redko opazimo hipersten.

Spilit najdemo jugozahodno od cerkve v Svetini pri Celju na poti pod Veliki vrh na višini 720 m (vzorec št. S-2a, kemična analiza št. 104) in v Ravnah pri Celju (vzorec št. S-3). Kamnina ima enakomerno teksturo in porfirsko ofitno strukturo. Vtrošniki plagioklazov so spremenjeni in vsebujejo okrog 23 do 39 % an. Letvice glincev vsebujejo včasih celo samo 0 do 20 % an, kar kaže na normalno izločanje plagioklazov iz taline, ki je postajala pri delnem kristaljenju vedno bolj alkalna. V kamnini najdemo tudi drobna zrnca pirta, epidot, kalcit in goethit. Med mafičnimi minerali se javlja avgit in redko hipersten. V kamnini opazujemo mandlje klorita (Tabla 1, sl. 2), ki včasih kažejo koncentrično strukturo. Klorit nadomešča tudi številna večja zrna piroksenov. V vzorcu št. S-3 smo našli poleg pirta v žilicah tudi sledi arzenopirta. Po podatkih normativne sestave je spilit vzorca št. S-2a kremen vsebujoči havajit (tabela 6).

Spilit (vzorec št. S-2) smo našli tudi jugozahodno od cerkve v Svetini pri Celju. Kamnina ima tufsko teksturo in intersertalno strukturo (Tabla 1, sl. 3). Letvice plagioklazov pripadajo sekundarnemu albitu. V osnovi opazujemo spremenjene vtrošnike plagioklazov, pa tudi manjša gnezda kremena. V kamnini prevladujejo kloriteni mafični minerali. V razpokah, ki sekajo kamnino, opazimo kalcit, epidot in pirit, v žilicah včasih tudi klorit.

Dioritni porfirit (vzorec št. S-3a, kemična analiza št. 105) smo našli ob potoku Kozarica pri Langerjevi peči, zahodno od Raven pri Celju. Kamnina je debelozrnata žilnina z doleritno strukturo.

Med letvami plagioklazov najdemo drobnejša zrna avgita. Poleg avgita opazujemo v kamnini še polja klorita. Izredno redka so večja zrna epidota, drobnozrnati pa nadomešča piroksene in plagioklaze. Kamnina vsebuje precej magnetita, manj pirta. Magnetit je delno oksidiral v goethit. Kamnina vsebuje tudi monokristalne do polikristalne drobce kalcita, ki so verjetno nastali pri vključevanju apnenca v talino. Do izliva magme je prišlo pod morsko gladino, kar dokazujejo blazinaste lave v potoku Kozarici zahodno od Raven. Po normativni sestavi je kamnina havajit (tabela 6).

Spilit (vzorec št. S-4) najdemo okrog 1,2 km jugozahodno od Črnoalice, južno od Lončarja na poti od Črnoalice proti Jurkloštru. Kamnina je izrazito melano-kratna in vsebuje malo pirta. Kaže intersertalno strukturo in homogeno, ponekod mandljasto teksturo. Letvice plagioklazov pripadajo oligoklazu, nekatere tudi albitu. Mandlje v kamnini sestavlja v glavnem kalcit, manj je v njih klorita. Od prvotnih mafičnih mineralov se je ohranilo le malo zrn in je njihov premer premajhen, da bi jih mogli podrobneje preiskati.

Predornine in njihovi tufi Rudnice, Bohorja in Orlice so po sestavi najbolj enotna skupina. Kot za vsa štajerska vulkanska območja velja tudi za to, da opazujemo mnogokratno menjavanje različnih vrst tufov, kar govori za številne plinske in lavine izbruhe. Mafični značaj in pojavljanje mandljev je v soglasju z globokomorskim razvojem dela ladinskih sedimentov. Med predorninami in tufi se namreč pojavljajo v vseh omenjenih območjih ploščasti apneneci z roženci. Glavna smer razvoja omenjenih sedimentov je prečno alpska. Na Bohorju najdemo med spiliti tudi vložke tufov, tufskih peščenjakov in vulkanskih breč.

Spilit (vzorec št. B-1, kemična analiza št. 102 in vzorec št. B-2) smo našli na severozahodnem pobočju Kamnega vrha. Kamnina je vložena med tufskimi, apnenčevimi in roženčevimi polami. Tekstura je mandljasta in struktura porfir-ska. Med vtrošniki opazimo plagioklaze, ki vsebujejo 26 do 32 % anortita in so dveh generacij. Manjša zrna vsebujejo okrog 20 % an, večja pa 32 % an. Vsa samostojna zrna plagioklazov so bolj ali manj sericitena (Tabla 2, sl. 1), v njih opazimo tudi epidot in klorit. Med vtrošniki opazimo ksenomorfna zrna avgita, ki pa so navadno popolnoma nadomeščena s kloritom, epidotom in zoisitom, ponekod s kalcitom in zelenim pleohroičnim vlaknatim mineralom. Osnova je sorazmerno homogena, mikrokristalna in jo sestavljajo paličasta zrna albitenih plagioklazov in drobna zrna epidota. V kamnini se pojavljajo številni mandlji (Tabla 2, sl. 2), ki jih zapolnjujejo radialno žarkoviti klorit, redkeje kalcit in albit. Ob robovih nekaterih mandljev opazimo pirit v drobnih kockastih kristalih. Med osnovo zasledimo redka zrna magnetita. V sledih so v kamnini sekundarna zrna kremenca, ki nastopa tudi v žilicah skupaj s kloritom (Tabla 2, sl. 3, Tabla 3, sl. 1). Po normativni sestavi je kamnina olivinov havajit.

V *spilitu* (vzorec št. B-6, kemična analiza št. 103) iz Tajflovega grabna na višini 530 m na severnem pobočju Malega Koprivnika smo našli poleg močno spremenjenih zrn plagioklazov in avgita tudi granat (Tabla 3, sl. 2 in sl. 3). Kamnina je bila torej podvržena nekoliko višji stopnji metamorfoze. Osnova je skoraj povsem nadomeščena z dolgovlaknatim kloritom, ki ga nadomešča kristalni kalcit. Redki ostanki glincev so ohranili le konture zrn. Zrna epidota v osnovi so bila nataljena, so okrogla in imajo radialno žarkovito strukturo. V sledih se javlja granat v okroglih brezbarvnih zrnih. Nekatera zrna granata so resorbirana, druga so zrasla na epidotu. Avgit je v nasprotju s plagioklazom svež, a močno razpokan in resorbiran. Med osnovo so tudi zaobljeni mandlji s kloritom, nekateri pa vključujejo granat, kalcedon in epidot. Vzorec je po normativni sestavi melanokratni latitni andezit (tabela 6).

Spilitni tuf najdemo vzhodno (vzorec št. B-3) in jugozahodno (vzorec št. B-4) od Kamnega vrha. Zrna in drobci kamnin so neenakomerno razpršeni. Deli kamnine sestojte pretežno iz drobcev predornine. Plagioklazi so albiteni, avgit spremenjen v klorit in epidot. Razvrstitev klorita in delno epidota v osnovi ustvarja fluidalno teksturo. V kamnini opazimo številne mandlje, ki imajo značilno strukturo. V sredini je klorit v vlaknih, radialno žarkovito razvrščen, proti obodu pa so vlakna mikrokristalna ali pa podolgovata z vlakni vzporedno stenam mandlja. Med predorninami in tufi na Rudnici najdemo le avgitne andezite in v epimagmatski fazi albitene in kloritene andezite.

Sericiteni in kloriteni andezit smo našli na gozdni poti, severno od gradu pri Podčetrtku (vzorec št. R-7), in na isti poti okrog 200 m naprej zahodno od Gastroža (vzorec št. R-9, kemična analiza št. 106). Kamnina tvori vložek med tufi različnih struktur. Kamnina kaže homogeno teksturo in porfirsko strukturo. Med vtrošniki opazimo sericitene plagioklaze, ki pripadajo oligoklazu. Nekatera zrna plagioklazov so tudi močno kloritena.

Vtrošniki piroksena so prav tako idiomorfni kot vtrošniki plagioklazov, nadomeščeni so s kloritom, delno dolomitom. Osnova je mikrokristalna, dokaj homogena. V njej prevladujeta klorit in sericit, precej na gosto so v njej razpršena drobna zrna goethita; manj je epidota v drobnih zrnih. Mestoma se pojavlja v osnovi kalcit. Kamnina vključuje tu in tam tudi litične drobce, ki jih

je magma vključila že na svoji poti. Po normativni sestavi je kamnina (vzorec št. R-9) kremenov latitni andezit (tabela 6).

Na številnih mestih smo našli *kristaloklastični do litoklastični andezitni tuf*, zlasti nad gozdno cesto, ki pelje proti severu od Podčetrka proti Sodni vasi. Tekstura kamnine je tufska. Tako osnova kot tudi nekateri razpotegnjeni drobcji kamnin, ki sledo smeri tečenja, kažejo izrazito fluidalno teksturo (vzorec št. R-12). Kristalna zrna pripadajo pretežno oligoklazu, ki je močno spremenjen, v manjši meri kremenu in kalcitu. Pirokseni, ki jih je sorazmerno malo, so povsem kloriteni. Drobci porfirske kamnine v tufu so tako spremenjeni, da so meje med njimi in osnovo pogosto zabrisane. Tufi včasih prehajajo v tufske peščenjake in tufite, ki so pogosto močno piriteni in limoniteni in se z njimi menjajo. Tufi in tufiti se menjajo s triadnimi lapornimi skrilavci, ploščastimi apnenci in dolomiti. Čas izbruhov lahko postavljamo po vsem opisanem v ladin.

Seznam analiz kamnin v tabelah in slikah

List of rocks analyses in tables and figures

Pri vseh kamninah bomo navedli njihovo ime na podlagi mikroskopskega pregleda vzorcev, v oklepaju pa normativno ime po Rittmannu (1973).

1. Spremenjeni avgitni andezit (olivinov andezit) s spodnjega grebena Lom—Plešivec—Kranjska reber, pod Sovinjo pečjo, analiza vzorca št. 178/3833 (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)
Altered augite andesite (olivine andesite) from the lower ridge Lom—Plešivec—Kranjska reber, below the Sovinja peč, analysis of sample No. 178/3833 (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)
2. Spilitni bazalt (olivinov andezit s foidi s Traticke južno od Črnoice pri Šentjurju, analiza vzorca št. CL-67 (Germovšek, 1959)
Spilitic basalt (olivine andesite with foids) from Tratica south of Črnoica near Šentjur, analysis of sample No. CL-67 (Germovšek, 1959)
5. Spremenjeni andezit (havajit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. 4 a (Fanning, 1961 a)
Altered andesite (hawaiite) from the environs of Laško, analysis of sample No. 4 a (Fanning, 1961 a)
6. Spilitni bazalt (olivinov havajit) z Velikega vrha, severovzhodno od Laškega, analiza vzorca št. CL-8 (Germovšek, 1959)
Spilitized basalt (olivine hawaiite) from Veliki vrh, northeast of Laško, analysis of sample No. CL-8 (Germovšek, 1959)
7. Spremenjeni avgitni andezit (havajit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. 8 (Fanning, 1961 a)
Altered augite andesite (hawaiite) from the environs of Laško, analysis of sample No. 8 (Fanning, 1961 a)
9. Spremenjeni andezit (tholeitni bazalt) s spodnjega dela grebena Lom—Plešivec—Kranjska reber, pod Sovinjo pečjo, analiza vzorca št. 178 (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)
Altered andesite (tholeitic basalt) from the lower part of the ridge Lom—Plešivec—Kranjska reber, below the Sovinja peč, analysis of sample No. 178 (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)

10. Spilit (andezit) z Bohorja, analiza vzorca št. 9 b (Hinterlechner-Ravnik, 1959 b)
Spilite (andesite) from Bohor, analysis of sample No. 9 b (Hinterlechner-Ravnik, 1959 b)
11. Spremenjeni avgitski albitski andezit (levkokratni andezit) s severnega pobočja Velikega Koprivnika na Bohorju, analiza vzorca št. Bo-128 a (Germovšek, 1959)
Altered augite albite andesite (leucocratic andesite) from the northern slope of Veliki Koprivnik on Bohor, analysis No. Bo-128 a (Germovšek, 1959)
12. Spilit (nefelinov levkokratni tefrit) z Rudnice nad Podčetrtkom, analiza vzorca Ol-28 (Germovšek, 1959)
Spilite (nepheline leucocratic tephrite) from Rudnica above Podčetrtek, analysis of sample No. Ol-28 (Germovšek, 1959)
14. Spremenjeni kremenov andezit (melanokratni dacit) iz Kokrškega kamnoloma, analiza vzorca št. 2 (Fanning, 1961 a)
Altered quartz andesite (melanocratic dacite) from the Kokra quarry, analysis of sample No. 2 (Fanning, 1961 a)
15. Spremenjeni kremenov andezit (kremenov levkokratni andezit) s Štularjeve planine v Kamniških Alpah (Fanning, 1961 a)
Altered quartz andesite (quartz leucocratic andesite) from the Štularjeva planina in Kamnik Alpe (Fanning, 1961 a)
17. Albiteni kremenov andezit (alkalni natrijev melanokratni liparit) iz Kokrškega kamnoloma, analiza vzorca št. 3 (Fanning, 1961 b)
Albitized quartz andesite (alkali sodium melanocratic liparite) from the Kokra quarry, analysis of sample No. 3 (Fanning, 1961 b)
18. Spremenjeni kalijev kremenov trahit (alkalni kalijev kremenov trahit) iz Raven pri Tuhinju (Germovšek, 1959)
Altered potassium quartz trachyte (alkali potassium quartz trachyte) from Ravne near Tuhinj (Germovšek, 1959)
20. Albiteni kremenov trahit (alkalni kremenov trahit) iz Klavževega jarka pri Veliki Pirešici, analiza vzorca št. V-64/2 (Germovšek, 1953)
Albitized quartz trachyte (alkali quartz trachyte) from Klavžev jarek at Velika Pirešica, analysis of sample No. V-64/2 (Germovšek, 1953)
21. Spremenjeni biotitov kremenov trahandezit (biotitov liparit) z Dobroveljske planote, severovzhodno od Nazarij, analiza vzorca št. SD-25 (Germovšek, 1959)
Altered biotite quartz trachyandesite (biotite liparite) from Dobroveljska planota, NE of Nazarje, analysis of sample No. SD-25 (Germovšek, 1959)
22. Spremenjeni kremenov biotitni andezit (cordieritov hiperstenov melanokratni liparit) iz Kokrškega kamnoloma, analiza vzorca št. 4 (Fanning, 1961 a)
Altered quartz biotite andesite (cordierite hypersthene melanocratic liparite) from the Kokra quarry, analysis of sample No. 4 (Fanning, 1961 a)
23. Spremenjeni albitni liparit (melanokratni liparit) južno od Bočne pri Gornjem gradu, analiza vzorca št. SD-1 (Germovšek, 1959)

- Altered albite liparite (melanocratic liparite) from Bočna at Gornji grad, analysis of sample No. SD-1 (Germovšek, 1959)
24. Spremenjeni dacit (levkokratni plagiodacit) 500 m zahodno od sedla Črnivec (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)
Altered dacite (leucocratic plagiodacite) 500 m W from the Črnivec pass (Hinterlechner-Ravnik, 1959 a)
30. Spremenjeni kalijev alkalni liparit (alkalni kalijev sanidinov liparit) s Kališkega plazu, nad dolino Črne pri Kamniku (Germovšek, 1959)
Altered potassium alkali liparite (alkali potassium sanidine liparite) from Kališki plaz, above the Crna valley near Kamnik (Germovšek, 1959)
31. Spremenjeni albitiski liparit (liparit) južno od Bočne, vzhodno od Gornjega grada, analiza vzorca št. SD-6 (Germovšek, 1959)
Altered albite liparite (liparite) S from Bočna, E of Gornji grad, analysis of sample No. SD-6 (Germovšek, 1959)
34. Spremenjeni liparit (liparit) iz Hudega potoka pri Šmartnem ob Paki, analiza vzorca št. SD-35 (Germovšek, 1959)
Altered liparite (liparite) from Hudi potok at Šmartno ob Paki, analysis of sample No. SD-35 (Germovšek, 1959)
39. Spremenjeni dacit (alkalni sanidinov melanokratni liparit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. E₁ (Fanning, 1961 a)
Altered dacite (alkali sanidine melanocratic liparite) from the environs of Laško, analysis of sample No. E₁ (Fanning, 1961 a)
42. Spremenjeni dacit (alkalni sanidinov muskovitni melanokratni liparit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. 1 (Fanning, 1961 a)
Altered dacite (alkali sanidine muscovite melanocratic liparite) from the environs of Laško, analysis of sample No. 1 (Fanning, 1961 a)
43. Spremenjeni biotitov albitni liparit (alkalni sanidinov muskovitni melanokratni liparit) iz Dobroveljske planote, analiza vzorca št. SD-29 (Germovšek, 1959)
Altered biotite albite liparite (alkali sanidine muscovite melanocratic liparite) from Dobroveljska planota, analysis of sample No. SD-29 (Germovšek, 1959)
44. Spremenjeni dacit (natrijev alkalni anortoklazni liparit) iz Dedkovega kamnoloma v dolini Kamniške Bistrice (Fanning, 1961 a)
Altered dacite (sodium alkali anorthoclase liparite) from the Dedek-quarry in the Kamniška Bistrica valley (Fanning, 1961 a)
45. Spremenjeni dacit (albitni levkokratni plagiodacit) iz Tohantovega kamnoloma pri Veliki Pirešici, analiza vzorca št. V-91c (Germovšek, 1953)
Altered dacite (albite leucocratic plagiodacite) from the Tohant quarry at Velika Pirešica, analysis of sample No. V-91c (Germovšek, 1953)
46. Spremenjeni alkalni albitiski liparit (alkalni sanidinov egrirsko-augitni liparit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. LZ (Drasche, 1873)
Altered alkali albite liparite (alkali sanidine aegirine-augite liparite) from the environs of Laško, analysis of sample No. LZ (Drasche, 1873)
48. Spremenjeni dacit (natrijev anortoklazov sillimanitov liparit) izpod Kamniškega vrha, nad kmetijo Slevo (Fanning, 1961 a)
Altered dacite (sodium anorthoclase cordierite sillimanite liparite) from below of Kamniški vrh, above the Slevo farm (Fanning, 1961 a)

50. Spremenjeni albitski liparit (sanidinov liparit) iz okolice Laškega, analiza vzorca št. LR (D r a s c h e , 1873)
Altered albite liparite (sanidine liparite) from the environs of Laško, analysis of sample No. LR (D r a s c h e , 1873)
52. Spremenjeni kremenov andezit (dacit) iz kamnoloma na poti Sv. Lovrenc na Pohorju—Ruše, jugojugovzhodno od kraja Puščava, analiza vzorca št. V 13 (G r o b e l š e k , 1959)
Altered quartz andesite (dacite) from the quarry at the road Lovrenc na Pohorju—Ruše, SSE from the village Puščava, analysis of sample No. V 13 (G r o b e l š e k , 1959)
56. Spilit (levkokratni tefrit) z Bohorja, analiza vzorca št. 43 (O c e p e k , 1955)
Spilite (leucocratic tephrite) from Bohor, analysis of sample No. 43 (O c e p e k , 1955)
94. Spremenjeni biotitov andezit (kremenov latiandezit) iz doline Slap na Jezerskem, analiza vzorca št. J-1
Altered biotite andesite (quartz latiandesite) from the Slap valley on Jezersko, analysis of sample No. J-1
95. Spremenjeni biotitov dacit (alkalni liparit) iz Slavčevega kamnoloma pri Jezerskem, analiza vzorca št. J-2
Altered biotite dacite (alkali liparite) from the Slavec quarry near Jezersko, analysis of sample No. J-2
96. Spremenjeni biotitov kremenov dacit (alkalni liparit) iz Malega grabna na Jezerskem, analiza vzorca št. J-4
Altered biotite quartz dacite (alkali liparite) from Mali graben on Jezersko, analysis of sample No. J-4
97. Spremenjeni dacit (alkalni natrijev liparit) s severnega dela Štularjeve planine, analiza vzorca št. J-7
Altered dacite (alkali sodium liparite) from the northern part of Štularjeva planina, analysis of sample No. J-7
98. Spremenjeni rogovačni andezit (dacit) s severnega dela Paškega Kozjaka, analiza vzorca št. PK-2
Altered hornblende andesite (dacite) from the northern part of Paški Kozjak, analysis of sample No. PK-2
99. Spremenjeni dacit (alkalni melanokratni anortoklazni liparit) iz kamnoloma na poti Sv. Lovrenc na Pohorju—Ruše, južno od kraja Puščava, analiza vzorca št. P-3
Altered dacite (alkali melanocratic anorthoclase liparite) from the quarry on the road Lovrenc na Pohorju—Ruše, S from the Puščava village, analysis of sample No. P-3
100. Dacitni tuf (alkalni melanokratni anortoklazni liparit), 200 m vzhodno od kamnoloma »Puščava«, pri Prodnarju, analiza vzorca št. P-8
Dacitic tuff (alkali melanocratic anorthoclase liparite), 200 m E from the "Puščava" quarry, at Prodnar, analysis of sample No. P-8
101. Spremenjeni liparit (alkalni kalijev sanidinov liparit), 300 m vzhodno od kamnoloma »Puščava«, na levem bregu Lamprehtovega potoka, analiza vzorca št. P-9
Altered liparite (alkali potassium sanidine liparite), 300 m E from the quarry "Puščava", on the left bank of Lamprehtovega potoka, analysis of sample No. P-9

- Altered liparite (alkali potassium sanidine liparite), 300 m E from the "Puščava" quarry, on the left bank of the Lampreht creek, analysis of sample No. P-9
102. Spilit (olivinov havajit) s severozahodnega pobočja Kamnega vrha, analiza vzorca št. B-1
Spilite (olivine hawaiiite) from the northeastern slope of Kamni vrh, analysis of sample No. B-1
103. Spilit (melanokratni latitni andezit) iz Tajfelovega grabna, analiza vzorca B-6
Spilite (melanocratic latianandesite) from the Tajfel gulch, analysis of sample No. B-6
104. Spilit (kremen vsebujoči havajit), JJZ od cerkve v Svetini pri Celju, na poti pod Veliki vrh, analiza vzorca št. S-2a
Spilite (quartz-bearing hawaiiite), SSW from the church in Svetina near Celje, analysis of sample No. S-2a
105. Dioritni porfirit (havajit) iz potoka Kozarica, zahodno od Raven pri Celju, analiza vzorca št. S-3a
Diorite porphyrite (hawaiiite) from the Kozarica river, W from Ravne near Celje, analysis of sample No. S-3a
106. Sericiteni in kloriteni andezit (kremenov latitni andezit), 850 m severno od cerkve v Podčetrtku, analiza vzorca št. R-9
Sericitized and chloritized andesite (quartz latianandesite), 850 m N from the church in Podčetrtek, analysis of sample No. R-9

Kemične analize kamnin (od tekočih števil 94 do 106) je opravila prof. dr. Vera Djordjević (laboratorij za petrologijo rudarsko-geološke fakultete v Beogradu). Spektralno kemične analize istih vzorcev je opravil prof. dr. Zoran Maksimović (laboratorij za geokemične preiskave rudarsko-geološke fakultete v Beogradu).

V tabelah 3 in 4 vidimo, da vsebujejo kamnine sledne prvine v običajnih clarkih; nenavadno bogate z barijem in stroncijem so dicitne kamnine (št. 99 in 100) iz kamnoloma pri Puščavi, kjer smo opazili, da je kamnina povsod tudi bolj ali manj obogatena s piritom. Skoraj vse kamnine so neobičajno bogate s svincem, posebej še kamnine iz kamnoloma pri Puščavi, iz Bohorja in Rudnice (št. 100 in 101 iz kamnoloma pri Puščavi, št. 102 z Bohorja, št. 105 iz potoka Kozarica in št. 106 z Rudnice). Nenavadno bogata s cinkom sta vzorec št. 94 iz doline Slap na Jezerskem in vzorec št. 96 iz Malega grabna prav tam.

V tabelah 3 in 4 smo razvrstili triadne magmatske kamnine z naraščanjem Larsenove funkcije $f = (1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$. Ta funkcija določa položaj kamnine v diferenciacijskem zaporedju (Nockolds in Allen, 1953)

Klasifikacija in variacija magmatskih kamnin

Za določanje imena kamnin je potrebno računati Nigglijeve parametre, Rittmannovo katanormo, razmerja med posameznimi glavnimi in slednimi prvimi v kamninah in številna medsebojna razmerja med posameznimi minerali.

V tabeli 5 navajamo Nigglijeve parametre. Računali smo po navodilih Burri-ja (1959). V tabelah 5 in 6 navajamo vrednosti le za kamnine, ki smo jih

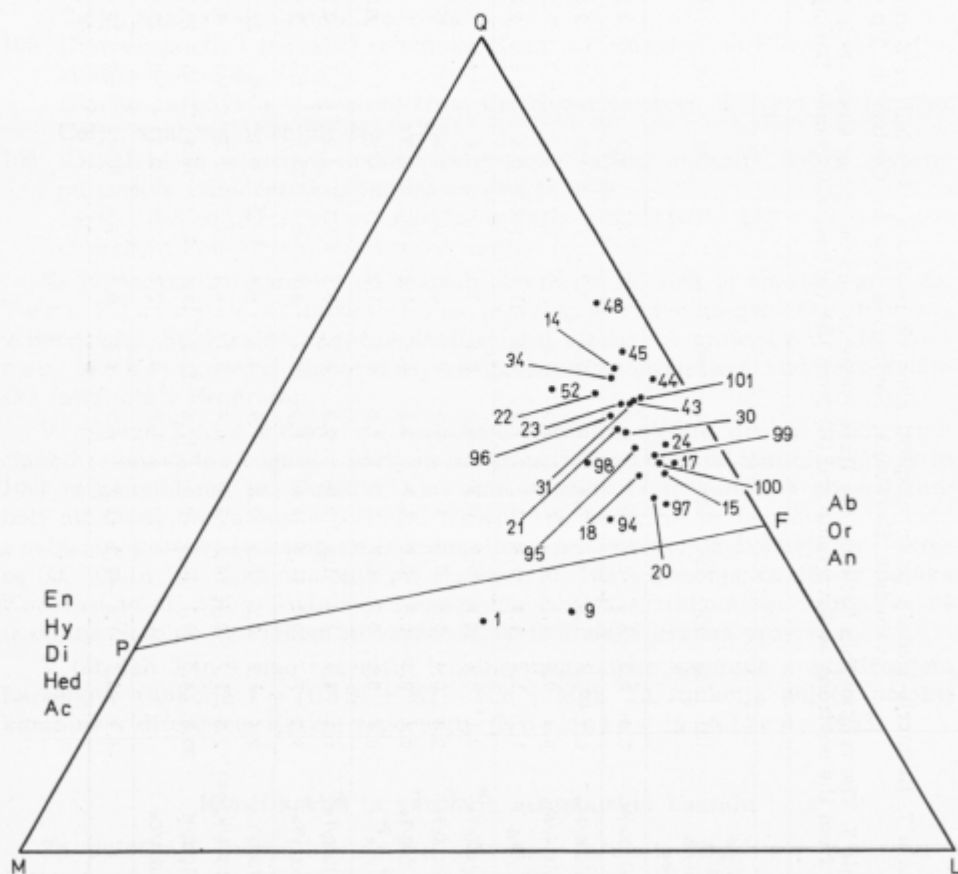
Tabela 7. Razmerje slednih prvov nasproti glavnim prvom v triadnih predrominah iz Posavskih gub (A), vzhodnih Karavank, Savinjskih Alp in Centralnih Alp (B)

Table 7. The relationship between the trace elements and the major elements in the Triassic volcanic rocks (A) from the environs of Sava folds and (B) from the eastern Karavank, Savinja Alps and Central Alps

Številka analize Analysis number	A										B									
	102	103	104	105	106	94	98	22	97	17	100	44	99	95	96	101				
Gox1000/Al	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5				
Nix1000/Mg	0.2	0.6	1.4	0.7	0.4	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	2.0	0.7	0.6	1.7	4.0				
Cox1000/Mg	0.4	0.6	1.1	1.0	1.4	1.3	0.6	0.9	0.7	2.0	0.5	0.5	0.8	-	2.1	-				
Fe ²⁺ /Mg	1.2	1.4	1.8	1.4	1.2	1.8	1.8	1.7	2.6	2.6	1.6	2.0	1.7	3.5	10.8	0.7				
Nix1000/Fe ²⁺	0.1	0.4	0.8	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	0.4	0.2	0.2	5.9				
Cox1000/Fe ²⁺	0.4	0.4	0.6	0.7	1.1	0.7	0.3	0.5	0.3	0.8	0.3	0.2	0.5	-	0.2	-				
Srx1000/Fe ²⁺	0.4	0.5	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	1.2	0.3	1.3	-	1.7	-	0.3	-	6.9				
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	3.0	0.9	1.3	1.1	0.5	1.2	2.0	0.8	0.9	0.4	19.0				
Crx1000/Fe ³⁺	1.1	4.1	2.4	1.8	2.0	0.3	4.3	0.5	1.1	2.3	1.1	0.1	1.5	0.6	1.4	0.7				
Vx1000/Fe ³⁺	9.5	7.7	10.1	11.4	14.6	1.0	3.9	6.4	1.1	10.8	3.6	0.9	5.2	2.3	3.4	3.8				
Srx1000/Co	2.4	1.8	2.5	5.3	5.8	7.9	4.3	8.4	11.3	6.4	68.2	27.5	107.0	5.1	18.9	17.9				
Srx1000/(Ca+K)	2.3	1.7	2.4	4.3	3.9	5.4	3.1	4.4	6.1	2.2	21.1	4.7	15.1	1.2	2.9	0.8				
Bax1000/K	30.8	4.5	28.1	14.3	19.5	17.8	15.3	19.5	16.8	12.5	100.1	27.7	50.5	8.0	9.7	3.6				
Yx1000/Co						1.0	0.7	2.2	1.4	2.5	1.3	25.0	3.7	1.4	3.1	8.0				
f	-6.1	-5.7	-1.6	+1.3	+4.7	6.2	6.4	9.3	9.4	10.9	11.2	12.4	12.6	12.7	14.3	18.1				

raziskovali v okviru naloge v letih 1981 in 1982, ostale vrednosti, ki smo jih uporabljali tudi za risanje diagramov, so v monografiji Grafenauer-ja (1980).

Parametre, normativno ime in normativno mineralno sestavo raziskovanih kamnin po Rittmannu (1973) navajamo v tabeli 6, razmerje slednih in manj pogostih prvin proti glavnim prvinam pa v tabeli 7. Na podlagi podatkov Nigglijevih parametrov tabele 5, dopoljenih s podatki prej omenjenega dela (Grafenauer, 1980), dajemo na sliki 1 porazdelitev predornin vzhodnih Karavank in Savinjskih Alp v trikotniku QLM, na sliki 2 pa isto porazdelitev kamnin v Posavskih gubah. Vidimo, da so predornine iz Posavskih gub bistveno bolj revne s kremenico od predornin vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp. Le olivinov andezit in tholeitni bazalt (št. 1 in 9) s Kranjske rebri ne vsebujeta kremenca, vse ostale kamnine v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah pa so bogate s kremenom in sorazmerno revne z mafičnimi



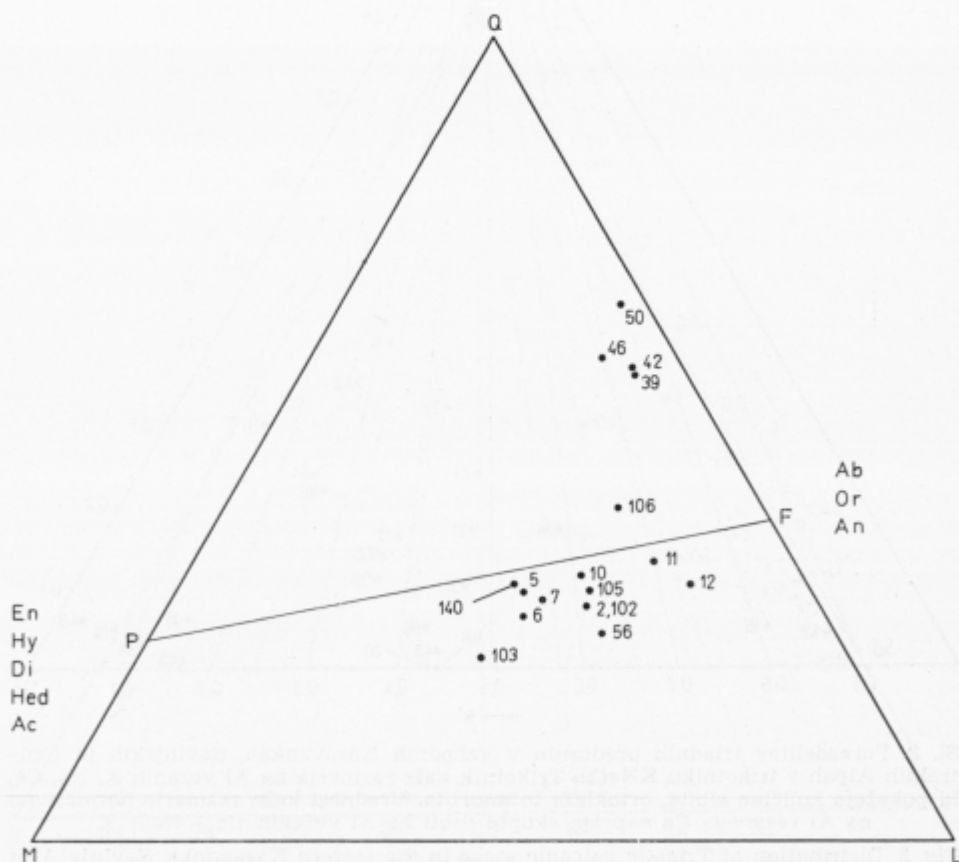
Sl. 1. Porazdelitev triadnih predornin v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v trikotniku QLM

Fig. 1. Distribution of Triassic volcanic rocks in the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps in the QLM triangle

minerali. Skoraj vse projekcijske točke predornin vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp leže namreč nad veznico P-F in blizu stranici Q-L trikotnika.

Kamnine iz kamnoloma v Puščavi se lepo skladajo po svojem položaju z vzhodnokaravanškimi predorninami. Daciti iz Trobelj, Legna, Trbonj, Vuze-nice, Bolfenka in Leš, ki jih opisuje F a n i n g e r (1970), se razlikujejo po svojem položaju od kamnin v Puščavi, približujejo se le delno dacitu št. 52, ki ga je opisovala G r o b e l š k o v a (1959). Sicer pa smo si primerjavo teh kamnin z drugimi predorninami v okolici Pohorja, ki pripadajo tonalitnim diferenciatom, prihranili za eno naslednjih razprav.

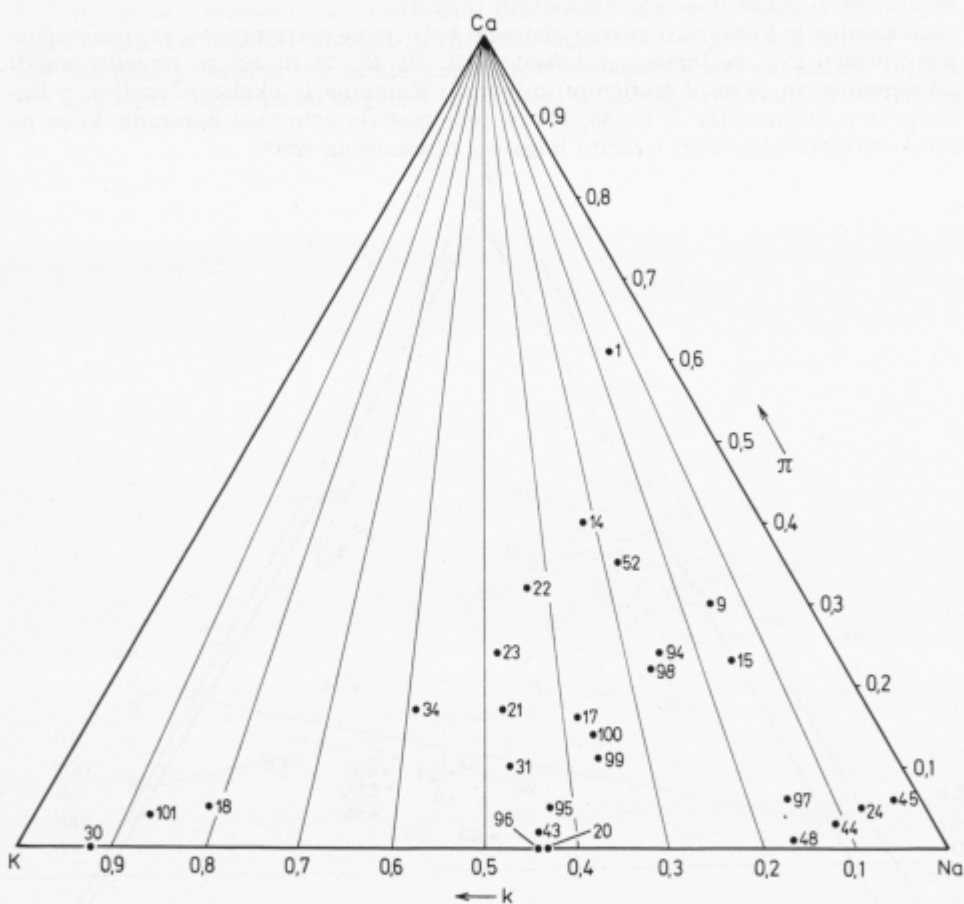
Kamnine iz Posavskih gub so bistveno bolj revne s kremenico, saj leži večina pod veznico P-F, le lipariti iz Laškega (št. 39, 42, 46 in 50) so izrazito bogati s kremenico in revni z mafičnimi minerali. Kamnine iz okolice Črnoalice, z Bohorja in z Rudnice (št. 2, 12, 56, 102 in 103) spadajo celo med kamnine, ki so po svoji normativni sestavi izrazito bogate z olivinom in foidi.



Sl. 2. Porazdelitev triadnih predornin iz Posavskih gub v trikotniku QLM

Fig. 2. Distribution of Triassic volcanic rocks in the Sava folds in the QLM triangle

Razporeditev točk v trikotniku KNaCa podajamo na slikah 3 in 4, v trikotniku MgFeCa pa na slikah 5 in 6. Ker so kamnine iz vseh območij približno nasičene s kremenico, kaže razmerje $K : Na : Ca$ v baricentričnih trikotnikih razmerje $or : ab : an$. Vidimo, da so kamnine v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v splošnem mnogo bogatejše s sanidinom in albitom od kamnin iz Posavskih gub. Le olivinov andezit (št. 1) iz Kranjske rebri je izrazito bogat z labradoritom, ki ga vsebuje celo nad 60 % (Grafenauer, 1980), v kamninah iz Posavskih gub pa so bogati s sanidinom lipariti iz okolice Laškega (št. 39, 42, 46 in 50). Kot vidimo v trikotnikih MgFeCa, so vse kamnine

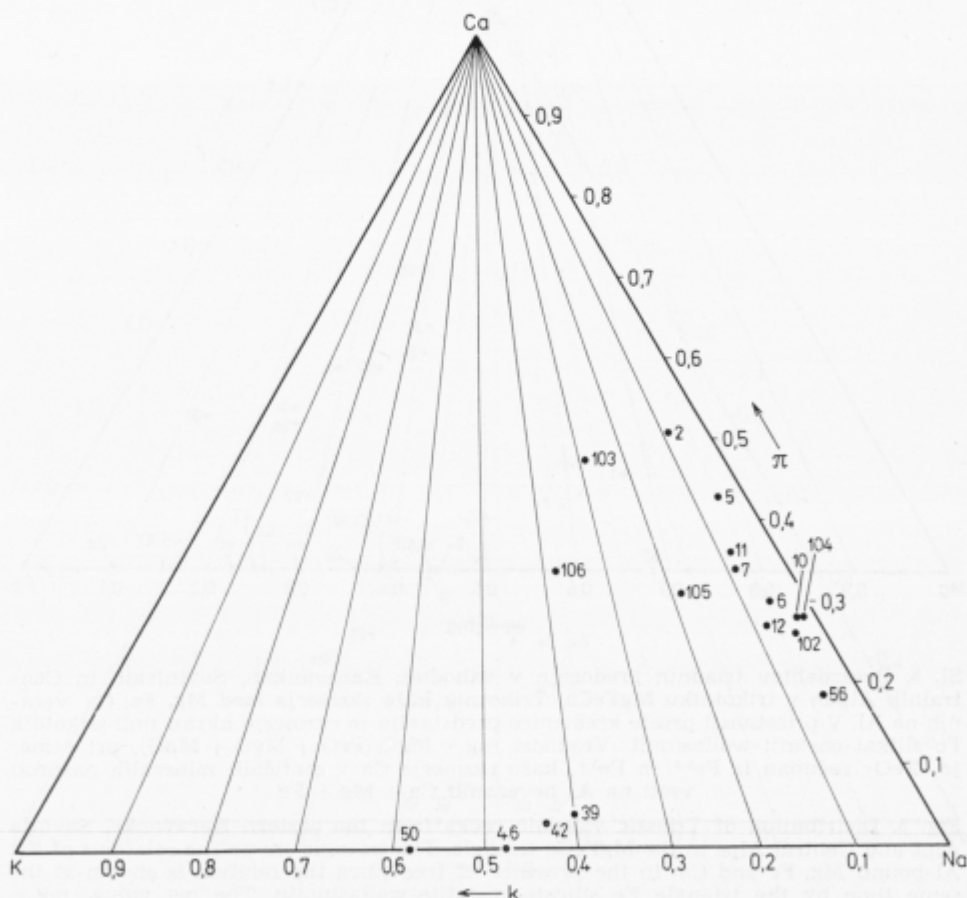


Sl. 3. Porazdelitev triadnih predornin v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v trikotniku KNaCa. Trikotnik kaže razmerja na Al vezanih K, Na, Ca, ki pokažejo količine albita, ortoklaza in anortita. Vrednost kaže razmerje normativno na Al vezanega Ca napram skupni vsoti na Al vezanih $Ca + Na + K$

Fig. 3. Distribution of Triassic volcanic rocks in the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps in the KNaCa triangle. The triangle shows the relation of the Al-bound K, Na and Ca showing the amounts of albite, orthoclase and anorthite. The value shows the normatively Al-bound Ca against the total of Al-bound $Ca + Na + K$

bolj ali manj revne s kalcijem in leže ob veznici Mg-Fe. Nekoliko bogatejši s kalcijem so daciti in lipariti iz okolice Kranjske rebri in s Paškega Kozjaka (št. 24, 30, 98), zlasti pa nekateri lipariti (št. 46) iz okolice Laškega, iz kamnoloma pri Puščavi (št. 101), in havajiti ter latitni andeziti z Bohorja (št. 102, 103).

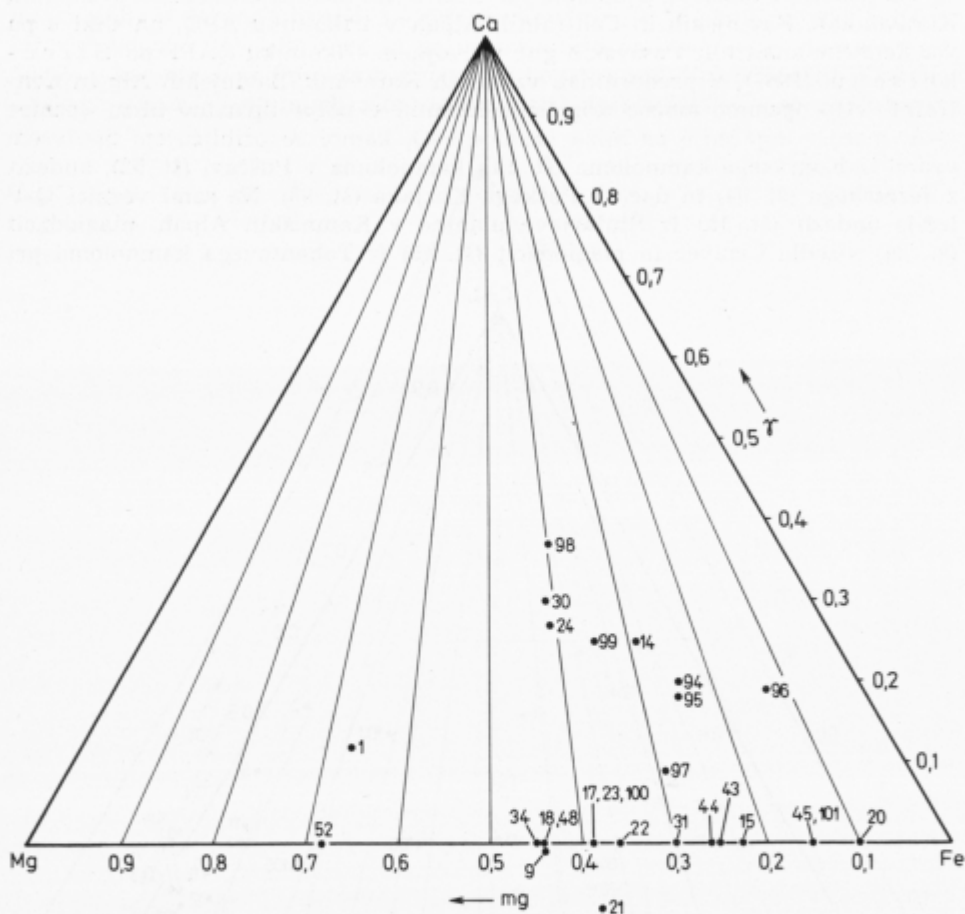
Po podatkih tabele 6 podajamo na sliki 7 vse kemične analize v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v trikotniku APQ, na sliki 8 pa vse kemične analize iz Posavskih gub v dvojnem trikotniku QAPF po Streckeru (1967). V predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih Alp in Centralnih Alp opazimo močno kopičenje kamnin v polju liparitov blizu veznice Q-A, manjše kopičenje pa blizu veznice P-Q, kamor se približujejo predvsem vzorci iz Kokrškega kamnoloma (št. 14), kamnoloma v Puščavi (št. 52), andezit z Jezerskega (št. 94) in dacit s Paškega Kozjaka (št. 98). Na sami veznici Q-P ležijo andezit (št. 15) iz Stularjeve planine v Kamniških Alpah, plagiocit (št. 24) s sedla Črnivec in plagiocit (št. 45) iz Tohantovega kamnoloma pri



Sl. 4. Porazdelitev triadnih predornin iz Posavskih gub v trikotniku KNaCa

Fig. 4. Distribution of Triassic volcanic rocks in the Sava folds in the KNaCa triangle

Veliki Pirešci. Prav v vrhu P ležita olivinov andezit (št. 1) in tholeitni bazalt (št. 9) s Kranjske rebri. Kamnine iz Posavskih gub se kopičijo predvsem okrog vrha P, pri čemer naj opozorimo, da se vrhu F močno približuje nefelinov levkokratni tefrit (št. 12) z Bohorja. Lipariti iz okolice Laškega (št. 39, 42, 46

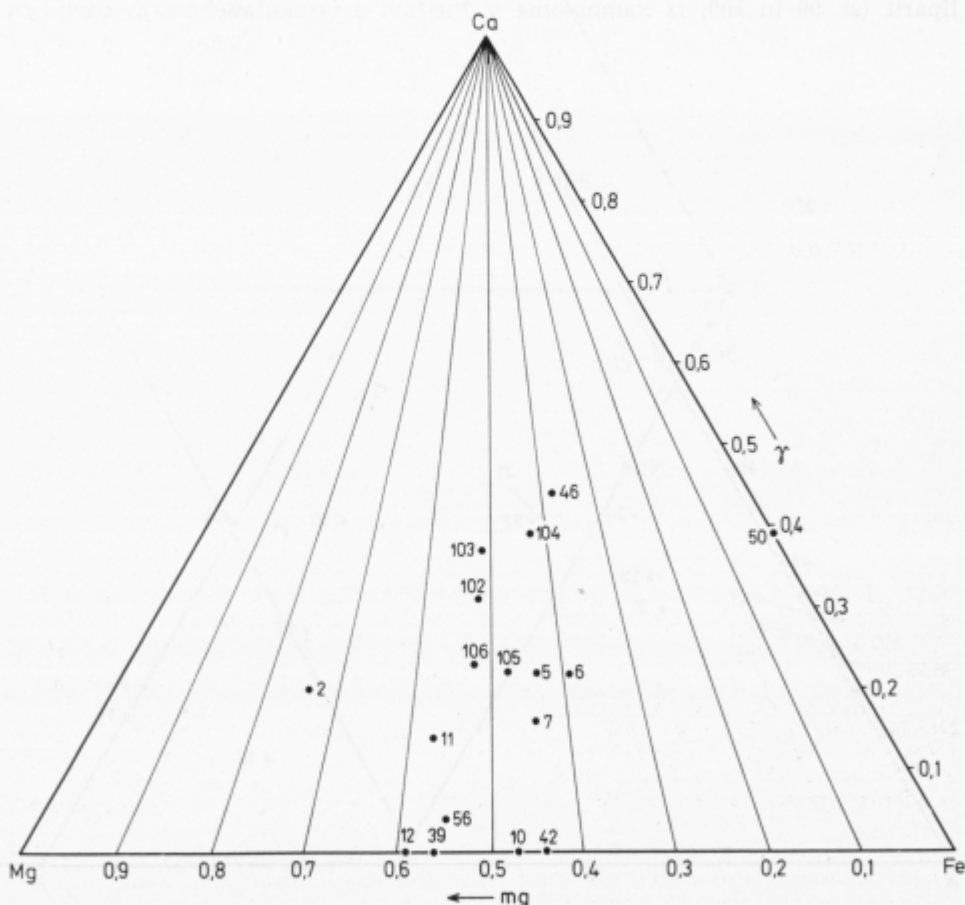


Sl. 5. Porazdelitev triadnih predornin v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v trikotniku MgFeCa. Trikotnik kaže razmerja med Mg, Fe, Ca, vezanih na Al. V prisotnosti proste kremenice predstavlja to razmerje hkrati tudi trikotnik Fe silikat-enstatit-wollastonit. Vrednost $mg = MgO / (FeO + MgO + MnO)$, pri čemer je »FeO« računano iz Fe^{2+} in Fe^{3+} , kaže razmerje Ca v mafičnih mineralih nasproti vsoti na Al nevezanih Ca + Mg + Fe

Fig. 5. Distribution of Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps in the MgFeCa triangle. The triangle shows the relations of the Al-bound Mg, Fe and Ca. In the presence of free silica the relation is shown at the same time by the triangle Fe silicate-enstatite-wollastonite. The mg value, $mg = Mg / (FeO + MgO + MnO)$, in which the FeO is calculated from Fe^{2+} and Fe^{3+} , shows the relation of CaO in the mafic minerals against the total of not Al-bound Ca + Mg + Fe

in 50) ležijo na veznici A-P. Zanimivo je, da v obeh primerih ni prehodov ali pa diferenciacijsko naravnanih smeri.

Na sliki 9 vidimo analize kamnin iz vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp, na sliki 10 pa analize kamnin iz Posavskih gub v Gottini-Rittmannovem diagramu (Rittmann, 1973). Diagrama kažeta, da so vse kamnine v vzhodnih Karavankah in Savinjskih Alpah nastajale v orogenih razmerah. V kamninah iz Posavskih gub pa kaže sestava nekaterih kamnin iz okolice Laškega (št. 5, 6, 7) in iz Svetine pri Celju (št. 104), da so pri nastanku vladali anorogeni pogoji. V Savinjskih Alpah se pojavljajo alkalni derivati v Kranjski rebri (št. 9), v Ravnah pri Tuhinju (št. 18) in pri Veliki Pirešici (št. 20). V Posavskih gubah so alkalni derivati predvsem na Bohorju (št. 56, 102 in 103), pa tudi na Rudnici (št. 12) in pri Ravnah vzhodno od Laškega (št. 105). V Savinjskih Alpah prevladujejo med alkalnimi derivati kalijeve vrste (št. 18 in



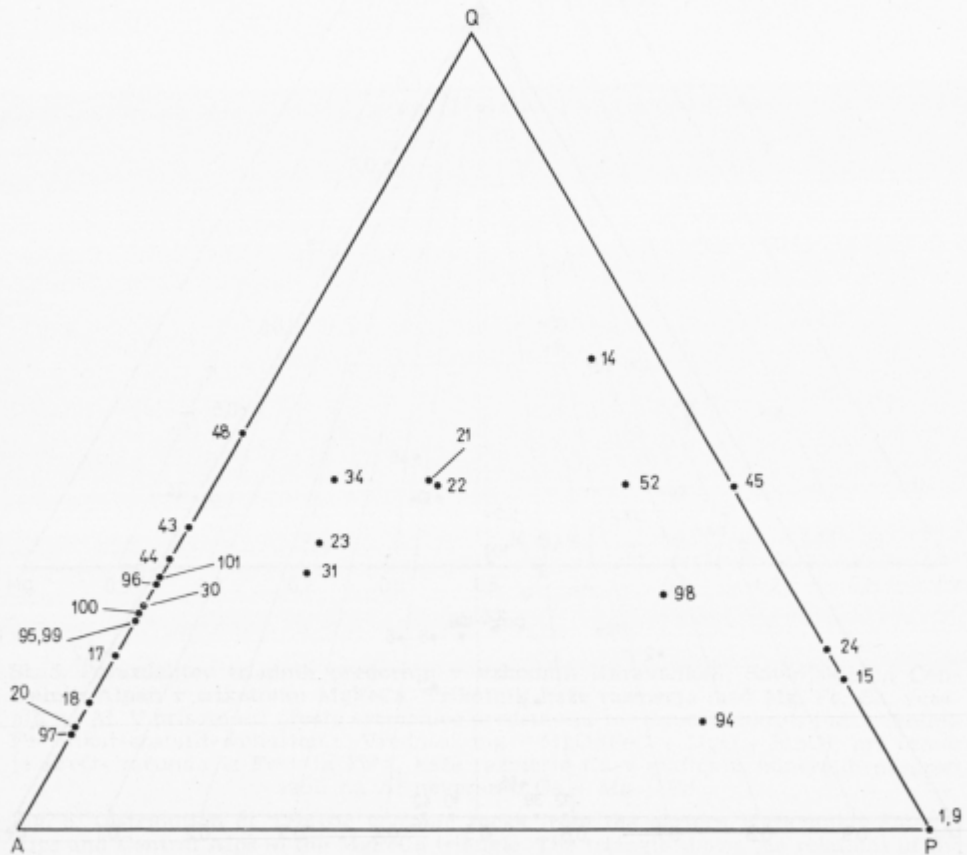
Sl. 6. Porazdelitev triadnih predornin v Posavskih gubah v trikotniku Mg—Fe—Ca

Fig. 6. Distribution of Triassic volcanic rocks in the Sava folds in the triangle Mg—Fe—Ca

20), kar govori za zvezo z vulkani orogenih pasov in otočnih lokov, tholeitni bazalt iz Kranjske rebri (št. 9) pa je natrijeva vrsta in govori za anorogene pogoje pri nastanku. Vse kamnine v polju C iz Posavskih gub pripadajo natrijevi vrsti in govore za nastanek v anorogenih pogojih (Rittmann, 1973).

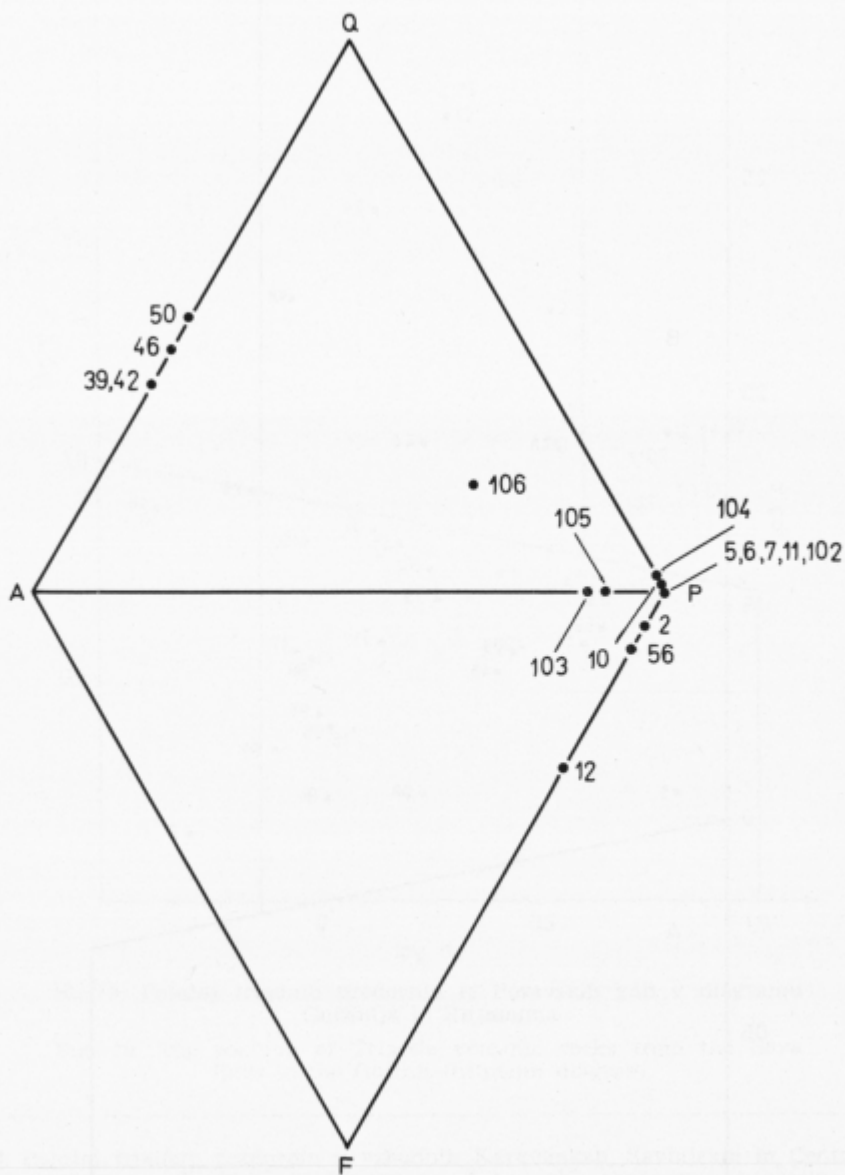
Variacijske diagrame s slednimi prvinami, ki se javljajo v kamninah vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp, vidimo na slikah 11, 12 in 13, na slikah 14, 15 in 16 pa imamo variacijske diagrame s slednimi prvinami, ki se javljajo v kamninah iz Posavskih gub.

Če primerjamo variacijo prvin na slikah 11, 12 in 13 s pogostostjo prvin v poprečni sestavi kamnin po Saukovu (1975) in z variacijskimi diagrami, ki jih kažeta Nockolds in Allen (1953), vidimo, da je količina silicija približno v skladu z Larsenovim faktorjem f . Tudi količina aluminija in galija je v okviru normale. Diferenciacijska vrsta poteka normalno, izjema pa je liparit (št. 99 in 100) iz kamnoloma v Puščavi z visoko vsebnostjo barija in



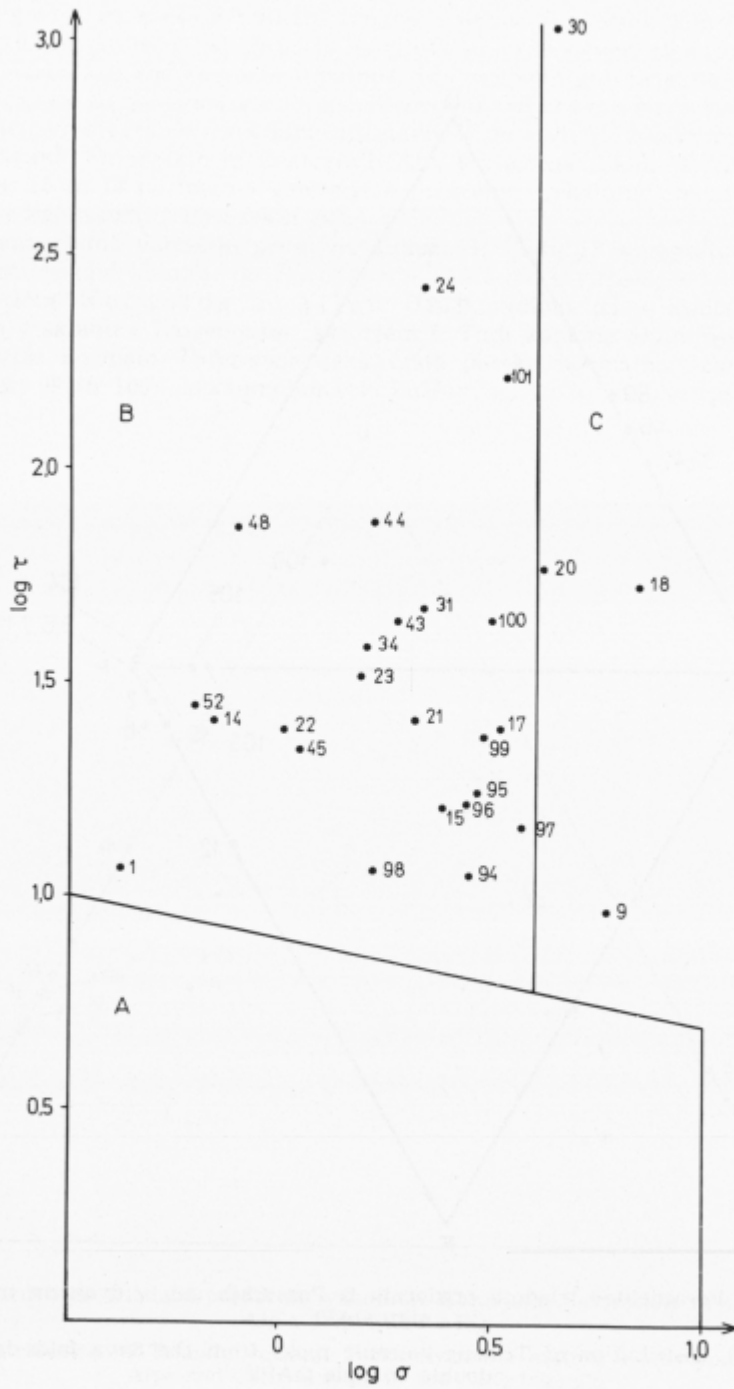
Sl. 7. Porazdelitev triadnih predornin vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp v trikotniku APQ

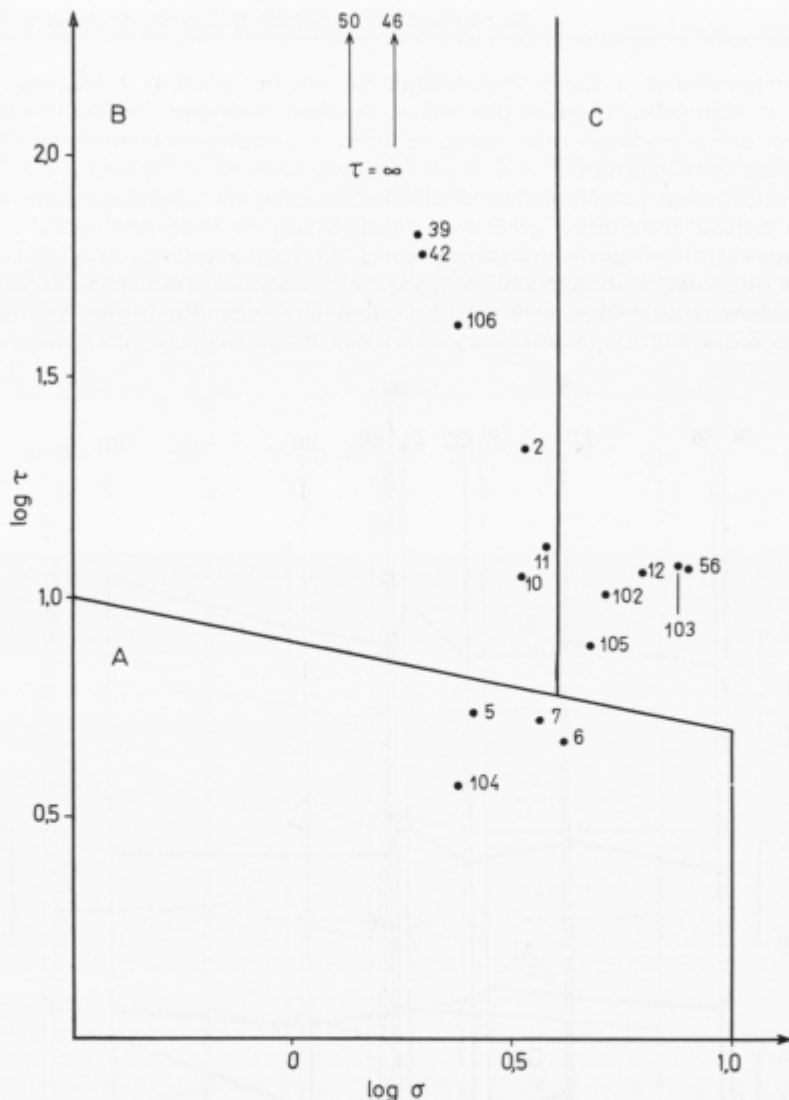
Fig. 7. Distribution of Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps in the APQ triangle



Sl. 8. Porazdelitev triadnih predornin iz Posavskih gub v dvojnem trikotniku QAPF

Fig. 8. Distribution of Triassic volcanic rocks from the Sava folds in the double triangle QAPF





Sl. 10. Položaj triadnih predornin iz Posavskih gub v diagramu Gottinija in Rittmanna

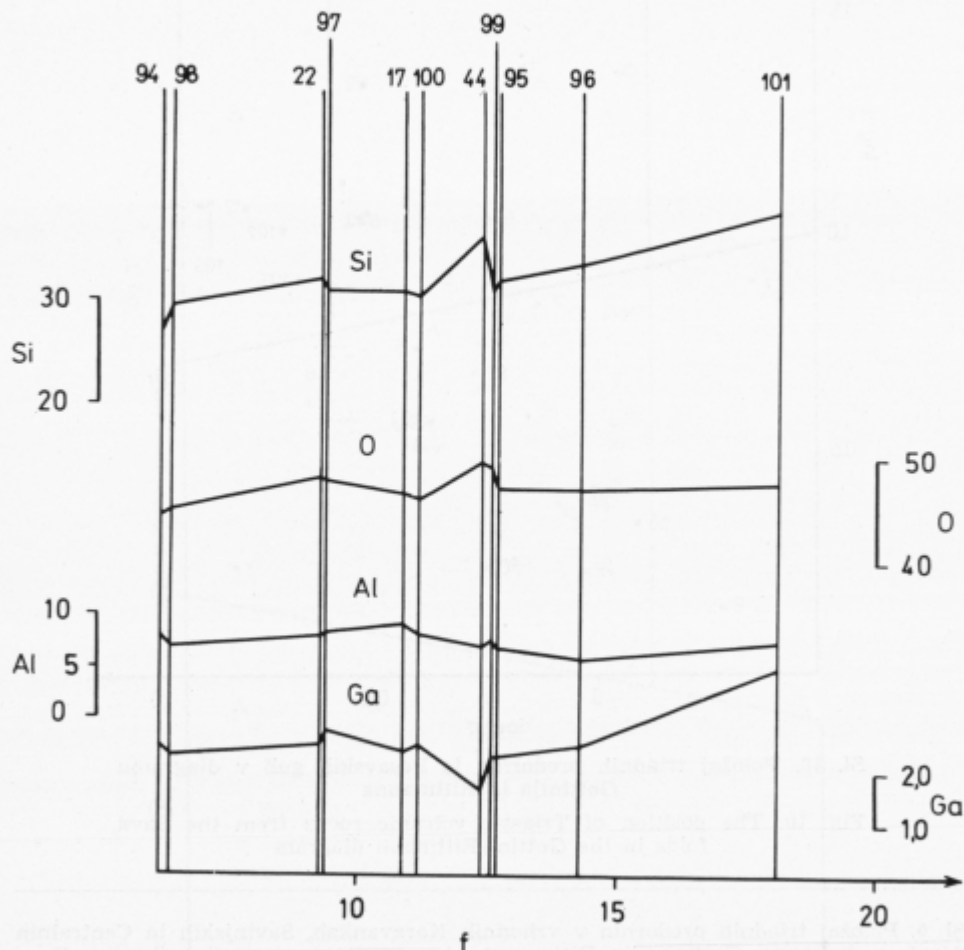
Fig. 10. The position of Triassic volcanic rocks from the Sava folds in the Gottini-Rittmann diagram

Sl. 9. Položaj triadnih predornin v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah v diagramu Gottinija in Rittmanna. A — polje anorogenih pokrajin; B — polje orogenih pasov in otočnih lokov; C — polje alkalnih derivatov

Fig. 9. The position of Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps in the Gottini-Rittmann diagram. A — the field of stable areas; B — the field of orogenic belts and island arcs; C — the field of alkaline derivatives

stroncija ter liparit iz istega kamnoloma (št. 99) in liparit iz Dedkovega kamnoloma v Kamniški Bistrici (št. 44) z visokim natrijem. Močnejša nihanja govore za delno pretaljevanje, lahko pa tudi za asimilacijo kamnin med dviganjem taline proti površju.

Variacija prvin na slikah 14, 15 in 16 nam kaže, da pripadajo kamnine nedvomno enemu sorodnemu otočnemu loku. Silicij in kisik nastopata zelo podobno, krivulji obeh prvin sta skoraj enaki. Krivulji aluminija in galija sta sorodni in obe kažeta abnormalno dviganje z rastočim Larsenovim faktorjem f . Abnormalnost v aluminiju in v galiju posebej povzročata dioritni porfirit (št. 105) iz potoka Kozarica, ki pa je nekarakterističen za primerjavo predornin, abnor-



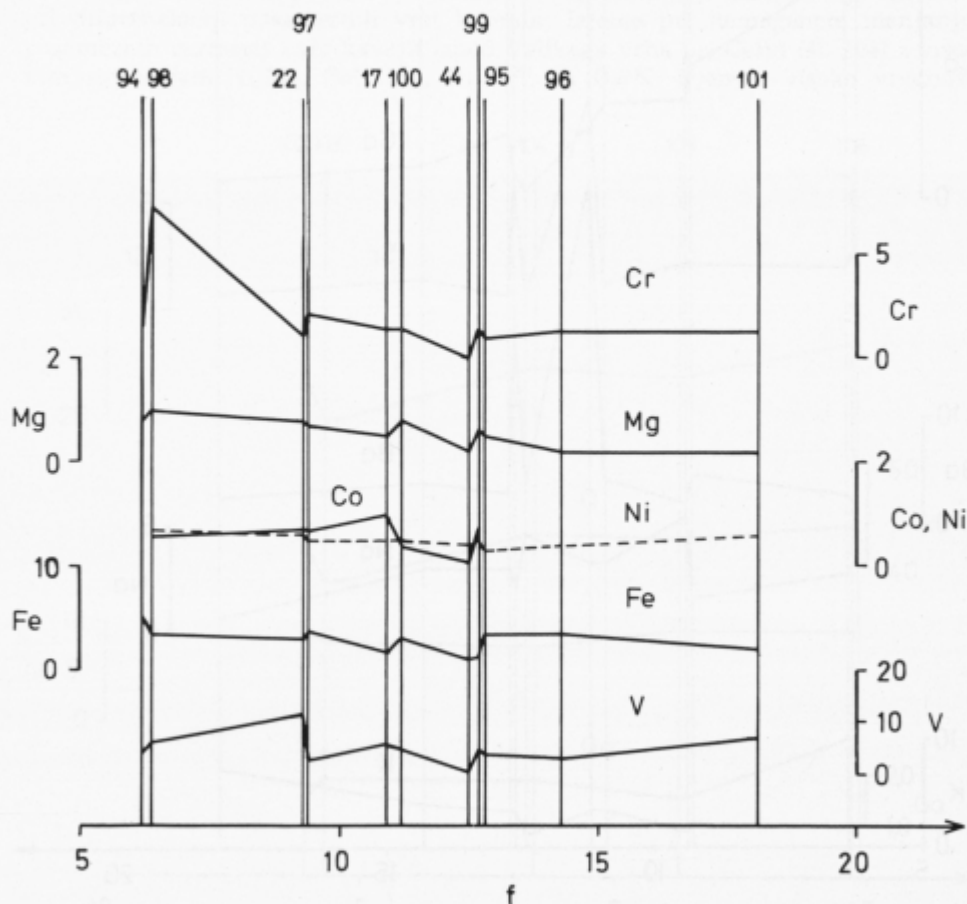
Sl. 11. Variacije silicija, kisika, aluminija in galija v triadnih predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp. Vrednosti so v masnih odstotkih, z $Ga \times 1000$

Fig. 11. The silicon, oxygen, aluminium, and gallium variation in Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps. The values are given in mass percent, and $Ga \times 1000$



malno visok galij pa kaže andezit iz kompleksa predornin Rudnice, severno od Podčetrtna (št. 106). Spreminjanje krivulj za Cr, Mg, Ni, Co, Fe in V kaže na enotno vulkansko območje.

Itrij z naraščajočim Larsenovim faktorjem f v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah se giblje bolj ali manj nepravilno (tabela 3), z nekoliko večjim poprečjem, kot jih kaže za te vrste S a u k o v (1975), v kamninah iz Posavskih gub pa raste itrij z naraščajočim Larsenovim faktorjem f (tabela 4). Izjema je andezit z Rudnice (št. 106), ki pa je še vedno v okviru normalnih vrednosti. Tudi v tem nizu kamnin je itrij v poprečju nekoliko nad normalo. Cirkonij je v vseh kamninah v okviru normale, le liparit iz Kokrškega

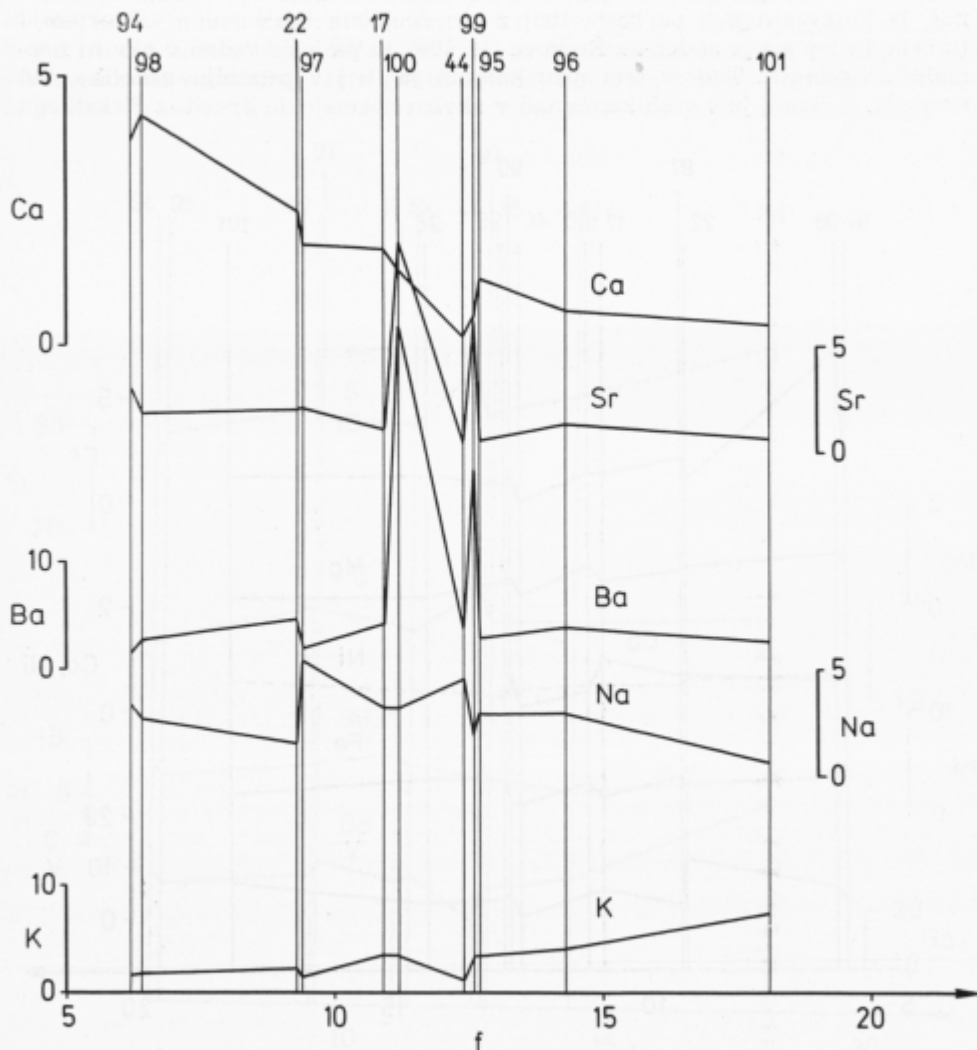


Sl. 12. Variacija kroma, magnezija, niklja, kobalta, železa in vanadija v triadnih predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp. Vrednosti so v masnih odstotkih, s Cr, Ni, Co, V $\times 1000$

Fig. 12. The chrom, magnesium, nickel, cobalt, iron, and vanadium variation in Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps. The values are given in mass percent with Cr, Ni, Co, and V $\times 1000$

kamnoloma (št. 17) kaže nekoliko večjo vrednost cirkonija, kot jo za te vrste kamnin navaja S a u k o v (1975).

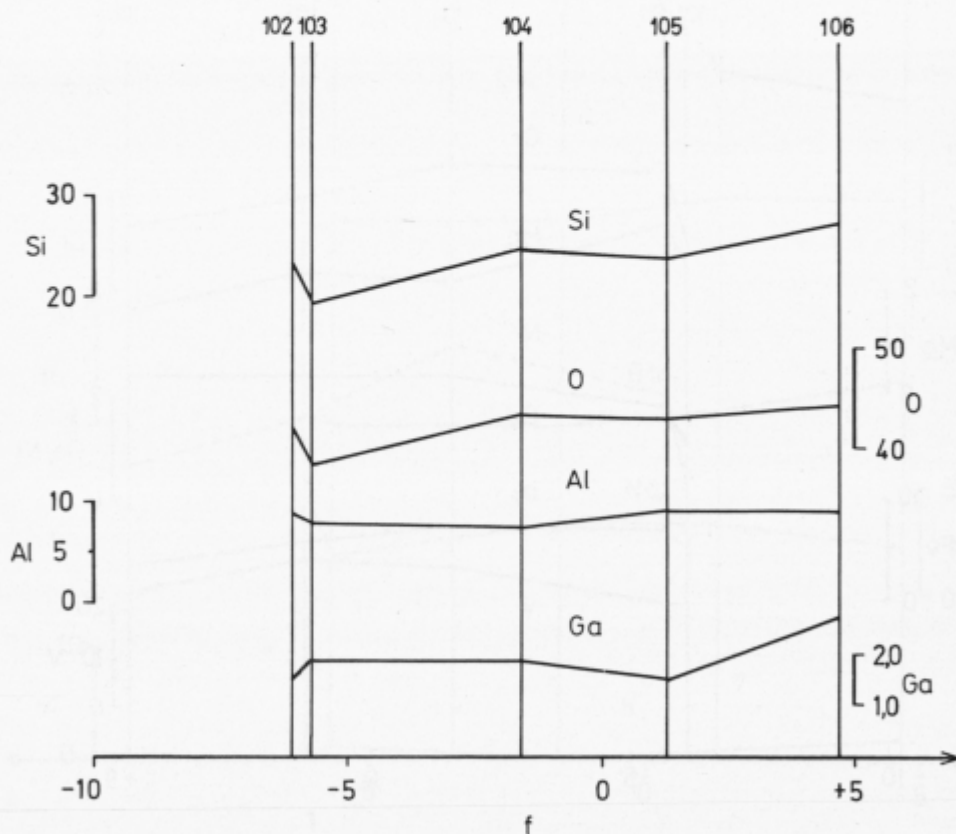
V tabeli 7 vidimo, da razmerje galija nasproti aluminiju v splošnem lahko narašča z rastočim Larsenovim faktorjem, izjema sta liparit iz Kamniške Bistrice (št. 44) in dioritni porfirit s Kozarice (št. 105), ki imata abnormalno



Sl. 13. Variacija kalcija, stroncija, barija, natrija in kalija v triadnih predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp. Vrednosti so v masnih odstotkih, s Sr in Ba $\times 1000$.

Fig. 13. The calcium, strontium, barium, sodium, and potassium variation in Triassic volcanic rocks from the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps. The values are given in mass percent with Sr and Ba $\times 1000$.

majhno vrednost razmerja v nizu. Razmerja posameznih prvin v nizu vzhodno-karavanških, savinjskoalpskih in centralnoalpskih predornin se v glavnem menjajo v pravilno se izpreminjajočih nihanjih, pri čemer kaže razmerje Ni/Mg, Fe^{2+}/Mg , Ni/ Fe^{2+} in Y/Ca v glavnem težnjo po naraščanju z rastočim Larsenovim faktorjem f . Izjema so lipariti (št. 99 in 100) iz kamnoloma pri Puščavi z nekoliko manjšim razmerjem Ni/Mg in Fe^{2+}/Mg in Fe^{2+}/Mg in lipariti z Jezerskega (št. 95 in 96) z nekoliko manjšim razmerjem Ni/ Fe^{2+} in Y/Ca. Sicer pa imamo abnormalne vrednosti v razmerju Sr/Ca in Ba/K v vzorcih liparita iz kamnoloma v Puščavi (št. 99 in 100) in liparita iz Dedkovega kamnoloma v Kamniški Bistrici (št. 44), ki kaže tudi izjemno visoko vrednost razmerja Y/Ca. Razmerja posameznih prvin v kamninah iz Posavskih gub kažejo večjo enotnost pri diferenciaciji posameznih vrst kamnin. Izjemo pri homogenem menjanju posameznih razmerij kaže havajit izpod Velikega vrha pri Celju (št. 104) z visokim razmerjem Ni/Mg, Fe^{2+}/Mg , Ni/ Fe^{2+} in Ba/K. Izjemno visoko vrednost

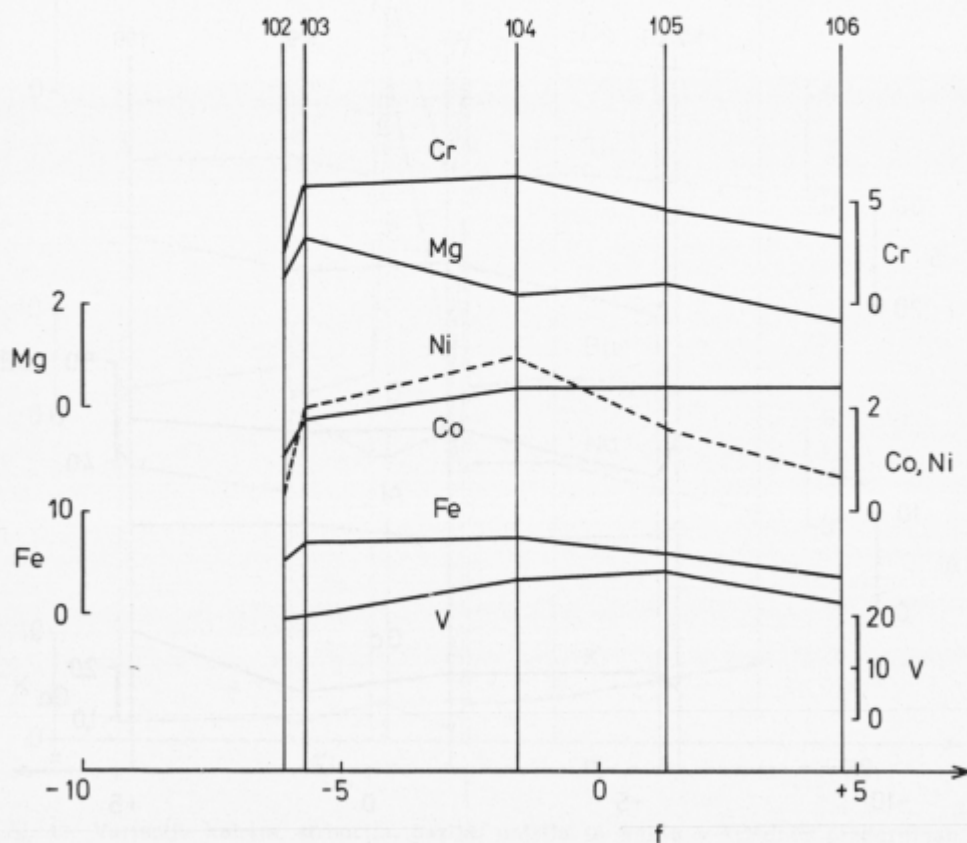


Sl. 14. Variacija silicija, kisika, aluminija in galija v triadnih predorninah iz Posavskih gub. Vrednosti kot na sl. 11

Fig. 14. The silicon, oxygen, aluminium, and gallium variation in Triassic volcanic rocks from the Sava folds. The values as in fig. 11

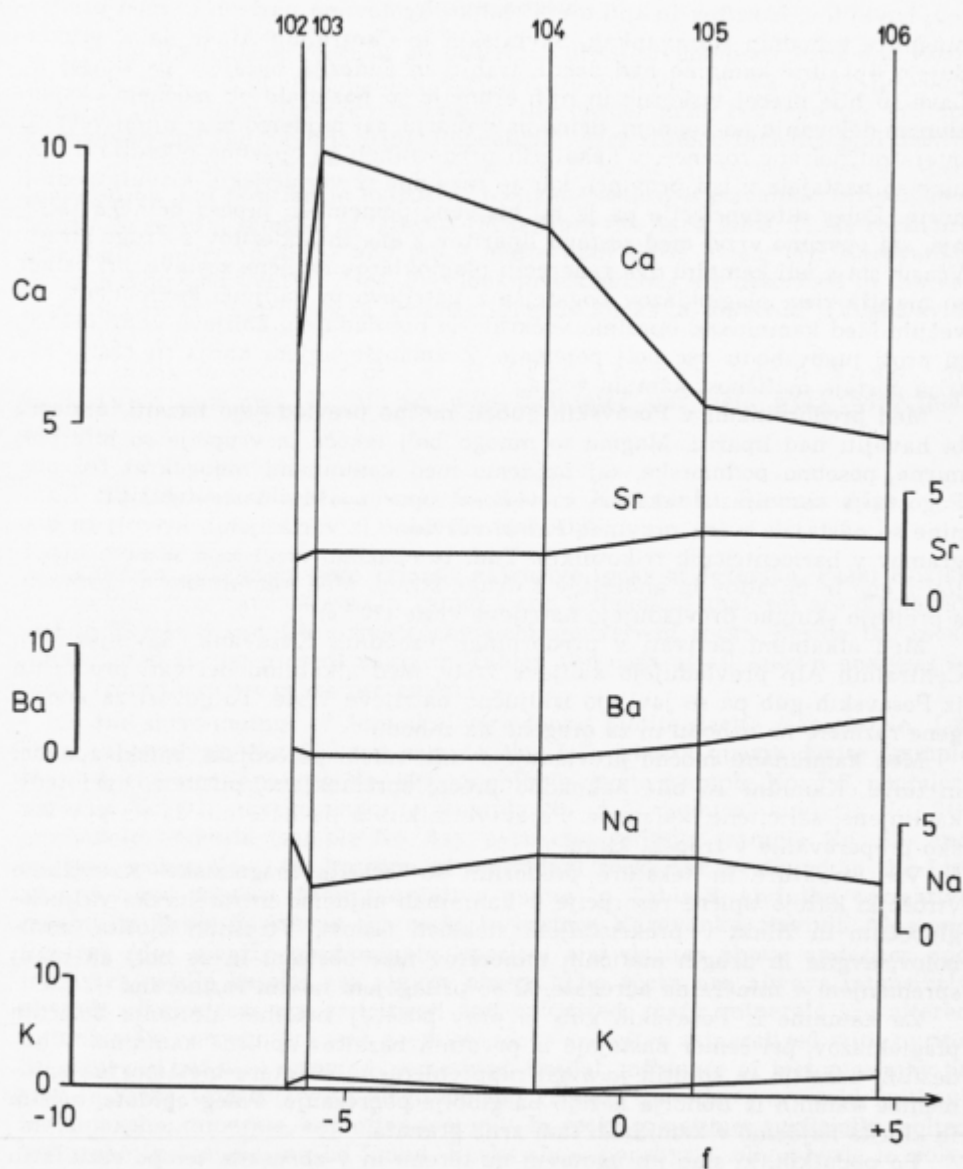
razmerja Ba/K kaže tudi olivinov havajit s severozahodnega pobočja Kamnega vrha (št. 102). Vendar ta razmerja še vedno govore za enotno vulkansko področje teh kamnin.

V celoti vzeto vidimo, da bazičnost oziroma mafičnost kamnin narašča v smeri od vzhodnih Karavank in Savinjskih Alp proti vzhodu in da se je večala v tej smeri tudi razširjenost podvodnih erupcij, saj je vedno več in več kamnin z mandljasto teksturo. Bolj in bolj narašča množina spilitov in celo blazinastih lav.



Sl. 15. Variacija kroma, magnezija, niklja, kobalta, železa in vanadija v triadnih predorninah iz Posavskih gub. Vrednosti kot na sl. 12

Fig. 15. The chromium, magnesium, nickel, cobalt, iron, and vanadium variation in Triassic volcanic rocks from the Sava folds. The values as in fig. 12



Sl. 16. Variacija kalcija, stroncija, barija, natrija in kalija v triadnih predorninah iz Posavskih gub. Vrednosti kot na sl. 13

Fig. 16. The calcium, strontium, barium, sodium, and potassium variation in Triassic volcanic rocks from the Sava folds. The values as in fig. 13

Geneza triadnih magmatskih kamnin vzhodne Slovenije

Iz načinov pojavljanja, tekstur in struktur, mineralne in kemične sestave opisanih kamnin — liparitov, dacitov, plagiodacitov, trahitov, andezitov, tefritov, havajitov, bazaltov in spilitov — lahko ugotovimo naslednje: med predorninami v vzhodnih Karavankah, Savinjskih in Centralnih Alpah daleč prevladujejo liparitne kamnine nad daciti, trahiti in andeziti, bazaltov pa skoraj ni. Lave so bile precej viskozne in njih erupcije so nastajale ob močnem eksplozivnem delovanju na kopnem, delno pa v morju, saj najdemo med njimi večkrat interstratificirane rožence, v nekaterih predorninah pa opazimo mandlje. Kamnine so nastajale v isti provinci, kar je razvidno iz variacijskih krivulj slednih prvin. Poleg diferenciacije pa je bil bistveno pomemben proces delnega taljenja, saj opazimo vrzel med sestavo liparitov z ene in andezitov z druge strani. Včasih sta v isti kamnini dve generaciji plagioklazov različne sestave, pri čemer so manjša zrna plagioklazov bogatejša z natrijevo in kalijevo komponento od večjih. Med kamninami opazimo večkrat, da prevladujejo kalijeve vrste (54 %), ki proti jugovzhodu vse bolj pojemajo. Z zmanjševanjem kalija in rastjo natrija postaja mafičnost kamnin večja.

Med predorninami v Posavskih gubah močno prevladujejo bazalti, andeziti in havajiti nad lipariti. Magme so mnogo bolj tekoče in erupcije so bile bolj mirne, posebno podmorske, saj najdemo med kamninami mnogokrat rožence. Pogosta je mandljasta tekstura in večkrat opazimo blazinaste teksture. Kamnine so nastajale v isti provinci, kar je razvidno iz variacijskih krivulj in diagramov v baricentričnih trikotnikih. Tudi tu opazimo vrzel med sestavo liparitov z ene in bazaltov in andezitov z druge strani. Med kamninami v nasprotju s prejšnjo skupino prevladujejo natrijeve vrste (70 %).

Med alkalnimi derivati v predorninah vzhodnih Karavank, Savinjskih in Centralnih Alp prevladujejo kalijeve vrste, med alkalnimi derivati predornin iz Posavskih gub pa se javljajo izključno natrijeve vrste. To govori za anorogene razmere na vzhodu in za orogene na zahodu.

Med kamninami močno prevladujejo tufi, tufski peščenjaki, tufski apnenci in tufiti. Kamnine so bile naknadno precej spremenjene, piritene, epidotene, kaolinjene, sericitene, kalcitene. Pojav vermikulita pa kaže morda na površinsko preperavanje v tropski klimi.

Vse strukture in teksture predornin so izrazito magmatske. Kremenovi vtrošniki kažejo tipične resorpcije, v kamninah najdemo intratelurske vključke globočin in žilnin v prekristaljeni steklasti osnovi. Vtrošniki biotita, amfibolov, avgita in drugih mafičnih mineralov niso obstojni in so bolj ali manj spremenjeni v mineralne agregate, ki so prilagojeni novim razmeram.

Za kamnine iz Posavskih gub je prav posebej značilno albitenje bazičnih plagioklazov, pri čemer nastajajo iz prvotnih bazaltov spilitne kamnine. V andezitih, bazaltih in spilitih je avgit nespremenjen. Nekatero metamorfno spremembo kamnin iz Bohorja kažejo na globlje pogrezanje. Poleg epidota, zoisita in klorita najdemo v kamninah tudi zrna granata.

Po podatkih, ki smo jih ugotovili na terenu in v zbruskih, ter po rezultatih kemične in spektralne analize, se zdi najbolj verjetna domneva, da so nastajale kamnine z delnim taljenjem mineralov, ki tvorijo zgornji del plašča ali spodnji del zemeljske skorje. Asimilacija je verjetno tudi močno vplivala na hitre spremembe nekaterih manjših predorninskih delov.

Triassic igneous rocks from eastern Slovenia

Summary

Introduction

Among the igneous rocks of all described areas predominate tuffs and tuffites. The majority of investigated samples comes from the Savinja Alps, only some of them from Jezersko belong to the border zone between the eastern Karavanke and the Savinja Alps. Repeatedly were studied liparites and dacites from the Puščava quarry near Lovrenc na Pohorju. They are close by their composition and position to extrusive rocks of eastern Karavanke. Investigated were also several samples of igneous rocks from the Sava folds. These rocks are essentially lower in silica and more mafic than those in eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps. Previous investigations are described in the voluminous study "Petrology of Triassic Igneous Rocks in Slovenia" (Yugoslavia) (Grafenauer, 1980).

We thank to geologists dr. A. Hinterlechner-Ravnikova, dr. S. Buser and mgr. P. Mioč who facilitated our field work with their advice.

Description of igneous rocks in eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps

Under investigation were Triassic extrusive rocks at Jezersko, Paški Kozjak and in the quarry at Puščava. In Tables 1 and 2 chemical analyses are displayed, and in Tables 3 and 4 the spectrochemical analyses of rocks. Beside the rocks investigated in the present study in Tables also data of all known analyses of rocks from these areas are presented.

In the surroundings of Jezersko were found biotite dacite (sample No. J-2, chemical analysis No. 95, and sample No. J-3), biotite quartz dacite (sample No. J-4, chemical analysis No. 96), amphibole dacite (sample No. J-7, chemical analysis No. 97), biotite andesite (sample No. J-1, chemical analysis No. 94), amphibole andesite (sample No. 6a), pyroxene andesite (sample No. 6b) and spilite (sample No. J-5). Position of individual rocks can be found in the List of rocks and figures, their normative names in Table 6, and the normative magma in Table 5. Among the rocks in eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps clearly predominate liparites and dacites above andesites and trachytes, while basalts are almost absent. The rocks are always intensively altered, plagioclases are sericitized and calcitized, mafic minerals are altered into chlorite, vermiculite and goethite, rocks are often mineralized with pyrite. Structure is not well oriented, sometimes fluidal, influence of tectonics may be seen in rocks. Contacts with neighbouring Triassic limestones are cold, without metamorphic minerale, and often tectonic. In rocks sometimes surficially melted limestone inclusions can be found. Rocks show porphyric, oligophyric to polyphyric texture. Sometimes in them two generations of plagioclases may be observed, the older plagioclases being more resorbed. In spilite ophitic to sideronitic texture can be observed. Matrix shows felsitic, intersertal to hyalopilitic texture.

On Paški Kozjak prevail tuffs, tuff breccias and highly metamorphosed extrusive rocks whose parent rocks are most probably andesites. Among the investigated rocks was found the hornblende andesite (sample No. PK-2, chemical analysis No. 98). Andesine is replaced by calcite, hornblende by chlorite and calcite.

In the Triassic partly metamorphosed and dolomitized limestones occur in the quarry SSE of Puščava samples of dacite (sample No. P-3, chemical analysis No. 99), and east of it dacitic tuff (sample No. P-8, chemical analysis No. 100), and liparite (sample No. P-9, chemical analysis No. 101). The normative name and derivation of rocks can be found in Tables 5 and 6. Rocks show fluidal, sometimes tuff structure and porphyric or vitroclastic texture. Matrix is vitreous, partly recrystallized with microlites of feldspars. Quartz in inclusions shows typical indentations, rocks are pyritized, and contain often magnetite.

Description of Triassic rocks from the Sava folds

Repeatedly was studied the area between Črnelica and Veliki vrh, Bohor and Rudnica where the number of chemical analyses in this area did not permit genetical conclusions and no spectrochemical analyses were made. Description of previous work may be found in publication by Grafenauer (1980).

In the area between Črnelica and Veliki vrh occur augite basalt (sample No. S-1), spilite (sample No. S-2a and chemical analysis No. 104, and samples No. S-2, S-3 and S-4), diorite porphyrite (sample No. S-3a, chemical analysis No. 105), and spilite. Normative names and derivation of rocks can be found in Tables 5 and 6. Basalts show typical ophitic to subophitic texture, uniform structure, and are typical melanocratic rocks. Plagioclases are partly albitized, and mafic minerals are chloritized. In fissures of rocks occur often calcite, pyrite and epidote. Among the rocks occur sometimes pillow structures which is an indication of submarine eruptions. They are indicated also by amygdaloidal structure which may be observed in numerous samples. Amygdales consist of chalcedony, calcite or zeolites. Extrusive rocks and their tuffs of Rudnica, Bohor and Orlica are by their composition the most uniform group. Multiple interbeddings of various kinds of tuffs can be observed which indicates numerous gas and lava eruptions. The mafic character and occurrence of amygdales is consistent with the deep marine development of a part of the Ladinian beds. Occur platy limestones with chert.

On Bohor occur among spilites intercalations of tuffs, tuff sandstones and volcanic breccias. Among the igneous rocks prevail spilites (sample No. B-1, chemical analysis No. 102, and sample No. B-2) and spilitic tuffs (sample No. B-3). Spilite shows amygdaloidal structure and porphyric texture. Plagioclases are albitized, sericitized, epidotized and chloritized. Mafic minerals are chloritized, replaced by epidote and zoisite, sometimes by calcite, and also by highly pleochroic stilpnomelane. In some metamorphosed spilites occur even garnets. In the surroundings of Podčetrtek occurs on Rudnica sericitized and chloritized andesite (sample No. R-9, chemical analysis No. 106) and crystalloclastic to lithoclastic andesite tuff (sample No. R-12). Rocks show homogenous to tuff structure and porphyric texture. In structure sometimes indications of fluidality can be seen. Plagioclases are sericitized, sometimes chloritized, mafic

minerals are chloritized. Rocks are sometimes pyritized and limonitized. In places occur in rocks lithic fragments which were included into lava during extrusion. Tuffs pass sometimes into tuff sandstones which interbed with Triassic marly shales, platy limestones and dolomites. The time of eruptions should be placed consequently into Ladinian.

Composition of igneous rocks and their tuffs

Results of chemical analyses of investigated rocks are presented in Tables 1 and 2, and the spectrochemical analyses of rocks in Tables 3 and 4. The spectrochemical analyses of rocks (current numbers 94 to 106) were done by Prof. dr. Zoran Maksimović (Laboratory for Geochemical Investigations of the Mining-Geological Faculty in Belgrade), and the chemical analyses of same samples by Prof. dr. Vera Djordjević (Laboratory for Petrology of the Mining-Geological Faculty in Belgrade). Unusually high in barium are dacitic rocks (samples No. 99 and 100) from the quarry at Puščava, and almost all rocks are very rich in lead, especially rocks from Puščava, Rudnica and Bohor (samples No. 100, 101, 102, 105 and 106). Unusually high in zinc are samples No. 94 and 96 from Jezersko.

Classification and variation of igneous rocks

In Table 5 are given Niggli's parameters, and in Table 6 the normative names and the normative mineral compositions of investigated rocks according to Rittmann (1973). In Tables 5 and 6 occur data only for rocks which were investigated during the project in the years 1981 and 1982, other values are found in the Grafenauer's monography (1980). In Figure 1 is given the distribution of extrusive rocks of eastern Karavanke and Savinja Alps in the QLM triangle, in Figure 2 the same distribution of rocks from the Sava folds. Rocks from the Sava folds are essentially lower in silica than the rocks of eastern Karavanke, Savinja Alps, and Central Alps. Rocks from the quarry at Puščava conform well by their position with other extrusive rocks from eastern Karavanke. Dacites from Troblje, Legen, Trbonje, Vuzenica, Bolfenk and Leše described by Fanning (1970) differ by their position from rocks at Puščava (Fig. 1), they approach only partly the sample No. 52 of dacite described by Grobelšek (1959).

Rocks from the Sava folds are essentially lower in silica than rocks from Eastern Karavanke, Savinja Alps, and Central Alps. Rocks from the surroundings of Črnlica, Bohor and Rudnica belong even to the rocks which are normatively very rich in olivin and foids.

Distribution of points in the KNaCa triangle is given in Figures 3 and 4, and in the MgFeCa triangle in Figures 5 and 6. It is evident that rocks from eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps generally contain much more sanidine and albite than rocks from the Sava folds. As seen from triangles MgFeCa all rocks are quite low in calcium, and they are situated along the connecting line Mg-Fe.

On the basis of data of Table 6 in Figure 7 all chemical analyses from eastern Karavanke, Savinja and Central Alps are presented in the QAP triangle,

and in Figure 8 all chemical analyses from the Sava folds in the double QAPF triangle according to Streckeisen (1967). The rocks of eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps show a strong accumulation in the liparite field close to the connecting line Q-A, and a lower accumulation close to the connecting line P-Q. At the peak P lie the olivine andesite (No. 1) and tholeiitic basalt (No. 9) from Kranjska reber. Rocks from the Sava folds accumulate above all around the peak P, and the nepheline tephrite (No. 12) from Bohor lies close to peak F. Liparites from the surroundings of Laško lie on the connecting line A-P (No. 39, 42, 46 and 50). It is interesting to note that in both cases there are no transitions, or differentiation trends. In Figure 9 are presented analyses of rocks from eastern Karavanke, Savinja Alps, and Central Alps, and in Figure 10 analyses of rocks from the Sava folds on the Gottini-Rittmann diagram (Rittmann, 1973). All rocks in the eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps were formed in orogenic conditions, but in those from the Sava folds the composition of some rocks from the surroundings of Laško (No. 5, 6, 7 and 104) bears indications of anorogenic conditions during their forming. In Savinja Alps appear alkaline derivatives in Kranjska reber (No. 9), in Ravne near Tuhinj (No. 18), and at Velika Pirešica (No. 20). In the Sava folds occur alkaline derivatives above all on Bohor (No. 56, 102 and 103), and also on Rudnica (No. 12) and east of Laško (No. 105). Among the alkaline derivatives of Savinja Alps prevail potassium series (No. 18 and 20) which is an indication of connection with volcanoes of orogenic belts. All rocks in the field C from the Sava folds belong to the sodium series, and indicate their forming in anorogenic conditions.

Variation diagrams with trace elements which occur in rocks of eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps are presented in Figures 11, 12 and 13, and in rocks from the Sava folds in Figures 14, 15 and 16. The differentiation line passes normally for rocks of the Eastern Karavanke, Savinja Alps, and Central Alps, with the exception of liparite (No. 99 and 100) from the quarry at Puščava having high barium and strontium, and liparite from the same quarry (No. 99) and from the Dedek quarry at Kamniška Bistrica (No. 44) having high sodium. Higher variations indicate partial fusion, but also assimilation of rocks during the rising of melt towards the surface.

Variation in Figures 14, 15 and 16 indicates that rocks obviously belong to a single island arc. Silicon and oxygen behave in a similar way, curves of both elements are almost identical. Curves of aluminium and gallium are related and show both the abnormal growth with increasing Larsen factor f . The abnormality of aluminium and gallium is produced especially by diorite porphyrite (No. 105) from the Kozarica creek; abnormally high gallium shows also andesite north of Podčetrtek (No. 106).

It can be seen in Figure 7 that the gallium to aluminium ratio generally slightly increases with increasing Larsen factor, with the exception of liparite from Kamniška Bistrica (No. 44) and diorite porphyrite from Kozarica (No. 105) which have abnormal values of the ratio in the series. Ratios of individual elements in the series of east Karavanke, Savinja Alps and Central Alps extrusive rocks vary generally in regularly changing oscillations, with ratios Ni/Mg, Fe^{2+}/Mg , Ni/ Fe^{2+} and Y/Ca showing tendency of increase with increasing Larsen factor. Abnormal values of the Sr/Ca and Ba/K factors may be

observed in samples of liparite from the quarry at Puščava (No. 99 and 100) and from liparite from the Dedek quarry at Kamniška Bistrica (No. 44) which show also an extremely high value of the Y/Ca ratio. Ratios of individual elements in rocks from the Sava folds show a higher uniformity in differentiation of individual types of rocks. An exception in homogenous variation of individual ratios is shown by hawaiite from Veliki vrh near Celje (No. 104) having high ratios Ni/Mg, Fe^{2+}/Mg , Ni/ Fe^{2+} and Ba/K. An extremely high value of the ratio Ba/K is shown also by olivine hawaiite from the northwest slope of the Kamni vrh (No. 102). However, these ratios are not an indication against a unique volcanic area of these rocks.

Genesis of Triassic igneous rocks of eastern Slovenia

From the mode of occurrence, structure, texture, mineral and chemical composition of described rocks — liparites, dacites, trachytes, plagioclacites, andesites, tephrites, hawaiites, basalts and spilites — the following can be concluded. Among the extrusive rocks in eastern Karavanke, Savinja Alps and Central Alps prevail by far liparitic lavas above dacites, trachytes and andesites, while basalts are almost absent. Magmas were rather viscous, and their eruptions occurred with violent explosive actions. The extrusive rocks were formed mostly on the land and partly in the sea. With later rocks occurs chert, and in igneous rocks sometimes amygdaloids are found. Rocks were formed in the same province which is well seen from the variation curves of trace elements. Besides differentiation the essentially important process was partial melting as indicated by the hiatus between the composition of liparites from one side and the andesites from the other side. Further, in the same rock sometimes two generations of various types of plagioclases can be observed, with finer grained plagioclases being richer in sodium and potassium component than the coarser grained. Among rocks often those from the potassium series prevail (54 %), showing a decrease eastwards. With decreasing contents of potassium and increasing contents of sodium the mafic character of rocks becomes higher.

Among the extrusive rocks from the Sava folds basalts, andesites and hawaiites predominate much above the liparites. Magmas are much more fluid, and eruptions were quieter, often in the sea, since often chert is found in surrounding rocks, frequent are amygdaloidal structures, and often pillow structures are observed. Rocks were formed in the same province, as seen from the variation curves and diagrams in barycentric triangles. Also in this case the hiatus between the composition of liparites from one side and the basalts and andesites from the other side is evident. Among the rocks prevail in contrast with those of the previous group the sodium series (70 %). This is an indication of anorogenic conditions in the east and orogenic conditions in the west. Among rocks prevail by far tuffs, tuff sandstones, tuff limestones and tuffites. Rocks were later much altered, pyritized, kaolinized, sericitized, while the occurrence of vermiculite may indicate surface weathering in tropical climate. All structures and textures of extrusive rocks are expressively igneous. Quartz phenocrysts show typical resorptions, in rocks are found intratelluric inclusions of intrusive rocks and pegmatitic rocks in recrystallized matrix. Phenocrysts of biotite, amphiboles, augite and other feldspar minerals are not

stable any more, and they are altered more or less into mineral aggregates which are stable in new conditions. Especially characteristic for rocks from the surroundings of Celje is albitization of basic plagioclases which leads to alteration of original basalts into spilitic rocks.

On the basis of data collected in the field and observed in thin sections in the lab, and on the basis of results of chemical and spectrochemical analyses it seems most probable that melts of these rocks were formed by partial fusion of minerals of the upper part of the mantle or of the lower part of the Earth's crust. Assimilation also probably influenced strongly the rapid variation in some smaller extrusive parts.

Literatura

- Burri, C. 1959, *Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage*. Birkhauser Verlag, 334 s., Basel.
- Buser, S. & Cajhen, J. 1978, Osnovna geološka karta 1:100.000, list Celovec (Klagenfurt). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S. 1978, Osnovna geološka karta 1:100.000, list Celje. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S. 1979, Osnovna geološka karta 1:100.000. Tolmač lista Celje. 72 s., Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S. 1980, Osnovna geološka karta 1:100.000. Tolmač lista Celovec (Klagenfurt), 73 s., Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Carmichael, I. S. E., Turner, F. J. & Verhoogen, J. 1974, *Igneous Petrology*. McGraw-Hill Book Co., 739 s., New York.
- Četverikov, S. D. 1956, Rukovodstvo k peresčetu himičeskih analizov gornih porod i opredeleniju ih himičeskih tipov. Gostehizdat, 243 s., Moskva.
- Dolar-Mantuani, L. 1938, Die Porphyrgesteine des westlichen Pohorje. Geol. Anali Balkanskog Poluostrva, knjiga XV, 281—407, Beograd.
- Drasche, R. 1873, Zur Kenntniss der Eruptivgesteine Steiermarks. Tschermaks Min. Mitt., I, 1—12, Wien.
- Faninger, E. 1961 a, Magmatske kamenine v Kamniških Alpah in pri Laškem. Geologija, 7. knjiga, 197—225, Ljubljana.
- Faninger, E. 1961 b, Albitiziran kremenov porfirit iz Kokrškega kamnoloma. Geologija, 7. knjiga, 227—232, Ljubljana.
- Faninger, E. 1970, Pohorski tonalit in njegovi diferencijati. Geologija, 13. knjiga, 35—104, Ljubljana.
- Germovšek, C. 1953, Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici. Geologija, 1. knjiga, 135—168. Ljubljana.
- Germovšek, C. 1959, Triadne predornine severovzhodne Slovenije. SAZU, Dela IV. razr., 11., 133 s., Ljubljana.
- Grad, K. & Ferjančič, L. 1974, Osnovna geološka karta 1:100.000, list Kranj. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Grad, K. & Ferjančič, L. 1976, Osnovna geološka karta 1:100.000, Tolmač lista Kranj, 70 s., Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Grafenauer, S. 1980, Petrologija triadnih magmatskih kamnin na Slovenskem. SAZU, Dela IV. razr., 25, 220 s., Ljubljana.
- Grafenauer, S., Duhovnik, J. & Strmole, D. 1981, Magmatske kamnine v zahodnih Karavankah. Rudarsko-metalurški zbornik, 127—150, Ljubljana.
- Grobelšek, E. 1959, Porfirit iz Puščave. Diplomaska naloga. 28 s., Arhiv FNT, Ljubljana.

Hinterlechner-Ravnik, A. 1959 a, Ladinske kamenine in hidrotermalne spremembe črnega glinastega skrilavca v okolici Črne pri Kamniku. *Geologija*, 5. knjiga, 129—152, Ljubljana.

Hinterlechner-Ravnik, A. 1959 b, Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji. *Geologija*, 5. knjiga, 391—402, Ljubljana.

Melik, A. 1954, Slovenija, II, 1, Slovenski alpski svet. Slovenska Matica, 607 s., Ljubljana.

Nockolds, S. R. & Allen, Q. 1953, The geochemistry of some igneous series. *Geochim. et cosmochim. acta*, 4, 105—142, London.

Ocepek, V. 1955, Avgitni porfirit iz Bohorja. Diplomski naloga. Arhiv FNT. 62 s., Ljubljana.

Rittmann, A. 1973, Stable mineral assemblages of igneous rocks. Ed. Springer, 262 s., Heidelberg.

Saukov, A. A. 1975, *Geohimija*. Izd. Nauka, 480 s., Moskva.

Streckeisen, A. 1967, Classification and nomenclature of igneous rocks. *Neues Jahrb. Mineral. Abh.*, 107, 144—240, Stuttgart.

Yoder, H. S. 1973, The evolution of the igneous rocks, Princeton University Press, 587 s., New Jersey.

Tabla 1 — Plate 1

Sl. 1. Vtrošnik sanidina v liparitu. Vzorec P-9, + N, pov. 37 ×

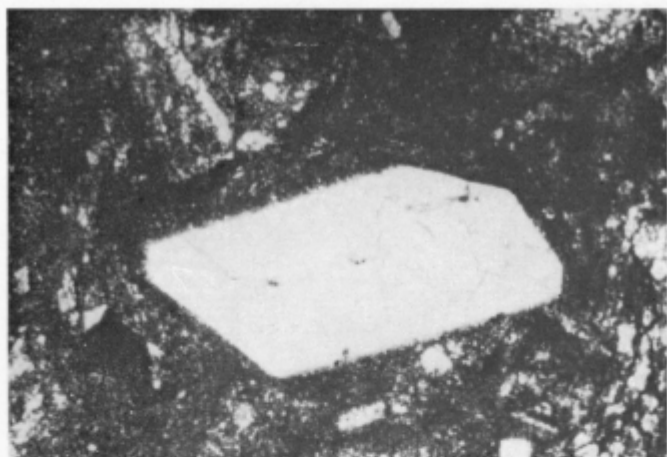
Fig 1. Phenocryst of sanidine in liparite. Sample P-9, nicols crossed, 37 ×

Sl. 2. Mandelj klorita z obrobno kristalizacijo v spilitu. Vzorec S-3, + N, pov. 40 ×

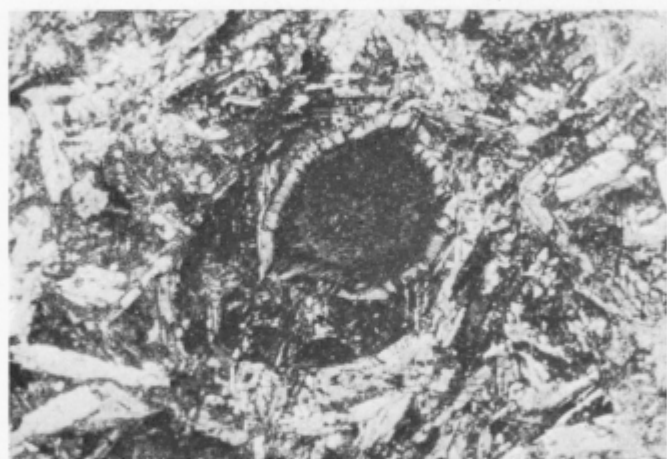
Fig. 2. Amygdale of chlorite well crystallized along the brim in spilite. Sample S-3, nicols crossed, 40 ×

Sl. 3. Drobcji žilnine z vtrošniki plagioklazov v spilitu. Vzorec S-2, + N, pov. 40 ×

Fig. 3. Fragments of vein rock with phenocrysts of plagioclases in spilite. Sample S-2, nicols crossed, 40 ×



1



2



3

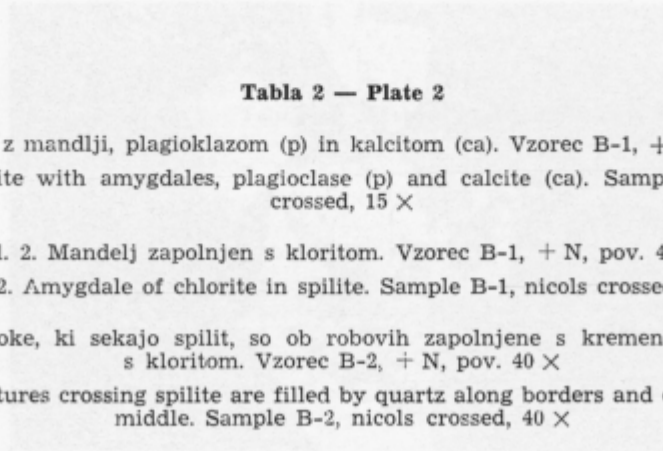
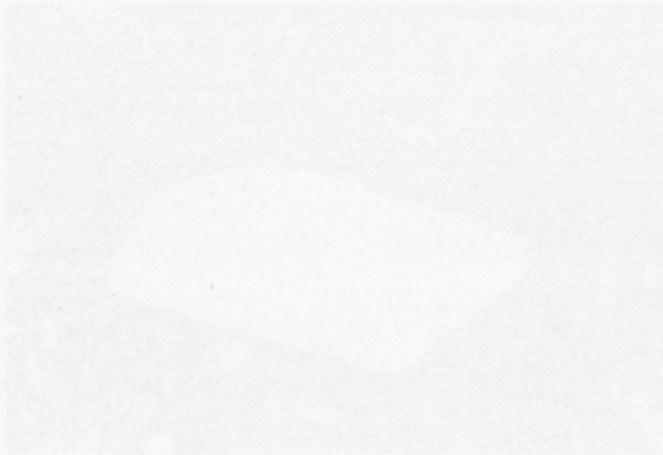


Tabla 2 — Plate 2

Sl. 1. Spilit z mandlji, plagioklazom (p) in kalcitom (ca). Vzorec B-1, + N, pov. 15 ×

Fig. 1. Spilite with amygdales, plagioclase (p) and calcite (ca). Sample B-1, nicols crossed, 15 ×

Sl. 2. Mandelj zapolnjen s kloritom. Vzorec B-1, + N, pov. 40 ×

Fig. 2. Amygdale of chlorite in spilite. Sample B-1, nicols crossed, 40 ×

Sl. 3. Razpoke, ki sekajo spilit, so ob robovih zapolnjene s kremenom, v sredini s kloritom. Vzorec B-2, + N, pov. 40 ×

Fig. 3. Fractures crossing spilite are filled by quartz along borders and chlorite in the middle. Sample B-2, nicols crossed, 40 ×

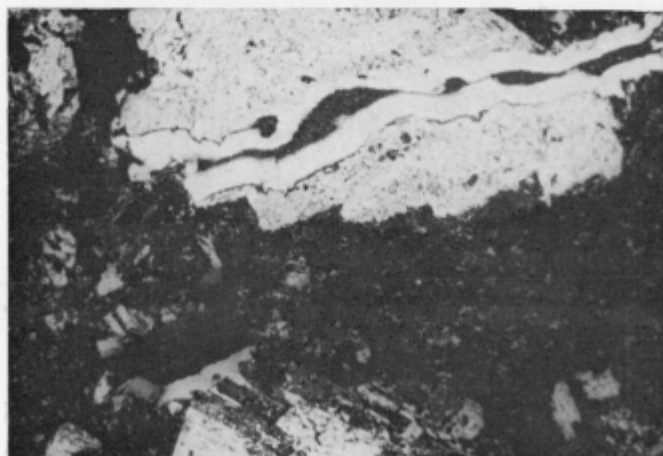
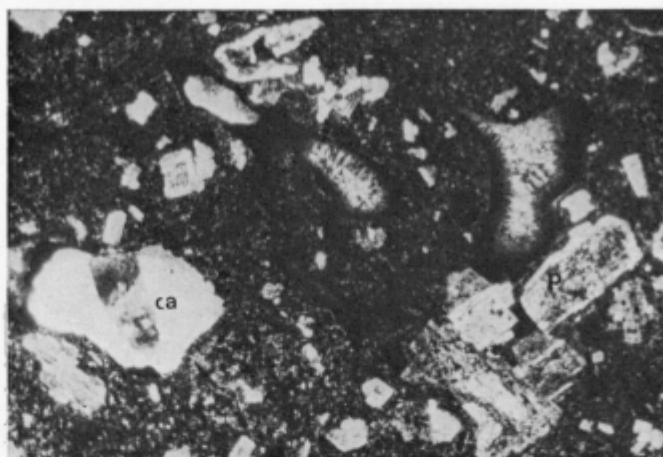




Tabla 3 — Plate 3

Sl. 1. Isto kot na tab. 2, sl. 3, pov. 100 ×

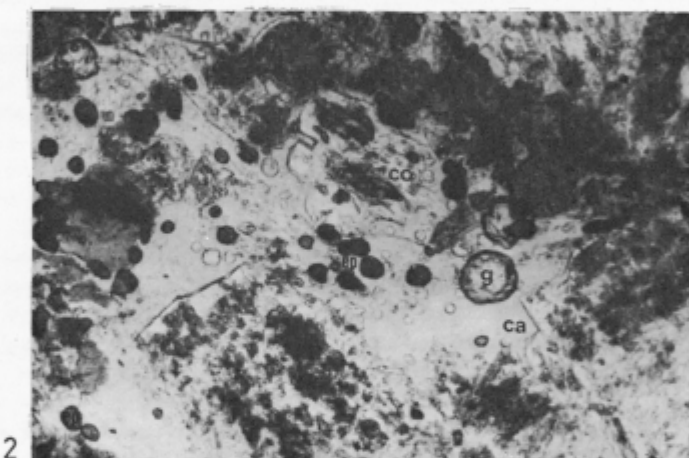
Fig. 1. The same as in the pl. 2, fig. 3, 100 ×

Sl. 2. Močno metamorfoziran spilit s kalcitom (ca) in vlaknatim kloritom (co) v osnovi, z granati (g) in nataljenim epidotom (ep). Vzorec B-6, || N, pov. 100 ×

Fig. 2. Intensively metamorphosed spilitite with groundmass of calcite (ca) and fibrous chlorite (co) with garnet (g) and sintered grains of epidote (ep). Sample B-6, nicols parallel, 100 ×

Sl. 3. Isto, + N

Fig. 3. The same section, nicols crossed



NOVE KNJIGE
BOOK REVIEWS

T. M. Peryt (ed.): **Coated grains**; Springer Verl., Berlin 1983, 655 s.

Pred nami je knjiga s precej nenavadnim naslovom »Prevlečena zrna« oziroma v originalu »Coated grains«. Ta izraz je uvedel K. H. Wolf leta 1960 za vsa karbonatna zrna v sedimentih s koncentrično zgradbo, med katerimi sta oolit in pizolit najbolj poznana izraza in sicer že od 18. stoletja. Podrobnejše in celovitejše poznavanje recentnih karbonatnih sedimentov in starejših sedimentnih kamnin v zadnjih desetletjih pa je narekovalo razširitev terminologije teh koncentričnih zrn.

V predstavljeni knjigi »Coated grains« je mladi poljski sedimentolog Tadeusz Peryt, v strokovni literaturi znan predvsem kot odličen raziskovalec karbonatov Zechsteinske formacije, zbral 52 člankov izpod peresa 62 avtorjev, kateri prikazujejo problematiko koncentričnih karbonatnih zrn na podlagi najnovejših terenskih sedimentoloških dognanj in laboratorijskih analiz. Karbonatna zrna so razdeljena v štiri osnovne skupine: ooide, vadoide, rodoide in onkoide, v skladu z novo predlagano klasifikacijo, kot jo za »coated grains« predlaga sam urednik T. Peryt. Ooidi in vadoidi oziroma njim odgovarjajoče kamnine ooliti ter vadoliti nastajajo s kemičnim izločanjem karbonata v freatičnem okolju (ooidi) ali v vadoznem okolju (iznad gladine podtalne vode — vadoidi). Pri koncentričnih zrnih, ki so inkrustirana zaradi biogenega vpliva pa igrajo pomembno vlogo predvsem alge — rdeče alge pri nastanku rodoidov (kamnine rodolit) ter modrozelenih alge in bakterije pri nastanku onkoidov (onkolit).

Knjiga je razdeljena v šest poglavij. V prvem, splošnem delu so prikazane klasifikacije »inkrustiranih zrn« (T. M. Peryt in D. K. Richter), vsebnost slednih prvin v odvisnosti od okolja nastanka posameznih oblik (U. Brand & J. Veizer) ter izotopska sestava kisika in ogljika v recentnih in starejših »inkrustiranih zrnih« (M. Magaritz). L. Hottinger tolmači pomen ekoloških parametrov za genezo teh zrn.

Oolitne kamnine in ooidi so predstavljeni v drugem delu z dvanajstimi članki. D. K. Richter podaja splošni pregled njihovega dosedanjega poznavanja, predvsem razne oblike in mineralno sestavo, M. Kimberley pa celovit prikaz železovih oolitov, ki so kot šamozitna kamnina ekonomsko pomembna železova ruda. Več avtorjev je raziskovalo okolje nastanka recentnih ooidov (npr. Bahami — A. C. Hine, P. M. Harris; Mrtvo morje — R. A. Garber & G. M. Friedman). Štirje članki prikazujejo sedimentacijske modele in diagenetske značilnosti paleozojskih in mezozojskih karbonatnih formacij Evrope, Kitajske in Južne Afrike.

V tretjem poglavju so s štirimi članki predstavljeni rodoidi. Njihove opise, klasifikacijo, nastanek ter ekologijo je prispeval v dveh razpravah eden najboljših svetovnih poznavalcev te problematike D. W. J. Bosence. Druga dva

članka prikazujeta kenozojske rodoide Nove Zelandije (C. J. Burgess & J. M. Anderson) ter permske rodoide Nove Mehike (D. F. Toomey). Rodoidi so zelo zanimive biogene tvorbe rdečih alg. Nahajamo jih na vseh geografskih širinah. V plitvem tropskem morju dosežejo do 1,5 metra v premeru, medtem ko so globokovodni rodoidi manjši in merijo do 30 cm.

Največ, kar 15 člankov je zbranih v četrtem delu knjige, kjer so prikazani onkoidi. Po problematiki, ki jo posamezni članki prikazujejo, jih lahko razdelimo v dve skupini. Prva skupina zajema njihovo splošno klasifikacijo (T. M. Peryt), mehanizme izločanja karbonata z neskeletnimi modrozelenimi algami, ekologijo in okolje nastanka (R. Riding, J. Schneider & H. G. Schröder, E. Nickel). Večina člankov pa predstavlja onkoide po formacijah in lokalnostih. Zaradi primerjave z našimi kamninami so verjetno najzanimivejši prispevki G. Tichyja, ki prikazuje karnijske onkolitne kamnine Severnih apeniških Alp in Dravske cone, nadalje F. Massarija o jurskih onkoidih in stromatolitičnih formacije Amnitico Rosso iz Beneških Alp, G. A. Catalova o ladinsko-karnijskih onkoidih Balkana ter K. T. Briddla o zgornjetriasnih *Girvanella* onkoidih Dolomitov. V ostalih člankih so predstavljene še karbonske, mezozojske in eocenske karbonatne onkolitne kamnine Poljske, Španije, Italije, Grčije, Walesa in Brazilije.

Peto poglavje knjige zajema vadoide, glede nastanka najbolj problematična »koncentrična karbonatna zrna«. Definicijo, splošne značilnosti, razširjenost vadoidov v svetu ter koncept njihovega nastanka podaja T. M. Peryt, ostalih sedem člankov pa prikazuje vadoide po različnih formacijah in lokalnostih. Raziskani so pizoliti v travertinu Tivolija pri Rimu (R. L. Folk & H. S. Chafetz) in Idaho (H. S. Chafetz & J. C. Meredith), nadalje pizoliti v recentnih plasteh »kaliče« v vzhodni Španiji (F. Calvet & R. Julia), permski pizolitni facies Guadalupe formacije v Texasu (M. Esteban & L. C. Pray; klasična lokalnost, kjer so bili vadozni pizoliti prvič omenjeni) ter paleozojski pizoliti Kitajske in Avstralije.

V zadnjem, šestem poglavju knjige so zbrani članki, ki prikazujejo celovito regionalno problematiko koncentričnih karbonatnih zrn. Tako so predstavljeni »coated grains« z Velikega bariernega grebena pri Avstraliji (P. G. Flood), noriško-liasnega karbonatnega kompleksa Severnih Apeninov (G. Ciarapica & L. Passeri), Zechsteinske formacije v Poljski (T. M. Peryt), permskega Capitan Reefa v Novi Mehiki (S. J. Mazzullo & J. M. Cys), arhajskih lapilnih sferoidov Južne Afrike (T. O. Reimer), devonskih plasti Armorikanskega masiva v Franciji (J. Poncet) ter za nas, po problematiki najbližji in najzanimivejši prispevek J. Tišljara o spodnjekrednih onkoidih Zunanjih Dinaridov.

Predstavljen knjiga »Coated grains« je po tematiki pravzaprav precej specialna. Za popolnejše razumevanje obravnavane problematike koncentričnih inkrustiranih zrn zahteva vsaj površno poznavanje sedimentologije karbonatov. Članki so relativno kratki, pisani zgoščeno, so tehnično enotno in pregledno urejeni ter slikovno zelo dobro dokumentirani. Zato so razen za sedimentologe zanimivi tudi za regionalne geologe ter vse ostale raziskovalce, ki jih zanima karbonatni facies različnih formacij in posameznih geoloških dob. Prikazana problematika, ki jo zajema knjiga, je še posebno zanimiva za slovenski geološki prostor, saj zasledimo vse našete skupine koncentričnih karbonatnih zrn tudi v številnih formacijah mezozojskega zaporedja Dinarske karbonatne platforme

(npr. skitski in jurski ooliti, zgornjetriasni, jurski in kredni onkoidi ter vadoidi) in v terciarnih karbonatnih kompleksih Panonskega bazena (npr. rodoliti litavskega apnenca). Skratka, knjiga »Coated Grains« nam ponuja obilico sodobnih razlag in pogledov o nastanku predstavljenih koncentričnih karbonatnih zrn ter daje številne ideje za njihove bodoče terenske in laboratorijske raziskave.

Bojan Cgorelec

Peter W. Lipman & Donal R. Mullineaux: The 1980 Eruptions of Mount St. Helens, Washington. Geological Survey Professional Paper 1250, 844 strani, 470 ilustracij, 117 tabel in 1 geološka karta. Kartonirano, format 29,5 × 23,5, Washington, 1981.

Knjiga je posvečena Davidu A. Johnstonu, 30-letnemu vulkanologu, ki se je smrtno ponesrečil ob katastrofalni erupciji na Mount St. Helens 18. maja 1980. Dave je bil eden izmed prvih članov opazovalne ekipe Zveznega ameriškega geološkega zavoda na Mount St. Helens in je dolge ure preživel v bližini gore. Ironija usode pa je, da ga je izbruh zajel na mestu, ki je veljalo za dokaj mirno.

Ponovna prebuditev vulkana na Mount St. Helens marca 1980 in njegova katastrofalna erupcija 18. maja istega leta prav gotovo sodita med najpomembnejše geološke dogodke Združenih držav Amerike v dvajsetem stoletju. Rušilni plaz premikajočih se mas, eksplozivna erupcija, združena z blatom in poplavami, je terjala približno 60 človeških življenj in povzročila materialno škodo za približno milijardo dolarjev.

Knjiga je razdeljena na pet poglavij: vulkanski dogodki, geofizikalna opazovanja, vulkanske usedline, posledice erupcije iz l. 1980, analiza potencialne nevarnosti. Prvo poglavje opisuje prve začetke vulkanskih dogodkov na Mount St. Helens. Ti so se pričeli že pred 40 000 leti z dacitnim vulkanizmom, ki se je s presledki nadaljeval do približno pred 2500 leti. Stoletna in tisočletna obdobja številnih eksplozivnih izbruhov so se menjavala z obdobji mirovanja, dolgimi nekaj stoletij pa do 15 000 let. V času od pred približno 2500 leti ločimo naslednja zaporedja erupcij: v obdobju Castle Creek andezit-dacit-bazalt in v obdobjih Kalama in Goat Rocks dacit-andezit-dacit. Izvržene mase in laharji (tufski blatni tok) so se nalagali okrog vznožja vulkana in deloma zapolnjevali bližnje doline tako, da je večina piroklastičnega materiala končala v radiju 20 km od vulkana, laharji pa v dolinah, oddaljenih tudi do 75 km. Od leta 1857 dalje je vulkan miroval, konec marca 1980 pa se je pričelo vulkansko delovanje s serijo predhodnih potresov, katerih jakost se je naglo večala. Predvidevajo, da je potres 5. jakostne skupine 18. maja povzročil drsenje 2–3 km³ severnega pobočja gore. Zaradi porušenega ravnovesja se je pričel izbruh vodne pare, ki je uničil področje 600 km². Temu je kasneje sledila 9 ur trajajoča erupcija dacita, pri kateri se je radioaktivni prah usedal tudi več kot 1500 km daleč. V naslednjih nekaj mesecih so sledile še nekatere manjše erupcije.

V poglavju geofizikalnih opazovanj najprej objavljajo seizmične študije. Iz statističnih podatkov o potresih beremo, da so do 18. maja zabeležili več kot 10 000 potresov. Njihovi epicentri so bili omejeni na področje premera 3 km, ki pokriva področje kasnejše močne deformacije. Hipocentri so ležali v globini,

manjši od 2,5 km, in so bili omejeni na majhno prostornino severnega pobočja Mount St. Helens. Od vseh registriranih potresov jih je bilo približno 2400 z jakostjo, večjo od 2,4. Pri vseh potresih od dneva katastrofalne erupcije se je sprostil $1,8 \times 10^{20}$ ergov energije. V drugem delu navajajo rezultate študij deformacij: topografske in strukturne spremembe, geodetske podatke o drsenju severnega pobočja pred erupcijo in geodetska opazovanja po njej, začasne gravitacijske spremembe celotnega območja in vulkano-magnetna opazovanja same erupcije. V slednjem sestavku beremo, da so deset dni pred katastrofalno erupcijo vgradili na gori tri magnetometre z občutljivostjo 0,25 nT (nanotesla), od katerih sta bila dva zaradi erupcije izgubljena. V času treh glavnih erupcij pa je tretja naprava izmerila kratkotrajno magnetno polje, večje od 10 nT.

V naslednjem poglavju so podane analize plinov, pri katerih so merili odhajanje različnih plinov, kot so SO_2 , CO_2 , koncentracijo vodika (H_2) v zraku in v tleh (v globini 50 cm), vsebnost različnih plinov (H_2O , CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , COS , CS_2 , CH_4) v fumarolah znotraj kraterja. Za tem so opisane tudi inkrustacije fumarol. Večina teh se je usedala pri temperaturi, nižji od 250°C , kot nekristalen rumenkast film okrog odprtine fumarole. Inkrustacije so se pričele kristalizirati med ohlajevanjem in dehidriranjem takoj po odložitvi. Glavne kemijske komponente, ki sestavljajo usedline v fumarolah, so Cl, F, H_2O , SO_4 , Fe, Al, Ca, K in S.

Največ prostora pa je odmerjeno poglavju o vulkanskih sedimentih, ki se prične s podrobnim opisovanjem potekanja plazuz usodnega dne, sledi stratigrafija usedlin izbruha, ki je opustošil veliko področje severozahodno do severovzhodno od vulkana. Ti sedimenti so debeli od 1 m blizu izvora bruhanja pa do 1 cm na najbolj oddaljenih opustošenih predelih. Usedline izbruha vključujejo naslednjih pet glavnih enot (od spodaj navzgor): (1) bazalna enota je masivna, drobljiva, mestoma s postopno zrnavostjo in vsebuje bloke, lapile, pepel in kose lesa — ta je hkrati najbolj grobi del sekvence, (2) masivna enota z lapili in pepelnim matriksom, (3) plast lapilov in pepela z valovito ali vzporedno plastovitostjo, imenovana tudi enota piroklastičnega valovanja — ta enota oblikuje nepravilne izbokline in transverzalne dine, (4) neplastovita enota lapilov in prahu, razširjena na topografsko nižjih delih, (5) najvišja enota je zopet s postopno zrnavostjo in vsebuje debelozrnat in drobnozrnat pepel, ki je bogat tudi z lapili. Vsaj polovico klastov v izbruhanih usedlinah sestavlja dacit, velikost delcev pa je obratno sorazmerna z razdaljo od vulkana. V nadaljevanju navajajo rezultate kemijskih analiz (mokra kemijska, rentgenska in spektroskopska).

Ugotovili so, da magma z vsakim izbruhom postaja vse bolj mafična. Zato menijo, da prav ta spreminjajoča se vsebnost SiO_2 nakazuje, da bo naslednja erupcija še bolj mafična, morda celo andezitna.

Posebno poglavje obravnava tudi vpliv katastrofalne erupcije na civilno prebivalstvo. Ne samo številke, marveč tudi številne fotografije izpričujejo pošastno opustošenje. Vpliv lužin iz vulkanskega pepela so opazovali tudi na modro zelenih algah vrste *Anabaena flosaqual*.

Kemijske analize so pokazale, da vsebuje pepel sledi potencialnih toksinov, kot so: mangan, cink, baker in kadmij. Toksičnost pa je odvisna od jakosti kationske izmenjave. Zato je vpliv pepela na različnih področjih različen. Proučili so tudi vpliv pepela na ablacijo snega. Z meritvami so ugotovili, da je ta

vpliv odvisen od debeline vulkanskega pepela, in sicer tako, da do 24 milimetrska plast zavira, tanjša plast pepela pa pospešuje ablacijo snega.

Knjigo končuje poglavje analize o potencialni nevarnosti in zaključuje, da znanost in tehnologija lahko deloma preprečita in omilita vulkanske nevarnosti. Zato pa je potrebno še naprej kartirati, proučevati stratigrafijo in opravljati različne meritve, kot so geofizikalne in geokemijske, in postaviti mrežo seizmometrov na potencialno aktivnih vulkanskih področjih. Vsa ta območja je treba proučevati in opazovati iz enega observatorija. Ker je vulkanologija tako široko področje, je najpomembnejše to, da lahko vse te probleme reši tesno sodelujoča skupina strokovnjakov različnih disciplin, kot so: geologi, kemiki, fiziki in matematiki.

Delo je vzorno sestavljeno, dokumentirano je s številnimi fotografijami, topografskimi kartami, skicami, diagrami in tablamii statističnih podatkov ter kompjuterskimi analizami, na koncu pa je priložena še geološka karta obravnavanega območja okrog Mount St. Helens. Zelimo si lahko, da nam v knjigi ne bo potrebno iskati strokovnih nasvetov, marveč da nam bo služila le kot vzor za uspešno skupinsko raziskovanje.

Tea Kolar-Jurkovšek

Simpozij o problemih danija v Jugoslaviji (Symposium on problems of Danian in Yugoslavia), Zbornik referatov — Proceedings. Uredili: **Rajko Pavlovec**, **Jernej Pavšič** in **Mario Pleničar**. Izdala in založila Odsek za geologijo in Inštitut za geologijo VTOZD Montanistika, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo Univerze Edvarda Kardelja, Ljubljana 1981. Obseg 193 strani, 8 slik, 4 table in 5 razpredelnic med besedilom. Format 17 × 24 cm, broširano, cena 200 dinarjev. To je publikacija št. 2 Odseka za geologijo.

Zbornik, ki ga imamo pred seboj, prinaša referate s simpozija, ki sta ga v Postojni spomladi 1981 priredila Odsek za geologijo in Inštitut za geologijo VTOZD Montanistika Fakultete za naravoslovje in tehnologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. Pobudo zanj so sprožili že na 9. jugoslovanskem geološkem kongresu v Sarajevu leta 1978.

Prvi referat osvetljuje problematiko danijske stopnje na splošno oziroma njen položaj v kronološki razčlenitvi. Ostali uvodni referati, šest po številu, pa podajajo problematiko danijskih plasti po posameznih republikah in današnje stanje raziskav ter problematiko poznavanja teh plasti s paleontološkega, biostratigrafskega in tektonskega gledišča (avtorji: **Rajko Pavlovec**, **Jernej Pavšič** in **Mario Pleničar**, **Pavao Mamužić**, **Predrag Nikolić** in **Nikola Pantić**, **Teofil Slišković**, **Rajka Radoičić**, **Vera Temkova** in **Peter Petkovski**). Sledi vrsta referatov predvsem s paleontološko vsebino. Ti obravnavajo floro in favno iz danijskih plasti ali pa iz plasti, ki ležijo neposredno pod njimi (avtorji: **Katica Drobne**, **Jernej Pavšič**, **Nadežda Krstić**, **Jovanka Mitrović-Petrović**). Referat o vremskih plasteh kot podlagi danijskim plastem v zahodnih Dinaridih obravnava problematiko njihove kronostratigrafske uvrstitve (avtorja: **Marko Hötzl** in **Rajko Pavlovec**). Orogenetskim premikanjem na meji kreda-paleogen v Jugoslaviji, tektonskim dogajanjem na prehodu krede v terciar v Sloveniji ter tektonski dinamiki in sedimentacijski diverzifikaciji v Dinaridih v prehodnem

obdobju kreda-paleogen so posvečena tri predavanja (avtorji: Miodrag Andjelković, Uroš Premru, Ante Polšak). Poseben referat podaja nekaj primerjav s plastmi liburnijske formacije zunaj jugoslovanskega ozemlja (avtor: Rajko Pavlovec). O katastrofi, ki naj bi na meji kreda-terciar povzročila nenadno izumrtje številnih rastlinskih in živalskih vrst, sta spregovorila avtorja Nikola Pantić in Rajko Pavlovec. S svojimi dokazi nasprotujeta takemu načinu tolmačenja velikih sprememb v živem svetu na prehodu iz krede v terciar.

Besedilom referatov so dodani kratki povzetki v tujem jeziku.

Sklepi simpozija so formulirani v sedmih točkah. V njih je poudarjeno, da je danij najstarejša paleocenska stopnja v smislu spodnjega paleocena, kakor se je že do zdaj uporabljalo v praksi. Dalje, da je treba iskati kontinuirane profile v različnih razvojih ter jih med seboj primerjati; da je treba pripraviti skupen jugoslovanski program dela, in kot zadnje, da bodo do prihodnjega simpozija skrbeli za koordinacijo raziskav hrvaški geologi.

Franc Cimerman



