

UDK 552.54+551.8:73/761(234.323.61)=863

Zgornjepermske in skitske plasti pri Trziču

Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area

Tadej Dolenec

Inštitut za geologijo, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 20

Bojan Ogorelec

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Jože Pezdíč

Institut »Jožef Stefan«, 61000 Ljubljana, Jamova 39

Kratka vsebina

Za interpretacijo sedimentacijskega okolja zgornjepermskih in skitskih plasti v Karavankah je bil pri Trziču raziskan sklenjen profil. V spodnjem delu zgornjepermskega zaporedja prevladuje satasti dolomit, ki kaže na evaporitno okolje sedimentacije. Na njem leži biomikritni dolomit s teksturami litoralnega okolja. Za spodnji del skitskega zaporedja so značilne pole oolitskega apnenca v zaporedju dolomita, mikritnega apnenca, skrilavca in laporja. Po izotopski sestavi kisika in ogljika v apnencu sklepamo na humidno klimo v tem obdobju. V zgornjem delu skitskega zaporedja se menjavajo plasti temnega biomikritnega apnenca, peščenjaka in dolomita. Ozemlje južnih Karavank je v obdobju zgornjepermske in skitske stopnje pripadalo prostranemu in plitvemu karbonatnemu šelfu.

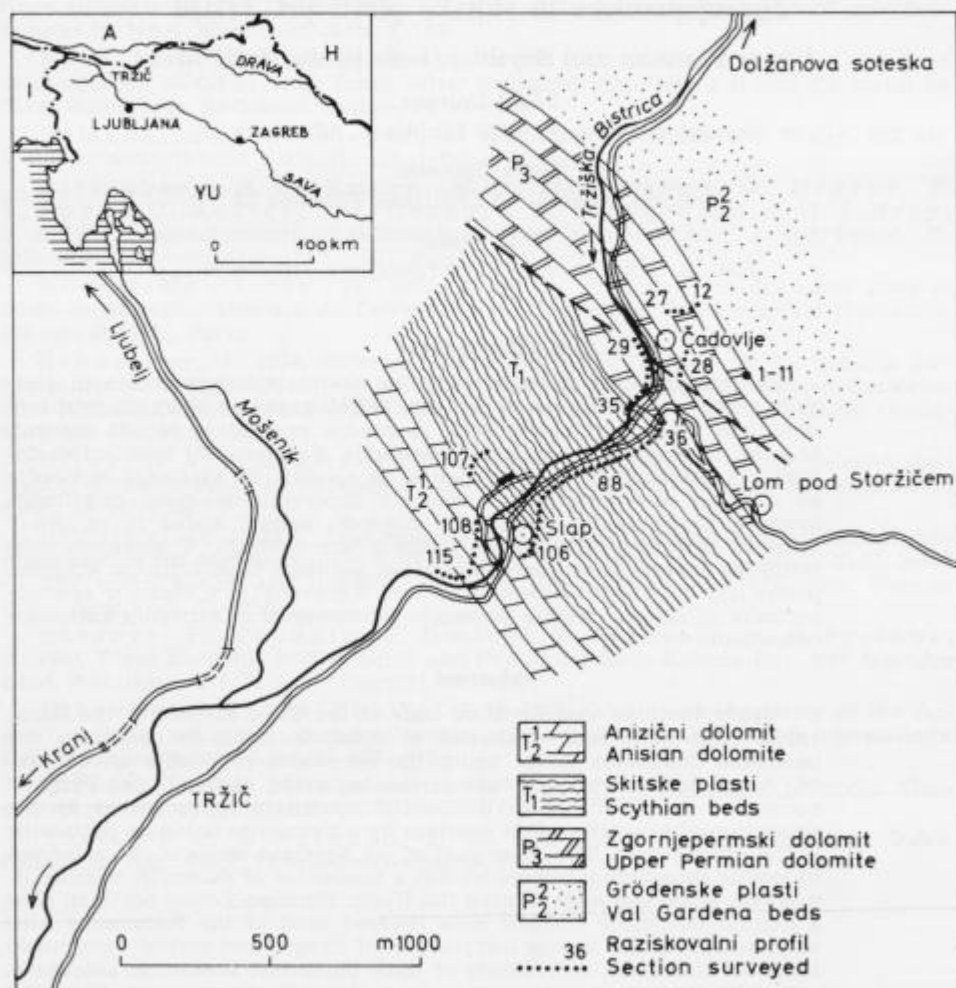
Abstract

Upper Permian and Scythian beds of the Tržič district in the Karavanke Alps have been examined in detail in order to determine the particular conditions under which the successive rock-units were formed. A cellular dolomite prevails at the beginning of the Upper Permian succession and points to environmental conditions characterized by the deposition of evaporites. It is overlain by a biomicrodolomite pertaining to the littoral shelf. The lower part of the Scythian series is characterized by oolitic limestone interbeds within a succession of dolomite, micritic limestone, shale and marl. During the Upper Permian-Lower Scythian time a humid-temperate climatic zone covered most of the Karavanke Alps as indicated by the isotope composition of oxygen and carbon determined from the limestone. Alternation of dark biomicrodolomite limestone, sandstone, and dolomite occurs in the upper part of the Scythian series. From the shore accumulations persistent over wide areas it is justifiable to infer that a long-continued carbonate shelf spread in the region of the Karavanke Alps during the time interval of Upper Permian-Scythian.

Uvod

S sedimentološkega vidika smo raziskali zgornjevermske in skitske kame-nine v okolici Tržiča. Profil celotnega zaporedja plasti je sestavljen, predvsem v njegovem spodnjem delu, iz več krajših profilov in golic (sl. 1). Skupno smo preiskali 108 vzorcev in napravili 62 kemičnih analiz Ca, Mg, Fe, Mn, Na in Zn ter 32 izotopskih analiz δO^{18} in δC^{13} .

Raziskano ozemlje pripada južnokaravanškemu pokrovu, ki je na jugu ome- jen s savskim prelomom, na severu pa s košutnim pokrovom (S. Buser, 1980). Zgornjevermske in skitske plasti se raztezajo pri Tržiču v dveh pasovih od



Sl. 1. Položajna skica raziskanih vzorcev pri Tržiču

Fig. 1. Location sketch map of the sample points at Tržič

zahoda proti vzhodu. Severni pas sledimo od Podljubelja do Medvodij, južnega pa po severnem pobočju Dobrče, prek Čadovelj dalje po dolini Lomščice. Skitske plasti so v obeh pasovih enako razvite. Razlika nastopa le v zgornjepermskem zaporedju; južni pas je razvit dolomitno, v severnem pa se pri Medvodju pojavlja med dolomitno brečo apnenec. Preiskali smo razvoj južnega pasu v dolini Tržiške Bistrice med Slapom in Čadovljami ter ob cesti, ki vodi proti Lomu pod Storžičem.

Rezultati so zanimivi zaradi paleogeografske rekonstrukcije ozemlja Južnih Karavank v zgornjepermskem in skitskem obdobju ter primerjave mikrofacialnih in geokemičnih parametrov karbonatnih kamenin z enako starimi kameninami v Posavskih gubah (A. Ramovš, 1958a; K. Grad & B. Ogoelec, 1980; J. Čar & al., 1980), Južnih Alpah (A. Bosellini & L. A. Hardie, 1973; R. Assereto & al., 1972; W. Buggisch, 1974) in Dinaridih (V. Mudrenović, 1980).

Dosedanje raziskave

Na tržiškem prostoru so sprva raziskovali predvsem mlajšepaleozojske plasti v lepo odprtem profilu Dolžanove soteske (npr. E. Schellwien, 1898). Zgornjepermske in skitske karbonatne kamenine takrat niso bile dovolj zanimive, ker so siromašne s fosili. F. Teller (1903) je v skitskih plasteh našel polža *Natiria costata*.

Poljudno je litološko in biostratigrafsko opisal kamenine iz okolice Tržiča in Dolžanove soteske A. Ramovš (1958b) v Geoloških izletih po Sloveniji. Za osnovno geološko karto — list Celovec, je tržiški prostor kartiral S. Buser (1980); v razlagi h karti je navedel številne mikrofosile iz zgornjepermskih in skitskih plasti. Zgornjepermsko dolomitno zaporedje je razdelil na tri enote T. Dolenec (1973) v svoji diplomski nalogi. Poljuden opis geologije in fosilov s tržiškega prostora je ponovno objavil A. Ramovš (1980).

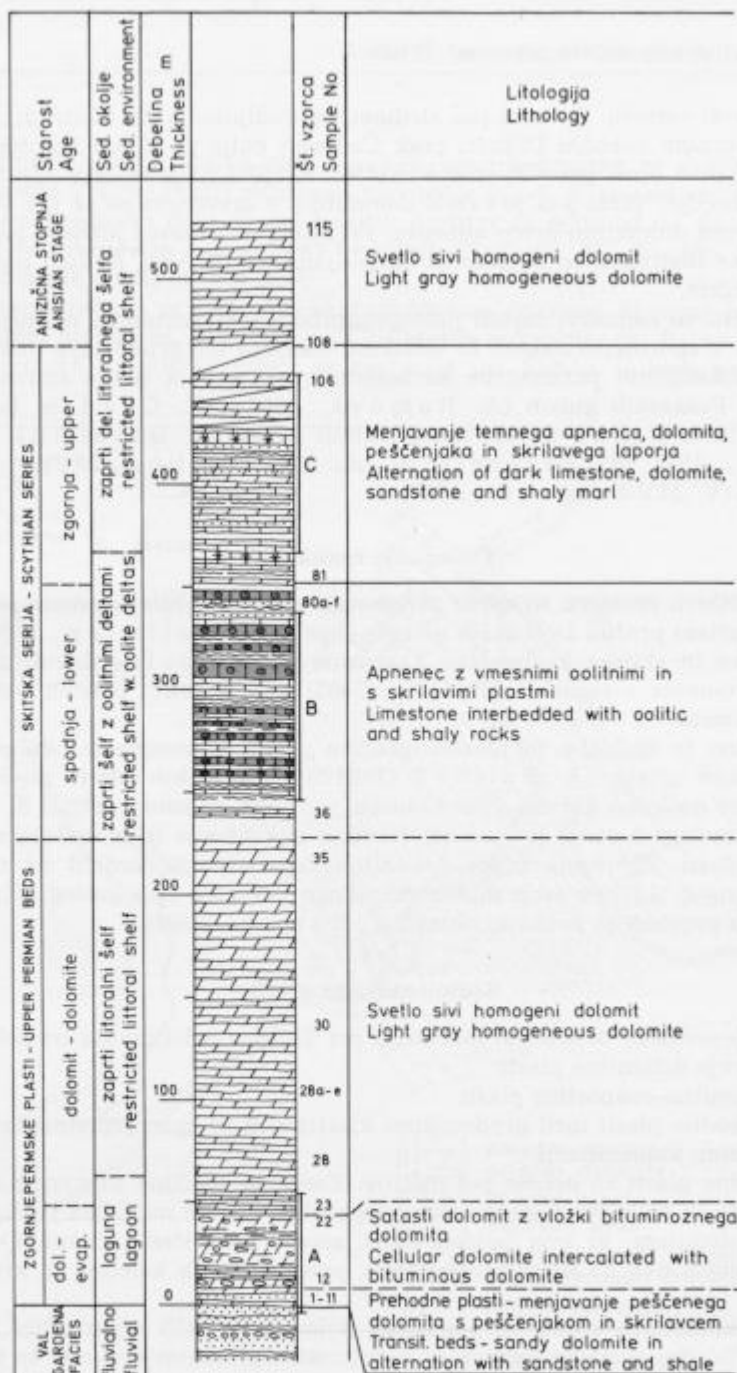
Sedimentološki profil

Zgornjepermsko dolomitno formacijo pri Tržiču razdelimo na tri dele (sl. 2):

1. zgornje dolomitne plasti
2. dolomitno-evaporitne plasti
3. prehodne plasti med grödenskimi klastičnimi in zgornjepermskimi karbonatnimi kameninami.

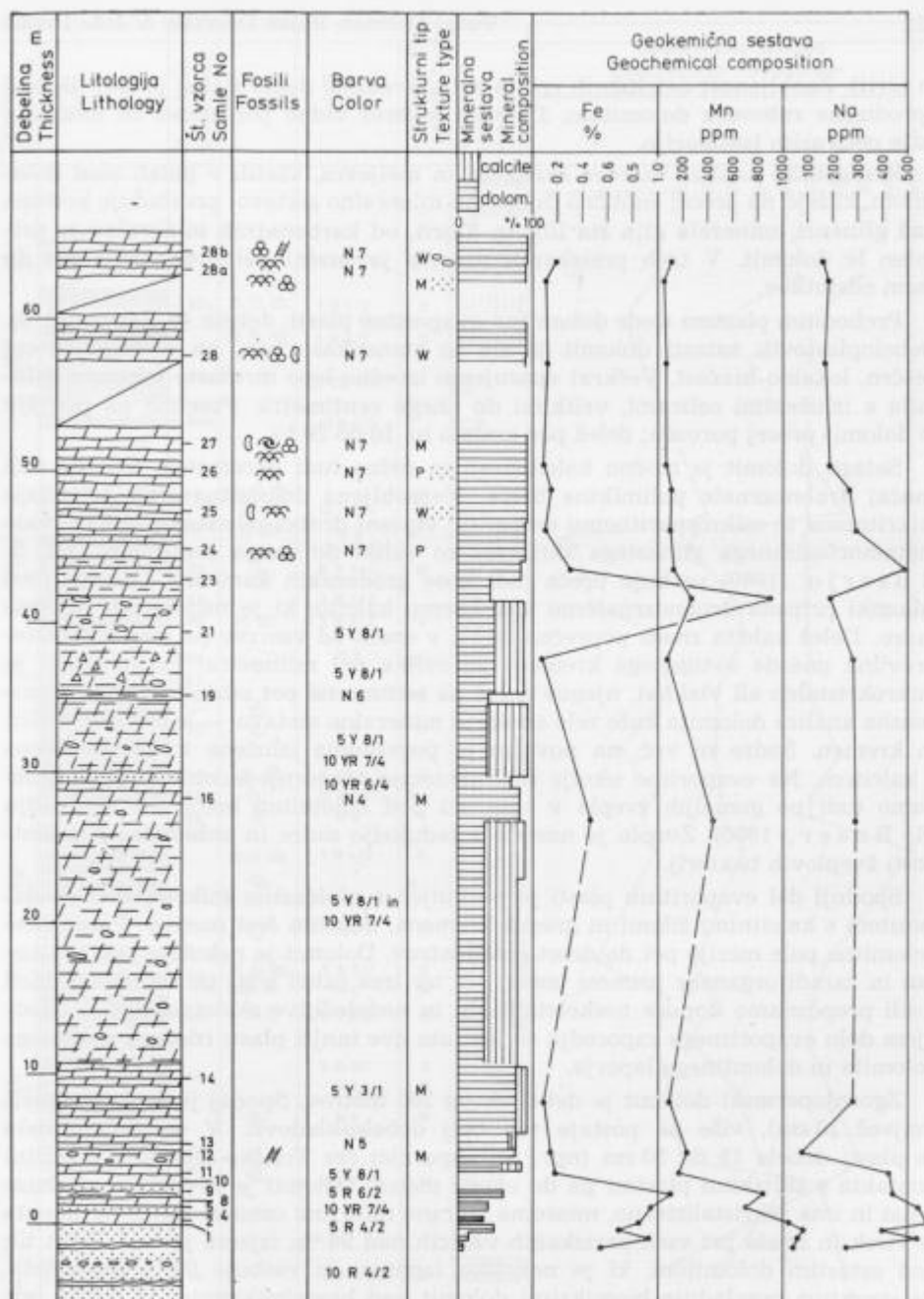
Prehodne plasti so debele pet metrov. Zanje je značilno menjavanje tankih pol rdečega in sivkasto zelenega skrilavega glinovca ter meljevca z rumenkasto rdečim dolomitom, ki ima peščen videz zaradi detritične primesi. Dolomitne pole so debele dva do deset centimetrov; preprezajo jih kalcitne in kremenove žilice.

Delež karbonata v vzorcih peščenega dolomita je zelo spremenljiv in znaša 30 do 60 %; gre torej za peščenjak z dolomitno-glinenim vezivom in delno za dolomit z detritično primesjo. V zadnjem primeru detritična zrna prosto »plavajo« v osnovi dolomitnega mikrosparita. Med detritičnimi zrni melja in drobnega peska močno prevladuje kremen nad glinenci in sljudo, v sledovih pa so opazni še femični minerali (rogovača in biotit) in nepresojni minerali (hematit



Sl. 2. Stratigrafsko zaporedje zgornjepermskih in skitskih plasti pri Trziču
A, B, C — detajlni profili (glej sl. 3, 4 in 5)

Fig. 2. Columnar section of the Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area
A, B, C — detail sections (see figs. 3, 4 and 5)



Sl. 3. Detajlni profil spodnjega dela zgornjepermskih plasti (detajl A na sl. 2). Legenda pri sl. 5

Fig. 3. Detail section of the lower part of the Upper Permian beds (detail A on fig. 2). See fig. 5 for explanation

in pirit). Zaobljenost detritičnih zrn je delno srednja, delno slaba; precej jih ima korodirane robove z dolomitom. Dolomit je brez vidne poroznosti in mestoma kaže neizrazito laminacijo.

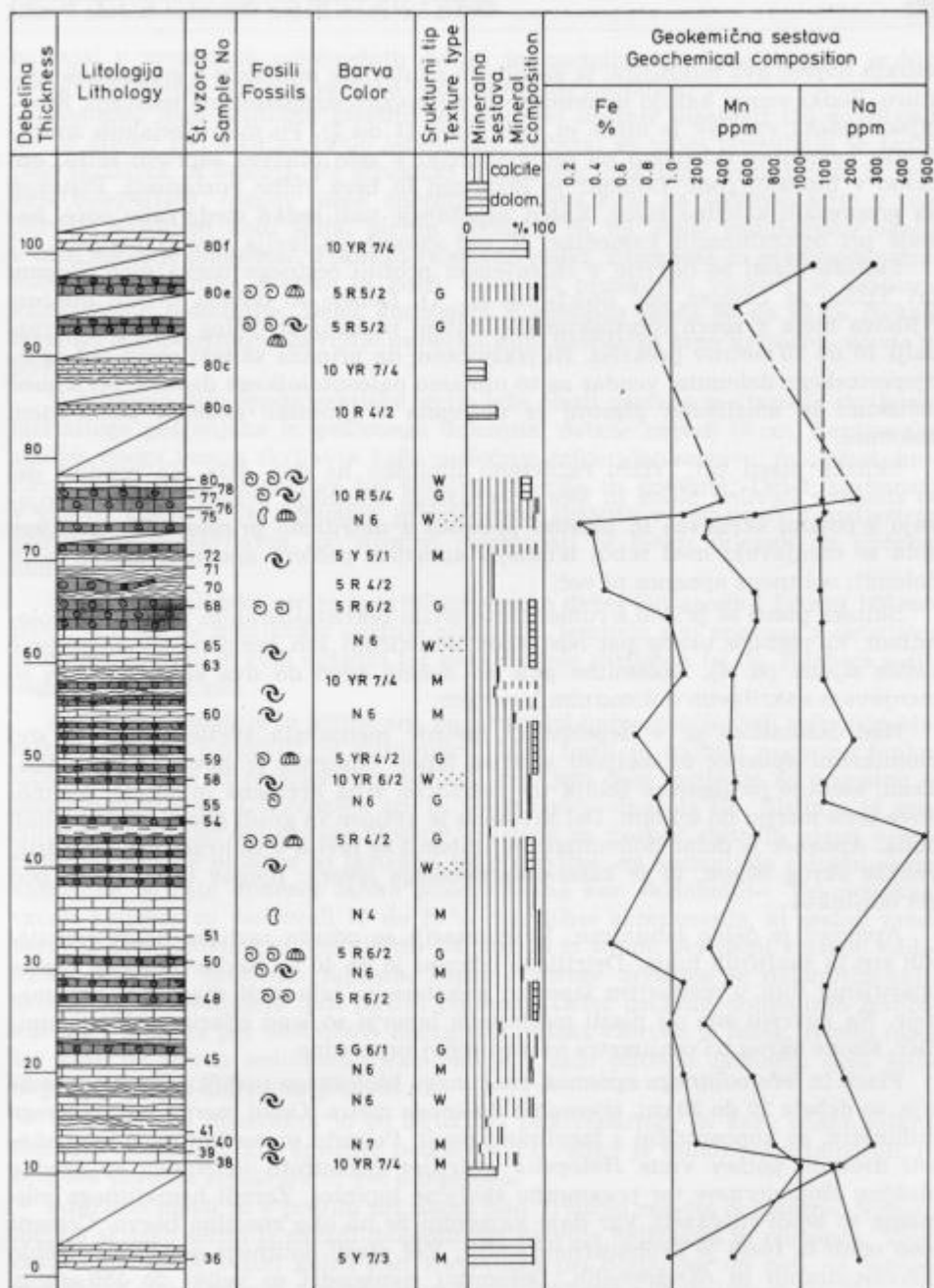
Rentgenske analize vzorcev skrilavca in meljevca, vzetih v polah med dolomitom, kažejo na precej enolično in enotno mineralno sestavo; prevladuje kremen nad glinenci, minerala glin sta illit in klorit, od karbonatnih mineralov je prisoten le dolomit. V treh preiskanih vzorcih je znašal delež dolomita pet do osem odstotkov.

Prehodnim plastem slede dolomitno-evaporitne plasti, debele 40 metrov (sl. 3). Debeloplastoviti satasti dolomit je siv in rumenkasto siv, na površju precej peščen, lokalno brečast. Večkrat opazujemo izredno lepo mrežasto teksturo dolomita z izluženimi celicami, velikimi do enega centimetra. Posebno na površju je dolomit precej porozen; delež por cenimo na 10 do 20 %.

Satasti dolomit je močno kalcitiziran in delno tudi okremenel. Večidel ima značaj drobnozrnate polimiktne breče. Nezaobljena dolomitna zrna pripadajo mikritnemu in mikrosparitnemu dolomitu; vmesni drobci zelenkasto sivega malo metamorfoziranega glinastega skrilavca so veliki do enega centimetra. Po S. Buserju (1980) vsebuje breča tudi kose grōdenskih kamenin. Cement med odlomki pripada drobnozrnatemu sparitnemu kalcitu, ki je nadomestil prvotno sadro. Delež kalcita znaša poprečno 50 %, v enem od vzorcev pa celo 78 %. Nepravilna gnezda avtigenega kremena so velika pol milimetra. Po strukturi je mikrokristalen ali vlaknat, njegov delež pa cenimo na pet odstotkov. Tudi rentgenska analiza dolomita kaže zelo enolično mineralno sestavo — le dolomit, kalcit in kremen. Sadre ni več, na površju je popolnoma izlužena in nadomeščena s kalcitom. Na evaporitno okolje sedimentacije v zgornjepermški periodi sklepamo tudi po gomoljih žvepla v apnencu pod dolomitno brečo pri Medvodju (S. Buser, 1980). Žveplo je nastalo z redukcijo sadre in anhidrita ob prisotnosti žveplovih bakterij.

Spodnji del evaporitnih plasti je prekinjen s ploščastim mikrosparitnim dolomitom s kalcitnimi žilami in gnezdi kremena, debelim šest metrov. Posamezne dolomitne pole merijo pet do deset centimetrov. Dolomit je nekoliko rekristaliziran in zaradi organske primesi temno siv ter ima rahel vonj po bitumenu. Med fosili prepoznamo kopuče neskeletnih alg in nedoločljive skeletne alge. V srednjem delu evaporitnega zaporedja se javljata dve tanjši plasti rdečega peščenega dolomita in dolomitnega laporja.

Zgornjepermški dolomit je debel okrog 200 metrov. Spodaj je tankoplastovit (največ 10 cm), više pa postaja vse bolj debeloskladovit. V osrednjem delu so plasti debele 15 do 30 cm (npr. pri zapornici čez Tržiško Bistrico) v bližini kontakta s skitskimi plastmi pa do enega metra. Dolomit je svetlo siv, drobnozrnat in ima rekristalizirano, mestoma izprano mikritno osnovo. Delež karbonata je visok in znaša pri vseh preiskanih vzorcih nad 96 %; izjema je le dolomit tik nad satastim dolomitom, ki je nekoliko laporast in vsebuje 92 % karbonata. Po strukturi prevladuje biomikritni dolomit nad biopelmikritnim in čistim mikritnim dolomitom. Med fosili so najbolj zastopane drobne kopuče neskeletnih alg, slede rekristalizirane skeletne alge, foraminifere, ostrakodi, mikrogastropodi, školjke in posamezne ploščice ehinodermov. L. Šribarjeva je med foraminiferami določila vrsti *Hemigordiopsis* sp. in *Glomospirella* sp. Del izsušitvenih por,



Sl. 4. Detajlni profil spodnjescitskih plasti (detajl B na sl. 2). Legenda pri sl. 5
 Fig. 4. Detail section of the Lower Scythian beds (detail B on fig. 2). See fig. 5 for explanation

velikih največ dva milimetra, je zapolnjen z internim mikritom z geopetalno teksturo. Redki vzorci kažejo laminirano in neizrazito stromatolitno teksturo. Energijski indeks vzorcev je nizek in zelo nizek (1 do 2). Po mikrofacialnih značilnostih kamenine sklepamo na sedimentacijo v zelo plitvem zaprtem šelfu, občasno v litoralni coni. Dolomit je homogen in brez vidne poroznosti. Ponekod ga preprezajo kalcitne žilice. Kalcit zapolnjuje tudi redke medzrnske pore, nastale pri dolomitizaciji kamenine. V več vzorcih se javlja piritni pigment.

Skitske plasti so odkrite v sklenjenem profilu cestnega useka med Slapom pri Tržiču in Lomom pod Storžičem (sl. 1). Debele so dobrih dvesto metrov. Njihova meja z zgornjepermskim dolomitom ni izrazita, poleg tega je na razdalji 10 do 20 metrov prekrita. Ni izključeno, da pripada skitski seriji del zgornjepermskega dolomita, vendar za to nimamo paleontološkega dokaza. Meja med skitskimi in anizičnimi plastmi je postopna v litološko enakem plastovitem dolomitu.

Skitske plasti pri Tržiču razdelimo litološko na dva dela. Za spodnji del so značilne številne plasti in leče rdečkastega oolitnega apnenca, ki se menjavajo s polami skrilavca in plastmi apnenca z detritično primesjo. V zgornjem delu se menjavajo med seboj temnejši apnenec, peščeni apnenec, skrilavec in dolomit; oolitnega apnenca ni več.

Skitske plasti se prično z rumenkasto sivim rekristaliziranim mikritnim dolomitom, ki vsebuje okrog pet odstotkov detritičnih zrn kremenca in posamezne lističe sljude (sl. 4). Dolomitne pole so debele eden do dva centimetra in se menjavajo s skrilavim dolomitnim laporjem.

Nad dolomitom se v debelini 15 metrov menjavata svetlo rjavkasto sivi biomikritni apnenec in meljasti kalcitni lapor. Apnenec je navadno rekristaliziran, vsebuje pa lupinice školjk ter detritična zrna kremenca in sljude. Kremenova zrna merijo do 0,1 mm. Del kremenca je avtigen in gradi gnezda nepravilnih oblik. Apnenec je delno dolomitiziran. Dolomit se javlja v izoliranih romboedrih, velikih okrog 50 μm , in je kasnodigenetskega izvora; njegov delež znaša pod pet odstotkov.

Apnenec je delno laminiran. V laminaciji se odraža različen delež detritičnih zrn in školjčnih lupin. Detritične primesi je do 40 %. Redke školjčne lupine opazujemo tudi v meljastem laporju; nekatere so bile med diagenozo okremenjele. Na površju ene od plasti meljastega laporja so lepo odkrite valovne sipinice, široke okrog tri centimetre in med seboj vzporedne.

Plasti in leče oolitnega apnenca, značilnega litološkega različka skitske formacije, so debele 20 do 30 cm, izjemoma do enega metra. Ooidi merijo pol do enega milimetra, so koncentrični s številnimi ovoji. Pogosto so mednje pomešani skeleti drobnih polžev vrste *Holopella gracilior* Schauth in *Natica* sp., redke ploščice ehinodermov ter posamezne školjčne lupinice. Zaradi hematitnega pigmenta so ooidi rdečkasti, kar daje kamenini že na oko značilno barvo. Cement med ooidi in fosili je drobnozrnati sparit. Več plasti oolitnega apnenca je rahlo dolomitiziranih in okremenelih. Dolomitni romboedri so veliki do 150 μm in so navadno koncentrirani v jedrih ooidov in v skeletih polžev. Delež dolomita v preiskanih vzorcih znaša okrog pet odstotkov, izjemoma prek 30 %. Kremen je avtigen in ponekod nadomešča kalcit v skeletih moluskov. Posamezna zaobljena kremenova zrna, velika do 0,2 mm, so detritičnega izvora. Oolitni apnenec je

nastajal v prostranih priobrežnih deltah in medplimskih kanalih, kjer je bilo dovolj valovanja, oziroma pretoka vode za njihov nastanek.

Apnenec med oolitnimi plastmi je tanko do srednje plastovit (10 do 40 cm), siv in olivno siv, lokalno rahlo laminiran. Večkrat se vmes pojavljajo še tanke pole skrilavca in laporja. Po strukturi je apnenec mikriten, pelmikriten in redkeje biospariten; njegov nizek energijski indeks kaže na sedimentacijo v zelo plitvem zatišnem delu šelfa, piritni pigment pa na rahlo redukcijsko okolje v času zgodnje diageneze. Fosili so relativno redki. Zastopani so predvsem ostrakodi, tankolupinske školjke in polži; eden od preiskanih vzorcev je vseboval kalcitizirane rediolarije. Delež karbonata v apnencu znaša 90 do 95 %. Nekarbonatno komponento sestavljajo minerali glin, detritična zrna kremenca, sljuda in piritni pigment.

V vrhnjem delu spodnjaskitske serije leže plasti rdečega meljastega skrilavca, meljastega peščenjaka in peščenega dolomita, debele največ 80 cm. Rentgenska analiza enega vzorca skrilavca kaže naslednjo mineralno sestavo: muskovit, kremen, kalcit, illit, plagioklaz ter sledove siderita in goethita. Delež karbonata v vzorcu znaša 35 %. Zanimiva je prisotnost siderita v več vzorcih meljastega peščenjaka in skrilavca; po njegovi prisotnosti bi lahko sklepali na občasno humidno klimo.

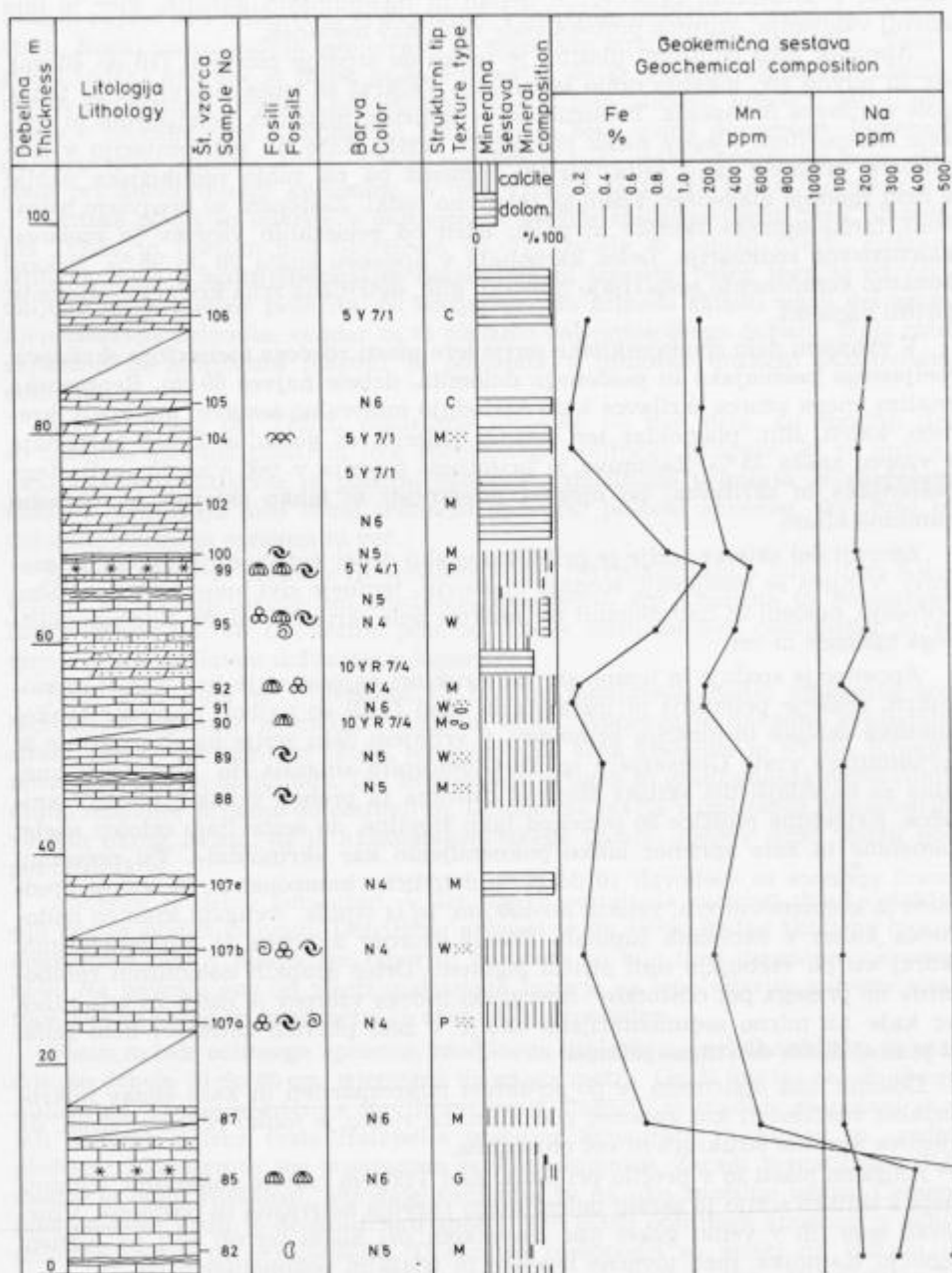
Zgornji del skitske serije je približno enako debel kot spodnji (okrog 100 metrov). V njem se menjavajo srednje plastoviti, temneje sivi apnenec z detritično primesjo, peščeni in čisti dolomit ter redkeje pole skrilavca (sl. 5). Rdečega oolitnega apnenca ni več.

Apnenec je srednje in temno siv, po strukturi najpogostejše čisti mikrit in biomikrit, redkeje pelmikrit in intramikrit. Med fosili so najbolj pogostne tankolupinske školjke in ploščice krinoidov, v vrhnjem delu serije pa so pogostne še foraminifere vrste *Glomospira* sp. in *Glomospira sinensis* Ho. Slednja je značilna za najmlajši del skitske stopnje, oziroma za prehod skitskih plasti v anizične. Krinoidne ploščice so ponekod tako številne, da sestavljajo celoten skelet kamenine in zato apnenec lahko poimenujemo kar »krinoidni«. Vsi preiskani vzorci apnenca so vsebovali 10 do 20 % detritične komponente, ki sestoji predvsem iz kremenovih zrn, velikih do 100 μ m, in iz sljude. Avtigeni kremen nado-mešča kalcit v školjčnih lupinah. Precej vzorcev apnenca je dolomitiziranih, skoraj vsi pa vsebujejo tudi piritni pigment. Delež drobnih dolomitnih romboedrov ne presega pet odstotkov. Energijski indeks vzorcev je nizek in zelo nizek ter kaže na mirno sedimentacijsko okolje v zelo plitvem zatišnem delu šelfa, ki je imel dotok detritične primesi.

Dolomit nad apnencem je po strukturi mikrospariten in kaže enake mikrofacialne značilnosti kot apnenec pod njim. Le redko je toliko rekristaliziran, da njegova prvotna struktura ni več ohranjena.

Anizične plasti so v profilu pri Slapu nad Trzičem razvite dolomitno. Njihova meja s skitsko serijo je zaradi dolomitnega razvoja neizrazita in postopna. Vzorcevali smo jih v veliki golici nad travnikom pri Slapu ter ob poti na južnem pobočju Kamnika, med tovarno lepenke in tržiškim pokopališčem (sl. 1).

S profilom smo zajeli le okrog 60 metrov anizičnega dolomita. Njegove osnovne značilnosti so srednje siva barva, precej enakomerna debelina plasti (10 do 40 cm, poprečno okrog 20 cm) ter homogenost. Med fosili so najbolj pogostne



Sl. 5. Detajlni profil zgornjeskitskih plasti (detajl C na sl. 2)

Fig. 5. Detail section of the Upper Scythian beds (detail C on fig. 2)

LITOLOGIJA - LITHOLOGY

apnenec
limestoneoolitni apnenec
oolitic limestoneapnenec z detritično primesjo
limestone with detrital admixturekrinoidni apnenec
crinoidal limestonedolomit
dolomitedolomit z detritično primesjo
dolomite with detrital admixturelaporasti apnenec in dolomit
marly limestone and dolomitesatasti dolomit
cellular dolomitelapor
marlmeljasti skrilavec
silty shalepeščenjak
sandstonekonglomerat
conglomerate

FOSILI - FOSSILS

polži
gastropodsškoljke
pelecypodsehinodermi
echinodermsforaminifere
foraminifersostrakodi
ostracodsskeletne alge
skeletal algaeneskeletne alge
nonskeletal algaeSTRUKTURNI TIP APNENCA
TEXTURAL TYPE OF LIMESTONE
(Dunham 1962)

M mudstone

W wackestone

P packstone

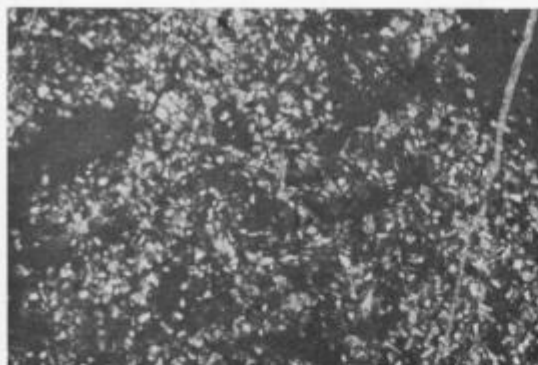
G grainstone

C zrnata str.
crystalline text.peleti
pelletsintraklasti
intraclastsBarva Rock Color Chart
Color (Geol. Soc. America)

Legenda k sl. 3, 4 in 5

Explanation of figs. 3, 4, and 5

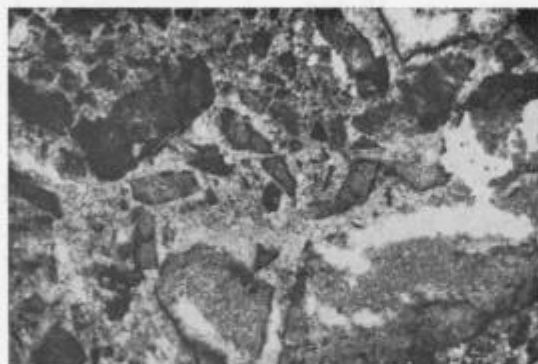
Tabla 1 — Plate 1



Sl. 1 — Fig. 1

Mikrosparitni dolomit s številnimi zrnji detritičnega kremenca. Bazalne plasti zgornjevermskega zaporedja, 12 ×

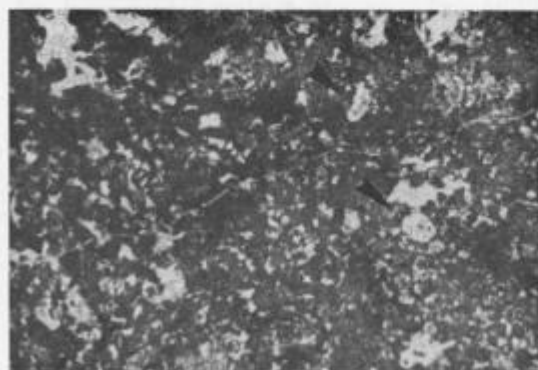
Microsparitic dolomite including abundant detrital quartz. Basal sequence of the Upper Permian beds, 12 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Dolomitni klasti, cementirani s kalcitnim sparitom. Detajl satastega dolomita. Bela polja so kaverne. Zgornjevermske plasti, 10 ×

Dolomite clasts in sparry calcite matrix. Detail of cellular dolomite. White fields — caverns. Upper Permian beds, 10 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Biopelmikritni dolomit z redkimi porami in foraminifero vrste *Hemigordiopsis* sp. (puščice). Zgornji perm, 12 ×

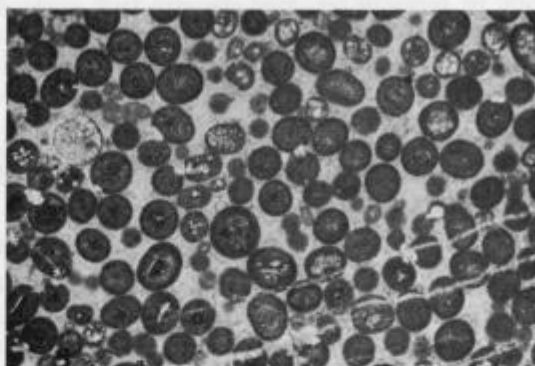
Biopelmicritic dolomite with some shrinkage pores and foraminifer *Hemigordiopsis* sp. (arrows). Upper Permian, 12 ×

Tabla 2 — Plate 2

Sl. 1 — Fig. 1

Rahlo dolomitiziran oosparitni apnenec. Spodnjeskitska serija, 12 ×

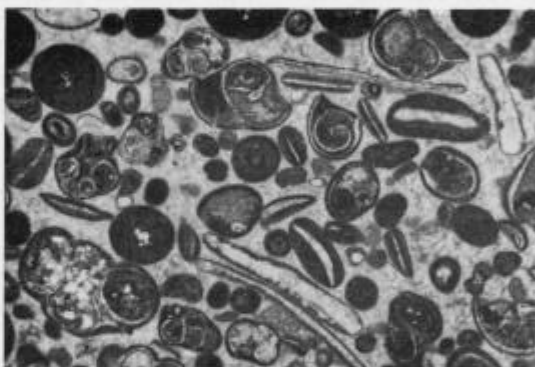
Oosparitic limestone, partly dolomitized. Lower Scythian series, 12 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Bioosparitni apnenec s številnimi lupinami gastropodov (vrsta *Holopella* sp.) in redkimi zrni detritičnega kremenca. Skitska serija, 12 ×

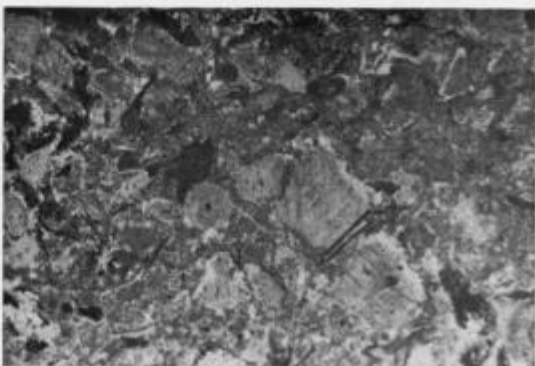
Bioosparitic limestone (grainstone) including abundant gastropods *Holopella* sp. and some detrital quartz. Lower Scythian series, 12 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Rekristalizirani krinoidni apnenec (packstone). Zgornjeskitska serija, 12 ×

Recrystallized crinoidal limestone (packstone). Upper Scythian series, 12 ×



drobne kopuče neskeletnih alg v združbi tankolupinskih školjk, mikrogastropodov in foraminifer, med drugim tudi vrste *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić, značilne za anizično stopnjo. Z neskeletnimi algami so inkrustrirani tudi posamezni intraklasti, ki imajo zato videz onkoidov.

Anizični dolomit je nastajal v zgodnji diagenezi. Redke izsušitvene pore kažejo na občasno litoralno cono. Kamenina je zelo čista; delež karbonata v vseh preiskanih vzorcih presega 98 %. Mikrofacialno in litološko podoben je dolomit enake starosti v Posavskih gubah, npr. v Todražu (K. Grad & B. Ogorelec, 1980).

Geokemične raziskave

Iz celotnega profila smo geokemično preiskali 62 vzorcev karbonatnih kamenin. S plamensko absorpcijsko metodo so bile določene sledne prvine Fe, Mn, Na in Zn, medtem ko sta bila Ca in Mg analizirana kompleksometrično (metoda G. Müller, 1964). Za določitev izotopske sestave kisika in ogljika smo odbrali 32 vzorcev. Vzorčevali smo dokaj enakomerno po celotni dolžini profila in zajeli vse litološke različke apnenca in dolomita. Za analize slednih prvin smo vzeli en gram homogeniziranega zdrobljenega vzorca in ga raztopili v 100 ml HNO_3 (1 : 20). Razklop vzorcev, pri katerem je nastal CO_2 , smo izvršili s 100 % H_3PO_4 pri temperaturi 50° C. Sledne prvine so določili v Kemičnem laboratoriju Rudnikov svinca in topilnice v Mežici (vodja M. Iglarjeva), izotopsko sestavo kisika in ogljika pa na Institutu Jožef Stefan z masnim spektrometrom Nierovega tipa Varianmat 250. Natančnost meritev znaša tako za δO^{18} kot za $\delta\text{C}^{13} \pm 0,1$ ‰.

V tabeli 1 so podane mejne vrednosti Fe, Mn in Na ter delež karbonata v različnih apnenca in dolomita, v tabeli 2 pa izotopska sestava kisika in ogljika kot relativne vrednosti δO^{18} in δC^{13} , izražene v promilih glede na standard SMOW (H. Craig, 1961) in standard PDB (H. Craig, 1957).

Sledne prvine. Litološke razlike zgornjepermskih dolomitnih plasti se odražajo tudi v njihovih geokemičnih parametrih. Vzorci dolomita s prehoda med grōdenskimi klastiti in zgornjepermskim zaporedjem imajo najvišje vrednosti Fe, Mn in Na. Vsebnost železa se giblje od 0,72 do 0,98 %/a, mangana 720 do 1170 ppm in natrija 250 do 690 ppm. Podobne koncentracije teh elementov vsebuje tudi temen zgornjepermski dolomit nad grōdenskimi klastiti v Javorjevem dolu pri Sovodnju (K. Grad & B. Ogorelec, 1980).

Dolomitno-evaporitni vzorci vsebujejo nižje koncentracije slednih prvin v primerjavi z dolomitom prehodnih plasti, kljub skoraj še enkrat višjemu deležu karbonata. Še nižje koncentracije Fe, Mn in Na smo našli v zgornjem dolomitu zgornjepermskega zaporedja pri Trziču. V tem dolomitu znaša vsebnost Fe 1150 do 3200 ppm, mangana 60 do 280 ppm ter Na 125 do 270 ppm; analiziranih je bilo enajst vzorcev.

Koncentracija cinka se v dolomitu približuje mejam geokemičnega praga in je povečini nižja od 15 ppm. Rahlo višje vrednosti (do 40 ppm Zn) smo dobili le v dolomitu ob kontaktu z grōdenskimi klastiti in v dolomitnem laporju evaporitnih plasti, ki vsebuje 50 ppm Zn.

Skitske plasti so tako pestro razvite, da je zelo težko podati pravo geokemično primerjavo, saj si niti dva preiskana vzorca nista podobna v vseh mineraloških in mikrofacialnih parametrih. Za skitski apnenec pri Trziču velja v splošnem visok delež železa (3100 ppm v pelmikritnem apnencu, do 3,3 % v peščenem

Tabela 1. Sledni elementi v različnih apnenca in dolomita
 Table 1. Microelements in different limestone and dolomite varieties

Starost Age	Kamenina Rock	Število vzorcev No. of samples	Delež karbonata Carbonate content %	Fe %	Mn ppm	Na ppm
Anizična stopnja Anisian stage	svetli dolomit light dolomite	8	96.8-99.2	0.073-0.22	45-65	150-215
Skitska serija Scythian series	oolitni apnenec oolithic limestone	12	87.3-96.7	0.25-1.12	135-530	55-205
	mikritni apnenec micritic limestone	14	77.8-94.8	0.31-1.40	75-850	65-145
	dolomit dolomite	5	86.4-96.8	0.08-3.30	50-240	140-225
Zgornje- permske plasti	svetli dolomit light dolomite	17	89.6-99.0	0.11-0.32	60-280	125-270
Upper Permian beds	rdeči peščeni dolomit reddish sandy dolomite (prehodne plasti - transitional beds)	6	8.0-55.6	0.72-0.98	720-1170	250-690

dolomitu; poprečna vsebnost Fe v apnencu se giblje okrog enega odstotka). Relativno visoko koncentracijo železa pripisujemo piritnemu pigmentu v mikritnem apnencu ter hematitu v ooidih. Koncentracija mangana je v mejah 70 do 850 ppm, poprečno okrog 200 ppm; soodvisnost med železom in manganom je precej dobro izražena.

Skitski apnenec pri Trziču je geokemično podoben litološko enakemu apnencu na žirovsko-idrijskem ozemlju (J. Čar & al., 1980, K. Grad & B. Ogo-relec, 1980).

Iz anizičnega dolomita je bilo analiziranih osem vzorcev. Dolomit je zelo čist, saj vsebuje nad 97 % karbonata. Vzorci kažejo enake mikrofacionalne in geokemične značilnosti. Železo je v mejah 730 do 2230 ppm (poprečno okrog 1000 ppm), mangan in natrij sta zelo enotna (Mn 45 do 65 ppm in Na 150 do 215 ppm). V primerjavi z vzorci anizičnega dolomita enakega faciesa v Posavskih gubah (Todraž pri Gorenji vasi npr. poprečno 250 ppm, Zagorje 400 ppm Fe), kaže dolomit v Trziču predvsem višjo vrednost železa, nekoliko več pa vsebuje tudi natrija.

Tabela 2. Izotopska sestava kisika in ogljika v različnih apnenca in dolomita
 Table 2. Oxygen and carbon isotope ratio in different limestone and dolomite varieties

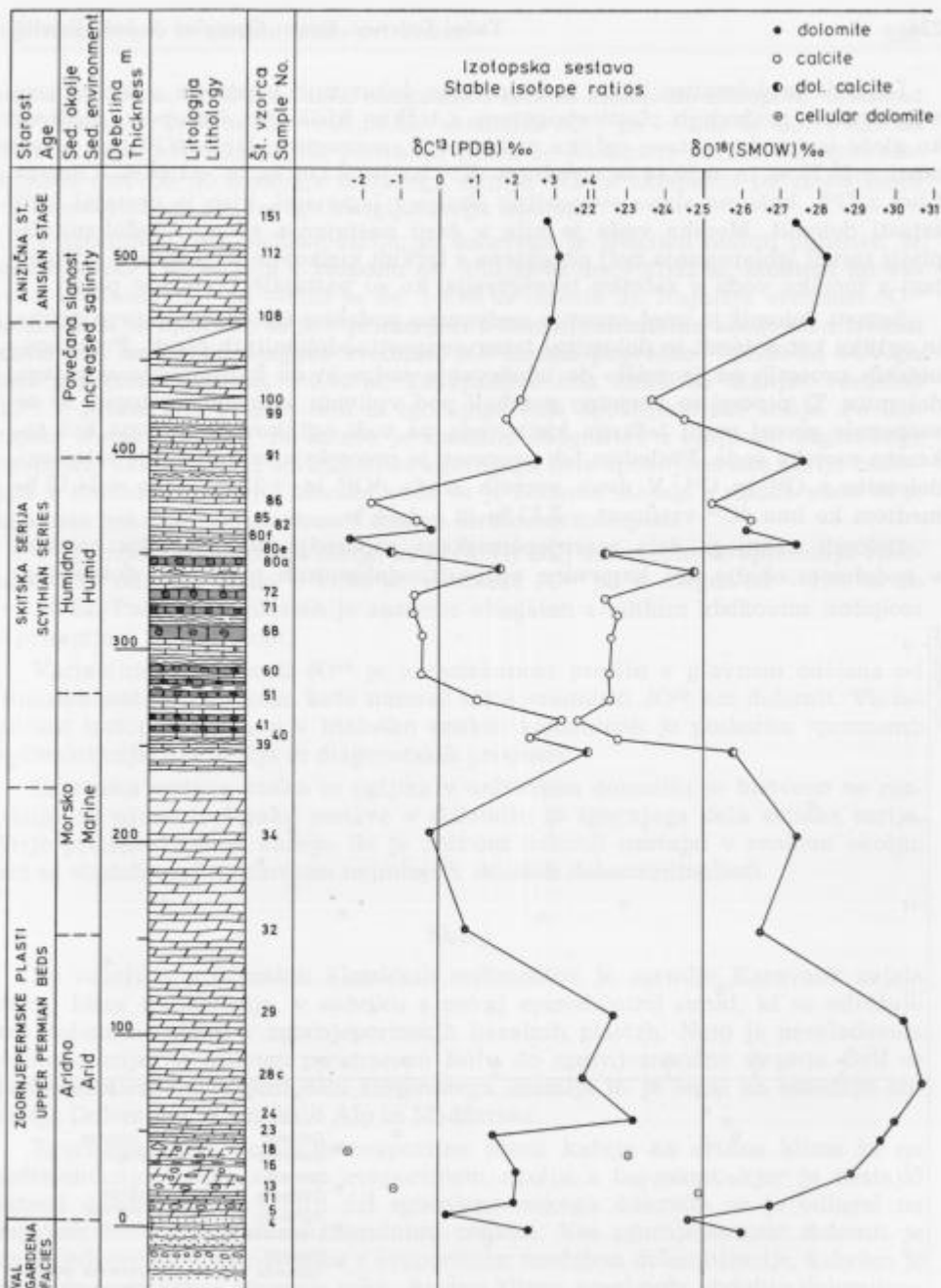
Starost Age	Št. vzorca Sample No.	Strukturni tip Textural type	δO^{18} (PDB) ‰	δO^{18} (SMOW) ‰	δC^{13} (PDB) ‰
Anizična stopnja Anisian stage	115	pmD	-2.96	+27.32	+2.87
	112	bmD	-2.28	+28.02	+3.10
	108	pbD	-2.44	+27.86	+2.99
Skitska serija Scythian series	100	bmL	-6.66	+23.51	+2.05
	99	bmL	-5.74	+24.46	+1.89
	91	bmD	-2.63	+27.66	+2.55
	86	bsL	-5.14	+25.07	-1.90
	85	bsL	-4.14	+26.10	-0.62
	82	mD	-4.22	+26.02	-0.16
	80f	sD	-2.96	+27.32	-2.25
	80e	osL	-7.84	+22.29	-1.17
	80a	dcS	-5.45	+24.75	+1.66
	72	mL	-7.91	+22.22	-0.62
	71	osL	-7.57	+22.57	-0.70
	68	osL	-7.60	+22.54	-0.36
	60	bmL	-7.81	+22.32	-0.49
	51	mL	-7.74	+22.39	+1.02
	41	bmL	-8.74	+21.36	+3.17
	40	bmL	-7.49	+22.65	+2.38
	39	dcM	-4.48	+25.75	+3.95
Zgornjepermske plasti Upper Permian beds	34	sD	-3.00	+27.28	-0.13
	32	bmD	-3.85	+26.40	+0.76
	29	mD	-0.30	+30.06	+4.60
	28c	mD	+0.20	+30.58	+3.81
	24	mD	-0.40	+29.96	+5.12
	23	dm	-0.90	+29.44	+1.44
	18	cD	-7.16	+22.99	-2.33
	16	mD	-1.55	+28.77	+2.05
	13	cD	-5.45	+24.75	-1.14
	11	mD	-3.58	+26.68	+1.99
	5	dcS	-5.53	+24.50	+0.23
	4	mD	-4.45	+25.78	+2.41

Strukturni tip: D dolomit — dolomite b bioklasti — bioclasts
 Textural type: L apnenec — limestone p peleti — pellets
 M lapor — marl o ooidi — oolites
 S peščenjak — sandstone dc dolomitni-kalcitni —
 m mikrit — micrite dolomitic-calcitic
 s sparit — sparite c satasti — cellular

npr. bmD biomikritni dolomit — biomieritic dolomite
 osL oosparitni apnenec — oosparitic limestone

Izotopska sestava kisika in ogljika. Variabilnost izotopske sestave kisika in ogljika v preiskanih vzorcih dolomita in apnenca kažejo tabela 2, ter sliki 6 in 7.

Preiskali smo tri vzorce zgornjepermskega dolomita s kontakta z grōdensko klastično formacijo. Mikrosparitni dolomit ima vrednosti δO^{18} +25,78 ‰ in +26,68 ‰, medtem ko znaša δC^{13} +2,41 ‰ in +1,99 ‰. Dolomitno vezivo drobnnozrnatega peščenjaka ima v primerjavi z mikritnim dolomitom nekoliko lažjo izotopsko sestavo obeh elementov.



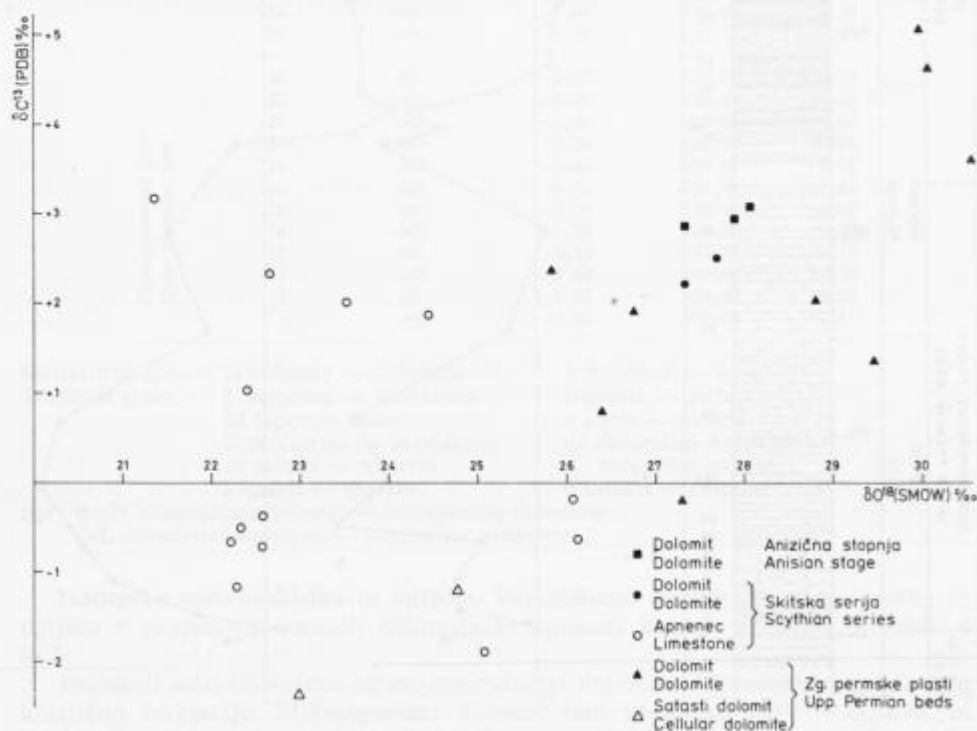
Sl. 6. Variabilnost vrednosti δO^{18} in δC^{13} v zgornjepermskih in skitskih plasteh pri Tržiču

Fig. 6. δO^{18} and δC^{13} values for samples taken from the Upper Permian and Scythian beds at Tržič

Dolomit in dolomitni lapor iz evaporitno-dolomitnih plasti sta v primerjavi z dolomitom prehodnih plasti obogatena s težkim kisikovim izotopom, medtem ko glede izotopske sestave ogljika ni bistvene spremembe. Njun δO^{18} ima vrednosti $+28,77\text{‰}$ in $+29,44\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa je $+2,05\text{‰}$ in $+1,44\text{‰}$. Obogatitev z O^{18} kaže na slano evaporitno okolje z lagunami, kjer je nastajal tudi satasti dolomit. Morska voda je bila v času nastajanja evaporitnodolomitnih plasti zaradi izhlapevanja bolj obogatena s težkim kisikovim izotopom, v primerjavi z morsko vodo v začetku transgresije, ko so nastajale prehodne plasti.

Satasti dolomit je imel prvotno nedvomno podobno izotopsko sestavo kisika in ogljika kot dolomit in dolomitni lapor evaporitnodolomitnih plasti. Pri diagenetskih procesih pa je prišlo do izluževanja sadre in do kalcitizacije satastega dolomita. Ti procesi so verjetno potekali pod vplivom vadoznih raztopin, ki so vsebovale precej manj težkega kisikovega pa tudi ogljikovega izotopa kot takratna morska voda. Posledica teh procesov je precejšnje osiromašenje satastega dolomita z O^{18} in C^{13} . V dveh vzorcih znaša δO^{18} le $+22,99\text{‰}$ in $+24,75\text{‰}$ medtem ko ima δC^{13} vrednost $-2,33\text{‰}$ in $-1,14\text{‰}$.

Dolomit vrhnjega dela zgornjepermskega zaporedja je v začetku nastajal v podobnem okolju kot kamenine evaporitnodolomitnih plasti. To dokazujejo



SL. 7. Medsebojno razmerje izotopske sestave kisika in ogljika v karbonatnih plasteh pri Tržiču

Fig. 7. δO^{18} versus δC^{13} for samples taken from the carbonate rocks at Tržič

vzorci dolomita, ki so prav tako obogateni s težkim kisikovim izotopom; vrednost δO^{18} znaša $+29,96\text{‰}$ do $+30,58\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa $+3,81\text{‰}$ do $+5,12\text{‰}$. Med nastajanjem najmlajših permskih plasti se je slanost pornih raztopin znižala do stopnje normalnega morskega okolja. Na to sklepamo po zmanjšanju vsebnosti težkega kisikovega in ogljikovega izotopa.

V spodnjem delu skitske serije, za katerega je značilen oolitni apnenec, se vrednost δO^{18} spreminja v razponu od $+21,36\text{‰}$ do $+27,32\text{‰}$, medtem ko variira vrednost δC^{13} od $-2,25\text{‰}$ do $+3,95\text{‰}$ (tabela 2). Najnižja vrednost δO^{18} je značilna za apnenec, ki je v primerjavi z dolomitom znatno obogaten z lahkim kisikovim izotopom; njegova vrednost δO^{18} znaša poprečno $+22,30\text{‰}$, δC^{13} pa ima poprečno vrednost $+0,40\text{‰}$. Ta apnenec ima nekoliko manjšo vrednost δO^{18} v primerjavi z apnencem iz zgornjega dela spodnjeskitske serije. Po izotopski sestavi vzorcev, za katere je značilna obogatitev z ogljikom organskega nastanka, sklepamo, da so kamenine zgornjega dela spodnjeskitske serije nastale v humidnem okolju. Morska voda se je občasno mešala s sladko vodo in je bila zato nekoliko osiromašena s težkim kisikovim izotopom.

V zgornjem delu skitske serije, ki je razvit bolj dolomitno, se spreminja vrednost δO^{18} od $+23\text{‰}$ do $+27,66\text{‰}$, vrednost δC^{13} pa v mejah od $-1,90\text{‰}$ do $+2,05\text{‰}$. Tudi v teh plasteh je apnenec obogaten z lahkim kisikovim izotopom v primerjavi z dolomitom.

Variabilnost vrednosti δO^{18} je v raziskanem profilu v glavnem odvisna od litološke sestave. Apnenec kaže namreč nižje vrednosti δO^{18} kot dolomit. Variabilnost izotopske sestave v litološko enakih kameninah je posledica sprememb sedimentacijskega okolja in diagenetskih procesov.

Izotopska sestava kisika in ogljika v anizičnem dolomitu se bistveno ne razlikuje od njune izotopske sestave v dolomitu iz zgornjega dela skitske serije. Trije preiskani vzorci kažejo, da je anizični dolomit nastajal v enakem okolju, kot so vladali med nastankom najmlajših skitskih dolomitnih plasti.

Sklep

Po odložitvi grödenskih klastičnih sedimentov je ozemlje Karavank zajela dokaj hitra transgresija, v začetku z nekaj epizodičnimi sunki, ki se odražajo kot dolomitne plasti v zgornjepermskih bazalnih plasteh. Nato je prevladovala sedimentacija na plitvem prostranem šelfu do zgornjeanizične stopnje. Šelf se je razprostiral na večjem delu slovenskega ozemlja in je segal na sosednja območja Dolomitov, Karnijskih Alp in Madžarske.

Zgornjepermsko dolomitnoevaporitne plasti kažejo na aridno klimo in na sedimentacijo v zelo slanem evaporitnem okolju z lagunami, kjer je nastajal satasti dolomit. Tudi vrhnji del zgornjepermskega dolomita se je odlagal na zaprtem šelfu z občasnimi litoralnimi conami. Ves zgornjepermski dolomit je zgodnjediagenetskega nastanka z evaporitnim modelom dolomitizacije, kakršen je značilen za recentna območja sabk. Aridno klimo, posebno v obdobju dolomitnoevaporitne sedimentacije, potrjujejo tudi izotopske raziskave dolomita, saj je ta precej obogaten s težkim kisikom in ogljikovim izotopom. Proti koncu zgornjepermske periode je za krajši čas prevladalo normalno morsko okolje. Dolomitizacija karbonatnega blata so povzročile porne vode, ki so postale ob kapilarnem

dvigu nasičene z Mg^{++} ioni. Piritni pigment kaže na redukcijsko cono v času zgodnje diagenese sedimenta. V primerjavi z zgornjepermjskimi karbonatnimi kameninami Posavskih gub, ki so razvite v spodnjem delu dolomitno, v zgornjem pa apneno, je zgornjepermjski dolomit v Karavankah precej bolj čist in vsebuje le malo detritične primesi.

Sedimentacija na plitvem šelfu se je nadaljevala še skozi celotno skitsko obdobje in večidel anizičnega. Vzorci apnenca kažejo pestro strukturo in imajo z izjemo oolitnih plasti zelo nizek energijski indeks. Za celotno skitsko obdobje je značilen dotok detritičnega materiala, predvsem kremenca in sljude poleg mineralov glin, v manjši meri pa tudi glincev ter femičnih mineralov. Delež detritusa je v vzorcih zelo spremenljiv; meljevec, peščenjak in lapor večkrat prekinjajo karbonatne plasti. Detritična zrna so zelo drobna, povečini velikosti mulja. Njihovega izvora, oziroma smeri transporta nismo mogli določiti. Domnevamo, da so delno eolskega porekla, posebno v spodnjem delu skitske serije, ko je občasno še prevladovalo evapornito okolje. Večji del detritičnega materiala pa je prišel s kopnega. Izotopska sestava kisika in ogljika v apnencu ter siderit kaže na humidno klimo. Ooliti, značilni za skitske plasti so pomešani z mikrogastropodi, odlagali pa so se v medplimskih deltah in v kanalih.

Tudi drugod v Karavankah je razvoj skitskih plasti podoben, kot ga opazujemo pri Trziču, v Posavskih gubah (npr. Idrija, Polhov Gradec, Bohor), na Kočevskem (S. Dozet & M. Silvester, 1979) ter na širšem alpskem in dinarskem prostoru (R. Assereto & al., 1972; C. Broglio Loriga & al., 1979; V. Mudrenović, 1980). Enoten razvoj skitskih plasti na tako obsežnem prostoru kaže na stabilno in zelo plitvo karbonatno platformo, ki se je razprostirala na razdalji nekaj sto kilometrov.

Anizični dolomit je enoličen; vsebuje prek 98 % karbonata. To kaže, da je dotok detritične primesi konec skitske serije ponehal. Njegove mikrofacialne značilnosti govore za sedimentacijo na plitvem zatišnem šelfu z vplivi litorala, ki ga nakazujejo stromatolitne lamine in pogostne izsušitvene pore.

Upper Permian and Scythian beds in the Tržič area

Summary

Upper Permian and Scythian rocks of the Tržič area (fig. 1) have been considered from the microfacial, mineralogical and geochemical point of view in order to interpret the environmental conditions under which the deposition took place.

After the Middle Permian period during which clastic Val Gardena formation was deposited in continental environments, gradual subsidence affected the extensive area of the Karavanke Alps. The subsidence was controlled by marine transgression. It was a time of climatic and geographic changes from continental to marine environments which are reflected in an intertongued lithofacies. Thin dolomite layers interlock by mutual penetration in shale and sandstone. This interlayered suite appears to be up to ten metres thick. Only thereupon did marine sedimentation become widespread. A cellular dolomite intercalated with bituminous dolomite and marl is up to 60 metres thick and is indicative of eva-

poritic conditions. It is considered to be of polymictic breccia origin. The cellular dolomite is overlain by a gray dolomite up to 250 metres thick. A foraminifer of *Hemigordiospis* sp. was determined from this member.

Evaporitic conditions and arid climate during the Late Permian period is confirmed by stable isotope composition of oxygen and carbon within the dolomite. It is enriched in both oxygen and carbon heavy isotopes. The dolomite represents an early diagenetic replacement of limestone in littoral environment by „capillary effect“, while pyrite and organic matter, disseminated in some parts of the rock, suggest somewhat reducing environment.

Upper Permian dolomite of the Karavanke Alps contains a much less detritic component compared with the carbonate rocks from the Sava Folds of the same age. The early Triassic sediments show a rather large scale development of the marine environments. Scythian beds are subdivided into two lithological units, each of them about 100 metres thick. The lower part of the Scythian series consists of dolomite, biomicritic limestone, silty shale, and marl. Characteristic are interbeds of reddish oolitic limestone and a moderately high content of detrital admixture. The red colour of the limestone refers to the presence of disseminated clay minerals and hematite. Gastropod shells of the species *Holopella gracilior* Schaubert occur in some oolitic beds. Ooids were formed in intertidal channels and deltas. Lower Scythian limestone is enriched in light oxygen and carbon isotopes, which reflect a humid climate.

In the upper Scythian lithological unit an alternation of dark gray limestone occurs having much detritus, sandy dolomite, pure dolomite, and rare shale; however, no oolitic limestone can be met with there. The stratigraphic range of the beds is indicated by the foraminifer *Glomospira sinensis* Ho. In some levels crinoid fragments are rockforming.

Anisian dolomite owes its origin to an early diagenetic replacement. The carbonate content makes up to 98 percent by weight of the rock and has almost no distant admixture compared with the Scythian rocks. Thus the break of the detrital admixture in this rocks is evident.

The microfacial features of the Tržič section show that the Upper Permian and Scythian carbonate rocks of the Karavanke Alps have been deposited in rather quiet water conditions of littoral and restricted shelf, locally of lagoonal type.

The sedimentary features, we observed in the Tržič area, are very similar to those in the Sava Folds (K. Grad & B. Ogorelec, 1980; J. Čar & al., 1980) and Kočevje area (S. Dozet & M. Silvester, 1979). A shallow continental shelf extended during the time interval between the Upper Permian and Anisian stage from our land to the adjacent Alpine regions (R. Asse- reto & al., 1972; C. Broglio Loriga & al., 1979) and Dinarides (V. Mudrenović, 1980).

Geochemical analyses for Fe, Mn and Na are given in table 1. The Fe and Mn contents of the Upper Permian basal sequence are higher compared to the light gray dolomite of the uppermost Permian sequence and Triassic dolomite. The high Fe and Mn contents refer to disseminated pyrite which resulted from the action of sulfate reducing bacteria in lagoons. The Na content of the Upper Permian dolomite is higher than that in Scythian limestone.

Literatura

- Assereto, R., Bosellini, A., Fantini Sestini, N. & Sweet, W. C. 1972, Permian-Triassic Boundary in the Southern Alps (Italy). *Bull. Can. Petrol. Geol.* 20, Calgary 176—199, Calgary.
- Bosellini, A. & Hardie, L. A. 1973, Depositional theme of a marginal marine evaporite. *Sedimentology*, v. 20, 5—28, Oxford.
- Broglia Loriga, C., Masetti, D. & Neri, C. 1979, The Werfen formation (Lower Triassic) in the Catinaccio Mt.; Riccardo Assereto & Giulio Pisa Field Symposium on Triassic Stratigraphy in Southern Alps. Bergamo-June 1979, 40—47.
- Buggisch, W. 1974, Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel), Oberperm, Karnische Alpen; Untersuchungen zur Fazies und Geochemie. *Carinthia II*. 168/84, 17—26, Klagenfurt.
- Buser, S. 1974, Neue Feststellungen in Perm der westlichen Karawanken. *Carinthia II*. 164/84, 27—37, Klagenfurt.
- Buser, S. 1980, Tolmač lista Celovec, Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod, 62 s., Beograd.
- Craig, H. 1961, Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters. *Science* 133, 1833—1834.
- Čar, J., Gregorič, V., Ogorelec, B. & Orehek, S. 1980, Sedimentološki razvoj skitskih plasti v idrijskem rudišču; Rudarsko-metalurški zbornik, 27/1, 3—20, Ljubljana.
- Dolenc, T. 1973, Biostratigrafski razvoj ozemlja med Tržičem in planino Kofce; Diplomatska naloga. Arhiv FNT Ljubljana, 136 s.
- Dozet, S. & Silvester, M. 1979, Skitske in zgornjekarnijske kamenine na Kočevskem; *Geologija*, 22/2, 327—336, Ljubljana.
- Grad, K. & Ogorelec, B. 1980, Zgornjepermske, skitske in anizične kame-nine na žirovskem ozemlju; *Geologija*, 23/2, 189—220, Ljubljana.
- Mudrenović, V. 1980, Stratigrafske i facijalne odlike donjeg trijasa planine Dimitor; Simpozijum iz regionalne geologije i paleontologije, Beograd 1980, 445—457, Beograd.
- Müller, G. 1964, Methoden der Sedimentuntersuchung; *Sediment-Petrologie*, Teil I; Schweizerbart'sche Verl., 303 s., Stuttgart.
- Ramovš, A. 1958 a, Razvoj zgornjega perma v loških in polhograjskih hribih. *Razprave SAZU IV*, 455—622, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1958 b, Tržič-Dolžanova soteska. *Geološki izleti po Sloveniji*. Mladi geolog 2, Mladinska knjiga, 46—60, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1980, Po poteh okamenega življenja v tržiškem prostoru; Društvo prijateljev mineralov in fosilov Tržič. 80 s., Tržič.
- Schellwien, E. 1898, Die Fauna der Trogkofelschichten in den Karnischen Alpen und den Karawanken; *Abh. Geol. Reichsanst.* 16, 1—22, Wien.
- Teller, F. 1903, Exkursion in das Feistritzthal bei Neumarkt in Oberkrain. *Führer geol. Exkurs. in Österreich*, 9. Int. Geol. Kongress., 27 s., Wien.