

UDK 552.54 + 550.4:551.73/76(497.12) = 863

Zgornjepermske, skitske in anizične kamenine na žirovskem ozemlju

Upper Permian, Scythian, and Anisian rocks in the Žiri area

Karel Grad in Bojan Ogorelec

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Kratka vsebina

Za interpretacijo sedimentacijskega okolja v zahodnih Posavskih gubah v časovnem intervalu od zgornjepermske do anizične stopnje so bili v okolici Žirov detajlno raziskani trije sklenjeni profili. V splošnem prevladuje zgodnjediagenetski dolomit z vložki satastega dolomita in evaporitov v spodnjem delu zgornjepermskega zaporedja. Na njem leži v omejenem obsegu belerofonski apnenec. Scitske karbonatne kamenine vsebujejo vmesne klastične plasti z lečami oolitnega apnenca. Anizični dolomit z vrsto *Meandrospira dinarica* kaže na litoralno okolje. Temni zgornjepermski dolomit in apnenec imata v primerjavi s svetlim razlikom na prehodu iz zgornjepermske v scitsko stopnjo trikrat več železa in mangana; tudi količini stroncija in natrija sta večji. Primerjava z ustreznimi profili na sosednjih ozemljih kaže, da je od zgornjepermske do anizične stopnje segala zaprta kontinentalna polica od Madžarske na vzhodu prek Slovenije v severno Italijo.

Abstract

Three continuous sections from the Žiri area in Slovenia serve to interpret the sedimentary environments during the time interval between the Upper Permian and Anisian stages. The corresponding rock sequences were investigated by biostratigraphical, sedimentological, and geochemical methods. In general, dolomite of early diagenetic origin prevails, intercalated with cellular variety and evaporites in the lower part of Upper Permian. It is overlain by Bellerophon limestone in some restricted sections. The Scythian carbonate rocks are interbedded with clastic deposits containing well developed lenticular oolitic limestone. The Anisian dolomite, characterized by *Meandrospira dinarica*, appears to have been deposited in littoral conditions. As to the distribution and abundance of chemical elements, the iron and manganese contents are three times higher in the dark Upper Permian dolomite and limestone compared to the light grey dolomite that is transitional in the lithostratigraphic position between Upper Permian and Scythian rocks. Likewise, the Sr and Na contents are higher. The correlation with some sections from the adjacent lands indicates that sea advanced over the Middle Permian Val Gardena beds of continental origin. A continental shelf extended from Hungary in the east over Central Slovenia to Northern Italy.

Uvod

Sistematično raziskovanje mezozojskih karbonatnih kamenin v Sloveniji z biostratigrafskega, mikrofacialnega, mineraloškega in geokemičnega vidika ima primerjalno vrednost pri rekonstrukciji facialnih sprememb ter paleogeografskih in tektonskih razmer na širšem območju Južnih Alp in Dinaridov. Splošna geološka slika, dobljena po tej poti, je podlaga za preučevanje geneze stratiformnih rudišč ter njihovega današnjega položaja in zgradbe. Nastanek teh rudišč je v veliki meri odvisen od litofacialnih sprememb, paleogeografskega položaja izvirnega območja in sedimentacijskega prostora ter je vezan na kamenine določene starosti.

V tem prispevku opisujemo litološki razvoj in geokemične značilnosti zgornjepermskih, skitskih in anizičnih kamenin, v glavnem karbonatnih, na žirovskem ozemlju. To območje je del zahodnih Posavskih gub z zapleteno naluskano in naravno zgradbo.

Dosedanje raziskave

V letih 1899 do 1903 je F. K o s s m a t izdelal geološko specialko Škofja Loka—Idrija v merilu 1 : 75 000. Razlago karte je objavil leta 1910. Pri Žažarju in Vrzdencu je v belerofonskem apnencu prvi našel zgornjepermske fosile, ki jih je določil C. D i e n e r (F. K o s s m a t & C. D i e n e r, 1910). Pozneje je raziskoval zgornjepermske plasti v okolici Žažarja F. H e r i t s c h (1934). Zelo nadrobno jih je biostratigrafsko in paleontološko opisal na prostoru Loških in Polhograjskih hribov A. R a m o v š (1958). Po litološkem razvoju in fosilih, med katerimi prevladujejo brahiopodi, je ločil tri litološke enote, ki jih je razdelil na 12 horizontov. Spodnja enota obsega šest horizontov in sestoji iz temno sivega apnenca s favno kavkaškega in indoarmenskega tipa. Druga enota je razdeljena na tri horizonte in sestoji prav tako iz apnenca s favno, podobno južnotirolskemu in indoarmenskemu razvoju. Najvišja enota je apnenodolomitna z redkimi fosili v spodnjem delu; deli se na tri horizonte. Ponekod prevladuje dolomitni razvoj, apnenec pa povsem manjka. To je značilno predvsem za škofjeloško-polhograjsko tektonsko enoto.

Ozemlje med Škofjo Loko in Polhovim gradcem sta kartirala za osnovno geološko karto — list Kranj v merilu 1 : 100 000 in napisala razlago karte K. G r a d in L. F e r j a n č i č (1976). V zgornjepermskih plasteh sta našla več razvojev, ki se lateralno nadomeščajo. V Polhograjskih hribih prevladuje dolomit, proti zahodu, med Žažarjem in Blegošem, pa v spodnjem delu apnenec s številnimi fosili in v njegovi krovnini dolomit. Na zahodni strani Žirovskega vrha — v dolini Račeve in prek Javorjevega dola proti Idrijci — leži spodaj plastoviti dolomit, na njem pa temno sivi apnenec z algami in foraminiferami. V profilu Javorjev dol je apnenec prekrit s poroznim in luknjičavim dolomitom. Njegova starost ni določena, zato je vprašanje meje med permskimi in skitskimi plastmi odprto. Drugod je v tem položaju plastoviti dolomit s primesjo sljude in drugega detritusa.

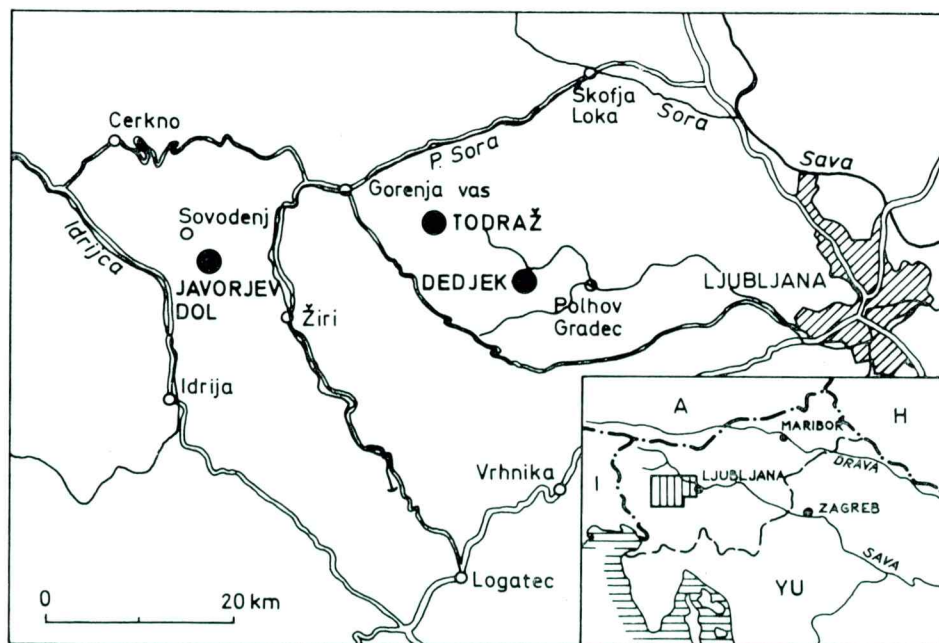
Više sledi do 200 m debela skladovnica sljudnato peščenega lapornega skrilavca z vmesnimi plastmi in lečami mikritnega ter ponekod oolitnega apnenca. Skrilavopeščene plasti vsebujejo pomembne fosilne školjke *Claraia claraia* in *Anodontophora fassaensis*, oolitni apnenec pa značilne polžke vrste *Holopella*

gracilior in ostanke školjčnih lupin. Naslednja litološka enota enake debeline 200 metrov je neizrazito plastoviti nekoliko zrnati dolomit brez določljivih fosilov. Po tanjšem vložku sivga peščenega lapornega skrilavca sledi nato modro sivi gomoljasti apnenec, debel do 100 metrov. V njem so našli poleg redkih amonitov *Tirolites idrianus*, *T. carniolicus*, *T. cassianus* bolj pogostno vrsto polža *Natiria costata*. V vzorcih z območja Ledin in Razpotja pri Idriji pa je S. Pantičeva določila konodont *Ellisonia triassica* in foraminifere *Meandrospira pusila* ter *Ammodiscus incertus*.

V anizični stopnji prevladuje dolomit, v spodnjem delu plastovit in ponekod pasovit, više pa neplastovit (K. Grad & L. Ferjančič, 1976). V ilirsko podstopnjo šteje A. Ramovš (1967) pisani laporni apnenec z rožencem v okoli Polhovega gradca; v njem je določil foraminifero *Meandrospira dinarica*.

Regionalna geološka slika

Geološka zgradba. V času alpske orogeneze se je oblikovala na škofjeloško-idrijskem ozemlju (sl. 1) zapletena narivna in luskasta zgradba. Najnižja tektonska enota so blegoško-vrhnjski nizi, ki predstavljajo tektonsko polokno pod škofjeloško-trnovskim pokrovom. Blegoško-vrhnjski nizi sestoje v glavnem iz nagubanih in delno naluskanih triadnih plasti. Zgornjepermske, gródenske in karbonske plasti tvorijo jedra antiklinal in se pokažejo na površju ob reverznih prelomih v jugovzhodnem delu med Črnim vrhom in Betajnovu ter Horjulom.



Sl. 1. Položajna skica raziskanih profilov na Žirovskem

Fig. 1. Location sketch map of the sections examined in the Žiri area

Škofjeloško-trnovski pokrov je največja tektonska enota na prostoru zahodno od Ljubljane. Obsega idrijsko-žirovsko ozemlje s Trnovskim gozdom in škofjeloško-polhograjsko ozemlje. Nadrobno je o tej enoti pisal I. Mlakar (1969) in jo imenoval žirovsko-trnovski pokrov. Zatem sta K. Grad in L. Ferjančič (1976) predlagala ustrežnejše ime škofjeloško-trnovski pokrov glede na njegovo razprostranjenost. Sestoji iz mlajšepaleozojskih in triadnih plasti. Na območju Trnovskega gozda so udeleženi v zgradbi pokrova še jurski, kredni in eocenski skladi. Ob zahodnem stiku pokrova blegoško-vrhniških nizov s škofjeloško-trnovskim pokrovom leže na zgornjetriadnem dolomitu, oziroma na karnijskih plasteh, karbonatne in grödenske plasti Žirovskega vrha. Narivna ploskev vpada proti jugozahodu.

V sklenjenem zgornjepermskem pasu med Žazarjem in Št. Joštom, dolgem 4,5 km, vpadajo plasti proti severovzhodu in leže inverzno na spodnetriadnih plasteh. S severovzhodne strani so ob reverznem prelomu v tektonskem stiku s spodnetriadnimi in anizičnimi plastmi.

Najdaljši (15 km) sklenjeni pas zgornjepermskih plasti se razteza med Smrečjem in Laniščem pri Sovodnju na zahodni strani Žirovskega vrha. V okolici Žirov in v dolini Račeve jih delno prekrivajo aluvialne naplavine.

Med Smrečjem in Žirmi vpadajo zgornjepermske plasti proti jugozahodu pod kotom 20° do 40°. Dalje proti zahodu so vedno bolj strme in na Mrzlem vrhu in v Javorjevem dolu so že navpične, preidejo nato v inverzni položaj in vpadajo proti severovzhodu.

Sedimentološki profili na žirovskem ozemlju

Zgornjepermske plasti sestojijo iz temno sivega apnenca in sivega dolomita. Njun razvoj, debelina in zaporedje se spreminjajo, kar kaže na spremembe paleogeografskih razmer in sedimentacijskega okolja. To sta prvi morski sedimentni kamenini, nastali v obnovljeni Tetidini geosinklinali po preinitvi morske sedimentacije v srednjepermski periodi. Srednjepermske grödenske plasti rdečkastega peščenjaka, redkeje meljevca in konglomerata, so omejene na Posavske gube in Južne Karavanke, medtem ko v južni Sloveniji ustrezne kamnine manjkajo. Na Žirovskem vrhu so debele več sto metrov. V njihovi krovlini pa leže spodnetriadne plasti, debele okoli 600 m.

Zgornjepermske plasti so litološko pestro razvite zlasti v zahodnem delu Posavskih gub med Ljubljano, Idrijo, Kranjem in Cerknim. V okolici Žirov smo izbrali za sedimentološke in geokemične raziskave dobro razkrit profil Javorjev dol ob poti iz Sovodnja na Mrzli vrh, dolg 220 m.

Profil Javorjev dol (sl. 1 in 2) je del sklenjenega zgornjepermskega pasu, ki se razteza po dolini Račeve prek Žirov proti Spodnji Idriji.

Plasti ležijo ponekod obrnjeno in vpadajo pod kotom okrog 30° proti severu.

Zgornjepermski dolomit je v spodnjem delu profila debel okrog 50 metrov. Na njem leži temen ploščasti apnenec z bogato favno, debel 90 metrov, apnencu pa sledi še 70 metrov tankoplastovitega dolomita, ki tvori prehod med zgornjepermskim apnencem in skitskimi peščenoskrilavimi plastmi. Kontakt med zgornjepermskim dolomitom in grödenskimi plastmi je pokrit.

Dolomit je tankoplastovit, temno siv, značilne zanj so lezike glinastega skrilavca in manjše leče satastega dolomita. Povečini so plasti debele 5 do 20 cm,

redke dosežejo 120 cm. Povprečno vsebuje dolomit 80 do 90 % karbonatov, največ pa 95 %. Njegova temna barva je posledica organske primesi in piritnega pigmenta. V golicah je povečini rjavkast zaradi limonitiziranega pirit in kaže peščen videz. Med nekarbonatnimi minerali prevladujejo minerali glin, kremen in muskovit, v sledovih pa so prisotni še glinenci. Kremen je dveh vrst. Večji del njegovih zrn je detritičen (tabla 1, sl. 1). Ta zrna so ostroroba, imajo nepravilne konture in merijo okrog 50 μm . Avtigenega izvora so redka idiomorfna zrna ter mikrokristalni kremen v medprostorih in žilah. Od mineralov glin smo našli le illit. Redki vzorci kažejo neizrazito laminacijo, ki je pogojena z večjo ali manjšo primesjo detritične primesi. Vsi lističi sljude so z daljšo osjo orientirani vzporedno s plastovitostjo.

Dolomit je večidel rekristaliziran mikrodolosparit s hipidiotopično strukturo; njegova zrna merijo do 30 μm . Prvotna struktura kamenine je ohranjena slabo in poredko. Posamezni vzorci vsebujejo pelete, fragmente skeletnih in neskeletnih alg ter izsušitvene pore. Določljivih fosilov v vzorcih nismo našli. Dolomit je homogen in brez opazne poroznosti.

Dokaj pogostne so v zgornjem delu permskega dolomita nepravilne, nekaj metrov velike leče satastega dolomita. Makroskopsko se te leče ločijo od pri-kamenine po svetlejši rumenkasto sivi barvi, po prhkem, peščenem videzu in po tankih kalcitnih žilicah, ki izstopajo iz površja. Delež kalcita v vzorcih satastega dolomita znaša 20 do 80 %. Kalcitne žile se med seboj prepletajo in pogosto opazujemo pravo mrežasto strukturo satovja. Kalcitna zrna merijo večinoma nekaj sto μm . Ponekod so med kalcitom pomešana posamezna polja avtigenega kremenja z vlaknato strukturo. Po teksturi je satasti dolomit monokriten z mikrodolosparitnimi polji. Nastal naj bi bil s kalcitno cementacijo zdrobljenega dolomita, kar je posledica izluževanja evaporitnih mineralov, ki so bili prvotno prisotni v dolomitu.

Rentgenske slike 17 vzorcev kažejo, da je stopnja kristalizacije zgornjepermskega dolomita srednja. Razmerja jakosti (višin) dolomitnih reflektov pri kotih $2\theta = 35,3^\circ/37,3^\circ$ za katodo Cuk (metoda F ü c h t b a u e r & G o l d s m i t h, 1956) so v mejah med 0,62 in 0,82. Za primerjavo omenjamo, da ima dobro kristalizirani dolomit koeficient stopnje kristalizacije okrog 1,0.

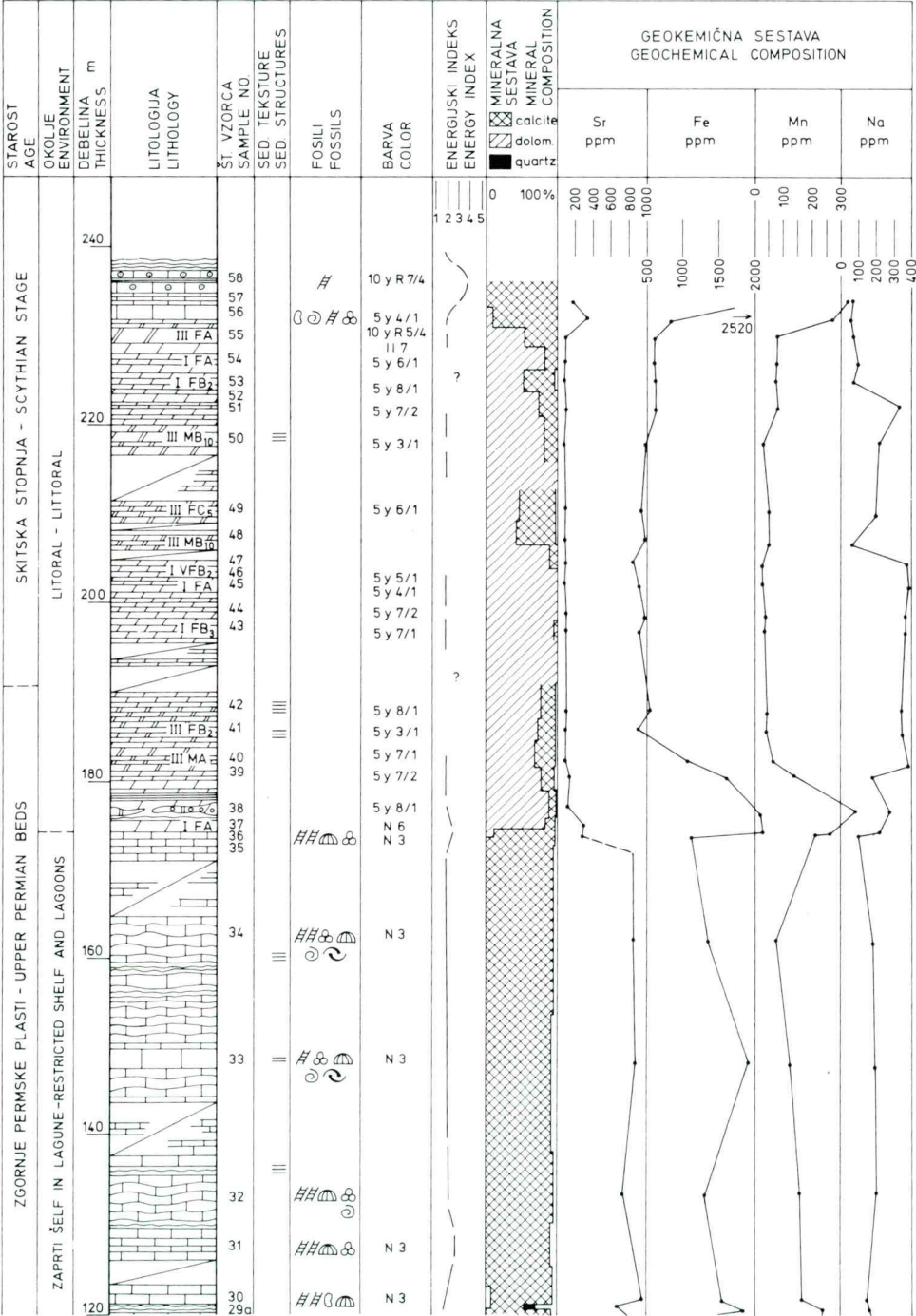
Više prehaja zgornjepermski dolomit v temno sivi in črni tankoplastoviti apnenec, ki vsebuje naslednje fosile (L. Š r i b a r, neobjavljeno poročilo):

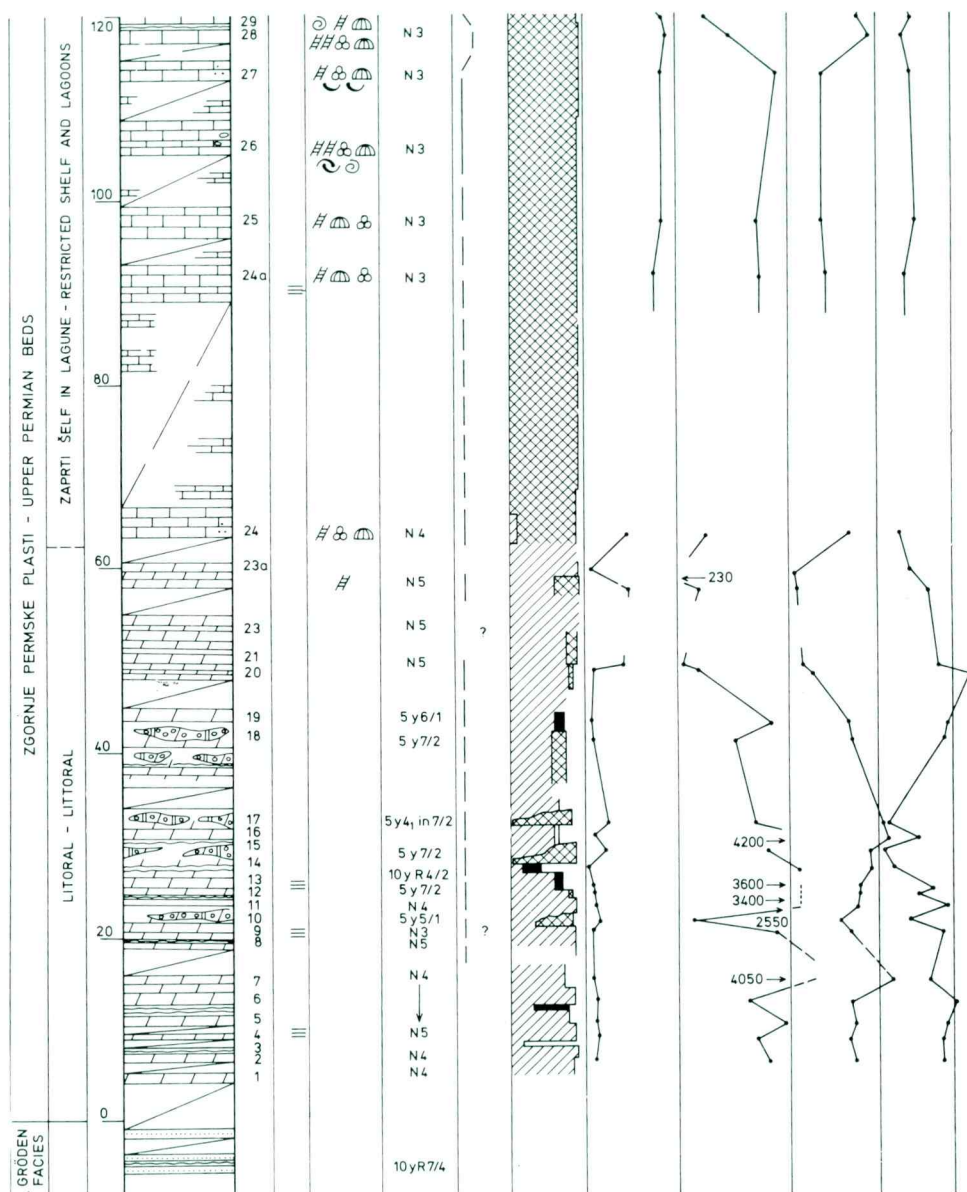
Alge: *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz) (tabla 1, sl. 2), *Vermiporella nipponica* Endo (tabla 1, sl. 3), *Permocalculus* sp., *Permocalculus fragilis* (Pia) in *Mizzia* sp.

Foraminifere: *Hemigordiopsis renzi* Reichel, *Agathammina* sp., *Nodosaria* sp., *Geinitzina* sp., *Globivalvulina* sp., *Fronicularia* sp. in *Ammodiscus* sp.

Razen alg in foraminifer so v preiskanih vzorcih zelo številne ploščice ehi-nodermov (povečini krinoidi), redkejši pa so fragmenti moluskov in ostrakodi. Ponekod se dobe preseki polžev iz rodu *Bellerophon*.

Apnenec je srednjeplastovit. Posamezne plasti merijo 10 do 30 cm, redke so debele do 0,5 metra. Kontakti med plastmi so večidel ravni, ponekod pa rahlo valoviti. Med apnencem nastopajo redke lezike ali tanke pole črnega glinastega skrilavca.





Sl. 2. Zgornjepermsko zaporedje plasti v Javorjevem dolu na Žirovskem. Legenda pri sl. 4

Fig. 2. Upper Permian succession of beds at Javorjev Dol in the Žiri area. See fig. 4 for explanation

Po strukturi je apnenec rahlo rekristalizirani biomikrit in biosparit. V večjem delu plasti so alge tako pogostne, da so kamenotvorne. Vrsti *Gymnocodium bellerophontis* in *Vermiporella nipponica* se med seboj izključujeta; le zelo poredkoma nastopata skupaj. Mestoma obraščajo alge tudi redke odlomke moluskov. Od drugih alokemov so prisotni še peleti in intraklasti.

Delež karbonata v preiskanih vzorcih apnenca znaša okrog 95 %. V netopnem ostanku prevladujejo illit, priritizirana organska snov, ki daje kamenini temno barvo, in avtigeni kremen. Idiomorfna zrna avtigenega kremena merijo do 200 μm . Več vzorcev je dolomitiziranih. Dolomitni romboedri so veliki okrog 60 μm in so nastali v pozni diagenezi. Njihov delež cenimo do 5 %.

Na apnencu leži še okrog 70 metrov svetlo olivno in rumeno sivega dolomita. Prehod apnenca v dolomit je oster in razkrit. Ker v tem dolomitu ni fosilov, značilnih za skitsko stopnjo, dopuščamo možnost, da je del dolomita zgornjepermske starosti. Skitski fosili nastopijo šele v peščenem skrilavcu in apnencu nad dolomitom.

Debelina plasti zgornje dolomitne enote je različna. V večjem delu je dolomit tankoplastovit in zelo tankoplastovit ali celo laminiran, posamezne plasti v njegovem vrhnjem delu pa dosežejo debelino enega metra. Na kontaktu apnenca z dolomitom so nepravilne leče satastega dolomita.

Dolomit je večidel zrnat in kaže saharoidno strukturo. Nekoliko motna zrna merijo 40 do 400 μm (poprečno 80 μm) in imajo delno razvite kristalne ploskve. Poroznost dolomita je medzrnska, delež por pa je različen. Nekateri vzorci so brez opazne poroznosti, največ jo cenimo na 10 %. Prvotna struktura kamenine ni ohranjena v nobenem vzorcu.

Dolomit je večidel kalcitiziran (dedolomitiziran), le dva od preiskanih vzorcev sta čista. Delež kalcita znaša največ 50 %, večina ovrcev pa ga vsebuje okrog 20 %. Delno gre za pravo dedolomitizacijo dolomitnih zrn in njihovo nadomeščanje s kalcitom, del kalcita pa je žilne vrste — zapolnjuje tanke žilice in nepravilna gnezda. Poleg kalcita je skoraj v vseh vzorcih prisoten še avtigeni kremen v porah in žilah (tabla 2, sl. 1).

Skupni delež karbonata v zgornji dolomitni enoti se giblje med 94 in 98 %. Med nekarbonatnimi minerali nastopajo kremen, muskovit in illit. Dolomit kaže visoko stopnjo kristalizacije (popolno zgradbo dolomitne mreže). Dobljene vrednosti koeficienta stopnje kristalizacije za 12 preiskanih vzorcev so v mejah med 0,76 in 1,04.

Na vrhu zaporedja plasti v Javorjevem dolu je rjavkasto rumeni peščeni skrilavec s polami biosparitnega in oosparitnega apnenca. Skitska starost teh plasti je določena s fosili.

Primerjalni zgornjepermski profili. Pri Ledinici severozahodno od Žirov je F. Kossmat (F. Kossmat & C. Diener, 1910) opisal podoben litološki razvoj zgornjega perma, kot smo ga sedaj našli v Javorjem dolu; oba profila sta del istega sklenjenega pasu. Na grödenskem peščenjaku si sledo peščeni dolomit, apnenec s fosili in zopet dolomit, ki je ponekod luknjičav. Verjetno je bil tak razvoj zgornjepermskih plasti precej razširjen v smeri Otalež—Masore—Šebrelje. Vendar je tod narivna zgradba zapletena. V raziskovalni vrtini V-2/70 v Masorah na levi strani Idrijce se do globine 124,80 m menjavajo glinasti skrilavec, dolomit, apnenec in luknjičavi dolomit. Niže se do globine 194,50 m temno sivi apnenec menjava s polami črnega in sivo zele-

nega skrilavca. Na globini 187 m je določila L. Šribarjeva (1970, neobjavljeno poročilo) v temno sivem apnencu preseke foraminifere *Agathammina* sp. in fragmente alge *Permocalculus* sp. V intervalu 194,50 do 253,00 m prevladuje temno sivi apneni dolomit, vmes pa se ritmično menjavata svetlo sivi dolomit in temnejši glinovec. Značilnost celotnega odseka so tanke žilice kalcita, žilice in gomoljasti skupki sadre ter redke prevleke z žveplom. Na globini 256,40 m je L. Šribarjeva (1970, neobjavljeno poročilo) našla več presekov *Gymnocodium bellerophontis* in krinoide (F. Drovenik & K. Grad, neobjavljeno poročilo).

Litološki razvoj zgornjepermskih plasti v vrtini v Masorah je precej podoben profilu Javorjevega dola. Vendar jedra iz te vrtine niso bila nadrobno sedimentološko in geokemično raziskana in zato neposredna primerjava ni mogoča.

V zgornjepermski periodi je preplavljalo plitvo morje večji del današnjih Posavskih gub in zahodni del Južnih Karavank. V splošnem prevladuje dolomit. Apnenec je omejen na sorazmerno majhno škofjeloško-idrijsko območje, kjer so znana bogata fosilna najdišča, predvsem brahiopodov. V zahodnem delu Južnih Karavank sestoji spodnji del zgornjepermskega zaporedja iz luknjičavega in satastega dolomita, ponekod s tankimi vložki apnenca, zgornji del pa iz plastovitega in skladovitega dolomita. V potoku Košutnik, severno od Medvodij, ustreza spodnjemu delu 80 m dolomitne breče in satastega dolomita z vložkom temno sivega mikritnega apnenca in dolomita, ki vsebujeta naslednje fosilne vrste: *Velebitella triplicata* Kochansky-Devidé, *Mizzia velebitana* Schubert in *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz). Zgornji del skladovnice predstavlja temno sivi mikritni plastoviti dolomit, debel 200 m. Na njem leži spodnjetriadni kalkarenitni in oolitni apnenec, ki se menjava z laporjem (S. Buser, 1974). V Savskih jamah nad Jesenicami pa je S. Buser (1974) našel v dolomitu naslednje mikrofosile: *Glomospira* sp., *Hemmigordius* sp., *Agathammina* sp., *Anthractyliopsis lastensis* Accordi, *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz) in *Aeolisaccus dinningtoni* Elliot.

Podoben razvoj zgornjepermskih kamenin, kot je karavanški, je opisal W. Buggisch (1974) v profilu Reppwand v Karnijskih Alpah. Celotno skladovnico, debelo 250 m, je po mikrofacialnih in geokemičnih raziskavah razdelil na šest enot. Na grödenskih plasteh sledi najprej satasti dolomit, debel 3,50 m, nato pa tankoplastoviti bituminozni in laporni dolomit s foraminiferami, polži in ostrakodi (15 m). Satasti dolomit kaže na evaporitsko okolje, bituminozni dolomit pa na zvezo s plitvim odprtim morjem. Nad bituminoznim dolomitom se ponovi satasti in luknjičavi dolomit (15 m), na njem pa leži ploščati in plastoviti dolomit z intraklasti, ooidi, foraminiferami in algami (31 m). Ta dolomit kaže na zvezo z odprtim plitvim morjem. Više sledi debeloplastoviti in masivni mikritni dolomit z ostrakodi in radiolarijami (100 m), ki je nastal v mirni vodi. Najvišji horizont zgornjepermskih kamenin sestoji iz sparitnega plastovitega dolomita (75 m). Zanj so poleg ostankov lupin značilni slabo ohranjeni konodonti. Po fosilih, sorazmerno visoki količini netopnega ostanka (9,2 %) in plastovitosti je sklepal W. Buggisch (1974) na razgibano vodo in na zvezo z odprtim morjem.

O zgornjepermski belerofonski formaciji v italijanskem delu Južnih Alp sta dala precej podatkov A. Bosellini in L. A. Hardie (1973). Proti

zahodu sega ta formacija v Dolomite in dalje približno do judikarijskega preloma zahodno od Trenta in Bozna. Proti jugu je ozemlje pokrito z mlajšimi plastmi in zato južna meja zgornjepermskega bazena ni določena. Debelina plasti raste od zahoda proti vzhodu; na območju Cortine v Dolomitih znaša okoli 500 m, proti vzhodu pa celo 600 m. A. Bosellini in L. A. Hardie (1973) sta razdelila belerofonsko formacijo na spodnji — dolomitno-sadreni »fiamazza« facies in zgornji — mikritno-skeletni apnenčev »badiota« facies. Spodnji predstavlja na obrobju sedimentacijskega prostora celotno zgornjepermsko formacijo. Sestoji iz plastovitega dolomikrita, ki se menjava podrejeno z luknjičavim dolomitom in brečastim dolomitom. Proti vzhodu — v centralnih in vzhodnih Dolomitih in Karniji je karbonatno-evaporitni facies omejen na spodnji del belerofonske formacije; tu se ciklično menjavajo sadra, dolomit in skrilavec. V zgornjem delu belerofonske formacije se na tem območju, ki predstavlja centralni del sedimentacijskega prostora, peletni mikritni apnenec menjava z bituminoznim apnenim skrilavcem. Apnenec vsebuje alge in bentonske foraminifere, redkejši so školjke, brahiopodi in polži. Proti obrobju bazena se ta facies menjava z dolomitom. R. Assereto in sodel. (1973) so v članku o permsko-triadni meji v Južnih Alpah preučevali razširjenost različnih fosilnih skupin v belerofonskem apnencu in prišli do sklepa, da so fosilne skupine močno odvisne od sedimentacijskega okolja. Najprej se pojavijo manj zahtevni organizmi glede življenjskega okolja, kot so alge, ostrakodi in foraminifere. Slede evrihaline vrste plitvovodne favne, kot so *Bakevella*, *Shizodus*, *Liebea* in morda konodont *Ellisonia*, ki prenesejo širok razpon slanosti. Končno pridejo glede slanosti zahtevne stenohaline morske oblike npr. brahiopodi in ammonoidi.

Ugodno okolje za razvoj brahiopodov je nastopilo na ozemlju Madžarske in Jugoslavije prej kot v italijanskih Južnih Alpah. To obenem dokazuje, da je prišla v zgornjepermski periodi splošna transgresija od vzhoda in napredovala na območje zahodne Tetide.

Tudi v Sloveniji moremo v glavnem razlikovati dva faciesa zgornjepermških plasti — dolomitnega in apnenčevega. Dolomitni facies je daleč najbolj razširjen v Karavankah in v večjem delu Posavskih gub. Prične se z zrnatim satastim in ponekod brečastim dolomitom, ki prehaja višje v plastoviti dolomit. Pogoji za življenje so bili na splošno slabi; zaradi močnega izparevanja vode se je zelo povečala slanost. Zato so evrihaline vrste, kakor so dasikladaceje, ostrakodi in bentonske foraminifere, le redke. V zahodnem delu Posavskih gub, tj. na škofjeloško-idrijskem ozemlju, pa kažejo stenohaline školjke, ramenonožci in korale v apnencu, da je bilo tod morje že v spodnjem delu zgornjepermske periode dokaj normalno slano. Le proti koncu zgornjega perma so se tudi na tem območju življenjski pogoji poslabšali. Na to kaže tudi dolomit, nastal v zgodnji diagenezi. Mikrofacialno in geokemično raziskani profil Javorjev dol moremo imeti za značilen razvoj zgornjepermških plasti v centralnem delu sedimentacijskega prostora.

V Julijskih Alpah apnenčev razvoj ni znan na površju. Verjetno je pokrit. Zato razvoja belerofonske formacije na območju Žirov ni mogoče primerjati zvezno z »badiota« faciesom italijanskih Južnih Alp.

Skitske plasti. V Sloveniji imajo skitske kamenine večji obseg kot zgornjepermske. Razširjene so v Karavankah, v Posavskih gubah in na Dolenjskem.

V Južnih Karavankah prevladuje lapor in laporni apnenec, v Posavskih gubah pa vsebuje spodnji del skitskih plasti veliko terigene primesi. Značilen je tudi dolomit, ki v znatni meri nadomešča apnenec in laporni apnenec Južnih Karavank.

Za mikrofacialne in geokemične raziskave skitskih plasti smo izbrali profil Dedjek zahodno od Polhovega gradca pri Ljubljani. Tudi ta profil se nahaja, podobno kot zgornjepermski, v zahodnih Posavskih gubah. Podlaga skitskih plasti je na območju Dedjeka zgornjepermski dolomit.

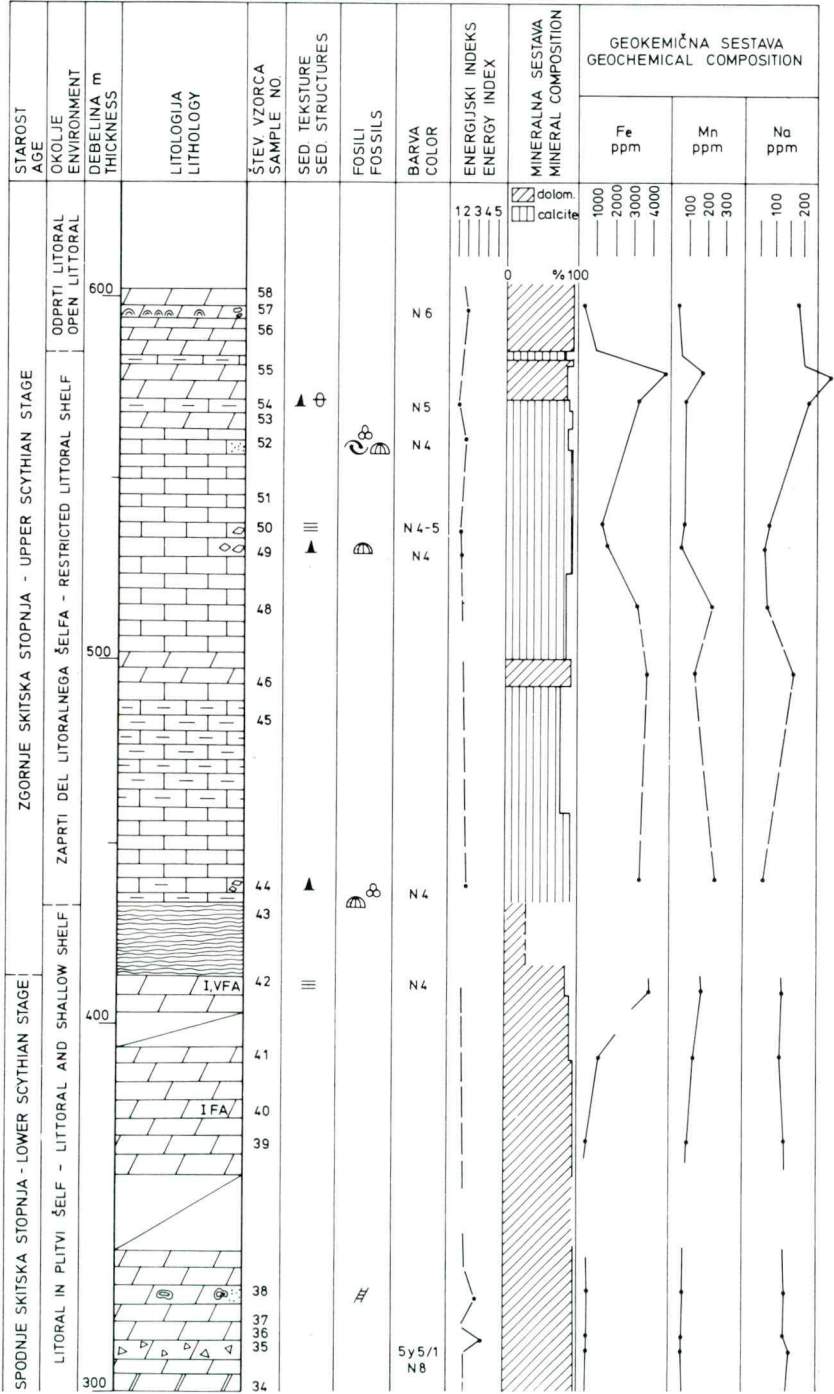
Profil Dedjek (sl. 1 in 3). Profil skitskih plasti ob lokalni poti v Škandrovem grabnu zahodno od Polhovega gradca in južno od hriba Dedjek je dolg 600 m. Plasti ležijo normalno in vpadajo pod kotom okrog 30° proti jugozahodu. Regionalno je ta profil del sklenjenega pasu skitskih plasti, ki se vleče iz Poljanske doline prek Črnega vrha proti Butajnovi. Strukturno pripada ta pas blegoško-vrhniškemu nizom, na katere je narinjen škofjeloško-trnovski pokrov (K. Grad & L. Ferjančič, 1976).

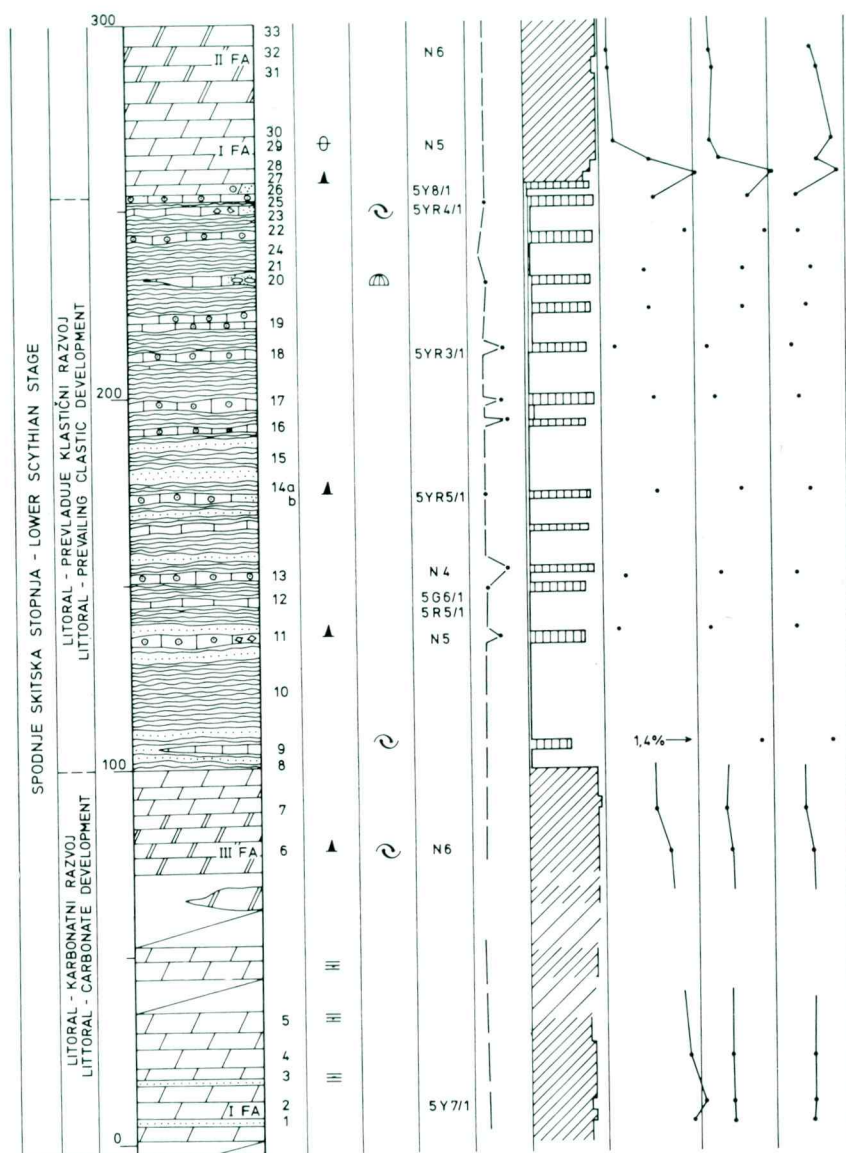
Makroskopsko ločimo v profilu štiri značilne člene. Spodnji člen je debel 100 metrov in sestoji iz svetlega plastovitega dolomita s peščenim videzom; vsebuje različne količine detritičnih zrn kremenca in muskovita. Starost dolomita s fosili ni določena; verjetno je del te dolomitne enote zgornjepermski, podobno kakor dolomit v Javorjevem dolu. Kontakt s permskim apnencem je v profilu Dedjek tektonski in pokrit. Dolomitu sledi 160 metrov peščenega skrilavca s tanjšimi polami in lečami oolitnega apnenca. V zgornjem delu skitskega zaporedja si slede: 180 metrov svetlo sivega zrnatega dolomita z nejasno plastovitostjo, 25 metrov laporastega skrilavca in na vrhu okrog 140 m temno sivega laporastega apnenca, ki je ponekod delno ali popolnoma nadomeščen z dolomitom. Meja med skitskim laporastim apnencem in anizičnim dolomitom je litološka in lepo odkrita.

V spodnjem delu profila je dolomit svetlo olivno siv in srednje siv. Njegove plasti so debele do 20 cm in navadno laminirane. Laminacija je pogojena z večjo in manjšo primesjo detritusa. Rentgenske preiskave kažejo, da med detritičnimi minerali prevladuje kremen, sledita mu muskovit in illit, v sledovih pa so prisotni še glinenci. Delež detritične komponente je spremenljiv; v preiskanih vzorcih znaša 6 do 23 %, vendar doseže v posameznih laminah tudi 40 % (tabla 2, sl. 2). Dolomit je na površju videti nekoliko peščen, značilen je zanj tudi sijaj zaradi primesi sljude. Struktura dolomita je ksenotopična, posamezna zrna merijo 20 do 50 μm . Detritična zrna kremenca so ostroroba do slabo zaobljena, kažejo enotno potemnitev in merijo do 60 μm . Prvotna struktura kamenine ni več ohranjena, makroskopsko pa so vidni dokaj pogostni drobni vzporedni stilolitni šivi.

Nad spodnjo dolomitno enoto leži 160 metrov debela serija zelenkasto sivega, v vrhnjem delu tudi rdečkastega peščenomeljastega skrilavca z vmesnimi plastmi oolitnega in mikritnega apnenca. Tako menjavanje skrilavih in apnenih plasti je za skitsko zaporedje značilno na širšem prostoru Posavskih gub.

V mineralni sestavi meljastega skrilavca močno prevladuje kremen. Sledijo mu minerali glin (illit in klorit) ter muskovit. Glinenci so zastopani z nekaj odstotki, rdečkasta barva skrilavca je pogojena s sledovi hematita. Količina kalcita, kot edinega karbonatnega minerala, je precej različna, in sicer od 1,2 do 11,5 %. Med vmesnimi karbonatnimi plastmi v skrilavcu prevladuje oolitni





Sl. 3. Skitsko zaporedje plasti pri Dedjeku na Žirovskem. Legenda pri sl. 4

Fig. 3. Scythian succession of beds at Dedjek in the Žirovsko area See fig 4 for explanation

apnenec, debeloplastovit in temno siv ali rjavkasto rdeč. Apnenec je večidel že rekristaliziran, tako da prepoznamo njegovo strukturo le še po konturah oolitnih ovojev, ki so temnejši zaradi primesi mineralov glin in hematita. Ooidi se med seboj dotikajo in merijo do 0,5 mm. Zaradi tektonskih deformacij v času zgodnje diageneze so številni ooidi eliptični in z daljšo osjo orientirani vzporedno s plastovitostjo (tabla 2, sl. 3 in tabla 3, sl. 1). Delež karbonata v oolitnem apnencu se giblje od 92 do 96 %.

Nekateri vzorci oolitnega apnenca so rahlo dolomitizirani. Dolomitni romboedri so veliki do 200 μm in so zaradi primesi železa rjavkasti. Nastali so v času pozne diageneze; njihov delež cenimo na 2 %. Razen oolitnega apnenca so med skrilavcem še redke pole in leče sivega in rjavkasto rdečega rekristaliziranega biosparitnega in biopelsparitnega apnenca. Med bioklasti so zastopani odlomki skeletov ehinodermov in tankih školjčnih lupin.

Zgornji del profila se pričinja zopet s plastmi svetlo do srednje sivega dolomita, debelimi 20 do 50 cm. Skupna debelina zgornje dolomitne enote znaša okrog 180 metrov.

V primerjavi s spodnjo dolomitno enoto je zgornja mnogo bolj čista in vsebuje 96 do 99,2 % karbonata. Le vzorci iz vrhnjega dela dolomita vsebujejo do 12 % detritične primesi (kremen, glinenci, illit, muskovit, v sledovih še kaolinit). V tem delu je dolomit bolj tankoplastovit s slabo izraženo laminacijo. Večidel je dolomit drobnozrnat, kaže saharoidni videz in hipidiotopično strukturo. Prvotna struktura je skoraj popolnoma zabrisana, le v dveh plasteh je vidna tekstura drobne breče, oziroma onkoidov in skeletov polžev. Stopnja kristalizacije dolomita je srednja do dobra, koeficient K, razmerje višin konic na difraktogramih pri kotih 35,3° in 37,3°, znaša od 0,60 do 0,96 za sedem vzorcev. Skitska stopnja se konča s plastmi srednje do temno sivega laporastega apnenca, debelega 140 m; ponekod ga nadomeščajo pole in leče dolomita. Starost tega apnenca je določena s foraminifero *Meandrospira pusilla* (Ho); sicer pa so na idrijsko-škofjeloškem območju iz tega horizonta določeni tudi kondoniti (K. Grad & L. Ferjančič, 1976).

Mikroskopske preiskave kažejo, da je apnenec nekoliko rekristaliziran mikrosparit, mestoma bio- ali pel-mikrosparit. Od fosilov so poleg foraminifer prisotni še odlomki ehinodermov, nekateri med njimi kažejo sintaksialni sparitni rob. Delež alokemov je v vseh vzorcih nižji od 10 %. Mikrosparitna zrna predstavljajo rekristalizirani prvotni mikrit. Vsi vzorci kažejo vzoredne stilolitne šive, zaradi katerih je apnenec ponekod laminiran. V njih so koncentrirani organska snov in minerali glin. Delež netopnega ostanka v apnencu znaša največ 17 %, povečini pa 5 do 10 %. Med nekarbonatnimi minerali nastopajo kremen, illit in v sledovih kaolinit. Peleti so v vzorcih redki, koncentrični in merijo 100 do 200 μm .

Dolomitizacija apnenca je poznodiagenetska. Dolomitni romboedri merijo več deset μm in največ 200 μm (tabla 3, sl. 2). Mestoma se družijo v nepravilna polja, velika nekaj milimetrov. Razen v plasteh, ki so popolnoma dolomitizirane, znaša delež dolomita v apnencu največ 10 %.

Apnenčeve pole so debele 5 do 30 cm. Ponekod vsebujejo vložke laporastega skrilavca, debele nekaj centimetrov in decimetrov. Na kontaktu dolomita in apnenca znaša debelina tega skrilavca 25 metrov. Rentgenska preiskava vzorcev kaže, da med minerali prevladuje kalcit, slede mu kremen, illit in klorit kot

minerala glin, v sledovih pa še glinenci. V primerjavi s spodnjeskitskim skrilavcem vsebuje skrilavec zgornje enote več karbonata, tudi do 30 %.

Anizične plasti. Na območju Slovenije se je nadaljevala karbonatna sedimentacija v plitvem šelfnem morju iz skitske v anizično stopnjo. Prevladuje dolomit, iz mlajšega dela anizične stopnje pa so se ponekod ohranili tudi sedimenti nekoliko globljega morja. Za mikrofacialno in geokemično raziskavo smo izbrali anizične plasti v profilu Todraž na območju blegoško-vrhnjskih nizov okoli štiri kilometre jugovzhodno od Gorenje vasi in šest kilometrov severozahodno od profila skitskih plasti pri Dedjeku.

Profil Todraž pri Gorenji vasi (sl. 1 in 4). Dolomit anizične stopnje je bil raziskan na grebenu med potoško in hotaveljsko grapo v profilu, dolgem 200 m. Njegova talnina in krovna nista odkriti. Dolomit je debeloplastovit, leži subhorizontalno, geopetalna tekstura pa kaže na normalno lego plasti.

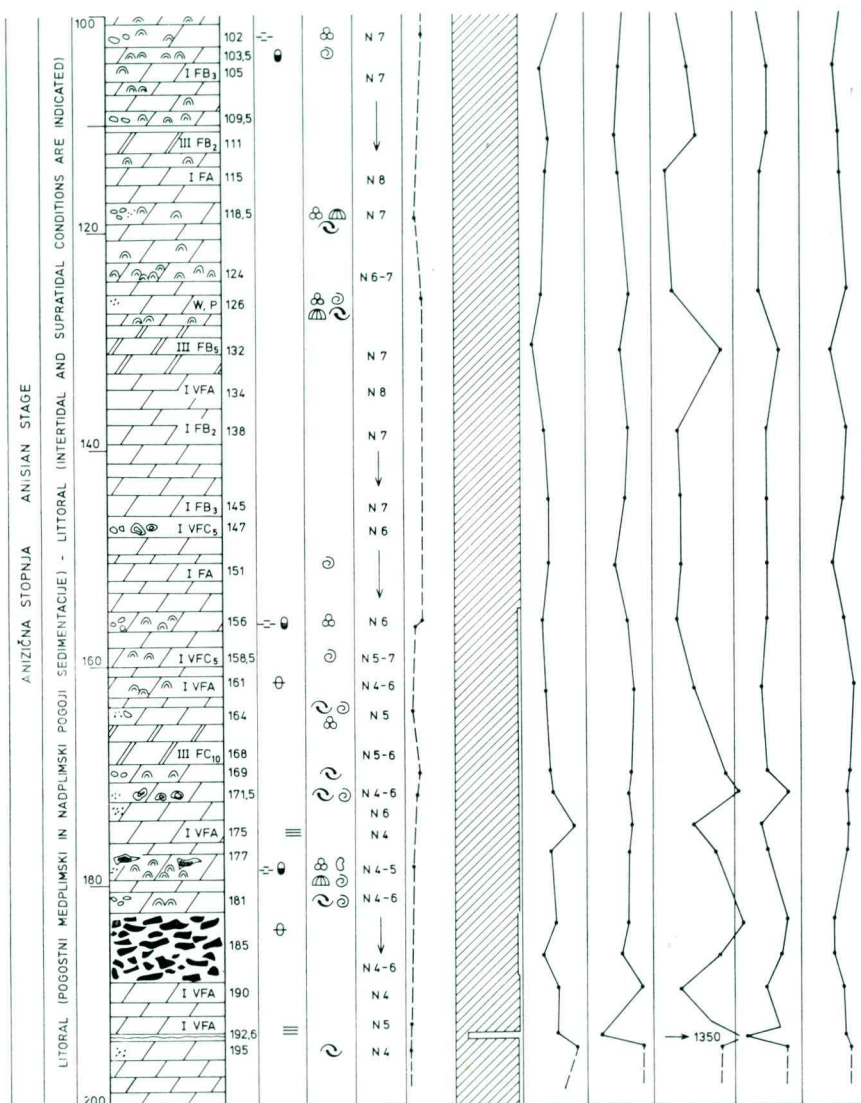
Makroskopsko je vidna razlika v barvi med spodnjim in zgornjim delom profila. V spodnjih 40 metrih je dolomit temen in bolj drobnozrnat, v zgornjem delu pa svetel in bolj debeloizrnat.

Rentgenske, geokemične in mikroskopske raziskave kažejo enotno sestavo plasti — dolomit je čist, delež karbonata pa je v vseh preiskanih vzorcih višji od 98 %.

Fosili so ohranjeni v celotnem profilu in jih je kljub dolomitni sestavi kamenine sorazmerno mnogo. Prav foraminifera *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić, značilna za anizično stopnjo, je najbolj pogosten fosil (tabla 3, sl. 3). Poleg nje se dobe *Diploremmina* cf. *astrofimbriata* Kristan-Tollmann, *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp., *Fronicularia* sp., Lituolidae, fragmenti alg, školjčne lupine, gastropodi, ploščice ehinodermov in ostrakodi. Fosilna združba je značilna za plitvo in mirno sedimentacijsko okolje.

Mikroskopsko ločimo v profilu štiri strukturne tipe dolomita. Najbolj pogoste so plasti gostega svetlega dolomita in dolomita s saharoidno strukturo. Prvotna struktura kamenine je pri vseh teh vzorcih zaradi dolomitizacije uničena. Dolomitna zrna merijo 20 do 200 μm , večinoma pa okrog 60 μm . Poroznost je medzrnska, delež por cenimo na 5 %, pri čemer velja, da poroznost narašča z večjo zrnavostjo kamenine. Pore so razporejene v kamenini dokaj enakomerno in merijo pod 2 mm. Sistem kanalov ali odprtih mikrorazpok je redek. Mikrodolosparit, ki se izmenjava z zrnatim dolomitom, je povečini brez vidne poroznosti. V temni, spodnji dolomitni enoti prevladuje mikrodolosparit; ponekod vsebuje konture školjčnih lupin in peletov. Prvotna struktura kamenine je ohranjena v številnih plasteh, ki se izmenjavajo z zrnatim dolomitom. Po strukturni klasifikaciji Folk a (1962) pripadajo ti vzorci najbolj pogosto biopelsparitu. Med bioklasti prevladujejo fragmenti neskeletnih alg, mikrogastropodi in školjčne lupine. Intraklasti merijo večidel pod 2 mm in imajo neizrazite zaobljene konture (plastiklasti). V precej vzorcih opazujemo majhne izsušitvene pore, v nekaterih pa tudi bioturbacijsko teksturo.

Biopelsparitni dolomit (tabla 4, sl. 1) se pogosto menjava z vmesnimi plastmi biogenega-alginega dolomita. Vložki so debeli po nekaj metrov. Alge so neskeletne, kažejo stromatolitno strukturo spužvastega videza; so tako pogostne, da so kamenotvorne (tabla 4, sl. 2 in 3; tabla 5, sl. 1). Algini filamentni so mestoma še ohranjeni. Medprostore med algami zapolnjuje najpogostejše mikrodolosparit; vanj so ujeti še posamezni peleti, plastiklasti, foraminifere ali skeleti drugih



Sl. 4. Anizično zaporedje plasti pri Todražu na Žirovskem
Legenda na hrbtni strani

Fig. 4. Anisian succession of beds at Todraž in the Žiri area
Please turn over for the explanation

LITOLOGIJA - LITHOLOGY

	mikritni dolomit micritic dolomite
	debelozrnati dolomit coarse grained dolomite
	tankoplastoviti dolomit dolomite, thin bedded
	dolomit z detritično primesjo dolomite with detrital admixture
	satasti dolomit cellular dolomite
	breča breccia
	apnenec limestone
	laporasti apnenec marly limestone
	stromatolit stromatolite
	oolitni apnenec oolitic limestone
	skrilavec, vložki meljevca in pešč. shale intercalated with siltst. and sandst.
	peščenjak sandstone

TEKSTURA - STRUCTURE

	laminacija lamination
	stiloliti stylolites
	bioturbacija bioturbation
	geopetalne zapolitve geopetal feature
	korozijska votlina solution cavity
	izsušitvene pore shrinkage pores
	generacije cementa cement generation

ALOKEMI - ALLOCHEMS

	peleti - pellets
	plastiklasti - plasticlasts
	ooidi ooids
	onkoidi oncoids
	dolomitni romboedri dolomite rhombohedrons

FOSILI - FOSSILS

	skeletne alge skeletal algae
	polži gastropods
	školjke pelecypods
	ehinodermi echinoderms
	foraminifere foraminifers
	ostrakodi ostracods

STRUKTURA DOLOMITA DOLOMITE TEXTURE

(Archie 1952)

I	kompaktna - compact
III	saharoidna - sucrose
velikost zrn - grain size	
VF	<5 µm
F	100 µm
M	200 µm
pore - pores	
A	brez vidne poroznosti - no pores visible
B	0.1 mm
C	0.1-2 mm
5	odstotek por pores in percent
Energy indeks	Plumley and Energy Index others 1962
Barva Color	Rock Color Chart (Geol.Soc.America)

Legenda k slikam 2, 3 in 4
Explanation of figures 2, 3, and 4

organizmov, zelo številne pa so izsušitvene pore, velike nekaj mm, izjemoma do 2 cm. V nekaterih vzorcih opazujemo dve generaciji dolomitnega cementa — obrobni cement A ter mozaični cement generacije B; v večini večjih por pa je ohranjen še interni sediment — mikritno blato, ki kaže geopetalno teksturo (tabla 5, sl. 2 in 3).

Intraformacijska breča je razvita v treh horizontih, debelih od enega do šest metrov. V zgornjem delu profila je breča drobnnozrnata, z izometričnimi, slabo do srednje zaobljenimi klasti, velikimi 2 mm do 5 cm. Po strukturi pripadajo klasti sivemu mikrosparitnemu dolomitu in so temnejši od osnove (cementa). Prvotna struktura kamenine v klastih ni ohranjena.

Drugeča je intraformacijska breča v temnem dolomitu spodnjega dela profila. Tu so klasti svetli, vezivo pa je temnejše. Klasti so večinoma podolgovati in imajo obliko lusk, običajnih v nadplimskem konglomeratu. Večji klasti merijo do 5 cm in so slabo sortirani. Klasti so med seboj različno orientirani, kar kaže na njihov transport.

V najnižjem delu profila so med temno sivim dolomikritom posamezne lezike temnejšega glinastega skrilavca, debele po nekaj milimetrom. Rentgenska preiskava vzorca kaže naslednjo mineralno sestavo — dolomit 20 %, kremen ~ 5 % in illit ~ 75 %.

Stopnja kristalizacije dolomitne mreže anizičnega dolomita je srednja. Koe-ficient K za razmerje višin dolomitnih reflektov pri kotih 2θ 35,3° in 37,3° se giblje za 24 preiskanih vzorcev med 0,58 in 0,75.

Geokemične raziskave

Iz vseh treh profilov smo geokemično preiskali 135 vzorcev karbonatnih kamenin. S plamensko absorpcijsko metodo so določene sledne prvine Fe, Mn, Sr in Na, medtem ko sta Ca in Mg analizirana kompleksometrično (metoda G. Müller, 1964). Vzorčevali smo enakomerno po celotni dolžini profilov, tako da so zajeti vsi litološki in strukturni različki apnenca in dolomita. Za analize slednih prvin smo vzeli 250 ali 500 mg homogeniziranega zdrobljenega vzorca in smo ga raztopili s 50 ml HNO₃ (1 : 20); na ta način smo dosegli, da so se raztopili le karbonatni in delno sulfidni minerali. Za določitev Ca in Mg smo vzeli po en gram vzorca.

V tabeli 1 so podane mejne in srednje vrednosti Sr, Fe, Mn in Na ter delež karbonata v različnih apnenca in dolomita.

Zgornjepermske plasti. Delež karbonata v posameznih vzorcih zgornjepermskega dolomita je precej različen zaradi detritične primesi. Zato se tudi geokemične vrednosti elementov gibljejo v sorazmerno širokem okviru. Čisti dolomit spodnjega dela profila ima razmerje Ca/Mg med 1,65 in 1,75, kar pomeni, da nimajo njegove vrednosti med stehiometričnim dolomitom (Ca/Mg = 1,64) ter med dolomitom, ki vsebuje do 5 mol % CaCO₃ presežka. Sorazmerno visoke vrednosti železa (popr. 1550 ppm) in mangana (popr. 215 ppm) so predvsem posledica drobnorazpršenega piritnega pigmenta. Vrednosti obeh elementov kažeta v večini primerov pozitivno korelacijo z intenzivnostjo barve karbonata. Tako vsebuje temno sivi in črni apnenec nad dolomitom podobne količine Fe in Mn kot dolomit v spodnjem delu profila, medtem ko je svetli zrnati dolomit na prehodu zgornjepermskih plasti v skitske približno trikrat bolj siromašen

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

Starost Age	Kamenina Rock	Štev. vzorca No of sample	Delež karbonata Carbonate Content %	Sr ppm	Fe ppm	Mn ppm	Na ppm
Anizična stopnja	svetli dolomit light dolomite	42	98-99	40-75 60*	90-470 240*	15-40 25*	80-170 120*
Anisian stage	temni dolomit dark dolomite	8	96-99	55-90 65*	250-570 400*	25-40 30*	100-150 130*
Skitska stopnja Scythian stage	temni apnenec dark limestone	6	83-98		1070- 4950	50-230 90*	55-300 100*
	svetli dolomit light dolomite	11	96-99		320-730 450*	60-90 75*	130-200 150*
	oolitni apnenec oolitic limestone	10	82-96		760- 4500	40-390 250*	65-110 90*
	svetli dolomit z detritično primesjo	6**	78.5-98		2700- 5050	105-150 120*	90-145 130*
	light dolomite with terrigenous admixture	44***	94-98.5	55-120 75*	350-670 500*	20-70 45*	60-400 240*
Zgornje- permske plasti Upper Permian Beds	temni apnenec dark limestone	12	94-97	460-980 780*	880-1950 1350*	80-280 175*	80-200 150*
	temni dolomit dark dolomite	18	76-95	55-500 140*	580-4200 1550*	45-410 215*	90-480 270*

* poprečna vrednost
the average value

** profil Dedjek
Dedjek section

*** profil Javorjev dol
Javorjev Dol section

z železom in manganom v primerjavi s spodnjima enotama (500 ppm Fe popr. in 45 ppm Mn popr.). Soodvisnost med železom in manganom v posameznih vzorcih je očitna in je vidna iz profilov.

Vsebnost stroncija je v zgornjepermskih plasteh izrazito bimodalna in je odvisna od vrste karbonatnega minerala. Apnenec vsebuje poprečno 700 ppm Sr, dolomit spodnje enote okrog 140 ppm Sr, dolomit nad apnencem pa okrog 75 ppm. Vrednosti stroncija, kakršne smo določili v zgornjepermskem apnencu, so pogostne v mikritnih apnencih starejših geoloških dob, ki so se usedali v zaprtem okolju in vsebujejo organsko primes (J. Veizer & R. Demović, 1974). Pri dolomitu zgornje enote opazujemo zvezo med stopnjo kalcitizacije dolomita (dedolomitizacijo) in vrednostjo stroncija. Najbolj kalcitizirani vzorci vsebujejo najmanj stroncija. Znižana vrednost Sr je za dedolomitizacijo značilna (D. J. Shearman et. al., 1961; R. C. Bathurst, 1971).

Natrij je v mejah med 60 in 480 ppm; dolomit vsebuje v poprečju nekoliko več Na kot apnenec. Višje koncentracije natrija v dolomitu so v zvezi s slanimi pornimi raztopinami, ki dajejo tudi Mg za zgodnjediagenetsko dolomitizacijo v litoralnem okolju. Tudi natrij je odvisen od stopnje dedolomitizacije, in sicer vsebujejo bolj kalcitizirani dolomiti, ki so bili diagenetsko močnejše spremenjeni, manj natrija. Najmanj natrija vsebujejo vzorci satastega dolomita (okrog 50 ppm). V primerjavi s čistim apnencem odprtega šelfa jurske in kredne starosti vsebuje permski apnenec, nastal v zaprtem šelfu in lagunah v občasno evaporitnem okolju, enkrat več natrija (B. Ogorelec & P. Rothe, 1979).

Skitska stopnja. V splošnem kažejo vzorci karbonatnih kamenin skitske stopnje iz Dedjeka podobne geokemične značilnosti kot zgornjepermske karbonatne plasti iz Javorjevega dola (tabela 1). Ločimo spodnjo dolomitno enoto, ki vsebuje do 22 % netopnega ostanka, in zgornjo enoto z zelo čistim dolomitom (do 4 % terigene primesi). Vrednosti železa in delno tudi mangana se gibljeta približno proporcionalno deležu netopnega ostanka, v katerem je zastopan tudi pirit. Tako vsebuje dolomit spodnje enote do 0,5 % Fe in do 150 ppm Mn, medtem ko vsebuje čisti dolomit poprečno le 450 ppm Fe in 75 ppm Mn. V plasteh in debelih lečah oolitnega apnenca med meljastim skrilavcem v spodnjem delu skitskega zaporedja je delež železa in mangana različen in odvisen od primesi hematitnih skorij v oolitnih ovojih; giblje se v mejah 760 do 4500 ppm za Fe in 40 do 390 ppm za Mn. Zgornjeskitski temni apnenec kaže podobne geokemične značilnosti kot zgornjepermski apnenec, saj je nastajal v podobnem redukcijskem okolju zaprtega šelfa. Vrednost železa v apnencu se giblje v mejah od 0,1 do 0,5 %, mangana pa od 50 do 230 ppm. Soodvisnost med železom in manganom je očitna.

Vrednost natrija je v skitskem apnencu in dolomitu nekoliko nižja kot v zgornjepermskih plasteh, kar je posledica nekoliko intenzivnejše diageneze (močnejše izpiranje kamenin s pornimi raztopinami), verjetno pa je bilo sedimentacijsko okolje na polhograjskem območju, kjer je profil Dedjek, v skitski dobi nekoliko manj slano (evaporitno). Poprečna vrednost natrija v skitskem dolomitu znaša 150 ppm, v temnem apnencu 100 ppm, najmanj Na pa vsebuje oolitni apnenec (poprečno 90 ppm).

Za stroncij v skitskih plasteh nimamo merjenih podatkov.

Anizična stopnja. Po geokemični sestavi se anizični dolomit približuje stehiometričnemu dolomitu. Koeficient Ca/Mg je v mejah 1,64 do 1,73, kar pomeni

dolomit z majhnim presežkom CaCO_3 (do 3 mol %). Vrednosti slednih prvin sorazmerno malo odstopajo od srednjih vrednosti, kar velja posebej za stroncij in mangan. Geokemično lahko anizični dolomit iz Todraža v grobem primerjamo s svetlim dolomitom na prehodu zgornjepermskih plasti v spodnjeskitske (profil Javorjev dol).

Svetli dolomit zgornjega dela profila se po vrednosti železa razlikuje od temnega dolomita v spodnjem delu — prvi vsebuje poprečno 240 ppm Fe, drugi pa 400 ppm. Vrednost mangana je sorazmerno nizka, saj v nobenem od preiskanih vzorcev ne preseže 45 ppm. Očitna je njegova soodvisnost z železom. Stroncij je v mejah od 40 do 90 ppm, pri čemer pripadajo višje vrednosti temnejšemu, bolj mikritnemu dolomitu, nižje pa svetlemu zrnatemu dolomitu. Vrednosti natrija so izenačene ne glede na strukturo dolomita in se gibljejo med 80 in 170 ppm, poprečno 120 ppm.

Sklep

Mikrofacialne analize profilov Javorjev dol, Dedjek in Todraž kažejo, da so na žirovskem ozemlju zgornjepermske, skitske in anizične karbonatne kamenine nastajale v sorazmerno mirnem okolju litorala in zaprtega šelfa lagunskega tipa. O sedimentaciji v litoralu in šelfu sta pisala že K. Grad in L. Ferjančič (1976). Energijski indeks pri večini vzorcev, v katerih je prvotna struktura kamenine še vidna, je nizek in zelo nizek. Na občasno razgibano okolje kažejo le posamezne plasti permskega apnenca, oolitne kamenine med spodnjeskitskim meljastim skrilavcem in breča v anizičnem dolomitu.

Po sedimentaciji grōdenskih klastičnih kamenin je žirovski prostor zajela transgresija. V času med zgornjim permom in anizom je plitvi karbonatni šelf segal z našega ozemlja na sosednji območji Italije (A. Bosellini & L. A. Hardie, 1973, in Madžarske (E. Nagy, 1968). Občasno je dopolnila karbonatno sedimentacijo primes detritičnega materiala, ki kaže na bližino kopnega. Detritično primes vsebuje ponekod zgornjepermski in spodnjeskitski dolomit. V dveh razdobjih skitske stopnje pa je klastična sedimentacija prevladala nad karbonatno. Takrat se je odlagal meljasti skrilavec. Po polah in lečah oolitov med njim sklepamo, da je skrilavec nastajal v litoralnem delu plitvega šelfa, detritična zrna pa so izvirala iz karbonskih in grōdenskih klastičnih kamenin podlage. Ooliti naj bi bili nastajali v medplimskih kanalih in deltah, kjer sta bila energija valovanja, oziroma pretok vode, dovolj močna za njihovo rast.

Permski apnenec se je usedal v plitvem delu zaprtega šelfa, podobnega laguni. Okolje je bilo izredno ugodno za razvoj alg, ki so večidel kamenotvorne. Občasno je bila sedimentacija apnenca motena s terigeno primesjo, ki se kaže kot lezike glinasto laporastega skrilavca. Pirit in organska snov kažeta na pogostno redukcijsko okolje. V podobnem okolju kot permski apnenec je nastajal tudi zgornjeskitski apnenec, le alge so v njem redke.

Dolomit vseh treh formacij razlagamo z zgodnjediagenetsko dolomitizacijo v zelo slanem okolju litorala. Teksture in strukturne oblike, značilne za litoralno okolje, npr. izsušitvene pore, nadplimski konglomerat, stromatolitni horizonti, geopetalne teksture, so posebno izrazite v anizičnem dolomitu. Na okolje z visoko slanostjo, v katerem so nastajali celo evaporiti, opozarjajo sadra v zgornjepermskih in skitskih karbonatnih kameninah na širšem idrijskem

ozemlju (I. Mlakar, 1969; F. Čadež, 1977) ter sorazmerno visoke vrednosti natrija v vzorcih dolomita (P. Fritz & A. Katz, 1972; B. Ogo-relec & P. Rothe, 1979). Evaporitnih mineralov v preiskanih vzorcih nismo našli; verjetno so bili v površinskem pasu plasti izluženi.

Podobno sedimentacijo, kakršna je bila od zgornjega perma do anizične stopnje v zahodnih Posavskih gubah, imamo danes npr. v obrobju perzijskega zaliva (R. Curtis et al., 1963; L. V. Illing et al., 1965) in ob zahodni avstralski obali (C. C. Von der Borch, 1976). Prostrana litoralna obrežja, topla klima in zelo visoka slanost pomenijo ugodno okolje za nastanek zgodnjediagenetskega dolomita. Po sorodnosti teksturnih oblik recentnega dolomita z dolomitom v preiskanih profilih sklepamo na njegov zgodnjediagenetski nastanek.

Upper Permian, Scythian, and Anisian rocks in the Žiri area

Summary

Upper Permian, Scythian, and Anisian beds of the Žiri area (fig. 1) have been considered from the biostratigraphical, microfacial, mineralogical, and geochemical points of view in order to interpret the conditions under which the deposition took place in the Western Sava Folds.

In the Upper Permian section of Javorjev Dol prevail carbonate rocks subdivided into three lithological units (fig. 2). The lower unit consists of thin-bedded dark grey dolomite overlying conformably the red Val Gardena sandstone and shale. It is characterized by thin shale intercalations and small cellular dolomite lenses. The carbonate content amounts to 90 percent. Non-carbonate minerals are clay minerals (illite), quartz, muscovite, and feldspars. Indistinct lamination of the dolomite depends upon different admixtures of detrital matter (plate 1, fig. 1). In question is a medium recrystallized microdolospirite containing pellets and skeletal algae. The coefficient k indicating ordering of dolomite peaks obtained by X-ray diffraction ($2\theta = 35.3^\circ/37.3^\circ$; H. Fuchtbauer & H. Goldsmith, 1956) varies from 0.62 to 0.82. The dolomitic unit is nearly 50 metres thick and passes over into a 90 m metre thick calcareous unit.

The thin-bedded limestone, grey and black in colour, is largely composed of fossil remains, among which algae prevail. Algal species of *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz) and *Vermiporella nipponica* Endo were determined (plate 1, figs. 2 and 3), associated with the foraminifers of *Agathammina* sp. and *Frondicularia* sp., echinoderm plates, mollusk debris, and the gastropod shells of *Bellerophon* sp. The limestone is a recrystallized biomicrite, slightly dolomitized. The content of dolomitic rhombohedrons amounts to five percent.

The calcareous unit is overlain by light grey dolomite devoid of fossils. The rock is thin-bedded, partly laminated. Along the contact with the underlying calcareous unit occurs a cellular dolomite variety. The mainly granular dolomite shows a saccharoidal texture. Dedolomitization is a common appearance. Besides calcite, authigenic quartz occurs in interstices and veins (plate 2, fig. 1). The crystallization degree of the upper dolomite unit is high; the sorting coefficient varies from 0.76 to 1.04.

The Scythian beds are illustrated by the Dedjek section (fig. 3) subdivided into four lithologic units. The lowest unit, 100 metres thick, consists of light grey banded dolomite showing a sandy outer appearance. Its detrital quartz and muscovite contents amount to 40 percent (plate 2, fig. 2).

The dolomite is followed by sandy-silty shale, greenish grey in colour. The rock tends to be reddish in the topmost part of the succession. The shale is interbedded by oolitic and micritic limestone. The oolitic beds are characteristic of the Scythian stage of the Sava Folds (plate 2, fig. 3, plate 3, fig. 1). The silty shale shows a rather uniform mineral composition: quartz, clay minerals (illite and chlorite), muscovite, feldspars, some hematite, and 1.2 — 11.5 percent of calcite. The individual spherule of the oolitic rocks has a diameter of 0.5 millimetres. Due to a high recrystallization degree only reddish outlines of the concentric rings are recognized. The red colour refers to the presence of disseminated clay minerals and hematite. Some samples of the oolitic limestone are slightly dolomitized.

The third Scythian lithological unit is the medium bedded light grey dolomite composed essentially of mineral dolomite which exceeds 96 percent. The rock is finely granular and appears to have a saccharoidal texture. Its thickness is 180 metres.

The uppermost Scythian unit is dark grey marly limestone, 140 metres thick. It is partly replaced by sheets and lenses of dolomite. The limestone is mostly recrystallized microsparite and partly bio- and pelmicrite. Some echinoderm remains and foraminifer *Meandrospira pusilla* (Ho) have been determined from this level. The Upper Scythian stage is indicated by conodonts (K. Grad & L. Ferjančič, 1976). The insoluble residue of the limestone varies from five to ten percent and rarely to 17 percent. The limestone is partly dolomitized (plate 3, fig. 2). The irregular fields of the dolomite rhombohedrons owe their origin to a late diagenesis. The limestone beds are intercalated with marly shale containing up to 30 percent of carbonate matter.

The Todraž section of Anisian dolomite is 200 metres thick (fig. 4). Its footwall and hanging wall are not exposed. The dolomite is thick-bedded. Its lower part (up to 40 metres) is dark grey in colour and finely granular, whereas in the upper part a light grey rather coarse-grained variety prevails. The carbonate content exceeds 98 percent. The stratigraphic range of dolomite is indicated by *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić (plate 3, fig. 3) associated by *Glomospira* sp. and some other fossil remains.

There are four main types of dolomite, namely granular dolomite showing a saccharoidal texture, biopelsparite and biopelmicrite dolomite (plate 4, figs. 1—3, plate 5, fig. 1), stromatolite dolomite showing shrinkage pores (plate 5, figs. 2 and 3), and intraformational breccia having the nature of a supratidal conglomerate.

The Anisian dolomite shows a medium degree of crystallization and its sorting coefficient varies from 0.58 to 0.75.

Geochemical analyses for Sr, Fe, Mn, and Na are given in table 1. The Fe- and Mn contents of the Upper Permian and Scythian dark dolomites and limestones are higher compared to the light grey dolomites of the Scythian and Anisian stages. The high Fe- and Mn contents refer to disseminated pyrite which owes its origin to a reducing environment of shallow lagoons. The Sr

content of dark limestone exceeds that in the associated dolomite four times and can be explained by diagenesis. The Na content of dolomite is much higher than that in the limestone, as can be clearly seen from the Upper Permian lagoonal dolomite intercalated by some evaporites.

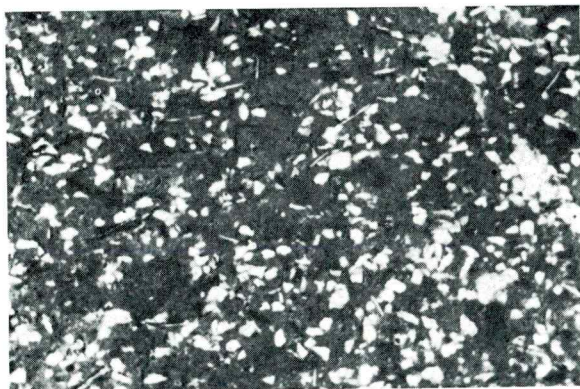
The microfacial features of the Javor Dol, Dedjek, and Todraž sections show that the Upper Permian, Scythian, and Anisian carbonate rocks of the Western Sava Folds have been deposited in rather quiet water conditions of littoral and restricted shelf of lagoonal type. The majority of the samples showing original features indicate a rather low and very low energy index. Periodically agitated water conditions are indicated only by individual layers of Permian limestone, oolitic rock intercalations within the Lower Scythian silty shale, and breccia occurring in the Anisian dolomite.

After the deposition of the Val Gardena clastic rocks, sea advanced over the Žiri area. During the time interval between the Upper Permian and Anisian stages a shallow continental shelf extended from our land to the adjacent countries of Italy (A. Bosellini & L. A. Hardie, 1973) in the west and Hungary in the east. Upper Permian and Lower Scythian dolomites contain some detrital admixtures. Two silty shale interbeds between the Scythian carbonate rocks indicate, however, that the carbonate deposition has been interrupted two times by clastic sedimentation. Detritus was derived from the Carboniferous and Val Gardena clastic rocks of adjacent land. In intertidal channels as well as in deltaic mouths of the rivers even ooliths were formed in shallow, wave agitated water. Therefore some oolitic intercalations occur in the silty shale.

Upper Permian limestone was deposited in a restricted lagoonlike shelf. Ecological environments favoured the growth of algae which are mostly rock-forming. Occasionally material, eroded from the land surface, disturbed the carbonate deposition. Pyrite and organic matter disseminated in marly shale intercalations suggest somewhat reducing conditions. Upper Scythian limestone appears to have been deposited in similar conditions as the Upper Permian, only the algae were less common.

The dolomites of the Upper Permian, Scythian, and Anisian stages represent the early diagenetic replacements of limestones in littoral environments marked by very high salinity. The textural and structural features characteristic of the littoral conditions, such as shrinkage pores, supratidal conglomerate, stromatolites, and gopetal fabrics are particularly well developed in the Anisian dolomite. The high salinity is still more strongly indicated by gypsum occurring in the Upper Permian and Scythian carbonate rocks in the adjacent Idrija area (I. Mlakar, 1969, F. Čadež, 1977) as well as by relatively high Na-content in dolomites (P. Fritz & A. Katz, 1972; B. Ogorelec & P. Rothe, 1979). No evaporite minerals could be determined in our samples from the Škofja Loka area. Nevertheless, they have been weathered and washed out from the superficial deposits.

Tabla 1 — Plate 1



Sl. 1 — Fig. 1

Mikritni dolomit z detritičnimi
zrni kremena in sljude. Javor-
jev dol, zgornji perm, 20 ×

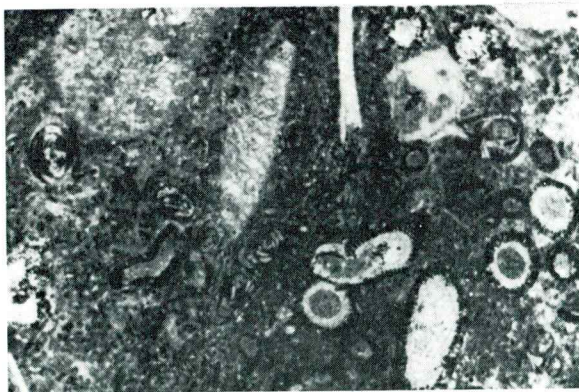
Micritic dolomite including detrital quartz and mica. Javorjev Dol, Upper Permian, 20 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Biopelmicritni apnenec z algo
Gymnocodium belerophontis
(Rothpletz) Javorjev dol, zgor-
nji perm, 8 ×

Biopelmicritic limestone with
Gymnocodium belerophontis
(Rothpletz). Javorjev Dol, Up-
per Permian, 8 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Rekristalizirani biomikritni
apnenec z algo *Vermiporella*
nipponica Endo, foraminifero
Agathammina sp. ter ehino-
dermsko ploščico. Javorjev dol,
zgornji perm, 15 ×

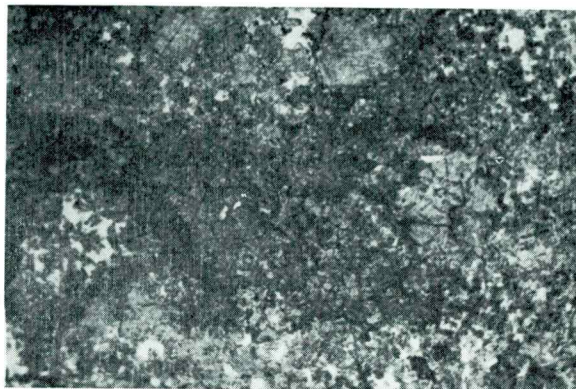
Biomicrotic recrystallized lime-
stone with alga *Vermiporella*
nipponica Endo, foraminifer
Agathammina sp. and an echi-
noid plate. Javorjev Dol, Up-
per Permian, 15 ×

Tabla 2 — Plate 2

Sl. 1 — Fig. 1

Zrnati kalcitizirani dolomit
s polji avtigenega kremena
(svetlo). Javorjev dol, Spodnje-
skitska stopnja, 20 ×

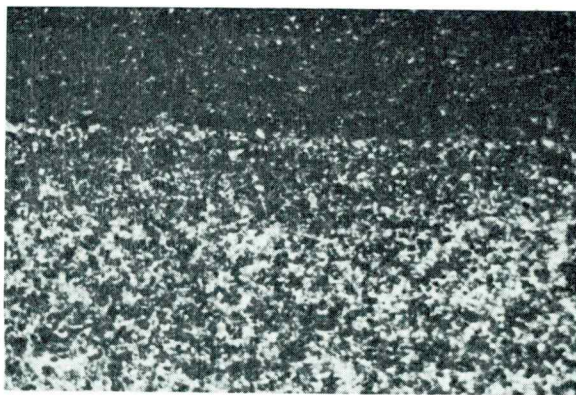
Saccharoidal calcitized dolomi-
te with authigenic quartz
(light). Javorjev Dol, Lower
Scythian stage, 20 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Stik dolomita z več detritične
komponente (spodaj) in bolj
čistega dolomita (zgoraj). Ded-
jek, spodnjeskitska stopnja,
8 ×

Dolomite including abundant
detrital component (below) in
contact with a more pure do-
lomite (above). Dedjek. Lower
Scythian stage, 8 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Rekristalizirani oolitni apne-
nec Dedjek, skitska stopnja,
15 ×

Recrystallized oolitic lime-
stone. Dedjek, Lower Scythian
stage, 15 ×

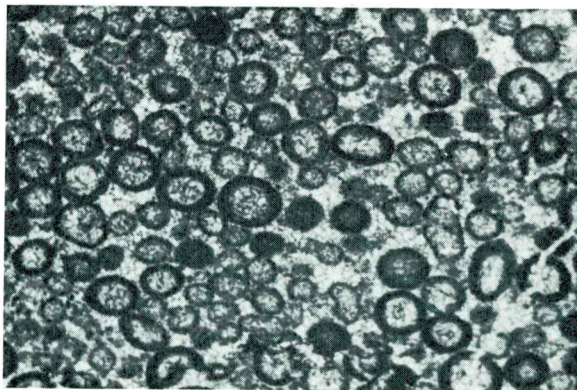
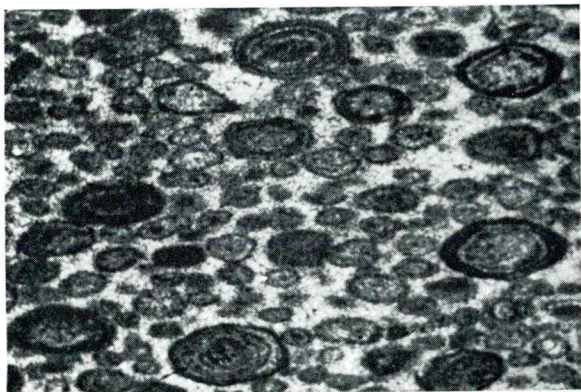


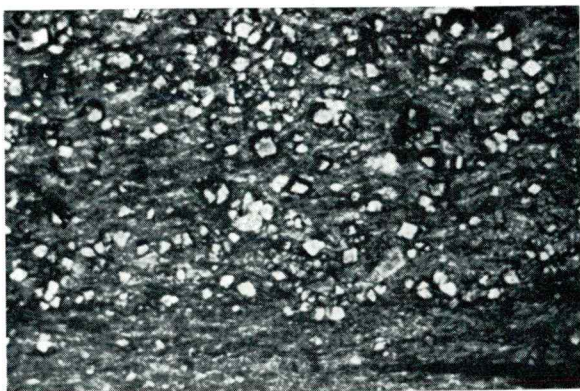
Tabla 3 — Plate 3



Sl. 1 — Fig. 1

Oosparitni apnenec. Plastično deformirani ooidi. Dedjek, skitska stopnja, 20 ×

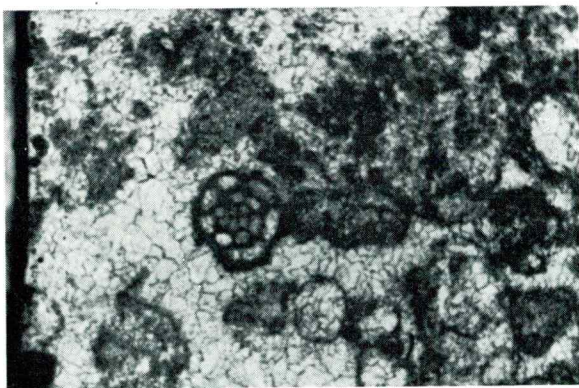
Oosparitic limestone. Plastic deformed ooids Dedjek, Scythian stage, 20 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Dolomitizirani mikrosparitni apnenec. Dolomitni romboedri. Dedjek, zgornjeskitska stopnja, 20 ×

Dolomitized microsparitic limestone. Note dolomite rhombohedrons Dedjek. Upper Scythian stage, 20 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Meandrospira dinarica Koc-hansky-Devidé & Pantić v rekrystaliziranem biosparitnem dolomitu. Todraž, anizična stopnja, 45 ×

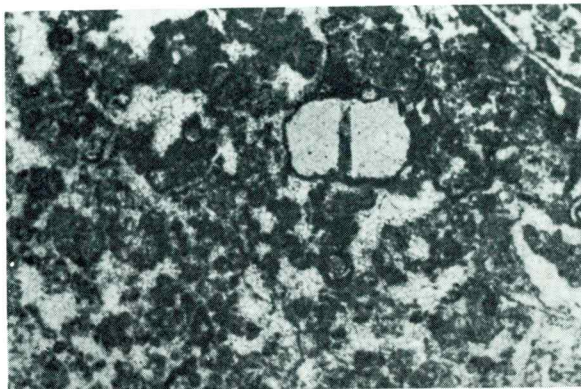
Meandrospira dinarica Koc-hansky-Devidé & Pantić in re-crystallized biosparitic dolomite. Todraž, Anisian stage, 45 ×

Tabla 4 — Plate 4

Sl. 1 — Fig. 1

Biopelmikritni dolomit z izsušitvenimi porami in ploščico ehinoderma. Todraž, anizična stopnja, 15 ×

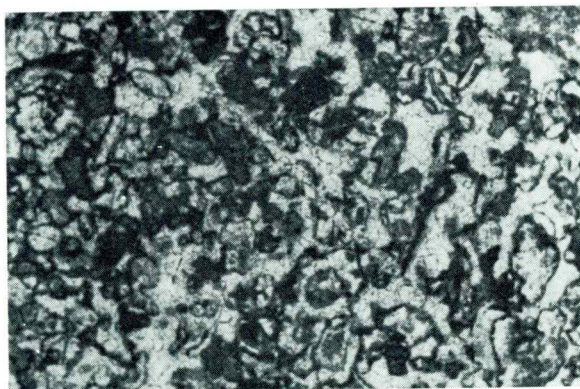
Biopelmicritic dolomite showing shrinkage pores and an echinoderme plate. Todraž, Anisian stage, 15 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Biosparitni dolomit, kamenotvorne neskeletne alge Todraž, anizična stopnja, 30 ×

Biosparitic dolomite, rockforming nonskeletal algae. Todraž, Anisian stage, 30 ×



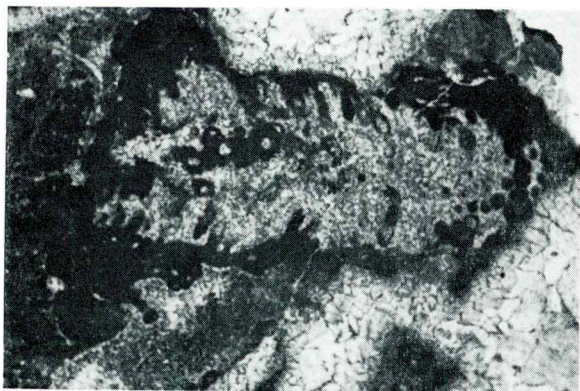
Sl. 3 — Fig. 3

Lupine moluskov, obraščene z neskeletnimi algami. Anizični dolomit, Todraž, 20 ×

Molluscan shells incrustated by nonskeletal algae. Anisian dolomite, Todraž, 20 ×



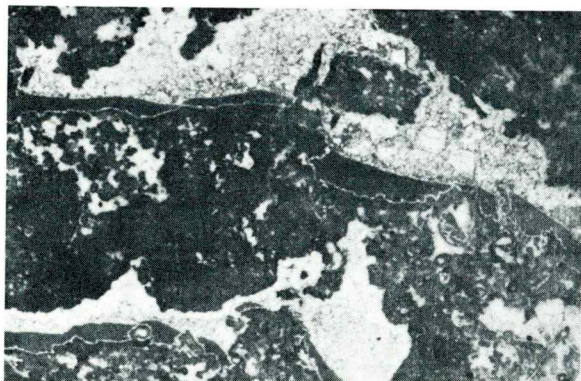
Tabla 5 — Plate 5



Sl. 1 — Fig. 1

Rekristalizirani ostanek skeletne alge iz skupine dasykladacej; Todraž, anizična stopnja, 25 ×

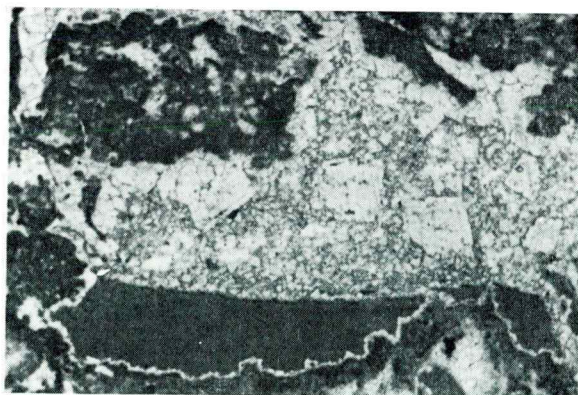
Recrystallized skeletal alga from the Dasycladaceae group. Todraž, Anisian stage, 25 ×



Sl. 2 — Fig. 2

Izsušitvene pore v stromatolitnem dolomitu. Obrobni cement in interni mikrit (geopetalna tekstura). Todraž, anizična stopnja, 8 ×

Shrinkage pores in stromatolitic dolomite. Note rim cement and geopetal structure. Todraž, Anisian stage, 8 ×



Sl. 3 — Fig. 3

Detajl sl. 2, 20 ×

Detail from fig. 2, 20 ×

Literatura

- Archie, G. E. 1952, Classification of carbonate reservoir rocks and petrophysical consideration. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 36/2, Tulsa.
- Assereto, R., Bosellini, A., Fantini Sestini, N. & Sweet, W. C., 1972, The Permian-Triassic Boundary in the Southern Alps (Italy). Bull. Can. Petrol. Geol. 20. Calgary 176—199, Calgary.
- Bathurst, R. G. C. 1971, Carbonate sediments and their diagenesis. Develop. in Sedimentology, 12, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 620 s.
- Bosellini, A. & Hardie L. A. 1973, Depositional theme of a marginal marine evaporite. Sedimentology, v. 20, 5—28, Oxford.
- Buggisch, W., 1974, Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel), Oberperm, Karnische Alpen; Untersuchungen zur Fazies und Geochemie. Carinthia II. 164/84, 17—26, Klagenfurt.
- Buser, S., 1974, Neue Feststellungen in Perm der westlichen Karawanken. Carinthia II. 164/84. 27—37. Klagenfurt.
- Buser, S., 1979, Tolmač lista Celje, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Zvezni geološki zavod, 72 s., Beograd.
- Curtis, R., Evans G., Kinsman, D. J. J. & Shearman, D. J. 1963, Association of dolomite and anhydrite in the recent sediments of the Persian Gulf. Nature, 197, 679—680.
- Čadež, F. 1977, Sadra in anhidrit na Idrijskem. Geologija 20, 289—301, Ljubljana.
- Drovenik, F., Raziskave bakrove rude v širši okolici Cerknega, 1970, I. poročilo, II. grafične priloge, Arhiv GZL, Ljubljana.
- Folk, R. L. 1962, Spectral subdivision of limestone types: v Ham W. E. (ed.) — Classification of carbonate rocks, a symposium. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Memoir 1, 62—84, Tulsa.
- Fritz, P. & Katz, A. 1972, The sodium distribution of dolomite crystals. Chemical Geology, v. 10, 237—244.
- Füchtbauer, H. & Goldsmith, H. 1965, Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Bildungsbedingungen der Dolomite. Geol. Rundschau, Bd. 55, 29—40, Stuttgart.
- Grad, K. & Ferjančič, L. 1976, Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ 1:100 000, list Kranj. Zvezni geol. zavod, 70 s., Beograd.
- Illing, L. V., Wells, A. J. & Taylor J. C. M. 1965, Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf — v Pray L. C. & Murray R. C. (eds.) — Dolomitization and Limestone diagenesis, a symposium. Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ. 13, 89—111, Tulsa.
- Kossmat, F., 1970 Erläuterungen zur geologischen Karte Bischoflack-Idria. Wien.
- Kossmat, F. und Diener, C., 1910, Die Bellerophokalke von Oberkrain und ihre Brachiopodenfauna. Jb. Geol. R. A. 60, Wien.
- Mrak, I. 1969, Krovna zgradba idrijsko-žirovskega ozemlja. Geologija 12, 5—56, Ljubljana.
- Nagy, E., 1968, Triasbildungen des Mecsek-Gebirges MAFI Evk, 51, 1. 125 do 189 Budapest.
- Ogorelec, B. & Rothe, P., 1979, Diagenetische Entwicklung und faziesabhängige Na-Verteilung in Karbonat-Gesteinen Sloweniens. Geol. Rundschau, Bd. 68/3, 965—978, Stuttgart.
- Ramovš, A. 1958a, Razvoj zgornjega perma v loških in polhograjskih hribih. Razprave SAZU IV., 455—622, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1958b, O faciesih v zgornjem wordu in zgornjem permu v Sloveniji. Geologija 4, 188—190, Ljubljana.

Ramovš, A., 1967, Nachweis der Schichten der Illyr-Unterstufe im Raum von Ljubljana. Bull. Sci. Yougosl. Sect. A, 9—10, Zagreb.

Shearman, D. J., Khouri, J. & Taha, S. 1961, On the replacement of dolomite by calcite in some Mesozoic limestones from the French Jura. Proc. Geologists' Assoc. Engl., 72, 1—12.

Shearman, D. J. & Shirmohammadi, N. H., 1969, Distribution of strontium in dedolomites from the French Jura. Nature, v. 223, 606—608.

Veizer, J. & Demović, R. 1973, Environmental and climatic controlled fractionation of elements in the Mesozoic carbonate sequences of the Western Carpathians. Jour. Sediment. Petrol., 43, 258—271.

Von der Borch, C. C. 1976, Stratigraphy and formation of Holocene dolomitic carbonate deposits of the Coorong area, South Australia. Jour. Sed. Petrology, v. 46/4, 952—966, Tulsa.

Weber, J. N. 1964, Trace element composition of dolostones and dolomites and its bearing on the dolomite problem. Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 1817—1868.

Zenger, D. H. 1972, Significance of Supratidal Dolomitization in the Geologic Record. Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 1—12.