

Ladinijske karbonatne in piroklastične kamnine med Jagrščami in Želinom

Ladinian carbonate and pyroclastic rocks between Jagršče and Želin (Slovenia)

Miloš Bavec

Geološki zavod Slovenije
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Ključne besede: ladinij, langobard, karbonatne kamnine, piroklastične kamnine
Key words: Ladinian, Langobardian, carbonate rocks, pyroclastic rocks

Kratka vsebina

Ozemlje med Jagrščami in Želinom je zgrajeno predvsem iz ladinijskih karbonatnih in piroklastičnih kamnin. V lateralni in vertikalni smeri se med seboj hitro izmenjujejo. Imajo bolj ali manj izraženo plastnatost in z manjšimi odstopanji vpadajo proti zahodu s povprečnim vpadom 30° S kotno erozijsko diskordanco nalegajo na starejše anizijske plasti, meja z zgoraj ležečim cordevolskim dolomitom pa je normalna.

Kljub predvidevanju, da bomo ugotovili nastanek na pregibu ali na pobočju med Dinarsko karbonatno platformo in Slovenskim bazenom, se je izkazalo, da so kamnine nastajale na robu karbonatne platforme, kjer je bil vpliv globljevodne sedimentacije zanemarljiv.

Abstract

The area between Jagršče and Želin consists mainly of Ladinian carbonate and pyroclastic rocks alternating in vertical as well as in lateral direction. General dip of the strata is estimated at approximately 30° W.

An angular unconformity separates Anisian and Ladinian strata while the boundary between Ladinian and Carnian (Cordevolian) strata is concordant.

Rocks originated in the area of transitional zone between Dinaric carbonate platform and Slovenian basin. Detailed geological mapping and sedimentological analysis of three representative cross-sections have shown that sedimentation took place at the edge of the carbonate platform with only a minor influence of pelagic sedimentation from the basin.

Uvod

V spodnjem triasu se je na območju do takrat enotne Slovenske karbonatne platforme začelo tektonsko premikanje (P l a c e r & Č a r, 1975b), ki je v srednjem triasu

privedlo do diferenciacije na tri velike paleogeografke enote: Dinarsko karbonatno platformo, Slovenski bazen in Julijsko karbonatno platformo (B u s e r, 1986).

V ladiniju je bila paleogeografska diferenciacija že vzpostavljena. Območje današnje Slovenije je bilo takrat zaznamovano z izrazito močnimi tektonskimi dogajanji. Tektonska premikanja in z njimi povezan vulkanizem, ki je v langobardski podstopnji zajel večji del slovenskega ozemlja, so povzročila zelo hitre spremembe v sedimentaciji. Nastajale so različne karbonatne, klastične, magmatske in piroklastične kamnine (B u s e r, 1986).

Paleogeografsko si ta čas predstavljamo kot mnoga otočja, med njimi pa plitvejša ali globlje morske prelive (G e r m o v š e k, 1956).

Obravnavano ozemlje leži na območju, kjer smo lahko pričakovali sedimente, nastale v vmesni coni med Dinarsko karbonatno platformo in Slovenskim bazenom, ki sta jo ugotovila Č a r i n S k a b e r n e (1995) pri bližnjem Stopniku. Ozemlje sestavljajo anizijske, ladinijske in cordevolske kamnine.

Cilj raziskave je bil z detajlnim geološkim kartiranjem in nekaterimi sedimentološkimi metodami določiti okolje nastajanja ladinijskih kamnin in ob tem poskusiti določiti potek meje med Slovenskim bazenom in Dinarsko karbonatno platformo, ki na idrijsko - cerkljanskem ozemlju še ni natančno določena.

Pregled dosedanjih raziskav

S t u r (1858) je omenil najdbo amonitov v tufih pri Jablanici južno od Jagršč.

K o s s m a t (1910) je južno od Jagršč našel nahajališče kamnine, ki jo je imenoval porfirit.

B e r c e (1960) je poročilu o kartiranju ozemlja Cerčno - Idrija - Žiri priložil geološko karto območja med Jagrščami in Želinom v M 1:10 000, vendar ga v besedilu ni omenil. Ladinijskim kamninam je določil bistveno premajhen obseg.

V okviru raziskav za potrebe idrijskega rudnika so bile na kartiranem ozemlju izvedene tudi mineraloške (T o v š a k & O r e h e k, 1960) in geofizikalne (Š u m i, 1960) raziskave.

M l a k a r (1969) je območje med Jagrščami in Želinom omenil v svojem delu o geologiji zahodne Slovenije in ga uvrstil v Trnovski pokrov. V isto tektonsko enoto ga je kasneje uvrstil tudi P l a c e r (1981) v nadgradnji Mlakarjevega dela.

Ozemlje je bilo skartirano v M 1:25 000 za potrebe OGK 1:100 000 (F e r j a n č i č, 1972). V neobjavljenem poročilu avtor ugotavlja, da leže ladinijske plasti diskordantno na anizijskem dolomitu in se začenjajo s tufi in diabazi. Kasnejše raziskave prisotnosti diabaza niso pokazale. Avtor poroča o najdbi fosilov *Yoanites deschmani*, *Cidaris dorsata*, *Avicula tofanae*, *Posidonia wengensis* in *Daonella lommeli* v Jagrščah.

V tolmaču k OGK idrijske občine (M 1:25000) omenja Č a r (1985b) v okolici Jagršč vulkanite in tufe kisle sestave ter temnosive plastnate, neplastnate in gomoljaste apnenice langobardske starosti, ki so se usedali v šelfnem območju.

B u s e r (1986) v tolmaču k OGK SFRJ 1:100 000 list Tolmin ugotavlja, da je med Želinom, Jagrščami in Idrskimi Krnicami v ladiniju razvit svetlo zeleni tuf, v njegovem vrhnjem delu pa najdemo temno sivi mikritni gomoljasti apnenec. Na severni strani Idrije pri Želinu je 5 m pod normalnim stikom ladinijskih in cordevolskih plasti našel nekaj centimetrov debelo lumakelo daonel in pod njo plasti s poredkimi amoniti arcestidnih oblik. Tu se menjavata temno sivi mikritni lapornati apnenec in trdi glineni lapor. Določena je bila konodontna vrsta *Epigondolella hungarica* in ribje

luskice *Nurella* sp. K o l a r - J u r k o v š k o v a (1990) je konodonte in ribje zobe iz tega profila uvrstila v hungarica - Sz., ki označuje langobardsko podstopnjo. V tufitu in polah apnenca severno od Jagršč je določila nekaj foraminifer, ostrakodov in konodontov, ki kažejo na anizijsko starost, zato sklepa, da so bili kosi z anizijsko mikrofavno preneseni v sedimentacijsko okolje s pobočne cone v ladinijski stopnji. Langobardsko starost na zadnji lokaciji dokazuje tudi s školjko *Daonella lomelli*, omenja pa še *D. cf. reticulata* Mojsisovics, *Daonella* sp., *Posidonia* sp., in *Protrachyceras* sp.

G o r i č a n o v a in B u s e r (1990) sta tik pod Jagrščami v apnencu in rožencu našla redke slabo ohranjene radiolarije. V istem delu omenjata tudi amonite in školjke *Daonella lomelli* v tufu in laporju severozahodno od Jagršč, tik pod mejo s cordevolom.

Geološke razmere na širšem območju

Litostratigrafija

Na območju Cerknega, med Želinom, Masorami in Vojskarsko planoto predstavlja anizijsko stopnjo plastnati dolomit, ki lateralno prehaja v neplastnati dolomit s konglomeratnimi vložki in leži konkordantno na spodnjetriasnih plasteh. Debelina anizijskega dolomita znaša 100 do 350 m (B u s e r, 1986).

V srednjem ali v spodnjem delu zgornjega anizija se je začel odpirati Slovenski bazen, na jugu pa se je začejala oblikovati Dinarska karbonatna platforma. Sedimentacija je bila na meji med anizijem in ladinjem prekinjena s kotno erozijsko diskordanco. Ob njej je bila erodirana znatna debelina anizijskega dolomita (Č a r, 1985a, 1990). Ker je bilo ozemlje v tem času razkosano na različno dvignjene bloke, je erozija nekatere bloke prizadela bolj od drugih. Sedimentacija se je nadaljevala šele v langobardu (M l a k a r, 1967, 1969; P l a c e r & Č a r, 1975b).

V ladinijski stopnji so se na prostoru Dinarske karbonatne platforme odlagali tufi, v zgornjem delu pa tudi organogeni temno sivi apnenci in ponekod pisani konglomerat. V tufih najdemo ponekod tudi izlive kisljih in intermediarnih predornin (B u s e r, 1986). Kjer leže langobardske kamnine na skitiju so (večinoma) razviti le najmlajši členi; tuf, tufit z roženci in gomoljasti apnenec, kjer pa leže na anizijskih kamninah, pa so razviti vsi langobardski litološki členi. V Idriji in njeni okolici je sedimentacija v srednjem triasu potekala v okviru Idrijske srednjetriasne tektonske zgradbe (P l a c e r, 1981; Č a r, 1985a, 1990). Sedimentacija se je neprekinjeno nadaljevala v cordevol, ko se je odložil apnenec, ki se je med diagenozo spremenil v neplastnat bel zrnat dolomit. Izjema je območje Idrskih Krnic in Vojskarske planote, kjer leži cordevolski dolomit neposredno na anizijskem dolomitu (M l a k a r, 1969).

Na prostoru Slovenskega bazena so se v ladiniju odlagale kamnine psevdofiljskih skladov. Po mnenju nekaterih avtorjev (Č a r et al., 1981) se je sedimentacija psevdofiljskih skladov nadaljevala še v cordevolu in se zaključila z amfiklinskimi plastmi, po mnenju drugih (B u s e r, 1986) pa so se v cordevolu usedale amfiklinske plasti.

Meja med Slovenskim bazenom in Dinarsko karbonatno platformo, ki je danes znamenovana z izredno zapletenimi medsebojnimi odnosi pestrih ladinijskih kamnin, je potekala približno ob črti Bukovo - Zakriž - Cerkno - Robidensko brdo (Č a r, 1985a). Pri Stopniku, ki spada v prehodno območje med obema paleogeografskima enotama, leži na bazi ladinija ponekod bazalni debelozrnat dolomitni konglomerat, sicer pa tufski litični peščenjak. Na teh kamninah ali pa neposredno na erodirani anizijski

podlagi leži svetlosiv do rožnat organogeni grebenski apnenec. Nad apnencem leži tufski peščenjak, do 250 m debeli izlivi keratofirja, porfirja in mandljastega diabaza ter litični tufski peščenjak, peščeni konglomerat in glinenčevo litični prodnat peščenjak. Ponekod najdemo tudi kristalaste tufe in tufske meljevce. Litologija tega območja kaže na nastanek v območju prevoja v razgibanem plitvovodnem šelfu z vulkaniskim in kopenskim vplivom (Č a r & S k a b e r n e, 1995).

Tektonika

Današnja zgradba idrijsko - cerkljanskega ozemlja je posledica treh faz alpskega gorotvornega cikla (P l a c e r & Č a r, 1975a):

- srednjetriasne faze radialnih prelomov,
- staroterciarne faze gubanja (nastanek narivne zgradbe),
- mladoterciarne faze zmikanja (prelomi NW-SE).

Mnenja o starosti terciarnih tektonskih faz so različna (M l a k a r, 1969; B u s e r, 1976, 1986). Po mojem mnenju je zato ustreznejše kot o staroterciarni in mladoterciarni tektonski fazi, govoriti o starejši terciarni in mlajši terciarni tektonski fazi.

V času srednjetriasne - idrijske tektonske faze (B u s e r, 1980), katere prve znake zasledimo že v zgornjem delu spodnjega skita (P l a c e r & Č a r, 1975b), je prišlo v aniziju najprej do kosanja terena ob subvertikalnih radialnih prelomih v smeri E - W in N - S in s tem do nastanka blokov (M l a k a r, 1967). Sledilo je dvigovanje in spuščanje blokov in ob tem do erozije, ki je nekatere bloke prizadela bolj, druge pa manj. Prvi fazi idrijske tektonike tako pripada kosanje in dviganje terena nad erozijsko bazo, drugi pa izravnavanje terena. Posledica tega dogajanja je erozijska in mestoma kotno erozijska diskordanca, ki zaznamuje mejo med anizijem in ladinijem (Č a r, 1968). Na območju Idrijskega tektonskega jarka je erozija zajela celotno anizijsko skladovnico, ponekod pa tudi starejše, celo karbonske kamnine. (Č a r, 1990). Drugod na območju idrijskega srednjetriasnega tektonskega sistema je erozija zajela le del anizijskih plasti (P l a c e r & Č a r, 1975b). Močnejša tektonska aktivnost se je na območju idrijskega rudišča končala v sr. triasu, v širšem okolju pa se je nadaljevala. Tako imamo na Cerkljanskem pomembne litološke spremembe še v zg. triasu. (P l a c e r & Č a r, 1975a). Idrijska tektonska faza predstavlja prvi močnejši sunek v alpskem orogenem ciklu (P l a c e r & Č a r, 1975a).

V terciarju je pod vplivom močnih tangencialnih pritiskov s severa in severozahoda prišlo do gubanja, luskanja in končno narivanja ozemlja. Posledica je nastanek narivne zgradbe jugozahodne Slovenije (M l a k a r, 1969; P l a c e r, 1981). Ozemlje med Jagrščami in Želinom spada po njuni razdelitvi v Trnovski pokrov. P l a c e r in Č a r (1975a) to starejšo terciarno tektonsko fazo vzporejata s pirenejsko fazo v okviru alpskega orogena in ji, ob dvomu, da gre mogoče celo za starejšo tektoniko od eocena, pripisujeta posteocensko starost. Za razliko od omenjenih avtorjev pa uvršča B u s e r (1976, 1986) to gubanje v mlajši terciar na mejo med tortonijem (badenijem) in sarmatijem.

Končno so v mlajši terciarni tektonski fazi zaradi tangencialnih pritiskov nastali prelomi v smeri NE - SW in NW - SE. Ob njihovih subhorizontalnih ploskvah je prišlo do levih in desnih zmikov, ki so bili dolgi tudi do nekaj kilometrov (P l a c e r & Č a r, 1975a). Prelomi so nastali po sarmatiju oziroma v pliocenu (B u s e r, 1976).

Vulkanizem

Nastajanje ladinijskih kamnin na Idrijskem in Cerkljanskem je v veliki meri povezano s tamkajšnjim vulkanizmom.

Starejši raziskovalci govorijo o dveh vulkanskih erupcijah na Idrijskem (S t u r, 1858; K o s s m a t, 1910; R a k o v e c, 1946). Prva erupcija naj bi bila kopenska, temu dejstvu v prid govore rastlinski ostanki v tufih, vendar blizu morske obale, na kar kažejo amoniti, ki jih S t u r (1858) omenja pri Jablanici južno od Jagršč.

K o s s m a t (1910) trdi, da je druga erupcija prekrila širše območje z lavo, ki pa je bila kasneje razkosana in na nekaterih mestih, na primer pri Jagrščah in Šebreljah, popolnoma erodirana. Če vemo, da je meja ladinija s cordevolom pri Jagrščah normalna, lahko potrdimo trditve kasnejših raziskovalcev o le enem večjem vulkanskem izbruhu (Č a r, 1968; Č a r & S k a b e r n e, 1995; B a v e c, 1996).

R a k o v e c (1946) piše, da sta erupciji povzročili nastajanje kislil felzitskih porfirjev in bolj bazičnih porfiritov. Iskanje ladinijskih vulkanskih stožcev naj bi bilo po njegovem mnenju brezpredmetno, saj si moramo takratne vulkane predstavljati kot linearno razporejene hrbte brez kraterja, ki so nastali pri večkratnih erupcijah ali zaradi večje količine gostejše lave. Tak vulkanizem - vulkanizem z linearnimi erupcijami lahko danes zasledimo na Islandiji.

B e r c e (1962) za razliko od Rakovca govori o verjetno podmorskih erupcijah. Kot središči erupcij najprej (1960) omenja Stopnik in Ravne, kasneje (1962) pa še Vojsko.

Č a r (1968) piše, da je bilo vulkansko delovanje sicer živo skozi ves langobard, večji vulkanski izbruh pa naj bi bil le eden. Dal naj bi material za tufe in tufite, ki zaključujejo langobardsko podstopnjo na vsem idrijskem ozemlju.

Razvoj ladinijskih plasti med Jagrščami in Želinom

Na kartiranem območju si v normalnem zaporedju sledi več različkov karbonatnih in vulkanoklastičnih kamnin, ki se med seboj lateralno in vertikalno pogosto izmenjujejo (slike 1-3). Kamnine imajo jasno izraženo plastnatost. Z manjšimi odstopanji vse plasti vpadajo proti zahodu s povprečnim vpadom približno 30°. Debelina ladinijskih skladov se spreminja od 20 m na skrajnem severnem robu, do 110 m v profilu južno od Jagršč.

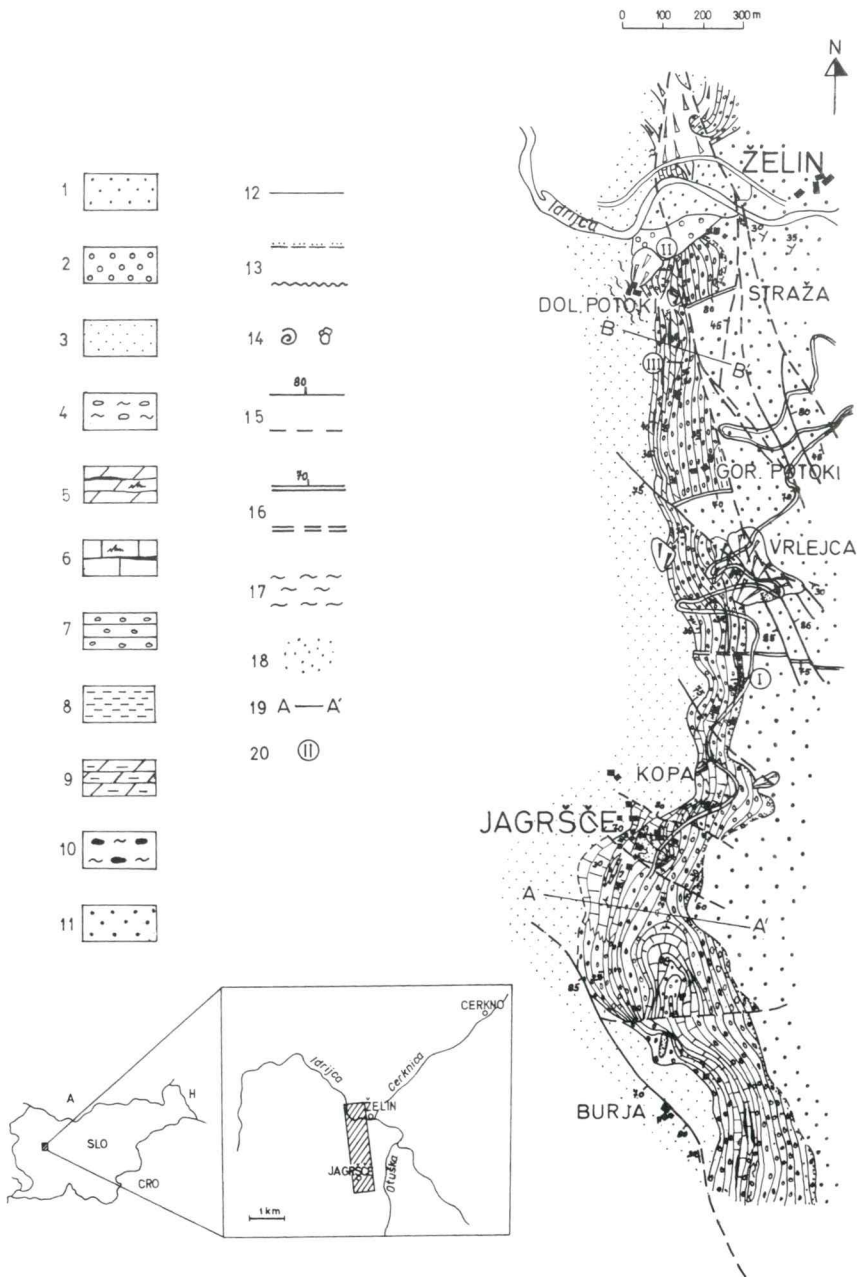
Metode terenskega in laboratorijskega dela

Kartiral sem v merilu M 1 : 5000. Stratigrafske podatke sem zbiral predvsem na ozkem pasu ladinijskih kamnin in v njegovi najožji okolici, za zbiranje podatkov o tektonski zgradbi ozemlja pa sem kartirano območje razširil nekoliko širše v bližnja anizijski in cordevolski dolomit. Izbral sem tri reprezentativne profile, ki sem jih podrobneje sedimentološko opisal in na podlagi pridobljenih makroskopskih in mikroskopskih podatkov interpretiral paleokolje.

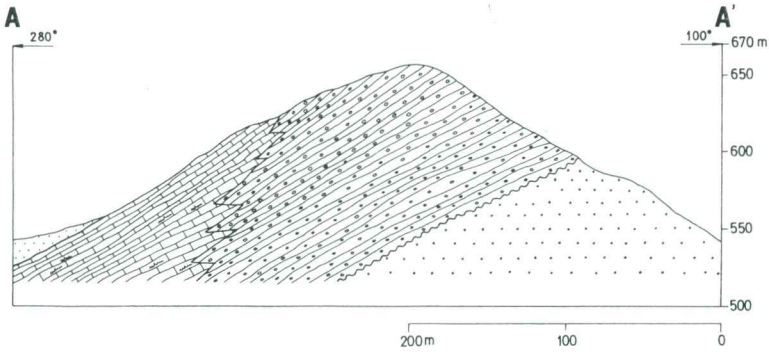
Za poimenovanje karbonatnih kamnin sem uporabil splošno uveljavljeno kombinacijo klasifikacij po F o l k u (1962) in D u n h a m u (1962).

Sestavo plagioklazov sem določal mikroskopsko s pomočjo krivulje za določanje sestave plagioklazov, zraščeni po albitnem zakonu (R o g e r s & K e r r, 1942).

Za klasifikacijo vulkanoklastičnih kamnin sem uporabljal prirejeno tabelo za klasifikacijo glede na velikost zrn, ki jo predlagajo M c P h i e in soavtorji (1993).

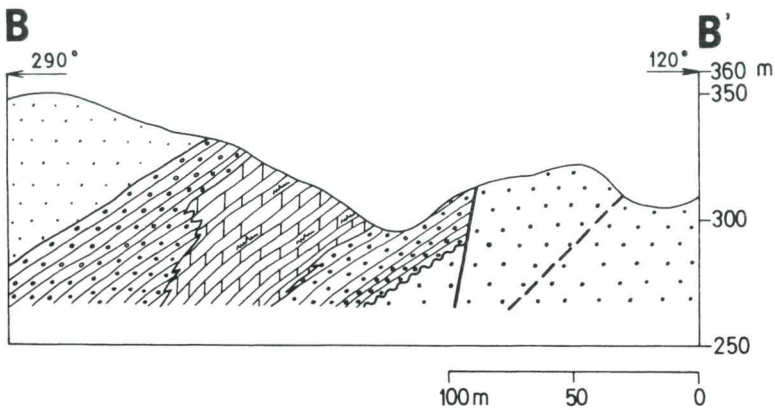


Sl. 1. Geološka karta ozemlja med JAGRŠČE in ŽELINOM
 Fig. 1. Geological map of the area between JAGRŠČE and ŽELIN



Sl. 1a. Geološki profil A - A'

Fig. 1a. Geological cross-section A - A'



Sl. 1b. Geološki profil B - B'

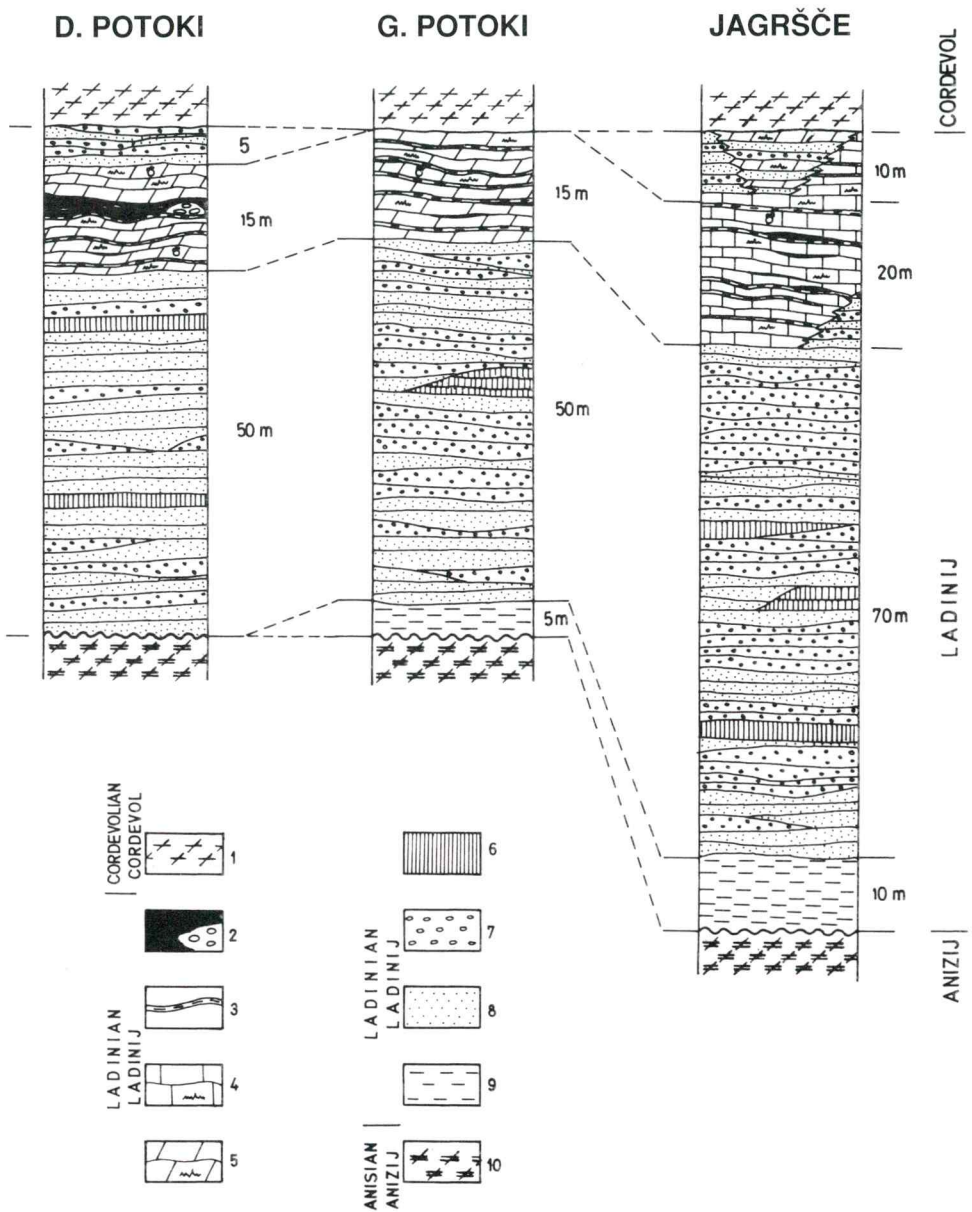
Fig. 1b. Geological cross-section B - B'

Legenda k slikam 1, 1a in 1b

1 Prod - kvartar; 2 Konglomerat - kvartar; 3 Neplastnat dolomit - cordevol; 4 Apnenčev konglomerat s tufskim vezivom - ladinij; 5 Okremenjen dolomit z vložki laporovca in antracita - ladinij; 6 Okremenjen apnenec z vložki laporovca in antracita - ladinij; 7 Pelitski, debeložrnat in lapilni tuf - ladinij; 8 Pelitski tuf - ladinij; 9 Tankoplastnat dolomit - ladinij; 10 Bazalni konglomerat - ladinij; 11 Neplastnat in plastnat dolomit - anizij; 12 Normalna geološka meja; 13 Erozijska meja; 14 Fosilni ostanki; 15 Terciarni prelom, viden, pokrit; 16 Srednjetriasi prelom, viden, pokrit; 17 Razpoklinska cona; 18 Milonitna cona; 19 Geološki profil; 20 Detajlni profil

Legend to figs. 1, 1a and 1b

1 Gravel - Quaternary; 2 Conglomerate - Quaternary; 3 Non-bedded dolomite - Cordevolian; 4 Conglomerate with tuffaceous matrix - Ladinian; 5 Silicified dolomite with coal intercalations - Ladinian; 6 Silicified limestone with coal intercalations - Ladinian; 7 Andesite lapilli, coarse-grained and pelitic tuffs - Ladinian; 9 Dolomitized pelitic tuff - Ladinian; 10 Basal breccia and conglomerate - Ladinian; 11 Dolomite - Anisian; 12 Conform geological boundary; 13 Geological disconformity; 14 Fossils; 15 Younger faults - Tertiary; 16 Older faults - Middle Triassic; 17 Fractured zone; 18 Milonite zone; 19 Geological cross-section; 20 Detailed cross-section



Sl. 2. Litološki stolpci ozemlja med Jagrščami in Želinom
 Fig. 2. Lithological columns of the area between Jagršče and Želin



Sl. 3. Tektonska meja med apnencem z antracitnimi vložki (levo)
in piroklastičnimi kamninami (desno)

Fig. 3. Tectonic boundary between limestone with antracite intercalations
(left) and pyroclastic rocks (right)

Legenda k sliki 2

1 Neplastnat dolomit; 2 Antracit s konglomeratom; 3 Laporovec; 4 Okremenjen plastnat apnec; 5 Okremenjen plastnat dolomit; 6 Pelitski tuf; 7 Lapilni tuf; 8 Debelozrnat tuf; 9 Dolomitiziran pelitski tuf; 10 Neplastnat in plastnat dolomit

1 Massive dolomite; 2 Antracite with conglomerate; 3 Marlstone; 4 Silicified layered limestone; 5 Silicified layered dolomite; 6 Pelitic tuff; 7 Lapilli tuff; 8 Coarse-grained tuff; 9 Dolomitized pelitic tuff; 10 Massive and layered dolomite

Opis kartiranih enot

Anizijska stopnja

Najstarejši litološki člen na kartiranem ozemlju je anizijski dolomit. V spodnjem delu prevladuje neplastnat svetlosiv do bel debelozrnat dolomit, ki se lateralno izmenjuje s tanko do debeloplastnatim mikritnim dolomitom. Zadnji je pogosto laminiran. Vzrok laminacije so ponekod stromatolitne tvorbe. V zbruskih pogosto opazimo tudi izsušitvene pore in razpoke, zapolnjene z dolosparitnim cementom.

V zgornjem delu najdemo le še tankoplastnat dolomit, ki ga na nekaterih mestih zamenjuje kataklastična monomiktna dolomitna breča - posledica srednjetriasne tektonike. Izdanke breče najdemo pri kmetijah v Gorenjih in Dolenjih Potokih.

V najvišjem delu tankoplastnatega dolomita nastopajo med plastmi tudi neravne emerzijske površine, ki tako kot konglomerat kažejo na tektonsko aktivnost in dvigovanje nad erozijsko bazo. Zanimivo je, da v dveh najstarejših emerzijskih površinah, ki ležita 8,5 m in 10 m pod mejo anizij - ladinij, najdemo razen dolomita le še železove okside in minerale glin. Višje, tik pod mejo z ladinijem se v mineralni združbi pojavi še kremen. To kaže na začetke vulkanske aktivnosti na meji anizij - ladinij.

V dolomitu je bila določena foraminifera *Meandrospira dinarica*, ki je vodilna za anizijsko stopnjo.

Mejo anizij - ladinij predstavlja močna erozijska in mestoma kotno erozijska diskordanca.

Ladinijska stopnja

Dolomit

Ob cesti Želin - Jagršče se južno od Vrlejce ladinijska stopnja začena s tankoplastnatim svetlorjavim dolomitom. Pojavlja se le na nekaj deset kvadratnih metrih. Rentgenska posnetka sta pokazala, da gre za izjemno čist dolomit. Dolomikrit je deloma že rekristaliziran v dolosparit. V tej kamnini najdemo domnevno biogene ostanke, ki pa niso določljivi.

Rentgenska posnetka sedimenta, odvzete z neravnih emerzijskih površin, ki se pojavljajo v dolomitu, sta pokazala prisotnost glincev, ki pričajo o bližnji vulkanski aktivnosti.

Bazalna breča in konglomerat

Južno od Vrlejce se ladinij ponekod začena z bazalno brečo, ki leži na erodirani anizijski podlagi. Sestavljajo jo do 40 cm veliki dolomitni bloki in dolomitno vezivo. Na nekaterih mestih so klasti zaobljeni, tako da lahko kamnino imenujemo tudi bazalni (blokovni) konglomerat.

Dolomitiziran pelitski tuf

Ladinijska stopnja se pri Gorenjih Potokih in vzhodno od Jagršč začena s svetlozelenim močno dolomitiziranim pelitskim tufom v plasteh debeline 3 - 15 cm. Rent-

genska analiza tufa je pokazala, da je sestavljen iz kremenca, glincev in dolomita. Dolomit nastopa kot cement. Debelina doseže 10 m.

Menjavanje andezitnega lapilnega tufa, debelozrnatega tufa in pelitskega tufa

Naštete kamnine se tako pogosto izmenjujejo, da jih pri kartiranju ni bilo mogoče ločevati kot posamezne litološke enote.

Pokrivajo največji del kartiranega ozemlja. So temnosive in temnozeleno barve. Dosežejo debelino 50 do 70 m. Pojavljajo se v plasteh debelih od 3 do 40 cm in se vertikalno in lateralno pogosto izmenjujejo. Ponekod se v laminah izmenjujejo tudi znotraj ene plasti. Tu in tam lahko znotraj plasti opazimo tudi gradacijo.

V lapilnem tufu prevladujejo odlomki predornin in kosi bolj ali manj sericitiziranega plovca ter steklasta osnova. Manj je glincev kisle in srednje sestave (oligoklaz in andezin), kremenova zrna pa so zelo redka. Imenujemo ga lahko steklast kristalolitični lapilni andezitni tuf (McPhie et al., 1993).

V debelozrnatem tufu glinenci (oligoklaz in andezin) prevladujejo nad litičnimi zrnji, plovcem in steklasto osnovo. Gre torej za steklast litičnokristalni debelozrnat andezitni tuf. V njem se pojavljajo tudi redka zrna kalcedona.

Tudi pelitski tuf ima najbrž (kolikor se da oceniti s pomočjo rentgenskega posnetka) podobno sestavo kot prej omenjeni kamnini.

Ob cesti, 30 m NE od jagrške cerkve se 10 m pod mejo s cordevolskim dolomitom med ladinijskimi tufskimi plastmi pojavijo tudi redke plasti okremenjenega dolomita. Takšnega primera drugod na kartiranem območju ne zasledimo.

Karbonatne kamnine z vložki antracita

Piroklastične kamnine na kartiranem ozemlju lateralno in vertikalno prehajajo v črn okremenjen dolomit in apnenc.

Okremenjen zgodnjediagenetski dolomit

Temnosiv do črn zgodnjediagenetski dolomit se pojavlja v zgornjem delu ladinijske stopnje, med Dolenjimi in Gorenjimi potoki pa se z njim ladinij celo zaključuje. Največja debelina dolomitnih plasti je 20 m. Dolomit je plastnat, predvsem v spodnjem delu pa tudi gomoljast. Plasti so debele 3 do 60 cm in jih ponekod ločijo do 1 cm debele pole laporovca s primesjo tufskega meljevca. Dolomit je bolj ali manj okremenjen. Za okremenitev so bile najbolj dovzetne številne razpoke in lupinice organizmov. Dolomitu je primešano tudi nekaj tufskega materiala, ki ga mikroskopsko ni videti.

Mikrofosili so močno rekristalizirani, zato je težko ugotoviti kaj več kot to, da gre za ostrakode in morda za foraminifere iz družine ?Duostominidae.

Med dolomitnimi plastmi najdemo mestoma vložke antracita, meljevca in peščenjaka. Med Dolenjimi in Gorenjimi Potoki je taka plast debela kar 55 cm, sicer pa se debelina giblje med 1 in 20 cm.



Sl. 4. *Protrachyceras archelaus* iz gomoljastega apnenca jugozahodno od Vrlejce. Ladinij
Fotografija 5,4 × 3,7 cm. Foto: M. Grm.

Fig. 4. *Protrachyceras archelaus* from the nodular limestone SW of Vrlejca hill. Ladinian
Photo size: 5,4 × 3,7 cm. Photo: M. Grm.



Sl. 5. Lumakela školjk iz rodu *Posidonia* iz gomoljastega apnenca jugozahodno od Vrlejce.
Ladinij. Fotografija 12,4 × 8,4 cm. Foto: M. Grm.

Fig. 5. *Posidonia lumachelle* from the nodular limestone, SW of Vrlejca hill. Ladinian.
Photo size: 12,4 × 8,4 cm. Photo: M. Grm.

Okremenjen apnenec

Podobne lastnosti kot zgoraj opisani dolomit ima tudi biomikritni apnenec, ki nastopa v okolici Jagršč in na najsevernejšem izdanku ladinija na severni strani Idrije. Ker do dolomitizacije ni prišlo, so fosilni ostanki mnogo boljše ohranjeni. Prevladujejo odlomki ostrakodov in nedoločeni fosilni ostanki okroglih oblik. Fosili skupaj predstavljajo tudi do 60% kamnine. V apnencih se pojavljajo tudi lepo razviti onkoidi veliki do 1,5 cm. Ti nikjer ne predstavljajo več kot 5% kamnine.

Mikrofosilni ostanki so nadomeščeni in ponekod zapolnjeni s sparitom, ostanek pa predstavlja mikrit in bituminozna snov. V gomoljastem apnencu iz cestnega useka zahodno od Vrlece smo tik pod mejo s cordevolskim dolomitom določili *Protrachyceras archelaus* (sl. 4), *Daonella lomelli*, in plast s pozidonijami (sl. 5). Pregled vzorcev, odvzetih iz okremenjenih plasti ob cesti pri Jagrščah, v katerih smo pričakovali radiolarije, je dal negativen rezultat.

Vsebnost bituminozne snovi se spreminja. Največ, po mikroskopski oceni ponekod kar do 40%, je vsebujejo gomoljasti apnenci. Razlike v vsebnosti organske snovi se odražajo z laminacijo. Kremen se v apnencih pojavlja zelo podrejeno in sicer v obliki klastov makrokristalnega kremenca in kalcedona, njegova vsebnost pa ne presega 1%. Izjema so pole in konkretije (gomolji) roženca, ki se pojavljajo v teh apnencih.

S pomočjo fosilnih ostankov je bila že pri predhodnih raziskavah dokazana langobardska starost apnenca (B u s e r, 1986; G o r i č a n & B u s e r, 1990; K o l a r - J u r k o v š e k, 1990).

Apnenčev konglomerat s tufitskim vezivom

Na enem samem mestu - vzhodno od Burje je v plasteh lapilnega tufa viden vložek konglomerata. Podobna kamnina je izdanjala tudi v cestnem useku kakšnih 150 m severovzhodno od jagrške cerkve, vendar je danes ta izdanek pokrit (ustno poročilo, J. Č a r).

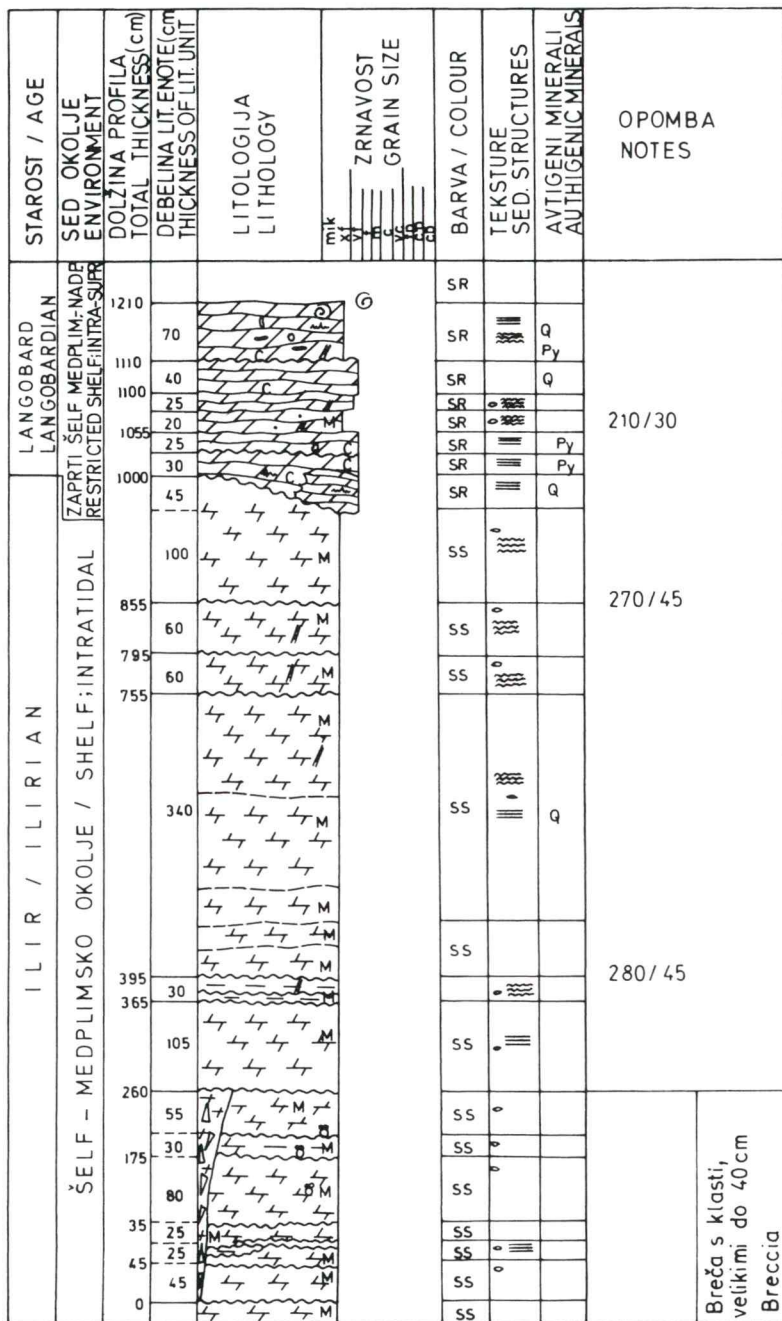
Polzaobljeni in zaobljeni klasti (80%) so veliki od 0,1 mm do 20 cm. Plavajo v osnovi in niso orientirani. Zelo redki so točkovni kontakti. Prodniki so ladinijske starosti. Med njimi se pojavljajo prodniki mikritnega apnenca, sparitnega apnenca in dolomita, izolirani apnenčevi onkoidi ter prodniki kremenca in mikrokristalnega kremenca. Apnenčevi prodniki prevladujejo.

Vezivo predstavlja tufitski meljevec s posameznimi prepoznavnimi zrni plagioklazov - andezina.

Cordevolska podstopnja


















Dolomit

Najvišji stratigrafski člen na kartiranem ozemlju je masiven debelozrnat in porozen svetlosiv do bel dolomit. Na langobardske kamnine nalega konkordantno.



Sl. 6. Profil I - Jagršče

Fig. 6. Cross-section I - Jagršče

	Pelitski tuf Pelitic tuff	L	Limonit Limonite
	Debeloznat tuf Coarse-grained tuff	Q	Kremen Quartz
	Lapilni tuf Lapilli tuff	S	Sericit Sericite
	Laporovec s tufskim meljevcem Marlstone with tuffaceous siltstone	—	Oster prehod med plastmi Sharp bed contact
	Tankoplastnat dolomit Thinlayered dolomite	•••••	Jasen prehod med plastmi Distinct bed contact
	Dolomitna breča Dolomite breccia	— — — —	Postopen prehod med plastmi Gradational bed contact
	Antracit s konglomeratom Antracite with conglomerate	~~~~~	Emerzijska površina Emersion plane
	Plastnat dolomit Layered dolomite	~~~~~	Kotno erozijska diskordanca Angular unconformity
	Ostrakodi Ostracods	— — — —	Normalna postopna zrnastost Grading
	Makrofosili Macrofossils	— — — —	Inverzna postopna zrnastost Inverse grading
	Foraminifere Foraminifers	====	Vzporedna laminacija Parallel lamination
	Problematični organizmi Non-determined bioforms	— ^ —	Stilolitski šivi Stylolites
	Skeletne alge Skeletal algae	○	Izsušitvene pore Fenestral structures
	Intraklasti Intraclasts	~~~~~	Stromatoliti Stromatolites
	Plastiklasti Plasticlasts	TSZ	Temnosivozelena Dark grayish green
	Organska snov Organic matter	SSZ	Svetlosivozelena Light grayish green
	Peleti Pellets	SS	Svetlosiva Light gray
Py	Pirit Pyrite	SR	Sivorjava Grayish brown
D	Dolomit Dolomite	Č	Črna Black
C	Kalcedon Calcedony	C	Sparit Sparite
		M	Mikrit Micrite

Legenda k slikam 6, 7 in 8

Legend to figs. 6, 7 and 8

Tektonika

Kartirano ozemlje, ki pripada Trnovskemu pokrovu (P l a c e r, 1981), sekata dve generaciji prelomov.

Starejši - srednjetriasni prelomi, ki so posledica idrijske tektonske faze (B u s e r, 1980), potekajo v smeri E - W. Ob takih prelomih najdemo sprijeto tektonsko brečo v anizijskem dolomitu.

Bolj izraziti so mladoterciarni prelomi v smeri NW - SE, postsarmatijske oziroma pliocenske starosti (B u s e r, 1976), vendar je tudi ob njihovih subvertikalnih ploskvah prišlo le do krajših desnih zmkov. Največji premik (približno 50 m) je viden v vasi Jagršče. Ti prelomi so vzrok za obsežne milonitne cone v anizijskem in predvsem v cordevolskem dolomitu, v katerih so si ponekod domačini uredili peskokope. Pomembnejši regionalni prelom je Kneški prelom (B u s e r, 1986), ki prečka kartirano ozemlje severno od Burje.

Ob kombinaciji srednjetriasnih in mladoterciarnih prelomov je pri Dolenjih in Gorenjih Potokih prišlo do dvigovanja blokov in ob tem do povečane erozije

K o l a r - J u r k o v š k o v a (1990) omenja nariv pri Želinu, kjer so ladinijske in cordevolske plasti narinjene na spodnjetriasne kamnine, vendar na kartiranem ozemlju narivnice nisem ugotovil. Nariv je vrisan tudi na OGK SFRJ M 1:100 000, list Tolmin (B u s e r, 1987).

Opisi profilov

Na kartiranem ozemlju smo izbrali tri kratke in čimbolj reprezentativne razgaljene profile. V litostratigrafskem zaporedju si s prekinitvami od spodaj navzgor sledijo profili I, II in III. Profil I je posnet na meji anizij - ladinij, profil II znotraj zaporedja ladinijskih piroklastitov in profil III znotraj ladinijskega dolomita (sl. 1).

Profil I - Jagršče

Profil I (sl. 6) je posnet na meji med anizijem in ladinijem, ki ga na tem mestu zaznamuje kotno erozijska diskordanca. Debelina profila je 12,10 m.

Anizijska stopnja

Dolomit in dolomitna breča

Profil začenja s svetlosivim plastnatim anizijskim dolomitom. Kamnina je homogena, redkeje slabo laminirana ali stromatolitna. Plasti so debele od 25 do 45 cm in vpadajo proti zahodu s povprečnim vpadom 275/45. Plastnatost je dobro izražena. Plasti so ločene z lezikami ali z emerzijskimi površinami. Emerzijske površine so prevlečene s sedimentom sestavljenim iz železovih sulfidov, oksidov in hidrooksidov ter mineralov glin (glinenih mineralov in sljud).

Prevladuje zgodnjediagenetski dolomikrit - mudstone, ki je mestoma rekristaliziran v dolomikrosparit. V njem so pogoste izsušitvene pore nepravilnih oblik velike do 0,5 cm. Njihov delež se spreminja od 5 do 30%. Zapolnjene so z mozaičnim dolosparitnim cementom, ki nastopa v subhedralnih in euhedralnih zrnih, velikih do 0,6 mm.

Nezapolnjeni del por predstavlja poroznost, ki znaša največ 3%. Izjemoma najdemo v dolomitu tudi geopetalne teksture. Dolomikrit mestoma prehaja v stromatolit (biomikrit) - boundstone, še redkejši pa je dolomikrit, sestavljen iz plastiklastov (intradolomikrit) - wackestone. Stromatoliti nastopajo v do 0,5 cm debelih pasovih. So mikritni, vmesni prostori pa so zapolnjeni s sparitnim cementom.

V dolomitu najdemo razen skeletnih alg in zelo redkih, do 0,2 mm velikih peletov, še foraminifero *Meandrospira dinarica*, ki je značilna za ilirsko podstopnjo anizija.

Dolomit je mestoma rahlo okremenjen (do 2%). Mikrokristalni kremen nadomešča dolosparitni cement v porah.

V spodnjem delu profila najdemo v dolomitu sinsedimentne razpoke, ki so zapolnjene z monomiktno dolomitno brečo. Na sinsedimentne deformacije kaže podatek, da kar 60% površine klastov predstavljajo od 0,1 do 0,3 mm veliki plastiklasti. Klasti v breči so veliki do 40 cm, vezivo med njimi (po približni oceni ga ni več kot 5%) pa je iz limonitiziranega dolomikrita.

Mejo anizijskega dolomita z zgoraj ležečim ladinijskim dolomitom predstavlja kožno erozijska diskordanca (sl. 9).

Ladinijska stopnja

Dolomit

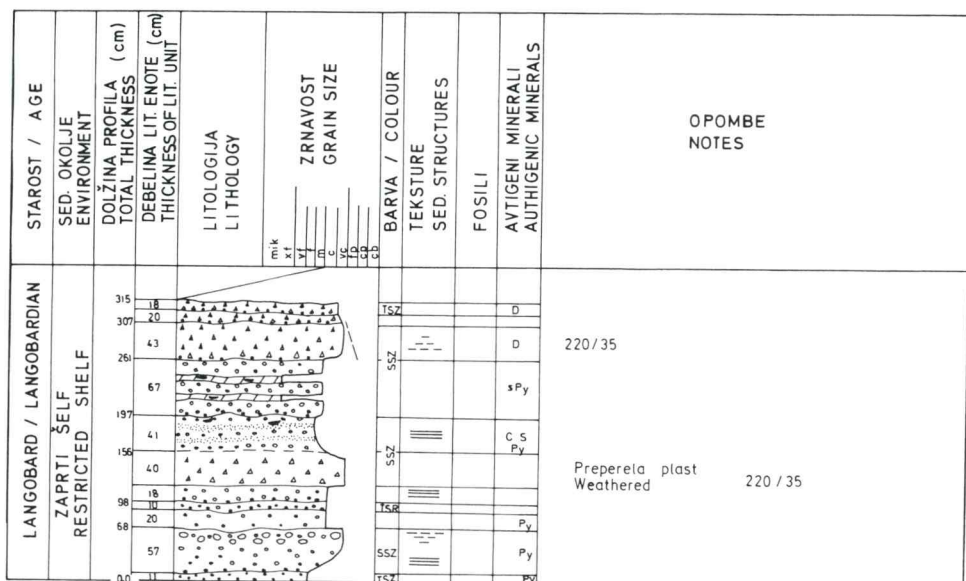
Ladinijske plasti se začenjajo z dolomitom. Vpad plasti se v ladinijskem delu profila spremeni na 210/30. Plasti so debele le 2 do 12 cm. Na dveh mestih so plasti v profilu ločene z neravnimi emerzijskimi površinami. Dolomit je svetlosive do svetlorjave barve, je zgodnjediagenetski, delno ali v celoti rekristaliziran.

Zanimivo je, da v dolomitu ni nikakršnih sledov vulkanizma. Rentgenska posnetka vzorcev sta pokazala sliko idealno čistega dolomita. Zato pa se vulkanogeni material pojavlja na emerzijskih površinah med dolomitnimi plastmi. Rentgenogrami so pokazali, da se poleg dolomita in drugotnih mineralov najprej pojavi kremen, višje v profilu pa se mu pridružijo še minerali glincev.

V spodnjem delu je dolomit spariten in mikrospariten s hipidiotopično strukturo, po Dunhamu kristalinični dolomit. V njem najdemo redka popolnoma okrogla polja velikosti do 40 μm , ki so zapolnjena s sparitnim cementom. Izvora jim žal nismo mogli določiti, predvidevam pa, da gre za bioklaste. Medzrnske poroznosti v kamnini je od 0 do 25%. Kot avtigena mineral se pojavljata mikrokristalni kremen (do 1%), ki se ponekod združuje v polja velika do 30 μm in pirit (do 1%) v nepravilnih presekih velikih do 30 μm .

V zgornjem delu preide kristalinični dolomit v dolomikrit in laminiran dolomikrosparit. V njem se pojavljajo redki peleti, lupinice ostrakodov, polžev in nedoločljivi bioklasti, ki lahko skupaj predstavljajo do 50% kamnine. Laminacija je ponekod posledica stromatolitnih tvorb. Stromatoliti so dolomikritni ali dolomikrosparitni, vmesni prostori pa so zapolnjeni z dolosparitom. V najvišjem delu profila najdemo tudi zaobljene klaste mikrokristalnega kremenca (1%) velike do 5 mm. Pogoste so izsušitvene pore velike do 0,5 cm (do 30% znotraj posameznih lamin), ki so zapolnjene z euhedralnim in subhedralnim mozaičnim dolosparitnim cementom. Ta zapolnjuje tudi redke žilice.

Kamnina je delno okremenjena. Do 2% por zapolnjuje tudi avtigeni mikrokristalni kremen, ki nadomešča dolosparitni cement. Kot avtigeni mineral nastopa še pirit v nepravilnih zrnih velikih do 0,2 mm (do 1%).



Sl. 7. Profil II - Dolenji Potoki. Legenda pri sl. 6.

Fig. 7. Cross-section II - Dolenji Potoki. Legend on fig. 6.

Profil II - Dolenji Potoki

V profilu II (sl. 7) se menjujejo od 10 do 67 cm debele ladinijske plasti lapilnega in debelozrnatega tufa z laminami pelitskega tufa. Zaporedje tufskih plasti je prekinjeno z dolomitnim vložkom. Plastnatost je izražena s hitrimi postopnimi prehodi. Vpad plasti znaša 220/35. Barva kamnin v profilu se spreminja od svetle do temne sivozelenne. Gre za prave piroklastične kamnine nastale s podvodnim usedanjem piroklastičnega materiala. Debelina profila je 315 cm.

Lapilni andezitni tuf

Lapilni andezitni tuf se pojavlja v plasteh debelih 18 do 43 cm. Nastopa v večih različnih. Glede na vsebnost posameznih komponent sem ločil kristalni steklastolitični, kristalolitični steklast, steklast kristalolitični in steklast litičnokristalni različek.

Struktura tufa je večinoma homogena, zrna so neorientirana in nesortirana, le v zgornjem delu lahko opazujemo slabo razvito normalno postopno zrnnavost. Fosilov ni. V steklasti, pogosto močno devitrificirani in sericitizirani osnovi (25 - 60%) plavajo od 10 µm do 7 mm velika litična in steklasta zrna ter zrna plagioklazov.

Velikost plagioklazovih zrn se giblje med 5 µm in 0,4 mm. Zrna so euhedralna, do 10% je fragmentiranih. Preseki so polpodolgovati do polizometrični, pogosto je dvojčično zraščanje po albitnem zakonu, redkejša so conarna zrna. V njih opazujemo vključke albita, neprozornih mineralov in apatita. Enakovredno sta zastopana ande-

zin in oligoklaz. Plagioklazi tvorijo od 10 do 30% kamnine. Oligofirskih litičnih zrn z devitrificirano steklasto osnovo je 20 do 45%. So nepravilnih oblik in so velika od 0,1 do 5 mm. Kontakt z osnovo je nazobčan ali raven. Poleg osnove jih grade še plagioklazi (andezin, oligoklaz) z delno korodiranimi robovi, ob katerih ponekod opazujemo strukturo rotacije. Zrn stekla in plovca je 5-20%. So izrazito nepravilnih oblik in so velika 10 μm do 3 mm. Ker so, tako kot osnova, močno devitrificirana, jih včasih težko ločimo od osnove s katero se stikajo z ravnimi ali nazobčanimi kontakti.

Na nekaterih mestih je prišlo do dolomitizacije kamnine, ki je prizadela predvsem litična in steklasta zrna, ponekod pa tudi osnovo. Vpršeni dolomikrit predstavlja največ 10%.

Debelozrnati andezitni tuf

Svetlosivozelen debelozrnat tuf se pojavlja kot kristalolitični steklast in steklast litičnokristalni debelozrnat andezitni tuf. Kamnina je pogosto bolj ali manj izrazito laminirana. V spodnjem delu opazujemo tudi slabo izraženo inverzno postopno zrnnavost.

Mikroskopsko je struktura homogena, nesortirana in neorientirana. Devitrificirane in mestoma sericitizirane steklaste osnove je po oceni 10 do 30%. Ocena je približna, ker je zrna plovca in stekla na nekaterih mestih nemogoče ločiti od osnove. V osnovi plavajo ali pa se stikajo z ravnimi in točkovnimi kontakti od 10 μm do 2 mm (izjemoma do 5 mm) velika zrna stekla, plovca, plagioklazov in litična zrna. Zrna plovca ponekod prehajajo v psevdoosnovo.

Med plagioklazi, ki pokrivajo 10 do 50% kamnine prevladuje andezin, oligoklaz se pojavlja podrejeno. Euhedralna in subhedralna polpodolgovata zrna in zrna vmesnih oblik so velika 30 μm do 0,9 mm. Pogosto opazujemo dvojčično zraščanje po albitnem zakonu, redkeje pa conarna zrna. Do 5% zrn je fragmentiranih. Oligofirska litična zrna predstavljajo 5 do 30% kamnine. Velika so od 70 μm do 5 mm in se z osnovo stikajo z ravnimi ali nazobčanimi kontakti. Osnova v zrnih je močno devitrificirana in mestoma sericitizirana. Plagioklazi, ki so ujeti vanjo imajo euhedralne polpodolgovate do polizometrične preseke in se pogosto dvojčično zraščajo. Redkejši so conarni plagioklazi. Robovi plagioklazov kažejo sledove korozije, v njih najdemo redke paličaste vključke apatita.

Kot avtigeni minerali se v debelozrnatem tufu pojavljajo kremen, kalcedon in pirit, ki skupaj ne presežejo 3%. Avtigen je seveda tudi zelo pogosti sericit.

Pelitski andezitni tuf

V laminah debelih do 2 mm se v debelozrnatem tufu pojavlja tudi pelitski tuf. Prehodi med laminami so ostri. Kamnina je laminirana tudi mikroskopsko. Takšna laminacija je izražena z različno zrnnavostjo plagioklazov.

V mikrokristalni osnovi (80%) plavajo zrna glinencev in litična zrna, velika 5 μm do 50 μm , izjemoma do 1.8 mm.

Glinenci tvorijo 15% kamnine. V drobnozrnatih laminah so veliki od 5 μm do 50 μm , povprečno 10 μm , v debelejezrnatih pa od 5 μm do 150 μm , povprečno 40 μm . Zrna so neusmerjena, preseki so euhedralni in subhedralni, polizometrični do polrazpotegnjeni, pojavljajo se tudi so fragmentirana zrna (približno 5%). Litična zrna so

velika od 0,3 mm do 1,8 mm, povprečno 0,8 mm. Gre za devitrificirana zrna stekla in plovca z vključki mikrokristalnih plagioklazov. Stik z osnovo je nazobčan ali raven. Tvorijo 5% površine vzorca. Devitrificirana steklasta zrna nastopajo v oglatih, mestoma delno zaobljenih zrnih velikosti od 0,1 mm do 0,8 mm, ki pokrivajo 5% površine.

V kamnini se pojavljajo tudi redka, do 70 μm velika zrna, sestavljena iz avtigenega kalcedona.

Dolomit

Znotraj debelozrnatega tufa sta tudi dve, do 10 cm debeli plasti temnosivega dolomita. Kamnina je intradolodismikrit - mudstone do wackestone. Meja s tufom je postopna. V dolomitu je 10% klastov mikrokristalnega kremenca, ki so veliki do 10 μm in prav toliko intraklastov dolomikrosparita. Pomemben delež, kar 20%, zavzemajo tudi izsušitvene pore, ki so zapolnjene z dolosparitnim cementom.

Profil III - Gorenji Potoki

Profil III (sl. 8) je posnet v črnem zgodnjediagenetskem ladinjskem dolomitu z vložki antracita, ki je časovni ekvivalent južneje ležečega črnega apnenca z vložki antracita. Plasti so debele od 11 do 55 cm in vpadajo v smeri 310/35. Debelina profila je 225 cm.

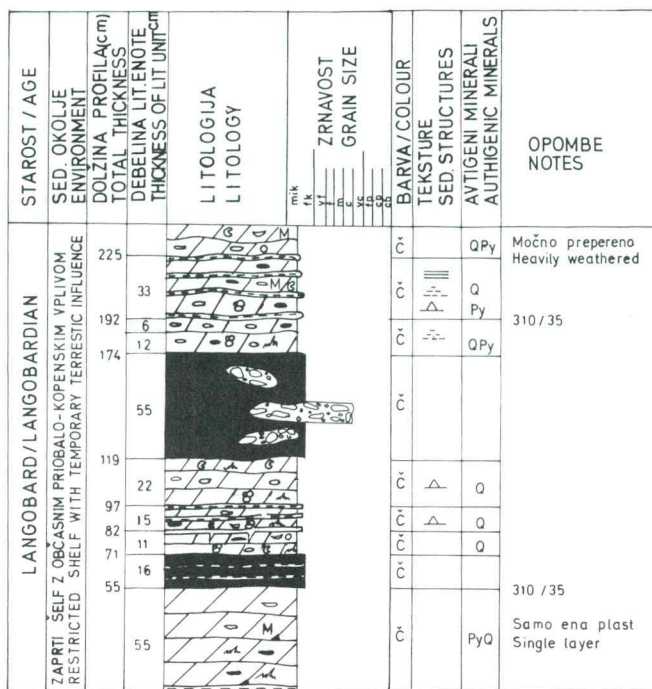
Zgodnjediagenetski dolomit s plami laporovca

Plasti črnega dolomita so debele od 11 do 55 cm. Plastnatost je jasno izražena. Med plastmi so ponekod 0,5 do 2 cm debele pole laporovca, ki se ponekod zajeda tudi v nižjeležeče dolomitne plasti. Takšen primer opazujemo na 192. cm v profilu III, kjer je razpoka v dolomitu zapolnjena s klastičnim materialom, ki vsebuje tudi manj kot 1% močno spremenjenih plagioklazov. Tudi rentgenski posnetek pole laporovca je pokazal vsebnost plagioklazov in kremenca. Zato lahko kamnino imenujemo laporovec s primesjo tufskega meljevca.

Ponekod je dolomit skoraj v celoti sestavljen iz plastiklastov, ki kažejo na sinsedimentacijske deformacije. V njem se pojavljajo klasti roženca, teh je do 40%, do 3% kremenovih klastov in do 5 % dolomitnih. Klasti so veliki do 1 cm. Kamnina je bolj ali manj impregnirana z bituminozno snovjo, katere vsebnost ne preseže 3%. Zaradi različne vsebnosti le te je kamnina ponekod laminirana. Osnovo plastiklastom predstavlja močno okremenjen dolomikrit. Različki dolomita, ki se pojavljajo v profilu so biodolomikrit, intradolomikrit in intrabiodolomikrit, wackestone do packstone.

V kamnini je najprej prišlo do dolomitizacije; mikrosparit je bil nadomeščen z dolomikrosparitom. Sledilo je zapolnjevanje razpok in nadomeščanje fosilov z dolosparitom, ki ga je kasneje delno nadomestil avtigeni kremen. Ponekod so sledovi dolomitnih romboedrov v okremenjenih bioklastih še vidni.

Skladovnico je prizadela tudi postsedimentacijska tektonika. Kot posledica so nastale mnoge žilice zapolnjene z mozaičnim dolosparitnim cementom. Žilice pokrivajo do 20% kamnine. Posebnost so vertikalne (na plastnatost) razpoke na 71. cm, ki so



Sl. 8. Profil III - Gorenji Potoki. Legenda pri sl. 6.

Fig. 8. Cross-section III - Gorenji Potoki. Legend on fig. 6.

napolnjene s sedimentom zgornje plasti - z laporovcem s primesjo tufskega meljevca. Le te so mlajše od razpok zapolnjenih z dolosparitom, vseeno pa je očitno, da so nastale še preden je bila kamnina dokončno litificirana. Na tektonsko aktivnost kažejo tudi stilolitski šivi in nekatera zrna avtigenega makrokristalnega kremenca, ki izrazito valovito potemneva.

V dolomitu najdemo številne rekristalizirane fosilne ostanke, ki skupaj predstavljajo do 5% kamnine. Prevladujejo lupinice ostrakodov, poleg njih pa najdemo še foraminifere iz družine ?Duostominidae in nedoločljive biomorfe velike do 40 μm . Fosilni ostanki so v popolnosti nadomeščeni z dolosparitom, večina pa kasneje še z mikrokristalnim kremenom.

Opisani dolomitni različki so močno okremenjeni. Kremen na nekaterih mestih predstavlja do 40%. Prevladuje vpršeni mikrokristalni kremen, ki se pojavlja tudi v gnezdih velikih do 50 μm . Fosilni ostanki in dolosparit v žilah so ponekod v celoti nadomeščeni z mikrokristalnim, mestoma pa tudi makrokristalnim kremenom. Avtigenega kremenca ponekod ne moremo ločiti od alokemičnega. V zgornjem delu najdemo v dolomitu tudi pirit v ehedralnih izometričnih zrnih velikih do 70 μm .

Antracit

Antracit se pojavlja v plasteh, ena izmed njih je debela kar 55 cm. Gre za premog tipa detrogelit s primesjo detritičnega materiala - klastov dolomita in piroklastičnih kamnin. V premogu najdemo zrna framboidalnega pirit - tako imenovane orudene bakterije. Zanimiv je tudi pojav psevdomorfoze goethita po zrnih glincev v klastih piroklastičnih kamnin.

Interpretacija sedimentacijskih okolij

Profil I - Jagršče

Anizijski zgodnjediagenetski dolomikrit z redkimi peleti in pogostimi stromatoliti je nastajal na območju plitvovodnega šelfa in sicer nad srednjim plimskim nivojem („supratidal“). Občasno je prišlo do prekinitev pri sedimentaciji. Sediment je dosegel vodni nivo in bil izpostavljen subaerskim pogojem. Prišlo je do redukcije sedimenta - nastale so emerzijske površine.

Na meji med anizijem in ladinijem je bil del anizijskega dolomita erodiran, po transgresiji pa se je nanj začel odlagati ladinijski dolomit. Mejo med obema zaznamuje kotno erozijska diskordanca (sl. 9).

Sedimentacijsko okolje je v ladiniju ostalo enako kot v aniziju. Edino velika vsebnost fosilnih ostankov v najvišjem delu profila nam daje slutiti, da se je morje občasno poglobilo vsaj pod srednji plimski nivo. Sedimentacijski bazen je bil sicer enoten, vendar pa morfološko razgiban.

Profil II - Dolenji Potoki

O izvoru piroklastičnega materiala, ki se je usedal na opisanem območju lahko sklepamo na podlagi razmerij med komponentami. V kamninah v profilu II, pa tudi v drugih piroklastičnih kamninah na kartiranem ozemlju, prevladujeta plovec in steklasta faza, kar je značilno za piroklastite, nastale kot posledica eksplozivnih magmatskih erupcij (C a s & W r i g h t, 1993).

O okolju, v katerem so se usedali tufi opisani v profilu II, je le malo zanesljivih podatkov. Eden od kriterijev za ločevanje subakvatsko ali subaersko odloženih tufov je razmerje med velikostmi litičnih zrn in zrn plovca (M c P h i e et al., 1993). Če ne upoštevamo oligofirskih litičnih zrn - to so zrna plovca, v katerih je včasih ujeta le eno ali dve zrni plagioklazov - potem lahko opisanim piroklastitom pripišemo podvodno okolje usedanja. Razmerje med velikostmi litičnih zrn in zrn plovca je namreč manjše od 1:5. O podvodnem (podmorskem) nastanku kamnin v profilu II nas prepričujeta tudi lamini intradolodismikrita v katere prehaja debelozrnat tuf. V dolomitu so pogoste izsušitvene pore in intraklasti, zato gre verjetno za nastanek v občasno medplimskem okolju.

Zanimivo je opazovati vsebnost karbonatov v piroklastičnem materialu. Ni namreč neobičajno, če v tufih najdemo precejšnje količine fosilnih ostankov (H i n t e r - l e c h n e r - R a v n i k & P l e n i č a r, 1967) ali karbonatov. Predvidevam, da je bil dotok piroklastitov občasno tako obilen, da je popolnoma onemogočil nastajanje karbonata. Verjetno je v tufih le skrito nekaj karbonata, ki ga mikroskopsko ne moremo



Sl. 9. Kotno erozijska diskordanca med anizijskim in ladinijskim dolomitom v profilu I - Jagršče

Fig. 9. Angular disconformity between Anisian and Ladinian dolomites within the cross-section I - Jagršče

ločiti, pri rentgenski analizi pa se njegov signal prekrije s signalom avtigenega dolomita. Občasno pa je bil dotok piroklastov le prekinjen, na kar kažejo dolomitne lamine v tufu.

Glede na to, da so piroklastiti v profilu relativno debelo zrnati, povzeman (M c P h i e et al., 1993), da so bili odloženi z usedanjem piroklastičnega materiala v proksimalnem delu glede na center vulkanizma in sicer v šelfnem okolju.

Profil III - Gorenji Potoki

Črn dolomit je nastajal v zaprtem, laguni podobnem šelfu z občasnim povečanim priobalnim oz. kopenskim vplivom, ki ga izkazujejo pole laporovca in prinešena organska snov. Takšno okolje je bilo v podobnih kamninah opisano že pri Stopniku (Č a r & S k a b e r n e, 1995). Stalno primes vulkanogenega materiala v kamninah profila III gre pripisati eroziji starejših piroklastitov, morda pa tudi zelo šibkemu nadaljevanju vulkanske aktivnosti.

Morsko dno je bilo v času odlaganja sedimentov tektonsko aktivno. O tem nam pričajo mnogi plastiklasti v kamnini in zanimive plastične deformacije v črnem dolomitu in apnencu, ki sta ekvivalent dolomita, opisanega v profilu III.

Sklep

V aniziju je mirno sedimentacijo dolomita v šelfnem okolju zmotilo prvo obdobje idrijske tektonske faze (Č a r, 1968; B u s e r, 1980). Najstarejši pokazatelj srednjetriasne tektonike na kartiranem ozemlju so razpoke v anizijskem dolomitu, ki so zapolnjene z monomiktno dolomitno brečo - menim, da gre za neptunske dajke - in srednjetriasni prelomi pri Gorenjih in Dolenjih Potokih. Odlaganje karbonata je bilo v aniziju večkrat prekinjeno, ko je sediment dosegel vodni nivo. Prišlo je do redukcije sedimenta in nastanka emerzijskih površin.

Proti koncu anizija je prišlo do dvigovanja terena nad erozijsko bazo, kar je povzročilo nastanek kotne erozijske diskordance. Ob posameznih bolj dvignjenih blokih je nastajal bazalni ladinjski konglomerat, v nekaterih lagunah pa dolomit z vložki vulkanogenega materiala, ki že kaže na vulkansko dejavnost.

Nadaljevanje sedimentacije je zaznamovano z močno aktivnostjo bližnjega vulkana. V zaprtem šelfu se je v času najmočnejše vulkanske aktivnosti usedal piroklastični material - nastajali so lapilni, debelozrnati in pelitski andezitni tufi. Piroklastične kamnine so nastajale v proksimalnem območju ognjenika z usedanjem piroklastičnega materiala (pyroclastic fall) (M c P h i e et al., 1993). Med krajšimi obdobji zmanjšane vulkanske aktivnosti je prišlo tudi do karbonatne sedimentacije. Takrat so nastale redke tanke plasti dolomita s tufsko primesjo.

Ob dvigovanju blokov so bili nekateri deli erodirani, kar je povzročilo nastanek konglomeratov.

Med plastmi apnenca in dolomita najdemo pole laporovca s primesjo tufskega meljevca, ki kažejo na občasno povečan vpliv s kopnega. Posledica dotoka kopenskega materiala je tudi nastanek plasti antracita z vložki terigenega materiala. Karbonatne kamnine ponekod zaključujejo ladinjsko stopnjo, ponekod pa jih lateralno spet zamenjajo piroklastične kamnine.

Sedimentacija se je iz ladinija neprekinjeno nadaljevala v cordevol, ko se je odložil apnenec, iz katerega je kasneje nastal mlečnobel zrnat dolomit.

Predvidevali smo, da bomo na kartiranem ozemlju ugotovili prehodno območje (po-bočje) med Slovenskim bazenom in Dinarsko karbonatno platformo. Obstojta sicer nekaj podobnosti s prehodnim območjem, ugotovljenim v okolici Stopnika (Č a r & S k a b e r n e, 1995), vendar v kamninah med Jagrščami in Želinom ne zasledimo nobenega vpliva globljemorske sedimentacije. Ozemlje paleogeografsko še vedno spada v platformo, verjetno v bližino mejnega območja, ki ga bo potrebno iskati severneje, nekje med Želinom in prvimi ostanki kamnin globokomorskega razvoja v okolici Cerknega.

Zahvala

Prispevek je nastal kot povzetek diplomskega dela na NTF v Ljubljani. Iskrena hvala mentorju J. Čarju za koristne in obširne napotke pri izdelavi naloge, D. Skabernetu za pomoč pri pregledovanju zbruskov, U. Herlecu za opis premoških obrusov, V. Mikužu in A. Horvatu za določitev fosilov, Š. Goričanovi za pregled vzorcev na radiolarije ter N. Zupančičevi in M. Boletovi za pomoč pri interpretaciji rentgenogramov.

Ladinian carbonate and pyroclastic rocks between Jagrščë and Želin (Slovenia)

Introduction

Tectonic movements that started on the Slovenian carbonate platform in the Lower Triassic (P l a c e r & Č a r, 1975b) led to the final differentiation of the platform into three major paleogeographic units: Dinaric carbonate platform, Slovenian basin and Julian carbonate platform (B u s e r, 1986).

In Ladinian the differentiation has already been completed although tectonic activities have not stopped. Due to tectonism, volcanic activity started all over Slovenian territory at that time. Two consecutive volcanic events were described by the first researchers in the Idrija and Cerklje region (S t u r, 1858; K o s s m a t, 1910; R a k o v e c, 1946), while more recent authors claim only one major volcanic event in Ladinian (Č a r, 1968, Č a r & S k a b e r n e, 1995; B a v e c, 1996).

On the Dinaric carbonate platform the Ladinian layers are separated from the underlying Anisian dolomite by a disconformity, but locally an angular unconformity is present (Č a r, 1985a, 1990). Sedimentation in the Ladinian has not started before the Langobardian (M l a k a r 1967, 1996; P l a c e r & Č a r, 1975b). Typical platform rocks of that age consist of tuffs intercalated with intermediate volcanic rocks, dark organic matter rich limestone and variegated conglomerates found in spots (B u s e r, 1986). Ladinian layers are covered by conformable Cordevolian dolomite (M l a k a r, 1969; B u s e r, 1986).

Ladinian stage in Slovenian basin is marked by deposition of diverse deeper-water clastic sediments of the Psevdozilja Formation. Rock layers of the Psevdozilja Formation are covered by Cordevolian rocks of the Amphiclina Formation (Č a r et al., 1981, B u s e r, 1986).

The boundary area between Slovenian Basin and Dinaric Carbonate platform is marked by complicated association of diverse Ladinian rocks (Č a r, 1985a). Detailed analysis of the boundary area was made at the Stopnik village (Č a r & S k a b e r n e, 1995).

Tectonic structure of Idrija and Cerklje area is a consequence of three stages of the Alpine orogenic cycle (P l a c e r & Č a r, 1975a). In the Middle Triassic radial faults in N-S and E-W direction were formed (M l a k a r, 1967, B u s e r, 1980). This orogenic stage was followed by folding and overthrusting in Tertiary (M l a k a r, 1969; B u s e r, 1976, 1986; P l a c e r, 1981). Finally, in the younger Tertiary, NE-SW and NW-SE faults were formed due to tangential pressure (P l a c e r & Č a r, 1975a; B u s e r, 1976).

Geology of the area between Jagrščë and Želin

A 1:5000 scale map was used for geological mapping (figs. 1, 1a, 1b, 2). Three detailed cross-sections 1:20 to 1:50 scale were analyzed in order to determine paleoenvironmental conditions (figs. 6, 7, 8).

Anisian

The oldest lithostratigraphic unit of the mapped area is a light gray to white, massive to thin-layered, coarse- and fine-grained Anisian dolomite. SS stromatolites are common in fine-grained type. In the upper portion of the unit emergence planes and some cataclastic breccias were found in spots. They both prove tectonic movements were present before deposition of Ladinian sediments. It is known from the surrounding area that some tectonic blocks were uplifted higher than the others (M l a k a r, 1967; Č a r 1968, 1990). *Meandrospira dinarica* was determined to give evidence of Anisian age.

The boundary with rocks of Ladinian age is marked by a disconformity and locally by an angular unconformity (fig. 9).

Ladinian

Ladinian stage in the mapped area consists of carbonate and pyroclastic rocks alternating in lateral and vertical direction (fig. 3).

South of Vrlejšca (Cross section I; fig. 6) less than 10 m of thin-layered light brown dolomite covers the Anisian dolomite. Mineralogical X-ray analyses of the emergence planes show presence of volcanogenic materials.

South of Vrlejšca basal monomict dolomite breccia and conglomerate form the base of Ladinian in spots. Blocks are up to 40 cm in diameter.

At Gorenji Potoki and east of Jagršće about 10 m of dolomitized thin-layered (3 to 15 cm) pelitic tuff layers lay at the base of the Ladinian.

The lithological unit consisting of different tuff varieties - andesite lapilli, coarse-grained and pelitic tuffs - is 50 to 70 m thick. Layers of various tuff types that are 3 to 40 cm thick alternate in vertical as well as in lateral sense. Three main tuff varieties were distinguished (after M c P h i e et al., 1993): vitric-crystal-lithic lapilli tuff, vitric-lithic-crystal coarse-grained tuff and pelitic tuff. Cross-section II was analyzed within this lithological unit (fig. 7).

Layers of silicified carbonate rocks - limestone and dolomite with coal intercalations - alternate with pyroclastic rocks in vertical and lateral sense. Dark gray and black early-diagenetic silicified dolomite forms the upper and somewhere even uppermost part of Ladinian sequence in this area. The sequence of layers, 3 to 60 cm thick, reach the maximum thickness of 20 m. Dolomite is nodular locally in lower parts of the sequence. Some ostracods and ?Duostominidae were found even though microfossils are considerably recrystallized. Layers of anthracite with silt and sandstone, 1 to 55 cm thick, intercalate with the dolomite. Cross-section III has been positioned within this dolomite (fig. 8)

Limestone occurs around Jagršće and at the most northern extent of the mapped territory. It is macroscopically identical to the dolomite described above. There are some differences, though. Limestone is less well silicified and contains up to 40% of bituminous matter. Some chert nodules are present as well. Fossils represent up to 60% of the rock. Ostracods, onkoids and undetermined forms prevail. West of Vrlejšca *Protrachyceras archelaus* (fig. 4), *Daonella lomelli* and *Posidonia* sp. (fig. 5) were found. Langobardian age of the certain limestone has been established by previous researchers (B u s e r, 1986; G o r i č a n & B u s e r, 1990; K o l a r - J u r k o v š e k, 1990).

East of Burja conglomerate was found intercalating with lapilli tuff layers. It consists of limestone clasts (80%) and tuffaceous matrix (20%).

Cordevolian

Light gray and white massive coarse-grained Cordevolian dolomite overlies the Ladinian rocks of the mapped area. The contact is conformable.

Tectonics

The mapped area is cut by two generations of faults. The older ones, originating from the Middle-Triassic Idrija tectonic phase (B u s e r, 1980), cross the area in E-W direction. Younger - Postsarmatian (B u s e r, 1976) strike-slip faults cross the area in NW-SE direction. Minor (max. 50 m) right-hand striking took place along the latter. The area belongs to the Trnovo nappe (M l a k a r, 1969; P l a c e r, 1981).

Paleoenvironmental interpretation

Calm continental shelf sedimentation of carbonates has been disturbed by movements belonging to the first period of the Idrija tectonic phase in Anisian (Č a r, 1968; B u s e r, 1980). Synsedimentary fissures filled with monomictic dolomitic breccia and Middle Triassic faults at Gorenji Potoki and Dolenji Potoki are the main evidence for such conclusion. Emergence planes in the dolomite show that sediments were periodically uplifted above the sea level during sedimentation.

At the end of the Anisian some tectonic blocks were uplifted along the Middle Triassic faults causing the formation of disconformity and angular unconformity. Tuffaceous dolomite was formed in some calm lagoons while basal Ladinian conglomerate accumulated around uplifted blocks.

Sedimentation in Ladinian was marked by volcanic eruptions of nearby volcano. Lapilli, coarse-grained and pelitic tuffs were formed on a calm continental shelf. Underwater sedimentation of pyroclastic material has been proved by grain-size relation between lithic and pumice grains lower than 1:5 (C a s h m a n & F i s k e, 1991; after M c P h i e et al., 1993). Prevailing pumice and vitric phase in tuffs shows that explosive volcanic eruptions caused the formation of volcanoclastic sediments in the area (C a s & W r i g h t, 1993). Sedimentary structures of tuffs are typical for proximal pyroclastic fall deposits (M c P h i e et al., 1993).

Shorter periods of lowered volcanic activity were marked by prevailing carbonate sedimentation. Thin layers of tuffaceous dolomite intercalating with tuffs were formed in such conditions.

Most of carbonate sediments were accumulated after the termination of volcanic activity on calm, lagoon-like shelf. Marl intercalations, anthracite layers and admixture of bituminous matter in dolomite and limestone evidence substantial influx of terrigenous materials.

While uplifting continued from the Anisian through the Ladinian, some conglomerates consisting of limestone clasts and pyroclastic matrix accumulated in spots. Synsedimentary deformations in the limestone and dolomite prove that minor tectonic activities carried on until the end of the Ladinian.

Sedimentation went on continuously to the Cordevolian when white, coarse-grained dolomite was formed.

Conclusions

Anticipation of finding the transitional zone between Slovenian Basin and Slovenian carbonate platform in the area between Jagrščec and Želin proved to be wrong. There is some analogy with the transitional zone rocks described by Čar and Skaberne (1995) in nearby Stopnik, though, but no evidence of deeper-sea sedimentation was found between Jagrščec and Želin. The rocks of the mapped area were formed on the platform, probably near to its edge. The transitional zone should therefore be searched for somewhere north of Želin.

Literatura

- Bavec, M. 1996: Ladinijske plasti med Jagrščami in Želinom.- Diplomski naloga. Katedra za geologijo in paleontologijo NTF, 69 str., 7 pril., Ljubljana.
- Berčec, B. 1960: Poročilo o geološkem kartiranju na ozemlju Cerknova - Žiri - Idrija - Rovte. - Tipkano poročilo. Geološki zavod Slovenije, 82 str., Ljubljana.
- Berčec, B. 1962: Raščlanjenje trijasa u zapadnoj Sloveniji. - Referati 5. savetovanja geologa, 155-160, Beograd.
- Buser, S., 1976: Tektonska zgradba južnozahodne Slovenija. - 8. jugoslovanski geološki kongres, 45-58, Ljubljana.
- Buser, S., 1980: Stratigrfske vrzeli v paleozojskih in mezozojskih plasteh v Sloveniji. - Simpozij iz regionalne geologije i paleontologije, 335-345, Beograd.
- Buser, S. 1986: Tolmač listov Tolmin in Videm (Udine). Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. - Zvezni geološki zavod, 103 str., Beograd.
- Buser, S. 1987: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Tolmin in Videm. - Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Cas, R. A. F. & Wright, J.V. 1993: Volcanic Successions. - Chapman & Hall, 527 p., London.
- Čar, J. 1968: Razvoj langobardskih plasti v strukturi IV. pokrova v bližnji okolici Idrije. - Diplomsko delo. Katedra za geologijo in paleontologijo NTF, 62 str., Ljubljana.
- Čar, J. 1985a: Razvoj srednjetriasnih sedimentov v idrijskem tektonskem jarku. - Doktorska disertacija. Katedra za geologijo in paleontologijo NTF, 236 str., Ljubljana.
- Čar, J. 1985b: Izdelava OGK občine Idrija v merilu 1:25000, faza II. - Tipkano poročilo. Arhiv Rudnika Idrija, 93 str., Idrija.
- Čar, J. 1990: Kotna tektonsko - erozijska diskordanca v rudiščnem delu idrijske srednjetriasne tektonske zgradbe. - Geologija 31/32, 267-284, Ljubljana.
- Čar, J. & Skaberne, D. 1995: Ladinijske plasti Stopnika. - Geološki zbornik 10, 22-25, Ljubljana.
- Čar, J., Skaberne, D., Ogorelec, B., Turnšek, D. & Placer, L. 1981: Sedimentological characteristics of Upper Triassic (Cordevolian) circular quiet water bioherms in western Slovenia, Northwestern Yugoslavia. - In: Toomey, D.F. (ed.), European Fossil Reef Models. SEPM 30, 233-240, Tulsa, USA.
- Dunham, R. J. 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. - In: Ham, W.E. (ed.), Classification of carbonate rocks, a Symposium. AAPG, Memoir 1, 108-122, Tulsa, USA.
- Ferjančič, L. 1972: Končno poročilo o izdelavi geološke karte lista Tolmin v letu 1971. - Tipkano poročilo. Geološki zavod Slovenije, 16 str., Ljubljana.
- Folk, R. L. 1962: Spectral subdivision of limestone types. - In: Ham, W.E. (ed.), Classification of carbonate rocks, a Symposium. AAPG, Memoir 1, 62-84, Tulsa, USA.
- Germovšek, C. 1956: Razvoj mezozoika v Sloveniji. - Prvi jugoslovanski geološki kongres, 35-41, Ljubljana.
- Goričan, Š. & Buser, S. 1990: Srednjetriasni radiolariji Slovenije (Jugoslavija). - Geologija 31/32, 133-198, Ljubljana.
- Hinterlechner-Ravnik, A. & Pleničar, M. 1967: Smrekovski andezit in njegov tuf. - Geologija 10, 219-237, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovič, T. 1990: Mikrofavna srednjega in zgornjega triasa Slovenije in njen biostratigrafski pomen. - Geologija 33, 21-102, Ljubljana.
- Kossmat, F. 1910: Erläuterung zur geologische Spezialkarte Bischoflak und Idria. - Verh. Geol. R. A., 101 p., Wien.

McPhie, J., Doyle, M. & Allen, R. 1993: Volcanic Textures. - CODES Key Centre, 197 p., Hobart, Tasmania.

Mlakar, I. 1967: Primerjava spodnje in zgornje zgradbe idrijskega rudišča. - *Geologija* 10, 87-115, Ljubljana.

Mlakar, I. 1969: Krovna zgradba idrijsko žirovskega ozemlja. - *Geologija* 12, 5-57, Ljubljana.

Placer, L. 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. - *Geologija* 24, 27-60, Ljubljana.

Placer, L. & Čar, J. 1975a: Rekonstrukcija srednjetriadnih razmer na idrijskem prostoru. - *Geologija* 18, 197-209, Ljubljana.

Placer, L. & Čar, J. 1975b: Triadna tektonika okolice Cerknega, I. faza. Triadna tektonika med Idrijo in Rovtami. - *Mezozoik v Sloveniji*. Tipkano poročilo. Knjižnica Oddelka za geologijo NTF, 98 str., Ljubljana.

Rakovc, I. 1946: Triadni vulkanizem na Slovenskem. - *Geografski vestnik* 18, 139-170, Ljubljana.

Rogers, A. & Kerr, P. 1942: Optical mineralogy. - Mc Graw-Hill Book Company Inc., 390 pp., New York, London.

Stur, D. 1858: Das Isonzo - Thal von Flitsch abwärts bis Görz, die Umgebungen von Wip-pach, Adelsberg, Planina und die Wochein. - *Jahrb. geol. R.A.*, 9, 324-366, Wien.

Šumi, F. 1960: Poročilo o geofizikalnih raziskavah v Idriji in okolici 1959. - Tipkano poročilo. Geološki zavod Slovenije, 23 str., Ljubljana.

Tovsak, R. & Orehek, S. 1960: Poročilo o izpiranju in mikroskopski priskavi vzorcev z ozemlja Cerkno - Žiri - Rovte. - Tipkano poročilo. Geološki zavod Slovenije, 40 str., Ljubljana.