

PSEVDOSILJSKI SKLADI MED CELJEM IN VRANSKIM

Karel Grad

S 4 tablami slik in z geološko karto v prilogi

VSEBINA

Uvod	91
Dosedanje raziskave	92
Geomorfološki opis	94
Geološki opis	94
Spodnji horizont psevdosiljskih skladov	95
Srednji horizont psevdosiljskih skladov	96
Zgornji horizont psevdosiljskih skladov	99
Paleogeografske in tektonske razmere	100
Povzetek	101

UVOD

Pojem »psevdosiljskih skladov« je uvedel v geološko literaturo Teller (1889, 210). Tako je imenoval glinasti skrilavec z območja Celjskega gradu, ki so ga prejšnji raziskovalci imeli za siljske sklade karbonske starosti.

Psevdosiljski skladi so med najbolj zanimivimi in malo preučeni triadnimi kameninami v centralnem delu Slovenije. Dosedanje občasne geološke raziskave njihovega razvoja v Posavskih gubah so dale nekaj zanimivih rezultatov. Istočasno so se odpirali vedno novi problemi, ki jih je pa možno rešiti le z regionalnim študijem.

Sistematične raziskave psevdosiljskih skladov sta omogočila Sklad Borisa Kidriča in Geološki zavod v Ljubljani, za kar se jima zahvaljujem.

S terenskim delom po metodi profiliranja sem pričel leta 1964 med Celjem in Vranskim, kjer so psevdosiljski skladi po dosedanjih geoloških

kartah najbolj razširjeni. To območje je ugodno za začetek študija tudi zato, ker so bili v neposredni bližini Celja najdeni fosilni ostanki, ki dokazujejo srednjetriadno, in sicer wengensko starost psevdofiljskih skladov.

V naslednjih fazah nameravam nadaljevati s preučevanjem teh plasti proti zahodu in jugu. Ko bo postopno raziskano celotno območje psevdofiljskih skladov, bo mogoče podati sliko njihovega litološkega razvoja in jih podrobno stratigrafsko horizontirati.

Dosedanje delo je potekalo počasi, ker ni bilo mogoče najti določljivih fosilnih ostankov, posamezni litološki členi pa so med seboj v tektonskih kontaktih.

Apnenec je mikropaleontološko raziskala Šribarjeva. Tufe in peščenjake je petrografske analizirala Silvestrova, sedimentološko Orehkova, palinološko dr. Šercelj. Pri mikrofacijskih analizah mi je pomagala Silvestrova.

Ker v apnencu nismo našli določljive mikrofavne niti makrofosilov, smo na univerzi v Gradcu raziskali del vzorcev, da bi ugotovili, ali vsebujejo konodonte. Pokazalo se je, da apnenec sicer vsebuje konodonte, ki pa so zelo redki. Zaradi majhnega števila vzorcev zaenkrat nismo dobili uporabnih podatkov za stratigrafijo.

Mikropaleontološko raziskani zbruski apnenca so mi rabili tudi za študij mikrofaciesov apnenca v psevdofiljskih skladih. Po literaturnih podatkih je klasifikacija apnenca po tej metodi precej razširjena, zlasti v naftni geologiji; pri nas pa je to prvi tak poskus.

Pri delu na terenu sem za orientacijo uporabljal Tellerjevo geološko karto Celje—Radeče v merilu 1:75 000. V precejšnjo pomoč pri geoloških interpretacijah so mi bili avionski posnetki terena, ki je izredno fotogeničen. Prav s pomočjo fotogramov mi je uspelo izdelati geološko-tektonsko skico ozemlja med Celjem in Vranskim, čeprav celotnega ozemlja nisem podrobno kartiral.

DOSEDANJE RAZISKAVE

Psevdofiljske sklade je Morlot (1853, 23) primerjal z oligocenskim ribjim skrilavcem pri Brdcah, ker leže ponekod v bazi soteških plasti. Pozneje jim je pripisal višjo starost (cf. Bittner, 1884). Zollikofer (1859, 164) jih je imel za filjske sklade in jih je štel v karbon.

Stur (1871) je sicer dvomil o karbonski starosti skrilavca, ker pa ni našel nobenih fosilov, se je pridružil Zollikoferjevemu mnenju. Dopuščal pa je možnost, da je ekvivalent ribjega skrilavca pri Brdcah, kot je že prej mislil Morlot.

Höfer (1868, 78) je primerjal psevdofiljski skrilavec z lunškim peščenjakom in ga prištel zgornji triadi.

Bittner (1884, 476 do 478) je raziskoval predvsem okolico Trbovelj in je opazil določene podobnosti psevdofiljskih plasti z južnoalpskimi wengenskimi skladi. Vendar mu geološke razmere v okolici Hrastnika in Trbovelj niso nudile dovolj opore, da bi napravil ustrezni sklep o starosti psevdofiljskega skrilavca.

Teller (1885, 319) je prvi ugotovil pravo starost skrilavca na južnem robu Celjske kotline. Na pobočju Celjskega gradu je našel Riedl amonita *Trachyceras julium* Mojs. Teller je na podlagi te najdbe pripisal skrilavcu wengensko starost. Tellerju se je posrečilo najti zatem v sivem skrilavcu še odtise školjke *Daonella lommeli* Wissm. in tako je bila ponovno dokazana wengenska starost psevdoziljskih skladov.

Ko je poročal o najdbi daonele na Celjskem gradu, je Teller (1889, 210) prvič imenoval ta skrilavec kot psevdoziljski. Menim, da je izraz »psevdoziljski« primeren, če ga pojmujeemo facialno v širšem smislu. S tem se izognemo naštevanju vseh litoloških razlikov, ki sestavljajo psevdoziljske sklade. Dejstvo pa je, da za apnenec in tufe, ki so sestavni del teh skladov, ne moremo trditi, da so podobni karbonskim, tj. ziljskim skladom.

Kako velike težave so povzročali ti skladi geologom, vidimo iz tega, da je Teller (1897, 19) primerjal psevdoziljski skrilavec v okolici Vranskega z velikotrnskimi skladi, ploščasti apnenec pa je imel za ekvivaleent krških skladov. Šele kasneje je skrilavec pri Vranskem povezal s skrilavcem pri Celju. Ploščasti apnenec pri Vranskem in Ločici je pravilno štel med psevdoziljske sklade, medtem ko je enak apnenec v pasu od Motnika prek Kozice, Krvavice, Škrabarjevega vrha in Reške planine do Celjskega gradu označil delno kot školjkasti apnenec delno pa kot svetli apnenec in dolomit srednje triade.

Psevdoziljske sklade v zahodnem delu Posavskih gub na splošno večkrat omenja K o s s m a t (1905, 73; 1910, 31, 32; 1913, 71; 1936, 143).

Pri tektonskih študijah o Posavskih gubah je obravnaval psevdoziljske sklade tudi W i n k l e r (1924, 202—216). Dva ločena pasova psevdoziljskih skladov na severni in južni strani trojanske antiklinale je razložil z narivom trojanske antiklinale prek psevdoziljskih skladov proti severu. Tako bi bil južni pas psevdoziljskih skladov med Laškim in Zagorjem tektonsko okno.

Po R a k o v c u (1950, 191 do 209) so psevdoziljski skladi omejeni na Posavske gube, Škofjeloško hribovje in vznožje Jelovice. Amfiklinski skladi iz okolice Cerkna in Grahovega pa so po njegovem mišljenju mlajši in se tudi petrografsko razlikujejo od psevdoziljskih skladov.

V Posavskih gubah so se psevdoziljski skladi usedali v dveh ločenih območjih, ki sovpadata s tuhinjsko terciarno sinklinalo na severu in laško na jugu. Facialne razlike v sedimentih so nastale zaradi premikanja morskega dna, ki so se periodično ponavljale kot posledica vulkanskih izbruhov. Rakovec (1946, 148, 155, 157, 160, 162) je torej ovrgel teorijo o narivni zgradbi Posavskih gub.

Ugotovil sem (Grad, 1960, 313, 314), da je večji del psevdoziljskih skladov, označenih na K o s s m a t o v i geološki specialki Ljubljana in Tellerjevi Celje—Radeče (merilo 1:75 000) v zahodnem delu litijske antiklinale in moravske sinklinale, dejansko zgornjekredne starosti, kar je bilo dokazano z mikrofavno.

K u š č e r (1962, 67 do 68, 1967) je mnenja, da so psevdoziljski skladi prvotno pokrivali celotno trojansko antiklinalo in da so bili šele kasneje denudirani.

Tako odpadeta Winklerjeva interpretacija o narivni zgradbi Posavskih gub in Rakovčeva domneva o dveh ločenih sedimentacijskih območjih psevdofiljskih skladov.

Iz pregleda dosedanjih raziskav vidimo, da je bilo o psevdofiljskih skladih izrečenih že precej mnenj, ki so jih pozneje raziskave delno potrdile delno pa ovrgle. To je razumljivo, ker so razni avtorji delali po različnih kriterijih in na raznih krajih ali pa celo samo po literarnih podatkih.

Pravo sliko o psevdofiljskih skladih pa bo možno podati šele takrat, ko bo po enotnih kriterijih terensko in laboratorijsko raziskano celotno območje, kjer so ohranjeni.

GEOMORFOLOŠKI OPIS

Priložena geološka karta kaže obseg raziskanega ozemlja, ki meri okoli 100 km². Na severu ga omejuje Celjska kotlina, na jugu pa tektonski kontakt s paleozojskimi in različnimi triadnimi sedimenti, ki poteka od Liboj prek Zabukovice, Marije Reke, Krvavice, Presedl in čez Prosevnik, Zajasovnik dalje proti zahodu, kjer še nisem kartiral; zaenkrat ga imenujem marijareški prelom.

Ozemlje med Celjem in Vranskim je lep primer odvisnosti reliefa od litološke sestave in tektonike. Grebeni s smerjo vzhod—zahod sestoje skoraj izključno iz vranskega apnenca, ki je odporen proti eroziji. Takšni vrhovi in grebeni so Jasovnik, Kozica, Krvavica, Škrabarjev vrh, Reška planina, Goljava, Kamnik in Zabukovica (tabla I, sl. 1). Severneje se vleče greben od Jakovega dola čez Zahomce in se vzhodneje združi z južnim grebenom pri Loki.

Med grebeni potekajo vzdolžne doline. V njihovi podlagi je glinasti skrilavec, ki hitreje prepereva, in tako nastanejo terenske depresije. Prečno na te morfološke elemente pa so se ob prelomih izoblikovale doline, po katerih teče voda proti Savinji.

GEOLOŠKI OPIS

Psevdofiljske sklade sem razdelil na tri osnovne litološke horizonte: spodnjega, srednjega in zgornjega. V teh horizontih opazujemo določene facialne razlike tako v vzdolžni kot v prečni smeri. Zlasti velja to za spodnji horizont.

Poudariti pa moram, da nisem nikjer našel zanesljivega profila, kjer bi mogel obenem določiti talnino in krovnino psevdofiljskih skladov. Ves južni kontakt, kjer bi pričakovali njihovo podlago, je izrazito tektonski.

Spodnji horizont je najstarejši; sestoji iz drobnika, tufov in črnega glinastega skrilavca. Sedimenti tega horizonta postajajo proti vzhodu vedno bogatejši s tufsko primesjo. V okolici Celja so ugotovljeni celo keratofirji in kremenovi porfirji. Proti severu je tufov vedno manj in prevladuje glinasti skrilavec.

Srednji horizont je sestavljen iz ploščatega lapornatega apnenca, ki po Folkovi klasifikaciji ustreza mikritu z vložki dismikrita in intrasparita. Apnenec bomo imenovali po Tellerju kot vranski ploščasti apnenec.

V zgornjem horizontu prevladuje temno sivi in črni glinastolapornati skrilavec z vložki alevrolita, peščenega apnenca, lapornega apnenca in redko drobnika.

Spodnji horizont psevdofiljskih skladov drobnik, tuf in glinasti skrilavec

Ta horizont je zaradi sinklinalne zgradbe psevdofiljskih skladov med Celjem in Vranskim razkrit v dveh pasovih, južnem in severnem, ki potekata od zahoda proti vzhodu in se vzhodno od Zabukovice združita.

Južni pas poteka od Male Ravni pri Motniku prek doline Zajasovnik, kjer se precej razširi. Na območju prelaza Presedle se zoži in konča ob prečnem prelomu Krvavica—Podlog. Med tem prelomom in prelomom po dolini Konjšice so psevdofiljski skladi pomaknjeni proti jugu.

Kamenine spodnjega korizonta se ponovno pojavijo v zgornjem delu doline Konjšice. Dalje jih zasledujemo proti vzhodu prek Marije Reke do Zabukovice.

Teller je na geološki karti Celje—Radeče ta horizont med Krvavico in Zabukovico štel v karbon, kar pa ne ustreza razmeram na terenu, kjer je drobnik s karbonskimi plastmi v tektonskem kontaktu ob prelomu, ki poteka od Liboj prek Marije Reke v smeri Krvavice.

Velik obseg imajo kamenine spodnjega horizonta med Libojami in Teharji, kjer so dvignjene ob prečnem prelomu. Poleg tega se tudi os sinklinalne dviga od zahodu proti vzhodu.

V okolici vrha Hom (576 m) in Celjskega gradu so izdanki tufov kremenovega keratofirja in porfirja ter albitskega porfirja, ki jih je raziskal Germovšek (1959, 54). Te tufe je Teller na geološki karti Celje—Radeče označil kot andezitne in jih je imel za terciarne.

Terciarni andezitni tuf je razkrit le ob Savinji zahodno od Celja, kjer je ob vzdolžnem prelomu v stiku s psevdofiljskimi skladi.

Vzhodno od Liboj naraste količina keratofirskega tufa, ki je kristalast in pelitski. Zadnji je posebno dobro razkrit ob cesti na Celjski grad.

Severno krilo sinklinalne sestoji v najnižjem delu iz temno sivega glinastega skrilavca z vložki sivega lapornega apnenca, ki ponekod prehaja v laporni skrilavec.

Te sedimente opazujemo v talnini vranskega ploščatega apnenca ob potoku Marinca, dalje južno od Vranskega v smeri Loke, Prebolda in Kasaz, kjer so v stiku z južnim drobnim horizontom. Čeprav je ozemlje prekrito s preperino in so goličice redke, sklepamo, da na tem območju tudi skrilavec severnega pasu vsebuje vložke drobnika, kar obenem dokazuje, da se proti severu in zahodu vulkanska primes počasi izgublja.

Petrografsko smo raziskali večje število vzorcev drobnika in tufov iz južnega pasu med Jasovnikom in prelazom Presedle ter iz okolice Marije Reke in Brdnice zahodno od Celja.

Po petrografskih analizah so tufi kristalasto litoklastični, kristalasto steklasti in steklasti. To je najbrž tuf kremenovega keratorija, kar je menil že Germovšek (1959, 54) (tab. II, sl. 1, 2, 3). Po terenskih raziskavah sodeč drobnik na tem območju prevladuje nad tufom.

Po Pettijohnovi (1957, 290, 291) klasifikaciji peščenjakov pripada drobnik med Celjem in Vranskim litoklastičnim različkom. V njegovi sestavi prevladujejo namreč fragmenti kamenin nad glinenci. Pogostna je tudi drobnozrnata breča, ki vsebuje številne fragmente skrilavca, kar kaže na premikanja med sedimentacijo.

Za drobnik je značilna slaba sortiranost. Po literaturnih podatkih (Pettijohn 1957, 312, 313) se je sedimentacija drobnika in glinastega skrilavca ritmično menjavala. V celoti prevladuje glinasti skrilavec nad drobnikom in tufi. Debelina posameznih plasti pa variira od nekaj centimetrov do 1 metra.

Starost spodnjega horizonta je določena edinole na Celjskem gradu, kjer je Teller (1889, 210) našel v skrilavcu odtise školjke *Daonella lommeli* Wism. S tem je dokazano, da pripadajo te plasti wengenskemu oddelku oziroma langobardski podstopnji srednje triade.

Debeline spodnjega, najstarejšega horizonta psevdofiljskih skladov ne moremo podati, ker ni nikjer vidna njegova talnina.

Srednji horizont psevdofiljskih skladov vranski ploščasti apnenec

Pojem vranskega ploščatega apnenca je uvedel Teller (1907) za apnenec v okolici Vranskega in Ločice. Ni razumljivo, zakaj je enak apnenec vzhodnejše od tod prištel delno školjkastemu apnencu delno svetlemu apnencu in dolomitu srednje triade. Debelina srednjega horizonta je okoli 350 metrov. Med Vranskim in Celjem leži vranski apnenec na plasteh spodnjega horizonta. Medsebojna lega obeh horizontov je vidna iz geološke karte in profilov.

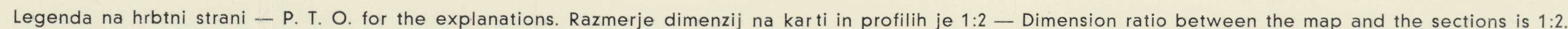
Vranski apnenec prihaja na površje v obeh krilih sinklinalne zgradbe. Sinklinala vpada proti zahodu, zato je vzhodni, višji del bil močnejše erodiran in tako se pasova vranskega apnenca severnega in južnega krila proti vzhodu združita.

Južni pas se pričenja pri Motniku na desni strani Motnišnice in se nadaljuje v Jasovniku in Kozici do Ostrovca. Tu je odrezan ob prečnem prelomu in pomaknjen proti jugu. Ponovno se vranski apnenec pokaže v Krvavici in dalje vzhodno od preloma po dolini Konjšice v Škrabarjevem vrhu. Tu je skoraj v neposrednem stiku s severnim pasom apnenca, ki pripada severnemu krilu sinklinalne. Nadaljevanje južnega pasu imamo v Reški planini, Goljavi in Kamniku.

Od Zabukovice proti Celju se vranski ploščasti apnenec ne pojavlja več strnjeno, temveč lečasto.

Istemu nivoju prištevam tudi sivi apnenec, na katerem stoji Celjski grad. V tem apnencu je našel Riedl amonita, ki ga je Teller določil kot *Trachyceras julium* Mojs. (1885, 319).

GEOLOGIC MAP OF CELJE-VRANSKO AREA



LEGENDA H GEOLOŠKI KARTI OZEMLJA MED CELJEM IN VRANSKIM
EXPLANATIONS TO GEOLOGIC MAP OF CELJE-VRANSKO AREA

		Nekartirano Not mapped
QUATERNARY KVARTAR		Naplavine potokov in rek Alluvial deposit
		Pobočni grušč Talus slope
		Rečna terasa River terrace
		Prod, glina, pesek Gravel, clay, and sand
OLIGOCENE OLIGOCEN		Glina, pesek, prod Clay, sand, and gravel
		Andezit in andezitni tuf Andesite and andesite tuff

MIDDLE TRIASSIC-LADINIAN STAGE SREDNJA TRIADA-LADINSKA STOPNJA	PSEUDOZOILIAN BEDS-WENGENIAN PSEVDZOILJSKI SKLADI-WENGEN		Laporno glinasti skrilavec z vložki alevrolita in peščenega apnenca Marly clay shale with intercalations of siltstone and calcarenite
			Vranski apnenec (mikrit z vložki dismikrita in intrasparita) Vransko limestone (micrite with dismicrite and intrasparite intercalations)
			Tuf in laporno glinasti skrilavec z vmesnimi plastmi drobnika Tuff and marly clay shale interbedded with graywacke
			Laporno glinasti skrilavec z vložki lapornatega apnenca, redkeje peščenega apnenca Marly clay shale with intercalations of marly limestone and rarely calcarenite
			Kremenov keratofir in njegov tuf Quartz keratophyre and its tuff
	CARBONIFEROUS PERMIAN TRIASSIC KARBON PERM TRIADA		Dolomit, apnenec, skrilavec Dolomite, limestone, shale
			Rdeči in sivi kremenov peščenjak Red and gray quartz sandstone
			Črni glinasti skrilavec, kremenov peščenjak Black clay shale and quartz sandstone

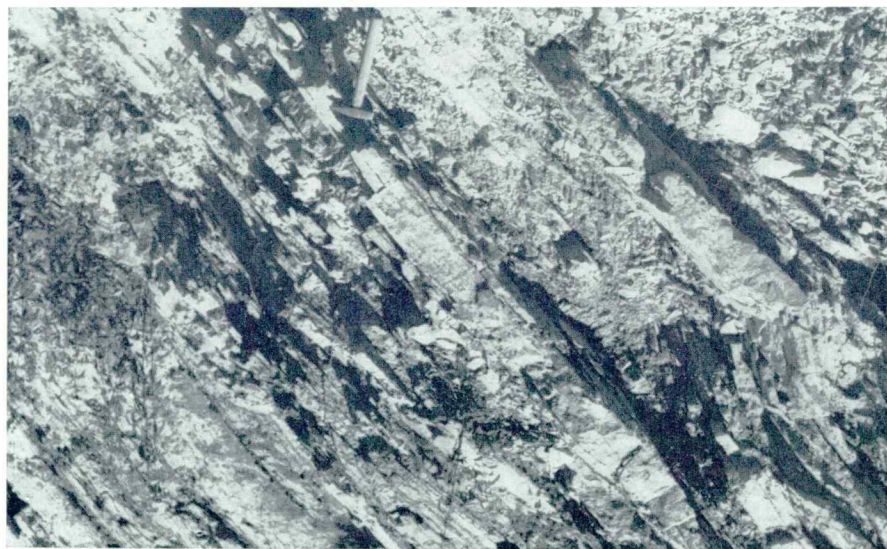
	Smer in vpad plasti Strike and dip of strata
	Os antiklinale Anticlinal axis
	Os sinklinale Synclinal axis
	Vpad prelomne površine Strike and dip of fault
	Spuščen blok Downthrown block
	Prelom, domneven ali fotogeološko ugotovljen Supposed or photogeologically indicated fault
	Smer premikanja Direction of displacement
	Profil Section
	Opuščen rudnik Hg Abandoned mercury mine
	Opuščen premogovnik Abandoned coal mine

GRAD, Psevdoziljski skladi



Sl. 1. Pas psevdofiljskega skrilavca v dolini med vranskim apnencem Kozice (levo) in triadnim dolomitom (desno). Primerjaj s profilom BB' na priloženi geološki karti.

Fig. 1. The belt of pseudo-Zilian shale in the valley between the Vransko limestone of Kozica (at left) and Triassic dolomite (at right). See the section BB' on the joined geologic map.



Sl. 2. Vranski ploščasti apnenec ob cesti na prelaz Presedle.

Fig. 2. Vransko platy limestone along the road towards the Presedle pass.

Sl. 1. Sivkasti drobnozrnati steklasti tuf kremenovega keratofirja z limonitnimi žilicami, silificiran in rahlo skrilav; psevdofiljski skladi na Homu. Presevna svetloba, nikola +, 83 ×.

Fig. 1. Grayish fine-grained vitric tuff of quartz keratophyre with limonite veinlets, silicified and slightly fissile; pseudo-Zilian beds from Hom hill. Transmitted light, nicols crossed, 83 ×.

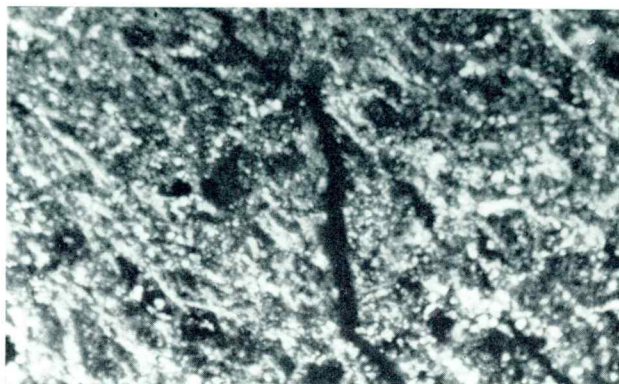
Sl. 2. Sivkasti srednjezrnati kristalasto steklasti tuf kremenovega keratofirja, spremenjen; psevdofiljski skladi na Homu. Presevna svetloba, nikola +, 35 ×.

Fig. 2. Grayish medium-grained crystall-vitric tuff of quartz keratophyre, altered; pseudo-Zilian beds from Hom hill. Transmitted light, nicols crossed, 35 ×.

Sl. 3. Sivi debeložrnati kristalasto litoklastični tuf; psevdofiljski skladi pri Brdnici. Presevna svetloba, nikola +, 35 ×.

Fig. 3. Grayish coarse-grained crystall-lithic tuff of quartz keratophyre; pseudo-Zilian beds from Brdnica village. Transmitted light, nicols crossed, 35 ×.

1



2



3



Sl. 1. Mikrit s prekristaliziranimi radiolarijami in piritnimi zrni; vranski apnenec južno od naselja Loke. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 1. Micrite with recrystallized radiolarian skeletons and pyrite grains; Vransko limestone south of Loke village. Transmitted light, 35 ×.

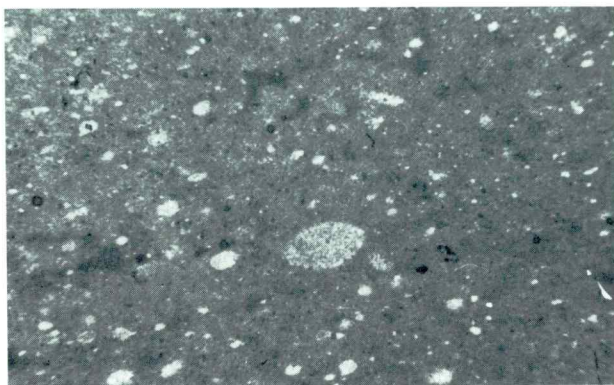
Sl. 2. Mikrit (m) z vložkom roženca (r); na meji z rožencem prehaja mikrit v sparit (s); vranski apnenec pri Mariji Reki. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 2. Micrite (m) with chert (r); micrite grading into sparite (s) on the boundary micrite-chert; Vransko limestone from Marija Reka. Transmitted light, 35 ×.

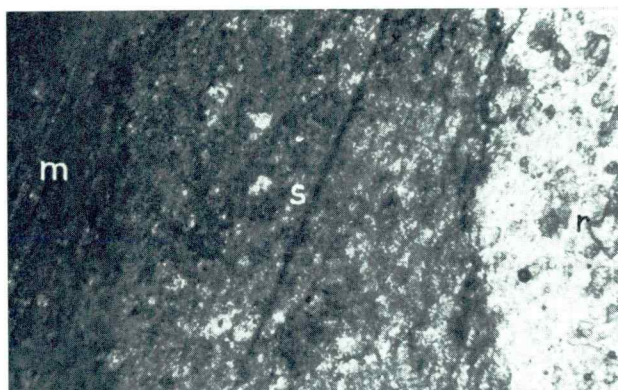
Sl. 3. Dismikrit s paralelno teksturo; vranski apnenec pri Mariji Reki. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 3 Dismicrite with parallel structure; Vransko limestone from Marija Reka. Transmitted light, 35 ×.

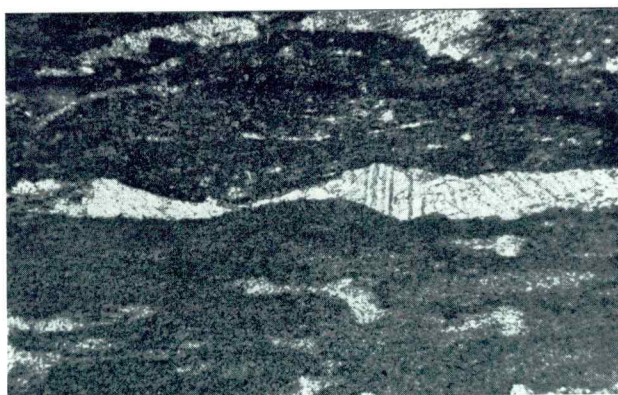
1



2



3



Sl. 1. Dismikrit s fosilnimi ostanki; vranski apnenec na Kozici. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 1. Dismicrite including fossil remains; Vransko limestone from Kozica mountain. Transmitted light, 35 ×.

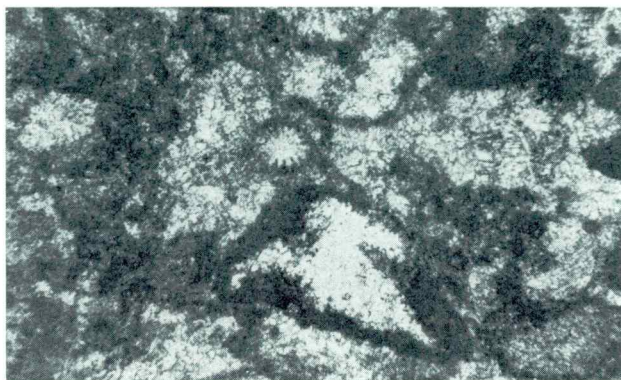
Sl. 2. Intrasparit, vložek v vranskem apnencu južno od Lok. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 2. Intrasparite, intercalated in the Vransko limestone south of Loke village. Transmitted light, 35 ×.

Sl. 3. Mikrit (m) prehaja v intrasparit (is); vranski apnenec vzhodno od Motnika. Presevna svetloba, 35 ×.

Fig. 3. Transition of micrite (m) into intrasparite (is); Vransko limestone east of Motnik village. Transmitted light, 35 ×.

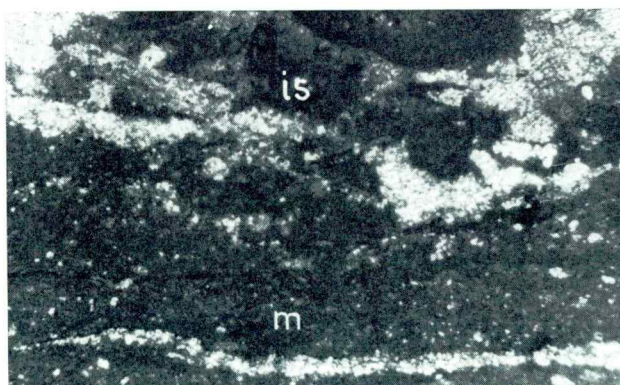
1



2



3



V severnem krilu sinklinale je vranski apnenec razkrit v okolici Jakovega dola južno od Merince, od koder se nadaljuje v grebenu Zahomce (700 m) proti Loki. Tu se zaradi prečnega preloma, ob katerem je bilo območje vzhodno od potoka Konjšice dvignjeno, združi z južnim pasom vranskega apnenca; zaradi erozije so bile namreč mlajše, skrilave psevdofiljske plasti odnesene. Zahodno od Ločice je vranski apnenec razkrit v ožji progi na dnu sinklinale ob vzdolžnem prelomu.

Najlepše golice vranskega ploščastega apnenca so na Jasovniku, Kozici in ob cesti na Presedle (tabla I, sl. 2), ter v dolini Konjšice in Marije Reke. V severnem pasu pa je ta apnenec dobro razkrit jugozahodno od Vranskega ob stari cesti v bližini škarpe in v hribu Zahomce.

Vranskemu ploščastemu apnencu prištevam tanko plastovit in ploščasti laporni apnenec sive, rumenkaste in ponekod rdečkaste barve, ki po Folkovi klasifikaciji (1959, 1 do 38) ustreza mikritu. Posamezne plasti so tudi temno sive, zlasti v zgornjem delu, kjer prehajajo v zgornji horizont, sestavljen iz glinastega skrilavca.

Med lapornim apnencem so plasti sivega drobnokristalastega apnenca, ki po Folkovi klasifikaciji pripada dismikritu, redkeje intrasparitu in biomikritu.

Na južnem pobočju Goljave in jugovzhodno od Prebolda opazujemo neposredno na spodnjem horizontu sprva nekoliko dolomita. Zaradi porušenosti, ki se kaže v milonitizaciji tufa, je možno, da je dolomit prišel v ta položaj tektonsko.

Sivkasti laporni apnenec sestavlja okoli 80 % vseh plasti, ki jih prištevam srednjemu horizontu psevdofiljskih skladov. Posamezne plasti so debele nekaj mm do 30 cm. Zanimivo je, da se ponekod morejo ločiti v določeni plasti še tanjše plasti, nakazane s stilolitskimi šivi brez jasno izražene prekinitve v sedimentaciji.

Plasti zrnatega apnenca so makroskopsko podobne peščenemu apnencu. Običajno so debelejšje od lapornega apnenca in presežejo 30 cm.

Za večino vranskega apnenca so značilni školjkasti lom, redke leče roženca in običajno rumenkaste kalcitne žilice.

Makroskopsko je mogoče primerjati ta apnenec s ponikvanskim, škofje-loškim in z volčanskim apnencem. Verjetno ta podobnost kaže le na enake pogoje sedimentacije.

Mikropaleontološke raziskave niso dale zadovoljivih rezultatov. Ugotovili smo redke radiolarije in neznčilne foraminifere. Konodonte smo našli samo v enem vzorcu iz kamnoloma pri Mariji Reki.

Bolj zanimivi so podatki mikropetrografskih raziskav, ki tudi ob pomanjkanju fosilov omogočajo korelacijo posameznih horizontov apnenca.

Pojem mikrofaciesa je predlagal Brown (1943) za sliko zbruska pod mikroskopom. Cu villier (1952, 1958, 1961) je mikrofacies definiral kot paleontološke in petrografske značilnosti sedimentov, ugotovljene v zbruskih. Podobne definicije so podali tudi drugi avtorji, ki so se podrobno ukvarjali z mikrofaciesi.

Najpopolnejša je Folkova (1959, 1 do 38) klasifikacija mikrofaciesov apnenca, ki so jo drugi avtorji le dopolnjevali (Wolf, 1961, 236 do 250,

Leighton in Pendexter 1962, 33 do 60, E. Flügel, 1963, 205 do 228).

Folk loči v apnencu tri osnovne komponente: alokemična zrna, mikrokristalno kalcitno osnovo in bolj debelo zrnati kalcitni cement.

Razlikujemo štiri vrste alokemičnih zrn, ki predstavljajo skelet kamenine, enako kot pri peščenjaku peščena zrna:

- intraklaste (prenesene drobce karbonata znotraj sedimentacijskega bazena)
- oolite
- fosile
- pelete (kroglasta zrna v velikosti peska in melja).

Mikrokristalni kalcit in zrnati kalcit sta analogna zglinastim in kemičnim cementom peščenjakov.

Po količini osnovnih komponent ločimo več skupin apnencev, ki jih Folk imenuje družine. Če v apnencu prevladujejo alokemična zrna, cementirana z zelo čistim zrnatim kalcitom, se imenuje zrnati alokemični apnenec. Ta apnenec je analogen dobro sortiranemu peščenjaku.

Druga skupina apnencev sestoji iz različne količine alokemičnih zrn v mikrokristalni kalcitni osnovi. Te kamenine primerjamo z glinastim, slabo sortiranim peščenjakom.

Tretja skupina apnencev so mikrokristalni apnenci, nastali iz apnenega blata.

Prvo skupino apnencev deli Folk glede na vrsto alokemičnih zrn v intrasparit, oosparit, biosparit in pelsparit. Drugo skupino deli po istem kriteriju v intramikrit, oomikrit, biomikrit in pelmikrit. V tretjo skupino šteje homogeno apneno blato — mikrit. Nepravilne zapolnitve votlin v mikritu s kalcitom pa imenuje dismikrit. Poleg teh treh skupin razlikuje Folk še tako imenovane biolitite, ki jih sestavljajo apnenci organskega izvora.

Upoštevač Folkovo (1959) klasifikacijo smo vranski apnenec razdelili na naslednje mikrofacialne vrste: mikrit, dismikrit, intrasparit in biomikrit.

Kot mikrit smo po megaskopskem videzu imenovali lapornati apnenec, ki po Pettijohnovi (1957) klasifikaciji ustreza kalcilutitu.

V vranskem apnencu prevladuje mikrit (tab. III. sl. 1. 2).

Za naš mikrit je značilna mikrokristalna kalcitna osnova s kroglastimi in igličastimi vključki; nekateri med njimi pripadajo radiolarijam in foraminiferam. Povprečna velikost teh vključkov je okoli 0,1 mm.

V sestavi apnenca so še posamezna limonitizirana zrna, ki so pripadala verjetno piritu. Zanimivo je, da v vranskem apnencu nismo nikjer našli mikrita v neposrednem stiku z rožencem; vmes je povsod sparit (tab. III, sl. 2).

Dismikritu pripada prek 10 % vranskega apnenca. Megaskopsko je to drobnokristalasti sivi apnenec, podoben peščenemu apnencu.

Dismikrit je precej širok pojem in zajema različne apnenice. V glavnem sestoji iz mikrokristalnega kalcita, vsebuje pa različno oblikovane vložke zrnatega — kristalnega kalcita. Lep primer dismikrita kažeta sl. 3 na tabli III. in sl. 1 na tabli IV.

Intrasparitu pripada manj kot 10 % vranskega apnenca. Megaskopsko je to sivi drobnokristalasti apnenec, ki ga je težko ločiti od dismikrita.

Intrasparit je apnenec, ki sestoji iz intraklastov, kalcitnega veziva in mikrokristalne osnove (tab. IV, sl. 2).

Posebno zanimiva je slika 3 na tabli IV, kjer se v isti plasti stikata mikrit in intrasparit. V zbrusku se dobro vidi, da intrasparit vsebuje kot intraklaste drobce mikrita, ki jih povezuje čisti kalcit.

Od drugih vrst apnenca vsebujejo psevdoziljski skladi na Celjskem gradu še biomikrit, ki je že močno rekristaliziran.

Mikrofacialni opis vranskega apnenca še ni popoln, posebno manjkajo kvantitativni podatki o razmerjih med posameznimi komponentami. Kljub temu pa smo dobili boljši vpogled v sestavo in strukturo kamenine kot s klasičnim načinom raziskav.

Pomen mikrofacialnih raziskav apnenca je zlasti v tem, da po mikro-fosilni sestavi sklepamo na genezo kamenine.

Mikrit dokazuje, da se je apneno blato usedalo v mirni, sorazmerno plitvi vodi na večjem območju. Za mikrit v psevdoziljskih skladih je značilno, da ne vsebuje drobcev psevdoziljskega drobnika in črnega skrilavca, ki sta bila odložena pred vranskim apnencem. To pomeni še eno potrditev mirne sedimentacije apnenca brez pomembnejših tektonskih premikanj in vulkanske dejavnosti.

Posamezne plasti intrasparita med mikritom opazujemo približno na vsakih 10 m do 15 m.

Nastanek intrasparita razlaga Folk (1959, 22) na ta način, da se je najprej usedalo apneno blato v mirnem, verjetno sorazmerno plitvem zaprtem morju. Ko je bilo blato že delno konsolidirano, je prišlo znotraj sedimentacijskega bazena do hitre klimatske spremembe in znižanja cone valovanja, ki je zajelo delno konsolidiran sediment. Njegove odlomke so valovi prenašali na druge dele sedimentacijskega bazena. Vmesne prostore med fragmenti je zapolnil kristalasti kalcit.

Debelina vranskega apnenca je okoli 350 m; kaže, da je največja med Marijo Reko in Motnikom, vzhodno in zahodno od tod pa je manjša.

Zgornji horizont psevdoziljskih skladov črni glinasti skrilavec

Zgornji, najmlajši litološki člen psevdoziljskih skladov sestoji do 90 % iz črnega glinastega skrilavca, ki je podoben karbonskemu glinastemu skrilavcu, vendar ne vsebuje sljude. Med skrilavcem spodnjega in zgornjega horizonta v severnem pasu psevdoziljskih skladov ni razlike. V njem ni tufskih vložkov, kakršni so pogostni v spodnjem horizontu južnega pasu.

Sedimenti zgornjega horizonta so ohranjeni predvsem med Loko in Ločico, od koder se nadaljujejo proti zahodu. Vzhodno od Loke je glinasti skrilavec ohranjen le v ozki progi ter popolnoma izgine med Sternikom in Reško planino. Manjše ostanke tega skrilavca opazujemo na vranskem apnencu tudi v okolici Zabukovice.

Za horizont glinastega skrilavca so značilni vložki in pole peščenega in lapornega apnenca, ki pa ne presegajo 10 % celotne debeline tega horizonta. Ponekod glinasti skrilavec prehaja v laporni skrilavec, navadno v bližini vložkov lapornega apnenca.

Sedimenti zgornjega horizonta imajo značilnosti redukcijskega okolja, na kar kažejo organske primesi in pirit. Gre za tako imenovano euksinsko okolje, v bolj ali manj izoliranih delih morja s slabo cirkulacijo vode.

Fosilni dokazi za starost tretjega korizonta manjkajo. Po medsebojni legi plasti sklepamo, da se je skrilavec sedimentiral na vranski apnenec.

Debelina tretjega horizonta ni ugotovljena, ker med Celjem in Vranskim skrilavec ni nikjer prekrit z mlajšimi triadnimi skladi.

PALEOGEOGRAFSKE IN TEKTONSKE RAZMERE

Psevdoziljski skladi so nastajali v eugeosinklinalnem delu geosinklinale. Kamenine spodnjega horizonta — drobnik, tuf in skrilavec kažejo na vulkansko delovanje, ki se je ponavljalo. Vulkani so dajali kisle vulkanske produkte. Med njimi prevladujejo piroklastične kamenine. Erupcije so bile linearne, vezane na prelome. Smer teh prelomov je bila najverjetneje vzhod-zahod. Po odložitvi spodnjega psevdoziljskega horizonta se je sedimentacijsko območje umirilo, vulkanska dejavnost je prenehala, na kar kažejo sedimenti srednjega in zgornjega horizonta.

Kakšne so bile razmere v času med začetkom zgornje triade in terciarjem, nimamo sigurnih podatkov. Po analogiji s sosednjimi ozemlji je bilo verjetno območje med Celjem in Vranskim kopno v juri in spodnji kredi. V zgornji kredi se je pričela ponovna sedimentacija, za kar pa ni dokazov na raziskanem ozemlju.

Na meji eocen-oligocen se je orogenetsko delovanje v zahodnem delu Slovenije javljalo kot narivanje in luskanje, v vzhodnem pa so, kot kaže, prevladovala gubanja. V tem času je po vsej verjetnosti nastala sinklinalna zasnova psevdoziljskih skladov med Celjem in Vranskim. Pred začetkom usedanja oligocenskih sedimentov je bilo ozemlje ob vzdolžnih prelomih grudasto razkosano. V nastale depresije je od vzhoda vdrlo Panonsko morje. Nekako istočasno se je pričelo tudi vulkansko delovanje, ki je dajalo v glavnem andezitni tuf. Panonsko morje je v oligocenu prekrilo med drugim tudi južno obrobje Celjske kotline.

Tektonska premikanja so se nadaljevala še po odložitvi oligocenskih kamenin. To sklepamo iz tega, ker je bil prvotno več ali manj enoten terciarni bazen razkosan po vzdolžnih in kasneje prečnih prelomih.

Med najpomembnejše vzdolžne prelome moramo šteti Celjski prelom na južnem obrobju Celjske kotline, ki poteka od Teharij prek Celja in Migojnic proti Vranskemu. Ta prelom je ugotovil tudi Ravnik pri geofizikalnih raziskovanjih Celjske kotline. Verjetno je ob njem meja med Posavskimi gubami in prednožjem vzhodnega podaljška Kamniških Alp. Temu paralelen je marijareški prelom, ki poteka od Pečovnika prek Marija Reke proti zahodu. Ob tem tektonskem kontaktu so v stiku s severne strani psevdoziljski skladi in erozijski ostanki oligocenskih se-

dimentov, z južne pa različni triadni in permokarbonski skladi, v katerih je nahajališče živega srebra Marija Reka. Prelom je subvertikalen in prav tako kot prelom na meji Posavskih gub in Celjske kotline regionalen, proti zahodu se najbrž podaljšuje v savskega. Na tektonski kontakt je tu sklepal že Winkler, imel pa ga je za nariv paleozoika trojanske antiklinale proti severu. Prelom vpada zelo strmo proti severu in ne proti jugu, kot je domneval Winkler (1923). Od prečnih prelomov so najbolj izraziti prelomi po dolini Bistrice, Kolje, Konjšice, dalje prelom Kravica—Podlog, Zlokarje—Motnik.

V zahodnem delu je izrazit diagonalni prelom v smeri NW-SE, ki poteka od Špitaliča prek Trojan in Medijskih toplic; lahko bi ga imenovali medijski prelom. Po Tellerjevi geološki karti Celje—Radeče in avionskih posnetkih se verjetno nadaljuje proti jugovzhodu.

POVZETEK

Raziskave moremo strniti v naslednje ugotovitve:

1. Psevdoziljski skladi na južnem obrobju Celjske kotline se vlečejo od zahoda proti vzhodu in so omejeni s celjskim prelomom na severu in marijareškim na jugu.

2. Psevdoziljski skladi se litološko ločijo v tri horizonte, spodnjega, srednjega in zgornjega. V teh horizontih opazujemo določene facialne spremembe v vzdolžni in prečni smeri. Posebno velja to za spodnji horizont, ki sestoji iz drobnika, keratofirskega tufa in glinastega skrilavca.

Srednji horizont, imenovan vranski apnenec, sestavlja sivi in rumenkasti, ploščasti lapornati apnenec (mikrit) z redkimi lečami roženca in vložki sivega drobnozrnatega apnenca (intrasparita in dismikrita).

Zgornji horizont je sestavljen v glavnem iz črnega glinastega skrilavca.

V bistvu kažejo psevdoziljski skladi sinklinalno zgradbo. Os sinklinale tone proti zahodu. Prvotna sinklinalna zgradba je razkosana s prelomi.

3. Psevdoziljski skladi so siromašni s fosilnimi ostanki. V apnencu je najdena nepomembna mikrofavna. Starost sedimentov je določena le s fosili, ki jih je Teller našel na Celjskem gradu; gre za wengenski oddelek, tj. langobardsko podstopnjo srednje triade.

PSEUDO-ZILIAN BEDS BETWEEN CELJE AND VRANSKO

Karel Grad

With 4 plates and 1 geologic map

The pseudo-Zilian beds have been divided into three lithological horizons. The lower and upper horizons built up of soft shaly beds differ clearly from the middle horizon consisting of the so called Vransko platy limestone. Fig. 1 Plate I shows clearly the relation between this geological

structure and geomorphological features. In these horizons certain lateral and vertical changes have been observed. This is especially true of the lower horizon.

It should be pointed out however, that no profile has been found in which both the hanging wall and the footwall of the pseudo-Zilian beds could be determined. The entire southern contact, where one could expect their footwall, is decidedly tectonic.

The lower horizon is the oldest and consists of graywacke, tuff (Plate II, figs. 1, 2, and 3), and black shale. Eastward the sediments become increasingly tuffaceous. In the Celje area even keratophyre and quartz porphyry have been observed to occur. Northward the tuff begins to decrease and shale to increase. By and large, however, shale predominates over graywacke and the tuff. The thickness of the individual bed ranges from a few centimeters to one meter.

In the light of imprints of *Daonella lommeli* Wism. found by Teller (1889, 210) at Celje Castle, the beds of the lower horizon may be referred to the Wengen stage, exactly to the Langobard substage of the Middle Triassic.

The thickness of the lower horizon cannot be determined since its footwall does nowhere crop out.

The middle horizon consists of platy marly limestone (Plate I, fig. 2) which, according to Folk's classification, corresponds to micrite with dismicrite and intrasparite intercalations. In the following discussion Teller's term "Vransko platy limestone" will be used for this rock.

The characteristic features of the most Vransko platy limestone are conchoidal fracture, sporadic lenticular chert intercalations, and yellowish calcite veins.

Macroscopically this limestone may be compared to those of Ponikve, Škofja Loka, and Volče platy limestones. This similarity, however, seems to point only to identical sedimentary conditions.

Micropaleontological investigations yielded unsatisfactory results. Nothing but some radiolarian and insignificant foraminiferal remains were found. Conodonts were determined only in one rock sample from the quarry at Marija Reka.

Much more interesting are the results of microfacial investigations. According to Folk's classification the Vransko limestone consists of the following microfacial types: micrite, dismicrite, intrasparite, and biomicrite. As micrite, we consider the marly limestone corresponding according to Pettijohn's classification to calcilutite. The micrite is the dominant constituent of Vransko limestone (Plate III, fig. 1). The micrite under discussion is characterized by a microcrystalline calcite matrix with globular and acicular inclusions, some of which are radiolarian and foraminiferal remains. The average size of these inclusions is about 0.1 mm.

In addition the limestone contains single limonitized grains which seem to have been originally pyrite. It is interesting to note that micrite was nowhere found in direct contact with chert but was always separated from the latter by sparite (Plate III, fig. 2).

Dismicrite presents over 10 percent of the Vransko limestone. Macroscopically this constituent is similar to the gray calcarenite. It consists dominantly of microcrystalline calcite with variously shaped inclusions of diverse origin. The dismicrite varieties are shown in Fig. 3, Plate III, and Fig. 1, Plate IV.

Intrasparite constitutes less than 10 percent of Vransko limestone. It consists of intraclasts embedded in a finely crystalline matrix and is hard to distinguish from dismicrite (Plate IV, Fig. 2). Interesting is the Fig. 3 of the Plate IV, showing micrite associated with intrasparite. The thin section reveals very well the interclastic micrite fragments cemented with pure calcite. Besides of other limestone types the pseudo-Zilian beds at Celje Castle contain also strongly recrystallized biomicrite.

Micrite indicates that sedimentation must have taken place in calm relatively shallow water covering a considerably large area. A characteristic feature of the pseudo-Zilian micrite is the absence of the pseudo-Zilian graywacke and black shale fragments, both of which have been deposited prior to the Vransko limestone.

The intrasparite layers are inserted in micrite at each ten to fifteen meters.

The thickness of the Vransko limestone is about 350 meters, and seems to be greatest along the line Marija Reka—Motnik and smallest in the west and east of it.

The youngest lithological member of the pseudo-Zilian beds consists of up to 90 percent black clay shale resembling the Carboniferous clay shale, but without mica. There is no difference between the shale of the lower and that of the upper horizon in the northern pseudo-Zilian belt. These shales contain no tuff intercalations such as are frequently found in the lower horizon of the southern belt.

The sediments of the upper horizon are preserved primarily between Loka and Ločica where they extend westward. East of Loka only a narrow strip of shale is preserved, which thin out between Sternik and Reška Planina. Relicts of this shale are found also over the Vransko limestone in the Zabukovica area. A characteristic feature of the clay shale horizon are intercalations and sheets of sandy and marly limestone, which, however, do not exceed 10 percent of the entire thickness of this horizon. In places the clay shale passes into marly shale, usually in the neighborhood of the marly limestone intercalations.

The presence of organic matter and pyrite in the sediments of the upper horizon indicate that the environment favored reduction. The sedimentation of the upper horizon beds took place under euxinic conditions.

Fossils, in the light of which the age of the upper horizon might be determined are missing. The position of the beds leads to the assumption that shale was deposited over the Vransko limestone.

The thickness of the upper horizon could not be determined because between Celje and Vransko shale is nowhere overlain by younger Triassic strata.

The pseudo-Zilian beds show a synclinal structure. The synclinal axis plunges to the west at a low inclination. The original structure is rather faulted. The most important longitudinal fault is that of Celje at the southern margin of Celje Basin. The fault extends from Teharje past Celje and Migojnice towards Vransko. The existence of this fault was established also on the basis of the geophysical data obtained by Ravnik during his study of Celje Basin. The fault in all probability represents the boundary between the Sava folds and the foothills of the eastern spur of the Kamnik Alps. Parallel to it runs the Marija Reka fault extending from Pečovnik past Liboje and Marija Reka mercury mine towards west. Along this fault meet, on the northern side, the pseudo-Zilian beds and the erosion remnants of Oligocene sediments, and, on the southern side, various Triassic and Permocarboneferous strata in which the mercury deposit Marija Reka is located. The fault is subvertical and, like the one forming the boundary between the Sava folds and Celje Basin, regional. The existence of this tectonic contact was surmised already by Winkler, who, however, held it to be a northward overthrust of the Paleozoic Trojane anticline. The fault dips at a very steep angle northward and not southward as assumed by Winkler (1923).

The most notable transversal faults are those along the Bistrica Valley, the Kolja Valley, the Konjšica Valley, further the fault Krvavica-Podlog, and the fault Zlokarje-Motnik.

In the west is a pronounced diagonal NW-SE fault running from Špitalič to Trojane and Medijske Toplice. According to Teller's geological map Celje-Radeče and aerial photographs the fault seems to continue in the southeast direction.

LITERATURA

Bittner, A. 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. Jahrb. Geol. R. A. Wien.

Brown, J. S. 1943, Suggested use of the word mikrofacies. Econ. Geol. 38, New Haven.

Cuvillier, J. 1952, La notion de mikrofaciès et ses applications. VII. Congr. Naz. Metano Petrolio, Rom.

Cuvillier, J. 1958, Micropaléontologie moderne Rev. Micropaléont. 1. Paris.

Cuvillier, J. 1961, Étude et utilisation rationnelle de mikrofaciès. Rev. Micropaléont. 4. Paris.

Flügel, E. 1963, Zur Mikrofazies der alpinen Trias. Jb. Geol. B. A. Bd. 106. Wien.

Folk, R. L. 1959, Practical Petrographic Classification of Limestones. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 43, Tulsa.

Germovšek, C. 1959, Triadne predornine severovzhodne Slovenije. (Disertacija.) Dela SAZU 11 — Inšt. za geol. knj. 1, Ljubljana.

Grad, K. 1961, Obvestilo o raziskavah krednih sedimentov v Posavskih gubah. Geologija, knj. 6, Ljubljana.

Höfer, H. 1868, Skizze der geologisch-bergmännischen Verhältnisse von Hrastnig-Sagor. Verh. Geol. R. A., Wien.

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

- Kossmat, 1910, Erläuterungen zur Geologischen Karte Bischoflack und Idria. Wien.
- Kossmat, F. 1913, Die adriatische Umrandung der alpinen Faltenregion. Mitt. der Geolog. Ges. VI, Wien.
- Kossmat, F. 1936, Paläogeographie und Tektonik. Berlin.
- Kuščer, D. 1962, Psevdoziljski skladi v okolici Zagorja. Geologija, knj. 7, Ljubljana.
- Leighton, M. W. and Pendexter, C. 1962, Carbonate rock types. Amer. Ass. Petrol. Geol. Tulsa.
- Morlot, A. 1853, Einige Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse von Untersteier. Zweiter Bericht des geogn.-mont. Ver. f. Steiermark.
- Pettijohn, F. J. 1957, Sedimentary Rocks. New York.
- Rakovec, I. 1946, Triadni vulkanizem na Slovenskem. Geogr. vestn. XVIII, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1950, O nastanku in pomenu psevdofiljskih skladov. Geogr. vest. XXII, Ljubljana.
- Stur, D. 1871, Geologie der Steiermark. Graz.
- Teller, F. 1885, Ein neuer Fundort triadischer Cephalopoden in Südsteiermark, Verh. Geol. R. A. Wien.
- Teller, F. 1889, Daonella Lommeli in den Pseudo-Gaithalerschiefern von Cilli. Verh. Geol. R. A. Wien.
- Teller, F., 1897, Jahresbericht des Direktors, Verh. Geol. R. A. Wien.
- Teller, F. 1907, Geologische Karte der österr.-ungar. Monarchie, SW Gruppe, Nr. 93, Cilli—Ratschach, Wien.
- Teller, F. 1910, Jahresbericht des Direktors für 1909, Verh. Geol. R. A. Wien.
- Zollikofer, Th. V. 1859, Die geologischen Verhältnisse von Untersteiermark. Jhrb. Geol. R. A. Wien.
- Winkler, A. 1924, Über den Bau der östlichen Südalpen. Mitt. d. geol. Ges. Wien. XVI.
- Wolf, K. H. 1961, An introduction to the classification of limestones. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1961, 5. Stuttgart.