

UDK 551.761.782:551.24(497.12)=863

Geološka zgradba predpliocenske podlage Velenjske udorine in okolice

Geologic setting of the Pre-Pliocene basis of the Velenje depression and its surroundings

Aleksander Brezigar, Bojan Ogorelec, Lija Rijavec in Pero Mioč
Geološki zavod Ljubljana, Parmova 37, 61000 Ljubljana

Kratka vsebina

Obravnavano ozemlje je razdeljeno na tektonske enote: Podgorsko-vitanjski tektonski jarek, Velunjski nariv, Osrednje Karavanke, Južne Karavanke, Velenjska udorina in Gorenjsko-šostanjski blok. Velenjska udorina je neotektonskega nastanka. Ima obliko kotanje, ki je razpotegnjena v smeri severozahod-jugovzhod. V podlagi severne tretjine udorine nastopajo triadne plasti Južnih Karavank, v južnem delu pa oligomiocenske in miocenske plasti. Značilnosti triadnih plasti smo preiskali na področju Gabrke-Ležen. Nastopajo skitijske, anizijske in srednje- do zgornjetriadne plasti, pri čemer prevladujejo karbonatne kamnine. Oligomiocenske in miocenske plasti pa so sestavljene iz lapornih in peščenih glin, peščenjakov, laporjev in piroklastičnih kamnin, ki jih spremljata andezit in dacit.

Abstract

Geological investigations center on the basement of the Velenje structural depression as well as on the set-up of its surroundings. Several tectonic units combine in the structure of the wider area: the Podgorje-Vitanje graben, the Velunja overthrust appertaining to the large unit of the northern Karavanke Mountains, the central Karavanke Mountains, the southern Karavanke Mountains, the Velenje depression proper, and the Gorenje-Šostanj block. The Velenje depression is of neotectonic formation. The bottom of the elongated through extends in NW-SE direction. The northern flank of the depression – involving about one third of its total crosscut length – exhibits the Triassic makeup of the Karavanke Mountains, whereas the southern two thirds consist of the Oligo-Miocene and Miocene strata. The features of the Triassic Karavanke have been investigated at the locality Gabrke-Ležen. Taking part in the structure are the Scythian, Anisian and the Upper Triassic beds, all of them represented by prevailingly calcareous rocks. The Oligo-Miocene and Miocene beds consist of marly clays, sandy clays, sandstones and marls, in places of andesites and dacites, accompanied by pyroclastics as well.

Prispevek Geološka zgradba predpliocenske podlage Velenjske udorine in okolice je bil podan na simpoziju o geologiji Šaleške kotline v Titovem Velenju leta 1983. Izvleček referata je pod istim naslovom izšel v Geološkem zborniku 3, 1983, Odsek za geologijo, Ljubljana, v celoti pa naj bi izšel v Geološkem zborniku 6. Ker ta kasneje ni izšel, objavljamo celoto šele sedaj. Prispevek podaja stanje raziskav v letu 1983 in ga kasneje nismo bistveno spreminjali.

Uvod

Obravnavano ozemlje leži v severni Sloveniji in zajema del Karavank ter severo-vzhodni podaljšek Savinjskih Alp. Na sredini je Šaleška dolina ali Šaleška kotlina, geološko označena tudi kot Velenjska udorina. V pliocenskih plasteh Šaleške doline je debel premogov sloj, ki ga izkorišča Rudnik lignita Velenje. Področje je zanimivo tudi zaradi drugih rudarskih dejavnosti. Pri Puharjih so kopali svinec in cink (Iskra, 1969; Drovenik et al., 1980, 57), pri Hrastovcu pod cerkvijo Sv. Bric rjavi premog (Mali et al., 1975; Rolle, 1857, 448), v bližini Sv. Brica severno od Titovega Velenja na področju vitanjske sideritne formacije pa železovo rudo (Berce, 1956, 240). Po dolini poteka termalna črta Topolšica-Dobrna (Teller, 1898a, 5). V Topolšici je temperatura vode od 28 °C do 31 °C, v Dobrni pa 36 °C in več (Nosan, 1973, 12 in 13). Tod se nahajajo tudi nekovinske mineralne surovine (Škerlj, 1979).

Na ozemlju velenjskega premogišča potekajo od leta 1980 obsežna dela, ki zajemajo strukturne, hidrogeološke, geomehanske in rudarske preiskave s spremljajočim vrtanjem. S temi preiskavami želijo določiti pogoje, ki bodo dovoljevali odkopavati premog pod vodonosnimi plastmi. Večina strukturnih raziskav je bila končana leta 1982, medtem ko preostale še nadaljujejo.

Strukturne raziskave so bile usmerjene na predpliocensko podlago udorine in na pliocenske in pleistocenske zasipe. V tej razpravi podajamo le geološki pregled podlage in tistega dela obroba, ki je neposredno vplival na razmere v udorini. Zajemamo ozemlje daleč na sever od izvira rečice Velunje do Šaleške doline na sredini in do bližnjega južnega obroba doline. Geološko je to izredno pisano ozemlje, ki ga delimo na več tektonskih enot. Razmere obravnavamo po tektonskih enotah, pri čemer povzemamo osnove po tolmaču za list Slovenj Gradec (Mioč, 1978).

Terenske regionalno-geološke raziskave sta opravila P. Mioč in M. Žnidarčič. Sedimentološki razvoj triadne podlage je opisal B. Ogorelec, razvoj in delitev terciarja pa L. Rijavec. Z regionalno-geološkimi dognanji in izsledki vrtanj v udorini je regionalno geološke raziskave dopolnil A. Brezigar. Podal je še geološke razmere na področju Velenjske udorine, dodatek o tektoniki področja, slike 1-4 in pripravil prispevek za objavo.

Dosedanje raziskave

Aleksander Brezigar

Šaleško dolino in okolico preiskujejo geologi že okrog 150 let. V tem poglavju se omejujemo le na najpomembnejše prispevke.

Najstarejši geološki opis je podal Keferstein leta 1829. Opisal je svetlo zelene debelostrnate peščenjake z glavkonitom pri Topolšici (cf. Rolle, 1860, 8) in jih označil za flišno formacijo. Vulkanite pri Velenju je imenoval trahit (cf. Stache, 1874, 239). Istega leta je Studer (1829) opisal laporaste drobnostnate peščenjake in laporje južno od Velenja in jih primerjal s švicarsko molaso. Vendar na strani 760 pripominja, da Kefersteinova flišna formacija ni enaka njegovi molasi. Rolle (1860, 8) je kasneje pojasnil, da je Keferstein pravzaprav opisoval zgornjeterciarni lapor z velikimi kosí gnajsa. Danes bi polemiko dopolnili s tem, da je Keferstein opisoval kvartarne zasipe z velikimi granitnimi in tonalitnimi odlomki, Studer pa spodnjemiocenski govši lapor in peščenjak. Vulkanske kamnine pri Šoštanju omenja leta 1835 še Boué (cf. Rolle, 1857, 404).

Pomembnejši raziskovalci pred letom 1914 so bili Morlot, Rolle, Teller, Zollikofer, Stache, Stur in Hoernes.

Morlot je leta 1853 uvedel pojma »eocenska formacija« in »eocenske metaforne kamnine« ali »metamorfne kamnine Spodnje Štajerske«. V »eocensko formacijo« je uvrstil gornjegrajske sklade in plasti okrog Socke, med »eocenske metamorfne kamnine« pa vitanjsko sideritno formacijo ter dioritni (danes andezitni) tuf (cf. Rolle, 1857, 405).

Rolle (1857 in 1860) je to osnovno delitev še dopolnil. V »eocensko formacijo« je uvrstil apnence z numuliti pri Sv. Florjanu zahodno od Šoštanja, dalje diorit, dioritni tuf, tufski konglomerat pri Velenju in Šoštanju in premogonosne soteške plasti. Soteškim plastem je prištel tudi laporaste skrilavce nad numulitnimi apnenci pri Sv. Florjanu (Rolle, 1860, 14) – torej današnje morsko glino sivico – in premogova ležišča znotraj »Vitanjskega apnenega gorovja« (»Weitensteiner Kalkgebirges«), kamor spada tudi »črni premog« (»Glanzkohle«) Zgornjih Škal, to je v današnjem Hrastovcu pri Titovem Velenju. Dalje je v »eocensko formacijo« uvrstil litotamnijske apnence (»Nulliporenkalk«) z ostrejami in pektinidi pri Velenju in Dobrni. Iz razpredelnice (Rolle, 1860, 23) je razvidno, da je z eocenom mislil tedanji zgornji eocen ali oligocen, danes znan kot oligomiocen (egerij), litotamnijske apnence pa je opredelil kot spodnjemiocenske.

Globočnino pri Zavodnjah je Rolle opisal kot gnajs, triadne plasti na severnem obrobju Šaleške doline pri Hudi Luknji in ob Sopotu pa kot anizijski apnenec (»Guttensteiner Kalk«). Uvedel je tudi pojem »vitanjska železova formacija« (»Weitensteiner Eisenerzformation«), danes znan kot vitanjska sideritna formacija, s katerim je nadomestil Morlotove »eocenske metamorfne kamnine«. To formacijo sestavljajo karbonski ziljski apnenci in dolomiti (»Gailthaler Kalk und Dolomit«, drugod tudi »Bergkalk«) s sideritnimi čoki, dalje kremenovi konglomerati, imenovani »brečko«, in kremenovi peščenjaki, imenovani »škripauc«. Črne apnence z belimi žilami, krinoidi in brachiopodi je Rolle (1857, 424 in 425) imenoval »Schnürkalk«. Kamnine železove formacije danes uvrščamo v karbon in permij. Formacijo je opisal pri Sv. Bricu severno od Titovega Velenja.

Zollikofer (1861/1862, 334) deli eocensko formacijo na eocenske soteške plasti in tufske kamnine ter na neogenske morske litotamnijske koralne apnence in litotamnijske apnene peščenjake z briozoji. Podrobnejše členitve ne navajamo.

Zelo pomembno delo je geološki zemljevid, list Mozirje (Teller, 1898b), v merilu 1 : 75 000 in spremljajoči tolmač (Teller, 1898a). Teller je opustil mnoge starejše izraze in uvedel nove. Kot najstarejše je opisal paleozojske zelene skrilavce z diabazom in diabaznim tufom, ki jih je Rolle opisoval še kot ziljske plasti. Danes so te plasti znane pod imenom štalenskogorska serija. Posebej je ločil zelene glinaste skrilavce in subgrauvako ter omenil, da je po petrografskih značilnostih podobna gródenskim peščenjakom. Opisane kamnine ležijo na skrajnem severozahodnem delu obravnavanega ozemlja. Namesto o karbonskih ziljskih apnencih govori o fusulinskih apnencih. Triadne plasti deli na spodnjetriadne werfenske plasti, anizijske školjkovite apnence in dolomite (»Muschelkalk«) in ladinijske rudonosne apnence (»Erzführender Kalk«). Zadnje omenja kot sinonim za wettersteinske apnence.

Eocenske formacije Teller ne omenja več. Kot najstarejše terciarne plasti navaja oligocenske gornjegrajske sklade, ribje skrilavce z Brdc ter okoninsko brečo. Locus typicus teh plasti leži izven obravnavanega ozemlja, pač pa se tod pojavljajo njihovi ekvivalenti. Kot ekvivalent gornjegrajskih skladov omenja nuliporne apnence pri vasi Klanec severno od Dobrne; to so klanške plasti. Zanje je značilna prisotnost

numulitov, koral, ehinodermov, briozojev, pektinid in ostrej. Teller (1898a, 74) piše tudi o več erozijskih krpah teh skladov pod hribom Skorno in pri Sv. Florjanu zahodno od Šoštanja.

Sledijo oligocenske soteške plasti s premogom, katerim je prišel, podobno kot pred njim Rolle, premogonosne plasti pri Sv. Bricu (Hrastovec), današnje ivniške plasti na severu ter druge sotoške premogonosne plasti, ki ležijo izven obravnavanega ozemlja.

V miocen je Teller uvrstil dobrnski morski lapor severno in zahodno od Dobrne. V njem so foraminifere, ostanki školjk in polžev, mahovnjaki in korale. Miocenski je tudi dobrnski tufski peščenjak vzhodno od Velenja, katerega je vzporejal z govškim peščenjakom. Posebej omenja morski lapor s področja tufov, torej današnje morsko sivico. Leta 1873 je Drasche ugotovil, da je v okolici Velenja andezitni in ne dioritni tuf (cf. Teller, 1898a, 102). Zato govori Teller o andezitnem tufu in o andezitu kot predornini. Na 161. strani pripominja, da sta lahko ponekod bolj kislja in da lahko prehajata v dacit oziroma dacitni tuf. Kot najmlajše miocenske plasti omenja lito-tamnjske apnenice pri Velenju (Sv. Martin). Tudi v njih so pektinide in ostreje.

V Osrednjih Karavankah je opisal granit s paralelno teksturo in tonaltni gnajs ali tonalit s paralelno teksturo. Med njima nastopajo filit in kristalasti skrilavci.

Od tektonskih smeri je poznal vitanjski prelom s smerjo Belavski vrh-Kozjak-Vitanje in šoštanjski prelom s smerjo Šoštanj-Vojnik (Teller, 1898a, 4 in 5). Oba se združita zahodno od Belavskega vrha.

Stache (1874), Stur (1864, 1871) in Hoernes (1903) obravnavajo širša področja in le deloma posegajo v okolico Šaleške doline. Povzemajo najpomembnejše ugotovitve predhodnikov. Med letoma 1914 in 1945 je raziskovanje zamrlo. Po letu 1945 pa so se raziskovalci usmerili predvsem na posamezne litostratigrafske člene. Tako je mladopaleozojske sklade vitanjskega niza oziroma Rollejeve železove formacije obdelal Ramovš (1960). Na podlagi mikrofavne jih je ločil v zgornjekarbonske in spodnje – ter srednjepermjske. Hinterlechner-Ravnikin Pleničar (1967) sta obdelala smrekovski andezit in njegov tuf. Na podlagi foraminiferne mikrofavne iz lapornih plasti med tufom sta ju uvrstila v srednji oligocen. Vulkanske kamnine sta našla le južno od Smrekovca in Šaleške kotline, zato sta ta vulkanizem označila kot značilnost Savinjskih Alp. Tellerjev vitanjski prelom sta preimenovala v smrekovski prelom.

Opis soteških skladov in primerjavo njihovih številnih nahajališč je podal Kuščer (1967). Faninger (1976) ter Faninger in Štruel (1978) pa sta obdelala granitni in tonaltni pas Centralnih Karavank. Granitni intruziv sta označila kot varistični, tonaltni pa kot alpidski.

Razvoj magmatizma v Vzhodnih Karavankah je obdelal Mioč (1972). Podal je tudi litostratigrafsko primerjavo med Savskimi gubami, Južnimi Karavankami in širšim jugoslovanskim prostorom ter Južne Karavanke uvrstil v geotektonsko enoto savskega nariva (Mioč, 1981, 545).

Regionalno tektonsko zgradbo je prikazal Premru (1976). Razen smrekovskega in šoštanjskega preloma navaja še ormoški in ljutomerski prelom. Oba se pričneata v Velenjski udorini in se proti vzhodu vlečeta do labotskega preloma, kjer se lomita ter se nadaljujeta v severovzhodno Slovenijo. Vse štiri prelome je Premru uvrstil v 7. neotektonsko fazo s transkurentnim značajem prelomov.

Zvezni geološki zavod Beograd je izdal osnovno geološko karto SFRJ, list Slovenj Gradec, v merilu 1:100 000 (Mioč & Žnidarčič, 1976) in tolmač k tej karti (Mioč, 1978). Zemljevid zajema skoraj celotno obravnavano ozemlje razen skraj-

nega zahodnega dela. Na njem so paleozojski zeleni skrilavci z diabazi obravnavani kot štalenskogorska serija, kamnine vitanjskega niza pa so revidirane glede na novejša spoznanja. Enako velja za zgornjepermijski apnenec in dolomit z galenitom in sfaleritom ter za keratofir pri Puharjih. Triadne plasti so razdeljene na skitijski dolomit, apnenec in klastite, na anizijski sivi plastoviti dolomit in ladinjski kristalasti dolomit ter apnenec. Ladinjski apnenec je uvrščen v langobardsko in cordevolsko podstopnjo.

Severozahodno od Šoštanja je v omenjenem zemljevidu narisani erozijski ostanek debelokristalastega zgornjekrednega apnenca. Od terciarnih plasti je opisan srednjeoligocenski sivi apnenec jugovzhodno od Vinske gore, ki je morda ekvivalent gornjegrajskih plasti, na območju Paškega Kozjaka pa srednjeoligocenski sljudnati lapor. V srednji oligocen (rupelij) je uvrščen tudi sivi morski peščen lapor oziroma morska sivica. Smrekovške plasti, kamor spadajo andezitni tuf, tufit in vulkanska breča, so opisane kot oligocenske, medtem ko sta dacit in dacitni tuf ob neposrednem južnem robu Velenjske udorine označena kot miocenska, verjetno helvetijska. V helvetij so uvrščene ivniške plasti (konglomerat, peščenjak in lapor) ob zgornjem toku Velunje. Enake starosti sta peščenjak in peščen lapor v vzhodnem podaljšku Šaleške doline. Peščen apnenec z litotamnijami vzhodno od Velenja je označen kot tortonijski.

Poleg smrekovškega in šoštanjskega omenja Mioč (1978, 52) še topolški in dobrniški prelom. Topolški prelom poteka ob južnem robu pogorja Lom, dobrniški pa ob južnem robu Vinske gore in se ob zahodnem robu Ljubele priključi smrekovškemu prelomu.

O podlagi Velenjske udorine v ožjem pomenu je malo objavljenega. Omenimo naj le geološke prereze (Rolle, 1857, 465; 1860, 13 in 20), v katerih sta pri Topolšici prikazana ziljski apnenec in dolomit, na jugu pa eocenska formacija (apnenec, lapor in dioritni tuf). Pri Škalah je prikazan anizijski dolomit, na jugu pa eocenski lapor in dioritni tuf. Riedl (1887, 141) ugotavlja v vrtini I/1875 na globini 175,9 m soteški peščenjak, kar kasneje navaja še mnogo avtorjev. Ta peščenjak danes uvrščamo v miocen-eggenburgij.

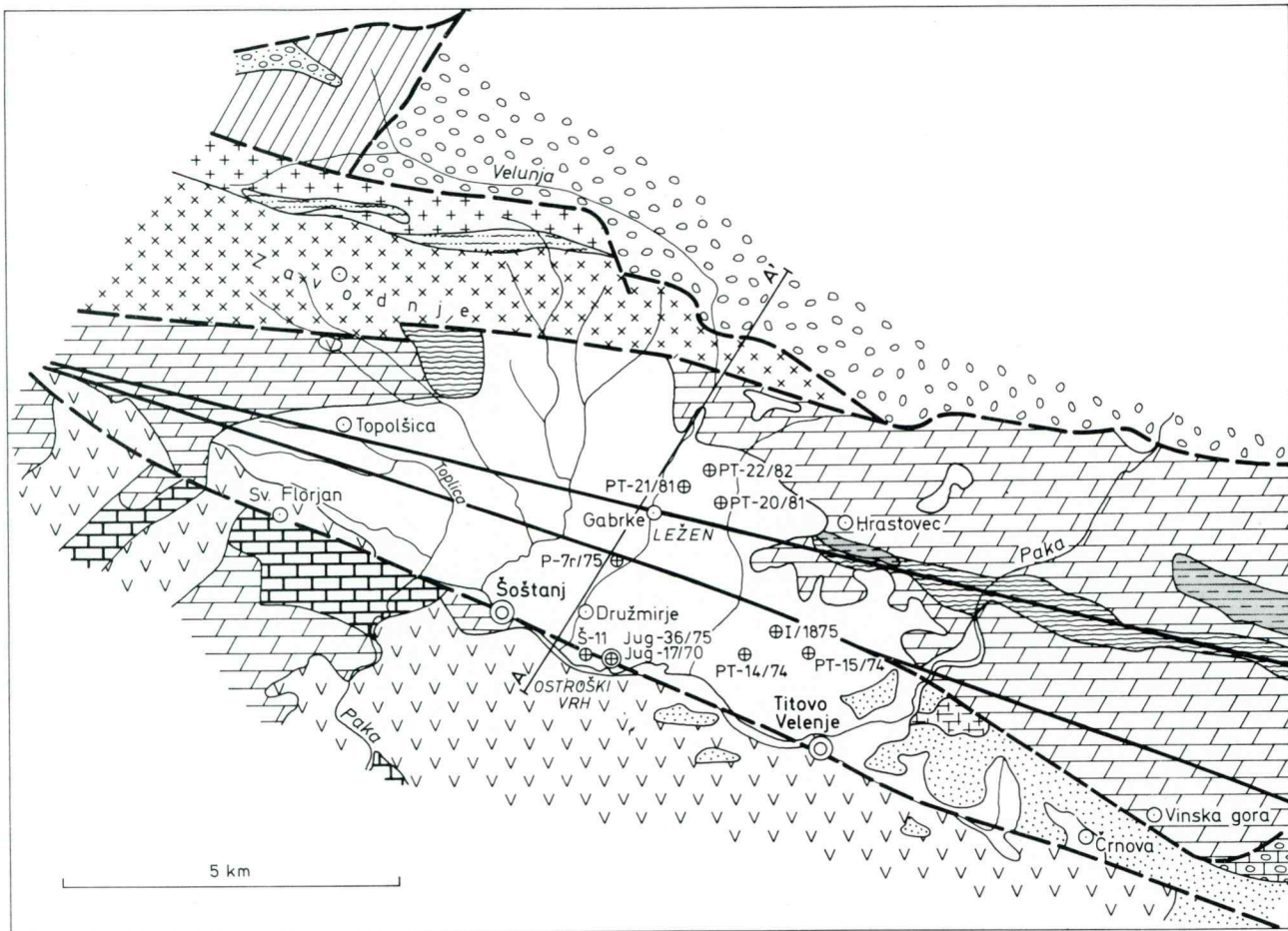
Geološka zgradba širšega področja *Aleksander Brezigar in Pero Mioč*

Ločimo naslednje tektonske enote (slika 1 in 2):

1. Podgorsko-vitanjski tektonski jarek,
2. Velunjski nariv (Severne Karavanke),
3. Osrednje Karavanke,
4. Južne Karavanke,
5. Velenjska udorina,
6. Gorenjsko-šoštanjski blok (Savinjske Alpe).

1. Podgorsko-vitanjski tektonski jarek

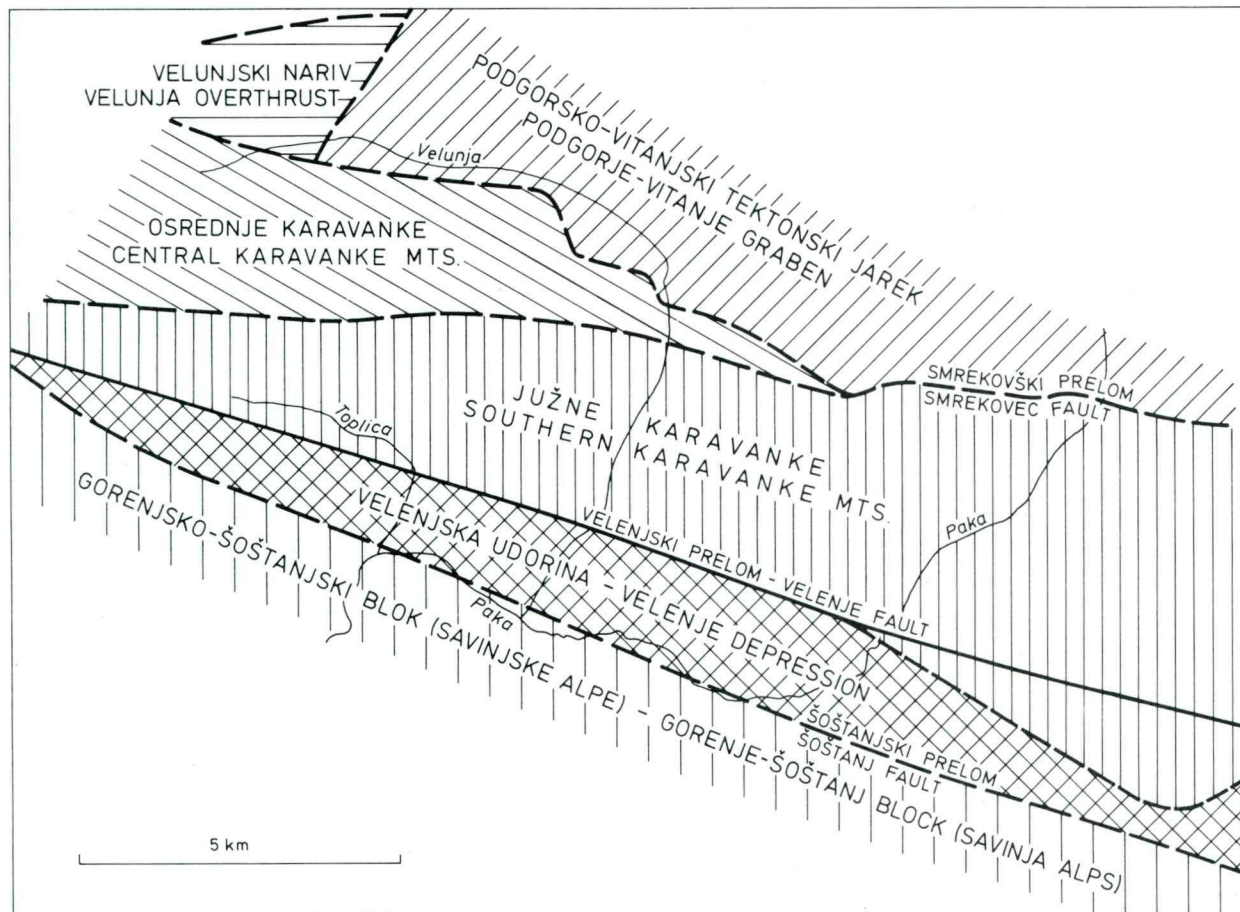
Podgorsko-vitanjski tektonski jarek poteka od Slovenj Gradca proti jugovzhodu. Na obravnavano območje sega le njegov najjužnejši del. Na južnovzhodni strani se ob smrekovškem prelomu stika z Južnimi Karavankami. Na jugozahodu je v tektonskem stiku z Osrednjimi Karavankami, s tektonsko enoto Velunjskega nariva pa je v tek-



Sl. 1. Geološka karta Šaleške doline in okolice

Fig. 1. Geologic map of the Šalek valley and its surroundings

	Pliocen in villafrancij: prod, pesek, glina, premog Pliocene and Villafranchian; gravel, sand, clay, coal
	Badenij (tortonij); litotamnijski apnenec Badenian (Tortonian); lithothamnian limestone
	Helvetij; konglomerat, peščenjak, lapor Helvetian; conglomerate, sandstone, marl
	Eggenburgij (sp. burdigalij); peščenjak, lapor in dacitni tuf Eggenburgian (Lower Burdigalian); sandstone, marl and dacitic tuff
	Egerij; lapor, peščeni lapor, peščenjak, andezitni tuf, andezit Egerian; marl, sandy marl, sandstone, andesitic tuff, andesite
	Oligomiocen; tonalit Oligo-Miocene; tonalite
	Rupelij; sivi apnenec z vložki konglomerata Rupelian; gray limestone with intercalations of conglomerate
	Srednji eocen?; sljunati lapor Middle Eocene?; micaceous marl
	Triada; predvsem dolomit in apnenec Triassic; mostly dolomite and limestone
	Permotriada; vijoličasti in sivi kremenov peščenjak Permo-Triassic; violet and gray quartz sandstone
	Permij; granit Permian; granite
	Zgornji permij; sivi in črni apnenec, sivi dolomit Upper Permian; gray and black limestone, gray dolomite
	Zg. karbon in sp. permij; črni glinasti skrilavec, kremenov peščenjak in konglomerat temno sivi, svetlo sivi in rožnati apnenec Upper Carboniferous and Lower Permian; black shale, quartz sandstone and conglomerate, dark gray limestone, light gray and pink limestone
	Silurij, devonij; filitoidni skrilavec z vložki apnenca Silurian, Devonian; phyllitic schist with intercalations of limestone
	Gnajs s prehodi v blestnik Gneiss with transitions to mica schist
	Geološka meja Geologic boundary
	Prelom Fault
	Predpliocenska tektonska cona Pre-Pliocene tectonic zone
	Vrtina Borehole



Sl. 2. Tektonske enote

Fig. 2. Tectonic units

tonskih stikih različnega značaja. Kamnine iz tega jarka so za področje Šaleške doline pomembne le posredno. Velunja jih namreč erodira in prenaša v Šaleško dolino, domnevno pa so bile ugotovljene tudi v pliokvartarnih peskih velenjske skladovnice npr. v sredini severnega dela doline.

Jarek gradijo helvetijske ivniške plasti (slika 3a). Njihova starost je določena po primerjavi s podobnimi usedlinami na avstrijskem Štajerskem (Kollmann, 1965). V spodnjem delu nastopajo konglomerati in sljudnati peščenjaki, v zgornjem laporji. Spodnji del ima fluvioterestrični značaj, navzgor je prehod v brakični in morski facies. Barva kamnin se spreminja od sive do zelenkaste in sivo rjave, konglomerati pa so rumenkasti in rdečkasti, kar je odvisno od stopnje preperelosti. Prodniki in peščena zrna so večinoma iz magmatskih in metamorfnih kamnin. V morskem laporju so foraminifere *Bathysiphon taurinensis* Sacco, *Bigenerina robusta* Brady, *Cyclogyra polygyra* (Reuss), *Pullenia bulloides* (d'Orbigny) in druge.

2. Velunjski nariv (Severne Karavanke)

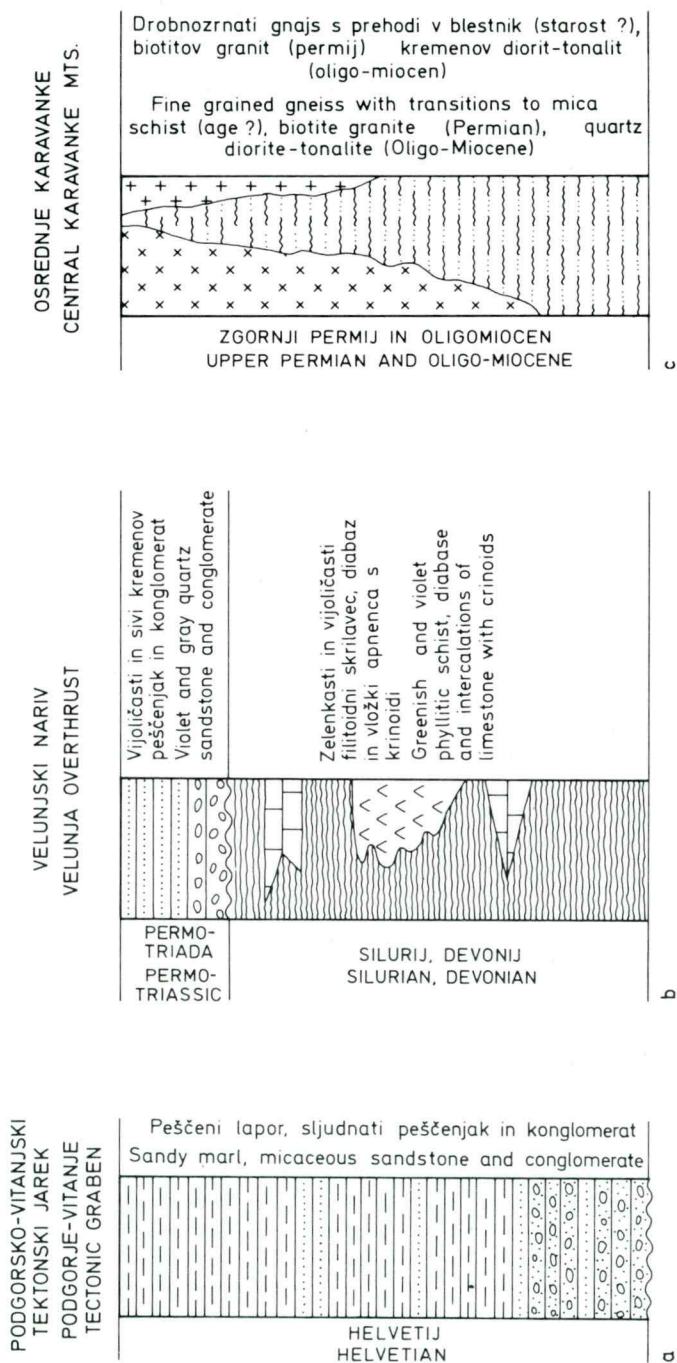
Velunjski nariv je najjužnejši del Severnih Karavank. Narinjen je na severneje ležeče triadne plasti, ki so že zunaj obravnavanega območja. Na jugu je v tektonskem stiku z Osrednjimi Karavankami, na vzhodu pa z ivniškimi plastmi. Kamnine Velunjskega nariva najdemo v pliokvartarnih fluvialnih nanosih Velenjske udornine.

Velunjski nariv gradijo večinoma staropaleozojski silurijskodedonijski skladi, znani kot štalenskogorska serija (slika 3b). V njej so temni zelenkasti in vijoličasti filitoidni skrilavci z vložki sivega, svetlo sivega, rdečkastega in rumenkastega apnenca s krinoidi. Skrilavci vsebujejo ponekod temno zeleni diabaz z ofitsko strukturo. Starost teh plasti je določena po primerjavi s podobnimi kamninami v Avstriji in po konodontih iz apnenih vložkov pri Remšniku na Kobanskem (Mioč & Ramovš, 1973). Po zunanjem videzu, mineraloški sestavi in marmorizaciji apnenca spadajo med regionalno metamorfne kamnine. Prevladuje anhimetamorfna sotpnja, spodnji del pa sega v facies zelenega skrilavca. V najvišjem delu, ki ni povsod ohranjen, nastopa vijoličasti in sivi skrilavi meljevec s subgrauvako. Po analogiji s sosednjimi območji je uvrščen v permotrias (Mioč, 1978, 27).

3. Osrednje Karavanke

Osrednje Karavanke se razprostirajo v smeri vzhod–zahod. So skrajni vzhodni podaljšek Vzhodnih Alp. Na jugu so omejene s periadriatskim šivom, ki loči Alpe od Dinaridov. V mlajšem paleozoiku in mezozoiku je tvoril rob kontinentalnega šelfa, ob katerem se je spreminjal facies. Dokončno je bil izrinjen na površje do sredine miocena (Mioč, 1978, 50). Osrednje Karavanke mejijo pri Ravnah neposredno na pliokvartarne zasipe Velenjske udorine (slika 7).

Severni rob Centralnih Karavank tvori reverzni Čofatijev prelom, južni rob pa strmi in rahlo reverzni smrekovski prelom. Centralne Karavanke gradita granit na severu in tonalit na jugu, ki sta ločena z metamorfnim pasom (slika 3c). Granit je variscen permotriasen. Radiometrične meritve so pokazale starost 244 do 216 milijonov let (Faninger & Štruel, 1978, 82). Razen granita najdemo še granodiorit, kremenov diorit, diorit in gabro. V granitu so zajeti bloki gnajsa, amfibolita, diabaza in metakeratofirja. V metamorfnem pasu nastopa filit, ki je ob stiku z grani-



Sl. 3. Geološki stolpci

Fig. 3. Geological columns

tom pogosto spremenjen v kordieritni skrilavec. Zahodno od raziskanega območja nstopata tudi drobnnozrnati gnajs in amfibolit. Metamorfni pas je z granitom pretežno v tektonskem stiku, le redko v primarnem. V tektonskem stiku je tudi s tonalitom. Tonalit je alpske oligomiocenske starosti. Nastal je pred 29 do 28 milijoni let (Faninger & Štručl, 1978, 82). Ima značilno planparalelno teksturo, ki je izražena z menjavo pasov femičnih in saličnih mineralov.

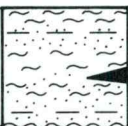
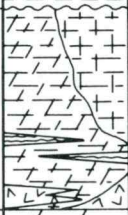
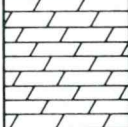
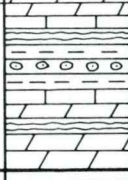
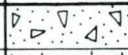
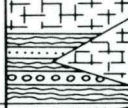
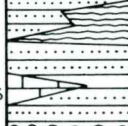
4. Južne Karavanke

Južne Karavanke tvorijo severni rob Velenjske udorine in severni del njene podlage. Gradijo jih mladopaleozojske luske, mezozojski triadni kompleks in terciarne plasti (slika 4). V tolmaču k listu Slovenj Gradec (Mišč, 1978) so razdeljene na tri geološko tektonske enote. Severno leži paška sinklinala, ki je zgrajena iz triadnih plasti. Vleče se od Paškega Kozjaka do Velenjske udorine. Sem spadata Ljubela in Vodemla. Na sredini so mladopaleozojske luske, npr. pri Hrastovcu ali na Vrhovskem vrhu. Tretja enota je neposredno severno obrobje Velenjsko-dobrniške udorine, kamor je uvrščena tudi gora Lom severozahodno od Topolšice; zgrajeno je predvsem iz triadnih plasti. Za vzhodni del Južni Karavank omenjena delitev ustreza, medtem ko je zahodni del, npr. pogorje Lom, v litostratigrafskem pogledu bolj podoben enoti paške sinklinala, kot severnemu obrobju Velenjske udorine. Ker sta z novjšimi raziskavami tudi topolški prelom in dobrniški prelom razvrščena kot preloma II. reda, raziskave severnega obrobja udorine, predvsem njegovega zahodnega dela, pa se še nadaljujejo, tukaj Južnih Karavank ne delimo na manjše geotektonske enote. Južne Karavanke segajo torej od smrekovskega preloma na severu do velenjskega preloma na jugu. Oba preloma imata subvertikalen značaj, celotno področje pa kaže tendenco narivanja proti jugu.

Mladopaleozojske luske (Ramovš, 1960) so znane tudi pod imenom vitanjski niz (»Weintensteiner Zug«, Stache, 1874) ali železova oziroma sideritna formacija. Vlečejo se ob večji, prečno večkrat pretrgani in premaknjeni tektonski coni z glavno smerjo vzhod–zahod oziroma nekoliko proti jugovzhodu. Pri Vrhovskem vrhu na zahodnem obrobju udorine nastopijo tudi kot samostojna tektonska gruda, ki je razkosana s prelomi vzhod–zahod in severozahod–jugovzhod, torej tudi s prelomi dinarske smeri. Južno od Topolšice so bile luske navrtane globoko pod triadnimi plastmi. Nasploh so tektonsko izredno pregnetene. Gradijo jih zgornjekarbonski, spodnjepermijski in srednjepermijski skladi.

Zgornjekarbonski skladi pripadajo vrhnjemu delu javorniških skladov (Ramovš, 1960, 206) ter jih uvrščamo v gželijsko in orenburgijsko stopnjo. Sestavljajo jih kremenov konglomerat in peščenjak, nekaj pa je tudi temnega glinastega skrilavca. Pojavljajo se še leče temnega mikritnega apnenca s fuzulinidami. Del teh plasti sega verjetno še v spodnji permij. Najdene so bile *Rugosofusulina alpina* (Schellwien), *Quasifusulina longissima* Möller in druge foraminifere.

Spodnjepermijski in srednjepermijski skladi so z zgornjekarbonskimi povsod v tektonskem stiku. Ramovš (1960) jih je označil kot spodnjepermijske rotnoveške in srednjepermijske trogkofelske sklade, omenja pa tudi trbiško brečo. Kot rotnoveške je opisal večinoma neskladovite, redkeje ploščaste temno sive in črne psevdoschwagerinske apnenca, ki so preprejeni z belimi kalcitnimi žilami, ter mejne plasti, ki jih gradijo brečasti konglomeratni apnenci z glineno-skrilavimi vložki. K trogkofelskim skladi uvršča svetel in rožnat organogen apnenec. Na obravnavanem ozemlju

PLIOCEN IN VILLAFRANCKIJ PLIOCENE AND VILLAFRANCHIAN		Prod, pesek, glina, glinovec, premog Gravel, sand, clay, claystone, coal
MIOCEN MIOCENE		Sljudnati peščenjak, konglomerat, sljudnati lapor Micaceous sandstone, conglomerate and micaceous marl
SREDNJI EOCEN? MIDDLE EOCENE?		Sljudnati lapor, peščenjak, meljevec, premog Micaceous marl, sandstone, siltstone, coal
SREDNJA DO ZGORNJA TRIADA MIDDLE AND UPPER TRIASSIC		Kristalasti masivni dolomit in apnenec, vložki meljastega skrilavca; spodaj tudi diabaz in diabazni tuf, keratofir ter keratofirski tuf Crystalline massive dolomite and limestone, intercalations of silty shale; in the lower part also diabase and its tuff, keratophyre and its tuff
ANIZIJ ANISIAN		Plastoviti in laminirani dolomit Stratified and laminated dolomite
SKITIJ SCYTHIAN		Sivi dolomit, peščeni vijoličasti skrilavec, sivi ploščasti apnenec, lapor, oolitni dolomit Gray dolomite, sandy violet shale, gray stratified limestone, marl, oolitic dolomite
SR. PERMIJ MD. PERMIAN		Breča z rdečim vezivom Breccia with red cement
SP. PERMIJ LOWER PERMIAN		Svetlo sivi in rožnati apnenec, konglomerat, peščenjak in skrilavec Light gray and pink limestone, conlomerate, sandstone and shale
ZGORNJI KARBON UPPER CARBONIFEROUS		Črni glinasti skrilavec, kremenov peščenjak in konglo- merat, vložki apnenca s fuzulinidami Black shale, quartz sandstone and conglomerate, intercalations of limestone with fusulinids

Sl. 4. Geološki stolpec Južnih Karavank

Fig. 4. Geological column of southern Karavanke Mountains

je razvit tako temno sivi masivni in ploščati mikritni rotnoveški apnenec s kalcitnimi žilami kot neskladoviti kristalasti svetlo sivi, beli in rožnati trogkofelski apnenec. Razvit je tudi klastični facies v obliki kremenovih konglomeratov, peščenjakov in glinastih skrilavcev, ki je podoben onemu iz zgornjega karbona. Brez fosilnih ostankov ju ni mogoče ločiti. V apnencih nastopa bogata fusulinidna favna *Quasifusulina tenuissima* (Schellwien), *Pseudofusulina* sp., *Binella* sp. in druge.

Pri Hudem mlinu vzhodno od Pake je trbiška breča srednjepermijske starosti. Podobno kot drugod v Karavankah so v njej kosi trogkofelskega apnenca in drobci kremena povezani z rdečkastim glinasto-limonitnim vezivom.

Največje področje sestavljajo triadne kamnine. Ločimo skitijske, anizijske in srednje- do zgornjetriadne plasti. V ladinijsko stopnjo uvrščamo redke vulkanske kamnine.

V spodnjem delu skitijskih skladov imamo svetlo sivi do svetlo rumenksti plastoviti dolomit, ki je pogosto zdrobljen in milonitiziran. Vmes so vložki rdeče vijoličaste peščenega skrilavca. Navzgor slede sivi ploščati do tenkoplastoviti apnenci in laporji s kalcitnimi žilami. Apnenci in laporji so lahko tudi rdečkaste, rumenkaste, zelene ali rjave barve. Značilni horizont je rdečkast ali siv oolitni dolomit. Tudi v njem najdemo vijoličaste peščene skrilavce z različno množino sljude. Na vzhodnem obrobju Velenjske udorine so pogosti zelenkasti laporasti skrilavci. V skitijskih plasteh je foraminiferna mikrofavna in ostanki ter odtisi školjk, med drugimi *Myophoria* sp.

K anizijskim plastem prištevamo sivi plastnati ali masivni dolomit, ki je drobno- do srednjezrnat in ponekod laminiran. Redkejši je neskladoviti kristalasti apnenec, na primer na Paškem Kozjaku, kjer je bila najdena *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić.

V ladinijsko stopnjo uvrščamo diabaz, diabazni tuf in keratofir. Diabaz in diabazni tuf pa tudi tufit, glinovec in roženec se pojavljajo na severnem pobočju Paškega Kozjaka. Diabaz je temno zelen, na površini preperel, masiven in ima ofitsko strukturo. Tuf in tufit sta zelenkasta do rdeče vijolična ter se menjavata z glinovcem in rdečim rožencem. Karatofir se pojavlja na južni strani Paškega Kozjaka v ozkem pasu, potekajočem v smeri vzhod-zahod. Je drobno- do srednjezrnat in zelenkaste do svetlo rjave barve.

V srednje- do zgornjetriadnih plasteh so ladinijske in zgornjetriadne karbonatne kamnine, ki pa jih težko razločujemo. Fosilni ostanki so navadno prekrystalizirani in nedoločljivi, zato te kamnine obravnavamo skupaj. V spodnjem delu nastopa masivni dolomit svetlo sive barve s srednekristalasto strukturo. Navzgor prehaja v kristalasti apnenec. Apnenec je ponekod plastovit in temnejše barve. Starost je določena z dazikladacejami in foraminiferami *Diplopora annulata* Schafhäutl, *Physoporella* sp., *Trochammina* sp. in drugimi.

Mioč (1978, 32), in Brežigar s sodelavci (1983b, 17) navajajo pri Stanovški zgornjekredni grebenski apnenec. Sedimentološke in paleontološke preiskave tega apnenca so pokazale, da gre za srednje- do zgornjetriadni apnenec. Krednih plasti na tem področju Južnih Karavank ni.

V terciar smo uvrstili premogonosne plasti pri Hrastovcu, andezitne izlive ob smrekovškem prelomu pri potoku Strmina in erozijske ostanke domnevno miocenskih klastitov. Del Južnih Karavank prekrivajo tudi pliocenski in pleistocenski zasipi Šaleške doline.

Za Južne Karavanke je značilen sladkovodni facies nekdanjih »soteških plasti«. Izraz »soteške plasti« danes ne ustreza več (Cimerman, 1979, 66). Klasično najdišče pri Socki je namreč uvrščeno v helvetij (Mioč, 1978, 36), premog zagorskih rudnikov v sladkovodni oligocen-rupelij (Kuščer, 1967, 44), morski razvoj oligocena – »sivica« pa v zgornji del rupelija in egerij (Cimerman, 1979, 67). »Soteške plasti« v Južnih Karavankah pa tukaj domnevno uvrščamo v eocen, zato je ta izraz popolnoma neprikladen. Sem spada sladkovodni premogonosni razvoj pri Hrastovcu oziroma pod cerkvijo Sv. Bric neposredno nad Šaleško dolino. Te plasti pa so tudi

drugod v Južnih Karavankah. Pri Hrastovcu so vgnete med mladopaleozojske luske in triadne plasti. Razvite so kot sljudnati lapor sive, sivo rjave in oranžne barve. Ponekod vsebuje precej peščene komponente in prehaja v laporasti peščenjak. V laporju nastopa rjavi premog različne debeline, večinoma v obliki tankih pol. Ponekod najdemo makrofavno, ki je znana pod imenom »favna s Sv. Brica«. Gre za polže in školjke *Pyrgulifera gradata* Rolle, *Paludina styriaca* Rolle, *Unio lignitaris* Rolle, *Congerina styriaca* Rolle, *Cyrena lignitaria* Rolle in *Cyrena subtellinoides* Rolle (Hoernes, 1892, 281). Nastopajo še številni rastlinski ostanki. Litološko podobne plasti pri Javorniškem rovtu nad Jesenicami so srednjeeocenske (Mikuž, 1979), skupen jim je polž *Pyrgulifera gradata*.

Južno od smrekovskega preloma, v zgornjem delu potoka Strmina pri Mazeju severno od Topolšice, nastopajo ob prelomu s smerjo severozahod-jugovzhod majhne andezitne krpe. Gre za andezitno predornino, ki je na zahodu zunaj obravnavanega ozemlja v bližini smrekovskega preloma pogosta in je nastala v egeriju med smrekovskim vulkanizmom. Andezit je tektonsko zelo zdrobljen in spremenjen. Je zelene in sivo zelene barve z značilno porfirsko strukturo. Majhno nahajališče je razdeljeno na tri krpe. Andezit ni značilen za Južne Karavanke, kajti vzhodno od tod se na površini ne pojavi več.

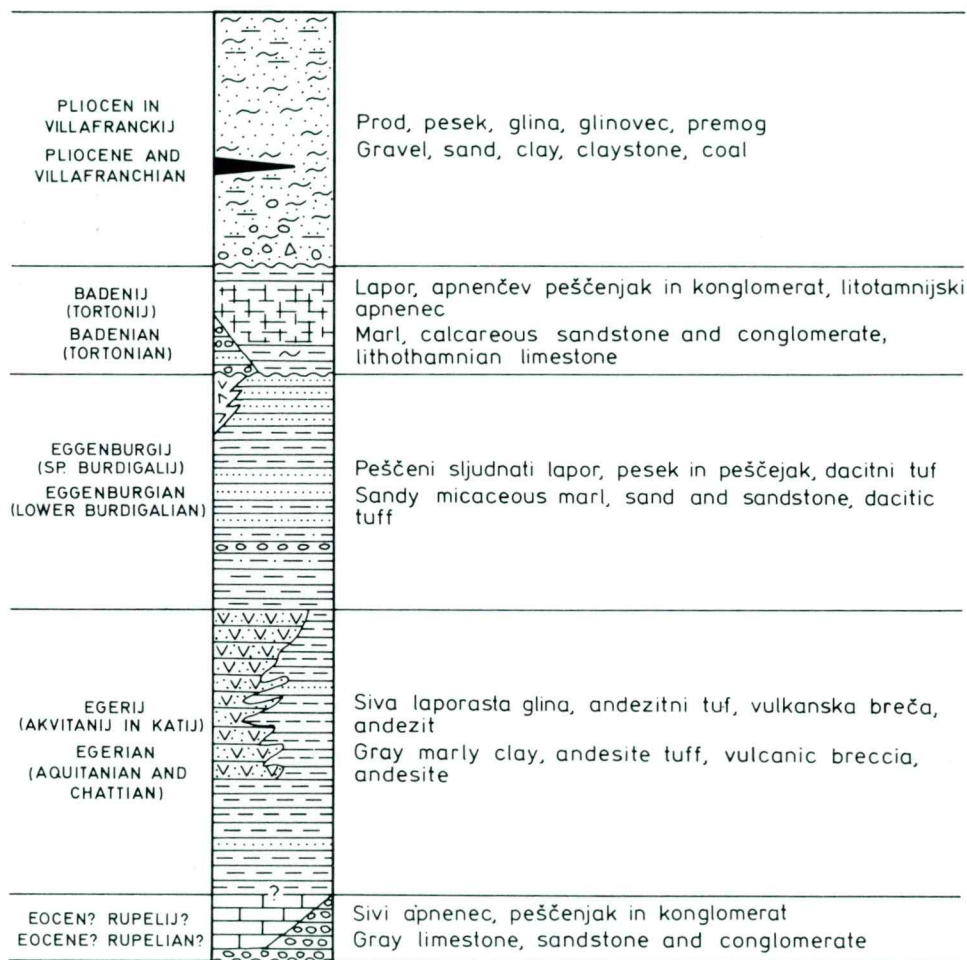
Na triadne kamnine ob severozahodnem robu Šaleške doline nalegajo domnevne miocenske plasti. Pri geotermalnih vrtnih delih v Topolšici so navrtali nekaj deset metrov debelo skladovnico rjavo rumenih debelozrnatih peščenjakov s sljudo in s plastmi sivega konglomerata ter sivo rjavega glinovca (Brezigar, 1985/86). Starost teh kamnin je vprašljiva. V Južnih Karavankah okrog Šaleške doline so ohranjeni tudi precej veliki in številni erozijski ostanki pliocenskih in villafrankijskih peščenih meljev in rumenih ter sivo zelenih glin. Takšni so npr. ostanki pri Škalskih Cirkovcah.

5. Velenjska udorina

Obravnavano ozemlje je del večje Velenjsko-dobrniške udorine. Omejeno je z velenjskim prelomom na severu in šoštanjskim prelomom na jugu. Zasnove udorine so nastale v štajerski orogenetski fazi. Tedaj so se ob splošnem dvigovanju ozemlja na egerijsko in eggenburgijsko podlago usedli badenijski litotamnijski apnenci. Karavanke severno od velenjskega preloma so bile tedaj že na kopnem. Ob koncu badenija pa se je morje umaknilo.

V kopnem obdobju v atiški orogenetski fazi oziroma v spodnjem pliocenu je bil erodiran velik del miocenskih usedlin. Zaradi gubanja in narivanja so ponekod badenijski sedimenti nad eggenburgijskimi, druge pa so kot luske vrinjeni v egerijske in eggenburgijske plasti. Udorina se je začela pogrezati konec srednjega pliocena, v rodijski tektonski fazi, kajti zgornje-pliocenske plasti z gotovostjo dokažemo šele v krovnini premoga (Brezigar et al., 1983a, 31). Vrtine skozi pliocenske premogonosne plasti so dalje pokazale, da se je udorina ugrezala še skozi ves zgornji pliocen do villafrankija, ko se je umirila.

Velenjsko udorino gradijo srednjeoligocenski, oligomiocenski, miocenski in pliocenski skladi (slika 5). Večina vrtin kljub veliki globini terciarnih plasti ni prevrtala. Prevrtalo jih je le nekaj vrtin blizu šoštanjkega preloma pri šoštanjških termoelektrarnah in zahodno od Šoštanja. Te so šle skozi egerijsko sivico in zastale v triadnih ali zgornjepermijskih kamninah. Zanimiv je podatek, da smo zahodno od



Sl. 5. Geološki stolpec Velenjske udorine

Fig. 5. Geological column of Velenje depression

Šoštanja pri tovarni usnja našli triadne in zgornjepermijske kamnine vrinjene kot nekaj deset metrov debele luske v morski egerijski kiscelski glini oziroma sivici. Sodimo, da so predterciarne plasti Velenjske udorine podobne ali enake tistim iz Gorenjsko-šoštanjskega bloka in jih opisujemo v okviru te enote.

Srednjemu oligocenu – rupeliju prištevamo Tellerjevo okoninsko brečo in gornjegrajske ekvivalente. Okoninsko brečo oziroma bazalni konglomerat najdemo ob useku ceste pod cerkvijo Sv. Florjan. Tvorijo ga karbonantni prodniki, ki so povezani z rdečim glinastim ali boksitnim vezivom. Neposredno na triadnem dolo-mitu na severnem pobočju griča s to cerkvijo pa ležita sivi laporasti peščenjak in peščeni lapor s pektinidi. Lapor v bližini preide v sivo in temno sivo egerijsko morsko

glino, še višje pa se glina menjava s plastmi andezitnega tufa. Sklenjenega profila pri Sv. Florjanu pa žal ni razkritega.

Karbonatne »gornjegrajske« plasti so v starejši literaturi znane kot numulitni, nuliporni in litotamnijski apnenci, pa tudi kot gornjegrajske ali klanške plasti. V tektonskem stiku s triadnimi in miocenskimi sedimenti južnovzhodno od Vinske gore leži rjavkasti in sivi apnenec s prehodi v brečo in z vložki laporja. Starostno te plasti paleontološko niso zanesljivo določene. Vsebujejo težko določljive mikrofosilne ostanke *Amphistegina* sp., *Nummulites* sp., *Alveolina* sp., Bryozoa, Coralinaceae in druge. Pri Mostnarju nedaleč od Sv. Florjana, že nekoliko južno od šoštanjkega preloma, leži na karbonatni triadni podlagi sivi in sivo rjavi laporasti peščeni apnenec. Ponekod preide v sivi peščenjak. V njem je mogoče razločiti ostanke polžev, ostrig, pektenov in majhne numulite. Južno od šoštanjkega preloma je še več podobnih erozijskih krp.

Tem sedimentom sledita navzgor egerijska sivica in smrekovška serija. Izraz sivica je danes sinonim za kiscellsko morsko glino. Uporabljajo ga Kuščer (1967), Buser (1979b, 32) in drugi. Vendar pa so nekoč tako imenovali sive laporaste gline različne starosti, med drugimi tudi velenjsko pliocensko premogovno krovnino (Rakovec, 1933, 174; Pleničar, 1956, 57). Kiscellsko sivico so v celoti uvrščali v srednji oligocen-rupelij (Rijavec & Pleničar, 1976, 284), novejša raziskave pa kažejo, da je v Šaleški dolini zgornji del teh sedimentov egerijske starosti.

V južnem delu Velenjske udorine, npr. pri šoštanjkih termoelektrarnah, najdemo morsko sivico neposredno na triadni podlagi. Nastopa siva in temno siva laporasta glina, ki je ponekod peščena. Ima značilno iverasto ali kroglasto krojitev. Nekateri jo imenujejo lapor. V spodnjih plasteh so sledovi ostrakodov, ki kažejo na brakični do limnični nastanek, v zgornjem delu pa so številne foraminifere. Med njimi so najpomembnejše *Tritaxia* (*Clavulinoides*) *szaboi* (Hantken), *Vaginulinopsis pseudodecorata* Hagn, *V. gladius* (Phillippi), *Lenticulina arcuatostrata* (Hantken), *Almaena* sp., ki kažejo kiscellski razvoj z Madžarske.

Na istem področju kot sivica se pojavljajo smrekovške plasti. Leže na morski glini, lahko pa se z njo menjavajo. Plasti sestavljajo andezitni tuf, tufit, pelitni tuf, vulkanska breča, tufski peščenjak, tufska glina in redki andezitni izlivi. Andeziti so temno zeleni, druge kamnine pa so zelene do svetlo zelene. Smrekovski andezit je po Droveniku s sod. (1980, 120) nastal iz podobne kremenovo dioritne magme kot karavanški tonalit in je torej skrepenela predornina iste magme, ki je dala tudi globočnino tonalit. Vsedanje smrekovških plasti je potekalo pod morjem. Vulkansko delovanje je bilo aktivno od zgornjega oligocena do spodnjega miocena, torej v egeriju.

V podlagi udorine zahodno od Šoštanja je bil navrtan dacitni tuf, ki se pojavi tudi na površini okrog Sv. Florjana (pri Mostnarju). Površinski izdanki dacitnega tufa so sicer znani južno od šoštanjkega preloma južnozahodno od Titovega Velenja in so tam uvrščeni v miocen. Podrobneje jih obravnavamo v okviru enote Gorenjsko-šoštanjkega bloka.

Po egeriju se je sedimentacija nadaljevala brez prekinitve v eggenburgij (spodnji burdigalij). Nastali so peščenjak in peščeni sljudnati lapor ter glavkonitni peščenjak. Teller (1898a, 96) je lapor imenoval dobrnski morski lapor, peščenjak pa dobrnski tufski peščenjak. Iz njegove geološke karte v merilu 1:75 000, list Mozirje, je razvidno, da je med miocenski morski lapor uvrstil tudi egerijsko sivico. Vse te izraze uporabljajo še danes (cf. Buser, 1979b, 33; Iskra, 1976, 254). Buser ugotavlja, da je glavkonitni peščenjak časovni ekvivalent zgornjega dela govških plasti.

Govški peščenjak in dobrnski lapor nastopata na površini v pasu od Titovega Velenja proti Vinski gori ter v podlagi udorine pod pliocenskimi plastmi. Ni izključeno, da nalegata ponekod severno od velenjskega preloma na triadne plasti. Govški peščenjak je svetlo zelen in sivo zelen peščenjak, ki na površini prepereva v rjavo sivi in oranžni peščenjak. Redke so plasti konglomerata. Kremenova in druga zrna so vezana s kalcitnim vezivom. Številna je makrofavna, največ je ostrig in pektinid. V peščenjaku, predvsem v zgornjem delu skladovnice, nastopa temneje sivi sljudnati in peščeni lapor. Lapor vsebuje foraminifere *Glandulina laevigata* d'Orbigny, *Bathysiphon taurinensis*, *Siphonodosaria elegans* idr. Peščenjak in lapor sta morskega nastanka.

Sledi sedimentacijska vrzel, nakar imamo litotamnijski badenijski (tortonijski) apnenec, ki ga najdemo samo na ožjem področju Velenjske udorine in na njenem podaljšku proti Dobrni. Na površini je razkrit pri Sv. Martinu pri Titovem Velenju, pod pliocenskimi sedimenti pa je na sredini udorine. Z vrtnji smo ugotovili, da je ponekod vgneten v egerijsko morsko sivico. K badenijskim plastem uvrščamo sivi peščeni apnenec z gomolji litotamnij. Med apnencem se ponekod pojavljata peščeni lapor in slabo vezani peščenjak. Razen litotamnij so v apnencu moluski, briozoji in foraminifere. Ožje področje Velenjske udorine zapolnjujejo pliocenske in villafrancijske terestrične, močvirske in limnične plasti.

6. Gorenjsko-šoštanjski blok (Savinjske Alpe)

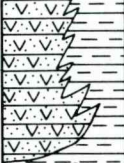
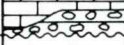
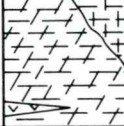
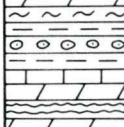
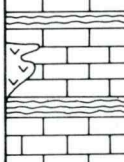
Ozemlje se razprostira južno od šoštanjkega preloma in se nadaljuje proti jugu. Tvorijo ga tri večje litostratigrafske enote: zgornjepermijske plasti, triadne kamnine in terciarne plasti (slika 6).

Zgornjepermijske plasti se razprostirajo zahodno od Šoštanja. Gradijo jih apnenec, skrilavi apnenec in keratofir. Apnenec je črn, mikritni in biomikritni. V njem so vložki sivega ali črnega skrilavca. Vsebuje značilne bele kalcitne žile. Navzdol prehaja v sivi dolomit in brečasti dolomit, ki je pri Puharjih oruden z galenitom in sfaleritom. Pojavljajo se tudi izlivi sivo zelenkastega, precej preperelega keratofirja, katerega starost in položaj nista popolnoma jasna, vendar sklepamo, da je prav tako zgornjepermijske starosti. V apnencu nastopajo fosili *Codonofusiella extensa* Skinner & Wilde, *Hemigordiopsis renzi* Reichel, *Permocalculus* cf. *fragilis* (Piz), *Gymnocodium bellerophonis* (Rothpletz) in *Vermiporella nipponica* Endo.

Razvoj triadnih plasti je podoben tistemu v Karavankah. To so skitijske, anizijske in srednje- do zgornjetriadne plasti.

Terciarne plasti se pri Andražu začno z okoninskimi konglomerati, ki preidejo navzgor v gornjegrajske plasti, to je v grebenske svetlo sive apnence s koralami in drugimi fosilnimi ostanki. Uvrščene so v rupelij (Buser, 1979b, 31). Navzgor prehajajo v morsko glino – sivico. Morska glina nastopa tudi na velikem delu obravnavanega ozemlja južno od šoštanjkega preloma in se menjava s plastmi smrekovške serije. Južno od šoštanjkega preloma nastopajo še eggenburgijski sljudni laporji. Te kamnine smo že opisali v okviru tektonske enote Velenjske udorine.

Pojavljajo se tudi izdanki dacitnega tufa in dacita. Dacit je svetlo zelene in svetlo sive barve s porfirsko strukturo. Na zraku oksidira in postane rumeno rjav. Najbolj znana je lokacija južnozahodno od Titovega Velenja. V tolmaču za list Slovenj Gradec (Mioč, 1978) so te plasti uvrščene v miocen brez natančnejše opredelitve.

EGGENBURGIJ (SP. BURDIGALIJ) EGGENBURGIAN (LOWER BURDIGALIAN)		Peščeni sljudnati lapor z vložki dacita Sandy micaceous marl with dacite
EGERIJ (AKVITANIJ IN KATIJ) EGERIAN (AQUITANIAN AND CHATTIAN)		Siva laporasta glina in andezitni tuf, vulkanska breča, andezit Gray marly clay and andesite tuff, volcanic breccia, andesite
EOCEN? RUPELIJ? EOCENE? RUPELIAN?		Sivi apnenec, konglomerat Gray limestone, conglomerate
SREDNJA DO ZGORNJA TRIADA MIDDLE AND UPPER TRIASSIC		Kristalasti dolomit in apnenec, redki vključki keratofirskega tufa Crystalline dolomite and limestone, rare inclusions of Keratophyre tuff
ANIZIJ ANISIAN		Plastoviti in laminirani dolomit Stratified and laminated dolomite
SKITIJ SCYTHIAN		Sivi dolomit, peščeni vijoličasti glinasti skrilavec, sivi ploščasti apnenec, peščeni lapor, oolitni dolomit Gray dolomite, sandy violet shale, gray stratified limestone, sandy marl, oolitic dolomite
ZGORNJI PERMIJ UPPER PERMIAN		Sivi apnenec, dolomit in črni glinasti skrilavec, keratofir Gray limestone, dolomite and black shale, keratophyre

Sl. 6. Geološki stolpec Gorenjsko-šoštanjkega bloka

Fig. 6. Geological column of Gorenje-Šoštanj block

Hinterlechner-Ravnik in Pleničar (1967, 222 in 235) ter Drovenik s sodelavci (1980, 119), v nasprotju s tem navajajo, da tudi dacit in dacitni tuf nastopata v oligocenskih sedimentih, da sta torej iste starosti kot andezitni tuf oziroma da gre za petrografske različice istega vulkanskega žarišča.

Predpliocenska podlaga Velenjske udorine

Morfološke značilnosti

Aleksander Brezigar

Velenjska udorina je raztegnjena v smeri severozahod-jugovzhod in ima obliko podolgovate kotanje. Dolga je okrog 11 km in široka največ 4 km. Morfološke značilnosti so prikazane na sliki 7. Dno so dosegle številne vrtine, vendar ne v njenem najglobljem delu. Vzhodni del je prikazan na podlagi dovolj velikega števila podatkov, zahodni pa le na podlagi nekaj točk. Slika 8 prikazuje prečni prerez približno preko sredine udorine. Razmere v podlagi je mogoče razbrati še iz številnih prerezov v članku Premogova plast Rudnika lignita Velenje (Brezigar, 1985/86).

Pobočja Karavank se spuščajo proti sredini udorine pod različnimi nagibi. Ozemlje je zelo razgibano. Razberemo lahko več jarkov in grebenov. Izrazit jarek se vleče od sredine kotanje do zahodnega roba badenijskega litotamnijskega grebena ter se nato nadaljuje proti severovzhodu do Lazišča in Hrastovca. Drug izrazit jarek poteka od Raven vzhodno od Vrhovskega vrha v smeri proti jugovzhodu do Gutenbihlja. Izrazit je greben Turn-Podveršnik, ki se nadaljuje pod pliocenskimi plastmi, ter greben na področju Gabrk.

Računamo, da je kotanja globoka okrog 1100 do 1200 m. Tako leži najgloblja točka na nadmorski višini okrog -700 do -800 m. Od sredine proti jugu se dno spet dviguje. Dvig je bolj ali manj enakomeren do južnega krila, drugod pa do podaljška tektonske cone šoštanjkega preloma, kjer se začne stopničasto dvigovati. Na južnem krilu potekajo številne tektonske diskontinuitete II. in III. reda in je enakomerno dvigovanje podlage prekinjeno. Tektonsko sta prelomljena tako podlaga kot premogova pliocenska plast. Na južni strani pride podlaga na površino na nadmorski višini okrog 370 m.

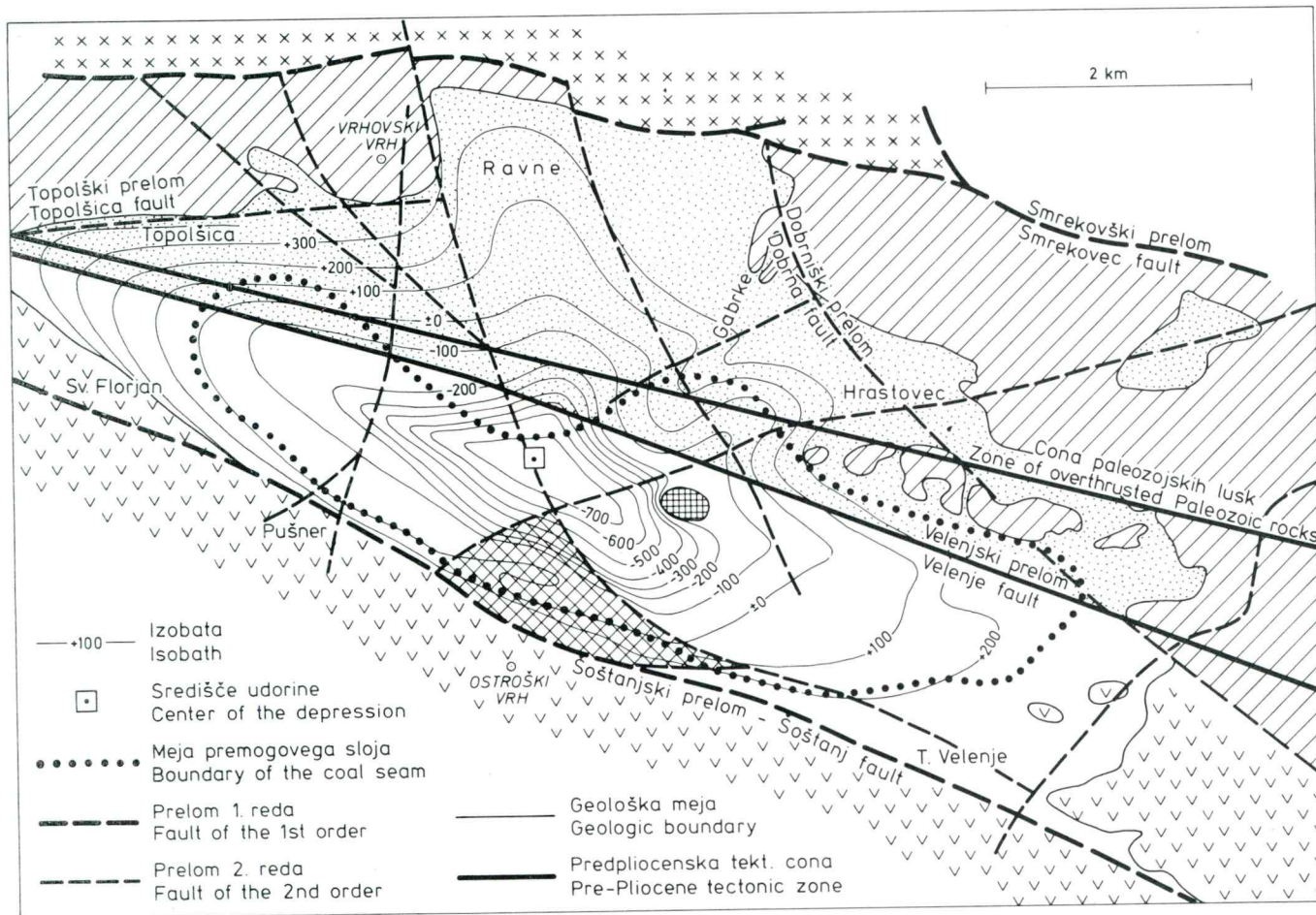
Predpliocensko podlago Velenjske udorine delimo na severni del, ki je večinoma iz triadnih kamnin, in na južni del, ki ga gradijo oligomiocenske in miocenske plasti. Loči ju velenjski prelom.

Triadna podlaga

Bojan Ogorelec

Triadni skladi so podrobno preiskani na sredini severnega dela Velenjske udorine na področju Gabrke-Ležen. Vrtine so segle okrog sto metrov v triadno podlago.

Najstarejše dokazane plasti so plastoviti skitijski sedimenti. Večinoma so razviti karbonatno kot sivi ali rahlo rožnati mikritni dolomit in apnenec. Oboje prekinjajo tanke pole skrilavega laporja ali laporastega apnenca rumene, rjavkaste in zelenkaste barve. V dolomitu opazujemo ponekod neizrazito laminacijo in satasto teksturo (»rauhwacka«). Laminacija je posledica detritične primesi, predvsem kremenca in sljude. Kremenova zrna so velika do 0,3 mm, večinoma pa do 50 µm. Ponekod jih je do 10 % vsebnosti, večinoma pa le nekaj odstotkov. Manjši del kremenca je avtigen – ponekod zapolnjuje medzrnske pore, nastale pri dolomitizaciji apnenca, lokalno pa je koncentriran v drobnih gnezdih in žilah. Skitijska starost plasti je dokazana s foraminifero *Meandrospira pusilla* (Ho). Foraminiferno favno je določila Ljudmila Šribar. Po mikrofacialnih značilnostih sklepamo na sedimentacijo v mirnem okolju plitvega zaprtega šelfa, kjer je lokalno prišlo do dotoka detritičnih primesi. Po piritnem pigmentu v nekaterih vzorcih sklepamo na lokalne redukcijske pogoje



Sl. 7. Podlaga velenjske udorine

Fig. 7. The basement of the Velenje depression

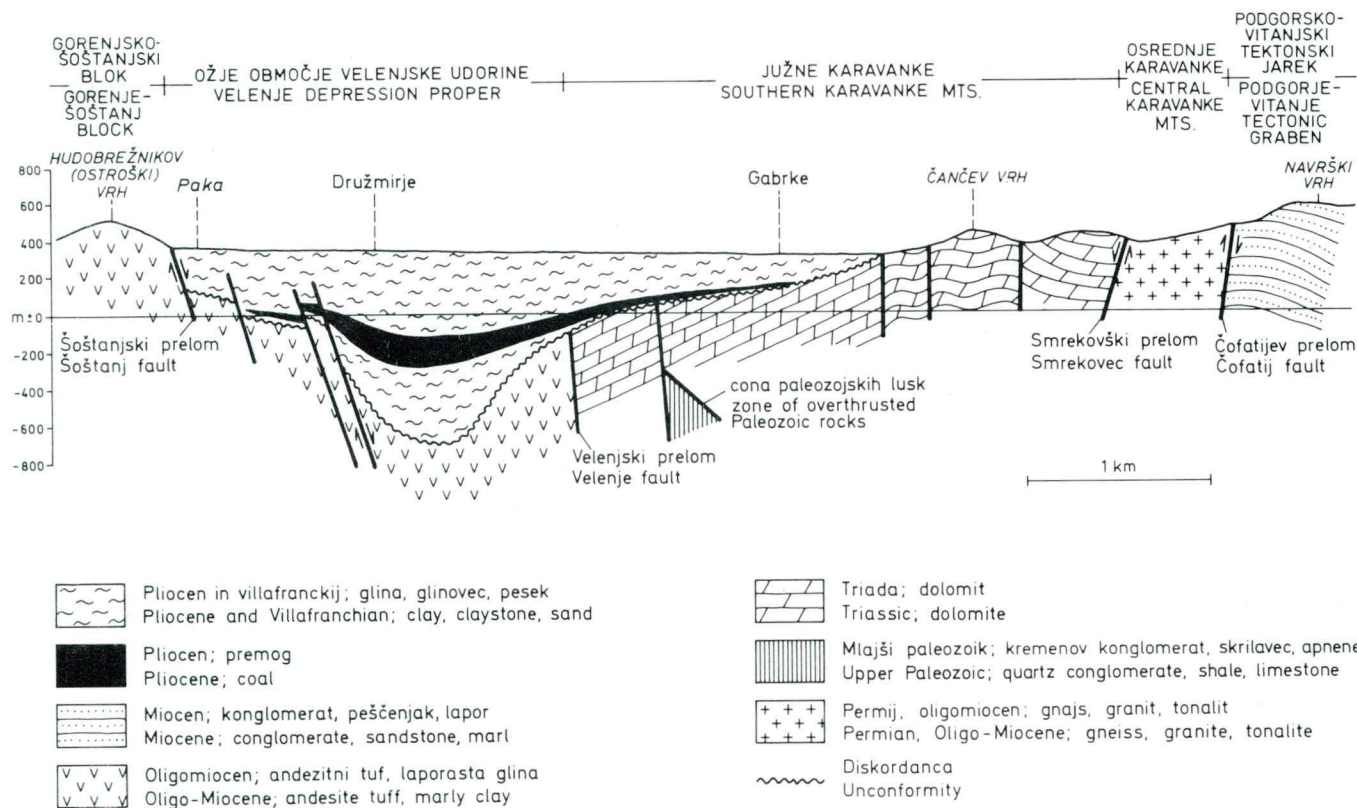
sedimentacije. Na bolj razgibano okolje kažejo le plasti rožnatega oolitnega dolomita, ponekod s školjčnimi lupinami, ki so se odlagale v medplimskih kanalih in deltah in so značilni litološki člen skitijske skladovnice na celotnem ozemlju Južnih Alp in Dinaridov. Rdečkasta barva kamnine je posledica hematitnega pigmenta, koncentriranega v oolitnih ovojih.

Preiskali smo tudi dva vzorca zelenega skrilavca. Mineraloška rentgenska preiskava (interpretacije rentgenogramov je izvedel Miha Mišič) vzorca PT-20/81 iz globine 447 metrov je pokazala naslednjo sestavo: illit, Mg-klorit, kremen, dolomit, plagioklaz in siderit. Tudi analiza vzorca J. V. 2309/II iz globine 135 m je pokazala podobno sestavo (kremen, dolomit, illit, klorit, siderit, geothit in pirit), vendar za ta vzorec skitijska starost ni zanesljivo dokazana.

Anizijske plasti so razvite dolomitno. Po strukturi prevladuje čisti biomikritni dolomit sive, svetlo sive in temno sive barve z več kot 98 % karbonata. Dolomit je makroskopsko homogen, gost in večinoma brez opazne poroznosti. Preprežajo ga kalcitne žile in stilolitni šivi. V nekaterih vzorcih oziroma plasteh so vidne stromatolita tekstura in izsušitvene pore. Oboje je značilno za sedimentacijo v pribrežnem, litoralnem okolju plitvega šelfa, kjer so bili ugodni pogoji za razvoj modrozelenih alg in za zgodnji diagenetsko dolomitizacijo karbonatnega sedimenta. Med fosili so najpogostejše foraminifere *Meandrospira dinarica* in *Glomospirella* sp., redkeje so zastopane *Glomospira* sp., *Earlandia* sp., *Meandrospira* cf. *deformata* Selej, *Glomospira sinensis* Ho, *Glomospirella* cf. *irregularis* (Moeller). Dobimo še odlomke ehinodermov, školjčne lupine in ostrakode. Kot alokema komponenta so pogostni drobni mikritni peleti. Energijski indeks preiskanih vzorcev je zelo nizek, kar kaže na mirne pogoje sedimentacije.

Mnogo teže kot skitijske in anizijske plasti so razpoznavne ladinijske in zgornje-triadne kamnine. Z veliko verjetnostjo sklepamo na dolomit norijsko-retijske starosti (vrtina PT-21/81 na globini 330–370 metrov). V gostem biomikritnem in biopelmikritnem dolomitu olivno sive barve so med foraminiferami zastopane *Triasina* sp., *Involutina* sp., *Nodosaria* sp. in *Ophthalmidium* sp. Mikrofacialno je dolomit, ekvivalent glavnega dolomita, kakršnega poznamo iz širšega prostora Posavskih gub in Savinjskih Alp. Posamezni vzorci iz omenjenega intervala kažejo neizrazito stroma-

- | | |
|---|---|
|  | Večinoma oligomiocensko in miocensko obrobje
Mostly Oligo-Miocene and Miocene periphery |
|  | Večinoma triadno obrobje
Mostly Triassic periphery |
|  | Tonalitno obrobje
Tonalite periphery |
|  | Badenijski (tortonijski) litotamnijski apnenec v podlagi
Badenian (Tortonian) basis of lithothamnian limestone |
|  | Oligomiocenska in miocenska podlaga
Oligo-Miocene and Miocene basement |
|  | Večinoma triadna podlaga
Mostly Triassic basement |
|  | Območje tektonsko zdrobljenega južnega krila
Tectonically deformed southern flank |



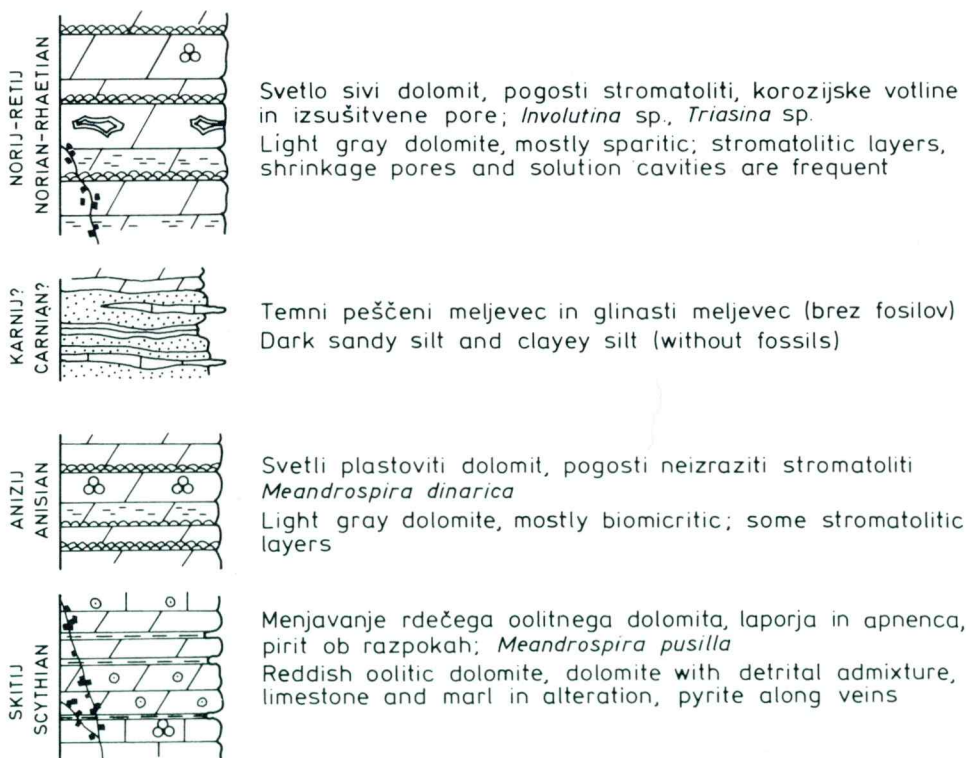
Sl. 8. Geološki presek skozi Velenjsko udorino
Fig. 8. Geologic cross-section across Velenje depression

tolitno teksturo in izsušitvene pore. Dobimo še preseke mikrogastropodov, školjčne lupinice in lupinice ostrakodov. Jedro vrtin je preprejeno s kalcitnimi žilicami, je precej kavernožno, barva pa se spreminja od svetlo sive do skoraj črne. Ponekod nastopajo piritne prevleke, nastale v kasni diagenezi.

Starosti vseh vzorcev zrnatega dolomita ne moremo ugotoviti, ker je v njih primarna struktura kamnine zaradi rekristalizacije in dolomitizacije zabrisana.

V vrtini PT-22/82 nastopa še temno sivi mikrosparitni dolomit, ki vsebuje okrog 30–40 % detritičnega kremenca z 20–300 µm velikimi, zelo slabo zaobljenimi zrni. Njegova starost ni jasna. V dolomitu je vložek črnega laporastega skrilavca z naslednjo mineralno sestavo: kremen, illit, kaolinit, kalcit, dolomit, mikroklin, siderit, pirit, goethit, plagioklaz in rogovača, delež karbonatov pa znaša 14,2 %. Na sliki 9 – glej niže – smo te kamnine označili kot domnevno karnijske.

Globoke vrtine z opisanega področja so pokazale precej zamotano tektonsko zgradbo s številnimi prelomi, narivi in inverznimi legami. Posebno nazorno je to vidno v vrtini PT-21/81, kjer leže s fosili dokazane skitijske plasti nad zgornjetriadnim dolomitom, ta pa je v globini 360 m spet narinjen na spodnjetriadni dolomit. Paleozojskih in mlajših (jurskih in krednih) plasti v teh vrtinah nismo našli.



Sl. 9. Shematski prikaz litostratigrafskih enot v podlagi Velenjske udorine na področju Gabrke-Ležen

Fig. 9. Schematic presentation of lithostratigraphic units in the basement of the Velenje structural depression in the Gabrke-Ležen area

V splošnem so vse karbonatne kamnine, ne glede na starost ali litološko sestavo, prepredene s sistemom tektonskih žil in gnezd. Ob prelomnih conah so tudi tektonsko zdrobljene in milonitizirane. Cement v žilah je diagenetski kalcit.

Osnovni kriteriji za določevanje starosti litostratigrafskih enot triadne podlage, če kamnina ni pojasnjena s fosili (slika 9), so naslednji:

V skitijskem zaporedju je pisana sestava kamnin od glinastega skrilavca do laporastega apnenca, apnenca in dolomita. Pisane so tudi barve kamnin. Značilni so različni rdečkastega oolitnega dolomita ter detritična primes drobnozrnastega krementa in sljude.

Anizijski dolomit je bolj homogen in gost kot skitijski in je brez detritične komponente.

Norijsko-retijski dolomit (glavni dolomit) je nastal v enakem sedimentacijskem okolju kot anizijski, vendar se od njega loči po debelejših zrnih, močnejši rekristaliziranosti, pogosto ima saharoidni izgled. Tudi texture, značilne za litoralno okolje (npr. izsušitvene pore, stromatolitni laminiti), so večje kot v anizijskem, kar je splošna značilnost za glavni dolomit.

Na tablah 1 in 2 je upodobljenih nekaj značilnih triadnih kamnin.

Biostratigrafija oligocenskih in miocenskih plasti

Lija Rijavec

Pri biostratigrafski razčlenitvi zgornjeoligocenskih in miocenskih plasti smo uporabili novo nomenklaturu, ki je veljavna za zahodno (centralno) Paratetido in so jo predlagali razni avtorji (Cicha et al., 1975b; Cicha et al., 1975a; Rögl, 1975; Steininger, 1975a, b; Stevanović, 1951). Stopnje si sledijo takole: pontij, panonij, sarmatij, badenij, karpatij, otnangij, eggenburgij in egerij.

Egerijske plasti združujejo prejšnje katijske in akvitijske plasti. K eggenburgiju prištevamo nekdanji spodnji burdigalij, k otnangiju pa zgornji burdigalij in spodnji helvetij. Prejšnje zgornje helvetijske plasti ustrezajo sedaj karpatiju, dosedanje tortonijske plasti pa badeniju. Stopnje sarmatij, panonij in pontij so ostale nespremenjene. Na tabeli 1 je podana primerjava obravnavane razdelitve.

Pomen novih poimenovanj v zahodni (centralni) Paratetidi je naslednji: oligocenskih plasti litološko in favnistično ne moremo ločiti od miocenskih, zato jih obravnavamo skupaj kot stopnjo egerij. Novejše raziskave so nadalje pokazale, da je stratotip tortonija v severni Italiji mlajši od badenijskih plasti v centralni Paratetidi in da ustreza zgornjemu delu sarmatija, panoniju in večjemu delu pontija (tabela 1).

V raziskovalnih vrtnah na področju Velenjske udorine (PT-14/74, PT-15/74, Jug-17/70, Jug-36/75, P-7r/75, Š-11), ki niso dosegle predterciarne podlage, smo kot najstarejše ugotovili egerijske plasti. Razvite so predvsem kot glina, glinasti lapor inandezitni tuf. Vzorci laporja vsebujejo foraminiferno favno. V spodnjem delu egerijskega profila (nekdanji katij) so prisotne nekatere paleogenske vrste, npr. *Tritaxia* (*Clavulinoides*) *szaboi*, *Planularia kubinyii* (Hantken), *Vaginulinopsis gladius*, *V. pseudodecorata* in *Almaena osnabrugensis* (Roemer). V vrtni Jug 36 na globini 112 m je značilna tudi najdba velike foraminifere *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) cf. *morgani* Lemoine & R. Douvillé. Ta vrsta se prvič pojavi v zgornjem delu spodnjega egerija in nastopa tudi drugod v Sloveniji, in sicer na Orleku pri Zagorju ob Savi, pri Buču v Tuhinjski dolini, v vrtni Tekačevo-1/75 zahodno od Rogaške Slatine in v vrtni Re-1/79 severno od Rogatca.

Tabela 1. Biostratigrafska razdelitev zgornjeoligocenskih in miocenskih plasti v Mediteranu in centralni Paratetidi (Steininger & Rögl, 1979)

Table 1. Biostratigraphic subdivision of Upper Oligocene and Miocene beds in Mediterranean and in central Paratethys (Steininger & Rögl, 1979)

Epoha		Kronostratigrafska razdelitev Chronostratigraphic subdivision		
		Mediteran	Centralna Paratetida Central Paratethys	Stopnja po starem Old name of stage
PLIOCEN	ZGORNJI	PIACENZIJ	ROMANIJ	LEVANTIJ
	SPODNJI	ZANCLIJ	DACIJ	DACIJ
MIOCEN	ZGORNJI	MESINIJ	PONTIJ	PONTIJ
		TORTONIJ		
	SREDNJI	SERAVALIJ	SARMATIJ	SARMATIJ (s. Suess)
		LANGIJ	BADENIJ	TORTONIJ
	SPODNJI	BURDIGALIJ	KARPATIJ	HELVETIJ
			OTTNANGIJ	BURDIGALIJ
			EGGENBURGIJ	
		AKVITANIJ	EGERIJ	AKVITANIJ
OLIGOCEN	ZGORNJI	KATIJ		KATIJ

Egerijske plasti so morske, kar dokazujejo foraminifere. Slede eggenburgijske plasti, ki jih v vrtnah težko ugotovimo. Dokaj zanesljivo so dokazane v vrtni P-7r/75. Odložene so konkordantno na zgornjeegerijskih plasteh. Razvite so kot drobnozrnati peščenjak, peščeni lapor in pesek. Vsebujejo precej siromašno foraminiferno favno. Določili smo naslednje oblike: *Bathysiphon taurinensis*, *Bathysiphon* sp., *Spiroplectammina carinata* (d'Orbigny), *Nodosaria* sp., *Lenticulina* sp., *Marginulina* sp., *Stainforthia schreibersiana* (Czjzek), *Cibicides* sp. in *Melonis* sp.

Eggenburgijske plasti so ugotovljene tudi ob vseku glavne ceste T. Velenje–Celje pri Črnovi vzhodno od Titovega Velenja. Razvite so kot glina, ki je mestoma laporasta, peščeni sljudnati lapor in glavkonitni peščenjak. V glini in laporju so foraminifere *Textularia* sp., *Lenticulina* sp., *Marginulina* cf. *behmi* Reus, *Stainforthia schreibersiana* (Czjzek), *Florilus* sp. in *Melonis* sp. Poleg foraminifer so iglice morskih ježkov in gob. Tudi eggenburgijske plasti so morske.

Sledi večja vrzel v sedimentaciji. Manjkajo namreč otnangijske in karpatijske plasti. Sedimentacija se je ponovno pričela v spodnjem badeniju, ki je dokazan v vrtini PT-14/74, in še v nekaterih drugih vrtinah. V vrtini PT-14/74 nastopajo badenijske plasti v globini od 429 m do 558 m. Dokazane so s foraminiferami *Orbulina* sp., *Marginulinopsis pedum* (d'Orbigny), *Lenticulina ariminensis* (d'Orbigny), *Uvigerina* cf. *semiornata* d'Orbigny, *Martinottiella communis* (d'Orbigny) in *Amphimorphina hauerina* Neugeboren. Rod *Orbulina* je za te plasti značilen, zlasti pri profilih, kjer imamo tudi karpatijske plasti. Slednje so po mikrofavni zelo podobne badenijskim plastem. Foraminifere *Lenticulina ariminensis*, *Uvigerina* cf. *semiornata*, *Marginulinopsis pedum* in *Amphimorphina hauerina* so znane iz spodnjebadenijskih plasti na območju zahodne (centralne) Paratetide. Našli smo jih tudi v zahodnih Slovenskih goricah, na Kozjanskem in v laški sinklinali.

Kljub precejšnjemu številu raziskovalnih vrtin je biostratigrafski profil oligocenskih in miocenskih plasti še vedno nepopoln. Vrtine namreč niso dosegle predterciarne podlage, raziskave pa še dodatno ovirajo zapletene tektonske razmere.

Tektonika

Aleksander Brezigar

Na obravnavanem področju se križata alpski in dinarski tektonski vpliv. Še danes ni zamrla polemika, kaj uvrstiti v Alpe in kaj v Dinaride. Sikošek (1958, 264; 1971, 9) uvršča Karavanke v Alpsko-dinarsko mejno cono, Savinjske Alpe pa med Dinaride. Tudi Grubič (1980, 21) opisuje Karavanke kot mejno ozemlje med Dinaridi in Vzhodnimi Alpami in dodaja, da to ozemlje razlamlja sistem prelomov. Nekateri dajejo v Vzhodne Alpe vse ozemlje do Ljubljanske kotline in podaljška prečne strukture Zagreb–Blatno jezero (Arsovski, 1976, 27), drugi imajo to področje za Alpsko-dinarsko prehodno področje (Pamić, 1975, 128). Raziskave na ozemlju lista Celje kažejo, da je treba Južne Karavanke s Konjiško goro vred uvrstiti med Dinaride (Buser, 1979b, 74). Meja med Alpami in Dinaridi je tako na južnem robu periadriatskega šiva ali na smrekovškem prelomu (Tollmann, 1977, 17), čemur pritrjujejo tudi naša opazovanja. Tudi v Južnih Karavankah torej opazujemo dinarske tektonske smeri.

Meja med Savinjskimi Alpami in Karavankami poteka v zemljepisnem pogledu po Šaleški dolini. Buser (1979a) uvršča vse ozemlje do podaljška donačkega preloma pri Letušu v Južne Karavanke. Nasprotno temu pa postavljata Hinterlechner-Ravnik in Pleničar (1967, 222) to mejo na smrekovski in šoštanjski prelom, pri čemer imata kamnine smrekovške eruptivne dobe za značilnost Savinjskih Alp. Ker je danes znano, da najdemo kamnine smrekovške serije do velenjskega preloma v podlagi Šaleške doline, bi torej po tem kriteriju potekala meja med gorovjema po sredini doline. Takšno mejo so zagovarjali geologi že prej (Rakovec, 1956, 74).

V Velenjski udorini in okolici ločujemo prelome prvega, drugega in tretjega reda. Glede na nepoškodovanost pliocenskih plasti ločujemo tudi dve predpliocenski tektonski coni (slika 1).

Preloma I. reda sta neotektonska smrekovski in šoštanjski prelom. Združita se zahodno od Belavskega vrha. Podaljšek proti zahodu je smrekovski prelom. Ta je subvertikalni reverzni prelom z vpadom blago proti jugu. Šoštanjski prelom je stopničasti prelom s povprečnim vpadom 75° proti severo-severovzhodu (slika 8).

Približno na sredini udorine poteka jasna tektonska črta – velenjski prelom. Ob njem so triadne plasti v subvertikalnem in reverznem stiku z egerijsko sivico ter s plastmi smrekovske serije. Ob velenjskem prelomu je več raziskovalnih vrtin iz nekaj deset metrov triadnih plasti prišlo v egerijsko sivico, kar podkrepljuje misel o reverznosti tega preloma. Da je precej strm, pa sodimo po vrtinah severno od njega, ki kljub precejšnji globini v energijsko sivico niso prišle. Velenjski prelom v zgornjem pliocenu Velenjske udorine ni bil aktiven, ker nad njim zgornjepliocenske plasti niso tektonsko prizadete. Malenkostne tektonske motnje lahko interpretiramo kot relaksacijske. Nepomembnost delovanja te cone v zgornjem pliocenu kaže tudi primerjava s šoštanjskim prelomom, ob katerem je celotni relativni skok globok več sto metrov. Velenjski prelom bi lahko v regionalnem pogledu enačili z ormoškim prelomom (Premru, 1976, 226 in 237). Vendar obstaja pomislek, saj je bil ormoški prelom po Premruju v zgornjem pliocenu še aktiven. Velenjski prelom se na vzhodu ob južnem pobočju Vinske gore združi oziroma je pretrgan z dobrniškim prelomom. Proti vzhodu ga lahko sledimo še do labotskega preloma, pri čemer je večkrat razkosan in neotektonsko presekan. Po splošnih regionalno-geoloških razmerah vzhodno od labotskega preloma (Zvezni geološki zavod, 1970) domnevamo, da so tudi tam morske egerijske plasti proti severu omejene z ločnico, ki spet poteka po ormoškem prelomu.

Za predpliocensko tektonsko cono imamo tudi cono luskanja mladopaleozojskih lusk. Premru je na tem mestu prikazal ljutomerski prelom, za kar pa veljajo podobni pomisleki kot pri velenjskem prelomu. Ta cona je še bolj neizrazita in še bolj razkosana kot velenjski prelom.

Prelom I. reda ob severnem robu Centralnih Karavank je Čofatijev prelom. Je reverzen in strm z vpadom 70° – 85° proti jugozahodu. Ob taki predstavitvi izgubita pomen topolški in dobrniški prelom, zadnji le v svojem severozahodnem podaljšku. Zato ju imamo za preloma II. reda. Prelomi II. reda so še številni drugi, ki jih ne imenujemo s krajevnimi imeni. Potekajo v smeri severozahod-jugovzhod in jugozahod-severovzhod. Ob nekaterih je prelomljena ali povita tudi velenjska premogovna plast. Imajo neotektonski značaj. Med dva taka preloma je vključeno tektonsko področje, imenovano južno krilo (slika 7). V njem opazujemo v premoгу kot v prihrbinah tektonske skoke relativne višine več deset metrov.

Prelomov tretjega reda je zelo veliko in so kratki, vendar pa pomembni za izkoriščanje premoga, tektonsko področje južnega krila je z njimi na gosto razkosano. Potekajo v vseh smereh, vendar so najpomembnejše dinarska severozahod-jugovzhod, prečna nanjo severovzhod-jugozahod, ter smer šoštanjskega preloma zahodseverozahod-vzhodjugovzhod.

Povzeli bi, da je področje Velenjske udorine in okolice tako litološko kot tektonsko zelo pestro. Najpomembnejši geološki pojav je periadriatski šiv in osrednje Karavanke. Te so sredi miocena že prodrle na površje in jih kasneje morje ni več zalilo. Orogenetske sile so jih vztrajno dvigovale, atmosferske sile pa erodirale. Kot posledica njihove erozije so najprej nastale ivniške plasti in kasneje zgornjepliocenski ter villafrankijski debelostrnati zasipi Velenjske udorine. Osrednje Karavanke so predstavljale tudi izvorni pas narivnih korenov, od koder so potovali narivi proti severu na Centralne Alpe, kjer imajo smer W–E, in proti jugu na Dinaride, kjer je

njihova smer NW–SE (Drovenik et al., 1980, 117). Severno od Osrednjih Karavank so torej kamnine velunjskega nariva narinjene proti severu, južno od njih pa Južne Karavanke proti jugu. Po Mioču (1978, 50) je namreč subtektonska enota paške sinklinale (Paški Kozjak, Ljubela, Vodemla) narinjena proti jugu na južno ležeče triadne plasti. Mogoče je opazovati narivne ploskve z nagibom teh ploskev približno proti severu, kjer so npr. karbonski kremenovi konglomerati narinjeni na spodnjetriadne rdečkaste in rumenkaste glinaste skrilavce (ob cesti Titovo Velenje–Hrastovec). Večina narivanja v Južnih Karavankah se je dogajala pred odložitvijo litotamnijskih badenijskih apnencev (Buser, 1979a, 16), vendar so naše raziskave pokazale, da je narivanje in luskanje potekalo tudi kasneje, saj so pri Titovem Velenju badenijski litotamnijski apnenci ugotovljeni v egerijski sivici.

V širšem pogledu je Velenjska udorina ugreznjena med smrekovskim in šoštanjskim prelomom (sliki 7 in 8). Vendar velja ugotoviti, da se je ozemlje severno od smrekovskega preloma dvigovalo, južno od tega preloma pri dvigovanju zaostajalo, ozemlje na jugu ob šoštanjskem prelomu pa se je ugrezalo oziroma je pri splošnem orogenetskem dvigovanju zelo zaostajalo. Ugrezal se je torej predvsem del južno od velenjskega preloma, v tem prispevku imenovan ožje področje Velenjske udorine. Kot kažejo raziskave premoga, se je še najbolj ugreznil prav južni del ožjega področja Velenjske udorine tik ob šoštanjskem prelomu. Na nastanek udorine so torej najbolj vplivale Osrednje Karavanke s svojim dvigovanjem in šoštanski prelom, ob katerem se je Šaleška dolina ugrezala oziroma pri orogenetskem dvigovanju relativno zelo zaostala.

Geologic setting of the Pre-Pliocene basis of the Velenje depression and its surroundings

Introduction

The Velenje depression is situated in the central part of northern Slovenia. The discussed area includes a part of the Karavanke Mountains and the northeastern outliers of the Savinja (Kamnik) Alps, both encompassing the Šalek valley.

The Pliocene beds of the Šalek valley harbor a thick seam of lignite which is being exploited in the Velenje colliery.

Previous investigations

Aleksander Brezigar

About 150 years ago, the geologists began to investigate the Velenje area. It was Keferstein in 1829 (cf. Rolle, 1860, 8) who provided its first geologic description. The most known investigators until 1914 were Morlot (cf. Rolle, 1857, 405), Rolle (1857 and 1860) and Teller (1898). Between 1914 and 1945, geological exploration stagnated. After 1945, the investigators concentrated mostly on partial lithostratigraphic problems. In 1976 appeared the regional geologic map at 1 : 100,000 scale, sheet Slovenj Gradec, edited by Mioč and Žnidarčič. Explanations to the map were issued two years later (Mioč, 1978).

Geologic description of the geotectonic units

Aleksander Brežigar and Pero Mioč

Six tectonic units can be distinguished in the area (Figs. 1 and 2). They are as follows.

The Podgorje-Vitanje tectonic depression is built up by the Helvetian Ivnik (Eibiswald) beds which consist of conglomerates, micaceous sandstones and marls (Fig. 3a).

The Velunja overthrust is a part of the greater tectonic unit of the northern Karavanke Mountains. It consists of Silurian-Devonian strata represented mostly by dark green and violet phyllitic schists with intercalations of crinoid limestone. Violet and gray quartz sandstones of Permo-Triassic age can also be found in places (Fig. 3b).

The central Karavanke Mountains, a constituent part of the Periadriatic lineament, extend as an elongated belt from the neighboring Austria. Its northern part is composed of granite and the southern one of tonalite, with a narrow metamorphic layer in between. Granite is of Variscan age, whereas tonalite resulted from the Alpine Oligo-Miocene magmatism (Fig. 3c).

The southern Karavanke Mountains are built up by young Paleozoic overthrusts, consisting mainly of quartz sandstones and conglomerates with intercalations of dark grey shales and lenses of limestone with fusulinids. Taking part in tectonic nappes are also white or pink crystalline limestones belonging to the Lower Permian. Near Hudi mlín occur erosional remnants of the red Trbiž (Tarvisio) breccia. The greatest part of this tectonic unit consists of Triassic rocks, among them of Scythian clastic and carbonate beds, the Anisian stratified and massive dolomite, and the Middle to Upper Triassic crystalline dolomite and limestone with intercalations of marly schists. In the southern Karavanke Mountains there are preserved, in places, the Middle Eocene fresh-water marls and sandstones with floral remains and intercalations of coal. The Oligo-Miocene andesites are found in some tectonic zones near the Smrekovec fault. The Miocene and the Pliocene Villafranchian strata are typical for the Velenje depression proper (Fig. 4).

The Velenje depression proper is situated between the Šoštanj fault and a near parallel tectonic line, the Velenje fault, this being an inverse tectonic contact of Triassic rocks with Oligo-Miocene beds. In the extension of the Velenje depression towards Dobrna near Vinska gora occurs the Oligocene (Rupelian) gray limestone with intercalations of conglomerates. Widespread in the area is the Oligo-Miocene (Egerian) sandy and marly clay, locally called »sivica« grey clay, as well as the Oligo-Miocene Smrekovec beds consisting of andesite, andesite tuff and tuffaceous clays and breccia. There are also the Lower Miocene (Burdigalian) sandy micaceous marls of Dobrna, and glauconitic sandstones with quartz grains of Govce. The Middle Miocene (Badenian) marine marl and sandy lithothamnian limestones follow upwards. The Pliocene and Villafranchian (Plio-Quaternary) beds with lignite are bound to the narrow center of the Velenje depression (Fig. 5).

The Gorenje-Šoštanj block belongs to the outlier of the Savinja Alps. The oldest member is a gray and black Upper Permian limestone intercalated with gray and black shale. Lower, Middle and Middle to Upper Triassic rocks follow, which resemble the beds in the southern Karavanke Mountains. There are also the Oligo-Miocene Smrekovec beds and the marly clay called »sivica«, both occurring also in the Velenje depression proper. The uppermost part of the sequence are Lower Miocene sandy micaceous marls with dacite, and beds of dacitic tuffs (Fig. 6).

Pre-Pliocene basis of the Velenje depression

Morphologic description

Aleksander Brezigar

A number of boreholes penetrated the basis of the Velenje depression. The depression is about 11 km long and 4 km wide, its trough-like form elongated in the NW-SE direction. Morphologic characteristics are shown in Figure 7, and a cross-section, roughly across the middle of the depression, in Figure 8.

The slopes of the southern Karavanke Mountains descend toward the center of the depression under variable angles. Its basis is here about 1,100 to 1,200 m deep, the southern limb rising evenly until it meets the prolongation of the Šoštanj fault. Further on, the rise is stepwise.

The Pre-Pliocene basis can be separated into a northern part, consisting mostly of Triassic rocks, and a southern one, consisting of Oligo-Miocene and Miocene beds. The two parts are separated by the Velenje fault.

Triassic rocks

Bojan Ogorelec

The Triassic rocks of the Velenje depression have been thoroughly investigated in drill cores from the Gabrke-Ležen district. The rocks have been studied from the lithological, paleontological and sedimentological point of view in order to reveal their environmental characteristics, and to enable the stratigraphic and the tectonic correlations between boreholes (Fig. 9 and pls. 1 and 2).

The oldest rocks are of Scythian age. A gray dolomite prevails over limestone, both containing up to 10 per cent of detrital admixture of fine grained quartz and mica. There are intercalations of marly layers in the rocks. The pinkish and reddish oolitic dolomite is the most characteristic lithological unit of the Scythian series, its colour occasioned by disseminated hematite.

The Anisian beds are represented by dolomites only, mostly of biomicritic texture. Fine laminated stromatolitic layers are discernible in places, indicating a littoral environment of deposition. The Anisian age of the succession is proved by the foraminifer *Meandrospira dinarica* (determined by L. Šribar).

The Middle and the Upper Triassic rocks are difficult to subdivide. The paleontological data (foraminifers *Involutina* sp. and *Triasina* sp.) point to the Norian-Rhaetian stage (the »Haupt-Dolomit«). Represented are thick beds of gray sparry dolomite with frequent stromatolitic layers, and biomicritic dolomites with shrinkage pores and solution cavities. Intervals of silty sandstone and slate might belong to the Carnian age, since they are lithologically comparable with the Carnian rocks of the Karavanke Mountains.

The Triassic carbonate sequence in the basis of the Velenje depression was tectonically affected by numerous faults and overthrusts. The inverse position of beds would indicate a rather strong tectonic activity during, or preceding, the formation of the Velenje depression.

Biostratigraphy of the Oligocene and Miocene beds

Lija Rijavec

The basis of the Velenje depression proper is formed by the Oligo-Miocene and Miocene beds, which are in turn overlain by Plio-Quaternary sediments. A new nomenclature, valid for the Paratethyan region, was applied in biostratigraphic analysis (Cicha et al., 1975b, a; Rögl, 1975; Steininger, 1975a, b; Stevanović, 1951).

The oldest Tertiary beds belong henceforth to the Egerian, that is to the Aquitanian and Chattian, the first evidenced by foraminifers, and the second devoid of them. The Eggenburgian beds (Lower Burdigalian) follow. They have been found near Črnova village east from Titovo Velenje, and in the borehole PT-14/74. A stratigraphic gap follows, since the Ottnangian and the Carpathian beds (Lower and Upper Helvetian) are missing. The sedimentation resumed in the Badenian (Tortonian) which is evidenced by typical foraminiferal fauna found near Šalek and in borehole PT-14/74.

Tectonics

Aleksander Brezigar

The Alpine and the Dinaric tectonic directions interfere in the discussed area. The boundary between the Alpides and the Dinarides is the Periadriatic lineament. The boundary between the Savinja Alps and the Karavanke Mountains passes in the middle of the Šalek valley and corresponds to the Velenje fault. In this region faults of the 1st, 2nd and 3rd order can be distinguished. Regarding the degree of tectonic affectedness of the Pliocene beds filling the Velenje depression, two Pre-Pliocene tectonic stages are evident (Fig. 1).

The Smrekovec and the Šoštanj faults are 1st order faults, the first a subvertical reverse fault dipping south, and the second a step fault dipping on the average 75° north-northeast (Fig. 8). Along the northern flank of the central Karavanke Mountains there is the Čofatij fault, a high-angle reverse fault dipping southwest.

There are two Pre-Pliocene tectonic zones of the first order: the reverse Velenje fault and the area of the Paleozoic overthrusts.

The Topolšica and the Dobrna faults (Fig. 7) are ranked as faults of the 2nd order. There are numerous other nameless faults belonging to this category, running in the NW-SE and SW-NE directions, all of them of neotectonic origin.

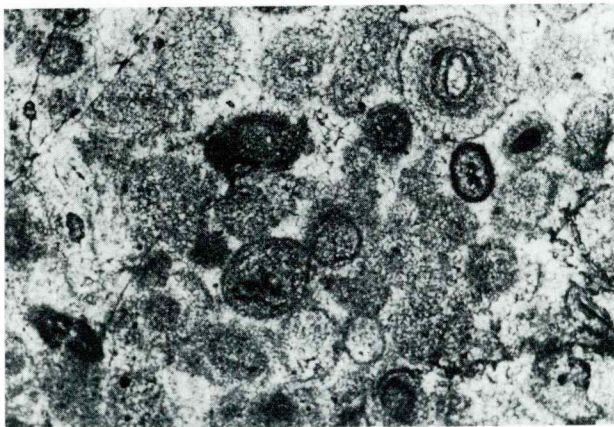
Faults of the 3rd order encompass a great number of faults of short extension and low significance.

Literatura

- Arsovski, M. 1976, Problemi neotektonike SFR Jugoslavije. 8. jug. geol. kongres, 3, 21–36, Ljubljana.
- Berce, B. 1956, Pregled železnih nahajališč LR Slovenije. Prvi jug. geol. kongres, 235–259, Ljubljana.
- Brezigar, A. 1985/86, Premogova plast Rudnika lignita Velenje. *Geologija*, 28/29, 319–335, Ljubljana.
- Brezigar, A., Šercelj, A., Velkovrh, F., Vrhovšek, D. & Kosi, G. 1983a, Paleontološke raziskave pliokvartarne skladovnice Velenjske udorine. *Geol. zbornik*, 3, 31–33, Ljubljana.
- Brezigar, A., Mioč, P., Rijavec, L. & Ogorelec, B. 1983b, Geološka zgradba predpliocenske podlage Velenjske udorine in okolice. *Geol. zbornik*, 3, 17–20, Ljubljana.
- Buser, S. 1979a, Paleogeografski razvoj osrednjega dela vzhodne Slovenije pred odložitvijo neogenskih plasti. – IV god. znan. skup. sek. prim. geol., geof. i geokem. znan. sav. za naftu JAZU. Zbornik radova, serija A, 7, 71–83, Zagreb.
- Buser, S. 1979b, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Tolmač lista Celje. Zvezni geološki zavod Beograd, 1–72, Beograd.
- Buser, S. 1980, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Tolmač lista Celovec (Klagenfurt). Zvezni geološki zavod Beograd, 1–62, Beograd.
- Cicha, I., Seneš, J. & Steininger, F. F. 1975a, Karpatian. Stratotypes Mediterr. Neogene Stages. *Comm. Mediterr. Neogene Stratigr.*, 2, 93–100, Bratislava.
- Cicha, I., Papp, A., Seneš, J. & Steininger, F. F. 1975b, Badenian. Stratotypes Mediterr. Neogene Stages. *Comm. Mediterr. Neogene Stratigr.*, 2, 43–49, Bratislava.
- Cimernan, F. 1979, Oligocene beds in Slovenia. 16th Europ. Micropal. Coll., 65–70, Ljubljana.
- Drovenik, M., Pleničar, M. & Drovenik, F. 1980, Nastanek rudišč v SR Sloveniji. *Geologija*, 23/1, 1–157, Ljubljana.
- Faninger, E. 1976, Karavanški tonalit. *Geologija*, 19, 153–210, Ljubljana.
- Faninger, E. & Štručl, I. 1978, Plutonic emplacement in the Eastern Karavanke Alps. *Geologija*, 21/1, 81–87, Ljubljana.
- Grubić, A. 1980, Yugoslavia. An Outline of Geology of Yugoslavia. 26th Internat. Geol. Congr., Nat. Comm. Min. Res. Yug., 15, 5–49, Paris, Beograd.
- Hinterlechner-Ravnik, A. & Pleničar, M. 1967, Smrekovski andezit in njegov tuf. *Geologija*, 10, 219–237, Ljubljana.
- Hoernes, R. 1892, Die Kohlenablagerungen von Radelsdorf, Stranitzen und Lubniten-graben bei Röttschach und von St. Briz bei Wöllan in Untersteiermark. *Mitt. nat.-wiss. Ver. Steiermark*, 29, 275–295, Graz.
- Hoernes, R. 1903, Bau und Bild der Ebenen Österreichs. Bd. IV. Verlag von F. Tempsky, Verlag von G. Freytag, Wien, Leipzig.
- Iskra, M. 1969, Geološka starost rudonosnih plasti v Puharju. *Geologija*, 12, 161–164, Ljubljana.
- Iskra, M. 1976, O pireskiškem vulkanizmu. *Geologija*, 19, 251–257, Ljubljana.
- Kollmann, K. 1965, Jungtertiär in Steierischen Becken. *Mitt. Geol. Ges.* 57/2, 479–632, Wien.
- Kuščer, D. 1967, Zagorski terciar. *Geologija*, 10, 5–85, Ljubljana.
- Mali, L., Pipuš, D. & Scher, A. 1975, 100 let Rudnika lignita Velenje. REK, ob stoletnici TOZD RLV, Velenje.
- Mikuž, V. 1979, Srednjeeocenski moluski iz Lepene. *Geologija*, 22/2, 189–224, Ljubljana.
- Mioč, P. 1972, Geološki razvoj magmatizma v Vzhodnih Karavankah. VII. kongr. geol. SFRJ, 2, 223–232, Zagreb.
- Mioč, P. 1978, Tolmač za list Slovenj Gradec. Zvezni geološki zavod, 1–74, Beograd.
- Mioč, P. 1981, Tektonski odnosi savske navlake prema susjednim jedinicama u Sloveniji te njena veza sa širim jugoslovenskim područjem. *Nafta*, 32/11, 543–548, Zagreb.
- Mioč, P. & Ramovš, A. 1973, Erster Nachweis des Unterdevons im Kozjak-Gebirge (Postruck), westlich von Maribor (Zentral-alpen). *Bull. sci. Cons. Acad. Sci. Yugosl.*, A, 18/7–9, 135–136, Zagreb.
- Mioč, P. & Žnidarčič, M. 1976, Osnovna geološka karta SFRJ, list Slovenj Gradec, 1:100 000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Nosan, A. 1973, Terminalni in mineralni vrelci v Sloveniji. *Geologija*, 16, 5–81, Ljubljana.

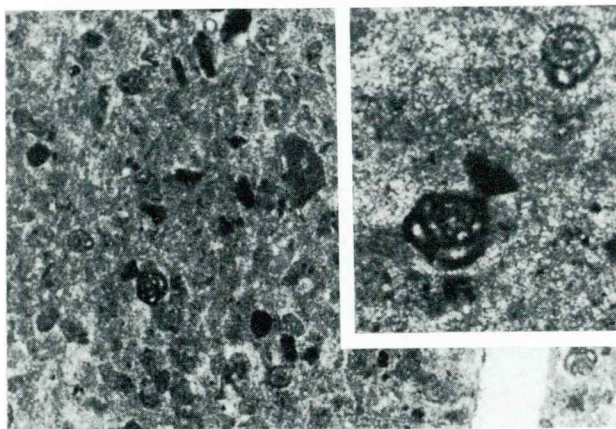
- Pamić, J. 1975, Velike poprečne frakture (transformni rasjedi?) u unutarnjim Dinaridima. II. god. znan. skup sek. za prim. geol., geof. i geokem. znan. sav. za naftu JAZU. Zbornik radova, serija A., 5, 126–137, Zagreb.
- Pleničar, M. 1956, Razvoj pliocena v Sloveniji. Prvi jug. geol. kongr., 55–58, Ljubljana.
- Premru, U. 1976, Neotektonika vzhodne Slovenije. Geologija, 19, 211–249, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1933, Vodnik po zbirkah narodnega muzeja v Ljubljani. Geološko-paleontološki oddelek. Narodni muzej v Ljubljani, 119–185, Ljubljana.
- Rakovec, I. 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije. Prvi jug. geol. kongr., 73–83, Ljubljana.
- Ramovš, A. 1960, Razvoj mlajših paleozojskih skladov v vitanjskem nizu. Geologija, 6, 170–234, Ljubljana.
- Riedl, E. 1887, Der Lignit des Schallthales. Öster. Zeitschr. Berg.-Hüttenw., 35, 12, 141–146, Wien.
- Rijavec, L. & Pleničar, M. 1976, Nove ugotovitve o neogenu Slovenije. 8. jug. geol. kongr., 2, 283–290, Ljubljana.
- Rögl, F. 1975, Ottnangian. Stratotypes Mediterr. Neogene Stages. Comm. Mediterr. Neogene Stratigr., 2, 101–120, Bratislava.
- Rolle, F. 1857, Geologische Untersuchungen in der Gegend zwischen Weitenstein, Windisch-Gratz, Cilli und Oberburg in Unter-Steiermark. Jb. Geol. R.-A., 8, 403–465, Wien.
- Rolle, F. 1860, Die Lignit Ablagerung des Beckens von Schönstein in Unter-Steiermark und ihre Fossilien. Nebst einem Anhang die Pflanzenreste der Lignit – Ablagerung von Schönstein von F. Unger. Sitzungsber. Akad. Wiss. Math.-naturw., Kl., 41, 7–55, Wien.
- Sikošek, B. 1958, Tektonski sklop jugoslovenskih južnih Alpa. Zbor. radova, Geol. inst. »Jovan Žujović«, 10, 247–266, Beograd.
- Sikošek, B. 1971, Tolmač geološke karte SFRJ, 1:500 000. Zvezni geološki zavod, 1–33, Beograd.
- Stache, G. 1874, Die Paläozoischen Gebiete der Ostalpen. Jb. Geol. R. A., 24, 135–274, tab. 1–8, Wien.
- Steininger, F. F. 1975a, Egerian. Stratotypes Mediterr. Neogene Stages. Comm. Mediterr. Neogene Stratigr., 2, 71–81, Bratislava.
- Steininger, F. F. 1975b, Eggenburgian. Stratotypes Mediterr. Neogene Stages. Comm. Mediterr. Neogene Stratigr., 2, 83–91, Bratislava.
- Steininger, F. F. & Rögl, F. 1979, The Paratethys History, A Contribution towards the Neogene Geodynamics of the Alpine Orogene (an Abstract). Ann. Geol. Pays Hellén., Tome hors Sér., 3, 1153–1165, Athens.
- Stevanović, P. M. 1951, Donji pliocen Srbije i susjednih oblasti. Pos. izd. Srp. akad. nauk, 1–292, Beograd.
- Studer, T. 1829, Ueber die Gebirgs-Verhältnisse am südöstlichen Rande der Alpen-Kette. Leonhard's Zeitschr. Min., 23/2, 730–778, Heidelberg.
- Stur, D. 1864, Bemerkungen über die Geologie von Unter-Steiermark. Jb. Geol. R. A., 14, 439–444, Wien.
- Stur, D. 1871, Geologie der Steiermark. Geogn.-mont. Verein. Steiermark, Graz.
- Škerlj, J. 1979, Kremenov konglomerat v Paki pri Velenju. Geologija, 22/2, 337–339, Ljubljana.
- Teller, F. 1898a, Erläuterungen zur Geologischen Karte Prassberg an der Sann., Geol. R. A., 1–170, Wien.
- Teller, F., 1898b, Geologische Spezialkarte. Blatt Prassberg an der Sann 1:75 000, Geol. R. A., Wien.
- Tollmann, A. 1977, Die Bruchtektonik Österreichs in Satellitenbild. N. Jb. Geol. Pal. Abh., 153/1, 1–27, Stuttgart.
- Zollikofer, T. 1861/1862, Die geologischen Verhältnisse des südöstlichen Theiles von Unter-Steiermark. Jb. Geol. R. A., 12/3, 310–366, Wien.
- Zvezni geološki zavod, 1970, Geološka karta SFRJ. 1:500 000, Beograd.

Tabla 1 – Plate 1



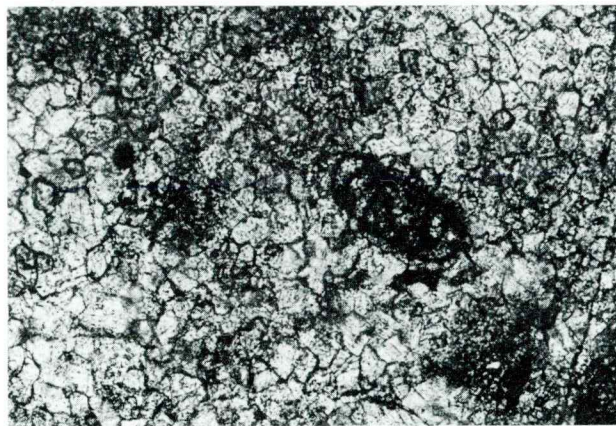
Sl. 1. Sparitni dolomit z ohranjeno prvotno oolitno strukturo. Skitijske plasti, vrtna PT-21/81, 268 m, 15 x pov.

Fig. 1. Sparry dolomite with preserved primary oolitic texture. Scythian series, borehole PT-21/81, 268 m, 15 x



Sl. 2. Biopelmikritni dolomit s foraminifero *Meandrospira pusilla*. Skitijske plasti, vrtna PT 21/81, 379 m; levo 15 x pov., desno detalj s foraminifero 40 x pov.

Fig. 2. Biopelmicritic limestone with foraminifer *Meandrospira pusilla*. Scythian series, borehole PT 21/81, 379 m. Left 15 x, right detail with foraminifer 40 x



Sl. 3. Sparitni dolomit s foraminifero *Glomospirella* cf. *irregularis*. Anizične plasti, vrtna P-7r/75, 540 m, 65 x pov.

Fig. 3. Sparry dolomite with foraminifer *Glomospirella* cf. *irregularis*. Anisian stage, borehole P-7r/75, 540 mm, 65 x

Tabla 2 – Plate 2

Sl. 1. Biomikritni dolomit z redkimi rekristaliziranimi foraminiferami. Zgornji ladinij-norij, vrtina PT-21/81, 330 m, 15 x pov.

Fig. 1. Biomicritic dolomite with some recrystallized foraminifers. Upper Ladinian-Norian stage, borehole PT-21/81, 330 m, 15 x



Sl. 2. Biointramikritni dolomit z rekristaliziranimi foraminiferami in izsušitvenimi porami. Zgornji karnij-norij, vrtina PT-21/81, 347 m, 15 x pov.

Fig. 2. Biointramicritic dolomite with recrystallized foraminifers and shrinkage pores. Upper Carnian-Norian stage, borehole PT-21/81, 347 m, 15 x



Sl. 3. Mikritni dolomit z neizrazito stromatolitno teksturo in izsušitvenimi porami (puščica kaže geopetalno teksturo z internim mikritom). Zgornja triada, vrtina PT-21/81, 371 m, 15 x pov.

Fig. 3. Micritic dolomite with nonexpressive stromatolitic structure and shrinkage pores (arrow – geopetal structure with internal micrite). Upper Triassic, borehole PT-21/81, 371 m, 15 x

