

KOMPARATIVNOST KRŠKOG, GLACIALNOG  
I PERIGLACIALNOG PROCESA U RELIJEFU  
JUŽNOG VELEBITA

(SA 11 SLIKA)

COMPARISON OF KARST, GLACIAL AND PERIGLACIAL PROCESS  
IN THE RELIEF OF SOUTHERN VELEBIT

(WITH 11 FIGURES)

SRDJAN BELIJ

Referat na Simpoziju o kraškem površju  
Postojna, 12.—14. junija 1985

*Paper presented on the Symposium of karst surface  
Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address  
mag. SRDJAN BELIJ  
Odsek za geografiju PMF Priština  
Maršala Tita b. b.  
38000 Priština  
Jugoslavija

Izvleček

UDK 551.44:551.33(234.422.1)  
551.33:551.44(234.422.1)

**Belij Srdjan: Primerljivost kraškega, glacialnega in periglacialnega procesa v reliefu južnega Velebita**

Tako po svoji obliki, kot nastanku, je Velebit enak ostalim visokim masivom obalnih Dinaridov. Ugodni geološki in klimatski pogoji so povzročili, da se je tod kras razvil do popolnosti. Avtor ugotavlja, da orjaške vrtače in ostale periglacialne oblike v višjem, južnem delu Velebita odražajo predvsem krajevne klimatske pogoje in manj bližino možne snežne meje.

Abstract

UDC 551.44:551.33(234.422.1)  
551.33:551.44(234.422.1)

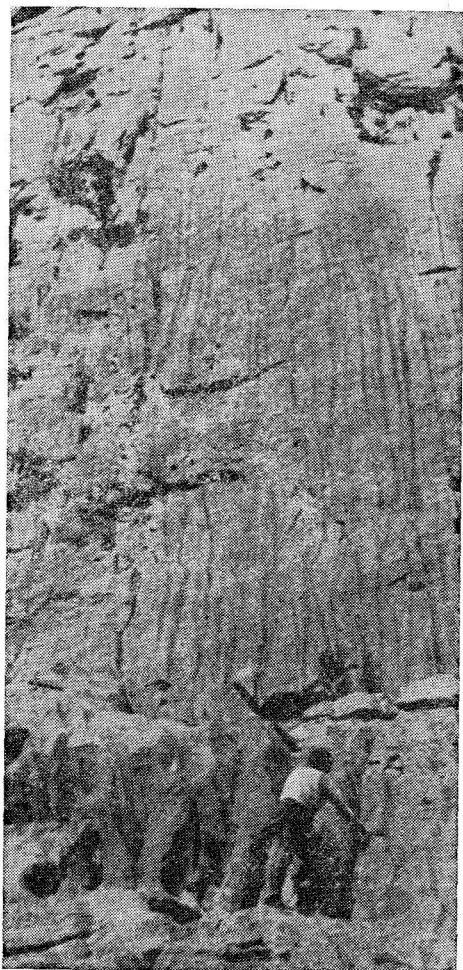
**Belij Srdjan: Comparison of karst, glacial and periglacial process in the relief of southern Velebit**

Regarding either its shaping or its origin, the Velebit is equal to the other high complexes of coastal Dinarids. The suitable geological and climatic conditions brought about a complete development of the karst. The author concludes, that the giant dolines and other periglacial features of the southern, higher part of Velebit reflect local climatic conditions, rather than the neighbourhood of the possible permanent snow boundary.

**KOMPARATIVNOST KRAŠKOG, GLACIJALNOG I PERIGLACIJALNOG PROCESA U RELJEFU JUŽNOG VELEBITA**

Po svom položaju Velebit se ubraja u planine primorskog niza Dinarida. Pruža se u pravcu severozapad-jugoistok između 44° i 45° severne geografske širine i između 15° i 16° istočne geografske dužine, na dužini od 145 km, a širina mu varira od 8 km do 30 km. Sam južni Velebit predstavlja najmarkantniju celinu čitavog Velebita. Jedino se ovde vrhovi dižu iznad 1700 m. Od srednjeg Velebita je odvojen širokim Oštarijskim poljem i prevojem na 927 m, a od jugoistočnog sedlom Mali Halan na 1045 m. Sa primorske strane južni Velebit se direktno obrušava u more, a sa ličke ga jasno uočljiv pregib odvaja od blago zatalasane visije. Ovako shvaćen južni Velebit je dugačak 54 km, a prosečno je širok 12 km.

Iako na prvi pogled predstavlja jedinstven greben, to je ustvari mnoštvo haotično razbacanih kupastih vrhova sa lavirintom dubokih vrtača i uvala između njih. Južni Velebit čine primorska i lička padina i široki greben. Uzdužni rasedi su na padinama uslovili pojavu pregiba i to na primorskoj padini na 800—900 m, a na ličkoj na 1100—1300 m. Pregibi se manifestuju nizovima kraških depresija, uglavnom uvala i vrtača, a najizrazitiji su kod kraškog polja Rujno, gde im širina dostiže i do 1 km.



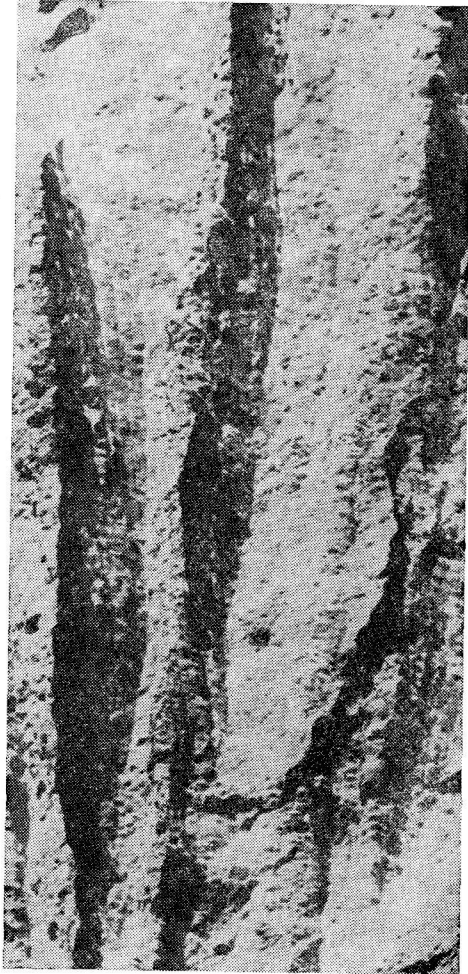
Sl. 1. Zidne škrape ispod Buljme  
Fig. 1. Wall-rills below Buljma

Čitav južni Velebit je sastavljen od karbonatnih stena. Prevladavaju krečnjaci mezozojske starosti (na ličkoj padini trijaski, na glavnom grebenu i višim delovima primorske padine jurski, a niže ka moru kredni). U Primorju su paleogene starosti. Taj je superpozicioni niz narušen na pregibima prodorom permo-karbonskih škriljaca i peščara na ličkoj padini i mlađepermskih dolo-mita u uzdužnoj dolini Brezimenjače i Velike Paklenice na primorskoj padini (Nikler, Sokač, Ivanović, 1965).

Svim faktorima koji utiču na kraški proces (morfologija terena, geološki sastav, tektonika, klimatsko-hidrološke odlike, biljni svet) upravo su se na prostoru južnog Velebita stekli najpovoljniji uslovi za nesmetani razvoj. Iako je u osnovi jednostavne, antiklinalne građe, deformacije mlađih tektonskih pokreta prouzrokovale su na južnom Velebitu dominaciju rasedne tektonike. Intenzivna izdizanja i ubiranja od oligomiocena do pleistocena dovela su

ne samo do talasanja, već do pravog gužvanja krečnjačkih slojeva. Brojne pukotine svih veličina doprinele su bržoj cirkulaciji vode, a obilje padavina na površini i smer podzemne cirkulacije doveli su do znatnog rastvaračkog rada kako na površini, tako i u unutrašnjosti krečnjačkih masa. I izrazite klimatske razlike između podnožja primorske padine južnog Velebita (srednja godišnja temperatura 14,9 °C i godišnja suma padavina 1188 mm) i njihovog glavnog grebena (srednja godišnja temperatura 2,8 °C i godišnja suma padavina 3400 mm na 1700 m n. v.) jasno govore o modifikacijama razvoja kraškog procesa (Belij, 1984).

U nižim predelima, na ogoljenim površinama najčešće se sreću škrape. Ima ih na velikim odsecima, na usamljenim stenama i kukovima, na krupnijem drobinskom materijalu fosilnih pleistocenihi sipara — od najmlađih, poput zatalasane vodene površine, do preizdubljenih japaga i škrapskih bunara. Često



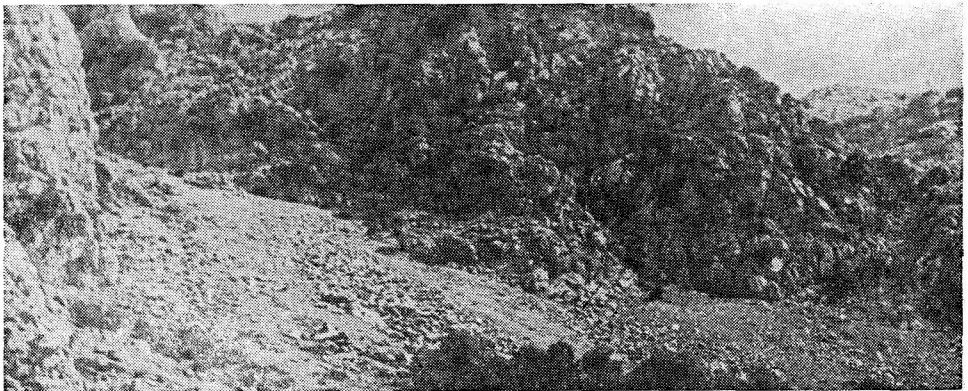
Sl. 2. Rebraste škrape sa sekundarnim škrapama na bridinama  
Fig. 2. Solution runnels with secondary rills on their flanks

su čitavi odseci izbrazdani škrapama (Sl. 1). Na istom mestu ima ih toliko malih da se jedva oseće pod prstima, većih, sa oštrim bridinama poput noževa i još većih po čijim se brazdama taloži grohot — drobinski materijal od izmrvljenih bridina, do najvećih, kojima za vreme kiše teku čitave bujice. Najimpozantnije su rebraste škrape (Sl. 2.) visoke preko 10 m i duboke 0,5—0,8 m, usečene u vertikalnim stenama. Na njihovim se bridinama zapažaju sekundarne škrape. Sa povećanjem nadmorske visine škrapa je sve manje, a iznad 1000 m gotovo ih i nema. Iznad 1300—1400 m više ne mogu ni da se nađu, jer prevladava proces mraznog razoravanja.

U istom pojasu sa škrapama javljaju se i kamenice. Ima ih svih oblika i dimenzija, a prevladavaju plitke tanjiraste, često sa otokama. Ponegde se sreću i preizdubljene, u odmakloj fazi evolucije, pretvorene u bunare duboke i više metara (Anića kuk, Buljma). Iako su uglavnom sve kamenice poligenetskog porekla (uz kraški i biohemijski proces) izdvajaju se one u većim delom godine suvim koritima Velike i Male Paklenice kao fluvio-kraške kamenice. Tekuća voda povremenih potoka obeju Paklenica gotovo je ispolirala njihove strane, a ponegde su i levkastog oblika usled vrtložnog kretanja vode. Međutim, kada prestane površinsko oticanje u tim se udubljenjima zadržava voda, a padavine donose nove količine. I dalje hemijski aktivna, voda produbljuje u krečnjaku najraznovrsnije oblike, ali su sve ipak izdužene u pravcu oticanja rečnog toka.

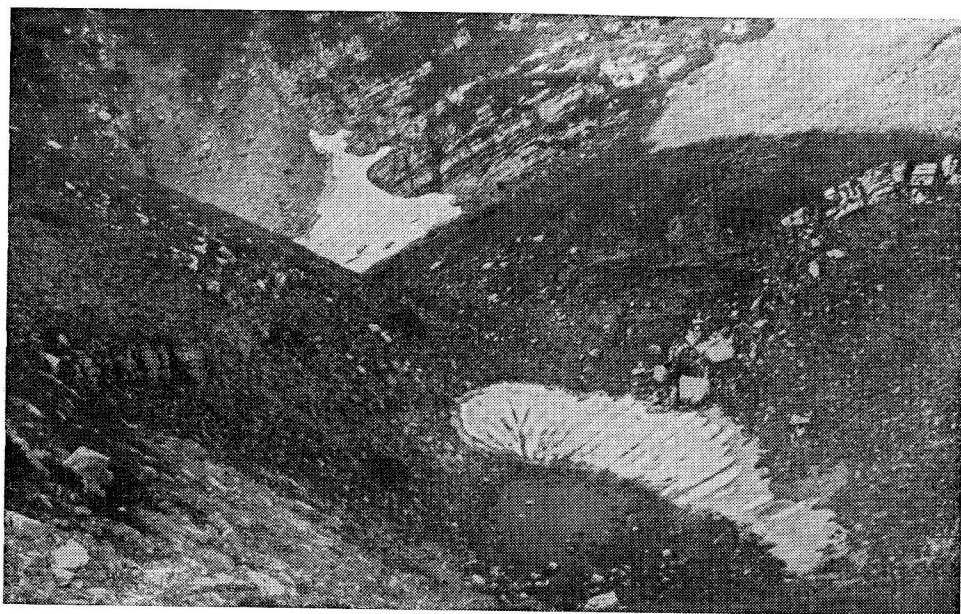
Za same doline Velike i Male Paklenice vezani su i padinski procesi. Čitavi nizovi više-manje paralelnih točila nad strmim liticama kanjonskih i klisurastih dolina i potpuno sraslih konusa sipara protežu se na čitavoj dužini poprečnih tokova. I dok su u srednjem toku Velike Paklenice fosilizovani i umrtvljeni vegetacijom, u donjim tokovima Velike i Male Paklenice su vrlo živi, a raspadanje blokova i osipanje drobine može i golim okom da se prati (sl. 3).

Iako su brojno vrtače najčešće, ipak uvale daju morfološki pečat fizionomiji nižih delova primorske padine, naročito u međurečju Velike i Male Paklenice. Tu se ističu Grabova dolina, Veliko i Malo Močilo itd.



Sl. 3. Sipari srasli u plazeve u podnožju krečnjačkih odseka u klisuri-pribojnici Male Paklenice

Fig. 3. The screes merged to land-creeps at the foot of limestone areas in the Mala Paklenica canyon



Sl. 4. Preizdubljene levkaste vrtače u najvišoj zoni glavnog grebena južnog Velebita

Fig. 4. Funnel-like dolines in the highest part of the main ridge of the southern Velebit

Severozapadno od Velike Paklenice je na 800—900 m izuzetno zaravnjeno kraško polje Rujno. Jugoistočni, veći deo je korozivno zasečen u strmo uslojenim jurskim krečnjacima, a severozapadni, manji deo je zasut fluvio-glacialnom plavinom. Veliko i Malo Rujno su međusobno odvojeni džinovskom čeonom morenom, 2 km dugačkom Rujanskom kosom.

Posebnu grupu oblika na primorskoj padini čine kukovi, ostenjci i obelisci. Tipični primeri su Manita kuk, Vidakov kuk, Štapić, Zamršten kuk, a Bojin kuk (1121 m) je samo najviši u čitavom lavirintu kula, tornjeva i ostenjaka nazvanih jednim imenom Bojinac. Vrlo su slikoviti oni primeri duž čijih se masivnih, glatkih strana spuštaju nizovi paralelnih škrapa.

Za visokoplaninski kras južnog Velebita posebno su karakteristične duboke levkaste vrtače smeštene između kupastih vrhova glavnog grebena. Dubinama 300—400 m i sa prečnicima 600—900 m imaju naglašenu predimenzioniranost kao posledicu velikog iznosa vertikalnog tektonskog izdizanja, kao i akumulacije snega i leda tokom pleistocena u njima. Proces njihovog narastanja u dubinu još nije završen jer velike količine snega koje padnu u zimskoj polovini godine nemaju, otapajući se, gde da oteknu, već poniru na dnu. U mnogima od njih proces otapanja snega i poniranje sočnice traje čitavu letnju polovinu godine, a u onim najdubljim, gde sunčevi zraci retko prodiru, stari sneg na dnu dočekuje nov (Sl. 4.).

Sneg morfogenetski deluje na podlagu trajanjem pokrivača, pritiskom naslaga i kretanjem. Prema kartama iz Atlasa klime SFRJ (1969) od preko 2500 mm padavina 2/3 padne u hladnijoj polovini godine. Prosečan broj dana u godini sa snegom debljim od 10 cm je na Strugama, Javorniku i Oglavinovcu prosečno 150 dana, a na Rujnu 70—100 dana. Morfoloških tragova laganog klizanja snega na podlozi nema; mogu se zapaziti samo za vreme egzistovanja snežnog pokrivača. Mnogo su izrazitiji tragovi koje ostavljaju lavine. Takvih tragova u obliku lavinskih i šumskih koridora ima na više mesta (ispod Babinog vrha, Vaganskog vrha, Segestina i Malovana na ličkoj padini i ispod Rappavca i Crljenog kuka na primorskoj padini. Udarana moć lavina pojačana je obiljem stenovitih blokova i drobine koju sneg pokupi na siparima.

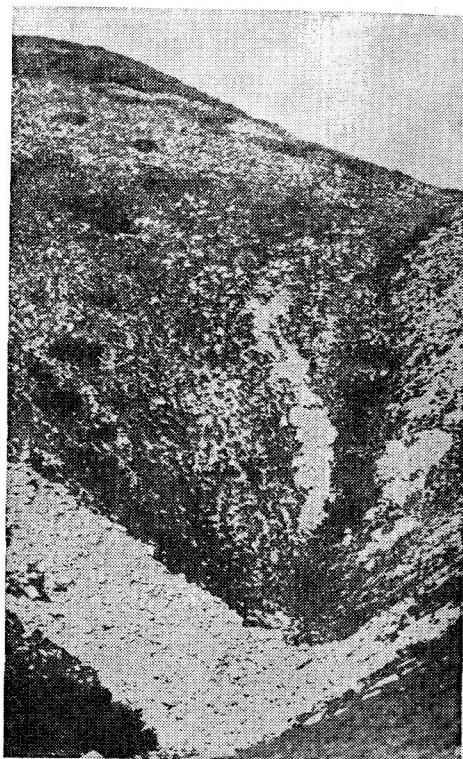
Apsolutne visine na južnom Velebitu ne dozvoljavaju postojanje snežanika. Izuzetak je firnski snežanik u snežaničkom cirku severozapadno od Vaganskog vrha, na 1680 m. To što se snežanici ipak pojavljuju posledica je specifičnih mikroklimatskih i morfoloških uslova, a ne blizine snežne granice. Duže zadržavanje snežnih fleka dovodi do formiranja snežaničkih cirkova i snežaničkih niša i uloka. Sa jastučastim soliflukcionim bedemima ispred i polukružnim, potkovičastim udubljenjem u pozadini, snežaničke niše i uloke su široko rasprostranjene. Najviše ih ima duž glavnog grebena, između Babinog vrha i Svetog brda, ali su česte i na Strugama, Javorniku, Visočici. Na lokalitetima sa manjom nadmorskom visinom (Bojinac, Veliko Rujno, Stražbenica, Dušice)



Sl. 5. U prvom planu polukružne snežaničke niše, a u pozadini »zgužvani« travni pokrivač kao posledica soliflukcionog procesa

Fig. 5. Nivation hollows in the first plane; uneven turf due to the solifluction in the background





Sl. 6. Kamene struje — čest oblik mraznog razoravanja i sortiranja na glavnom grebenu

Fig. 6. Blockstreams are frequent on the main ridge

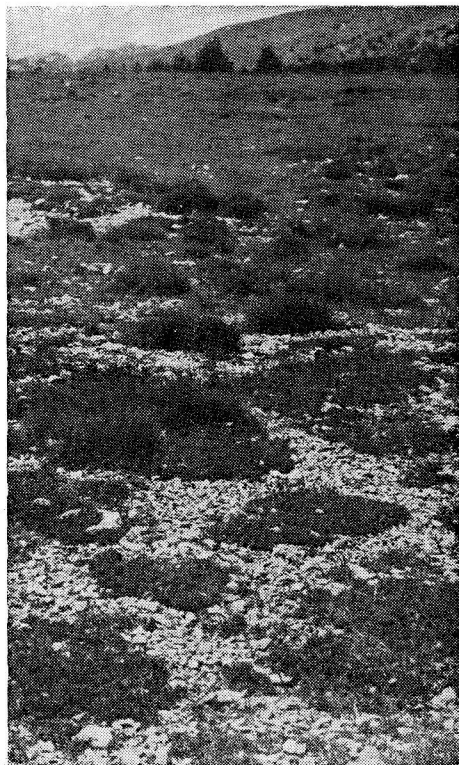
niše i uloke se javljaju kao posledica temperaturne inverzije u zatvorenim kraškim depresijama.

Za soliflukcioni proces vezan je čitav niz oblika. Na padinama sa travnim pokrivačem, usled naizmeničnog zamrzavanja i kravljenja tankog sloja zemljišta dolazi do »gužvanja« travnog tepiha (Sl. 5.). Ponegde se to manifestuje nadimanjem pojedinih busenova (Struge, Veliko Rujno), ponegde klizanjem pojedinih delova travnog pokrivača u vidu jezika (Strige, Javornik), a ponegde travni pokrivač puca na padini, a u te pukotine mraz istiskuje drobinu iz tla (vegetacione terasete na Strugama, Svetom brdu, Dušicama). U krajnjoj fazi travni pokrivač je potpuno uništen, a pojedini busenovi se sami kreću (migrirajući busenovi na V. Rujnu). Ovaj je proces naročito intenzivan u proleće, kada je velika količina vlage u tlu i kada je često kolebanje temperature oko nultog podeoka.

U odsustvu travnog pokrivača mraz razorava podlogu i dolazi do formiranja kamenih struja (na stranama levkastih vrtača duž glavnog grebena) (Sl. 6.) i mora kamenja (ispod Badnja, na Babinom vrhu). Poseban oblik je mrazno sortirana drobinu (Sl. 7.) u kombinaciji sa plivajućim pegama travnog tepiha — mozaik (Struge, Malo i Veliko Rujno, Javornik).

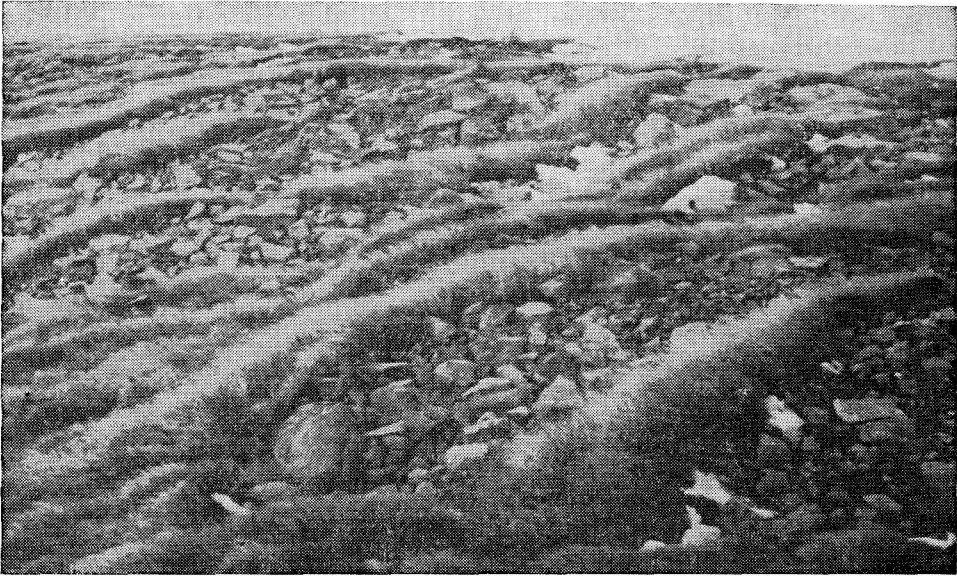
Glacijalni oblici reljefa razvili su se tokom mlađeg pleistocena u specifičnim uslovima prepleistocenog kraškog reljefa. Izdignute u krilu ličke antikli-

nale i izmrvljene brojnim uzdužnim i poprečnim rasedima, krečnjačke mase južnog Velebita bile su pogodna osnova za intenzivan razvoj kraškog procesa. Tada su i formirani glavni makro i mezo oblici kraškog reljefa — pre svega uvale i vrtače duž glavnog grebena. Upravo ti oblici inicirali su akumulaciju snega i firna. Napadnute agresivnom vodom otapajućeg snega koji se sa zahlađenjem znatno duže zadržavao, krečnjačke mase su intenzivno rastvarane u vertikalnom pravcu. Dolazi do njihovog produbljivanja i predimenzioniranja. Jugoistočno zaleđe Struga, Javornik, Oglavinovac i Jančarica poslužile su za akumulaciju snega i leda odigravši ulogu cirkova. Međutim, specifičnost velebitske glacijacije je i u tome što su upravo ti cirkovi poslužili i kao valov u maksimumu rasprostranjenja leda jer se led iz cirkova kao lokalnih žarišta počeo kretati sa Struga kroz Javornik i Oglavinovac, gde je priticao ledeni jezik iz Jančarice, te su sjedinjeni nastavili u dva kraka preko Ivankovačkog sedla (Sl. 9.) i Ribničkog prolaza, da bi se zatim spojili i kao jedinstvena ledena reka spustili niz Ribnička vrata, odbili se od boka Višerujna i skrenuli na jugozapad. Tu, na Rujanskom polju, na 840 m n. v. ledenik se završavao (Sl. 11.) staloživši džinovsku čeonu morenu dugu 2 km i visoku do 120 m. U svom maksimumu Ribnički lednik je bio dugačak 10,5 km, a imao je oko 1 km<sup>3</sup> leda. Prilikom regresije prvo se otapao na prečagama između pojedinih kraških depresija i pri tome razbijao na manje cirkne lednike u kojima je egzistovao

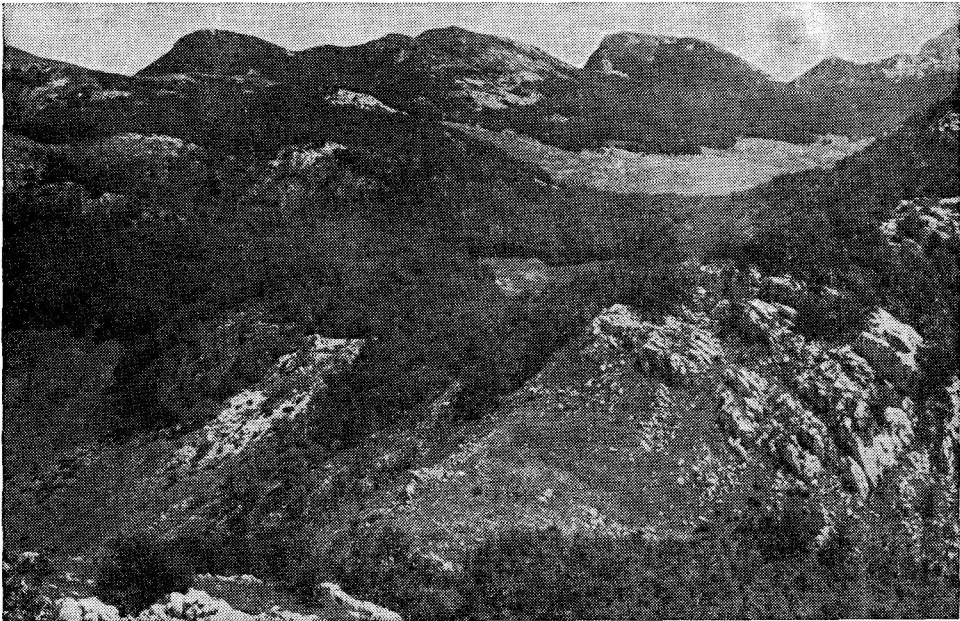


Sl. 7. Mozaik mrazno sortirane drobine i plivajućih pega vegetacije na V. Rujnu

Fig. 7. A mosaic of cryogenetically sorted gravel and "floating" vegetational circles in the middle of Veliki Rujan



Sl. 8. Vegetacione terasete jugozapadno od Svetog brda, na 1550 m n. v.  
Fig. 8. Vegetational terraces SW from Svetog brdo, 1550 m above the sea level

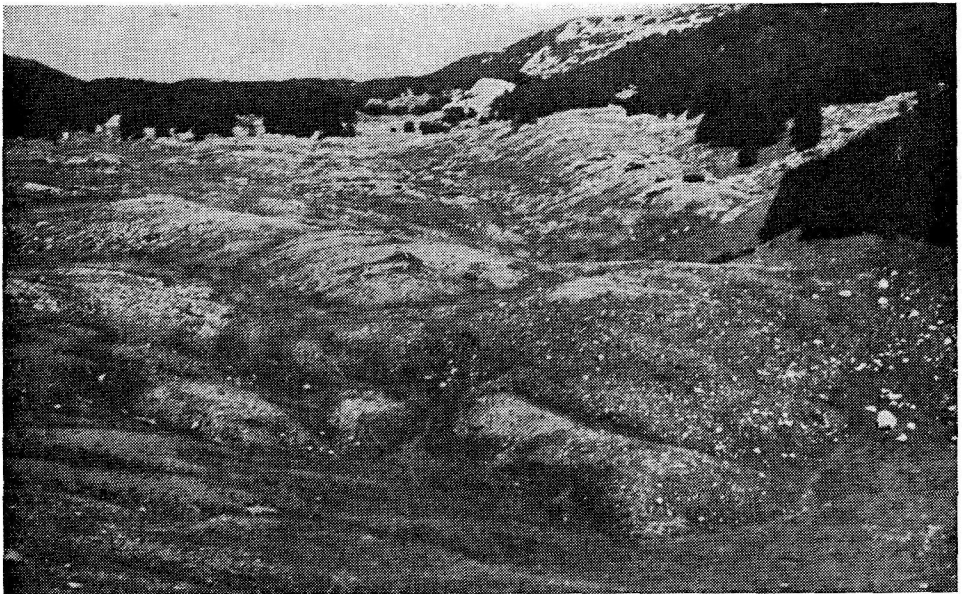


Sl. 9. Ledničkom erozijom modelovano Ivankovačko sedlo  
Fig. 9. The Ivankovačko sedlo pass shaped by glacial erosion

mrtav led do otapanja. Sa svim tim osobinama Ribnički lednik je pripadao kraško-dolinskom tipu. Uglučene strane Zamrštena, Ivankovačkog sedla i zaobljena glavica na izlazu iz Ribničkih vrata tipični su primeri mutoniranih stena. Na Strugama, gde se ledena masa račvala (glavni krak prema Javorniku i bočni ka Buljmi — 1 km i Štirovcu — 1,9 km) zaostao je čitav kompleks haotično razmeštenih morenskih bedema i mutoniranih krečnjačkih glavica (Sl. 10).

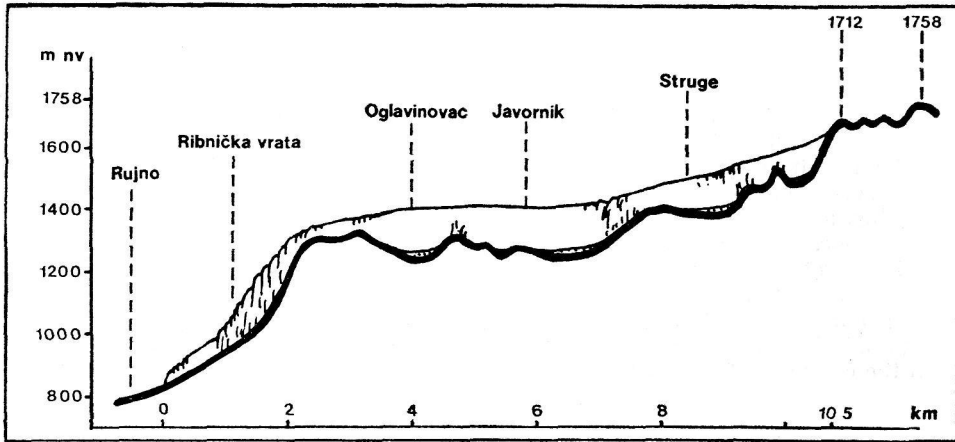
Svi ostali lednici na južnom Velebitu su bili znatno manji (viseći lednici kod Babinog vrha i Bunovački i cirkni u izvorištu Male Paklenice, duž primorske ivice glavnog grebena i na Dušicama), ali su ipak ostavili tragove na krečnjačkoj podlozi (mutonirane stene na prečagama između vrtača, uglučene krečnjačke ploče između Malovana i Segestina).

U produžetku Ribničkog lednika, na Malom Rujnu, obrazovana je fluvio-glacijalna plavina sa krupnom i slabije zaobljenom drobinom, a u produžetku, u Zavrati, plavinski materijal je sitniji i potpuno zaobljen, pretaložen iz prethodne. Krupne plavine zapažaju se i pod Crljenim i Babinim kukom, na desnoj strani doline Velike Paklenice, a fluvio-glacijalnog porekla su i fleke okonglomeratisane drobine na izlazu Velike Paklenice iz kanjonskog dela doline, na 2—3 km od ušća u more. Na ličkoj padini vrtače i uvale bivaju tokom pleistocena zasipane fluvio-glacijalnim materijalom, njihovi se ponori zatrpavaju, bujice popunjavaju depresije i produžuju svoj tok ponegde i do podnožja padine. Takav je slučaj sa nizom vrtača i uvala na liniji Štirovac—Mijalčin kuk (Štirovac, Grubišnin dolac, Studena draga).



Sl. 10. Struge — morenski kompleks na 1400—1450 m n. v.

Fig. 10. The morrainic complex Struge, 1400 m to 1450 m above the sea level



Sl. 11. Ribnički ledenik u doba maksimalnog prostiranja

Fig. 11. The Ribnički glacier at the time of its maximum extent

U postpleistocenu oživljava kraški proces i napada krečnjak. Taj je proces najočigledniji kod mutoniranih stena koje su u znatnoj meri razjedene, kao i kod eratičnih blokova na čeonj moreni Ribničkog lednika, gde se javljaju mlade škrape i kamenice.

### LITERATURA

- Atlas, klime SFRJ, 1969. Izd. Hidrometeorološke službe SFRJ, VGI Beograd.
- Belij, S., 1979: Velika i Mala Paklenica u južnom Velebitu — geomorfološki prikaz. Diplomski rad na PMF, Beograd.
- Belij, S., 1984: Glacijalni i periglacijalni reljef južnog Velebita. Magistarski rad odbranjen na Odseku za geografiju PMF Beograd.
- Nikler, L., Sokač, B., Ivanović, A., 1975: Strukturna građa jugoistočnog Velebita. Acta carsologica JAZU knj. 5. Zagreb.
- Poljak, J., 1929: Geomorfološki oblici krednih kršnika Velebita Vijesti Geološkog zavoda, knj. III, Zagreb.
- Poljak, J., 1947: O zaleđenju Velebita. Geološki vjestnik knj. 1. Zagreb.
- Rogić, V., 1957: Velebitska primorska padina. Geografski glasnik sv. 19. Zagreb.

## COMPARISON OF KARST, GLACIAL AND PERIGLACIAL PROCESS IN THE RELIEF OF SOUTHERN VELEBIT

### Summary

Markedly raised above the sea, Velebit is identical with the other mountains of Adriatic Coastal Dinarids (Risnjak, Snežnik, Velika Kapela, Biokovo, Orjen, Lovćen) both in its form and geological composition and morphohydrogenesis. Located in the region of Dinaric holokarst, predetermined by an intensive tectonic piece-breaking, a favourable Mediterranean climate and the absence of vegetation on the coastal slope, the karst process has been completely developed.

Exaggerated emphasizing of karst form in highest zone of the main range of southern Velebit (gigantic funnel-shaped depressions) is a reflection of pleistocene cooling and accumulation of ice in them and an exceptional richness in forms of the periglacial process points out local climate-morphological suitabilities rather than the closeness of snow line.