# PREDGOVOR

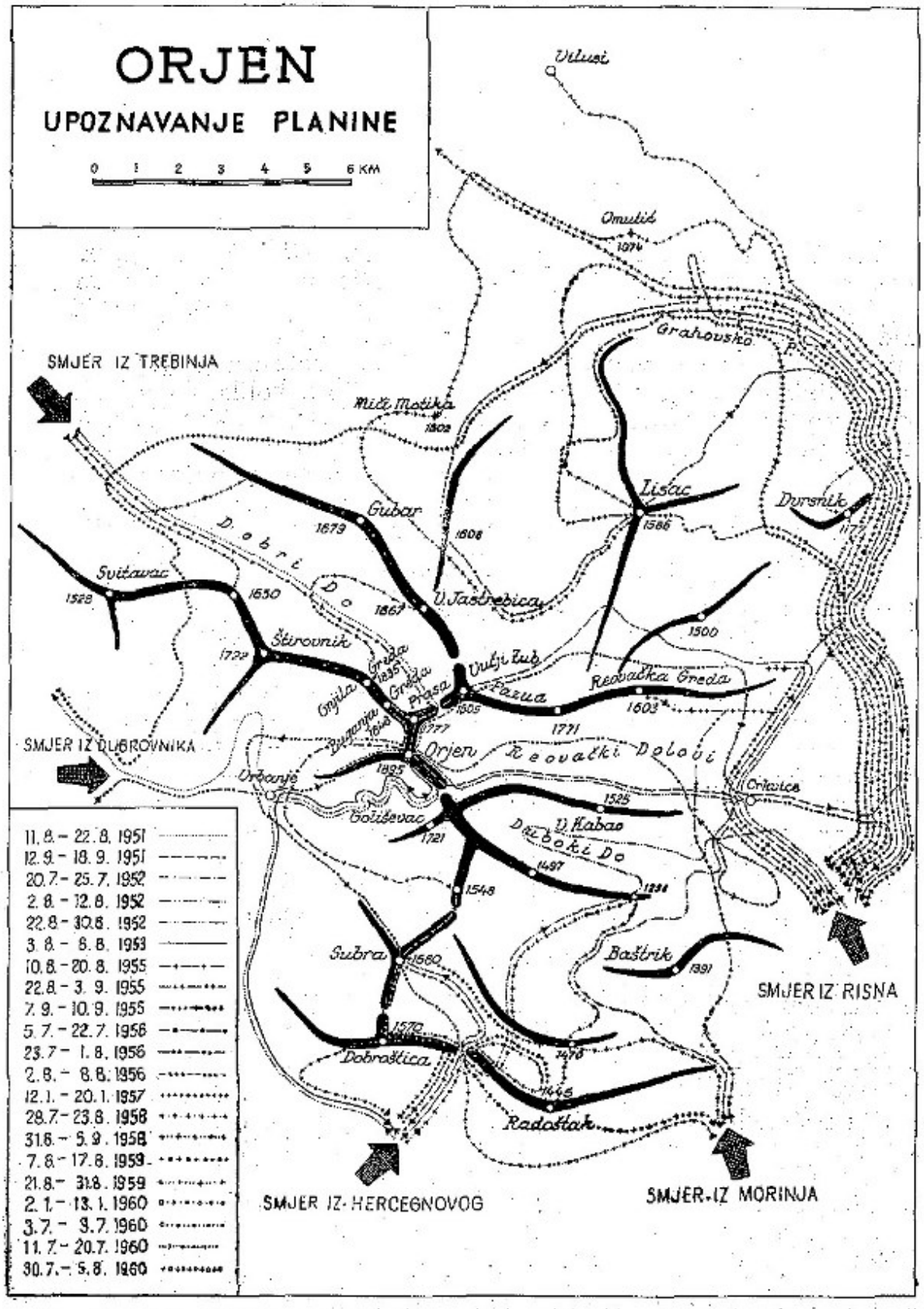
Planinski prostor Orjena počeo sam istraživati još kao student 1951. g. Prof dr Josip Roglić kojeg sam pratio po Popovu polju sugerirao mi je da bi bilo zanimljivo i korisno kad bih za diplomski rad obradio zaleđenost Orjena. Prijedlog sam prihvatio i osobita mi je čast da se u ovoj prilici zahvalim svom profesoru, koji je bio toliko ljubazan da je od svog vremena odvojio nekoliko dana i bio sa mnom na sjeverozapadnoj i zapadnoj strani Orjena. Kasnije sam, u ljetnim mjesecima 1951. i 1952. g. nastavio istraživati glacijalne tragove, zapravo njihova prostranstva na istočnoj i jugozapadnoj strani ove prostrane planine. Djelomično sam zalazio i po južnim ograncima. U veljači 1953. g. diplomirao sam s radom: »Glacijacija Orjena«. Iste godine ljeti pratio sam po Orjenu, tačnije po njegovim jugozapadnim predjelima, Carla Rathjensa, sada sveučilišnog profesora u Saarbrückenu. Diskusije i spoznaje u toku razgovora s profesorom Rathjensom bile su osobito značajne za moj daljnji rad.

Prvi rezultati dali su mi snage i potakli me da po povratku iz JNA 1955. g. nastavim istraživati druge pojave reljefa i ostale geografske osobine u teško prohodnim i negostoljubivim krškim predjelima ove planine. Teža bolest usporila je ritam rada i uzrokovala da je do konačne obrade došlo kasnije nego što sam predviđao.

Zahvaljujući novčanoj pomoći Rektorata Sveučilišta u Zagrebu od 1955. do 1960. g., redovito sam boravio na Orjenu u ljetnim mjesecima, a u dva puta i zimi (sl. 1). Ovom se prilikom najtoplije zahvaljujem Rektoratu Sveučilišta, koji mi je novčanom pomoći omogućio naporna terenska istraživanja u bespuću jednog od najsurovijih dijelova našeg krša. Posebno mi je zadovoljstvo da se još jednom zahvalim svom profesoru dru Josipu Rogliću, zatim prof. dru Milanu Heraku, kao i dru Veljku Rogiću, koji su mi dali korisne savjete pri konačnoj redakciji teksta. Nadalje hvala svima onima, da ih ne spominjem poimenice, koji su mi na bilo koji način izašli u susret pri izradi ovoga rada.

Do najvrednijih spoznaja došao sam neposredno na terenu. Terenska istraživanja zaključio sam 1960. godine. Vlastite spoznaje tokom posljednjih godina uspoređivao sam s već utvrđenim znanstvenim činjenicama i provjeravao preko raspoložive naučne dokumentacije. Literatura je veoma opsežna, osobito iz najnovijeg razdoblja, i to je jedan od glavnih razloga zašto se toliko odužila definitivna redakcija. Gotovo je nemoguće obuhvatiti sve, ali najvažniji radovi ipak su proučeni i citirani neposredno ispod teksta.

Rad je potpuno završen u svibnju 1963. godine.




Sl. 1. Orjen, upoznavanje planine
Fig. 1. Orjen, The mountain massif and Author's excursions.

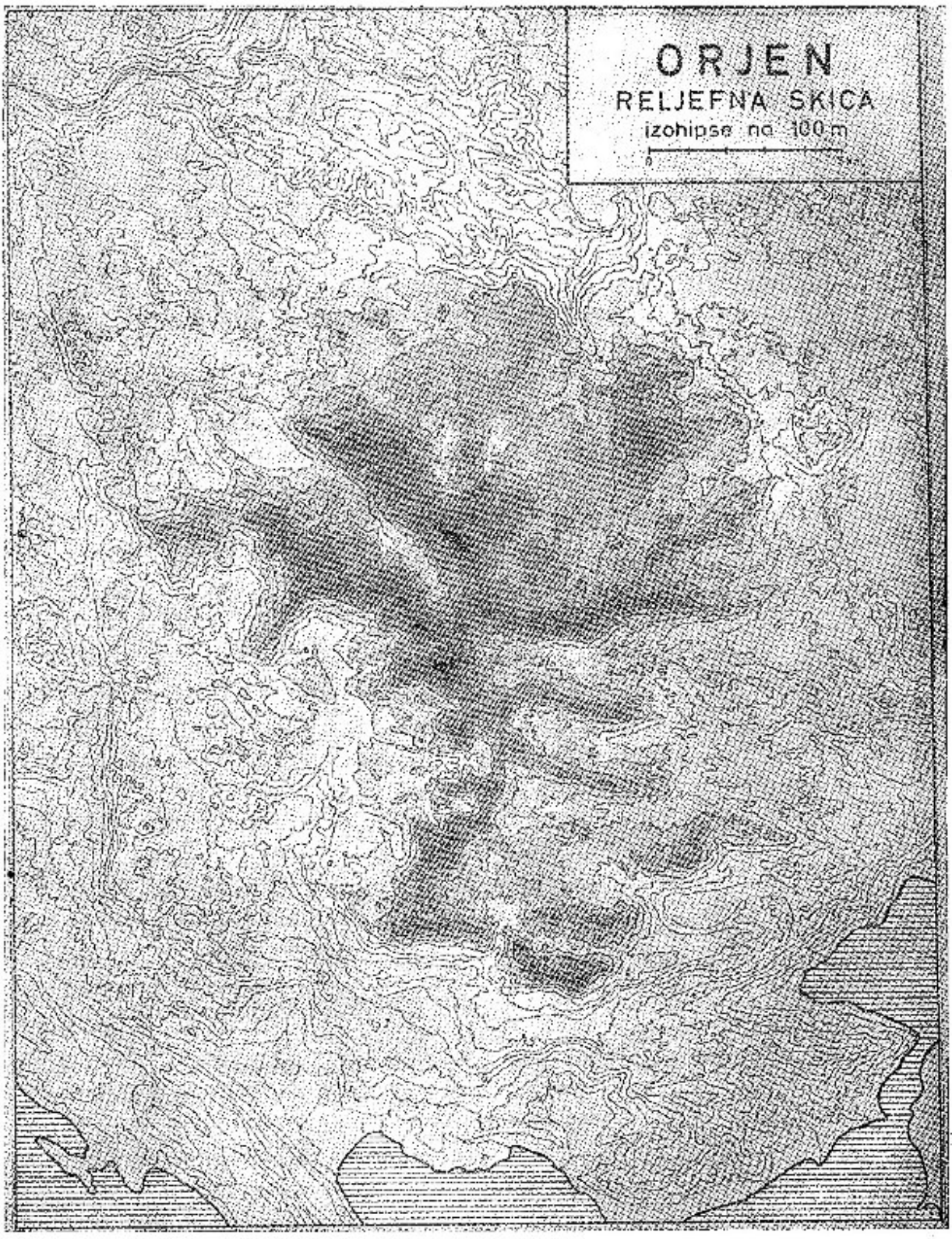
# U V O D

Vapnenački strmci Dobroštice i Radoštaka oštro se izdvajaju od pitomine i blagog reljefa vanjske Boke, označavajući početak orjenskoga krša. Stanovništvo planine i susjednih krajeva zove Orijenom samo vrh ili, kako oni kažu, »kabao najveće visine« (1895 m). Orjen, međutim, nije samo izolirani vrh jer se hipsometrijski povezuje s čitavim nizom uzvišenja. Od glavnog vrha granaju se gotovo samostalni grebeni tvoreći na taj način prostorniji planinski sklop, koji je tekstonski i reljefno izdvojen od okolnih krajeva (sl. 2). Orjen je, u širem smislu, planinski prostor između Grabskog rasjeda (reljefno je vidljiv samo na potezu od Orahova preko Dubravke (ranijih Mrcina) i Graba do Arslanagića mosta u dolini Trebišnjice) na zapadu i dubokih dolina Kunske i Nudolske rijeke (inače pritoka ponornice Trebišnjice) te Grabovskog polja na sjeveru. Istočna međa podudara se s udolinom gotovo merdijanskog smjera, koja Orjen odvaja od Katunskoga krša. Rubnu udolinu istočnom stranom masiva iskoristila je cesta Dragulj — Han — Ledenice — Risan. Navedena udolina je morfološki izrazita, a s obzirom na različiti pad i pružanje slojeva, te osjetne visinske razlike na neznatnim udaljenostima sigurno je tekstonski uvjetovana. Od Risna produžuje se granica strmom obalom na Morinj, odakle udolinom između lakše drobnih stijena manjih visina i podnožjem strmaca Radoštaka i Dobrostice završava kod Dubravke. Tlocrt planine ima izgled nepravilna četverokuta, jače izduženog prema sjeverozapadnom uglu.

Ovako omeđen prostor širi je planinski kraj, koji je gotovo »odrezan« od susjednih i redovito nižih predjela. Međutim, izohipsa od 1 000 m višestruko je važna i dobro izdvaja viši dio masiva — tipičan planinski prostor.

Za razumijevanje osobina, naročito evolucije reljefa, važan je geografski položaj Orjena. To je istaknuto na prvom mjestu. Zatim su određeni mjesto i razlike Orjena prema ostalim obalskim planinama. Iz položaja, oblika i sastava ove planine rezultiraju glavne prirodne osobine, koje utječu i na njeno društveno značenje.

Reljef planine veoma je složen. Nema dovoljno stratigrafskih podataka na temelju kojih bi se pouzdano mogao rekonstruirati morfološki razvitak. Pretežno vapnenački sastav uvjetuje kršku prirodu reljefa. Brojni i specifični tragovi glacijacije unose više svjetla i olakšavaju shvaćanje mlađe morfološke evolucije. Zbog toga ću uz pomoć ledenjačkih ostataka, njihova prostranstva i prirode, te od-




Sl. 2. Orjen, reljefna skica
Fig. 2. Orjen, relief map

nosa prema drugim oblicima i stijenama pokušati objasniti i vremenski odrediti morfogenezu glavnih oblika ove krške planine.

Red izlaganja možda je neuobičajen, ali je prilagođen objektu istraživanja. Na taj se način može bolje uočiti stvarno stanje, a to je imperativ geografske metode.

Klimatski položaj Orjena jedinstven je u Evropi i rijedak u svijetu, pa taj aspekt zaslužuje poseban studij. Osobito je zanimljivo razmatranje međusobnosti pojedinih meteoroloških pojava i drugih geografskih elemenata, te uz pomoć njih objašnjenje pojave i prirode nekadašnje glacijacije. Obrada postojećih podataka veoma je korisna jer daje važan prilog morfološkim istraživanjima i potvrđuju dosadašnje rezultate. Izobilje padalina koje prima ovaj kraj i apsolutna suša, zapravo bezvodica, prividni su apsurd, ali i jedna od glavnih zakonitosti orijenskoga krša. Goleme količine vode poniru kroz veće ili manje pukotine u nedovoljno poznato podzemlje. Podzemna cirkulacija voda prema tome je veoma složena. Iako nije poznato u kolikoj mjeri otječu vode prema moru, a u kolikoj prema unutrašnjosti ,vjerovatno je da se podzemne vode kreću dokle ima vodoprohodnih pukotina, dakle do vapnenačke osnove, bez obzira na morsku razinu. Nerazmjer između obilja padalina s jedne i rijetkih vrela, odnosno odsutnosti tekućica s druge strane potvrđuje ovu činjenicu. Logična je posljedica tih pojava bogastvo unutrašnjih oblika. Istraživanja takvih oblika izlaze iz okvira ovog rada, ali sigurno je da bi obogatila dosadašnja znanja o podzemlju našega krša. Oblici površja vrlo su razvijeni i njihova izrazitost primarno održava litološke osobine stijena. Za razliku od drugih planina obalnog pojasa, na reljef orjenskog krša znatnije su utjecali morfogenetski procesi posebne pleistocenske glacijacije.

Zadatak je dakle, ovoga rada da izloži i objasni reljef planine. Uz izlaganje sastava i građe nužno je osvrnuti se detaljnije na klimatske prilike, kako današnje, posebno na njihov godišnji režim, tako i na pleistocensko razdoblje. Naime, klimatsko-morfološki procesi ključni su za razumijevanje morfogeneze temeljnih oblika ove isključivo krške planine.

## POLOŽAJ

Orjen je istaknuta planina na obalnoj fasadi Dinarskog gorja. Izložena je prostranoj pučini Jadrana. Obalni krajevi Boke kotorske prelaze dosta naglo u visoke dijelove orjenskog, katunskog i lovćenskog krša. Na taj se način primorski dio suzuje na uzak obalni pojas. Pred obalom nema otočnih skupina, kao u našem srednjem i sjevernom primorju. Zavala južnog Jadrana je najširi (211 km ili 114 Nm), a istovremeno i najdublji (1330 m) dio Jadranskog mora. Tako je Orjen izložen utjecajima otvorena mora. Prodiranje marinskih utjecaja prema unutrašnjosti ograničeno je visokim južnim strmcima Orjena.

Visina gorja, otvoreno more i prevladavanje zračnih strujanja s mora glavni su razlozi koji uvjetuju veliku vlažnost.

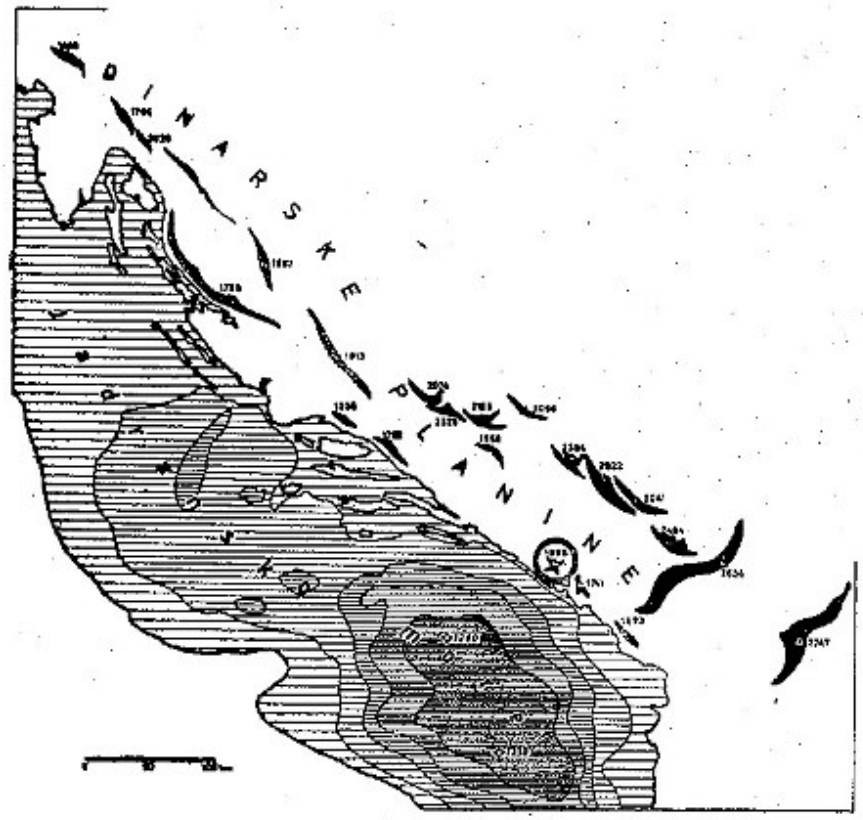
Orjen je naša najviša obalna, a s obzirom na sadržaj prostora i prirodu procesa koji prevladavaju u ovom kraju i najspecifičnija primorska planina. Primorski položaj primarno utječe, dakle, na klimu, tj. na količinu vlažnosti, a u znatnoj mjeri i na druge meteorološke pojave, preko kojih i na morfogenetske procese ili u cjelini na fizionomiju planine.

Položaj Orjena prema gradskim centrima južnog primorja veoma je dobar, ali su vrijednost i pristupačnost kraja umanjeni vapnenačkim sastavom. Relativno dobre ceste povezuju Orjen s Dubrovnikom i Hercegnovim, glavnim turističkim i gospodarskim središtima ovoga dijela primorja. Iz unutrašnje Boke, tačnije iz Risna, vodi automobilski put (nekad vojnička cesta) na Crkvice. Od Crkvica nastavlja, iako dosta zapuštena, sredinom masiva preko sedla ispod najvišeg vrha. Zatim se spušta slikovitim serpentinama u Vrbanj, pa preko Graba nastavlja na Trebinje i dalje u Hercegovinu. Ove ceste omogućuju posjet planini iz raznih smjerova, npr. iz niske Hercegovine, susjednog Katunskoga krša ili iz primorja. Uloga Orjena kao prirodne tvrđave u doba kad je na Crkvicama bio vojnički logor i austrougarska-crnogorska granica ostavili su mnogo tragova. Tada je Orjen bio društveno življi i značajniji nego danas.

Za razliku od ostalih obalnih planina koje se pružaju u obliku izduženih grebena karakterističnog dinarskog tektonskog smjera sjeverozapad—jugoistok Orjen ima neobičan oblik izdvojenog masiva. U reljefu Orjena nema dominirajućeg smjera pružanja, a karakterizira ga znatna raščlanjenost i velika dinamičnost reljefa. Brojni planinski grebeni pružaju se od središta zrakasto i smjenjuju s impozantnim koritastim udubljenjima, koja su otvorena prema rubovima. Manji ili veći zaravnjeni prostori također su najčešće okrenuti prema nižim predjelima.

Velebit, na primjer, pruža se u obliku luka, koji s grebenima Kapela i Plješivice zatvara Ličku zavalu (niz visokih polja na krškim zaravnima) i prostor povijesne Krbave. Mosorski greben izdužen je u smjeru sjeverozapad—jugoistok. Uski pojas obalnog fliša odvaja ga od mora. Biokovo i Lovćen neposredno se izdižu iz mora s vrlo izrazitim strmcima, kod kojih dolazi do izražaja dinarski smjer pružanja. Biokovo graniči sa zaleđem nizom longitudinalnih udolina. Lovćen se u unutrašnjosti, osim kod Cetinjskog i Njeguškog polja, slabo odvaja od Katunskoga krša. Rumija je također izdužena u smjeru sjeverozapad—jugoistok, ali joj je u zaleđu nisko Skadarsko jezero s Ćemovskim poljem.

Međutim, u zaleđu Orjena naš je najširi i najviši planinski prostor. Prema tome, Orjen je sa svojim primorjem znatno udaljen od gospodarski vrijednih panonskih krajeva. Planinski zna-




Sl. 3. Položaj Orjena u sklopu Dinarskog gorja i prema najvećim dubinama Jadranskog mora; izobate na 100, 200, 500 i 1000 m.

Fig. 3. Orjen, Its position in the Dinaric Alps and in relation to the lowest depths of the Adriatic Sea.

čaj terena s velikim visinama (prosječne su visine oko 1500 m) i prostranstvo krša otežavaju izgradnju suvremenih i unosnih putova. Zaleđe Orjena karakteriziraju na taj način prometno najnepovoljniji prostori visokih i gotovo neprohodnih planina. Orjen se nastavlja prema istoku u Katunski krš, koji je s gospodarskog gledišta polupust kraj. Zato okolna poljica imaju veliku važnost, osobito pitomiji predjeli Konavala i Sutorine.

Vapnenački sastav i primorski položaj s pojavama koje ga prate određuje, dakle, specifične osobine reljefa Orjena.

## OSNOVNE OSOBINE

### OPĆA SLIKA I DIJELOVI RELJEFA

Orjen u širem smislu ima površinu od 403,9 km². Ona se odnosi na prostor između Grabskog rasjeda na zapadu, dubokih dolina pritoka Trebišnjice i Grahovskog polja na sjeveru, meridijanske udoline na kontaktu s Katunskim kršem prema istoku

i podnožja strmaca kojima je Orjen okrenut prema jugu, odnosno moru. Omeđeni kraj izdvaja se od susjednih predjela visinom i sastavom, a ovi elementi uvjetuju, štaviše povećavaju i druge razlike. Osobito je oštar prijelaz prema primorju, a manje na drugim međama koje Orjen izdvajaju od okolnih krševitih predjela niže okolice.

Vapnenački strmci mjestimice padaju neposredno pod morsku razinu (ogranci u Risanskom zalivu) ili prelaze u blaže padine drugačijeg sastava, npr. iznad Hercegnovog. Različiti sastav i shodno tome nejednaka otpornost prema vanjskim procesima održavaju se u nizu strukturalnih ravnjaka koji se stepeničasto spuštaju do obale (odatle i amfiteatralni položaj Hercegnovog). Flišne i druge stijene primorja, za razliku od pukotinskih vapnenaca Orjena, obiluju vodom, bilo izvorima ili kraćim tokovima. Značajno je istaknuti da na udaljenosti od nepuna dva kilometra izviru vode koje otječu u sasvim suprotnim smjerovima. Prema tome, debele naslage flišnog pokrova južno od Grabskog rasjeda vrše funkciju razvodnice između Ljute u Konavlima i Sutorine u Boki kotorskoj.[1]

Zapadna međa Orjena određena je Grabskom udolinom. Ona je izrazita u terenu od naselja Orahovo, krajnje južne tačke, zatim preko Dubravke i Graba do korita Trebišnjice na sjeveru. Rasjedna linija reljefno se dobro ističe i odvaja predjele sličnog sastava. Osim visinskih razlika i razlika u rasporedu pojedinih grebena nema znatnijih odstupanja u izgledu istočne i zapadne strane udoline.

Istočna granica slična je zapadnoj. Duž rasjednih pukotina meridijanskog smjera nastao je niz manjih proširenja (Ledenice, Grkovac i Markov dô) i jedno veće polje (Dvrsno polje). Te je dubine ispunila pretežno pleistocenska akumulacija, a zbog rastresita pokrova imaju obilježje poljica. Neznatno obrađene površine pojedinih dijelova udoline razlikuju se osjetno od susjednog golog i većim dijelom ljutog krša. Šumoviti predjeli Bijele gore na sjevernoj strani završavaju strmo i naglo u dubokim dolinama pritoka Trebišnjice (Nudoljske i Kunske rijeke) i u relativno otvorenoj zavali Grahovskog polja. Ova međa višestruko je zanimljiva. Kontrasti su prilično naglašeni u prostoru Grahovske zavale, gdje krševite strane polja prelaze odjednom u bukove šume Deljevca i zeleni prostor Bojanjeg brda. Posebno je izrazit i veliki nagib kroz Pašovića brdo.[2] Od katuna na visini 1220 m

---

1. Ljuta je stalan tok i dobiva vodu iz jakog krškog vrela. Odvodnjava velik dio Konavoskog polja i završava u nizu pukotina između naplavne ravni i višeg dolomitičnog odnosno vapnenačkog grebena. Dakle, otječe u smjeru IJI—ZSZ. Sutorina je također podvršinski tok, koji odvodi vodu s dijela flišne udoline u Toplanski zaliv, ali otječe u smjeru ZSZ—IJI.
2. Na topografskoj karti 1:100 000 izdanja Vojnogeografskog instituta Beograd pogrešno je označeno Paklja Prodo.

ispod kote Miči Motika (1302 m) teren se kroz bujnu listopadnu bukovu šumu spušta do crkvice iznad korita Nudoljske rijeke na visinu 420 m. Prema tome, zemljište na udaljenosti od 3,5 km spušta se 800 m. Razlika u visinama očigledne su i iznose više od 200 m na 1 km zračne udaljenosti. Vode iz Nudola površinski utječu prema Trebišnjici jer u sastavu prevladavaju kompaktni dolomiti. Prema Grahovu, međutim, strmci Bojanjeg brda (1048 m) topografski su veoma izraziti i čine razvodnicu prema Grahovskoj rijeci. Grahovska rijeka teče u pravcu ZSZ—ISI, dok se ne izgubi u vapnenačkoj podlozi istoimena polja. Na taj način sjevernu među Orjena karakterizira relativno otvorena zavala Grahovskog polja, koje je pretežno u vapnencima, i duboka korita, danas neznatnih pritoka Trebišnjice, u kompaktnim dolomitima.

Ovako izdvojen prostor orjenskog masiva ima karakter jedinstvenog planinskog kraja u odnosu prema okolnim predjelima. Pojedini dijelovi unutar predočenih granica neobično su međutim, raznolični i sadržajno veoma složeni. Izvjesnu predodžbu o planinskom obilježju navedenoga kraja daje podatak da se iz površine 403,9 km² izdiže 49 vrhova s više od 1500 m apsolutne visine. Ta činjenica dobiva pravo značenje tek onda kada se istakne raspored planinskih visova, odredi njihova veličina i međusobni odnos karakterističnih oblika. Nužno je, prema tome, predočiti glavni sadržaj prostora.

Orjen karakterizira grebenski sklop s brojnim krškim udubinama, koje su prema rubovima redovito otvorene. Ističu se još manji ili veći zaravnjeni predjeli s bogatstvom dobro očuvanih tragova ledenjaka. Izraziti, a ponegdje i bizarni oblici krša česta su pojava. Planina je najizrazitija u sjeverozapadnom dijelu i na sjeveru, gdje se jedino može pratiti dinarska tektonika, zapravo smjer sjeverozapad—jugoistok. U tom je prostoru i najveća površina s visinama iznad 1500 m (tablica 1).

Od najvišeg vrha Orjena (1895 m) visina glavnog grebena opada prema sjeveru u sedlo Male Prase (1777 m) i Velike Prase (1705 m), da bi se ponovo izdigla u Vučjem Zubu[3] (1805 m). Od Vučjeg Zuba planina se spušta i lepezasto grana na istok i sjeverozapad. Sjeverozapadni se ogranak nastavlja u Kršljiv Mramor[4] (1760 m) i dalje u Veliku (1867 m) i Malu (1832 m) Jastrebicu, pa preko niza bezimenih kota prelazi u Gubar (1531 i 1448 m), da bi završio Sljemenom, koje odvaja Zubačke Uble od obradivih površina Konjskog. Navedeni ogranci izduženi su od jugoistoka prema sjeverozapadu, ali ne u obliku zasebno izdvojenoga grebena, već ih gotovo paralelno prate druga uzvišenja: Ivanova kita (1533 m), Lisa ploča[5] (1618 m), Žestikova glava

3. Po svom izgledu i položaju ovo uzvišenje podsjeća na gigantski zub. Međutim, okolica je doista bogata vukovima.
4. Atribut kršljiv nalazi opravdanje u ljutom kršu na kompaktnim vapnencima, od kojih je sastavljen ovaj kraj.
5. Naziv i visina uzeti su iz stare topografske karte 1:75 000, sekcija Trebinje.

**TABLICA 1. ORJEN — ODNOSI ALTIMETRIJSKIH POJASA IZNAD 1000 m**
Table 1. Orjen, Altimetric zones above 1000 meters

| Visinske zone | | SW SEKTOR (I) | | | SE SEKTOR (II) | | | NE SEKTOR (III) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Od | Do | Površina iznad izohipsa u km² | Površina između izohipsa | % od površine sektora | Površina iznad izohipsa u km² | Površina između izohipsa | % od površine sektora | Površina iznad izohipsa u km² | Površina između izohipsa | % od površine sektora |
| 1000 | 1100 | 43,2 — 27,7 | 15,5 | 35,0 | 63,0 — 50,5 | 12,5 | 19,8 | 81,3 — 70,7 | 10,6 | 13,0 |
| 1100 | 1200 | 27,7 — 18,2 | 9,5 | 21,4 | 50,5 — 37,7 | 12,8 | 20,3 | 70,7 — 52,5 | 18,2 | 22,3 |
| 1200 | 1300 | 18,2 — 13,7 | 4,5 | 10,6 | 37,7 — 22,0 | 15,7 | 25,1 | 52,5 — 30,0 | 22,5 | 27,9 |
| 1300 | 1400 | 13,7 — 9,0 | 4,7 | 10,9 | 22,0 — 10,4 | 11,6 | 18,4 | 30,0 — 16,4 | 13,6 | 16,8 |
| 1400 | 1500 | 9,0 — 5,8 | 3,2 | 7,5 | 10,4 — 4,2 | 6,2 | 9,8 | 16,4 — 8,3 | 8,1 | 9,9 |
| 1500 | 1600 | 5,8 — 2,5 | 3,3 | 7,7 | 4,2 — 1,9 | 2,3 | 3,7 | 8,3 — 3,7 | 4,6 | 5,7 |
| 1600 | 1700 | 2,5 — 0,9 | 1,6 | 3,6 | 1,9 — 0,7 | 1,2 | 1,9 | 3,7 — 0,8 | 2,9 | 3,5 |
| 1700 | 1800 | 0,9 — 0,2 | 0,7 | 1,7 | 0,7 — 0,1 | 0,6 | 0,9 | 0,8 — 0,2 | 0,6 | 0,7 |
| iznad | 1800 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | | | 43,2 | | | 63,0 | | | 81,3 | |

| Visinske zone | | NW SEKTOR (IV) | | | UKUPNO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Od | Do | Površina iznad izohipsa u km² | Površina između izohipsa | % od površine sektora | Površina iznad izohipsa u km² | Površina između izohipsa | % od površine sektora |
| 1000 | 1100 | 30,1 — 22,2 | 7,9 | 26,3 | 217,8 — 171,1 | 46,7 | 21,5 |
| 1100 | 1200 | 22,2 — 19,3 | 2,9 | 9,5 | 171,1 — 127,7 | 43,4 | 20,1 |
| 1200 | 1300 | 19,3 — 16,0 | 3,3 | 11,0 | 127,7 — 81,7 | 46,0 | 21,3 |
| 1300 | 1400 | 16,0 — 11,5 | 4,5 | 15,0 | 81,7 — 47,3 | 34,4 | 15,9 |
| 1400 | 1500 | 11,5 — 7,8 | 3,7 | 12,3 | 47,3 — 26,1 | 21,2 | 9 8 |
| 1500 | 1600 | 7,8 — 3,4 | 4,4 | 14,6 | 26,1 — 11,5 | 14,6 | 6,0 |
| 1600 | 1700 | 3,4 — 1,0 | 2,4 | 8,0 | 11,5 — 2,5 | 9,0 | 4,2 |
| 1700 | 1800 | 1,0 — 0,1 | 0,9 | 3,0 | 2,5 — 0,6 | 1,9 | 0,9 |
| iznad 1800 | | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,3 |
| | | | 30,1 | | | 217,8 | |

(1608 m) i ostale izdvojene glavice. Vrh Orjena (1895 m) prelazi na sjeverozapad preko Male Prase u Buganju gredu (1848 m), pa u Gnjilu gredu[6] (1835 m) i slikovite Duge[7] (1734 m). Nastavak se može pratiti u Malom Štirovniku (1722 m), odakle se greben izdiže na Kalupnu gredu[8] (1735 m) da bi, skrećući na zapad preko šumom obraslog Štirovnika (1650 m), nastavio s kotom 1537 m. Velikim Švitavcem (1528 m) i Malim Švitavcem (1195 m) završava u blizini naselja Grab ili u istoimenom jarku, odnosno u rastresitom pokrovu Dubravskog polja.

Glavni se greben spušta od najvišeg vrha (1895 m) na jug preko Zubačkog Kabla (1793 m) u orjensko sedlo (1594 m). Zatim se strmim padinama izdiže u bezimenu kotu 1716 m, na koju se prislanja vrh Goliševca[9] (1721 m). Greben se dalje nastavlja kotama 1583, 1551, 1549, i 1548 m, pa preko Domitera (1541 m) u Veliku (1680 m) i Malu Subru (1549 m). Preko prijevoja (1396 m) između Male Subre i Dobrostice završava u vrhu 1570 m ili na najvećoj visini najjužnijeg ogranka Orjena.

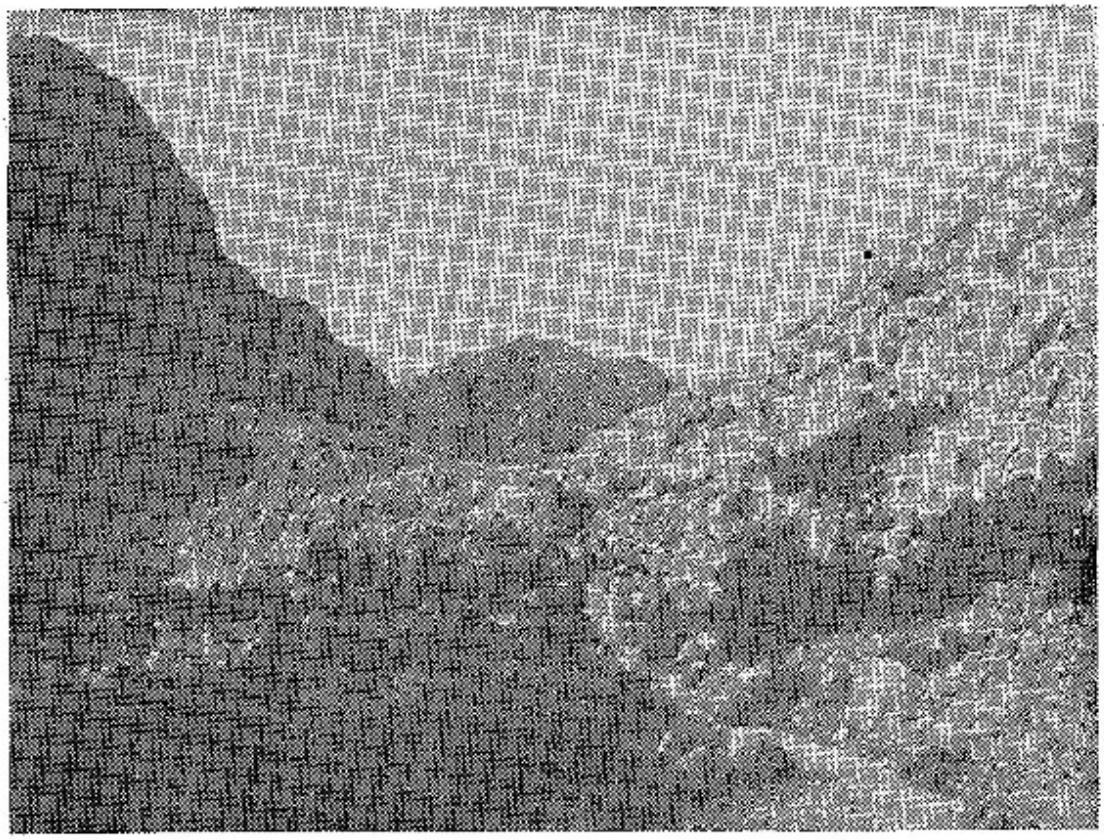
Neobično grananje glavnoga grebena od najvišeg vrha (1895 m) ide na sjeverozapad odnosno istok, jugoistok i jugozapad sa svršetkom na vrhu Dobrostice, koja je sasvim okomita na glavni greben.

Dobrostica ima na sjeverozapadu nastavak u Velikom Vilenjaku (1284 m) i Obalenici (1032 m), da bi završila u krševitom zaleđu Kruševica (654 m). Od naselja Petijevići preko kote 802 m iznad Svrčuga izdiže se drugi greben u Bjelotinu (1074 m), odakle se Ravnim brijegom (927 m) spušta u Grabski rasjed. Južna međa preko usjekline Vratlo (1256 m) prelazi u goroviti Šiljevik (1450 m) i nastavlja u masivni, ali goli Radoštak (1446 m). Na istoku snižavaju se visine u Sniježnici (1102 m) i Crljenici (724 m), odakle se greben strmo ruši u zaliv unutrašnje Boke. Neposredno uz obalu od Morinja do Risna redaju se strmci Stražnice (702 m), Vrčelca (851 m) i Sokolove grede (666 m).

Granični pojas prema Katunskom kršu izražen je nizom izdvojenih vrhova (Bračunsko brdo 979 m, Dvrsnik 1177 m i Visoka glava (755 m). Među njima ističe se Veli vrh (1277 m), odakle je veoma lijep pogled na Boku kotorsku.

---

6. Naziv vjerno odražava fizionomiju jer se ovaj dio planine sastoji od lako trošivih dolomita i laporastih, tanko slojevitih vapnenaca, podložnih intenzivnom mehaničkog raspadanju. Rezultat toga su brojne sipine na padalinama pojedinih vrhova.
7. Ime potječe od izduženog grebena, u kojem se lijepo ocrtava slojevitost koja je nalik na prave duge.
8. Označena kota 1676 m na topografskoj karti 1:100 000, sekcije Trebinje, izdanja Vojnogeografskog instituta Beograd, odnosi se na sedlo, a ne na vrh.
9. Vrh je uistinu bez vegetacijskog pokrova. Na taj način ime dobro odražava izgled, stvarno stanje.



Fot. 1. Vratlo, sedlo u vapnencima između Dobrostice (1570) i Radoštaka
Phot. 1. Vratlo — a saddle in limestones between Dobrostica (1570) and Radoštak (1446).

Istočno od Vučjeg zuba, kao središnjeg dijela, orjenski je masiv izražen izduženim grebenom Pazue (1742 m) i vrhovima (1745, 1771 m) koji se neposredno nastavljaju u Reovačke grede (s istaknutim kotama 1609, 1603 i 1369 m). Ovaj izraziti i odvojeni planinski greben konkavnom je stranom okrenut prema sjeveru, dok su Reovačke grede konveksno orijentirane prema jugoistoku ili Crkvicama, zapravo Risanskom zalivu. Prema istoku visine opadaju i planina se gubi u rastresitom pokrovu Malaušine poljane, kod Jankova sela, iznad kojega se izdiže istoimeni vrh (1017 m). Jankov vrh ili Zagvozdak je jugozapadna međa Dvrsnom polju ili istočna granica Orjena prema Katunskom kršu.

Dvrsnik je najistureniji dio Orjena u Katunskom kršu. Izdvojeni položaj krševitog Dvrsnika još je jače potenciran neposrednom blizinom zaravnjenih i djelomično obrađenih polja (Dvrsna i Grahovskog) te zelenim pojasom Krnja Jele (bukva), Bjeganštice i Kuline (lijeska).

Sjeverni dio Orjena reljefno se manifestira nizom izoliranih planinskih glavica ili vrhova[10], koji su međusobno odvojeni ma-

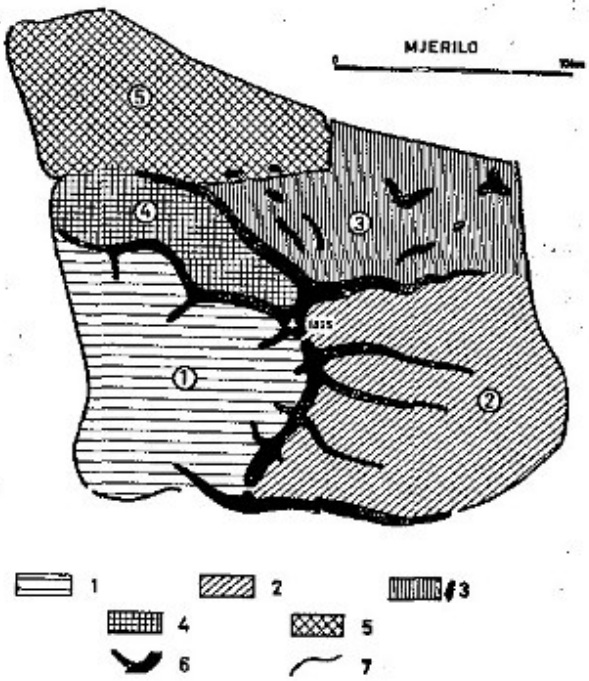
10. Dvrsnik (1177 m), Lisac (1586 m), Bunevska greda (1500 m), Mačija planina (1346 m), Borova glava (1425 m), Ivanova kita (1533 m), Žestikova glava (1608 m), Ivova glava (1379 m) itd.

njim zaravnjenim prostorima. Po zaravnjenim i nižim predjelima najčešće se mogu vidjeti brojne nakupnine kršja pomiješanog s rastresitim tlom. Ta su uzvišenja redovito obrasla bukovom šumom. Ali, idući od jugoistoka prema sjeverozapadu broj zasebno izdvojenih glavica neprestano opada i kraj poprima izgled relativno uravnjena terena, blago nagnuta od Grabskog jarka prema jarugama pritoka Trebišnjice.

Pružanje pojedinih visova i međusobni odnos glavnih grebena upućuju, uz ostali sadržaj, na unutrašnje razlike.

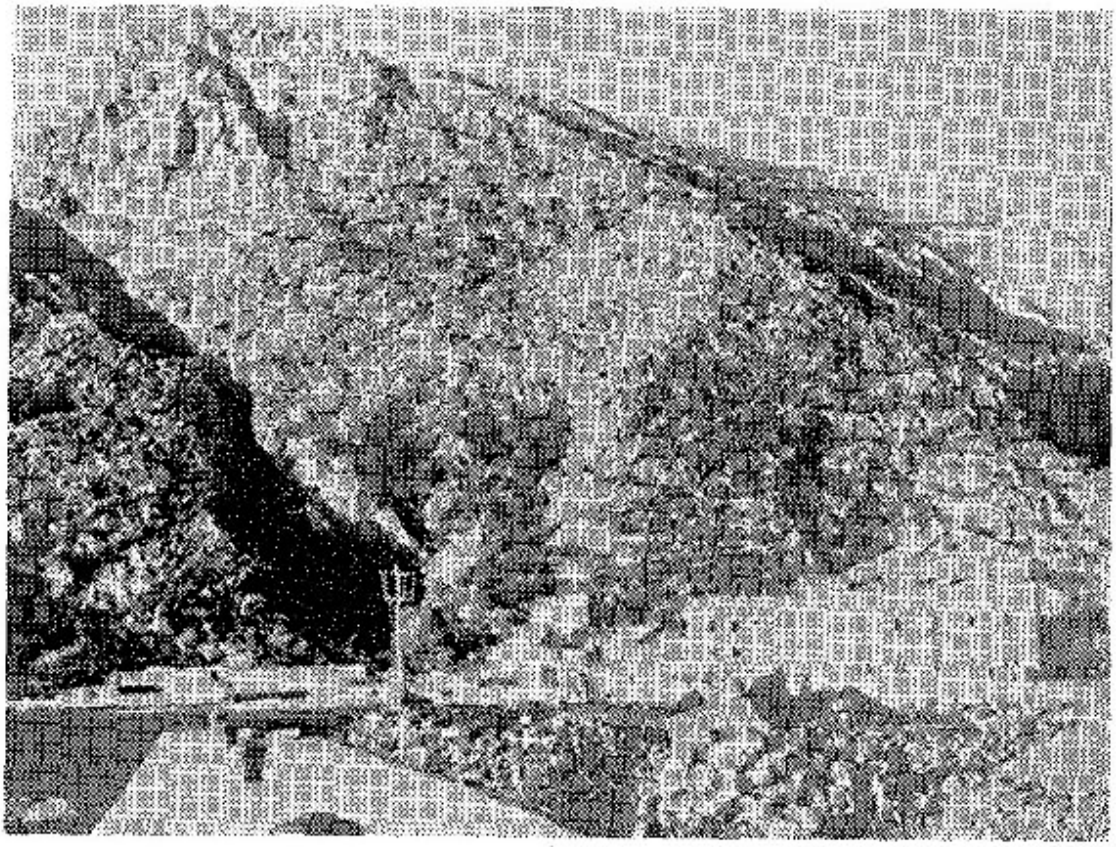
Glavni reljefni grebeni i raspored visina uz odgovarajući sadržaj prostora pogodan su kriterij za određivanje unutrašnjih razlika, inače jedinstvenog planinskog sklopa.

U reljefu Orjena najvišim je grebenima izdvojeno pet međusobno različitih sektora. To su: Zapadni ili Vrbanjski prostor; Istočni ili Crkvički sektor; Sjeverozapadni i Sjeverni ili Bijela




Sl. 4. Reljefni dijelovi
Opis: 1. Zapadni ili Vrbanjski prostor; 2. Istočni ili Crkvički dio; 3. Sjeveroistočni i Sjeverni dio ili Bijela Gora; 4. Sjeverozapadni dio ili Dobri dô; 5. Krajnji Sjeverozapadni dio ili Konjsko-Orahovački sektor. 6. Planinski grebeni; 7. Granična linija.

Fig. 4. Relief parts.
Legend: (1) the western part or the sector of Vrbanja,
(2) the eastern part or the sector of Crkvice,
(3) the north-eastern and northern parts or the sector of Bijela Gora,
(4) the north-western part or the sector of Dobri dô,
(5) the extreme north-western part or the area of Konjsko—Orahovica,
(6) the mountain ridges,
(7) the border line.



Fot. 2. Vododerina na Risanskoj strani ima duboko korito mjestimice i preko 20 m. Počinje neposredno ispod velike morene kod Knežlaza, a završava *plavinom u Risanskom zaljevu.*

Plate 2. The gully on the Risan side has a deep bed, here and there even more than 20 metres. It begins immediately below the big moraine at Knežlaz and ends in the Bay of Risan with a talus.

gora; Sjeverozapadni ili Dobri dô i Krajnji sjeverozapadni dio ili Konjsko-orahovački sektor.

Prva su četiri predjela viša. To su sektori koji se dodiruju u središnjoj tački. U tim su dijelovima veći ili manji pokrovi razdrobljenog materijala, koji znatno ublažuju krajolik i razlikuju se od krške okolice. Peti je dio u prosjeku znatno niži. Položen, periferno krševit je, s mjestimičnom šikarom.

Izdvojeni dijelovi razlikuju se i visinski. Zato je zanimljivo predočiti u pojedinim sektorima postotak visinskih pojasa iznad 1000 m nadmorske visine. Detaljan pregled i međusoban odnos altimetrijskih pojasa pojedinih dijelova i planine u cjelini vidi se iz tablice 1. Evo glavnih osobina pojedinih dijelova.

Crkvički sektor je najveći (120 km²). Zaprema 30 posto od ukupne površine masiva. Površina od 63 km² ili 52,7 posto je iznad izohipse od 1000 m. Zanimljivo je da je više od četvrtine (25,1 posto) ovog sektora na nadmorskoj visini između 1200 i 1300 m (sl. 4).

Bijela gora je druga po veličini (92 km²). Taj sektor sudjeluje u cjelokupnoj površini Orjena s 23 posto. Značajno je da je 88,4 posto površine ovog sektora 81,3 km² iznad 1000 m. I ovdje su najveće površine u visinama između 1200 i 1300 m (27,9 posto).

Vrbanjski prostor neznatno je manji (90 km²). Zauzima 22 posto ukupne površine planinskog masiva. Gotovo polovica ovog sektora (48 posto) ili 43,2 km² jest iznad 1000 m. Najrasprostranjeniji je (35 posto) visinski pojas, između 1000 i 1100 m, a znatan je postotak (7,7 posto) visinskog pojasa između 1500 i 1600 m.

Dobri dô je po prostranstvu (33 km²) najmanji sektor. Na Sektor Dobrog dola otpada tek 8 posto površine planine ili 30,1 km², ali je 91,2 posto ovog sektora iznad 1000 m. Najveći je udio (26,3 posto) u visinskom pojasu između 1000 i 1100 m, i neuobičajeno veliki postotak (14,6 posto) u pojasu između 1500 i 1600 m. Po površini i najmanji dio karakteriziraju najveće visine.

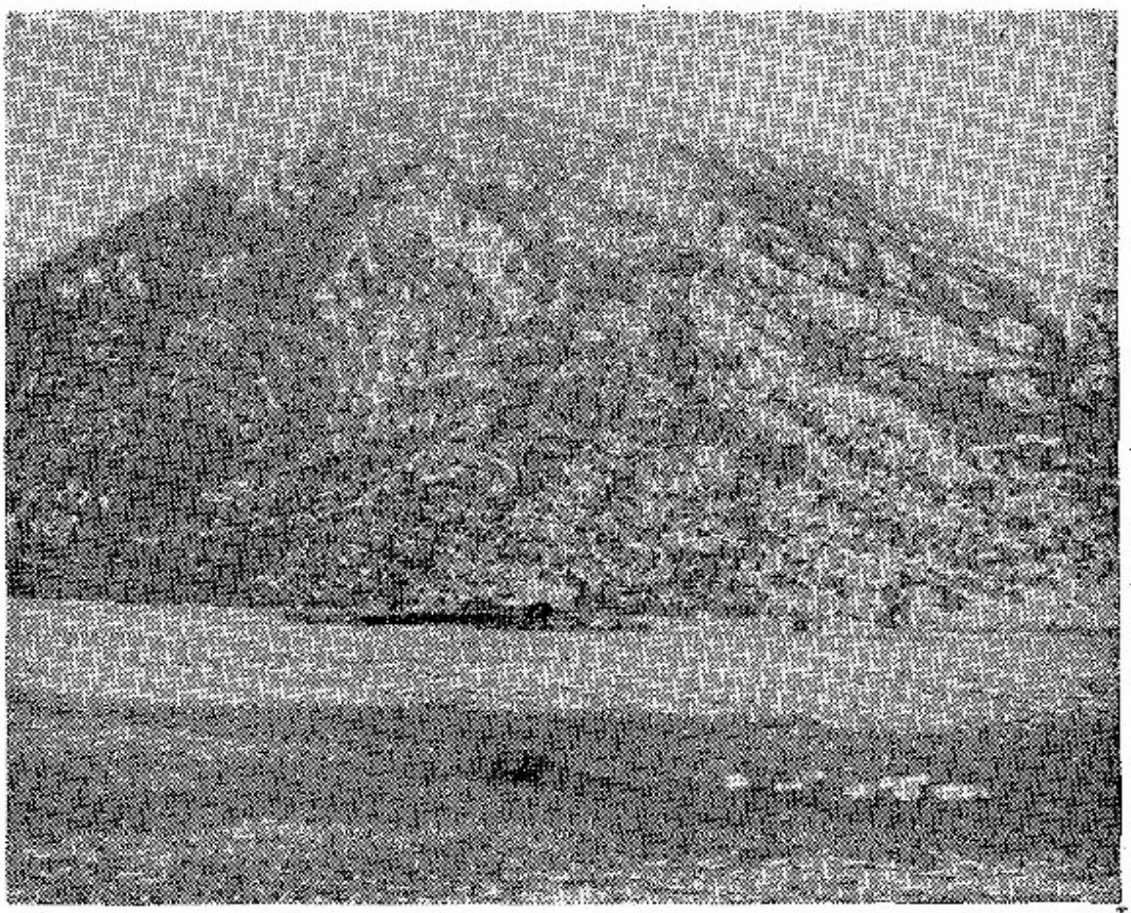
Konjsko-orahovački dio Orjena najistureniji je i najudaljeniji od središnjeg prostora. Samo na dvije-tri kote prelazi zemljište u ovom dijelu masiva visinu od 1000 m. Ovaj se dio odvaja i hipsometrijski.

Navedene visinske razlike utjecale su i na reljef izdvojenih dijelova. Uz to treba imati na umu i njihovu eksploziciju.

Vrbanjski prostor ili Zapadni sektor ograničen je Grabskim jarkom (na relaciji od naselja Grab do Orahova) i vrhovima središnjih grebena. Od Orahova preko Bjelotine (1074 m) međa prelazi u Dobrostnicu (1570 m) i nastavlja se glavnim grebenom u Malu (1549 m) i Veliku Subru (1680 m), Domiter (1541 m), Jelovicu (1548 m), Goliševac (1721 m) i u najviši vrh Orjena (1895 m). Zatim se granica povlači preko Buganje grede (1848 m) i Duga u Mali Štirovnik (1722 m) i Štirovnik (1650 m), između kojih je uzvišenje Kalupna greda (1676 m), da bi Velikim (1528 m) i Malim Svitavcem (1195 m) završila u Grabskom jarku kod istoimenog naselja.

Unutrašnji izgled Vrbanjskog sektora složen je zbog većeg broja sporednih grebena, koji stvaraju mrežastu strukturu. Unutrašnje raznolikosti, međutim, ne dovode u pitanje zajedničke osobine sektora. Od najvišeg vrha (1895 m) prostire se greben Borovika (1778 m), koji ima nastavak u Lješevoj glavi (1408 m) i vidljiv je sve do kote 1007 m ili, preciznije, 200 m sjevernije od planinarske kuće u proširenju Vrbanj. Vrbanj zapravo čine dva poljica prekrivena raznovrsnim i debelim nanosima. Iskorišćivanje ovog vrednijeg i pošumljenijeg dijela uvjetuje stalne nastambe. Prema položaju i važnosti navedenih poljica opravdano je ovaj dio orjenskog masiva zvati Vrbanjski prostor.

Topografski se još ističu ogranci od Velikog Svitavca (1528 m) prema jugu. Tu se odvaja uži greben preko kote 1264 m, visina ko-



Fot. 3. Dvrsnik (1177) — najistaknutiji vrh Orjena prema sjeveroistoku, a između dva polja, koja se različito pružaju. Dobro se ističu borana građa i vapnenački sastav.

*Phot. 3. Dvrsnik — the peak of Orjen most exposed towards the north—west* between two po jes of different directions. The folded structure and limestone composition stand out well.

jega neprestano opada i u blizini ceste još je vidljiv u koti 1001 m. Dalje se izjednačuje s okolnim krajem.

Od Malog Štirovnika (1722 m), pokrivenog bukovom šumom, greben izbija na čistinu kotom 1496 m i preko Šiljevice (1466 m) završava na samoj cesti prema naseljenom dijelu Vrbnja.

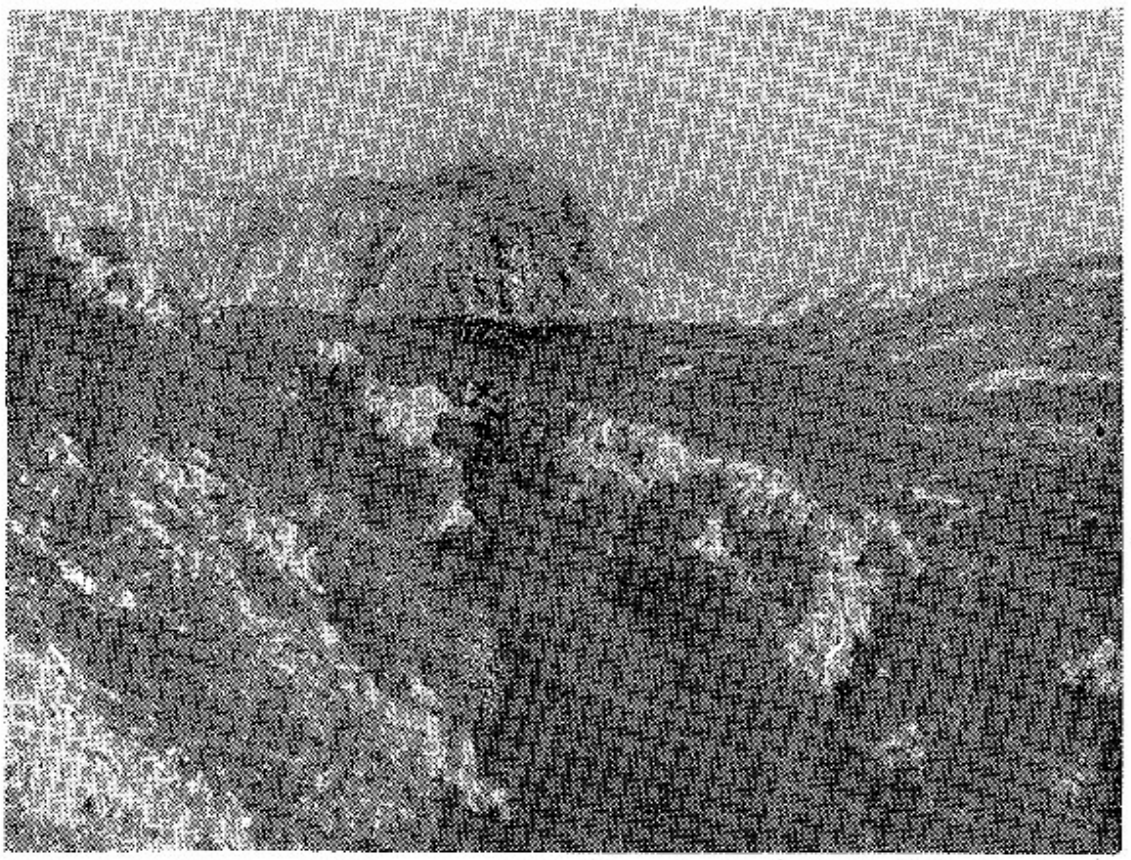
Pošumljenom padinom od Golišević (1721 m) visine opadaju i završavaju jugoistočno od planinarske kuće s većim nanosima kršja, kojih prosječna visina iznosi 1070 m.

Između Golišević i Jelovice, na visini oko 1200 m, usječen je prijevoj kojim se koristi planinarska staza.

Jelovica se od kote 1564 m[11] spušta na 1482 m, odakle se greben osjetno snizuje završavajući u velikim dolovima (Mokrom dolu, 1181 m, i Crnom dolu, 1066 m) na podnožju.

---

11. Na topografskoj karti 1:100 000, sekcije Trebinje, izdanja Vojnogeografskog instituta Beograd, pogrešno je označena kota 1548 m; treba da stoji 1564 m.



Fot. 4. Pogled ispod Veljeg vrha (1217) prema Lovćenu (1749). Rubni kraj prema Katunskom kršu izražen je zaravnjenim, gotovo vodoravnim oblicima, dok su prema Boki Kotorskoj očigledni obalski strmci. Nesumnjivo najizrazitiji kontrasti u kršu Orjena!

Phot. 4. The view from below Velji vrh (1277) towards Lovćen (1749). The peripheral part towards the karst of Katun shows level, almost horizontal form while towards the Bay of Kotor the steep coastal slopes are easily seen — doubtless the most striking contrast in the karst of Orjen!

Glavni greben nastavlja se u Domiter (1541 m), koji preko usjekline Zmajevo Ždrijelo prelazi u istaknutu Subru. Za razliku od ostalih vrhova, kojima su slojevi redovito kosi, Subra ima tabularnu strukturu; ističe se vodoravnim slojevima poput pasova zbog kojih je omiljena u planinarskoj literaturi.

Od Subre (1680 m) sjeverozapadno odvaja se ogranak koji neposredno prelazi u Kabao[12] (1537 m), pa preko kote 1295 m[13] završava u Vučjem dolu (1090 m) iznad ovećeg proširenja Kruševice (654 m). Subra se nastavlja i prema jugozapadu u Malu Subru )1594 m) i završava sedlom (1390 m) prema Dobrostici, koja se

12. Visina Kabla (1537 m) preuzeta je iz stare topografske karte (austro-ugarsko izdanje), sekcija »Trebinje und Risano«, u mjerilu 1:75 000.
13. Visina kote 1295 m također je preuzeta iz stare topografske karte, austro-ugarskog izdanja; inače je potvrđena mjerenjem džepnim aneroid-hipsometrom marke »Thommen — Switzerland«.

pruža potpuno okomito na glavni greben. Dobrostica povija prema sjeverozapadu u Veliki Vilenjak (1284 m), zatim joj visine opadaju i Obalenica je njezin krajnji izdanak (1032 m) prema zavali Krušević.

Vrbanjski dio Orjena karakterizira šest kraćih (2—3 km) odvojaka, koji se granaju od glavnoga grebena. Među centralnim ograncima nalaze se pokrovi trošnog materijala, a za najveće dijelove karakteristična su poljica i naselja. Preostali prostor ističe se krškom topografijom s brojnim dolovima i surovim kukovima. Dominira krški izgled, što je shvatljivo s obzirom na karbonatni sastav podloge. Međutim, za cjelovitost reljefa slike nužno je istaknuti izrazite i velike pokrove nediferenciranog materijala na padinama ili u podnožju orijenskih vrhova i ogromnu akumulaciju šljunka u dolovima i na relativno zaravnjenom kršu, osobito u Vrbnju.

*Crkvički ili Jugoistočni sektor.* Površinski je najveći (120 km²) i sadržajno najrazličitiji dio orjenskog masiva. Prema zapadu dodiruje se s Vrbanjskim prostorom. Istočna granica poklapa mu se sa strmcima unutrašnje Boke od Morinja do Risna i rasjednom zonom, koja odvaja orjenski masiv od Katunskoga krša. Na jugu završava strmcima Radoštaka (1446 m), Snježnice (1102 m) i Crljenice (724 m). Sjeverna međa također je izrazita, a odražava se najvišim i najdužim transverzalnim planinskim grebenom Pazue i Reovačkih greda, sa završetkom u Bračanskom brdu (979 m).

Unutrašnju sliku ovog dijela određuju izdužena asimetrična uzvišenja s karakterističnim padinama. Ta se uzvišenja pružaju od zapada prema istoku poput velikih stepenica, a visina im opada od sjevera prema jugu. Veliki dolovi, najčešće sa strmim, ali ponegdje i blažim stranama, te Kamenska ravan s Ubajskom planinom značajni su elementi reljefa.

Cesta od Hercegnovog do Grahova preko Crkvica može se uzeti kao svojevrsna reljefna granica. Zapadno od nje planinski grebeni izduženi su 5 — 7 km; međusobno su razdvojeni ili dubokim dolovima ili otvorenim ravnjacima. Istočno prevladavaju krške uzvisine, između kojih se napadno ističe izolirana i pitoma udolina Ubala.

Veliki pokrovi nediferenciranog kršja, najčešće dobro pošumljeni, karakteriziraju neposrednu i širu okolicu Crkvica. Crkvice su niz zelenih, bukvom obraslih brežuljaka, a poznate su postale zbog dviju istaknutih vojničkih utvrda (1231 i 1128 m) u ljutom kršu Krivošija. Smještene na kraju velikih Reovačkih dolova, Crkvice su raskršće putova od Risana do Vrbnja i od Hercegnovog do Grahova. Ovdje su izmjerene najveće količine padalina u Evropi.[14]

Naročitu pažnju privlače veliki Reovački dolovi (Gornji, Srednji i Donji) u podnožju Pauze (1742 m) i Reovačkih greda (1609 m),

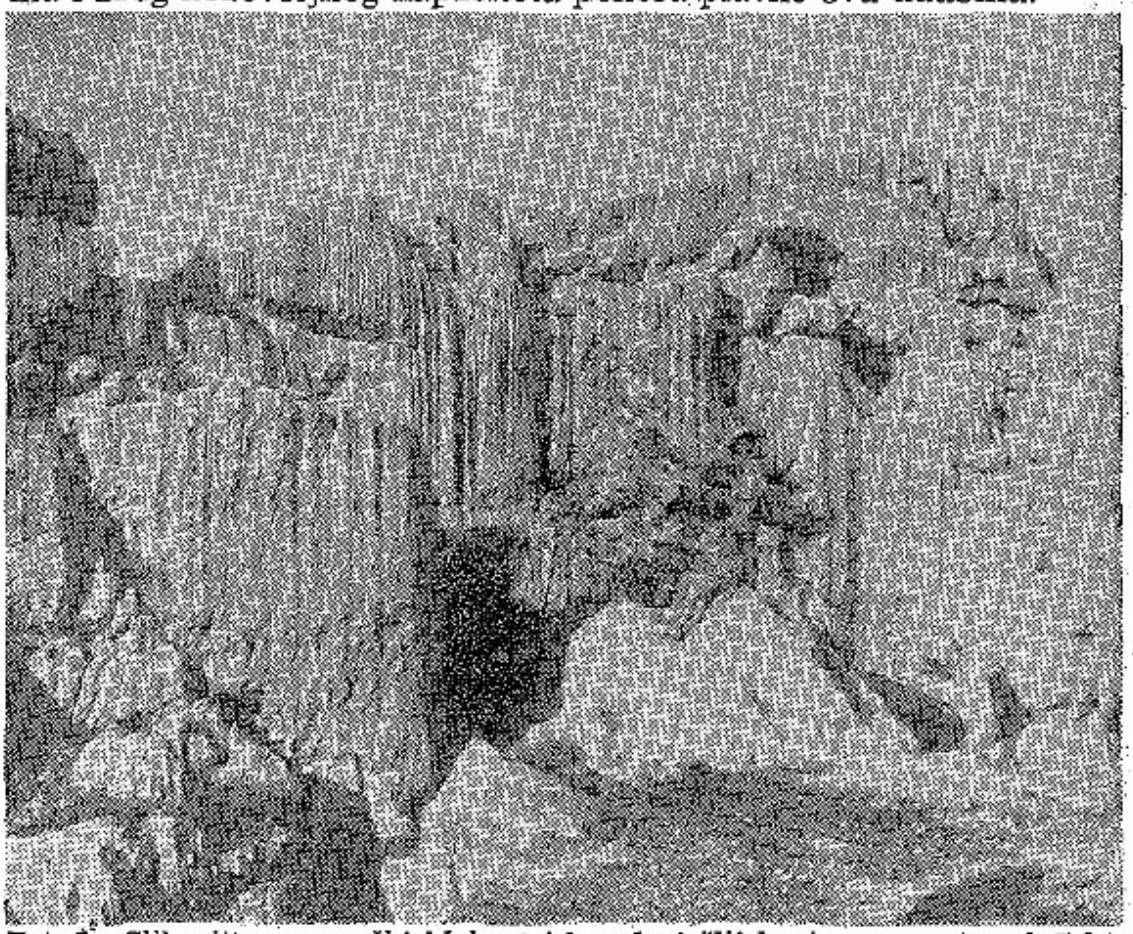
---

14. J. Ridanović, Najkišovitiji predjeli Jugoslavije — prilog poznavanju međuzavisnosti meteoroloških pojava i geografskih elemenata. Hidrografski godišnjak 1960, Split 1961, str. 111.

sjeverno od Jaričeva kose (1541 m) i Velikog Kabla (1525) m). Ti su dijelovi pokriveni trošnim materijalom i obrasli sitnom vegetacijom te imaju blaži izgled od inače krševite okolice susjednih uzvišenja. Sličnog su izgleda i osobina Duboki dô (1252 m) u podnožju Crljenog vrha (1621 m) ili sjeverno od Crljene grede i Dubov dô između Dobrostice (1570 m) i Male Subre (1549 m), odnosno prostrane Kamenske ravni.

Kamenska ravan s Ubajskom planinom (1290 m), kako joj i samo ime kaže, zaravnjen je krški pejzaž s brojnim ponikvama na prosječnoj visini od 1295 m. Po svojoj fizinonomiji taj dio Orjena ima sve osobine »boginjavog krša«.

Ubli su lijepi primjer polja u kršu. Neznatan prostor (2 km izdužen od zapada na istok i oko 1 km širok od sjevera na jug) nalazi se na visini oko 750 m. Intenzivno je obrađen. Tanki sloj tla nataložen je iz voda koje su pri naglom opadanju leđa u višim predjelima i zbog nedovoljnog kapaciteta ponora plavile ovu udubinu.[15]



Fot. 5. Slikoviti vapnenački blokovi izbrazdani žlijebovima na putu od Crkvica prema Veljem vrhu (1277).

Phot. 5. Picturesque limestone blocks furrowed by crevices, along the way from Crkvice towards Velji vrh (1277).

15. C. Rathjens, Beobachtungen an hochgelegenen Poljen im südlichen Dinarischen Karst, ein Beitrag zur Fragen der Entstehung und Datie-

Veliki nanosi po veličini i načinu taloženja neujednačenoga kršja zaostali su u obliku većih (kod Knežlaza i Malaušine poljane) ili manjih brežuljaka (neposredna okolica Crkvica). Ti su oblici reljefno neobično značajni i ne mogu se objasniti bilo kojim od današnjih klimatsko-morfoloških procesa.[16]

Bijela gora je sjeveroistočni dio Orjena. Taj je prostor prema jugozapadu i jugu omeđen najvišim vrhovima Velike (1867 m) i Male Jastrebice (1832 m), Velikog (1679 m) i Malog Gubara (1531 m), zatim Vučjim Zubom (1805 m), Pazuom (1742 i 1745 m) i Reovačkim gredama (1771, 1609, 1603 i 1369 m). U sjeveroistoku završava Orjen s Dvrsnikom (1177 m), ispod kojega se širi istoimeno polje, odnosno granični pojas prema Katunskom kršu. Sjeverna granica ovog sektora je rub Grahovskog polja, odnosno Bojanje brdo (1048 m). Sjeverozapadna međa može se povući kotama od Krstatih dolova (1203 m) preko Borove glave (1293 m) na Češalj (1230 m), pa Pašovića prodolom do Nudolske rijeke.

Naziv Bijela glava za ovaj dio Orjena shvatljiv je kad se zna da je gotovo dvije trećine kraja obraslo bjelogoricom. Osim šumskog pokrova, koji je glavna fizionomska karakteristika Bijele gore, značajno je da su velike površine (81,3 km²) zemljišta oko 90 posto iznad 1000 m, a oko 30 posto u visinama između 1200 i 1300 m. Sa tih visina reljefno strše izdvojeni vrhovi. Centralno položeni Lisac (1586 m) ističe se ogoljelim i strmim stranama, a tek onda visinom nad pošumljenom okolicom. Sjeverozapadno od Lisca dominiraju bjelogorične šume, prema jugoistoku prevladava sivi kamenjar i tek se na rubovima ponovo javljaju manje šumske površine na izdvojenim krpama trošnog pokrova. Ogoljelošću se ističe Borova glava (1425 m) i Bunevska gora (1500 m), a Ivanova kita (1533 m) i Žestikova glava (1603 m), iako su viši vrhovi, nisu toliko uočljivi jer su pokriveni šumom.

Ostali prostor Bijele gore karakteriziraju raznovrsni oblici pokrivenog i golog krša, zatim veći odnosno manji nanosi koji se izdvajaju od neposredne okolice.

Dolovi su najrašireniji i to je u skladu s neznatnom dinamikom reljefa. Vjerojatno je najinteresantniji Jasenov do, iznad kojega se na pošumljenoj padini otvara istoimena jama[17]. Zbog transverzalnog položaja prema dubokim, iako danas neznatnim pritokama Trebišnjice, posebnu pažnju zaslužuje i Paklja Prodo ili Pašovića Prodo. Promjenljiv sastav podloge (sl. 5), oko 90 posto zemljišta iznad

---

rung der Poljen. *Zeitschrift für geomorphologie*, Bd. 4, Heft 2, S. 141 — 651, Göttingen 1960.
J. Riđanović, Grahovsko polje. Geografski glasnik 22, Zagreb (1960), str. 21—31.

16. J. Riđanović, Glacijacija Orjena. Zbornik radova V kongresa geografa Jugoslavje, Titograd 1958, Cetinje 1959, str. 136.

17. J. Riđanović, Jesenska jama. Treći jugoslavenski speleološki kongres, Sarajevo 1962, str. 149.

GEOGRAFSKI ZAVOD
BIBLIOTEKA

1000 m nadmorske visine (tabl. 1) i sjeverna ekspozicija važne su činjenice, koje su u određenim klimatskim prilikama i njima odgovarajućim procesima bile odlučujuće te mogu objasniti prisustvo najvećih akumulacija neujednačenog materijala.[18]

Dobri dô je najmanji (8 posto cijele planine), ali i najviši dio (91,2 posto iznad 1000 m) na sjeverozapadnoj strani orjenskog masiva. Na jugu graniči s Vrbanjskim prostorom. Prema jugoistoku među mu čine Gnjila greda (1835 m) i sedlo Prase (1777 m) između Orjena i Vučjeg Zuba. Granica se zatim nastavlja preko Kršljeva Mramora (1760 m) jugozapadnom stranom Bijele gore i od Malog Gubara spušta se na kotu 1448 m te završava višim i pošumljenim dijelom u Dubravskom polju. Sa zapadne strane međa je određena dijelom Grabskog jarka, koji odvaja Orjen od Dubravskog polja.

Najizrazitiji dijelovi reljefa jesu krševiti strmci Jastrebice i Gubara nasuprot položitijim i pošumljenim padinama Svitavca odnosno Štirovnika. Ogoljelošću, iako blago nagnute, još se ističu sjeverne strane Kalupne grede (1676 m) i Malog Štirovnika (1722 m) nasuprot strmcima Gnjile grede s jedne i Kršljeva Mramora s druge strane. Posljednje se dvije uzvisine znatnije razlikuju. Gnjila greda sastavljena je od laporovitih naslaga i drugih lako trošivih stijena, ali se neobično strmo ruši prema podnožju. Kršljev Mramor znatno je blažih strana i sastavljen je od vapnenaca, koji strše jer su otporniji. U podnožju tih uzvisina proteže se udolina Dobri dô (1303 m), po kome je cijeli sektor dobio ime. Ovim dolom prolazi staza do vrha Orjena. Od Dobrog dola izbija se sjeverozapadno na čistinu, gdje počinje asimetrična udolina Kantunište (1341 m). Asimetrija se ogleda u različitoj nagnutosti strana i u pošumljenosti.

Ubli i Koprivni do nesumnjivo su najvredniji dio ovog sektora jer su to obradive površine sa stalnim naseljima. Zapadna, južna i sjeverna okolica Ubala znatno je pošumljena, međutim, prema istoku i sjeveroistoku ističu se krševiti strmci.

Najveći nanosi (visoki preko 100 m) nediferenciranog kršja zaostali su u obliku gigantske potkovice koja je sva obrasla bukovom šumom. Unutar tih nanosa mogu se vidjeti i manji brežuljci, također sastavljeni od trošnog materijala, ali obrasli borovima. Visinski je najizrazitiji brežuljak (81 m) nad novim turističko-planinarskim domom.

Veliki dobro obrasli pokrovi drobljenoga kršja izrazito se odvajaju od krševite i ogoljele okolice te daju posebnu sliku ovom dijelu orjenskog masiva. I izrazita udolina ističe se kao poseban element orjenskog reljefa.

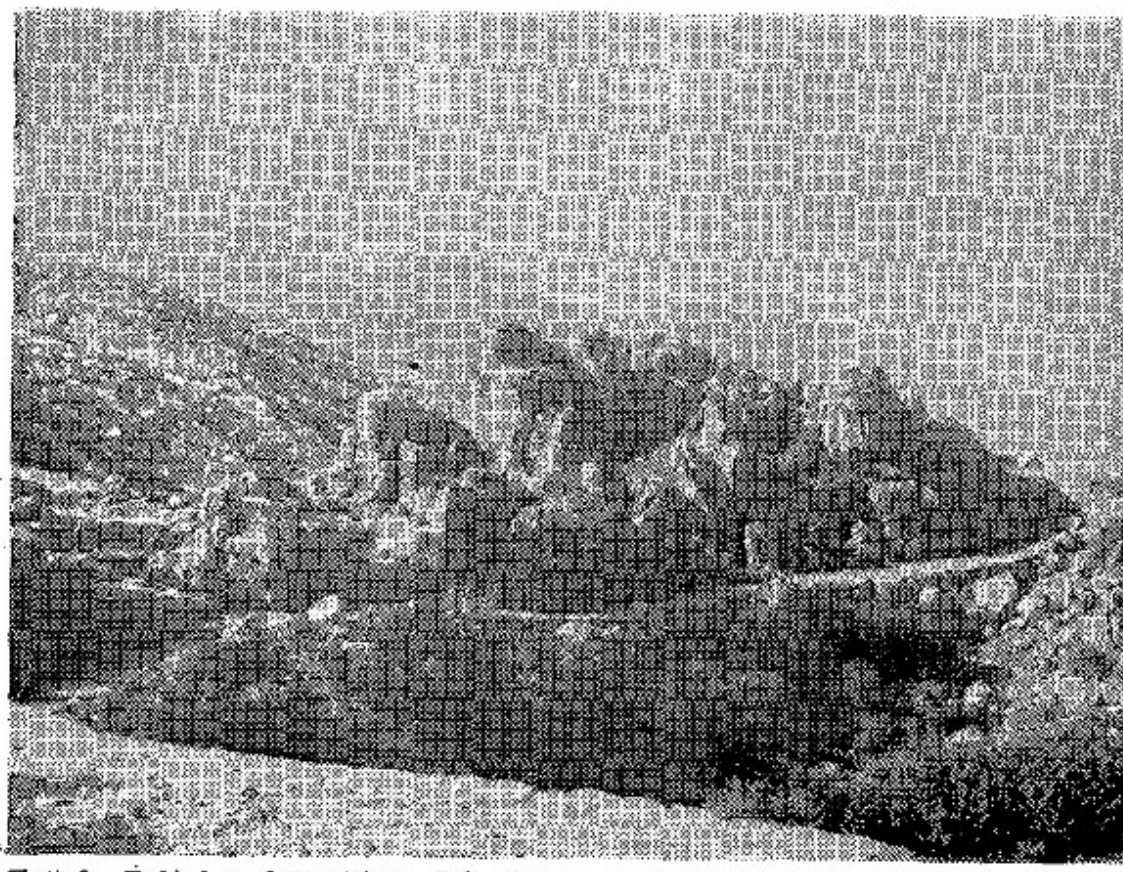
---

18. J. Rađanović, Les conditions specifiques de la glaciation de l'Orjen. Report of the VI th International congress on Quaternary. Vol. III, Geomorphological section, Lódź 1963, str. 287.

Krajnji sjeverozapadni ili Konjsko-orahovački dio orjenskog masiva najizoliraniji je i svojim se izgledom odvaja od glavnog dijela planine. Uključuje se u masiv jer je ipak odvojen od vanjskih krajeva. U tom dijelu nema ni izrazita oblika ni glavnog naselja. Dvojno ime po dvama manjim naseljima — Konjskom i Orahovcu — dobro odražava njegovu neodređenost.

Konjsko-orahovački dio orjenskog masiva je najkrševitiji. Zapadna međa podudara mu se s posljednjim vidljivim dijelom Grabskog jarka. Od Arslanagića mosta granica se nastavlja kanjonom Trebišnjice do Lastve, zatim se može povući najvećim visinama iznad vrlo dubokih i veoma strmih strana jaruga, kojima teku pritoci Trebišnjice. Prema Dobrom dolu, odnosno Bijeloj gori, međa je određena šumskim pokrovom i većim visinama.

Najudaljeniji prostor masiva od središnjih vrhova i glavnih reljefnih grebena karakterizira isključivo krška topografija. To je potpuno u skladu sa sastavom i ostalim elementima prirodne osnove. Ovdje više nema kršja, koje je značajno za orjenski masiv i



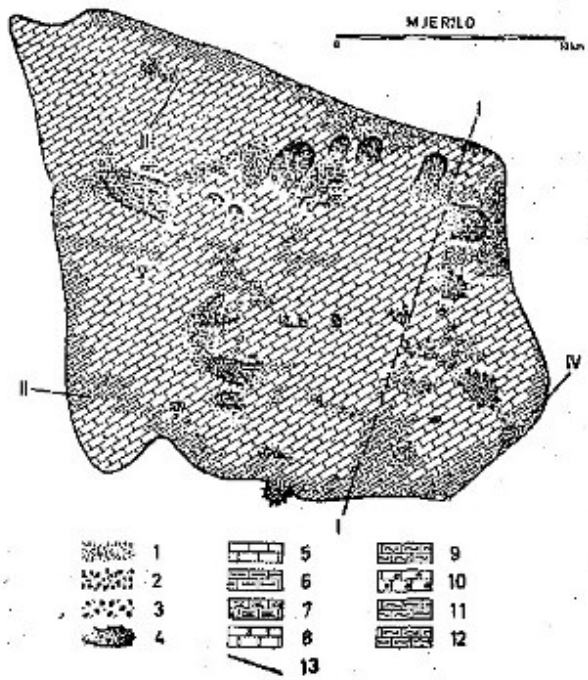
Fot. 6. Reljef u dolomitima duž glavne ceste na izlazu iz proširenja Vrbanj prema Kruševici. Mehaničko trošenje stijena je potencirano čestim promjenama u sastavu i odgovarajućom klimom.

Phot. 6. A relief dolomites along the main road where it leaves the widened part of Vrbanj for Kruševica. The mechanical disintegration of the rock is intensified by frequent changes in composition and the corresponding climat.

za njegov biljni pokrov. Visine se približno kreću oko 1000 m i postupno opadaju od jugozapada prema sjeveroistoku, gdje naglo završavaju velikim strmcima. Unutrašnju fizionomiju odražavaju brojne ponikve koje su ponegdje izdvojene osamljenim glavicama. Na padinama pojedinih uzvišenja i u rubnim strmcima usječene su jaruge i brojni žljebovi.

Interesantne su dvije veće uvale, Konjsko na jugozapadu i Orahovac na sjeveroistoku. To su manje zavale u kršu s debljim (Konjsko) ili tanjim pokrovom tla (Orahovac).

Izložene osobine pojedinih sektora orjenskog masiva pokazuju osobitosti i znatne međusobne razlike. Naročito je upadljiva razlika između glavnog i višeg dijela prema nižem sjeverozapadnom sektoru. Za objašnjenje istaknutih pojava neophodno je poznavanje sastava i građe, te klimatskih prilika.




Sl. 5. Skica sastava i građe.
Opis: 1. pijesci; 2. krš'e; 3. fluvio-glacijalni šljunak; 4. morenski nanosi; 5. uslojeni vapnenci; 6. masivni vapnenci; 7. vapnenci s primjesama laporovitih i glinovitih tvari; 8. izlomljeni vapnenci; 9. nabrani vapnenci; 10. oolitični vapnenci; 11. uslojeni dolomiti; 12. masivni dolomiti; 13. pravci geoloških profila.

Fig. 5. A sketch map of composition and structure.
Legend: (1) Sands, (2) rock waste, (3) fluvio-glacial gravel, (4) morainic deposits, (5) stratified limestones, (6) massive limestones, (7) limestones with marly and clayey admixtures, (8) broken limestones, (9) folded limestones, (10) oolitic limestones, (11) stratified dolomites, (12) massive dolomites, (13) directions of geological profiles.

## SASTAV I GRAĐA

Geološki sastav Orjena, zapravo litološke osobine stijena vide se iz skice sastava i građe.[19] Osnovu izgrađuju uglavnom karbo-

---

19. Skica sastava i građe izrađena je na temelju geološke dokumentacije brojnih autora i vlastitih opažanja. Najviše podataka nalazi se u radovima: E. Tietze, Geologische Übersicht von Montenegro, Wien 1884. Uz rad priložena je i geološka karta. Prema toj karti glavninu obrađivanog kraja izgrađuju vapnenci i dolomiti kredne starosti. Neznatne površine bokeljskih Ubala i obalnog ruba Risan — Morinj zapremaju jurski vapnenci. Na relaciji Ledenice — Perast preko Risna ponovo se javljaju jurski vapnenci kao umeci u trijaskim stijenama, uz neznatne krpice fliša.

Neposredno pred drugi svjetski rat, a radi kompletiranja geološke karte Jugoslavije, kartiran je i jugozapadni dio Crne Gore. Rezultati tih istraživanja sadržani su u radu: M. Protić, V. Čubrilović, Vj. Mikinčić, R. Jovanović. Izvještaj o geološkom snimanju jugozapadne Crne Gore, Godišnjak Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije, godište II, Beograd 1940. Rezultati ispitivanja spomenutih geologa potkrepljuju prijašnju tvrdnju tj. da najveća prostranstva zauzimaju vapnenačke stijene kredne starosti. Od starijih sedimenata trijaski dolomiti rašireniji su (u prostoru Nudolske rijeke, Kunskog potopa, tj. sjeverozapadnog dijela Orijena) od izdvojenih jurskih naslaga, bilo u vapnenačkoj ili dolomitično-laporovitoj faciji. Paleozojske tvorbe nisu nađene, samo se na nekoliko mjesta (Crkvice-Dragalj) konstatiralo neznatno postojanje tercijarnih odnosno neogenskih stijena.

Paralelno s proučavanjem neobično složene geološke problematike Boke kotorske, a radi provjeravanja svojih shvaćanja o ljuskastoj strukturi i prostoj gradi Dinarskih planina, Zarija M. Bešić bio je u srpnju 1951. (Neki novi pogledi i shvaćanje o geotektonici Dinarida, Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, Serija A—4, Beograd 1951) i nekoliko puta kasnije (Prilog ka poznavanju geologije Dinarida, op. cit. A—5, Beograd 1952, zatim, Z. Bešić, R. Radoičić, S. Pantić, Klastična partija gornje krede u Boki kotorskoj i njeno upoređenje sa durmitorskim flišem, Geološki glasnik, knjiga I Geološkog društva Crne Gore, Cetinje 1956) na Orjenu i glavne rezultate objavio u spomenutim radovima. Citirani radovi prvenstveno razmatraju geotektonsku strukturu odgovarajućih dijelova Dinarskih planina. Njihovi su rezultati u prvom redu vrlo interesantni za geologe, ali su neobično važni i za geografski prikaz, zapravo su neophodni jer upotpunjuju inače nedovoljno poznat geološki sastav orjenskog masiva.

Boljem poznavanju sastava i građe orjenskog masiva osjetno su pridonijeli u najnovije vrijeme (1957) geolozi: M. Vidović, B. Đerković, S. Milić, S. Pobor, koji su poduzeću za istraživanje nafte u Baru izradili geološku kartu primorja od Boke kotorske do Neretve. Ta je karta u cjelini potvrdila prijašnja znanja o sastavu, a na njoj je evidentiran i niz detalja, važnih primarno za geotektonsku strukturu i stratigrafsko-paleontološko poznavanje kraja.

Radovi: F. Hauer, Geologische Übersichtkarte der Österreichischen Monarchien, Blatt X Dalmatien, Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, Wien 1868; R. Jovanović, Prostranstvo i facije jurskih sedimenata u zapadnom dijelu NR Crne Gore, Geološki vesnik Savezne uprave za geološka istraživanja, knj. IX, Beograd 1951, i Geološka preglodna karta Bosne i Hercegovine, VI šestina, Mostar — Sarajevo 1953, te specijalne studije: M. Čanović, Prilog mikropaleontološkom proučavanju sedimenata gornje jure na graničnom terenu Crne Gore, Hercegovine i Dubrovačkog primorja, Geološki glasnik Crne Gore, knj. 3, Titograd 1959. str.

natne stijene. Najviše su raširene vapnenci, zatim dolomiti i čitav niz stijena s primjesama laporovitih i glinovitih sastojina. Međusobno prožimanje ovih stijena najčešća je pojava, ali pretežno vapnenački sastav očigledan je i odlučujući za izgled i značenje ove planine.

Gotovo cijeli unutrašnji sklop, izuzevši neke manje krpe, sastoji se od uslojenih vapnenaca.[20] Pretežno južni strmci, manje zapadne padine i tek djelomice jugoistočni dijelovi s odgovarajućim lokalitetima u sjeveroistočnom podnožju Vučjeg Zuba i sjeverne Pazue izgrađeni su od masivnih vapnenaca.[21] Krajnji sjeveroistočni prostor na padinama Dvrsnika, tj. kraj između Grahova i Dvrsna polja, karakteriziraju izlomljeni i vrlo nabrani vapnenci.[22] U istaknutom primorskom dijelu na risanskoj ili morinjskoj, hercegnovskoj strani nalaze se manje partije nečistih oolitičnih vapnenaca.[23] Rubni dio na sjeverozapadu prema Trebišnjici, duž njenih pritoka (Nudoljske i Kunske rijeke), izgrađuju kompaktni i masivni dolomiti.[24] Prema istoku ove stijene prelaze u vapnence, kojima se znatno mijenja sastav, i to od dolomitiziranih do vrlo nečistih vapnenaca gotovo škriljave strukture.[25] Sličnih stijena sa znatnim primjesama ima još u gornjem Vrbnju i u okolici Crkvica. Uslojeni dolomiti rjeđa su pojava; izuzetak čini manji pojas zapadno od Štirovnika i nekoliko lokaliteta u Vrbanjskom prostoru, odnosno Ubajskoj planini. Navedene stijene redovito su umetnute između vapnenačkih naslaga.

Vapnenačke krhotine i ostalo kršje pomiješano s rastresitim tlom zapremaju najmanje površine. Posebno su važni umeci dolomitiziranih i laporovitih stijena, koji imaju najveće značenje za objašnjenje glacijalnog reljefa i izrazite akumulacije.

Međutim, za oblikovanje površja važna je i struktura. Građa planine veoma je složena i može se promatrati na priloženim profilima. Tako, na primjer, profil II, pored sastava krajeva kojima

---

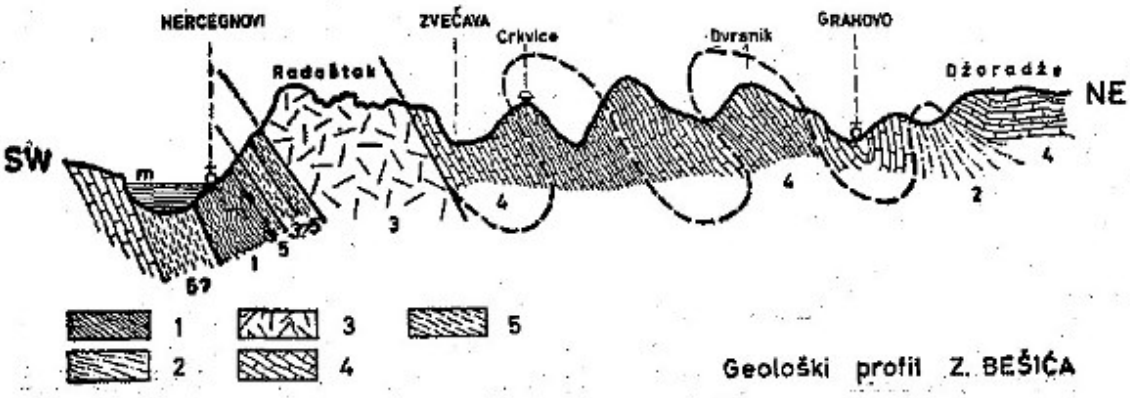
71—87. i neki mikropaleontološki podaci za izdvajanje sedimenata donje krede na terenu Trebinja (Hercegovina). Geološki glasnik, knj. III. Titograd 1959, str 21—27 zatim M Mihailović, Nekoliko vrsta Rynchonellinae-a iz jurskog krečnjačkog banka kod Smokovca, nedaleko od Risna (Boka kotorska). Geološki anali Balkanskog poluostrva. knj. XXIII, Beograd 1954, također su važan doprinos stratigrafsko-paleontološkom poznavanju odgovarajućih dijelova orjenskog masiva. Međutim, za objašnjenje postanka reljefa glavno značenje imaju facijelne razlike.

20. E. Tietze, op. cit., Wien 1884; Z. Bešić, Op. cit., Bgd. 1952, str. 87 i op. cit., Tgd. 1959.
21. Z. M. Bešić, op. cit., Bgd. 1951, str. 4.
22. Predočeno na skici sastava i građe.
23. Z. M. Bešić, op. cit., Bgd. 1951, str. 5, R. Jovanović, op. cit., Bgd. 1951, str. 97, M. Čanović, op. cit., Tgd. 1959, str. 73.
24. Z. M. Bešić, op. cit., Tgd. 1959, str. 117, S. Pantić, Fauna gornjeg trijesa iz okoline Nikšića, Geološki glasnik, knj. I, Cetinje 1956-a, J. Poljak, Morfologija i hidrogeologija dolomita dinarskog krša, Geološki vjesnik, sv. XI, god. 1957, Zagreb 1958. str. 3.
25. Z. M. Bešić, op. cit., Tgd. 1959, str. 133. i 134.

je povučen, predočava i međusobni odnos slojeva, a što je od velikog značenja jer je to osnova za rekonstrukciju geotektonske strukture.

Osim masivnih vapnenaca Radoštaka, na profilu II, ostale stijene redovito su jače ili slabije uslojene. Sve su naslage poremećene i na mnogim su mjestima jasno izražene bore. Pružanje slojeva *općenito odstupa od* karakterističnog dinarskog tektonskog smjera sjeverozapad—jugoistok, dok su padovi slojeva u većini slučajeva prema sjeveroistoku ili sjeveru. Padni kut osjetno im varira, i to između potpuno vodoravnog do gotovo okomitog položaja. Karakterističan je kontakt dobro stratificiranih, mjestimično nabranih i fosilima bogatih vapnenaca Dvrsnika s masivnim, ali fosilima skudnim vapnencima Radoštaka. S obzirom na veliku nagnutost slojeva, djelimice i više od 60°, i s obzirom na različiti sastav i osjetne facijalne razlike, očigledno je da ovi nenormalni dodiri imaju karakter rasjednih linija. U sjevernom dijelu Grahovskog polja izbijaju debele naslage kompaktnih dolomita, na koje se prema sjeveroistoku gotovo horizontalno nastavljaju dobro uslojeni rudistni vapnenci. Međusobni odnos navedenih različitih naslaga interpretirao je Bešić[26] kao »sistem kraljušti i poleglih bora stešnjenih i uvek vrlo strmoga pada, dakle sitnu kraljušastu strukturu, karakterističnu za Dinaride.«

Na profilu V, iako na svega 1000 m dužine u smjeru sjeveroistok—jugozapad, kroz planinu Štirovnik (1650 m) mogu se vi-




Sl. 6. Geološki profili

Opis: I. 1. Serija rožnaca, škriljaca i pločastih silifikovanih krečnjaka cukali zone (Srednji trijas); 2. Dolomiti gornjega trijasa; 3. Nestrafikovani krečnjaci Radoštaka; 4. Rudistni krečnjaci Dvrsnika; 5. Eocenski fliš.

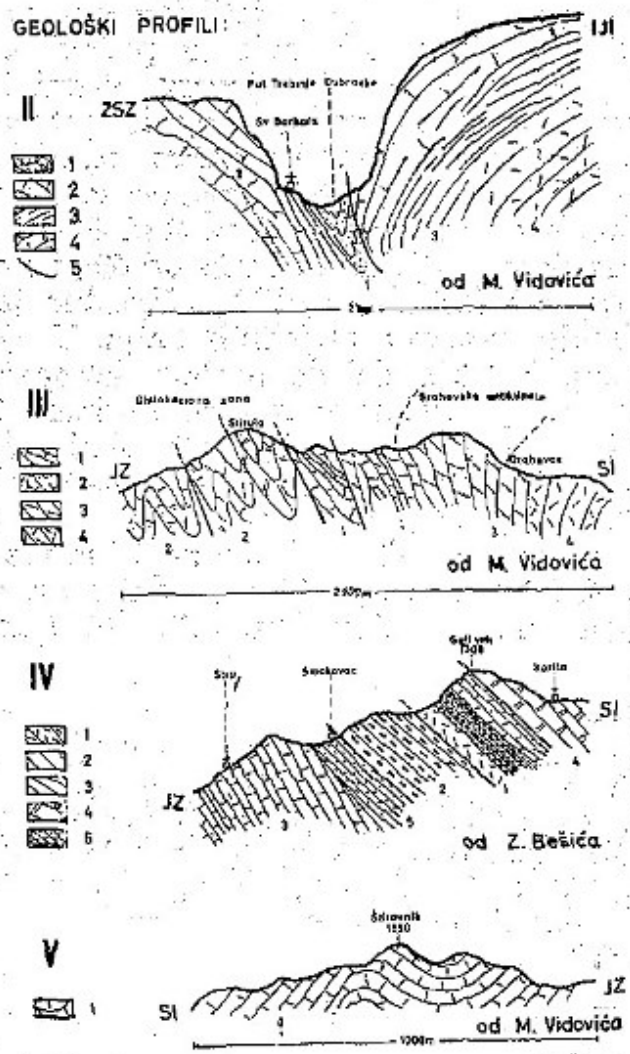
Fig. 6. Geological profiles.

Legend: I. (1) a series of hornblende, slate and plate-like silicified limestones of the Cukali zone (middle Trias), (2) dolomites of the upper Trias, (3) the not stratified limestones of Radoštak, (4) the Rudist limestones of Dvrsnik, (5) Eocene flysch.

26. Z. M. Bešić, op. cit., 1951, str. 6.

djeti isključivo gornjokredni vapnenci. Zapadno od predočenog profila vide se u manjim razmjerima rijetki i uslojeni dolomiti, dok se prema istoku sastav mijenja od nečistih i tanko slojevitih od masivnih vapnenaca (sl. 5).

Profil V, iako na maloj dužini, dobro održavaju boranu strukturu Orjena.




Sl. 7. II 1. eocensko-oligocenski fliš; 2. titonski krečnjaci; 3. krečnjaci lijasa, doger; 4. norički dolomiti; 5. linija kraljuštanja.
III 1. eocenske breče; 2. kredni krečnjaci i dolomiti; 3. jurski krečnjaci. 4. jurski dolomiti.
IV. 1. dolomiti srednjeg trajasa; 2. lijaski loporoviti krečnjaci; 3. krečnjaci srednje jure; 4. krečnjaci gornje krede; 5. eocenski fliš.
V. 1. krečnjaci gornje krede.

Fig. 7. II. (1) Eocene-Oligocene flysch, (2) Titonic limestones, (3) limestones, Lias, Dogger, (4) Noritic dolomites, (5) line of a short scale-like thrust.
III. (1) Eocene breccias, (2) Cretaceous limestones and dolomites, (3) Jurassic limestones, (4) Noritic dolomites.
IV. (1) dolomites of the middle Trias, (2) Lias and marly limestones, (3) limestones of the middle Jurassic, (4) limestones of the uper Cretaceous, (5) Eocene flysch.
V. (1)limestones of the upper Cretaceous.

Na profilu III u sjeverozapadnom dijelu masiva geolog Vidović[27] razlikuje dva dijela: »Grahovsku antiklinadu i dislokacionu zonu«. Grahovska antiklinala sastavljena je od jurskih vapnenaca i dolomita, čiji su slojevi gotovo okomito položeni. Međutim, pod pojmom dislokacione zone izdvojeni su borani i razdrobljeni kredni vapnenci i dolomiti s interkalacijama eocenskih breča.

Profil III jedan je od najtipičnijih presjeka u geološkoj građi orjenskog masiva.

Ostali geološki profili, II po Vidoviću[28] i IV po Bešiću[29], iako u perifernim dijelovima, također upotpunjuju sliku o geološkoj građi Orjena.

Profil II zasijeca Grabski jarak kod Dubravke, ispod crkvice sv. Barbare. U dnu jarka tektonski je ukliješten eocensko-oligocenski fliš. Klastični sedimenti umetnuti su između strmo položenih gornjojurskih vapnenaca na sjeverozapadu i rijetko uslojenih donjojurskih, odnosno izvjesnih srednjojurskih vapnenaca i gornjotrijanskih dolomita na jugoistoku.

Profil IV također je povučen u graničnom kraju, i to iznad Risna. Karakterističan je zbog toga što otkriva sličan sastav stijena kao i profil II u Grabskom jarku, ali je ovdje (profil II) struktura diskordantna jer slojevi, s obzirom na pad i pružanje, tvore udubljenje sinklinalnog karaktera. Međutim, na jugoistoku su slojevi koso položeni, međusobno su konkordantni i površinske su padine u skladu sa sastavom stijena.

Navedeni primjeri (profil II i IV[30]) pokazuju kako građa utječe na izgled vanjskog reljefa.

Unutrašnji planinski prostor u kojemu prevladavaju vapnenačko-dolomitične stijene mezozojske starosti karakteriziraju složeni tektonski odnosi. Na malim udaljenostima slojevi znatno mijenjaju pad, ponekad i smjer pružanja. Takve se pojave mogu često vidjeti i najizrazitije su u južnim ograncima Orjena. Pločasta struktura Subre napadno se ističe prema skošenim slojevima neposrednog Domitera i susjedne Jelovice.

Na osnovu raznolikog pada i odgovarajućeg pružanja slojeva mogu se rekonstruirati brojne bore, koje su redovito manjih prostranstava. Bore su najčešće fleksurno izvijene, dok su ponegdje izdvojene rasjedima. Međusobno su jedne polegle na druge ili su navučene poput ljusaka, što je Bešića[31] uvjerilo u ispravnost njegova shvaćanja »o sitnoj i prostoj kraljušastoj strukturi Dinarida«. Slične tektonske odnose na Orjenu konstatirala je i grupa geo-

---

27. M. Vidović, S. Milić, B. Đerković, S. Pobor, Tumač za geološku kartu južne Dalmacije i zaleđa. Stručna dokumentacija poduzeća Nafta, Bar 1957.
28. M. Vidović, op. cit., Bar 1957.
29. Z. Bešić, Geološki vodič, Tgd. 1959, str. 294.
30. M. Vidović, op. cit., i Z. M. Bešić, op. cit., 1959, str. 294.
31. Z. M. Bešić, op. cit., 1951. i 1952.

loga[32] koja je 1957. g. izvršila kartiranje primorja od Boke kotorske do Neretve. Takvu je građu utvrdio Sikošek[33] u okolnom prostoru Trebinja i Bileća.

Nalazi dosadašnjih istraživača približno su jednaki, ali je interpretacija odgovarajućeg sadržaja različita.

Bešić[34] je, na primjer, pobornik »sitne ljuskave strukture« jer smatra da ne postoje navlake, već sistemi manjih ili većih, pravilnih ili poleglih bora. Za navlake nema ni dokaza koji bi ostali navlačenjem i lomljenjem na kontaktu između pokrova i podine. Ljuskava je struktura, prema Bešiću, osnovna tektonska karakteristika.

Vidović i njegovi suradnici[35] protumačili su opisani sadržaj kao »sekundarne tektonske elemente na geotektonskoj jedinici Visokog krša«. Znači, dozvoljavaju postojanje i većih tektonskih oblika od ljuskave građe.

Problem navlaka u Dinarskom gorju općenito je obradio u novijoj raspravi K. Petković,[36] koji je najodlučniji pristalica ove teorije. Postoji još čitav niz opsežnih studija o strukturi Dinarskih planina.[37] Njihova redovito generalno usporedna razmatranja imaju opće teoretsko značenje i ne mogu se sasvim primjenjivati na ovaj kraj, a možda čak nije ni potrebno.

---

32. M. Vidović, op. cit., 1957.
33. B. Sikošek, S. Učelini, Jedan karakterističan profil jadranskog pojasa, Nafta br. 1, 1960.
34. Z. M. Bešić, Geotektonska struktura severne Crne Gore. Glasnik Prir. muzeja Srpske zemlje, serija A—1, Bgd. 1948, op. cit., Bgd. 1952. i 1951, odnosno Alger 1952.
35. M. Vidović, op. cit., Bar 1957.
36. K. V. Petković, Navlake-kraljušti ili kraljušti u navlakama u tektonskom sklopu Crne Gore i Hercegovine? Geološki anali Balk. pol., Bgd. 1961, str. 157—176.
37. Z. M. Bešić, Geotektonska struktura Crne Gore, Zbornik radova V kongresa geografa FNRJ, Tgd. 1958, Cetinje 1959; Geološki vodič kroz NR Crnu Goru, Tgd. 1959; Još nešto o getotektonskoj strukturi Crne Gore. Geol. glasnik, knj. II, Tgd. 1958; Položaj antiklinale Vojnika i Prekornice u geotektonskoj strukturi Crne Gore. Vesnik zavoda za geol. i geof. istraživanja Srbije, knj. XII, Bgd. 1956. K. Petković,, Neue Erkentnisse über den Bau der Dinariden. Jahrb. der Geol. Bundesanstalt, Heft 101, No 1, Wien 1958; Tektonska karta FNRJ Jugoslavije. GLAS, Beograd 249, str. 22; Prilog poznavanju unutrašnje tektonske građe autohtnog terena u okolini Dubrovnika i njegov odnos prema navučenom delu. Geol. anali Balk. pol., knj. XII, sv. 2. 1935, M. Luković i K. V. Petković, Prilog za geološko poznavanje Crne Gore. Geološki tektonski odnosi jednog dela oblastiCrnnice. Geol. anali Balk. pol., knj. XII, Bgd. 1934, L. Kober, Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. Posebna izdanje Geol. instituta SAN, knj. 3, Bgd. 1952, Die Grossgliederung der Dinarieden, Centralblatt. Jahrg. 1929, J. Aubouin, Regard sur la géologie de l'Albanie et sa place dans ga géologie des Dinarides. C. R. Soc. Géol. France, Paris 1964, str. 410—411. Sur la géologie de la zone littorale du Montenegro: le bouches de Kotor, Paris 1959, b, str. 833—840; W. Medwenitsch und B. Sikošek, Abriss der Goologie und Tektonik Jugoslawiens. Carpatho—Balkan Geological association,

*Za razumijevanje geotektonske strukture orjenskog masiva mnogo su važnije činjenice da su oligocenski sedimenti stratigrafski najmlađe stijene.* Na temelju toga izvodi se zaključak da mlađe vrijeme karakterizira duga kopnena evolucija. Kroz to dugo doba, pod promjenljivim klimatskim prilikama i odgovarajućim pokretima, osobito u kvartaru,[38] izvršena je evolucija složenog reljefa. Predočujući pojedine oblike, osvrtat ćemo se prema potrebi i na paleogeografske uvjete u kojima su nastali.

Iz dosadašnjih spoznaja vide se tri osnovne činjenice, i to:

1. na površini planine izbijaju petrografski i stratigrafski različiti elementi, a to odražava poremećenost naslaga;

2. izdvajaju se različiti dijelovi nejednakog intenziteta poremećenosti, i to ne samo da se međusobno dodiruju različito položeni slojevi već su očite i petrografsko-stratigrafske razlike; to upućuje na to da je i u samom masivu bilo diferenciranih tektonskih pomicanja i da su te razlike naročito značajne za sklop i evoluciju reljefa;

3. reljefna odvojenost Orjena koji se svojim masivnim izgledom bitno razlikuje od ostalih primorskih planina; tu odvojenost najbolje potvrđuju izraziti strmci, koji okružuju planinu gotovo sa svih strana.

Očito je da *za objašnjenje istaknutih tektonskih karakteristika nisu dovoljna opća gledanja koja se odnose na Dinarsko gorje kao cjelinu ili obalne planine uopće.* Ovaj posebni orjenski problem još nije razrađen u literaturi. Treba ga naglasiti i o njemu voditi računa pri objašnjavanju detaljnog reljefnog modeliranja.

Cvijić[39] je najprije upozorio (1899), a zatim (1901) pokušao odrediti divergenciju pružanja slojeva od njihova klasična smjera sjeverozapad—jugoistok u crnogorsko-hercegovačkim planinama.

---

VII Congress Sofia, September 1955, Reports. Part I, str. 293—303, skica je na 295. str.; L. Rutten, Geologischen Untersuchungen in Mitteldalmatien und Herzegowina, str. 936. i 945, predavanje održano na skupu geologa u Utrechtu oktobra 1938. g., J. Bourcart, Nouvelles opeservations sur la structure des Dnarides adriatiques, 14. kongres geologa, Madrid 1926, F. Nopcsa, Geologia Hungarica, Budapest 1929, Zur Stretigraphie und Tektonik des Vilayets Skutari in Nordalbanien, Jahrb. d. Geol. R.A., Bd. 55, Wien 1911; K. Kossmat, Geologie der zentralen Balkanhalbinsel, die Kriegsschauplatze 1914—1918, geologisch dargestellt, Heft 12, Berlin 1924, G. Bukowski, Erlauterung zur Geol. Detailkarte von Süddalmatien, Blatt Budua und Spizza, Wien 1904. i 1912.

38. D. Jaranoff, Les mouvements tectoniques pendant le Quaternaire. La Peninsule balkanique pendant le Quarternaire. Zbornik Bončeva, Sofija 1940, str. 290—300.

39. J. Cvijić, Glacijalne i morfološke studije o planinama BiH i Crne Gore. Glas SKA, knj 57., Bgd. 1899, str. 163; Die Dinarisch-albanesische Scharung. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiessenschaften. Mathem.—naturw. Classe, Bd. CX, Abth. I, Wien 1901.

Bešić[40] je nakon toga uočio slična skretanja u Boki kotorskoj, odnosno Grahovu ili rubnim dijelovima Orjena. Uzroke i posljedice tih skretanja vidi Bešić[41] u Zetsko-skadarskoj ravnici, jednom od tektonski najlabilnijih predjela u našem planinskom prostoru. Po njegovu mišljenju taj se predio još nije smirio.

Ukliješteni položaj Orjena između Zetsko-skadarske zavale i duboke južnojadranske potoline geotektonski je neobično značajan i upućuje na veliku nestabilnost kraja.

Masiv je tektonski određen rasjednim linijama i tako odvojen od svoje krševite okolice. Morfološka evolucija odvijala se, dakle, zasebno i u prostoru izdvojenog masiva ističe se niži i vjerojatno stariji plasasti dio nasuprot višoj raščlanjenoj zoni, modeliranoj mlađim procesima.

Visinska razlika od kojih 3300 m, od najviših vrhova Orjena (1895 m) do najveće dubine susjednog mora u južnojadranskoj zavali 1330 m), i strme kopnene i podmorske padine, duž kojih su česti potresi, ukazuju na mladost snažnih tektonskih gubinja.[42] Egzogenim procesima preobraženi su incijalni tektonski oblici i osnovna dinarska orogenetska tektonika manje je važna za današnji izgled reljefa.[43] Današnji reljef primarno je uvjetovan sastavom[44] i u evoluciji su se odrazila mlađa i specifična epirogenetska gibanja, pri čemu su oživjele starije rasjedne linije kao Grabski jarak itd. ili nastale sekundarne, okomite ili pod različitim kutovima prema osnovnom dinarskom smjeru.

Neosporno je da je građa utjecala na reljef, ali također je činjenica da se vanjski izgled ili fizionomija planine, tj. radijalni raspored grebenskih uzvišenja i nepravilno izdužena glavna udubljenja na poklapaju sa smjerovima rasjednih linija. U širim razmjerima ne može se pratiti osnovni tektonski smjer sjeverozapad—jugoistok.

Orjen nije ulančeno gorje, već planinski masiv s koga se diže mreža zrakastih grebena.

Segmentni sklop reljefa i otvorenost prema rubovima, osobito prema Grahovskom polju, Dobrom dolu i Crkvicama, ne može se objasniti klasičnim spoznajama krškog procesa, koji po-

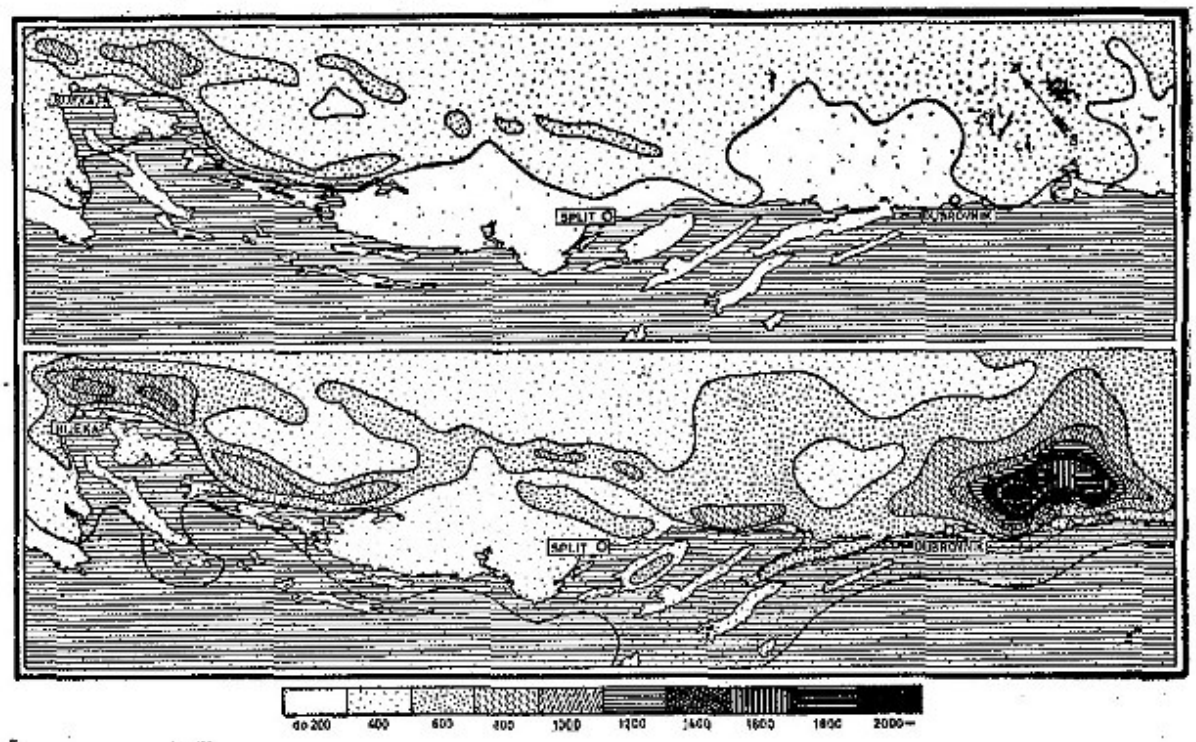
---

40. Z. M. Bešić, Još nešto o geotektonici Crne Gore. Geološki glasnik, knj. II, Tgd. 1958, str. 7.
41. Z. M. Bešić, La structure geotectonique dans les environs de la depression Zeta-Skadar (Yugoslavie), XX congress geologique international, Mexico 20, 1956. a.
42. J. Roglić, Reljef naše obale. Pomorski zbornik, knj. I, Zagreb str. 3—8.
43. J. Rađanović, Grahovsko polje. . op. cit., str. 28.
44. Z. M. Bešić, Geotektonska struktura Crne Gore . . op. cit., na str. 258. str.) piše: »Karsni tereni su pod snažnim dejstvom karsne erozije, koja je na velikim prostorima Crne Gore veoma snažno razvijena i klasična. Možemo reći, dakle, da od facijalnog rasporeda stena mnogo više zavisi današnji reljef Crne Gore nego od njene geotektonske strukture, dok i ova u osnovi zavisi od toga facijalnog rasporeda stena kako smo to napred istakli.«

niranjem u dubinu razvija oblike u okomitom smjeru i međusobno odvojene. Očito je razvitak reljefa na karbonatnoj osnovi bio modificiran, o čemu svjedoče i spominjani pokrovi kršja. Za objašnjenje reljefnog sklopa i njegovih specifičnosti nužno je poznavanje klimatskih prilika.

## KLIMATSKI UVJETI

Klimatski položaj Orjena je poseban i naročito značajan za reljefnu evoluciju. U uvodnom dijelu već je istaknuto, a pri određivanju položaja i razrađeno da je Orjen najviša obalna i oblikom specifična primorska planina.




Sl. 8. Najkišovitiji krajevi Jugoslavije.
**Opis: Raspored padalina tokom toplog (gore) i hladnog( dolje) dijela** godine.

Fig. 8. The rainiest parts of Yugoslavia.
Legend: the distribution of precipitation during the warm (above) and cold (below) parts of the year.

Prije svega treba upoznati današnje klimatske prilike i njihovo odražavanje u evoluciji reljefa. Neslaganje elemenata reljefa sa sadašnjim procesima olakšat će sagledavanje ranijih morfogenetskih procesa.

P a d a l i n e su najvažniji klimatski element u evoluciji reljefa Orjena s obzirom na karbonatni sastav zemljišta.

**TABLICA 2. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U CRKVICAMA**

**za razdoblje 1888—1960., bez 1902. i 1906. g. i perioda od 1914. do 1923. i od 1941 do 1947. g.**

Table 2. Average monthly and annual sums of precipitation at the Crkvice

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1888. | 202 | 401 | 417 | 475 | 130 | 59 | 24 | 87 | 365 | 412 | 274 | 624 | 3450 |
| 1889. | 186 | 590 | 847 | 1021 | 209 | 76 | 174 | 13 | 561 | 654 | 498 | 203 | 5032 |
| 1890. | 233 | 89 | 443 | 605 | 124 | 103 | 65 | 7 | 45 | 850 | 858 | 479 | 3901 |
| 1891. | 600 | 7 | 332 | 311 | 335 | 109 | 25 | 34 | 85 | 560 | 1704 | 179 | 4281 |
| 1892. | 518 | 925 | 868 | 534 | 612 | 188 | 129 | 70 | 135 | 631 | 168 | 496 | 5274 |
| 1893. | 490 | 695 | 40 | 51 | 121 | 105 | 58 | 126 | 149 | 228 | 1550 | 431 | 4044 |
| 1894. | 352 | 49 | 265 | 423 | 195 | 61 | 6 | 26 | 212 | 379 | 190 | 619 | 2777 |
| 1895. | 1323 | 908 | 433 | 351 | 293 | 95 | 106 | 25 | 8 | 536 | 181 | 1004 | 5263 |
| 1896. | 195 | 204 | 484 | 366 | 456 | 349 | 82 | 176 | 240 | 1192 | 1149 | 1069 | 5962 |
| 1897. | 1158 | 232 | 526 | 313 | 576 | 96 | 64 | 65 | 274 | 224 | 136 | 213 | 3877 |
| 1898. | 137 | 546 | 702 | 228 | 124 | 78 | 41 | 14 | 457 | 735 | 660 | 339 | 4121 |
| 1899. | 629 | 261 | 378 | 800 | 588 | 442 | 71 | 93 | 338 | 369 | 40 | 1028 | 5237 |
| 1900. | 976 | 472 | 585 | 336 | 423 | 256 | 153 | 112 | 21 | 547 | 1289 | 234 | 5404 |
| 1901. | 226 | 639 | 1336 | 159 | 147 | 190 | 45 | 110 | 513 | 1071 | 177 | 1523 | 6136 |
| 1903. | 579 | 274 | 349 | 757 | 114 | 160 | 50 | 42 | 40 | 345 | 1642 | 1276 | 5628 |
| 1904. | 514 | 1435 | 848 | 92 | 302 | 99 | 64 | 64 | 443 | 911 | 401 | 920 | 6093 |
| 1905. | 169 | 110 | 127 | 303 | 188 | 270 | 70 | 13 | 280 | 787 | 623 | 199 | 3139 |
| 1907. | 403 | 432 | 83 | 918 | 127 | 182 | 47 | 8 | 24 | 334 | 636 | 1126 | 4320 |
| 1908. | 307 | 481 | 426 | 1788 | 34 | 71 | 70 | 41 | 3 | 204 | 468 | 794 | 4687 |
| 1909. | 259 | 235 | 622 | 16 | 297 | 145 | 34 | 253 | 432 | 243 | 1074 | 1074 | 4684 |
| 1910. | 735 | 745 | 262 | 575 | 207 | 476 | 138 | 43 | 583 | 574 | 1169 | 994 | 6501 |
| 1911. | 346 | 62 | 270 | 278 | 321 | 139 | 19 | 51 | 478 | 447 | 660 | 506 | 3577 |
| 1912. | 819 | 622 | 647 | 841 | 333 | 269 | 60 | 5 | 594 | 439 | 677 | 419 | 5725 |
| 1913. | 469 | 179 | 324 | 240 | 210 | 142 | 254 | 99 | 61 | 171 | 412 | 538 | 3099 |
| 1923. | 256 | 416 | 533 | 490 | 9 | 85 | 21 | 85 | 149 | 524 | 1996 | 1342 | 5906 |
| 1924. | 210 | 1122 | 988 | 293 | 12 | 173 | 87 | 253 | 155 | 382 | 91 | 474 | 4240 |
| 1925. | 23 | 882 | 440 | 511 | 105 | 201 | 60 | 23 | 312 | 449 | 1865 | 890 | 5761 |
| 1926. | 577 | 244 | 291 | 455 | 264 | 377 | 157 | 56 | 6 | 904 | 688 | 578 | 4597 |
| 1927. | 1112 | 282 | 716 | 140 | 237 | 44 | 9 | 34 | 236 | 1257 | 1560 | 958 | 6581 |
| 1928. | 72 | 123 | 594 | 406 | 394 | 31 | 8 | 14 | 407 | 287 | 834 | 614 | 3785 |
| 1929. | 867 | 415 | 16 | 602 | 109 | 172 | 3 | 82 | 182 | 806 | 1035 | 249 | 4538 |
| 1930. | 555 | 534 | 464 | 873 | 552 | 249 | 64 | 56 | 173 | 463 | 595 | 878 | 5456 |
| 1931. | 685 | 416 | 732 | 499 | 166 | 70 | 20 | 25 | 252 | 1386 | 1105 | 401 | 5757 |
| 1932. | 276 | 179 | 763 | 999 | 247 | 53 | 67 | 36 | 44 | 363 | 804 | 919 | 4750 |
| 1933. | 514 | 430 | 504 | 181 | 412 | 150 | 68 | 20 | 142 | 622 | 1120 | 1285 | 5448 |
| 1934. | 233 | 562 | 747 | 194 | 240 | 253 | 223 | 161 | 265 | 502 | 1749 | 1066 | 6195 |
| 1935. | 542 | 717 | 814 | 390 | 126 | 33 | 27 | 186 | 64 | 625 | 1177 | 1531 | 6232 |
| 1936. | 716 | 750 | 335 | 282 | 154 | 138 | 39 | 33 | 346 | 546 | 456 | 402 | 4197 |
| 1937. | 682 | 640 | 1423 | 514 | 107 | 154 | 192 | 85 | 785 | 1085 | 1144 | 1252 | 8063 |
| 1938. | 394 | 325 | 23 | 131 | 455 | 2 | 26 | 217 | 135 | 892 | 371 | 797 | 3768 |
| 1939. | 660 | 78 | 788 | 23 | 448 | 144 | 50 | 128 | 332 | 871 | 474 | 594 | 4590 |
| 1940. | 887 | 741 | 366 | 244 | 280 | 181 | 142 | 198 | 337 | 938 | 671 | 381 | 5359 |
| 1947. | 446 | 1168 | 441 | 45 | 245 | 294 | 4 | 104 | 199 | 277 | 646 | 734 | 4603 |
| 1948. | 897 | 357 | 14 | 320 | 417 | 110 | 153 | 14 | 262 | 627 | 204 | 30 | 3405 |
| 1949. | 462 | 26 | 126 | 747 | 143 | 147 | 21 | 103 | 100 | 176 | 446 | 417 | 2914 |
| 1950. | 253 | 779 | 134 | 370 | 59 | 10 | 10 | 42 | 253 | 608 | 1003 | 1822 | 5343 |
| 1951. | 696 | 1248 | 1263 | 241 | 453 | 137 | 0 | 12 | 570 | 184 | 951 | 388 | 6143 |
| 1952. | 876 | 639 | 88 | 58 | 54 | 17 | 119 | 31 | 530 | 943 | 919 | 1952 | 6226 |
| 1953. | 404 | 459 | 6 | 346 | 491 | 70 | 135 | 77 | 177 | 294 | 5 | 229 | 2693 |
| 1954. | 370 | 610 | 1556 | 371 | 488 | 121 | 32 | 39 | 79 | 442 | 586 | 687 | 5371 |
| 1955. | 921 | 1218 | 436 | 16 | 29 | 58 | 86 | 65 | 676 | 716 | 337 | 439 | 4997 |
| 1959. | 373 | 583 | 147 | 223 | 137 | 228 | 13 | 17 | 58 | 408 | 833 | 326 | 3346 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957. | 511 | 547 | 59 | 428 | 205 | 53 | 141 | 47 | 154 | 788 | 522 | 747 | 4202 |
| 1958. | 480 | 514 | 676 | 679 | 136 | 156 | 78 | 45 | 188 | 381 | 1044 | 2045 | 6422 |
| 1959. | 532 | 110 | 472 | 409 | 464 | 197 | 109 | 186 | 245 | 318 | 577 | 1728 | 5347 |
| 1960. | 371 | 942 | 710 | 270 | 127 | 40 | 116 | 56 | 429 | 586 | 658 | 1056 | 5361 |
| Ø | 515 | 512 | 505 | 420 | 254 | 148 | 74 | 73 | 260 | 580 | 770 | 778 | 4889 |

**TABLICA 3. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA NA JANKOVU VRHU**

**za razdoblje od 1890. do 1909. bez 1901. i 1905. g.**

Table 3. Avarage monthly and annual sums of precipitation at the Jankov Vrh rain gauge station for the period above mentioned

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1890. | 272 | 72 | 368 | 676 | 195 | 108 | 47 | 41 | 51 | 958 | 873 | 375 | 4009 |
| 1891. | 604 | 0 | 232 | 199 | 298 | 103 | 12 | 21 | 205 | 923 | 1628 | 127 | 4352 |
| 1892. | 660 | 900 | 700 | 329 | 88 | 188 | 87 | 59 | 133 | 467 | 124 | 259 | 3994 |
| 1893. | 280 | 445 | 25 | 61 | 160 | 138 | 84 | 144 | 146 | 337 | 1181 | 301 | 3352 |
| 1894. | 593 | 44 | 410 | 426 | 284 | 54 | 1 | 1 | 206 | 300 | 190 | 277 | 2786 |
| 1895. | 417 | 548 | 425 | 447 | 390 | 96 | 104 | 11 | 27 | 847 | 104 | 1043 | 4459 |
| 1896. | 217 | 313 | 418 | 402 | 279 | 128 | 42 | 107 | 272 | 915 | 1052 | 922 | 5067 |
| 1897. | 1054 | 129 | 319 | 249 | 106 | 10 | 89 | 56 | 240 | 168 | 103 | 160 | 2683 |
| 1898. | 129 | 433 | 545 | 205 | 104 | 100 | 41 | 13 | 834 | 596 | 484 | 324 | 3808 |
| 1899. | 602 | 162 | 410 | 592 | 476 | 360 | 43 | 82 | 332 | 307 | 55 | 739 | 4160 |
| 1900. | 774 | 647 | 823 | 367 | 264 | 244 | 101 | 90 | 25 | 454 | 1055 | 223 | 5072 |
| 1902. | 240 | 773 | 460 | 108 | 194 | 190 | 8 | 17 | 393 | 391 | 93 | 250 | 3117 |
| 1903. | 328 | 233 | 158 | 591 | 69 | 104 | 42 | 21 | 37 | 257 | 1149 | 858 | 3847 |
| 1904. | 351 | 955 | 616 | 74 | 265 | 50 | 35 | 75 | 267 | 744 | 428 | 604 | 4464 |
| 1906. | 423 | 558 | 445 | 212 | 232 | 101 | 16 | 68 | 123 | 311 | 440 | 621 | 3550 |
| 1907. | 367 | 405 | 206 | 979 | 98 | 129 | 22 | 12 | 25 | 505 | 404 | 587 | 3739 |
| 1908. | 39 | 247 | 230 | 291 | 48 | 54 | 171 | 27 | 3 | 101 | 227 | 522 | 1960 |
| 1909. | 127 | 86 | 218 | 27 | 242 | 85 | 50 | 233 | 256 | 167 | 821 | 833 | 3145 |
| Ø | 414 | 386 | 389 | 346 | 212 | 124 | 55 | 58 | 202 | 484 | 579 | 501 | 3750 |

**Tablica 4. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U POD HANU**

**za 1957. i 1959. (Podaci za ostale godine nisu potpuni)**

Table 4. Average monthly and annual sums of precipitation at the Pod Han rain gauge station for the years 1957 and 1959. The date for the other years are incomplete.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957. | 410 | 583 | 65 | 470 | 213 | 41 | 147 | 54 | 101 | 744 | 498 | 725 | 4051 |
| 1959. | 498 | 161 | 356 | 373 | 424 | 222 | 96 | 210 | 197 | 306 | 663 | 1552 | 5058 |

**Tablica 5. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U PODVRSNIKU**

**za 1957. i 1958. (Podaci za ostale godine nisu potpuni)**

Table 5. Average monthly and annual sums of precipitation at the Podvrsnik rain gauge station for the years 1957 and 1958. The date for the other years are incomplete.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957. | 343 | 498 | 53 | 385 | 173 | 20 | 122 | 52 | 85 | 653 | 440 | 647 | 3471 |
| 1958. | 248 | 635 | 494 | 641 | 101 | 154 | 72 | 44 | 32 | 246 | 734 | 1387 | 4888 |

**Tablica 6. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U GRAB ZUPCIMA**
**za razdoblje od 1934. do 1960. g. (bez perioda od 1940. do 1950. g.)**

Table 6. Average monthly and annual sums of precipitation at the Grab-Zupci rain gauge station for the period from 1934 to 1960 (without the period from 1940 to 1950)

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1934. | 78 | 194 | 471 | 49 | 215 | 118 | 98 | 295 | 131 | 175 | 487 | 603 | 2864 |
| 1935. | 201 | 234 | 112 | 123 | 45 | 32 | 23 | 147 | 78 | 322 | 658 | 810 | 2785 |
| 1936. | 331 | 415 | 261 | 102 | 191 | 102 | 13 | 82 | 129 | 423 | 251 | 308 | 2608 |
| 1937. | 332 | 413 | 639 | 332 | 86 | 118 | 75 | 82 | 468 | 504 | 688 | 789 | 4526 |
| 1938. | 346 | 261 | 28 | 138 | 151 | 15 | 11 | 119 | 103 | 218 | 199 | 371 | 1960 |
| 1939. | 344 | 54 | 283 | 29 | 195 | 169 | 25 | 80 | 206 | 928 | 278 | 170 | 2761 |
| 1940. | 446 | 438 | 182 | 191 | 204 | 112 | 46 | 143 | 119 | 568 | 308 | 235 | 2992 |
| 1951. | 431 | 773 | 503 | 219 | 278 | 116 | 16 | 54 | 361 | 239 | 675 | 227 | 3892 |
| 1952. | 446 | 206 | 133 | 224 | 103 | 7 | 30 | 16 | 94 | 287 | 570 | 853 | 2969 |
| 1953. | 269 | 248 | 15 | 176 | 209 | 121 | 92 | 45 | 35 | 90 | 12 | 124 | 1463 |
| 1954. | 199 | 206 | 239 | 132 | 383 | 52 | 35 | 22 | 58 | 213 | 343 | 280 | 2162 |
| 1955. | 553 | 515 | 276 | 13 | 42 | 114 | 190 | 103 | 532 | 457 | 272 | 394 | 3461 |
| 1956. | 308 | 314 | 120 | 136 | 130 | 109 | 14 | 41 | 36 | 337 | 886 | 194 | 2625 |
| 1957. | 251 | 310 | 32 | 151 | 291 | 39 | 122 | 32 | 138 | 622 | 419 | 338 | 2745 |
| 1958. | 441 | 374 | 610 | 737 | 124 | 82 | 18 | 59 | 115 | 184 | 576 | 860 | 4180 |
| 1959. | 431 | 58 | 164 | 343 | 315 | 101 | 27 | 145 | 54 | 213 | 409 | 948 | 3208 |
| 1960. | 254 | 513 | 302 | 227 | 150 | 13 | 163 | 3 | 280 | 338 | 573 | 740 | 3556 |
| Ø | 333 | 325 | 257 | 195 | 183 | 83 | 59 | 86 | 173 | 360 | 447 | 485 | 2985 |

**Tablica 7. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA NA STANICI UBLI**
**za razdoblje od 1955. do 1959. g. (bez 1956. g.)**

Table 7. Average monthly and annual sums of precipitation at the Ubli rain gauge station for the period from 1955 to 1959 (without 1956)

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1955. | 669 | 1100 | 531 | 14 | 16 | 34 | 94 | 58 | 404 | 509 | 157 | 269 | 3855 |
| 1957. | 514 | 778 | 40 | 157 | 446 | 19 | 103 | 53 | 169 | 379 | 500 | 313 | 3471 |
| 1958. | 302 | 426 | 314 | 350 | 138 | 77 | 24 | 41 | 118 | 161 | 520 | 1218 | 3689 |
| 1959. | 288 | 47 | 90 | 288 | 248 | 147 | 78 | 129 | 88 | 200 | 400 | 888 | 2891 |
| Ø | 443 | 588 | 243 | 202 | 212 | 69 | 76 | 71 | 194 | 312 | 394 | 672 | 3476 |

**Tablica 8. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA NA POSTAJI VRBANJ**
**za 1958. i 1959. g. (ostale godine su nepotpune)**

Table 8. Average monthly and annual sums of precipitation at the Vrbanj rain gauge station for the years 1958 and 1959. The date for the other years are incomplete.

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1958. | 401 | 141 | 466 | 549 | 125 | 86 | 21 | 1 | 182 | 286 | 946 | 1497 | 4833 |
| 1959. | 590 | 141 | 303 | 343 | 395 | 168 | 132 | 257 | 269 | 215 | 677 | 1135 | 4625 |

**Tablica 9. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U RISNU**
**za razdobije 1934. do 1960. g. (bez perioda od 1940. do 1950. g.)**

Table 9. Average monthly and annual sums of precipitation at the Risan rain gauge station for the period from 1934 to 1960 (without the period from 1940 to 1950)

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1934. | 102 | 248 | 644 | 149 | 225 | 302 | 54 | 138 | 236 | 292 | 644 | 442 | 3476 |
| 1935. | 356 | 292 | 276 | 206 | 126 | 43 | 5 | 231 | 42 | 218 | 768 | 868 | 3431 |
| 1936. | 499 | 548 | 324 | 132 | 170 | 104 | 8 | 0 | 176 | 420 | 382 | 182 | 2945 |
| 1937. | 625 | 732 | 367 | 417 | 58 | 118 | 70 | 129 | 456 | 818 | 981 | 564 | 5335 |
| 1938. | 272 | 231 | 40 | 147 | 200 | 4 | 0 | 75 | 86 | 693 | 192 | 410 | 2350 |
| 1939. | 255 | 102 | 436 | 14 | 246 | 74 | 29 | 96 | 378 | 585 | 352 | 447 | 3114 |
| 1940. | 445 | 632 | 478 | 163 | 194 | 129 | 79 | 240 | 227 | 528 | 286 | 211 | 3612 |
| 1951. | 260 | 936 | 505 | 192 | 91 | 109 | 2 | 12 | 360 | 285 | 600 | 512 | 3864 |
| 1952. | 887 | 257 | 196 | 68 | 64 | 2 | 54 | 25 | 376 | 914 | 1316 | 904 | 5063 |
| 1953. | 171 | 556 | 15 | 392 | 293 | 307 | 148 | 102 | 52 | 212 | 35 | 115 | 2298 |
| 1954. | 471 | 456 | 625 | 258 | 359 | 46 | 26 | 45 | 48 | 244 | 447 | 461 | 3486 |
| 1959. | 769 | 821 | 395 | 25 | 16 | 33 | 70 | 66 | 455 | 457 | 333 | 330 | 3734 |
| 1959. | 395 | 324 | 131 | 136 | 123 | 121 | 6 | 32 | 43 | 185 | 452 | 252 | 2198 |
| 1957. | 352 | 524 | 64 | 156 | 272 | 17 | 80 | 58 | 383 | 373 | 319 | 505 | 3103 |
| 1958. | 364 | 284 | 562 | 420 | 96 | 170 | 22 | 60 | 119 | 157 | 545 | 612 | 3411 |
| 1959. | 564 | 131 | 259 | 196 | 307 | 214 | 38 | 212 | 184 | 46 | 469 | 682 | 3302 |
| 1960. | 246 | 838 | 608 | 293 | 103 | 19 | 119 | 34 | 324 | 369 | 433 | 674 | 4060 |
| Ø | 414 | 465 | 319 | 198 | 173 | 106 | 48 | 91 | 232 | 400 | 500 | 480 | 3458 |

**Tablica 10. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U KNEŽLAZU**
**za godine 1957, 1958. i 1959.**

Table 10. Average monthly and annual sums of precipitation at the Knežlaz rain gauge station for the years 1957, 1958 and 1959.

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957. | 451 | 739 | 70 | 243 | 288 | 35 | 150 | 50 | 268 | 574 | 436 | 663 | 3967 |
| 1958. | 436 | 447 | 543 | 563 | 125 | 125 | 70 | 40 | 169 | 376 | 953 | 1323 | 5172 |
| 1959. | 513 | 175 | 301 | 287 | 480 | 170 | 34 | 203 | 272 | 139 | 703 | 1027 | 4304 |
| Ø | 467 | 453 | 301 | 365 | 298 | 110 | 85 | 98 | 239 | 363 | 697 | 1004 | 4481 |

**Tablica 11. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U NA PODIMA**
**za godine 1958. i 1959. (ostale godine su nepotpune)**

Table 11. Average manthly and annual sums of precipitation at the Na Pode rain gauge station for the years 1958 and 1959. The data for the other years are incomplete.

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1958. | 519 | 439 | 637 | 690 | 139 | 142 | 73 | 46 | 209 | 336 | 1166 | 1735 | 6131 |
| 1959. | 658 | 172 | 396 | 383 | 494 | 247 | 60 | 204 | 284 | 200 | 663 | 1420 | 5181 |

**Tablica 12. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA NA GRAHOVU**
**za razdoblje od 1951. do 1960. g.**

Table 12. Average monthly and annual sums of precipitation at the Grahovo rain gauge station for the period from 1951 to 1960.

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1951. | 347 | 430 | 454 | 136 | 207 | 149 | 43 | 39 | 201 | 283 | 492 | 342 | 3123 |
| 1952. | 560 | 337 | 76 | 68 | 190 | 24 | 30 | 36 | 321 | 441 | 592 | 1366 | 4041 |
| 1953. | 488 | 369 | 11 | 261 | 365 | 276 | 35 | 45 | 57 | 86 | 24 | 149 | 2166 |
| 1954. | 453 | 473 | 585 | 200 | 371 | 88 | 22 | 200 | 64 | 289 | 280 | 415 | 3260 |
| 1955. | 578 | 818 | 225 | 22 | 15 | 65 | 113 | 48 | 423 | 484 | 189 | 204 | 3184 |
| 1956. | 209 | 507 | 126 | 113 | 79 | 139 | 4 | 29 | 30 | 320 | 575 | 143 | 2274 |
| 1957. | 349 | 316 | 48 | 209 | 202 | 32 | 115 | 62 | 61 | 342 | 403 | 480 | 2619 |
| 1958. | 308 | 460 | 390 | 474 | 135 | 124 | 66 | 40 | 128 | 254 | 809 | 868 | 4046 |
| 1959. | 324 | 62 | 182 | 201 | 293 | 136 | 57 | 117 | 63 | 221 | 364 | 1009 | 3029 |
| 1960. | 227 | 460 | 295 | 112 | 80 | 24 | 88 | 23 | 240 | 361 | 491 | 790 | 3191 |
| Ø | 384 | 423 | 241 | 180 | 196 | 106 | 57 | 47 | 159 | 308 | 422 | 577 | 3093 |

**Tablica 13. SREDNJE MJESEČNE I GODIŠNJA KOLIČINA PADALINA U HERCEGNOVOM**
**za razdoblje od 1951. do 1960. g.**

Table 13. Average monthly and annual sums of precipitation at the Hercegnovi rain gauge station for the period from 1951 to 1960.

| Godina | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1951. | 213 | 376 | 285 | 138 | 110 | 93 | 3 | 11 | 547 | 243 | 436 | 277 | 2732 |
| 1952. | 182 | 156 | 49 | 50 | 43 | 21 | 19 | 15 | 87 | 220 | 604 | 310 | 1756 |
| 1953. | 156 | 183 | 3 | 168 | 132 | 184 | 54 | 38 | 63 | 77 | 29 | 96 | 1183 |
| 1954. | 355 | 209 | 272 | 115 | 289 | 26 | 11 | 31 | 25 | 171 | 350 | 207 | 2061 |
| 1955. | 303 | 284 | 145 | 10 | 8 | 22 | 66 | 60 | 296 | 274 | 204 | 137 | 1809 |
| 1956. | 175 | 281 | 120 | 124 | 69 | 82 | 27 | 69 | 55 | 109 | 263 | 160 | 1534 |
| 1957. | 296 | 222 | 54 | 44 | 219 | 51 | 32 | 40 | 94 | 349 | 278 | 215 | 1894 |
| 1958. | 209 | 119 | 406 | 309 | 84 | 77 | 3 | 27 | 152 | 146 | 507 | 420 | 2459 |
| 1959. | 250 | 39 | 110 | 127 | 257 | 133 | 16 | 153 | 122 | 48 | 279 | 431 | 1965 |
| 1960. | 156 | 346 | 391 | 262 | 91 | 37 | 48 | 10 | 157 | 171 | 313 | 371 | 2343 |
| Ø | 230 | 221 | 183 | 135 | 130 | 73 | 28 | 45 | 160 | 181 | 326 | 262 | 1974 |

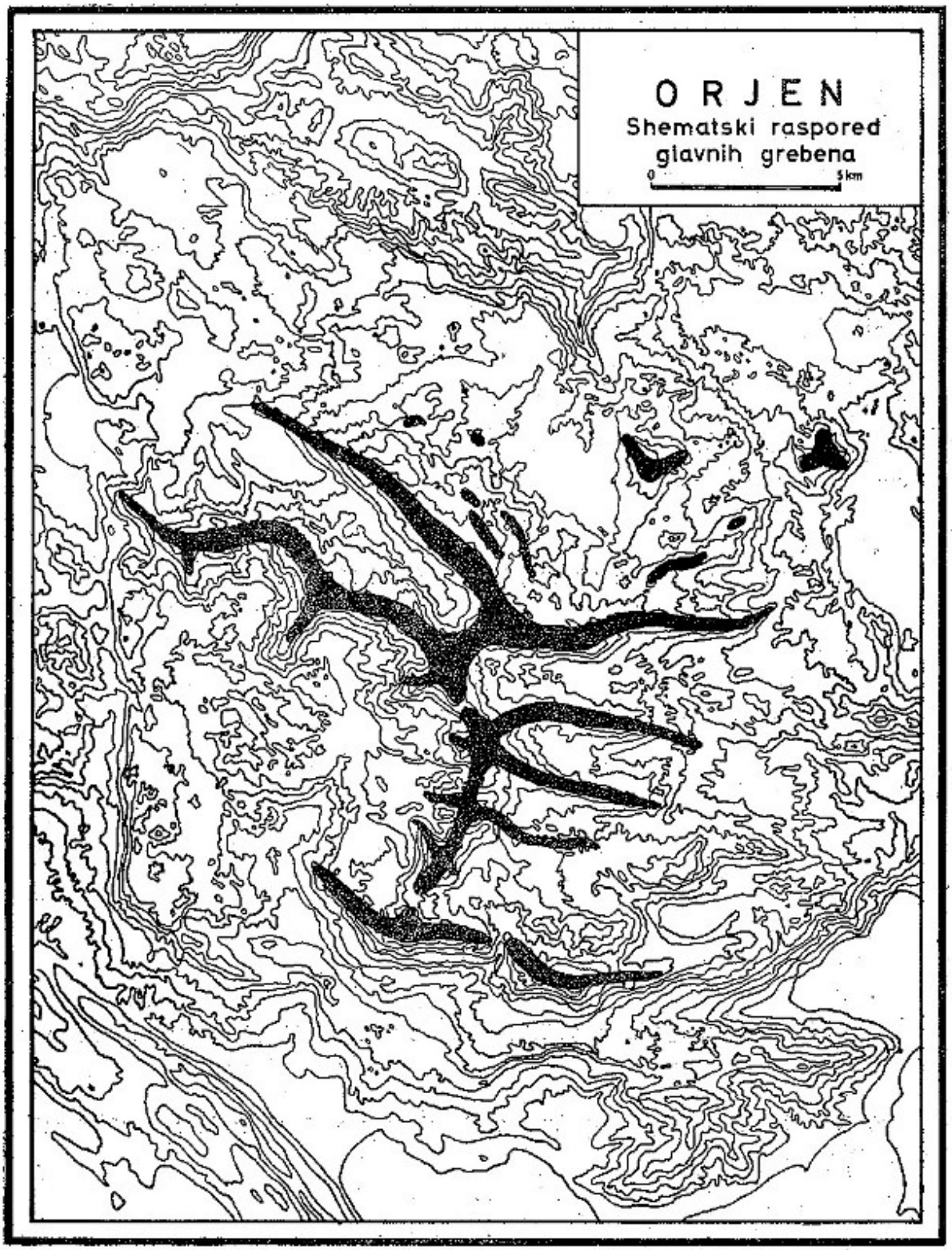
U orjenskom masivu ima više meteoroloških stanica. Najvažnija postaja je na Crkvicama, danas zapravo u Malovu dolu.[45] U istočnom dijelu registriraju se još padaline u naseljima Na Pode,[46] Knežlaz[47] i Podvrsnik.[48] Na zapadnoj strani postavljene su kišo-

45. Malov dô je naselje na visini od 940 m i 1 km sjevernije od nekadašnje postaje na Crkvicama (1097 m). Od 1953. g. cjelokupna promatranja meteoroloških pojava vrše se u Malovu dolu, iako se u meteorološkim godišnjacima i dalje vodi evidencija pod imenom Crkvice, samo s tom razlikom što je u godišnjaku br. I promjena visine od 1050 m na 940 m izvršena već 1953. g., a u godišnjaku br. II tek od 1958. g. Mjerenja su počela 1888. g., ali bez 1902. i 1906. g., prekid je također nastao i u toku natnih i poratnih godina.

46. Na Pode (940 m) je nova kišomjerna stanica u okolici Crkvica, koja je započela rad u srpnju 1957.

47. Knežlaz (620 m) je također nova kišomjerna stanica, i to na pola puta između Risana i Crkvica, a vrši opažanja od srpnja 1956. g.

48. Podvrsnik (630 m) je takoder nova postaja; nalazi se na podnožju Dvrsnika, kako joj i samo ime kaže; počela je rad 1956. g.




Sl. 9. Shematski raspored glavnih grebena.

Fig. 9. Schematic distribution of the principal ridges.

mjerne stanice u naseljima Ubli[49] i Vrbanj.[50] Radi kompletiranja i usporedbe uzeti su u obzir podaci rubnih meteoroloških stanica Grab—Zubaca[51] na zapadu, Grahova[52] na sjeveroistoku, Pod Hana[53] na istoku, Risna[54] na jugoistoku i Hercegnovog[55] na jugu. Korisno je također uzeti u obzir i podatke s postaje na Jankovu vrhu.[56]

Količina padalina i raspored navedenih meteoroloških stanica navode na višestruke zaključke.[57]

Stanica u Crkvicama raspolaže s najdužim i najpotpunijim nizom opažanja.

Iz tablice 2. prvo što se primjećuje jest izuzetno velika godišnja količina padalina. U toku 56 godina ovaj je kraj 28 puta primio preko 5000 mm padalina, 10 puta preko 6000 mm i 1937. g. čak preko 8000 mm padalina! Usporedi li se to s ostalim dijelovima naše zemlje, očito je da je Orjen daleko najkišovitiji kraj Jugoslavije[58] (sl. 7). Štaviše, dokazano je da prima najviše količine padalina u Evropi.[59]

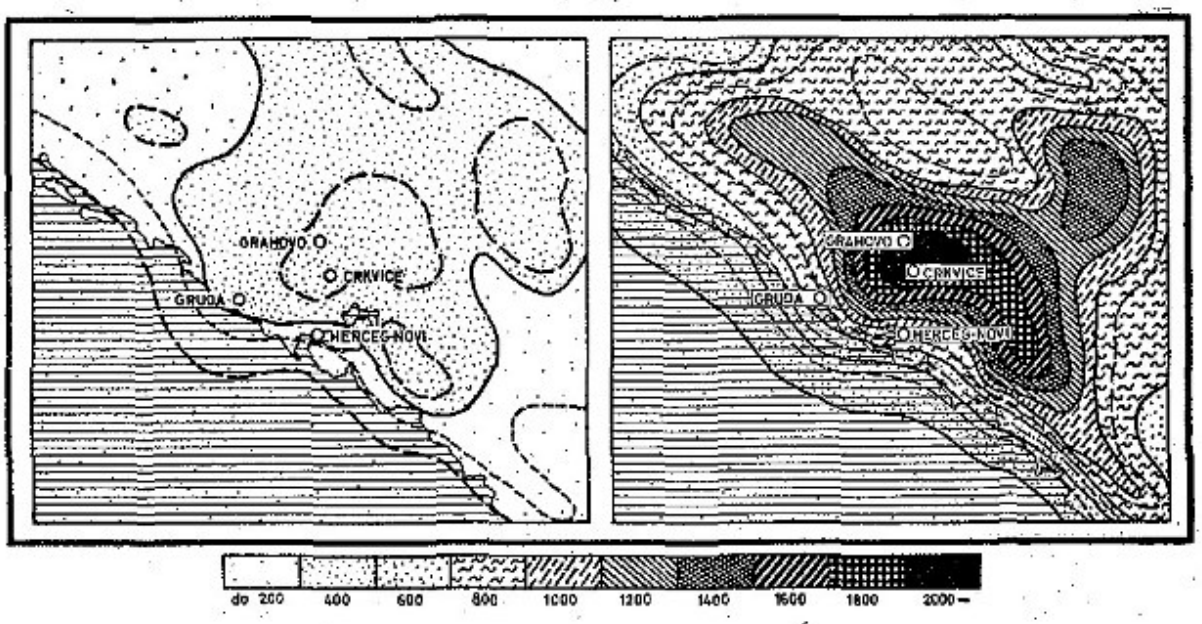
---

49. (1000 m) je naselje u sjeverozapadnom dijelu masiva; pod istim imenom vodi se i kišomjerna stanica, koja radi od 1955. g.
50. Vrbanj (1010 m) je naselje na zapadnoj strani Orjena; ima kišomjernu stanicu, koja radi od 1958. g.
51. Grab Zupci (677 m) je naselje u istoimenom jarku; postaja raspolaže s podacima o količini padalina za razdoblje od 1934 — 1940. g. i od 1951. g. dalje.
52. Grahovo (710 m) je naselje na sjeveroistočnoj medi; ima meteorološku stanicu, koja radi od 1950. g.
53. Pod Han (670 m) je nova kišomjerna postaja na istočnoj medi; počela je raditi u srpnju 1956. g.
54. Risan (40 m) je meteorološka stanica na jugoistočnom rubu; raspolaže podacima za padaline i temperature od 1925. do 1940. g., ali bez 1928. g. U poslijeratnom razdoblju postoje podaci za padaline od 1950. g., dok su temperature i ostale meteorološke pojave evidentirane tek od 1956. g.
55. Hercegnovi, prvo na 70 m odnosno 69, a od 1953. g. (u Igalu) na 34 m zapravo 30 m je meteorološka stanica, koja je počela rad već u srpnju 1889. g. i bez prekida vršila promatranja zaključno s 1895. g. Postoje i podaci za period od 1929. do 1940. g. U poslijeratnom razdoblju nastavila je cjelokupna opažanja od 1949. g.
56. Jankov vrh ili Zagvozdak (1017 m) je bila vojna utvrda iznad Drvsna polja, gdje su opažanja vršili isključivo vojni službenici. Mjerenje se započelo u svibnju 1889. g., a završilo 1913. g. Za analizu može se iskoristiti 18-godišnji niz ili razdoblje od 1890. do 1909., alj bez 1901. i 1905. g., jer su u tim godinama bila nepotpuna mjerenja.
57. S obzirom na to da maritimni vjetrovi donose vlagu, logično je očekivati da će južni ogranci Orjena, tj. Dobrostica (1570 m) i Radoštak (1446 m) s nešto sjevernijom Subrom (1680 m) primati veće količine padalina od Crkvica, koje su u odnosu prema istaknutim strmcima, zapravo prevladavajućim vlažnim vjetrovima u zavjetrini. Na žalost, po vrhovima Dobrostice, Radoštaka i Subre, zbog ljuta krša ne može se vršiti stalna meteorološka služba. Velika je šteta što se ne postave totalizatori, koji bi sigurno zabilježili i veće količine kiša i na taj način još jače istakli značenje klimatskog položaja Orjena.
58. J. Riđanović, Najkišovitiji predjeli... op. cit., str. 111.
59. A. Melik, Kje pade v Evropi največ dežja. Geografski vestnik, XXVII—XXVIII, Ljubljana 1957, str. 27.

Daljnja klimatska karakteristika Orjena ogleda se u velikim oscilacijama u pojedinim godinama. Apsolutni godišnji maksimum padalina (8063 mm) zabilježen je 1937. g., a minimalni (2693 mm) 1953. godine. Zanimljiv je, zatim, podatak da je u 56 godina 55 mjeseci primilo više od 1000 mm, s time da je u prosincu 1958. g. zabilježeno čak 2045 mm padalina! Raspored unutar evidentiranih godina je ovaj: Prosinac i studeni imali su 18 puta više od 1000 mm. Prosinac je u cjelini neznatno vlažniji mjesec od studenog. Zatim su listopad i veljača sa po pet puta preko 1000 mm. Slijede ožujak s četiri puta, siječanj s tri puta i travanj s dva puta iznad 1000 mm padalina.

Najveće količine padalina karakteristične su za hladno doba godine. Od ukupnih 56 godina opažanja maksimum padalina je po 15 puta bio u prosincu i studenom, inače devet puta u listopadu, šest puta u veljači, pet puta u travnju, po tri puta u ožujku i siječnju, a jedanput u svibnju. Maksimum padalina najčešće je u prosincu i studenom, a može biti i u svakom drugom mjesecu osim lipnja, srpnja, kolovoza i rujna.

Najmanja količina padalina također znatno varira u pojedinim godinama. Minimum je još nestabilniji. Najčešće (20) je bio zabilježen u srpnju i kolovozu (19), zatim 11 puta u svibnju, šest puta u rujnu, četiri puta u lipnju, tri puta u travnju, dva puta u ožujku, a po jedanput u siječnju i veljači. Prema tome, jedino u prosincu i listopadu nije bila zabilježena najmanja količina padalina.




Sl. 10. Raspored padalina tokom godine.
Opis: Lijevo toplo a desno hladno razdoblje.

Fig. 10. The annual distribution of precipitation.
Legend: during the warm (left) and the cold (right) seasons.

Osobito velike i nagle promjene u količini padalina značajne su za pojedine mjesece unutar navedenih godina. U toku razmatranog perioda, studeni je kao mjesec s najvećom količinom padalina, izuzme li se prosinac, dva puta karakterizirala najmanja količina kiša, što se može uzeti kao dobar pokazatelj istaknutih značajki. Na primjer, u studenom je 1953. g. palo tek 5 mm kiše, a godinu ranije 586 mm ili godinu kasnije 919 mm (tabl. 2). Još je veća razlika zabilježena između istoga mjeseca 1924. godine, kada je palo 91 mm, i 1925. g. (1865 mm) ili 1923. g. (1996 mm). Na tablici 2. može se naći još mnogo sličnih primjera.

Najizrazitije razlike između zimskih i ljetnih mjeseci nesumnjivo odražavaju dva ekstremna slučaja, prosinac 1958. g. s 2045 mm padalina i srpanj 1951. g., kada uopće nije bilo kiše! Prosječna vrijednost padalina, međutim, mnogo je realniji odraz stvarnih prilika. U 56-godišnjem nizu ističe se pet mjeseci (svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz i rujan) s količinom padalina znatno ispod 300 mm na mjesec. Naprotiv, ostalih sedam mjeseci izuzetno su vlažni, jer prosječno primaju svaki oko 6000 mm padalina. Predočeni raspored padalina pokazuje izvjesne elemente monsunskog režima.[60] Pet gotovo bezvodnih mjeseci ljetnog perioda smjenjuje mnoštvo padalina u hladnom dijelu godine.

Sezonski raspored padalina vjerojatno je uzrokovan i odgovarajućom cirkulacijom zračnih masa. Prema tome, treba razmotriti glavne vjetrove.

Kretanje zračnih masa najbolje se očituje u *glavnim vjetrovima.*[61]

Tablica 14.

**PROSJEČNA GODIŠNA UČESTALOST GLAVNIH VJETROVA I TIŠINA U %**

na postajama Malov dô i Grahovo za razdoblje od 1953. do 1960. g.

Table 14. Average annual frequency of the principal winds and calms in per cent at the meteorological station of Malov dô (I) and Grahovo (II) for the period from 1953 to 1960

| | KONTINENTALNI | | | | | MARITIMNI | | | | | TIŠINE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NW | NE | E | Ukupno | S | SW | SE | W | Ukupno | |
| Malov dô | 8,5(11) | 2,5(4) | 10,7(14) | 6( 8) | 27,7 | 11,4(15) | 18(21) | 10(12) | 11,4(15) | 50,8 | 21,5 |
| Grahovo | 4(5) | 5(6) | 11(14) | 12(15) | 32 | 12(15) | 6( 9) | 19(24) | 10(12) | 47,0 | 21,0 |

U Malom dolu bilo je 78,5 posto svih motrenja vjetrovito vrijeme, dok ostatak od 21,5 posto otpada na tišine. Među vjetrovima najčešći su iz jugozapadnog kvadranta (21%), za njima podjednako učestvuju iz zapadnog (15%) i južnog (15%), pa tek onda iz sjeveroistočnog sektora (14%).

---

60. D. Furlan Razporedba padavin v Jugoslaviji kot odsev »monsunskega« strujanja v Evropi. Geogr. vest. 1957, Ljubljana 1958, str. 141—168.

61. Podaci su uzeti iz meteoroloških godišnjaka I od 1953. do 1960. g., izdanje Savezne uprave hidrometeorološke službe FNRJ. Brojčani podaci u tabl. 14. za Malov dô (I) i Grahovo (II) postoci su prosječnih strujanja vjetrova iz osam glavnih smjerova. U zagradama su % vjetrovitog vremena bez računanja tišina. Izdvojeni su maritimni (S, SW, SE i W) i kontinentalni vjetrovi (N, NW, NE i E), kao i tišine C (Calma).

Važno je istaknuti da su južni vjetrovi (15%) češći od sjevernih (11%). Na istočne otpada 14 posto vjetrovitog vremena, dok su zračna strujanja iz sjeverozapadnog kvadranta (4%) gotovo neznatna.

U Grahovu je bilo neznatno vjetrovitije (79%) nego u Malovu dolu i tišine su zastupljene s 21 posto ukupnih motrenja. Dominirajući vjetrovi na toj stanici su iz jugoistočnog kvadranta (24%); za njima po čestini slijede iz južnog (15%) i istočnog (15%) kvadranta. Sjeveroistočni vjetrovi (14%) češći su od zapadnih (12%), a strujanja s jugozapada (9%) prevladavaju nad onima sa sjeverozapada (6%) i sjevera (5%).

Meterološka stanica Grahovo uglavnom se slaže s udjelom glavnih vjetrova u Malovu dolu, ali su značajne i razlike kod pojedinih smjerova. Razlike su uzrokovane položajem stanica i odgovarajućim reljefnim odnosima.

Očigledna je i veoma karakteristična prevladavajuća uloga maritimnih strujanja u Malovu dolu (63%) i Grahovu (60%) jer na kontinentalne vjetrove otpada 37 posto u Malovu dolu i 40 posto u Grahovu.

Raspored glavnih vjetrova po mjesecima te odnos maritimnih i kontinentalnih vjetrova pokazuje prevladavanje maritimne komponente u zračnim strujanjima.

**Tablica 15 — MARITIMNI I KONTINENTALNI VJETROVI I TIŠINE U % PO MJESECIMA**

u Malovu dolu za razdoblje od 1953. do 1960. g.

**Table 15. The monthly ratios between maritime and continental winds and calms in per cent at the Malov dô meteorological station for the period from 1953 to 1960.**

| | MARTIMNI | | | | | KONTINENTALNI | | | | | TIŠINE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | SW | SE | W | Ukupno | N | NW | NE | E | Ukupno | |
| I | 10,9 | 20,3 | 8,6 | 14,2 | 54,0 | 19,7 | 4.3 | 18,3 | 3,7 | 46,0 | 23,4 |
| II | 16,6 | 23,0 | 7,6 | 16,4 | 62,6 | 18,7 | 2,7 | 11,6 | 4,4 | 37,4 | 21,7 |
| III | 17,1 | 21,0 | 12,3 | 13,4 | 63,8 | 13,4 | 6.5 | 11,5 | 4,8 | 36,2 | 21,6 |
| IV | 15,9 | 21,3 | 9,7 | 12,8 | 59,7 | 11,1 | 2,7 | 18,3 | 8,2 | 40,3 | 17,2 |
| V | 18,3 | 16,3 | 13,9 | 12,2 | 60,7 | 7,6 | 2,8 | 17,6 | 11,3 | 39,3 | 20,5 |
| VI | 13,7 | 21,4 | 16,9 | 14,5 | 66,5 | 5,9 | 4,5 | 11,7 | 11,4 | 33,5 | 22,3 |
| VII | 13,6 | 18,9 | 20,0 | 7,6 | 60,1 | 6,2 | 4,9 | 19,2 | 9,7 | 39,9 | 25,8 |
| VIII | 12,5 | 21,1 | 22,1 | 9,8 | 65,5 | 5,1 | 4.3 | 14,5 | 10,6 | 34,5 | 23,9 |
| IX | 16,5 | 21,2 | 11,6 | 15,5 | 64,8 | 7,6 | 3,5 | 13,3 | 10,8 | 35,2 | 23,6 |
| X | 18,8 | 22,7 | 10,2 | 20,0 | 71,7 | 9,8 | 4,0 | 8,1 | 6,4 | 28,3 | 16,2 |
| XI | 12,3 | 21,7 | 10,1 | 21,9 | 66,0 | 10,6 | 3,0 | 14,0 | 6,4 | 34,0 | 23,6 |
| XII | 12,2 | 23,8 | 6,8 | 21,8 | 64,6 | 12,4 | 3,9 | 13,5 | 5,6 | 35,4 | 17,3 |

U toku cijele godine dominiraju strujanja zračnih masa s mora. Najviše su zastupljeni jugozapadni vjetrovi. Iz sjevernog sektora najčešći je svjeroistočnjak, dok su ostali manje značajni. Udio tišine dosta je velik i veoma je neujednačeno raspoređen po mjesecima. Zanimljivo je da se najtopliji dio godine poklapa s vremenom

najvećih tišina, a u doba najvećih padalina osjetno prevladavaju maritimni vjetrovi nad kontinentalnima.

Raspored maritimnih i kontinentalnih vjetrova i njihove učestalosti na stanici Malov dô odražava u cjelini i u detaljima odgovarajuću cirkulaciju zraka i na taj način ističe međuzavisnost meteoroloških pojava i geografskih elemenata.

Radi cjelovitosti analize klimatskih prilika treba razmotriti i *temperature*. Najpogodnija stanica je u Malovu dolu.

**Tablica 16. — PREGLED TEMPERATURA PO MJESECIMA U MALOVU DOLU**
srednje mjesečne i srednje godišnje vrijednosti

**Table 16. Average manthly and annual temperatures at the Malov dô meteorologcal station for the period from 1953 to 1959.**

| Godina | u razdoblju od 1953. do 1959. g. | | | | | | | | | | | | Srednja godišnja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1953. | —0,7 | 0,5 | 2,8 | 8,5 | 12,5 | 16,2 | 20 6 | 19,0 | 17,1 | 12,0 | 5,1 | 3,2 | 9,7 |
| 1954. | —2,6 | —0,4 | 4,6 | 6,1 | 10,7 | 17,8 | 18,4 | 18 8 | 17,0 | 10,2 | 5,2 | 3,0 | 9,2 |
| 1955. | 4,6 | 3,6 | 3,5 | 5,8 | 13,1 | 16,0 | 17,7 | 16,4 | 14,0 | 10,4 | 5,1 | 4,4 | 9,6 |
| 1956. | 1,7 | —3,7 | 0,7 | 6,5 | 12,3 | 14 4 | 19,1 | 21,0 | 17,0 | 9,9 | 5,2 | 1,9 | 8,8 |
| 1957. | 0,2 | 3,2 | 4,8 | 8,4 | 10,8 | 17,9 | 18,8 | 17.9 | 14,4 | 12,0 | 6,1 | 1,5 | 9,6 |
| 1958. | 1,2 | 4,8 | 0,6 | 6,3 | 15,0 | 15,1 | 18 9 | 19,8 | 14,4 | 9,9 | 7,0 | 4,7 | 9,6 |
| 1959. | —0,5 | 2,0 | 6,8 | 7,4 | 11,6 | 14,4 | 18,8 | 17,0 | 12,8 | 8,6 | 5,8 | 4,2 | 9,0 |
| Srednjak | 0,6 | 1,3 | 3,4 | 6,1 | 12,3 | 16,0 | 18,9 | 18,6 | 15,2 | 10,4 | 5,6 | 3,3 | 9,4 |

Tok maksimalnih i minimalnih temperatura i srednjih godišnjih temperaturnih amplituda značajan je pokazatelj godišnjeg hoda temperatura. Raspoloživi podaci[62] pokazuje da je u promatranom periodu srpanj bio najtopiliji mjesec (18,9°C), dok je najniža prosječna temperatura zabilježena u siječnju (0,6°C). Položaj ekstrema u pojedinim mjesecima promjenljiv je unutar odgovarajućih godina. Najviše su temperature bile karakteristične za srpanj (četiri puta), ali i za kolovoz (tri puta). Najniže temperature bile su pet puta u siječnju i dva puta u veljači.

Pojava većeg zakašnjenja za ljetnim i zimskim solsticijem uzrokovana je poznatim termičkim utjecajima obližnjeg mora. Srednja godišnja temperatura prilično je visoka (9,4°) i dobro ističe južni položaj planine.

Najhladnija godina u sedmogodišnjem razdoblju (1953—1959) bila je 1956, kada je srednja godišnja temperatura iznosila 8,8°C. Zanimljivo je da je iste godine bila zabilježena najniža srednja (veljača —3,7°) i najviša srednja mjesečna temperatura (kolovoz 21°C). Pojava ekstrema bila je, dakle, pomaknuta; zimska u veljaču, a ljetna u kolovoz. Godišnja amplituda srednjih mjesečnih temperatura iznosila je 24,7°C.

62. Evidencija temperatura u Malovu dolu vrši se od 1953. g.

Karakterističan je raspored srednjih temperatura po mjesecima. Najtopliji je mjesec srpanj (18,9°C) i kolovoz (18,6°C). To se potpuno podudara s vremenom najvećih tišina i najmanje količine padalina (tabl. 15. i tabl. 2). Relativno visoke temperature ljetnih mjeseci uvjetovane su osim jačom insolacijom i stabilnijim vremenom i zagrijavanjem ogoljelih vapnenačkih površina, kako je već istakao Beck von Manageta.[63] Lipanj (16°C), svibanj (12,3°C) i travanj (6,1°C) zajedno topliji su od rujna (15,2°C), listopada (10,4°C) i studenog (5,6°C). Ožujak (3,4°C) ima približno jednake temperature kao i prosinac (3,3°C). Veljača (1,3°C) je u prosjeku dvostruko topliji mjesec od siječnja (0,6°C), koji je najhladniji mjesec godine.

Porast ili pad temperatura između pojedinih mjeseci u promatranim godinama vidi se iz ove tablice.

**Tablica 17. — MEĐUMJESEČNE RAZLIKE U GODIŠNJEM HODU TEMPERATURA**
na stanici Malov dô u razdoblju od 1953. do 1959. g.

Table 17. Intermonthly differences in the annual temperature changes at the Malov dô meteorological station during the period from 1953 to 1959.

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godišnja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I | amplituda |
| +0,7 | +2,1 | +2,7 | +6,2 | +3,7 | +2,9 | —0,3 | —3,4 | —4,8 | —4,8 | —2,3 | —2,7 | —18,3 |

Najveći porast temperatura nastupa između travnja i svibnja (6,2°C), dok je veliko opadanje temperature podjednako karakteristično od rujna na listopad i od listopada na studeni. Jesen (rujan — studeni) u cjelini je osjetno toplija (10,4°C) od proljeća (ožujak — svibanj 7,3°C). Zbroj temperaturnih srednjaka ljetnih mjeseci (53,5°C) pokazuje izrazite velike razlike prema zimskom razdoblju (5,2°C). To je u skladu s visinom (940 m) i osobinama zemljišta, ogoljelih vapnenačkih stijena.

Osnovno klimatsko obilježje Orjena jesu, dakle, topla i suha ljeta sa svježim i neobično vlažnim zimama. Posebnost orjenske klime očituje se u tome što podjela na godišnja doba nije sasvim izrazita. Jasno se izdvajaju dva perioda, relativno hladno i vlažno doba, koje traje sedam mjeseci, nasuprot petomjesečnom suhom i izuzetno vrućem razdoblju. Prevladavanje vjetrova s otvorena mora u toku čitave godine također je važna komponenta i posebna značajka orjenske klime.

## DOMINACIJA KRŠKOG RELJEFA
### PREVLADAVANJE VAPNENCA I VISINA PLANINE

Iz skice sastava i građe (sl. 4) vidi se da je gotovo cijeli masiv izgrađen od karbonatnih stijena. Više od 95 posto tih stijena otpa-

63. Beck von Manageta, Die Vegetationverhältnisse der Illirischen Lander, Leipzig 1901.

da na vapnence. Najrašireniji su uslojeni, a zatim masivni vapnenci. Zemljište s nečistim vapnencima neznatno je i gotovo beznačajno. Kemijski čista vapnenačka masa najpogodnija je za razvitak krškog reljefa.[64] Međutim, još je F. Tućan[65] eksperimentalnim fizikalno-kemijskim analizama proučio strukturu dolomita i odredio njenu ulogu u procesima rastrožbe. Ustanovio je da su i dolomiti podložni otapanju. Kasnija terenska istraživanja[66] ne samo da su potvrdila tačnost laboratorijskih ispitivanja već su nizom primjera iz različitih predjela nepobitno dokazala da su i dolomiti podložni otapanju i da se hidrografski ponašaju slično vapnencima. Takve su pojave uočene i na Orjenu. Vode redovito poniru i stvaraju odgovarajuće krške oblike, a rijetke površinske tekućice, kao Kunska i Nudolska rijeka, usjekle su u kompaktnim dolomitima uske i duboke doline kanjonskog tipa.

Zahvaljujući prostranstvu i debljini naslaga kao i stanovitim ekološkim uvjetima, karbonatnu osnovu orjenskog masiva karakterizira svestrano razvijeni krš.[67]

Osim karbonatne osnove i ostalih elemenata, za razvitak krša važna je i visina. Odnosi altimetrijskih pojasa iznad 1000 m (tabl.1) daju detaljan uvid u raspored visinskih zona. Pored velikih visina orjenski masiv karakterizira i neobična raščlanjenost planinskih grebena (sl. 8).

Velike visine i dinamičan reljef (česta smjena grebenskih uzvišenja) neposredno uz obalu otvorena mora zadržavaju padaline i

---

64. J. Roglić, Neki osnovni problemi krša. Izvještaj o radu IV kongresa geografa FNRJ u Beogradu i NR Srbiji 1955, Bgd. 1956, str. 47.

65. F. Tućan, Die Oberflächenformen bei Garbonatgesteinen in Karstgegenden. Centralblatt für Mineralogie etc., Stuttgart 1911, Heft 1, str. 343—349; Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes. Ann. géol. de la Peninsule balk., Bd. VI, No 2, Beograd 1911, S. 609—813.

66. J. Roglić, Beitrag zur Kenntnis der Karstformen in der dinarischen Dolomiten. Hrv. geograf. glas. 8—10, Zagreb 1939, str. 194—201; J. Roglić — I. Baučić, Krš u dolomitima, između Konavoskog polja i morske obale. Geogr. glas. 20, Zagreb 1958, str. 129—137; J. Poljak, Razvoj morfologije... op. cit., str. 17.

67. J. Cvijić, Geomorfologija, knj. II, Bgd. 1926, Morfološki tipovi krečnjačkih terena, na str. 433. piše: »Oblast Crnogorskog Karsta sa planinama Orjenom i Lovćenom izdiže se skoro vertikalno iznad Boke Kotorske i izvesni njegovi pojavi predstavljaju specijalne probleme koji su u vezi sa pliocenskim i diluvijalnim izdizanjem... Skaršćavanje je ovdje tako razvijeno da premašuje sve ono što se može videti čak i u Dinarskom Karstu. To je nerazmrsivi krš i vrtače i uvale su jedna pored druge i smenjuju se, izuzimajući njihova dna, cela ostala površina je izbrazdana škrapama ili pokrivena golim, rezervnim stenama koje daju predelu izgled uzburkanog a skamenjenog mora.»... Z. M. Bešić, Geološki vodič, ... op. cit., na str. 198. piše: »Geomorfološka fizionomija ovog gornjokretacejskog karsta je tipska, naročito kada se javljaju čisti krečnjaci na na širem prostoru, a to je najčešće. Najizrazitiji karsni oblici u Crnoj Gori vezani su baš za te krečnjake gornje krede, ponikve, prodolí, a zatim i drugi karsni fenomeni (vrela i pećine). Svi su ti fenomeni mnogobrojni i tipski. Dakle, ovo je izraziti teren u ljutom karstu«...

glavni su uzročnik obilnih kiša u ovom kraju. Vode i krš dva su temeljna i međusobno tijesna povezano elementa prirodne osnove. Stoga je razmatranje njihova uzajamnog prožimanja nužnost u ovom radu.[68]

## OBILJE PADALINA U HLADNO DOBA GODINE

Analiza pluviometrijskih podataka pokazala je sezonski raspored padalina. Ta pojava ima veliko značenje za današnju klimu i za rekonstrukciju paleoklimatskih prilika i morfogenetskih procesa koji su njima bili uvjetovani.

Sezonski raspored kiša najbolje potvrđuju podaci meteorološke stanice u Crkvicama (tabl. 2). Iz 56-godišnjeg niza promatranja vidi se da je glavnina kiša (74,9%) pala u hladno doba godine (od listopada do travnja). U toplom dijelu (od travnja do listopada) utvrđeno je, naprotiv, pomanjkanje vlage i značajna je relativna suša.

Zanimljiv je dalje raspored po mjesecima. Najvažniji mjeseci su prosinac (16%) i studeni (16%), koji su zajedno primili 32 % ukupnih godišnjih padalina. Zatim slijedi listopad (12%), dok je količina padalina u siječnju (10%), veljači (10%) i ožujku (10%) ravnomjerna. Prosječna količina ovih triju mjeseci u godini neznatno je manja od dvomjesečne količine padalina u prosincu i studenom. Prosječna količina u travnju (9%) osjetno je manja od količine padalina u prethodnim mjesecima, ali je znatno veća od količine padalina u narednim mjesecima. Rujan (5,3%) i svibanj (5,2%) primali su približno jednaku koliičnu padalina, količina obaju mjeseca odgovara tek količini jednog zimskog mjeseca, npr. siječnja, veljače ili ožujka. Zanimljivo je, ali sasvim objašnjivo, da lipanj (3%) kao ljetni mjesec prima dvostruko više od srpnja (1,5%) i kolovoza (1,5%). Potonje razdoblje inače je najsuši dio godine.

Nerazmjer u rasporedu padalina između hladnog (74,9%) i toplog dijela godine (25,1%) dakle je očigledan (sl. 9). To je posebno važna klimatska značajka. Stvarna je razlika još izrazitija jer u sedam mjeseci (od listopada do uključivo travnja) padne 83 % godišnjih padalina. U ostalih pet mjeseci (od svibnja do listopada) padne svega 16 % ukupne godišnje količine padalina. Takva raspodjela kiša u toku godine nesumnjivo je zanimljiva pojava, ali ima i odlučujuće značenje za razvitak krša.

J. Corbel je pokušao kvantitativno precizirati brzinu erozije.[69] Posebno je izračunao intenzitet otpadanja vapnenačke mase u raz-

---

68. J. Roglić, Neki osnovni problemi krša ... op. cit., str. 46.
69. J. Corbel, Vitesse de l'érosion. Zeitsch. f. Geomorph., Bdo 3, Heft 1, Göttingen 1959, S. 1—28.

ličitim klimatskim sredinama.[70] Pri tom je značajna tvrdnja da su »najagresivnije« vode u hadnim i vlažnim planinskim klimama. Kao primjer najbržeg otapanja J. Corbel navodi planinske predjele jugoistočne Aljaske (Gold Creek) i sjeverozapadne Norveške (Svartisen). Ukupan iznos erozije u tim predjelima je 870 $m^3$/god./$km^2$. Od toga se odnosi 700 $m^3$/god./$km^2$ na podzemnu koroziju, 100 $m^3$/god./$km^2$ na mehaničku eroziju 70 $m^3$/god./$km^2$ na površinsko otapanje. Korozivni proces najjači je, prema tome u dubljim dijelovima. Zbog toga J. Corbel ističe: »Danas tontes ces regions neigeuses, l'erosion souterranie est énorme. C'est, dans toutes les régions montagneuses, le pays des gouffres et grottes géants, des Alpes á la Laponie.« Zanimljiv je odnos otapanja i količine padalina. Hladne planine sjeverozapadne Kanade i sjeverozapadne Norveške primaju od 2000 do 4000 mm padalina, a otapanje vapnenačke mase iznosi u prosjeku 450 $m^3$/god./$km^2$. Ovaj podatak je značajan jer današnji subpolarni krajevi sjeverozapadne Kanade i sjeverozapadne Norveške ukazuju na prilike orjenskog masiva u pleistocenu.

P. Birot[71] posebno je skrenuo pozornost na to da klimatske prilike znatno utječu na brzinu otapanja vapnenaca i daljnjim analizama došao je do sličnih rezultata kao i J. Corbel.

Herassowitz H.[72] dokazao je eksperimentalnim putem da padalinske vode imaju veliku sposobnost otapanja karbonatne mase.

Sve ukazuje, dakle, na to da su korozivni procesi u hladnim i vlažnim planinskim klimama posebno intenzivni, što se u odgovarajućim prilikama orijenskog masiva odrazilo na razvitak oblika u dubinu.

## TRAJNOST KRŠKOG PROCESA I NJEGOVE MODIFIKACIJE

U masivu Orjena nema stalnih površinskih tekućica, rijetka su vrela, a relativno je malo i vrulja u susjednom primorju. Goleme količine voda, najviše od padalina u hladnom dijelu godine, neprestano poniru u podzemlje stvarajući na taj način oblike razvijene u okomitom smjeru. Navedene činjenice upućuju na to da su vodoprohodne pukotine veoma brojne, duboke i da im je kapacitet neobično velik. Podzemlje Orjena mora da je vrlo dubok krtičnjak, o kome se malo zna, ali brojne, iako još neistražene jame dobar su pokazatelj izloženog razvitka.

---

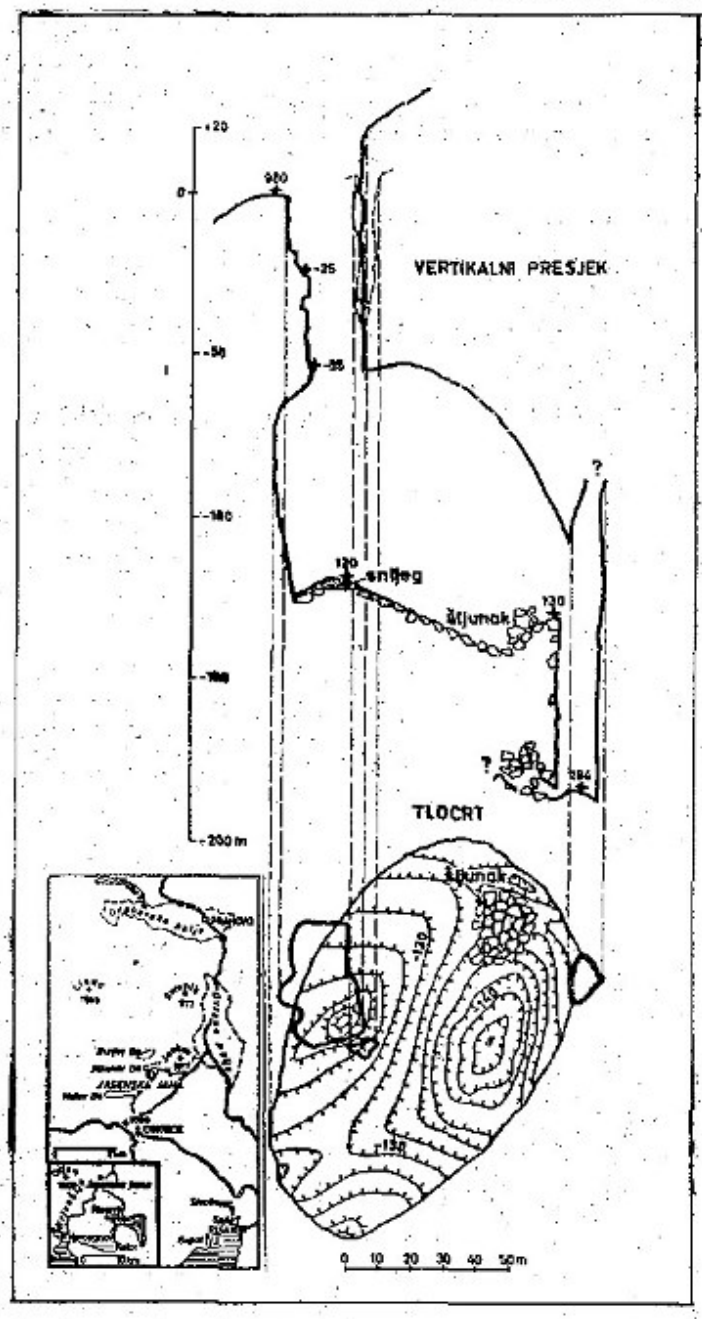
70. J. Corbel, Erosion en terrain calcaire (Vitesse d'erosion et morphologie). Ann. de géograph., No 366, Paris 1959, str. 97—120.

71. P. Birot, Problèmes de morphologie karstique. Annales de géographie, Tome 63, No 337, Paris 1954, str. 161—192.

72. Harassowitz, Das Karstphenomen in den verschiedenen klimazonen. Erdkunde, Heft VIII, No 2, Bonn 1954, str. 118.

Najtipičniji oblici orijenskog krša jesu jame i ponori.

*Jame.* Slovenski speleobiolog E. Pretner[73] objavio je spisak (preko 80 lokaliteta) poznatih speleoloških objekata u orjenskom kršu. Među postojećima nije evidentirana Jasenska jama, iako impresionira svojim izgledom.[74] Jasenska jama je na 42°35' 1''N i 18°38'




Sl. 11. a) Položaj Jasenske jame; b) vertikalni presjek; c) tlocrt.

Fig.11. (a) The position of the cave at Jasen dô, (b) vertical section, (c) plan.

73. E. Pretner, Speleološka istraživanja u Crnoj Gori i spisak pećina i jama, Drugi jugoslavenski speleološki kongres, Zagreb 1961, str. 219—235.
74. J. Riđanović, Jasenska jama. . op. cit. . .

37"E od Greenwicha, te na visini od 1040 do 1050 m nad morem. Jama je na kraju pošumljene padine krševitih Reovačkih greda, koje nestaju pod morenskim nanosom Malaušine poljane. Jama je od Crkvica udaljena 2350 m zračne linije, a najlakši joj je pristup od mjesta gdje se glavna cesta Crkvice—Grahovo odvaja stazom ispod Jankova vrla (1017 m) i preko Jasenova dola. Jasenov dô je košanica okružena šumom na sjecištu dvaju puteljaka kod dviju gustijerna. Oko 30—40 m iznad njih na šumom obrasloj padini otvara se Jasenska jama. Do nje se može doći i iz Crkvica popločanom stazom preko Malova i Siljevačkog dola i dalje kroz Jasenov dô.

Približavajući se jami, već na desetak metara od njena otvora struji iz podzemnih šupljina hladan zrak i upozorava na mogućnost povezivanja jame s još većim podzemnim prostorijama. Otvor jame velik je oko 50 m². Neposredno iza otvora slijedi oko 100 metara okomit pad.

Prema Z. Bešiću[75] jama je u »preko 600 m debelim naslagama gornjokretacejskih vapnenaca i dolomita.« Isti sastav karakterističan je i za okolni kraj. Gornjekredni sedimenti najčešće su čisti vapnenci, izlučeni u deblje slojeve ili bankovite blokove. Vapnenci zapremaju znatno veći prostor od dolomita, koji su zastupljeni kao umeci u tanjim slojevima. Na toj osnovi razvijen je izraziti krš s najtipičnijim, a ponekad i bizarnim oblicima škrapa, jama, pećina, dolova i dr. Prikaz sastava zemljišta oko jame nije potpun ako se ne spomenu i relativno velika prostranstva pleistocenske akumulacije, bilo kao rastresiti pokrov u Dvrsniku polju i susjednim dolovima bilo kao ostatke morenskih nanosa stałoženih nedaleko od jame. Čudno je kako jama u doba vlažne i svježe klime pleistocena nije bila zatrpana spomenutim nanosima.

Neposredna okolica jame prima najveće količine padalina u Evropi.[76] Izmjereno je da je na Crkvicama (1097 m) 48-godišnji prosjek iznosio 4918 mm kiše, a stanica je od jame udaljena 2350 m. Jankov vrh (1017 m) udaljen je 1900 m od otvora, a u 18-godišnjem razdoblju primio je 3854 mm kiše godišnje. Malov dô (940 m), koji je najbliži (udaljen je svega 1250 m) primio je za osam godina (koliko su vršena mjerenja) godišnje prosječno 4717 mm padalina. Pa ipak okolica nema stalne tekućice. Izgled kraja određuju krški oblici. Ovaj dio orjenskog krša obiluje pukotinama. Posebno se ističu oblici nastali korozijom; u okomitom smjeru razvijeni su do velikih dubina. To se može dokumentirati brojnim primjerima. Navest će se samo nekoliko karakterističnijih speleoloških objekata. Većinu ih spominju raniji istraživači. To su: 1. Jama na orjenskom sedlu, »Grotte du col

75. Z. Bešić, Geološki vodič... op. cit., str. 194.
76. A. Melik, Kje pada v Evropi... op. cit., str. 27.

d'Orjen;«[77] 2. Rajčeva jama, neposredno ispod vrha Veli Kabao (1525 m) zapadno od Crkvica;[78] 3. Vranja jama, južno od Prstatih dolova, u blizini kote 1341 m; 4. Vučja jama, »Wolfshöhle beim Gendarmerie posten von Vrbanj; [79] 5. Ledenica na Kalupnoj gredi, »Illo jama bei Kalupnagreda am Orjen« — Wolf B;[80] 6. Pećina na Liscu;[81] 7. Veprovica kod Jabukovca, 1 km jugozapadno od planinske staze;[82] 8. Jankova pećina kod Jankova sela;[83] 9. Pećina na Jankovu vrhu kod Jankova sela;[84] 10. Studena pećina kod Knežlaza[85] i 11. Galova jama kod Kruševice.[86]

Navedene jame, iako u malom broju, pokazuju intenzivnu i neobično složenu dubinsku pukotinsku cirkulaciju. To je u skladu s Corbelovim[87] rezultatima o snažnoj koroziji u svježim i vlažnim klimama. S druge strane, to potvrđuju i pojave rijetkih, ali izdašnih vrulja na obali Boke kotorske te vrela (Sopot, Spila i Smokovac) u Risanskom zalivu, koja izbijaju na kontaktu vapnenačkih stijena i klastičnih sedimenata primorja. Vode cirkuliraju, dakle, u gotovo 2000 m visokoj vapnenačkoj planini duboko i najvećim dijelom izbijaju na morskom dnu.

Ranije pretpostavke da neke vrulje i vrela podzemno komunociraju s višim krškim predjelima neposrednog ili daljeg zaleđa dokazane su sistematskim istraživanjima 1956. i 1959.[88] Tada su bojanjem utvrđene veze voda Grahovskog i Dvrsna polja s Risanskim zalivom. Prvo polje udaljeno je čak 17 km, a drugo oko 9 km zračne linije od mora. Jesenska jama udaljena je 8,5 km od Risanskog zaliva. Međutim, udaljenost nije bitna toliko koliko su važne iznesene činjenice i novije spoznaje o postanku šup-

---

77. Paganetti—Hummler, Enumération des Grottes visitées. Biospéologica, No 33, Série 5e, Tome 53, str. 345.

78. J. Kratochvil, Araignées cavernicoles de la Krivošije, Brno 1935, str. 1—25. cgz—6g

79. B. Wolf, Höhlenforschungen in Montengero, Vol. II, Cavernarum Catalogus, str. 307, J. Kratochvil, Pregled pećinskih paukova u Jugoslaviji. Prirodosl. razprave, Ljubljana 1934, knj. 2, str. 220.

80. B. Wolf, Vol. II... op. cit., str. 304.

81. H. Schmitz, Phorïdenfauna der von Dr. K. Absolon 1908/18. besuchten mittel-und südosteuropäischen Höh'en, str. 240.

82. J. Kratochvil, Pregled pećinskih paukova... op. cit., str. 222.

83. Kratochvil, Araignées... op. cit., str. 24.

84. J. Kratochvil, Araignées... op. cit., str. 23.

85. H. Strouhal, Studien aus dem Gebiete der allgemeinen Karstforshung, der wissenschaftlichen Höhlenkunde, der Eiszeitforschung und den Hechbargebieten, S. 35.

86. R. Jeannel, Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléeoptères. Les Techini cavernicoles (L' Abeille), Paris 1928, No 3(, str. 295.

87. J. Corbel, Erosion en terrain calcaire... op. cit., 105.

88. J. B. Petrović, Utvrđene podzemne hidrografske veze u kršu Crne Gore. Zbornik radova, sv. VI, Bgd. 1959, 79—100.

ljina u kršu.[89] Sigurno je da je Jasenska jama,[90] kao što su i sve ostale jame, samo dio dubokog pukotinskog sistema u orjenskom masivu.[91] Pored jama orjenski krš obiluje i ponorima — oblicima koji su srodni jamama. To su odgovarajuće pukotine kroz koje voda, kako im i ime kaže, ponire u podzemlje.

Najpoznatiji su tzv. aluvijalni ponori. To su mjesta na rastresenom dnu krških udubina gdje se taj rastresiti pokrov urušava. Najtipičniji su na istočnoj strani gornjeg Vrbnja, zatim u sjevernim dijelovima Kruševica, a ima ih i u Zubačkim (dio ispod novog turističko-planinarskog doma) i Bokeljskim (u blizini kote 749 m) Ublima i rubnim poljima, Dvrsnom (duž cijele istočne strane), Grahovskom (jugoistočno od naselja Grahovo u prostoru Bobove Ulice) i Durbavskom (u dijelovima Tuli i Turmenti). Na stranama ostalih dolova također ima ponora kojima voda kroz raspucali krš redovito nestaje u podzemlju. Zamijećeno je da se voda gubi na stranama Dobroga dola, ispod Kršljeva Mramora, podno Gnjile grede u sektoru 4, zatim u Reovačkim dolovima, Dubovu dolu i osobito u Dubokom dolu kod kote 1252 m.

*Dolovi*

Dolovi su najvažniji oblici površja u orjenskom kršu. Ima ih preko 100. Toliko su raširenu da određuju fizionomiju pojedinim dijelovima orjenskog masiva.

Na Orjenu se pod dolovima razumijevaju manje i veće krške udubine na raznim visinama s odgovarajućom količinom rastresitog pokrova. U morfogenetskom pogledu dolovi se mogu u pravilu poistovjetiti s ponikvama ravnoga dna, kako je to utvrdio i jasno precizirao *J. Roglić*.[92] Ima ih u svim visinama: najčešći su na dnu većih krških udubljenja, u zaravnjenom kršu i na položitijim stranama planinskih grebena. S obzirom na sadržaj rastre-

---

89. J. Roglić, Zaravni na vapnencima. Geografski glasnik br. 19, Zagreb 1957, str. 103; I. Baučić, Prilog poznavanju postanka i razvoja ličkog podzemlja. Zbornik radova V kongresa geogr. FNRJ, Tgd. 1958, Cetinje 1959, str. 417—423.
J. Roglić, Simpozij o postanku spilja. Geogr. glas. No 23, Zgb. 1961, str. 123—134.

90. E. Pretner, Institut za raziskovanje Krasa u Postojni obavijestio me je da je 4. i 5. VIII 1965. s članovima Spéléoclub des Ardennes istražio Jasensku jamu. Tom su se prilikom spustili do 120 odnosno do 180 m/vidi vertikalni presjek i tlocrt jame). Kao što se i predviđalo, na dnu jame nalazi se šljunčani materijal i nakupine smrznutog snijega. Članovi navedene ekipe pod vodstvom E. Pretnera obišli su još nekoliko dubljih jama u okolici Pod Hana, što upućuje na to da bi se još našlo sličnih, možda čak i dubljih objekata kad bi se upriličila sistematičnija istraživanja.

91. J. Roglić, Odnos morske razine i cirkulacije vode u kršu. Drugi jugoslavenski speleološki kongres u Splitu 1958. g. Štampano u Zagrebu 1961, str. 45—48.

92. J. Roglić, Neki osnovni problemi krša... op. cit., str. 50. i 51.

sitog pokrova i izgleda treba lučiti: 1. dolove viših krajeva, koji su bili zahvaćeni pleistocenskom glacijacijom, i 2. dolove nižih predjela, koji su bili izvan izravnog utjecaja leda.

Tipični predstavnici dolova viših krajeva jesu Crni dô, Mokri dô (1181 m), Reovački gornji (1300 m), Reovački srednji (1250 m), Reovački donji dô (1211 m), Dobri dô (1303 m) i Dubov dô (1293 m). Zajednička im je osobina da su znatno blažeg izgleda u odnosu prema nižim dolovima i da ih karakteriziraju raznovrsni glacijalni ostaci. Morenski nanosi ispunjavaju dna Crnog i Mokrog dola, a strane Reovačkih dolova, Dobrog i Dubova dola izmodelirane su radom leđa i nivalnim procesima.

Specifičnost navedenih dolova sastoji se, dakle, u tome što su im dna ispunjena raznovrsnim ledenjačkim akumulacijama, dok su im strane jače modelirane nivalnim procesima.

Dolovi nižih predjela u osnovi su manji i oštrijih kontura. Redovito su ispunjeni planinskom crnicom, ispod koje se nalazi najvjerojatnije crvenica. Ima ih gotovo u svim dijelovima orjenskog masiva koji nisu bili zaleđeni. Rjeđi su u pošumljenim predjelima planinskog sektora 1. Najpoznatiji su Brštanov dô, Jablan dô, Papratni dô i dr. Navedeni se dolovi zovu po vrsti biljnog pokrova koja prevladava, dok su Popov dô, Pavlov dô i drugi dobili ime po vlasniku i iskorišćuju se u različite gospodarske svrhe. U sektoru 2. ističu se Stjepov dô i Popov dô. U sektoru Bijele gore najviše ih ima po ogoljelim predjelima jugoistočnog dijela. Tamo je Jasenov dô, Borov dô i dr. I u sektoru 4. ima dolova. Tu je vrijedno spomenuti Travni dô i Koprivni dô, a u sektoru 5. najvažniji su Krstati dolovi, Vlaški dô, Rudin dô i neki drugi.

Ostale vrste ponikava, Cvijićeve[93] »normalne vrtače«, gotovo su nepoznate u orjenskom masivu. Manjih lijevaka ima u prostoru Ubajske planine i na Kamenskoj ravni. Obilje izrazitih i malih lijevaka daju cijelom kraju izgled »boginjava krša«.

Navedeni primjeri dolova viših i nižih predjela potvrđuju trajnost krškog procesa i pokazuju njegove modifikacije koje su bile uvjetovane pleistocenskom klimom. Po svemu sudeći u najvišim dijelovima orjenskog masiva krški je proces u doba glacijacije bio znatno izmijenjen. To je ustanovio i J. Corbel istražujući krš visokih planina.[94] Međutim, u nižim predjelima planine bio je korozivni proces ubrzan snježnicom[95], i to se odrazilo u brojnim primjerima ljutog škrapara na istaknutim vapnenačkim blokovima.

---

93. J. Cvijić, Karst. Geografska monografija, Bgd. 1895, str. 80.
94. J. Corbel, Karsts hauts—Alpins. Revue de géographie de Lyon 1957, str. 135—158.
95. J. Corbel, Erosion en terraine... op. cit., str. 117, Karsts Alpines de moyenne altitude Interlaken-Beatenberg. Rev. de géographie de Lyon 32, No 1, Lyon 1957, str. 43—56.

*Škrapari*

Škrapari su izraziti i oštri zasjeci u karbonatnim stijenama. Redovito su izduženi u smjeru nagiba i najčešće su na nagnutim površinama gologa krša. Najizrazitije su škrape[96] na vapnenačkim goletima u sjevernim stranama Vučjeg Zuba, Pazue i na strmim vapnenačkim plohama Kršljeva Mramora i tako dalje. Trokutasti prostor, omeđen auto-cestom Crkvice — Pod Han — Ledenice, pravi je kaos škrapara. U spomenutim krajevima ima škrapa dubokih više od dva metra. One čine pojedine dijelove potpuno neprohodnim.

Prema J. Cvijiću[97] škrape nastaju korozivnim radom atmosferske vode. Njihova izrazitost ovisi o čistoći i građi vapnenaca. Cvijić nadalje ukazuje na veliko značenje pukotina kao predispozicija u razvitku škrapa.

Čini se da stvaranju ovako izrazitih i dubokih škrapara pridonosi osim rada kišnice, i korozivno djelovanje snijega, kako tumače J. Roglić[98] i J. Corbel.[99]

Novija istraživanja o nastajanju škrapa najviše je unaprijedio A. Bögli.[100] Prethodne rezultate otapanja vapnenaca, kao glavnog uzroka postanka raznih vrsta škrapa, objavio je u New Yorku[101] 1956. g. Zatim je izložio pojedine faze otapanja vapnenačke mase i iznio njihovo značenje za krš.[102] Međutim, najzanimljiviji je, iako je po nazivu neobičan (škrapski stol), četvrti rad.[103] Istražujući gorje Märenbergen (u Švicarskoj) u visinama od 2230 do 2280 m, a na osnovu današnje količine padalina, tvrdoće vode i izvora postglacijalne korozije, Bögli je utvrdio da se vapnenačke stijene na ravnim plohama otapaju 1,51 cm više ili manje 10 posto u 1000 godina. Ovaj se podatak približno slaže s Terzaghijevim[104]

---

96. Pojam škrapa obuhvaća bogatstvo raznovrsnih oblika s kojima je rastočena hrapava površina karbonatnih stijena; detaljnije i preciznija objašnjenja vidi u radu: J. Roglić, Korozijski oblici u pokrivenom kršu, Bgd. 1961, Glasnik geogr. društva, str. 2—15, i R. Simeonović, O škrapama. Glasnik geogr. društva, sv. 5, Bgd. 1921, str. 142—59.
97. J. Cvijić, Škrape. Glasnik geogr. društva, sv. 13, Bgd. 1927, str. 23. i 25.
98. J. Roglić, Korozijski oblici... op. cit. str. 11.
99. J. Corbel, Erosion en terraine calcaire... op. cit., str. 117.
100. A. Bögli, Kalklösung und Karrenbildung. Internationale Beiträge zu Karstmorphologie, Zeitscher. f. Geomorph; Supplement-band 2, str. 4—21, Göttingen 1960.
101. A. Bögli, Der Chemismus der Lösungsprozesse und der Einfluss der Gesteinsbeschafenheit auf die Entwicklung des Karstes, Report of the Commission on Karst Phenomena, IGU, New York 1956.
102. Bögli, Les phases de dissolution du calcaire et leur importance pour les problèmes karstiques, Rassegna speleologica italiana, No 4, Como 1960, str. 1—16.
103. A. Bögli, Karrentiche ein Beiträge zu Karstmorphologie. Zeitscher. f. Geomorph., Bd. 5, Heft 3, Berlin 1961, str. 185—193.
104. K. Terzaghi, Beiträge zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes: Mitt. aus dem Jahrb. d. K. Ung. Geol. R. A., Bd. 20, Heft 6, Budapest 1913.

proračunom o kršu zapadne Hrvatske, gdje je ustanovio da brzina otapanja vapnenaca na ogoljelim površinama iznosi 1,4 cm u 1000 godina.

Škrape su na Orjenu neobično svježe i veoma su izraziti oblici krša. Njihov položaj prema glacijalnim tragovima ukazuje na to da su nastale nakon glacijacije.

Bögli se inače slaže s Cvijićem[105] da se prave škrape razvijaju na nagnutim terenima, dok su na vodoravnim površinama izuzetne, a ukoliko postoje, da su nepravilne ili su uvjetovane različitom strukturom stijena.

Međutim, u šumskim predjelima Bijele gore, na Ubajskoj planini i na Kamenskoj ravni, pretežno zaravnjenim prostorima, i po obraslom kršu Orjena ima pravilnih žljebova i drugih korozivnih oblika. Uobljeniji su i blažih oblika pa se osjetno razlikuju od ljutog škrapara i rastočenog krša okolnih goleti.

Na nizu primjera iz dinarskog krša J. Roglić[106] dokazuje da takve glatke plohe u kršu nastaju korozijom ispod rastresitog pokrova. To se slaže i s ranijim rezultatima Terzaghija,[107] koji je u šumskim predjelima Gorskog kotara ustanovio neusporedivo velike izvore otapanja vapnenačke mase (25 cm u 1000 godina!). Terzaghi je već davno upozorio na veliko značenje biljnog pokrova u otapanju karbonatne mase,[108] uključujući i organogene procese koji nastaju truljenjem bilja u sloju humusa. Njegove su ideje primijenjene i razrađene u poznatim radovima Kaysera (»Karstrandebene und Polje boden«) i Roglića (»Zaravni na vapnencima«). Obojica su svojim istraživanjima u različitim i udaljenim predjelima potvrdili tačnost Terzaghijevih rezultata. Terzaghijeve tvrdnje dokazane su i eksperimentalnim ispitivanjima H. Oertlija.[109]

*J. Roglić*[110] je kasnije upozorio na to da su korozivni oblici lijepo izraženi na nedavno ogolićenim dijelovima Dinarskog krša. U posebnom je radu[111] precizirao uvjete postanka korozivnih oblika u pokrivenom kršu.

Obrasli krš Orjena u kojem su brojne nakupine trošnog materijala ima svojevrsne karakteristike pokrivenog krša. Karbonatna masa pod rastresitim pokrovom otapa se uz posebne uvjete. Rezultat su takvog otapanja odgovarajući oblici, koji se po izgledu bitno razlikuju od gologa krša. Korozivnim radom pod

---

105. Cvijić, Škrape... op. cit., str. 22.
106. J. Roglić, Korozijski oblici... op. cit., str. 9.
107. K. Terzaghi, op cit., str. 343.
108. K. Terzaghi, op. cit., str. 341.
109. H. Oertli, Karbonathärte vod Karstgewassern. »Stalaktite«, Zeit. der Schweizer. Gesell. f. Höhlenrschung., No 4, 1954, str. 1—10.
110. J. Roglić, Zaravni na vapnencima... op. cit., str. 120.
111. J. Roglić, Korozijski oblici... op. cit., str. 1—15.

rastresitim pokrovom karbonatna osnova ravnomjernije korodira i zaravnjuje se, poprimajući izgled krških zaravni.[112]

Neophodno je isticati fizionomske suprotnosti, tj. reljefne razlike između gologa i obrasloga krša.

*Ostali značajni oblici*

U orjenskim pejzažima dolaze do izražaja izdvojene, ali dosta izrazite uravnjene površine. One nisu u skladu s okomitim otjecanjem voda u dubinu. To su izolirane zaravni. Najljepši je primjer Kamenska ravan, dio Ublajske planine, kako joj i ime kaže. To je uravnjeni krš na visini oko 1300 m. Značajni su rubni krajevi masiva na visinama oko 800 m od Crkvica prema Katunskom kršu. I pojedini manji dijelovi Bijele gore na visinama oko 1250 m također su dobar pokazatelj vodoravnih oblika u kršu Orjena. Spomenuti oblici međusobno su odvojeni i na različitim su visinama. Razvijeni su u vapnenačkim stijenama i sigurno su stariji od glacijacije jer su na njima staloženi ledenjački nanosi. Nakupine trošnog materijala pogodovale su kasnijoj vegetaciji, kada ih je pokrila, pa se time još jače potencira fizionomska suprotnost prema susjednom ljutom kršu u kojem dominiraju okomiti oblici.

Sve ukazuje na to da bi se ovi izuzeci u reljefu orjenskog krša genetski mogli dovesti u vezu s postankom ostalih zaravni u dinarskom kršu, kako je to utvrdio J. Roglić.[113]

Padine glavnih vrhova, osobito u rubnim dijelovima orjenskog masiva, karakterizira osjetno blaži reljef. Svojim izgledom, a i sastavom ti se oblici znatno razlikuju od susjednog gotovo neprohodnog krša. Šljunkovite naplavine, u perifernim dijelovima masiva, iznad kojih redovito slijede veći ili manji nanosi nediferenciranog materijala, od najsitnijeg pijeska do izdvojenih blokova kamenja od po nekoliko kubnih metara, ukazuje na to da je taj materijal topografski sasvim izoliran.[114] Spomenuti oblici kao i otvoreni pejzaži u inače klasičnom krškom prostoru ne mogu se objasniti bilo kojim od današnjih procesa. Postanak i priroda takvih oblika uvjetovana je drugačijim procesima i odgovarajućim klimatskim prilikama.

## GLACIJALNA IZMJENA RELJEFA

### PLEISTOCENSKE KLIMATSKE PRILIKE

Rekonstrukcija klime ranijih razdoblja može se izvršiti na temelju brojnih kriterija.[115] Istraživanja su na tom polju mlada,

112. J. Roglić, Korozijski oblici... op. cit., str. 12.
113. J. Roglić, Zaravni na vapnencima... op. cit., str. 112. i 113.
114. J. Riđanović, Glacijacija Orjena... op. cit., str. 136.

ali veoma intenzivna. Rezultati su neobično značajni i literatura je opsežna.[116]

Kaiserova karta[117] »Pleistozane eisrandlagen und klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in West- und Mittel-Europa« daje pregled pleistocenskih klimatskih prilika jer sintetizirano predočuje rezultate najnovijih i gotovo svih istraživanja na tom polju. Detaljniji osvrt i podrobnije upoznavanje ove karte omogućuje rekonstrukciju paleoklimatskih prilika i na taj način unosi više svjetla u inače slabo poznate pleistocenske prilike južnog dijela jugoslavenskog primorja.

Kao podloga toj karti preuzeti su nalazi različitih varijanata samrznutih tala, koje je prvi objavio *H. Poser.*[118] Korišteni su zatim rezultati i ostalih stručnjaka, npr. *J. Dylika*[119] za Poljsku,

---

115. Najglavniji su: položaj i priroda glacijalnih ostataka; južna granica trajno zaleđenih tala (»Dauerfrostboden«); sjeverna granica drvolikog bilja; razlike u položaju snježne međe danas i u doba pleistocenskih zahlađenja; pojava i raširenost odnosno smjerovi taloženja eolskih sedimenata (dina i drugih pješčanih nanosa); analiza polena, zapravo ostaci vegetacije hladnih krajeva u nižim geografskim širinama; fosilni tragovi arktičkih životinja; izotopska analiza dubokomorskih sedimenata itd.

116. Navode se samo veće studije i važnije revije općenito djela od osnovnog značenja koja tretiraju problematiku pleistocena u užem odnosno kvartara u širem smislu. Velik je broj i specijaliziranih radova koji se razmatraju prilikom odgovarajuće tematike. Ovo je samo najnoviji pregled važnije literature: M. Schwarzbach, Das ,Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie, Stuttgart 1961; E. F. Zeuner, The Pleistocene period, 2. Aufl., London 1959; P. Woldstedt, Das Eiszeitalter., 2. Aufl., Stuttgart 1958, Bd. 2 i Bd. 1, 1954; J. K. Charlesworth, The Quaternary Era, With special reference to its glaciation, 2, London 1957; R. F. Flint, Glacial and Pleistocene Geology, New York 1057; A. Cailleux and G. Taylor, Cryopedologie, étude des sols gelés, Paris 1057; R. v. Klebelsberg, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie I u. II, Wien 1948; C. Troll, Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geologische Rundschau 34, 1944; navodi se i pregled glavnijih časopisa koji su iskorišteni u redu: Eiszeitalter und Gegenwart, Öhringen/Württ; Revue de géomorphologie, Paris; Doklady Akad. nauk SSSR Geol. — geograf. ser. Moskva; Quartar, Bonn, i Quartenaria, Rim.

117. K. Kaiser, Klimazeugen des Pariglazialen Dauerforstboden in Mittel — und Westeuropa. Ein Beitrag zur Rekonstruktion des Klimas der Glaziale des quartaren Eiszeitalters, Eisz. u. G. 1960, Bd. 11, str. 121—141.

118. H. Poser, Dauerfrostboden und Temperaturverhältnisse während der Würm—Eiszeit im Nichtvereisten Mittel—und West—Europa. Die Naturwissenschaften 34, 1947 str. 10—18;
Auftaufiefe und Frostzerrung im Boden Miteleuropas während der Würm—Eiszeit. Naturw. 34, 1947, str. 232—238, 262—267;
Boden—und Klimaverhältnisse in Mittel-und Westeuropa während Würm—Eiszeit. Erdkunde, Bd. 2, Bonn 1948, str. 53—68.

119. J. Dylik, Coup d'oeil sur la Pologne periglaciaire. Biuletyn periglacjalnö, 4. Lódz 1956, str. 195—238 (s kartom periglacijalnih istraživanja u Poljskoj).

*J. Tricarta* [120] za Francusku, *L. Kadara*[121] za Mađarsku i *J. Sekyre*[122] za Čehoslovačku. Provjeravajući prethodne rezultate, *K. Kaiser*[123] je dopunio citiranu kartu s još nekoliko novih nalaza. Osim pregleda južne međe trajno zamrznutih tala ili mrzlote[124] na kartu su uneseni i podaci o nizu drugih elemenata važnih za ocjenu klimatskih prilika. To su sjeverna granica drveća na temelju analize polena prema rezultatima *F. Firbasa*[125] i prostorni raspored eolskih nanosa. Dani su podaci o ledenim klinima (njem. »Eiskeile«, fran. »Coin de glace«, engl. »ice-wedge«), mrežama ledenih klinova (njem. »Eiskeilnetz«, franc. »réseau des coins de glace«, engl. net-work of ice-wedge«), džepovima tla (njem. »Taschenböden«), soliflukcijama i kamenim poljima (njem. »Blockefelder«, franc. »champ de pierre«, engl. »stone fields«), značajnim pojavama periglacijalnih krajeva. Te su pojave poznate pod zajedničkim nazivom *krioturbacija ili krionivacija.*[126]

Iz međusobnih odnosa južne međe mrzlote i sjeverne granice vegetacije u doba posljednjeg glacijalnog zahlađenja i poznavanja današnjih temperatura u krajevima njihova prostiranja bilo je moguće približno izračunati srednje godišnje i mjesečne temperature u pojedinim mjestima u vrijeme glacijacije.

Danas su glavni prostori mrzlote u sjevernim predjelima Evroazije i kanadskog Arktika. Prostranstvo trajno zamrznutih tala približno se poklapa sa srednjom godišnjom izotermom —2°C. Međutim, u novije vrijeme ustanovljeno je da su granice mrzlote Evroazije godišnje temperature kolebale od —4,8°C do —8,6°C. [127] Na osnovu toga proizlazi zaključak da su srednje godišnje temperature

---

120. J. Tricart, Cartes des phenomenes periglaciaires en France. Biuletön periglacjalny, 4, Lódz 1956, str. 117—138.
121. L. Kadar, Die Abhängigkeit der Terassen und lössbildung von Quartaren Klimavenanderungen in Ungarn. Biuletön periglacjalnö, 4, Lódz 1956, str. 371—405.
122. J. Sekyra, Puosobni mrazu na pudu. Kryopedologie se zvlaštnim žretelem k ČSR. Geotehnica 27, Prag 1960, str. 1—164 (s kartom periglacijalnih istraživanja u Čehoslovačkoj i s popisom glavne literature).
123. K. Kaiser, op. cit., str. 136—137.
124. Uz rusku riječ mrzlota za stalno zamrznuta tla upotrebljava se i švedska riječ tjäle. U novije doba sve se više upotrebljava ruski termin.
125. F. Firbas, 1949. Waldgeschichte Mitteleuropas, Jena, Gustav Fischer, str. 1—400;
1939. Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der Mitteleuropäischen Spät—und Nacheiszeit, Naturw. 27, str. 81—89; 104—108.
126. U našoj stručnoj literaturi ne postoji vlastiti izraz. Upotrebljava se memeđunarodni naziv: krioturbacija kada se govori o procesima u zamrznutim tlima, odnosno o promjenama koje nastaju kao rezultat naizmjeničnog zamrzavanja i odmrzavanja. I za pojedine procese i pojave upotrebljavaju se strani izrazi, npr. soliflukcija, poligonalna tla itd. C. F. Capello, Periglaciale o crionivale? Boll. d. soc. geografica italiana sv. 8, No 11/12, str. 516—537.
127. I. Gohrs, Die Klimate der ewigen Gefrörnis, Göttingen 1951, disertacija,

bile niže od —2°, čak do —5°C! *J. Büdel* [128] je zbog toga logički zaključio da je sniženje temperatura pri površini zemljišta iznosilo i do 14°. U jednom kasnijem radu[129] ovaj autor između ostalog piše: »In Mitteleuropa betrug die Temperaturabnahme in Bodennähe sicher bis zu 15°, in der freien Atmosphäre bis zu 8°.« To se slaže i s najnovijim istraživanjima K. Kaisera,[130] koji je utvrdio da su temperature neposredno iznad zemljišta bile niže za 15—16°C.

Sjeverna međa drvolike vegetacije uglavnom se podudara sa srpanjskom izotermom + 6°C.

Detaljnim i opsežnim istraživanjima[131] utvrđeno je, a na spomenutoj karti i predočeno da su južna granica mrzlote i sjeverna granica šume bile za vrijeme posljednjeg glacijala istočno od Alpa, tj. u Panonskom prostoru. Zagreb se obično navodio kao mjesto na polarnoj granici würmske šume i njegovi meteorološki podaci korišteni su najčešće za izračunavanje temperatura u maksimumu virmske glacijacije.

Na temelju intenziteta otapanja (»Auftautiefen«) zaleđenih tala *Poser*[132] je matematičkim putem rekonstruirao prosječne virmske temperature za Panonski prostor. One izgledaju ovako:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| —14 | —12 | —8 | —2 | 4 | 8 | 10 | 8 | 4 | —2 | —8 | —12°C |

Na osnovu Poserova postupka kasnije je *A. Klein*[133] izračunala godišnju i mjesečne temperature u doba virma za prostor u kome je danas Zagreb. One izgledaju ovako:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | God. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| —13 | —12 | —8 | —3 | 3 | 8 | 11 | 9 | 3 | —2 | —8 | —12 | —2°C |

Prema ovoj procjeni temperatura najtoplijeg mjeseca u prostoru današnjeg Zagreba za doba virma bila je niža 11°C. U proljeće 1960. g. *K. Kaiser*[134] je pronašao u prapornim naslagama nedaleko od Beograda vjerojatno najjužniji »ledeni klin« (»Eiskeile«). Na temelju tog nalaza, a prema kriterijima Posera (1947) i Büdela (1953), K. Kaiser je zaključio da su virmske temperature u okolici Beograda također bile 11°C niže od današnjih.

---

128. J. Büdel, Die »Periglazial« — Morphologische Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erdkunde, Bd. 7, Bonn 1953. str. 250.
129. J. Büdel, Die Gliedernug der Wirmkaltzeit. Wüuzburger geographisches Arbeiten, Würzburg 1960, str. 7.
130. K. Kaiser,... op. cit., str. 136—137.
131. K. Kaiser,... op. cit., str. 136—137.
H. Poser, 1948... op. cit., str. 55, 59, 63, 65 i op. cit. 1947, str. 14, 235, 263, 266. m4m1
132. H. Poser, 1947, op. cit., str. 16.
133. A. Klein, Die Niederschlaäge in Europa im Maxiumum der letzten Eiszeit, Peterm. Geogr. Mitt. Vol. 97. Stuttgart 1953, str. 98—104.
134. K. Kaiser,... op. cit., 1960, str. 137.

Nedavne procjene ne smiju se generalizirati ni poistovjetiti za cijelu Evropu, čak ni za širu okolicu, jer je intenzitet otapanja zamrznutih tala regionalno različit i ovisi o kontinentalnosti, maritimnosti i ekspoziciji. Tako je, na primjer, vidljivo s Poserove karte [135] da je sloj otapanja kod Legnice (jugozapadna Poljska) bio dubok 70—90 cm, a u Pariškoj zavali čak 3 m.

Oscilacije snježne granice dobro odražavaju temperaturna kolebanja u toku pleistocena. Prema kolebanju snježne granice u Srednjoj Evropi, na Britanskim otocima i u Alpama u visinama od 1000 do 2000 m W. Weischet[136] je tvrdio da je u doba virma temperatura bila niža 8—10°C. Do sličnih rezultata došao je i S. Morawetz.[137] Istraživanjem visokih alpskih dolina ustanovio je da je srpanjska temperatura bila niža 10—12°C, a godišnja 9—10°C. Ove su procjene u skladu s najnovijim podacima koje je objavio Büdel[138] za visoke predjele Zapadne Njemačke, gdje je konstatirao da su temperature bile 11—13°C niže od današnjih. Međutim, općenito pleistocenske temperature u slobodnoj atmosferi bile su 7—8°C niže od današnjih.

Meridionalno pomicanje vegetacijskih zona do 15-stupanjskih polja prema J. Büdelu[139] objektivan je pokazatelj i neposredan odraz značajnog zahlađenja u toku pleistocena. Zbog općeg zahlađenja snizila se i granica šume u Srednjoj Evropi od 1400 do 1600 m, što odgovara sniženju temperature zraka od 7 do 8° C.

Izotopskom analizom dubokomorskih sedimenata i radio-karbonatnom metodom izračunao je *Emiliani*[140], poznati istraživač u Nuklearnom institutu čikaškog univerziteta, da je u posljednjih 40.000 godina, dakle, u toku mlađeg pleistocena, bilo pet hladnih i pet toplih razdoblja. Zatim je utvrdio općeniti pad temperatura. Po njemu je tropsko i ekvatorijalno more bilo hladnije 7° C.

*Wright*[141] u svom sintetičkom prikazu »Klima kasnog pleistocena u Evropi« zaključuje da su prema raznim autorima temperature bile niže 3—15° C. Razlike su shvatljive s obzirom na raz-

---

135. H. Poser,... op. cit., 1948, str. 59. i 1947, str. 235.
136. W. Weischet, Die Gegenwärtige Kenntnis von Klima in Mitteleuropa beim Maximum der Letzten Vereisund. Geogr. Ges. Mitt., München 1954, Bd. 39, str. 101—112.
137. S. Morawetz, Zur Frage der eiszeitlichen Temperatur—erniedrigung in den östlichsten Alpenländer und Alpenostrand. Mitt. Naturw. Ver. f. Stmk., Bd. 92, Graz 1962, str. 101—103;
Zur Frage der Eiszeitlichen Temperaturen. Mitt. Geogr. Ges., Vien 1955, Bd. 97, str. 192.
138. J. Büdel, Eiszeitalter und heutiges. Erdbild, Die Umschau F/M. 1962.
139. J. Büdel,... op. cit., 1953, str. 250.
140. C. Emiliani, Pleistocene temperature variations in the Mediterranean. Quaternaria II, Rim 1955, str. 87.
141. H. E. Jr. Wright, Late Pleistocene climate of Europa, A. Rewiew. Bull. the Geol. Soc. of America, juna 1961, str. 933—983.

nolikost položaja, a zatim zbog primjene različitih termičkih gradijenata i drugih elemenata koji utječu na rezultat. *M. Schwarzbach*[142] je kompletirao pregled istraživanja o kvantitativnom sniženju temperatura u doba pleistocena širom svijeta. *F. Klute*[143] je na temelju raspoloživih podataka kartografski predočio srpanjske odnosno siječanjske izoterme evropskog poluotoka u doba maksimuma virma. *Ove su procjene dragocjene jer omogućuju da se uoče i približno odrede temperaturni odnosi Orjena u toku sedenog doba.* U tabličnom pregledu *A. Klein*[144] je prikazala pleistocenske prilike najvažnijih planinskih skupina Evrope, tačnije njihovih predstavnika s odgovarajućim klimatskim podacima. Značajno je da je Orjen obrađen kao najtipičnija planina Dinarskog gorja.

Shodno svim razmotrenim kriterijima i obrazloženim dokumentacijama ranijih istraživača, posebno na temelju Kluteovih karata i logičnih procjena A. Kleinove, može se izvesti zaključak da je Orjen u toku pleistocenskih ljeta imao pozitivne temperature. Međutim, temperature zimskih mjeseci bile su znatno niže, čak ispod 10° C.

Opće sniženje temperatura utjecalo je i na padalinski režim u toku pleistocena. Raspored i količina padalina u toku maksimuma posljednjeg ledenog doba u Evropi predočeni su na karti: »Die niederschlage im maximum der letzten eiszeit in Europa.« Poznatu tvrdnju da je u toku posljednjeg ledenog doba bilo manje padalina A. Klein[145] kvantativno precizira za pojedine dijelove, i to je predočila na citiranoj karti. Osobito je važna konstatacija da su najveće količine padalina bile karakteristične za iste prostore kao i danas. Među najvažnije krajeve Evrope spadao je i Orjen s više od 2000 mm padalina. Zatim slijede predjeli zapadne Irske i Škotskog visočja sa sjeverozapadnim vrhovima Pirineja. Najvažniji dijelovi Skandinavskog ravnjaka i Alpe spadaju danas u red najkišovitijih krajeva Evrope, međutim u doba virma ipak su primali relativno manje količine padalina. Skandinavski poluotok bio je dublje i konstantnije pod kapom hladnog i suhog polarnog zraka, a rashlađene Alpe pomakle su prema jugu klimatski važan i padalinama bogat polarni front.

Zbog svog povoljnog položaja Orjen je, unatoč osjetnom smanjenju količine vlage zbog općeg zahlađenja, izvjesno vrijeme primao obilje padalina. Nalazio se u zahvatu čestih ciklona polarnog pojasa. Putanju tih ciklona osiguravalo je Sredozemno

---

142. M. Schwarzbach, op. cit., 1961, str. 162. i 164.
143. F. Klute, Das Klima Europas wärhend des Maximums der weichsel Würmeiszeit und Änderung bis zur Jetztzeit. Erdkunde, Bd. V, Heft 4, Bonn 1951, str. 273—274.
144. A. Klein, op. cit., 1953, str. 101.
145. A. Klein. op. cit., 1953, str. 103.

more. Zbog velikih dubina nije se znatnije pomakla obalna linija. U meteorološki nemirnom pojasu našla se uz obalu visoka i relativno hladna planina, koja je primala mnogo padalina, osobito u obliku snijega, analogno današnjim krajevima zapadnih i sjeverozapadnih obala Kanade te južne Aljaske i Kalifornije (Sierra Nevada).

Mnogobrojni pješčani nanosi i visoki praporni pokrovi u Zapadnoj i Srednjoj Evropi, odnosno prostranoj Panonskoj zavali s ostalim periglacijalnim taložinama siguran su oslonac i bogat materijal za proučavanje paleoklimatskih krilika, posebno virmske cirkulacije zraka. Navedeni eolska sedimenti ukazuju na silovite vjetrove u doba virma i nepobitan su dokaz da u krajevima gdje su pronađene spomenute pojave nije bilo šumske vegetacije. Analizom polena utvrđena je zona tundre u nizinama Srednje Evrope, što je daljnji dokaz da je ledeno doba karakterizirala hladna i suha klima. Fosilni nalazi arktičkih životinja u Padunavlju i okolnim nizinama također su značajna potvrda izloženih klimatskih prilika.

Na temelju dinskih nasipa i raširenosti klimatsko-vegetacijskih provincija *H. Poser*[146] je pokušao rekonstuirati putanje virmskih ciklona. Kartografski je predočio na dvije skice (»Luftdruck verteilung und windrichtungen über Europa im sommer str. 237 und winter str. 265 der würm-eiszeit«) prostore visokog i niskog zračnog tlaka i toplo i hladno doba godine u predjelima Srednje Evrope. Zanimljivo je napomenuti da se zimske prilike znatnije ne razlikuju od ljetnih. Očito je da su ledeni pokrovi Srednje Evrope i Alpa bili stalna izvorišta hladnog zraka s visokim tlakom. Međutim, predjeli Atlantika uz zapadne obale Evrope, zatim krajevi zapadnog, sjevernog i istočnog Mediterana bili su topliji, s niskim zračnim pritiskom. Zbog navedenih odnosa prevladavali su zapadni vjetrovi u Njemačkoj, sjeverozapadni u Šleziji i Poljskoj, a sjeverni vjetar dominirao je u Mađarskoj.

Poserova rekonstrukcija izvedena je logično i znači veliki napredak prema ranijim studijama koje su se oslanjale isključivo na prevladavajuće smjerove dina i ostalih pješčanih nanosa.

Istražujući dolinu Lippe (u Westfaliji), *F. Lotze*[147] je utvrdio da su dine znatno mlađeg postanka, tj. da nisu starije od 2000 godina. Stoga se ne mogu uzimati kao pouzdani dokaz za rekonstrukciju klime posljednje glacijacije.

*H. C. Willet*[148] smatra da su putanje ciklona u Evropi za vrijeme maksimuma virma bile oko 15° potisnute prema ekvatoru.

---

146. H. Poser, Zur Rekonstruktion der spätglazialen Luft-druckverhältnisse in Mittel—und Westeuropa auf Grund der Vorzeitlichen Binnendünen. Erdkunde, Bd. 4, Bonn 1950, str. 81—88. i op. cit., 1947—b, str. 237 i 265.
147. H. C. Willet, The general circulation at the last 1950. (Würm) glacial maximum. Geogr. Ann. v. 31.
148. Ibidem

H. Flohn[149] je proučavao kretanje zračnih masa i s njima povezane pojave u doba pleistocena, s posebnim osvrtom na posljednje ledeno doba. Osim značajnog pomicanja pojasa zračne cirkulacije prema ekvatoru zbog općeg zahlađenja, kao osobitost ističe jače naglašen i snažniji celularni raspored, tj. pojačano prodiranje polarnog zraka u niže geografske širine. Pored recentnih klimatskih promjena u nižim geografskim širinama i opće cirkulacije atmosfere *K. Butzer*[150] je studirao pleistocensko strujanje zraka odnosno režim padalina u Mediteranu, s posebnim obzirom na paleogeografske prilike Bliskog istoka. Njegovi su rezultati dalja dopuna općih konstatacija do kojih su došli njegovi prethodnici.

*Ukratko iznesena najvažnija istraživanja atmosferske cirkulacije i ostalih pojava upućuju na to da je prostor južnih Dinarskih planina u doba kasnog virma bio u pojasu subpolarnog fronta. Tim su krajevima najčešće nadirale snježne ciklone, kojima je vlagu osiguravala gotovo nesmanjena zapremina južnog Jadrana.*

Prema opće prihvaćenom naučnom gledanju, razina svjetskog mora bila je u pleistocenu niža oko 100 m, tačnije 92 m.[151] Primorski položaj Orjena nije ni onda bio drukčiji jer su upravo nedaleko od njega najveće dubine Jadranskog mora (1330 m). Uvjeti kopnenog reljefa bili su odlučujući za raspored padalina i dalje prodiranje ciklona. Zahvaljujući navedenom odnosu kopna i mora, kao i postojećem reljefu, Orjen je i u takvim prilikama, slično kao i danas, primao najveće količine padalina u odnosu prema drugim krajevima.[152] Međutim, zbog općeg zahlađenja padaline su bile u obliku snijega, koji se mogao duže zadržati jedino na topografski pogodnim mjestima.

Ciklone su bile naročito česte i duboke u toku zimske polovice godine jer je polarni front bio tada jače naglašen. Na osnovu već

---

149. H. Flohn, Allgemeine atmosphärische Zirkulation und Paläoklimatologie. Geol. Rundschau, Bd. 40, 1952, str. 153—178. Studien über die atmosphärische Zirkulation in der letzt. Eiszeit Erdkunde. Bd. 7, str. 266—275. u-as,f.x umlh
150. K. Butzer, The recent climatic fluctuation in lower latitudes and the general circulation of the Atmosphaire. 1957-a. Geogr. Ann. v. 39, str. 105; Mediterranean pluvials and the general circulation of the Pleistocene. Geogr. Ann. v. 39, 1957-b, str. 48—53; Near east during the last glaciation: A. palaegeografical skettch. Geogr. Journ. 1958, str. 367—370. umlhuml
151. R. W. Fairbridge, Eustatic shanges in sea-level, Physics and Chemistry the Earth (Pergamon Press London), Vol. 4, str. 99, 1901; R. W. Fairbridge, E. Listzin and J. Patullo (1961) — The principal factors influencing the seasonal oscilation of sea-level. Journ. Geophys. Res., Vol. 66, str. 345—352; R. W. Fairbridge (1960), The Chaning level of sea. American Science, Vol. 202, No 5, str. 70—79; H. Baulig, The changing sealevel, London 1935; Le Plateau Central de la France et sa bordure mediterraneenne, Paris 1928; E. Antews (1928), The last glaciation, New York 1928.
152. A. Klein (1953.) ... op. cit., str. 102.

izloženih općih osobina jasno je da su prevladale snježne padaline. Orjen je zimi bio prekriven debelim snježnim pokrovom i ljetne temperature nisu bile dovoljne da ga otope. I ljeti je Orjen zbog snažnog hladnog utjecaja ledom pokrivenih Alpa bio u pojasu subpolarnog meteorološkog nemira, što znači da su mnoga ljeta bila svježa i olujna.[153]

Količina snježnih padalina, niske temperature i pogodna topografija nužni su elementi za razvitak i održanje leda. Navedeni elementi podjednako su važni.

Naprijed izložene rekonstrukcije pleistocenske klime upućuju na to da je godišnja temperatura na Orjenu bila za oko 10° C niža od današnje. Usporedili se taj podatak s današnjim godišnjim prosjekom (9,4° C), može se zaključiti da su temperature bile dovoljno niske i da su pogodovale održavanju snježnog pokrova i nastajanju leda. Ljetne su temperature važne jer su mjerodavne za otapanje snježnog pokrova. Značajno je, dakle, pravilno ocijeniti kakvo je ljeto slijedilo poslije snijegom bogate zime. *A. Klein*[154] je izračunala da je na Orjenu temperaturna razlika između najtoplijeg mjeseca danas i u maksimumu virma iznosila 9,1° C. Znači da su temperature u toplom dijelu godine bile na Orjenu iznad 0°C, a u hladnom čak ispod —10° C, što je sasvim u skladu s južnim položajem planine. Ako je ljetna temperatura bila u toku četiri mjeseca iznad 0° C, mogao bi se stvoriti zaključak da je to dovoljno za otapanje snježnog pokrova. Treba, međutim, imati na umu da je Orjen tada bio u meteorološki nemirnom i olujnom pojasu polarnog fronta i, a to je veoma važno, izrazita primorska planina. Hladna kapa Alpa utjecala je na to da se polarni front i ljeti zadrži južnije. Zbog velikog termičkog gradijenta bila je izrazita razlika između toplije obale i snijegom pokrivene planine. Planinu je često obavijala magla, a i ljetne snježne oluje nisu bile rijetkost. Sve upućuje na to da su ljetne temperature na samom Orjenu bile nešto niže od onih koje je rekonstruirala A. Klein. Pojas je bio ne samo meteorološki nemiran već i osjetljiv na aperiodičke klimatske promjene. Svježa ljeta i danas su česta pojava subpolarnih krajeva, a to osobito pridonosi održavanju snježnog pokrova i stvaranju leda. Jednom stvoreni ledeni pokrov dalje je aktivan klimatski modifikator.[155]

U slučaju Orjena posebno je važan reljefni moment i njemu je posvećena odgovarajuća pažnja jer to i odgovara prirodi ovog rada. S obzirom na to da reljef[156] bitno utječe na vrstu glacijacije,

---

153. J. Roglić, Glacijacija na planinama oko srednje Neretve. Geogr. glasnik, No 21, Zagreb 1960, str. 25.
154. A. Klein, op. cit. 1953, str. 103.
155. T. Šegota, Geografske osnove glacijacije. Radovi Geografskog instituta PMF. sv. 4, Zagreb 1963, str. 8—9.
156. H. Louis, Orographischen töpen der Vergletscherung, Allgem. Geomorph., Berlin 1960, str. 160.

za Orjen su osobito važni njegov masivni sklop i krška topografija.

## KRŠKI I PADINSKI TIP GLACIJACIJE

Prostorni raspored glacijalnih ostataka na Orjenu prema glavnim grebenima predočen je na sl. 11. Najviše glacijalnih tragova ima u sjeveroistočnim dijelovima Bijele gore u sektoru 3. U jugozapadnom Vrbanjskom prostoru ledenjački tragovi najbolje su izraženi pod strmcima jugozapadnih i južnih strana planinskog masiva. Istočni, Crkvički sektor također ima izrazitih ledenjačkih tragova, ali naročito akumulacionih oblika na rubu planine. Počevši od sporednih padina Reovačkih greda preko Crkvica do ispod Knežlaza vidljivi su brojni manji i veći brežuljci glečerskih nanosa obraslih bukvom. Na krajnjem južnom rubu planine, u ljutom

**Fot. 7. Koprivni dô između Zubačkih Ubala i velikih morenskih nasipa. Gledano od jugoistoka prema sjeverozapadu. Na finom pretaloženom materijalu dobro uspjevaju kulture krumpira i kukuruza.**

**Phot. 7. Koprivni dô above Zubački Ubli and big morainic deposits seen from the south—east towarrds the north—vest. Crops of potato and maize grow well on the shifted fine material.**

kršu podnožja Radoštaka i Dobrostice, izdvajaju se nanosi bregovi obrasli šumom crnoga bora. Na završetku udoline Kantuništa, u sektoru Dobri dô prema Konjskom, deponirana je najviša morena s velikim nanosima šljunkovitog materijala.

Iz prostorne slike ledenjačkih tragova može se zaključiti da su na Orjenu postojala dva odnosno tri eventualno četiri glacijalna žarita.

Najvažnije žarište je u sjeveroistočnom planinskom sektoru, koji je danas pošumljen i ima najmirniji reljef u prostoru Orjena. Prema istoku taj kraj završava s Dvrsnim poljem, a na sjeveroistoku glacijalni nanosi završavaju obodom Grahovske zavale. Rastresiti pokrov u poljima u biti je glaciofluvijalna naplavina, dok se uz Grahovsku rijeku nalaze mlađe taložine. Polja se u reljefnom pogledu nesumnjivo ističu.

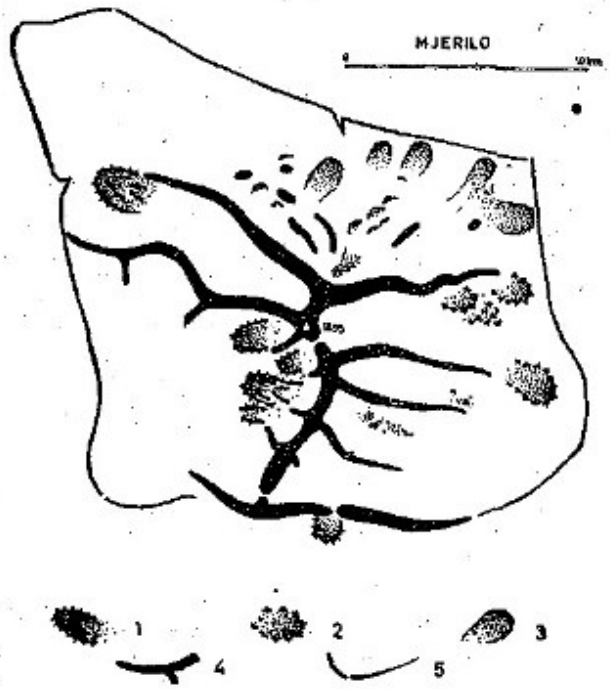
Dvrsno polje izduženo je 5 km u pravcu. Najveća mu je širina 2,5 km. Postoje izvjesne razlike u sastavu pokrova dna polja. Posebnu pažnju privlače duž zapadnog ruba veće i manje naplavine. Od naselja Kuline pa prema vrhu (kota 964 m) ističe se veliki nasip lučnog oblika, sastavljen od nediferenciranog materijala. Ti su nanosi gusto obrasli lijeskom te se jasno odvajaju od okolnog zemljišta. Topografski odnosi upućuju na to da je spomenuti materijal snesen iz viših predjela kroz vrata široka oko 200 m između Dvrsnika i Mačije planine. Iznad uskog i dubokog prolaza, kojeg je dno prekriveno raznorodnim krhotinama, nalazi se nekoliko udubina poput većih dolova. Brojni dolovi u podnožju Lisac-planine izdvajaju se svojim blagim oblicima i pokrovom trošnog materijala. Sjeveroistočne padine Lisca također su pokrivene znatnim količinama kršja pomiješanog s rastresitim tlom. Sav taj materijal pogoduje vegetaciji, stoga je širi prostor obrastao bukovom šumom (Deljevac).

Nediferencirani rastrošeni pokrov od podnožja Lisca do golemog nasipa kod Bjeganštice te dosta blag izgled kraja nisu u skladu s današnjim klimatsko-morfološkim procesima koji pogoduju poniranju voda i razvijanju krških oblika. Ovaj pejzaž upućuje, dakle, na drugačije morfološke procese. Izgled kraja rezultat je rada ledenjaka koji su po rubovima nataložili velike količine nanosa. Na rad leda utjecao je i zatečeni reljef i sastav zemljišta. Pod vapnenačkim strmcima bila su velika siparišta, koja je led pokrenuo i staložio na drugom mjestu. Pokrenutim materijalom led je razarao podlogu. Nataloženi materijal pokazao se kao izvanredna osnova na kojoj se fiksirala bogata, pretežno listopadna vegetacija. Nanosi završavaju predočenim nasipom kod izvora Bjeganštice. Prema svemu izloženom taj je nasip ostatak velike morene. Tu je morenu kod Bjeganštice vidio i J. Cvijić[157] iz Dvrsna polja.

---

157. J. Cvijić, Stara bokeljska rijeka i virmska glacijacija. Geomorfologija, knj. I, Bgd. 1926, str. 375 i 376, citat: »Jedan lednik dolazio je iz

Njegovo se tumačenje ne može prihvatiti u potpunosti. Izgleda, naime, da Cvijić nije bio na Orjenu, već je prošao samo Dvrsnim poljem i približno ocijenio visinu istaknutog nasipa od dna polja, a to nije ispravno. Naime, morena je na padini i njezin najviši dio izdiže se oko 61 m. Nije tačno da se morenski materijal može pratiti na dužini od nekoliko kilometara. To je Cvijić vjerojatno preuzeo od Sawickog,[158] koji je na istočnoj strani Orjena rekonstrui-




Sl. 12. Raširenost ledenjačkih tragova.
Opis: 1. najbolje očuvane morene; 2. slabije očuvane morene; 3. najslabije očuvane morene; 4. planinski grebeni; 5. granična linija.

Fig. 12. The extent of glacial traces.
Legend: (1) the best preserved moraines, (2) less preserved moraines, (3) the least preserved moraines, (4) mountain ridges, (5) borderline.

---

ogromnog glacijalnog korita Pazue i silazio do dna uvale Dvrsnoga na njenoj severnoj strani. Ovde se morene toga ledника mogu pratiti dužinom od nekoliko kilometara, a razvile su se u Dvrsnome lepezasto. Debele su ili visoke iznad dna uvale 140 m, a sastavljene od blokova i parčadi krečnjaka, među kojima ima sa obje strane uglačanih, čije se ivice vrlo oštro seku. Na ove se morene neposredno nastavlja ogromna fluvio—glacijalna plavina, od šljunka i peska, i pokriva skoro celo dno Dvrsnoga od sela Dragalja na severoistoku do sela Paljkovca na jugozapadu. Ovde se sučeljava sa fluvio-glacijalnom plavinom drugoga ledника, koji je silazio od najvišeg vrha Orjena, prema Dvrsnom, ali se zaustavio iznad ivice polja, njegova je ledничка reka duboko prosekla ivicu polja i staložila pomenutu plavinu, koja se, dakle, ne nastavlja neposredno na morene kao prva.«

158. L. Sawicki, Die Eiszeitliche Vergletscherung des Orjen in Süddalmatien, Zeitsch. f. Gletsch., Bd. 5, 1911, str. 339—355.

rao sedam ledenjaka dugih 8—10 km. Tvrdnja Sawickog ne odgovara stvarnosti i o njoj je detaljnije raspravljeno kod tragova u crkvičkom dijelu.

Plavine šljunka staložene u zapadnom dijelu Dvrsna polja sastoje se od neujednačenih valutica. Neujednačenost plavinskog materijala upućuje na veoma česte promjene prilika. To je i logično kad se uzme u obzir klimatski, gotovo stalno kritičan položaj ledenjaka. Sve upućuje na to da je moralo dolaziti do sukcesivnog otapanja leda, u prvom redu zbog južnog položaja planine i njezine male visine.

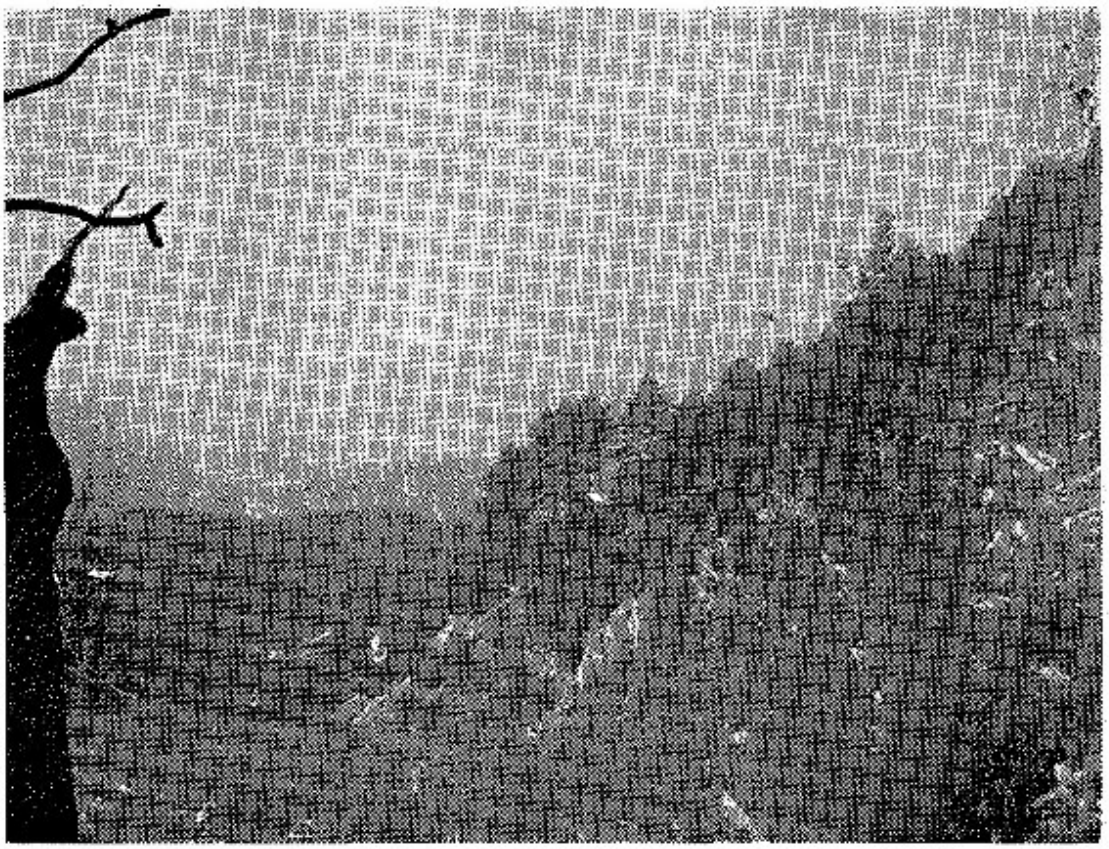
Iako su drugačijeg sastava, i plavine u Grahovu polju[159] glacio-fluvijalnog su podrijetla. To je u skladu s okopoljskim rubom, odnosno sa stijenama koje su erodirane. Ističu se nanosi kršja s malo rastresitog tla u podnožju Cerova Ždrijela i Jabukovca, jer su naneseni iz krševitog vapnenačkog kraja. Ovaj relativno uski krški pojav naglo prestaje prema jugu i krš ustupa mjesto listopadnoj vegetaciji. Šuma se širi na nanosima Krnje Jele, između kršovitih padina Dvrsnika i znatno blažih strana šumovitog Deljevca. Dalje prema jugu slijedi tipična krška topografija s brojnim dolovima, od kojih su veći Rasov dô, Brezov dô, Mirov dô i dr. u podnožju istaknutih vrhova (Bunevska greda 1500 m i Mačija planina 1346 m). Neposredno ispod strmaca najviših vrhova Reovačkih greda (1609 m, 1603 m i 1369 m) i Pazue (1771 m, 1745 m i 1742 m) ponovo se nailazi na rastrošeni materijal pod gustom bukovom šumom. Spomenuti pokrovi nediferenciranog materijala u Krnjoj Jeli i podnožjem Reovačkih greda i Pazue mogu se po svom izgledu, sastavu i položaju označiti kao stadijalne morene.

U višim predjelima iznenađuje što se ne mogu vidjeti izrazitiji tragovi glacijalne erozije. Obilni pokrovi i nasipi rastrošnog materijala u nižim predjelima nemaju, dakle, korespondentnih oblika glacijalne erozije u višim dijelovima. Ova nesuglasnost traži posebno objašnjenje.

U neposrednom zaleđu pjeskovite i šljunkovite plavine kod Zagulja nalaze se prostrani pokrovi nediferenciranog rastrošnog materijala dobro pokrivenog vegetacijom, npr. pod Oštrom kitom (1533 m) putem kroz Bojanje brdo do Pakalj-dola. Pakalj-dô jedna je od nekoliko krških udubina prekrivenih manjim, ali tipičnim morenskim nanosima (fot. 9). To je središte Bijele gore, kraja koji je izvanredno dobro pošumljen u odnosu na susjedne predjele koje obično karakterizira vapnenačka golet. Duž sjeverozapadnog (Milanov odsek) i sjevernog ruba (Gvozd i Miči Motika) ima manjih nasipa, koji su redovito pokriveni odgovarajućim raslinstvom. Među najvišim i najčešće ogoljelim grebenima posebno se izdvajaju pošumljeni vrhovi Žestikove glave (1638 m) i Ivanove kite (1533 m).

---

159. J. Ridanović, Grahovsko polje ... op. cit., str. 23.



Fot. 8. S padina Jastrebice pogled na jugozapadnu stranu Zubačkih Ubala. **Dobro se ističe najviša morena orjenske glacijacije pokrivena vegetacijom bukve.**

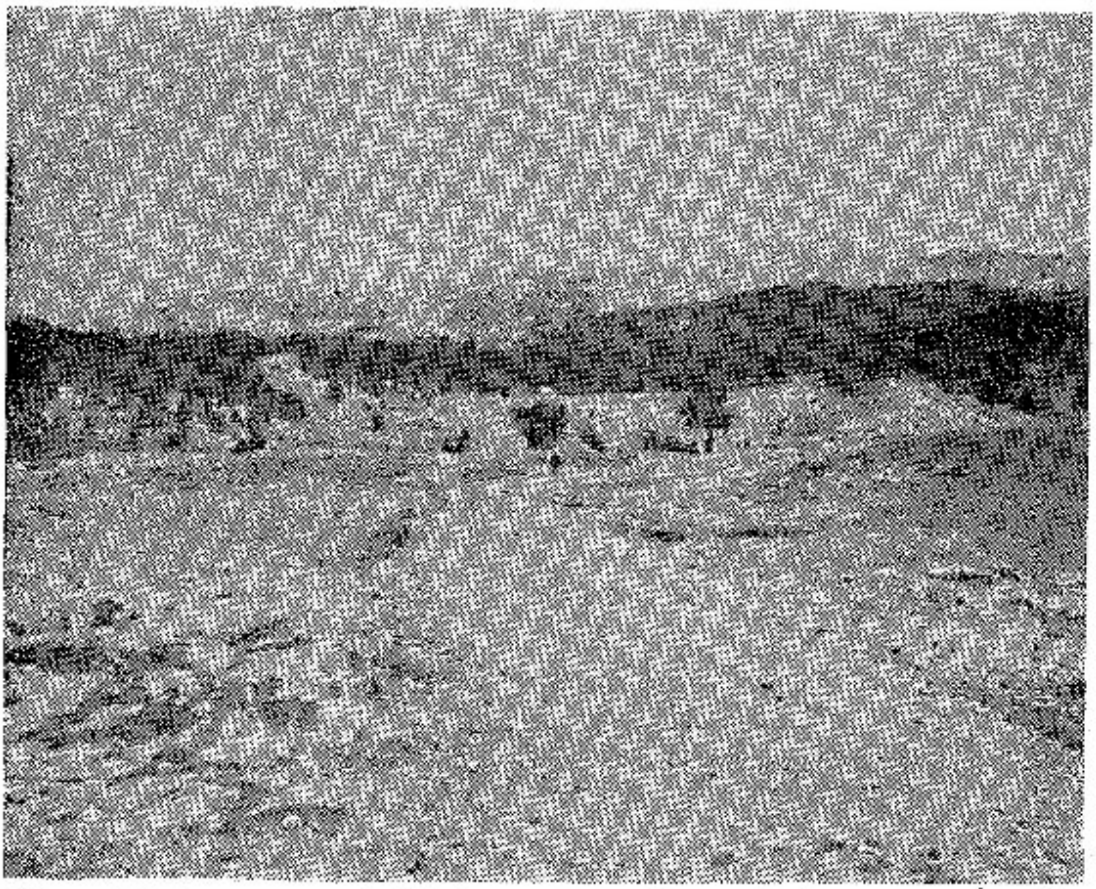
**Phot. 8. The south—western side of Zubački Ubli seen from the slopes of Jastrebica. The highest moraine of Orjen glaciation covered with beech growth stands out well.**

I danas se stvaraju siparišta u podnožju glavnih strmaca i na padinama osnovnih vrhova jer im materijal neprestano pritječe iz brojnih točila. Sigurno je da česte promjene u sastavu utječu na opseg mehaničke rastrožbe (skica sastava i građe). Toplinske prilike odlučujuće su u tim procesima. Temperaturna kolebanja u doba glacijacije bila su izražena jače nego danas i količina rastrošnog materijala bil je obilatija. Klimatski utjecaj reljefno izraženih i osjenjenih strana pogodovao je održanju i gomilanju snijega, koji se preko firna pretvarao u kompaktan led. Na taj način nastala je leđena masa, koja je zatečeni siparski materijal, razmjerno postojećem nagibu zemljišta, pokrenula, pretaložila i na kraju ostavila po rubovima planine i u okolnim krškim udubinama.

Iz prostornog rasporeda tragova glacijalne akumulacije može se zaključiti da je cijeli središnji dio planinskog bloka bio zaleđen i da se led poput jezika spuštao do samog ruba planine.

Izloženi grebeni stršili su iznad ledenog pokrova, ali se na njima snježni pokrov često obnavljao i spuštao u niže udoline i na taj način pranio ledenu podlogu. Poseban je bio položaj ledenjaka u Vrbanjskom sektoru. Tu su izraziti strmci središnjeg grebena pogodovali nagomilavanju leda i pokretanju zatečenih siparišta ,ali zbog jugozapadne ekspozicije nisu mogli nastati ni stalniji ledenjaci, niti duži ledeni jezici.

Na prisojnim stranama Vrbanjskog sektora ističu se ostaci ledenjačke akumulacije rijetkom privlačnošću i gotovo »visećim« položajem. Pod strmcima ovog školjčanog udubljenja redaju se izraziti i dobro pošumljeni morenski bedemi. Morenski pokrov



Fot. 9. Bijela Gora — glacijalni nanosi obrasli vegetacijom su u podnožju visokih dijelova planine ili preciznije spod strmaca Reovačke Grede i Vučjega Zuba. Snimljeno s puta iznad suhog kanjona Pašovića Prodo prema jugu.

**Phot. 9. Bijela Gora — glacial deposits covered with vegetation are at the** foot of the high mountain parts, or more exactly, below the steep **slopes of Reovačka Greda and Vučji Zub; photographed from the way above the dry canyon of Pašovića Prodo towards the south.**

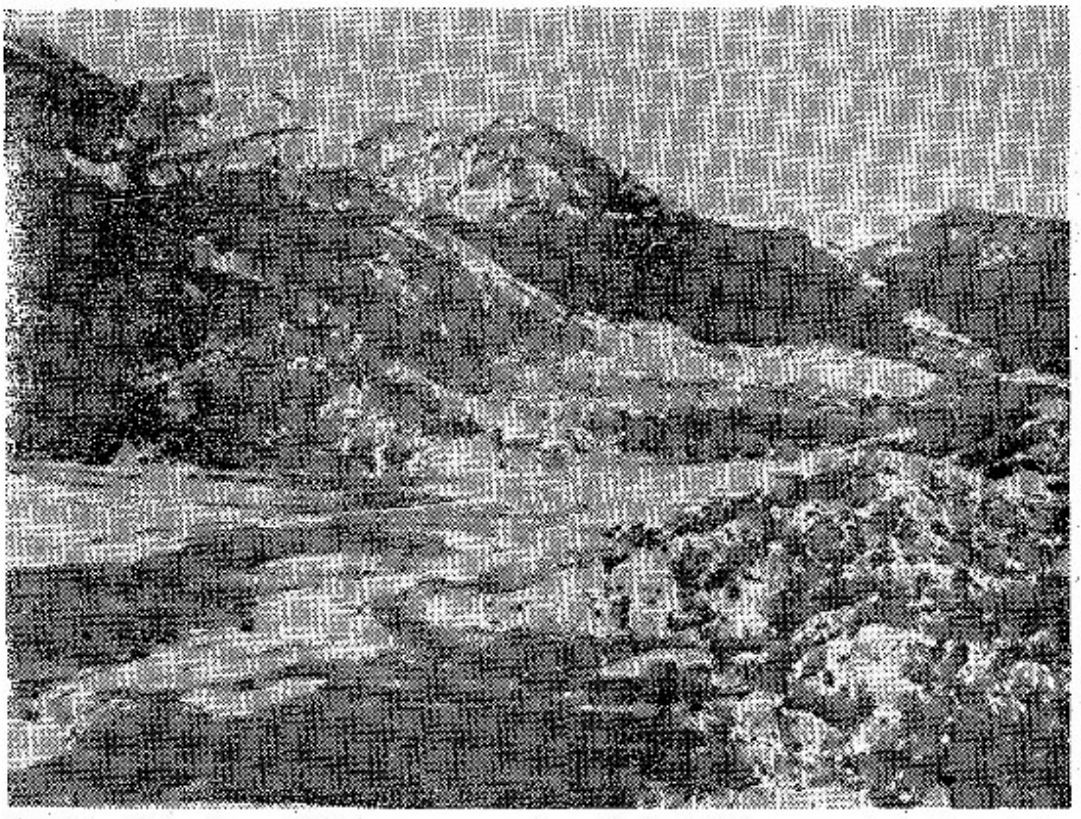
---

160. J. Ridanović, Glacijacija Orjena ... op. cit., str. 137.

napadno se razlikuje od neposredne kršovite okolice (fot. 10). U nižim dijelovima (Donji Vrbanj) ima većih nanosa nedifirenciranog materijala (fot. 11). Tu su najizrazitiji nizovi lučnih nasipa stadijalnih morena (fot. 12).

Vrbanjsko žarište u neposrednoj je vezi s najvišim vrhovima masiva i karakteriziraju ga najbolje očuvane i koncentrično raspoređene morene. Vrbanjska glacijacija i njeni tragovi najbolje ilustriraju prirodu orjenske glacijacije i njenu vezu, tj. ovisnost o preglacijalnom reljefu. Izobilju morenskog materijala ne mogu se naći korespodentni erozivni oblici. Očito je da je led pokrenuo i pretaložio velika siparišta pod strmcima. Na ovom, reljefno pogodnom mjestu izgleda da se ledena masa sukcesivno obnavljala. To potvrđuju nizovi dobro očuvanih i rijetko pravilnih stadijalnih morena.

Karakteristično je, jako neobično, da led nije znatnije izmijenio podlogu. Opća je osobina orjenske glacijacije nerazmjer između obilja glacijalnih nanosa i oskudnih erozijskih tragova.[180] Zaostale morene razlikuju se visinom i položajem. Visina mo-



Fot. 10. Vrbanj — udolina u vapnencima. Ledenjački nanos obrasli su bukvom i raširen pod strmcima vrhova. Naplavna ravan je od pretaloženog šljunka i sitnog pjeskovitog materijala s plitkim tlom.

Phot. 10. Vrbanj — a depression in limestones. The glacier deposits are coverd with beech growth and spread below steep slopes. The alluvial flat is of shifted gravel and sandy material with a shallow cover of earth.

GEOGRAFSKI ZAVOD
BIBLIOTEKA

renskih nasipa razmjerna je količini zatečenog materijala i dužini transporta. Međutim, razmještaj morenskog materijala ovisio je o preglacionalnoj topografiji i zapremini ledene mase, odnosno o klimatskim pogodnostima, u prvom redu o ekspoziciji. Facijes nanosa znatnije se ne razlikuje unatoč priličnoj udaljenosti morenskih bedema. U sastavu i veličini morenskih brežuljaka odražavaju se i osobine osnove. Iz grebena koji su pretežno sastavljeni od čistih vapnenaca pritjecao je pretaloženi siparski šljunak i izdvojeni blokovi. Međutim, iz manje otporne podloge led je odnosio sitniji materijal. Krajnji rezultat bio je jačanje reljefne i pejzažne razlike pa su predjeli, koji su i ranije bili u povoljnijem položaju zbog glacijalnih nanosa, dobili nakon izmijenjenih klimatskih prilika osnovu za gustu pošumljenost.

Po strmcima najviših dijelova Orjena razvijeni su izraziti škrapari. U podnožju glavnog vrha mogu se vidjeti veliki dolovi strmih strana, u čemu se ogleda učinak nivalnih procesa. Izrazitih tragova leda ovdje nema. Vjerojatno je to zbog nepovoljne topografije. Međutim, u vrbanjskom proširenju prevladavaju goleme količine pokretnog materijala. Veći ili manji nanosi kršja izmiješani pjeskovitim zemljištem i brojnim krhotinama znatno ublažuju krški izgled kraja. Sa zapadnog ruba koji čini vapnenačko uzvišenje 105 m relativne visine očigledne su razlike u pejzažu prema istoku i zapadu. Istočno se pruža šljunkovita ravan s otočnim naplavinama obradivog tla. Na zapadu se ističe ljuti krš i plastika zemljišta gotovo je neizmijenjena. Iz toga se može zaključiti da je preglacijalni krški proces bio veoma intenzivan. To potvrđuju gotovo svi vrhovi masiva na kojima se nije mogao zadržati led. U tome je sigurno participirao i postglacijalni krški proces, jer se na izdvojenim vapnenačkim blokovima koje je pokrenuo led vide brojni i raznovrsni oblici korozije.

U gornjem dijelu vrbanjskog udubljenja na padini Međugorja očuvan je izraziti završni morenski luk. Taj je nasip topografski potpuno samostalan i jasno se izdvaja od okolnog terena. U obliku potkovice omeđuje Pavlovića dô ili Šinderove torine. Nasip je izrazitom vododerinom malone presječen u dva dijela. Vode otapanja erodirale su morenski nasip i pretaložile ga u nižim dijelovima kao fluvio-glacijalnu plavinu.

Oblici glacijalne akumulacije i glacio-fluvijalnog pretaloženja u Vrbnju čine veoma izrazit kompleks, za koji je uzalud tražiti odgovarajuće erozijske oblike. Istina, nad spomenutom lučnom morenom, na stranama Međugorja između Buganja grede (1777 m), vrha Orjena (1895 m) i Borovika (1778 m), nalazi se školjčana udubina. I to udubljenje nije veliko, niti je kotlastog izgleda, pa nema karakter tipičnog cirka. Ali, može se označiti kao sabirni bazen koji ima ulogu prilivnog područja. Unatoč jugozapadnoj ekspoziciji velike količine snježnih nanosa i lavine s okolnih vrhova

i njihovih strmaca omogućavale su u hladnom razdoblju stvaranje leda u Vrbnju. Iz topografskog žarišta led je brzo izbijao na kritičnu ekspoziciju i naglo se otapao ostavljajući izrazitu lučnu morenu. Površinsko otjecanje nije se moglo održati jer su zbog vapnenačkog sastava vode ponirale kroz brojne pukotine. Za donji dio Vrbanjske zavale osobito je karakterističan takav »viseći« položaj morenskih nasipa. Pejzažom ovog dijela Orjena također dominiraju ledenjački nanosi. Najljepši primjer je izduženi nasip, koji se s jugoistoka približava na svega 200 m planinarskom domu Vrbanj (1007 m). Postoji još niz nasipa u obliku manjih krpa po stranama Goliševca (1721 m) i na grebenu koji se nastavlja prema Jelovici (1482 m). Ti upravo školski primjeri ledenjačke akumulacije veoma su pravilni i dobro očuvani zbog krške prirode kraja. Ni ovdje nema odgovarajućih oblika glacijalne erozije.

Nedostatak erozivnih oblika općenito je karakteristika orjenske glacijacije. Ta je činjenica neobična i protuslovi klasičnim spoznajama o glacijalnoj shemi koja je utvrđena u Alpama. U slučaju Orjena, međutim, treba voditi računa o specifičnostima preglacijalnog reljefa, vapnenačkom sastavu i naročito o klimatskom položaju; nakon snježnih zima slijedila su relativno topla ljeta, u toku kojih se otapala glavnina snijega. Prevladavanjem jedne ili druge pojave ledeni pokrov se ustaljivao ili uglavnom otapao. Nisu bili povoljni klimatski uvjeti da bi mogla nastati jača i stalna žarišta, koja bi izmodelirala tipične i preizdubljene krnice. Zbog ovih osobina nema izrazitih oblika glacijalne erozije. Odlučujuću ulogu imao je preglacijalni reljef. Pod zasjenjenim strmcima led se najlakše nakupljao i tamo se mogao održati duže vremena. Odavde su pokrenuta i brojna siparišta, obogaćena većim blokovima koji su bili odvojeni od strmaca. Bitnu ulogu imao je zatečeni krški reljef, osobito veliki dolovi, gdje se snijeg nagomilavao i lakše održavao. O ovim se osobinama nije vodilo dovoljno računa u ranijim istraživanjima.

U sklopu reljefnih proučavanja Dinarskoga gorja obradio je *A. Grund*[161] između ostalog i zaleđenost zapadne strane Orjena. Poslije Penckovih[162] saopćenja o velikim naplavinama i brojnim nanosima kao značajnim ostacima glacijacije na Orjenu, A. Grund je pokušao pronaći odgovarajuće oblike glacijalne erozije, te je na zapadnoj strani Orjena rekonstruirano 29 cirkova. Broj se čini prevelik u odnosu na rezultate glacijalnih istraživanja do kojih se došlo u ostalim planinama Dinarskog gorja. Međutim, za obraz-

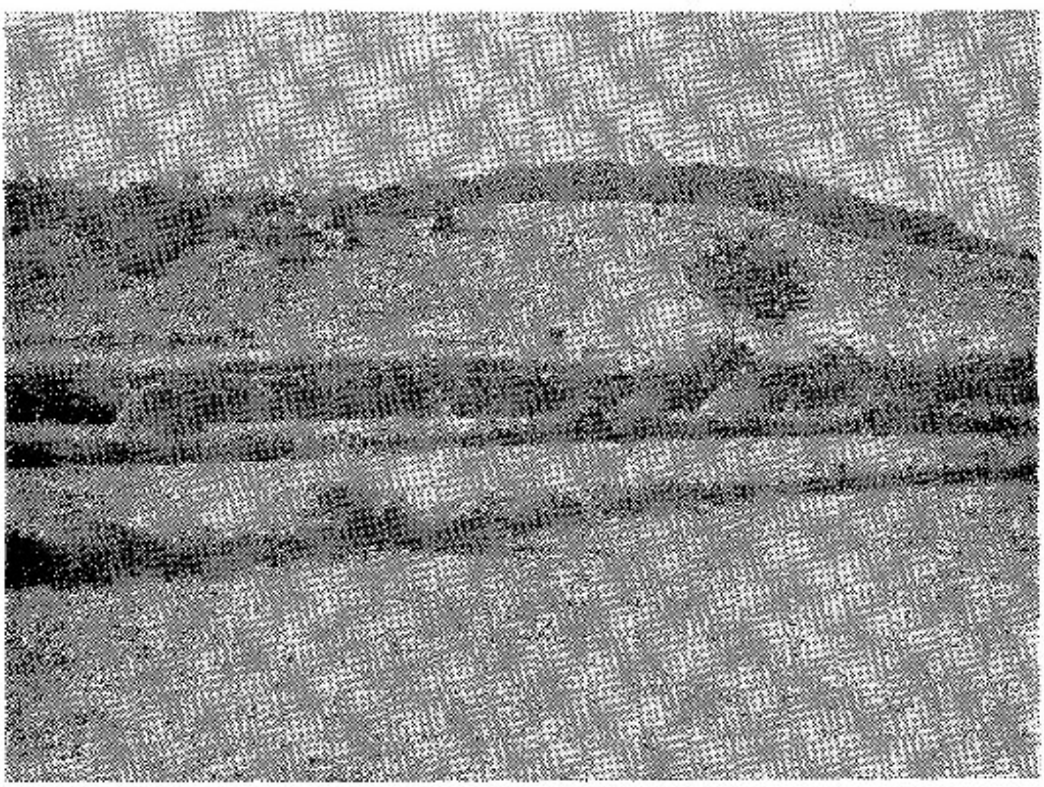
161. A. Grund, Beiträge zur Morphologie des Dinarisch. Gebirges. Leipzig und Berlin 1910, str. 121—125.

162. A. Penck Die Eiszeitspuren auf der Balkanhalbinsel. Globus. Bd. LXXVIII, str. 161—164, Braunschweig 1900.

loženje opsega glacijalne akumulacije ne bi bio dovoljan niti dvostruko veći broj cirkova. Ukazano je zatim da južni položaj i odgovarajuće klimatske prilike u vezi s njim nisu pogodovali stvaranju krnica i drugih erozijskih oblika. Svako udubljenje ne može se poistovetiti s cirkom. Kao što ima cirkova iz kojih nisu polazili ledenjački jezici, ima i udubljenja sličnih cirkovima koji nisu glacijalnog postanka. Značajno je da Penck, vodeći poznavalac glacijalne erozije, iako na prolazu, nije uočio ni jedan od cirkova koje je nakon njega u velikom broju konstatirao Grund.

Ne samo da novija istraživanja nisu potvrdila postojanje krnica koje je nabrojao Grund već i klimatska analiza upućuje na to da su uvjeti njihova postanka bili nepovoljni.

Jugoistočni sektor planine ima specifične osobine. Najviši dijelovi su u vrhovima južnih ogranaka Orjena, kojima visina raste počevši od Jelovice (1482 m) preko Domitera (1541 m( do Subre (1680 m). Prevladavajuće pružanje glavnoga grebena je u smjeru sjever—jug pa zapadna ekspozicija ima znatnu ulogu. U podnožju grebena jesu veliki dolovi kojima su strane pokrivene rastrošnim materijalom. Na dnu udubina najčešće izrazitim nasipi-



Fot. 11. Morenski nanosi u podnožju Jelovice koji s jugozapadne strane zatvaraju Donji Vrbanj. Slikano od planinarskog doma »Vrbanj« prema Jelovici.

**Phot. 11. Morainic deposits at the foot of Jelovica bar Donji Vrbanj at the** south—west, photographed from the mountain lodge »Vrbanj« towards Jelovica.

ma rastrošnog materijala. Debljina rastrošnog materijala nije, međutim, svagdje jednaka. Najviši nasipi bliže su podnožju, i to najčešće kao veliki lukovi koji zaokružuju ili ispunjavaju dolove. Od brojnih dolova posebno se ističu Mokri dô ispod Jelovice i Crni dô na prijelazu u zavalu Vrbanj. U spomenutim dolovima ističu se dva izrazita lučna nasipa. Ali postoji i treći, koji je teže uočiti na priloženoj slici. Svojim položajem i nepravilnim rasporedom sastojaka predočeni nasipi topografski su izdvojeni od neposredne osnove i pouzdano se mogu označiti kao stadijalne morene. Posebno se ističe udubina Mokrog dola u kojoj je sigurno stacionirao led. Dno udubljenja pokriveno je grubim šljunkom i na nekoliko mjesta otkriveni su pukotinski vapnenci kroz koje su ponirale vode nastale naglim otapanjem leda. Ova povezanost glacijalnog i krškog procesa objašnjava zašto se nije moglo održati jezero, što je inače redovit slučaj u relativno nepropusnim stijenama. Otapane vode erodirale su morenski materijal preobražavajući ga u glacio-fluvijalni šljunak, koji je nataložen u nižim predjelima. U prostoru Mokrog dola zaostale su manje leće morenskog materijala koje znatno podsjećaju na drumline. Prema zavali Kruševica ispod Domitera u visini Vučjeg dola (1090 m) ponovo se nalazi nekoliko morenskih nasipa. Od njih je najizrazitiji najniži, ispod kojega slijedi mnoštvo glacio-fluvijalnog šljunka. Spomenutim oblicima akumulacije odgovaraju u višim dijelovima južnih ogranaka dva do tri udubljenja iz kojih je sigurno u hladnom razdoblju polazio led, ali te udubine nisu razvijene u obliku tipičnih cirkova. Najveće je udubljenje neposredno ispod vrha Domitera, na visini 1500 m; izgleda da je tektonski predisponirano i nije razmjerno količini akumulacionog materijala u podnožju.

I ovdje akumulirani materijal stadijalnih morena i glacio-fluvijalnog šljunka potječe uglavnom od starijih siparišta i razaranja strmaca u hladnoj klimi. Led je ovaj materijal u svom naletu pokrenuo i ostavio na kritičnoj visini. Naglim otapanjem ledene mase bez dovoljno diferenciranja pretaloživani su morenski nanosi. Otopne su vode najprije erodirale morenski materijal, da bi ga zatim ostavile u okolnom kršu najčešće bez ikakva reda. Vapnenačko kršje i dolomitične krhotine glavni su sastojci morenskih nanosa i glacio-fluvijalnih naplavina. Udio rastresitog tla znatno je manji nego u sjevernim i sjeveroistočnim predjelima Bijele gore. To odgovara osnovnom sastavu ovog dijela orjenskog masiva.

Rubni tragovi u obliku nanosa kod Crkvica dosta su visoki i topografski sasvim izdvojeni; štaviše, njihova je međusobna udaljenost tako velika da upućuje na pomisao da su postojala i manja lokalna žarišta, kojima je pogodovala preglacijalna topografija i sastav stijena (sl. 5).

U vrlo izrazitom i sivom kršu Krivošija izgledom se izdvajaju zeleni brežuljci oko Crkvica. Za razliku od kompaktne vapnenačke

osnove zeleni bregovi sastavljeni su od nediferenciranog materijala, tj. od sitnog pijeska i većih blokova kamenja. Taj materijal pogoduje listopadnom raslinstvu; najviše je raširena bukva. Po prirodi materijala i načinu taloženja mogu se spomenuti brežuljci pouzdano označiti kao morenski nasipi. Visinom i položajem posebno se ističe najveći nanos nedirefenciranog materijala kod Knežlaza (relativnom visinom oko 65 m).

Sjeverno od Crkvica, počevši od Poljana prema Jankovu vrhu (101[illegible] m), također se susreću oveći nasipi razdrobljenog kršja izmiješanog rastresitim tlom. Prema načinu taloženja i prirodi materijala spomenuti se nasipi mogu okarakterizirati kao morenski brežuljci. Plavina kod Pod Hana, u Dvrsnom polju, sigurno je pretaložena iz tih morenskih bedema jer su nasipi disicirani brojnim vododerinama.

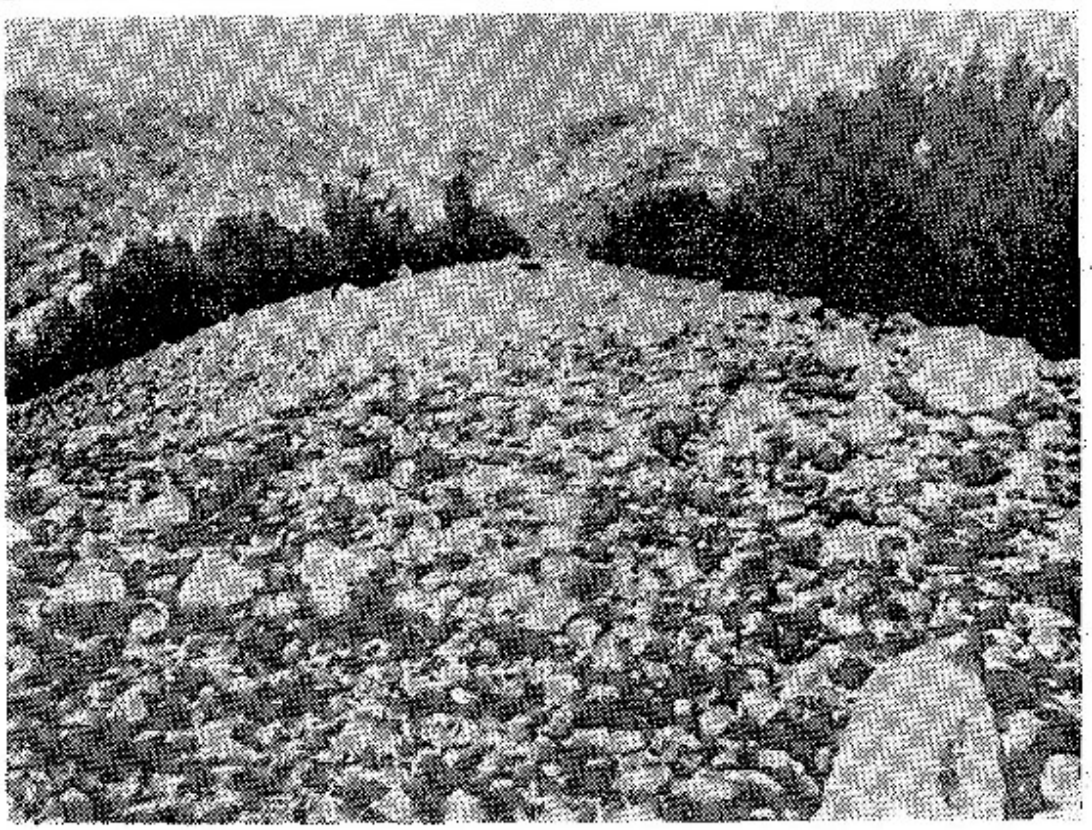
Najimpresivnija vododerina nesumnjivo je na risanskoj strani (fot. 2.). Njom je transportiran morenski materijal i taložen u obliku glacio-fluvijalne plavine u sjevernom dijelu Risanskog zaliva. Znatne dubine, mjestimično i dublje od 20 m, ovog oštrog zasjeka u kompaktnim vapnencima svjedoče o erozijskoj snazi vode koja je nosila mnogo trošnog materijala. Ovaj glacio-fluvijalni pejzaž izrazito se odvaja od okolnog krša. Tipičan je i u skladu s prevladavajućim sastavom.

Raspored i osobine glacijalnih i periglacijalnih tragova svjedoče o velikom značenju promjena u sastavu podloge. Činjenica je da su morenski materijali izolirani i da im glavni sastojci odgovaraju sastavu neposredne okolice. Sudeći po izgledu, vrsti nanosa i neznatno erodiranoj osnovi, pokretani materijal zatečen je nedaleko od mjesta gdje je istisnut i pretaložen u obliku morenskih nasipa.

Jednom dijelu morenskog nasipa na rubnoj padini Reovačkih greda odgovara veća udubina, koja u mnogome podsjeća na cirk. Ispod ovog nepotpunog oblika nema tragova ledenjačke doline, niti je bilo jačeg preizdubljivanja, a u okolnom kršu napadno se ističu ostaci ledenjačke akumulacije.

Greben Reovačkih greda gotovo je neprohodan zbog ljutog krša. Pazua (1745 i 1742 m) nastavlja se prema zapadu i završava s Vučjim Zubom (1805 m), koji se strmo ruši u podnožje. U istočnom smjeru preko Crljenog vrha (1621 m) ističu se visinom i lakšom prohodnošću Jarićeva kosa (1541 m) i Veli Kabao (1525 m). Spomenuti niz vrhova nastavlja se najvišim i najizrazitijim grebenima u smjeru zapad—istok. Vrhovi tih grebena ističu se ogoljelošću i asimetričnim stranama. Osobito se razlikuju goleti strmaca Orjena, Pazue i Reovačkih greda od znatno blažih i pošumljenih padina Jaričeve kose i Velikog Kabla. Prostor između grebena u prosjeku je 300 do 500 m niži, pokriven je vegetacijom i glavni su oblici Reovački dolovi (gornji, srednji i do-

nji). Iako su ti dijelovi redovito okruženi visovima koji znatno prelaze klimatsku snježnu granicu, u njima nema tipičnih tragova glacijalnog reljefa. Sigurno je da se zbog topografskih razloga led nije mogao zadržavati na istaknutim strmcima, dok su u njihovim podnožjima prostrani dolovi u kojima su vršeni nivalni procesi. Otvorenost dolova nije pogodovala nastajanju ledenjaka.



Fot. 12. Stadijalna morena u Mokrom dolu. Detalj morenskog nasipa. Lijepo se vidi neujednačenost materijala i topografska specifičnost nanosa. Snimljeno s kote 1181 m prema Lješevoj Glavi 1408 m i Dugama u zadnjem dijelu slike.

Phot 12. The stadial moraine at Mokri dô. Details of the morainic deposit. The heterogeneity of the material and the topographic specificity of the deposit are visible. The photographed vas taken from height 1181 m towards Lješeva Glava (1408) and Duge, seen in the background.

Sličnih oblika ima između Male Subre (1549 m), Dobrostice (1570 m) i Kamenske ravni (1295 m). Ovdje se ističu dva dola, posebno Dubov dô, koji svojim izgledom također svjedoči o važnosti nivalnih procesa.

U podnožju Radoštaka i Dobrostice, ispod usjeka Vratilo prema zaravnjenom dijelu Kameno, nalazi se najjužniji morenski nasip[163] na visini 810 m. Morenski pokrov sasvim je pošumljen

163. L. Sawicki, op. cit., 1911, str. 340.

crnim borom i jako se izdvaja od neposredne goleti ljutog krša. Neobično je da se na južnoj strani led spuštao tako nisko. To sigurno odgovara jednom razdoblju izuzetno blagih klimatskih prilika.

U višim dijelovima Radoštaka (1446 m), Šiljevika (1450 m), Cedila (1467 m) i Kabla na Dobrostici (1500 m), odnosno Kabla u nastavku Radoštaka (1470 m), ima manjih udubina, gdje se eventualno mogao stvarati led. Ali sve one nisu razmjerne veličine morenskog nasipa.[164] Nasip se sastoji od krupnijih vapnenačkih blokova pomiješanih s dolomitičnim pijeskom. Međutim, mjestimično dolaze do izražaja i krhotine flišolikih stijena. Kako su flišolike stijene raširene samo u podnožju južnih ogranaka Orjena i nema ih u višim predjelima ovoga prostora (v. skicu petrografskog sastava), očigledno je da je krpa tih naslaga bila zatečena u ovom kraju. I materijal ove morene potječe, dakle, iz siparišta pod strmcima. Rekonstrukcija klimatskih prilika pokazala je da je hladna klima pogodovala mehaničkom trošenju stijena i da su tim procesima bile stvorene ogromne količine drobinskog materijala. Glacijalno pokretanje i pretaloživanje predočenog materijala ovisilo je primarno o karakteristikama preglacijalne topografije i o debljini ledenog pokrova.

*Klimatski osvrt na pleistocenske prilike pokazao je da na Orjenu nisu postojali povoljni uvjeti za stvaranje velikih ledenjaka. Reljefna istraživanja potvrdila su, dakle, u cijelosti i u detaljima rezultate dobivene klimatskom analizom.*

Morenski nasip ispod Vratla može se objasniti na taj način izbijanjem leda na prisojni rub i naglim taloženjem morene iznad sela Mandići s time da su navedena udubljenja u višim predjelima imala funkciju rudimentalnih cirkova. Do sličnih zaključaka došao je i M. Vasović ispražujući Radoštak.[165]

U krajnjem sjeverozapadnom dijelu Orjena između Zubačkih Ubala i Borovika, odnosno Knjskog i Bogojević-sela, utvrđene su izrazite morene lučnog oblika.[166] Navedeni morenski nanosi upućuju na to da je postojalo i jedno periferno žarište. Ovo je pr-

---

164. M. Vasović, Radoštak — oblici glacijalnog reljefa. Glasnik SGD, sv. 32, br. 1, Beograd 1952. str. 45.

165. M. Vasović, op. cit., na str. 48. piše: »Po svom izgledu ona ne liči na valov, ali morenski materijal u njoj služi kao nesumnjiv dokaz o tome da se njome kretao ledník« ili, nešto dalje, nastavlja: »Najpre pada u oči da cijela planina nije bila zaglečerena, već samo njen JZ i SI dio. Na ostalim stranama, naročito na južnoj, lednici se nisu mogli obrazovati zbog vrlo strmih padina. Na njima nema udubljenja koja bi poslužili kao cirkovi, osim toga snijeg koji je na njih padao nije se mogao na njima zadržati ,već se osipao i dospijevao ispod snježne granice i tu topio.«

166. A. Penck, op. cit., 1900 str. 134; A Grund op. cit, 1910, str. 123. i J. Ridanović, Les conditions specifiques de la glaciation de l'Orjen, op. cit., str. 288.

venstveno bilo uvjetovano pogodnim reljefom, sjeverozapadnom ekspozicijom, a važan je, čini se, bio i sastav stijena.

Karakteristično je da su najizrazitiji nanosi u Zubačkim Ublima različitih visina i da su redovito od neuslojenog materijala. Rastrošni materijal gusto je obrastao vegetacijom. Na većoj visini prevladava bukva, a na nižim brežuljcima crni bor, pa se ta zelena površina očito izdvaja od susjedne krševite okolice. Najveća dva nasipa u obliku impozantnih lukova zatvaraju prostor Ubala prema Konjskom. Brojni manji nasipi, među kojima se posebno ističe nanos iznad planinarskog doma, potvrđuju da je ovdje stacionirao led. Mjestimično su po dnu Ubala staložene fine naslage gline. Na temelju njih može se zaključiti da je ovdje postojalo jezero. Važno je zatim istaknuti da u morenama prevladavaju laporaste sastojine i taložine sitnog pijeska nasuprot znatnim količinama oštrih i ne jače zaobljenih komada vapnenca razuovrsnih dimenzija.[167]

Jugoistočno od Ubala zemljište se preko Koprivnog dola postupno izdiže (1341 m) i prelazi zatim u asimetričnu udolinu Kantuništa. Na ogoljelim stranama i poluobraslim padinama mogu se vidjeti razne varijante škrapa. Dalje prema najvišem vrhu Orjena (1895 m) teren se ponovno spušta u dvije veće ponikve, u proširenje Dobri dô (13003 m). Taj je kraj omeđen sa svih strana impresivnim, najvišim orjenskim vrhovima. U reljefu su najbrojniji raznoliki oblici krša i njihova je izrazitost razmjerna čistoći karbonatnih stijena. U nižim dijelovima, gdje također prevladava krški reljef, pojedini oblici upućuju svojim izgledom i sastavom na značenje nivalnih procesa. Tek u podnožjima rubnih i osjenjenih strmaca Malog Štirovnika (1722 m), Kalupne grede (1676 m) i Štirovnika (1650 m) sigurno se akumulirao snijeg koji se, zahvaljujući preglacijalnom reljefu i sjeverozapadnoj ekspoziciji, pretvarao u led. Led je ovdje zatekao izobilje plazinskog odnosno soliflukcionog materijala.[168] Taj je materijal pokrenut i ostavljen u obliku predočenih nasipa u prostoru Zubačkih Ubala. Topografija Zubačkih Ubala prema tome je pouzdano izmijenjena radom leda. U sektoru Dobri dô, tj. u Ublima, najbolje je očuvan trag ledenog toka, ali ni to nije izrazita glacijalna dolina. Očito nije bilo dovoljno vremena za glacijalno oblikovanje.

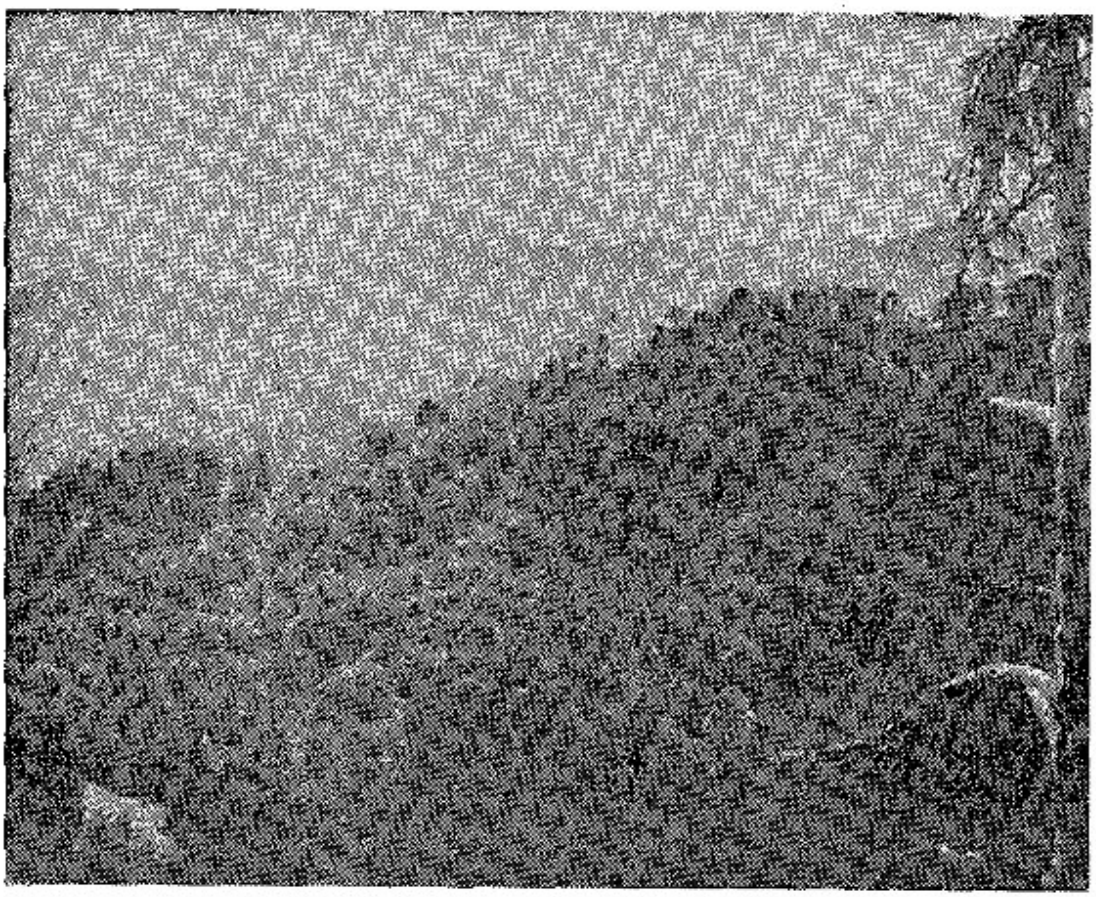
Naplavine u Konjskom, posebno u Dubravama, potpuno su drugačijeg izgleda i nemaju izravne veze s utvrđenim morenama u prostoru Zubačkih Ubala, kako je smatrao Penck[169] i napisao

---

167. D. Radinja, Neka iskustva u proučavanju gruboklastičnog materijala sa morfometrijskom metodom Zbornik VI kongresa geografa str. 240, Ljubljana 1962.

168. J. Ridanović, Les conditions, op. cit., str. 288.

169. A. Penck, op. cit., str. 135.



Fot. 13. S Ivanove Kite (1533) pogled na Kršljev Mramor i Vučji Zub (1805) Dobro se ocrtavaju fizionomske suprotnosti između golih vrhova i nepreglednih šuma Bijele Gore.

Phot. 13. A view of Kršljev Mramor and Vučji Zub (1805) from Ivanova Kita (1533). The physiognomical contrast between the bare peaks and the immense forests of Bijela Gora are well marked.

Grund.[170] Materijal u toj prostranoj glacio-fluvijalnoj plavini je uobljen jer su vode što su pritjecale iz ledenjaka Dobri dô — Ubli imale dovoljno vremena i prostora za takav rad. Uvjeti za taloženje spomenute plavine bili su dosta povoljni s obzirom na nagla otapanja ledene mase zbog južnog položaja i relativno malih visina planine.

U sklopu reljefnih proučavanja Boke kotorske *L. Sawicki*[171] obradio je zaleđenost istočne strane Orjena. Rekonstruirao je sedam ledenjaka s prosječnim dužinama od osam do deset kilometara. A. *Grund*[172] je nešto ranije ustanovio u zapadnom dijelu planine pet znatno kraćih glečera (2—3 km). U taj broj uključio je i na-

170. A. Grund, op. cit., str. 123.
171. L. Sawicki, op. cit., str. 355.
172. A. Grund, op. cit., str. 124.

vodno najduži ledenjak Dobri dô u sjeverozapadnom kraju masiva. Na temelju svega toga L. Sawicki zaključuje da je na Orjenu postojalo 12 ledenjaka, pet na zapadnoj strani, koji su imali dolinski značaj alpske glacijacije (kako je ustanovio *A. Grund*, op. cit.), i sedam na istoku, tipa skandinavske oledbe. Sawicky nadalje upozorava na očiglednu asimetriju u zaleđenosti planine. Na zapadu je znatno manja površina (30,2 km²) bila pod ledom, dok je u istočnim predjelima bilo zaleđeno 72,5 km². Zbroj ovih dvaju podataka (102,7 km²) morao bi odraziti zaleđenu površinu cijele planine. Međutim, navedeni istraživači nisu bili u sjevernom dijelu Orjena, gdje je očuvano najviše ostataka glacijacije. Sudeći po opsegu tragova u sektoru Bijele gore i po odnosu ostataka u drugim dijelovima planine, sigurno je da bi se proračun zaleđenih površina morao znatno povećati, možda udvostručiti. Brojnim nanosima karaktera morenskih nasipa, a prema iskustvu iz Alpa i nordijske glacijacije, bezuspješno se tragalo za odgovarajućim oblicima glacijalne erozije, npr. za cirkovima *(Grund*[173]*)* i drugim ledenjačkim dolinama tipa glacijalnih valova (Sawicki[174]).

Na Orjenu nema tipičnih ledenjačkih dolina i rijetki cirkovi samo su rudimentni oblici. Glavni tragovi glacijacija na primorskoj vapnenačkoj planini i u graničnom klimatskom položaju posebnog su tipa. Obilje snježnih padalina pogodovalo je brzom nastajanju ledenjaka, koji su potisnuli zatečeni siparski materijal. Česte termičke promjene i zbog južnog položaja planine relativno više temperature uvjetovale su brzo otapanje leda. To se odrazilo u pretaloživanju morenskih nanosa i u poniranju velikih količina vode u kršku osnovu. Prenošenje alpskih iskustava u objašnjenju orjenske glacijacije nije dalo zadovoljavajuće rezultate.

*Orjen je nesumnjivo bio intenzivno zaleđena planina, ali iz rasporeda veoma dobro očuvanih tragova očito je ta zaleđenost posebne prirode. Istaknuti južni položaj Orjena i krški reljef, uvjetovan odgovarajućim sastavom stijena, odlučujući su činioci koji objašnjavaju ovakav tip zaleđenosti.*

## SNJEŽNA MEĐA I BROJ GLACIJACIJA

*Snježna međa.* Klimatska snježna granica ne pokazuje površinu stvarno zaleđenog prostora[175]. Podaci Cvijića[176] (1200—

173. A. Grund, op. cit., str. 121—125.
174. L. Sawicki, op. cit., 1911, str. 339—355.
175. J. Roglić, Izvještaj o istraživanju glacijacije... op. cit., str. 377, H. Louis, Gletschereis und Schneegrenze. Allgemeine Geomorph., Berlin 1960, str. 160.
176. J. Cvijić, Novi rezultati o glacijalnoj eposi, Glas SKA, LXV, Bgd. 1903, str. 230.

1400 m) za cijelu planinu i Grunda[177] 1330 m) za zapadnu stranu imaju orijentaciono značenje. Određivanje mjesne ili orografske snježne granice prema pojedinim žarištima glacijacije ima veću važnost jer bolje, a to je bitno i tačnije, odražava zaleđeni prostor[178].

Na Orjenu su dobro očuvani akumulacioni oblici, ali su sabirni dijelovi veoma slabo izraženi. U takvim prilikama ne mogu zadovoljiti klasične metode određivanja snježne granice[179].

Nužno je pronaći druge, adekvatnije kriterije, koji će bolje odraziti posebnost glacijacije.

Primijenit će se modificirani Höferov postupak, prema kojemu je snježna granica aritmetička sredina između najviših neposrednih vrhova i najnižih morena[180].

U glacijalnom žarištu Bijele gore, gdje se nalazi najviše ledenjačkih ostataka, kolebala je snježna granica od 1000 do 1400 m. Led je sigurno pokrivao zaravnjene predjele Bijele gore, s kojih su stršili izdvojeni visovi. Iako se radi o jedinstvenom ledenjačkom žarištu u podnožju orjenskih strmaca i o relativno zaravnjenom, a danas i pošumljenom kršu, visinska je razlika dosta velika. Visinske razlike razmjerne su visini neposrednih vrhova i odgovarajućem položaju završnih morenskih nasipa.

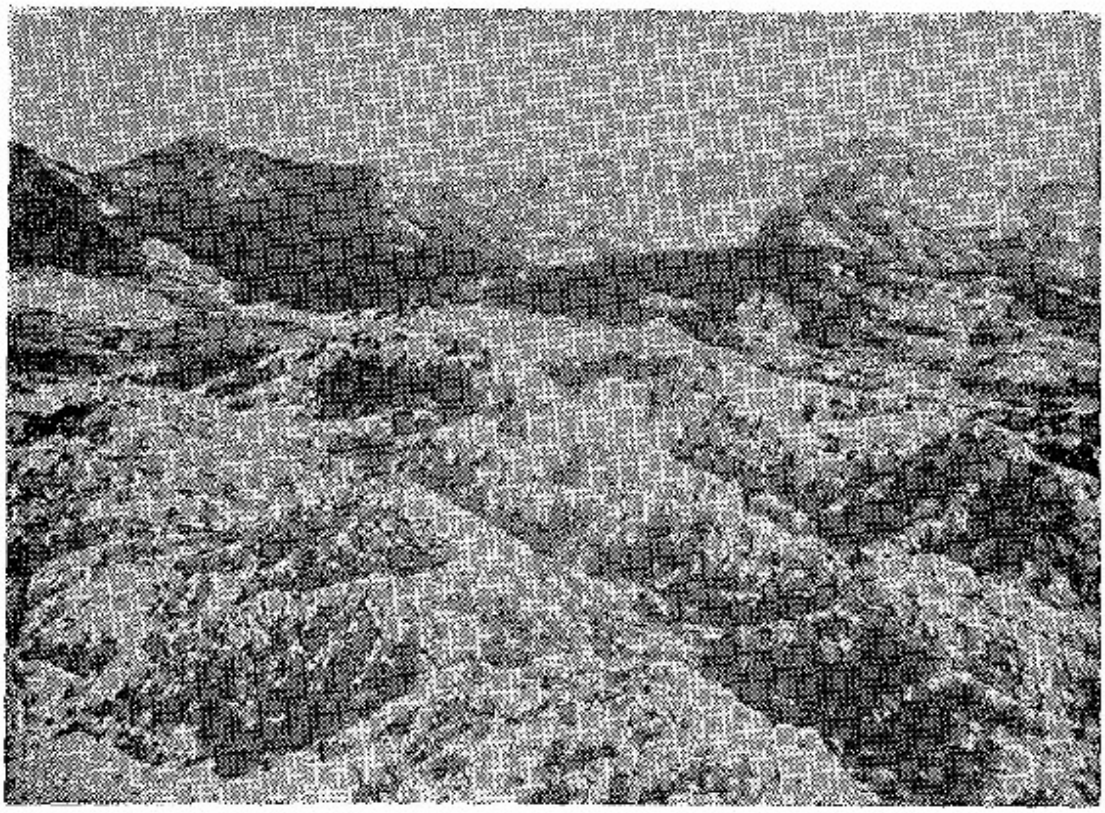
U sektoru Dobri dô led je stacionirao u Zubačkim Ublima. Završni kompleksi morenskog materijala zaostali su kod Bogojević-šela na visini oko 900 m, dok su neposredni vrhovi na osojnoj strani visoki oko 1700 m. Snježna granica za rubne tragove u sektoru Dobri dô izračunata je na 1300 m.

Vrbanjski prostor također je bio zaleđen, što dokazuju brojni ledenjački ostaci koji imaju nenormalan, gotovo »viseći« položaj na padinama glavnog grebena. U skladu s preglacijalnim reljefom i količinom zatečenog materijala tragovi su različiti. Zato treba lučiti gornji dio zavale od donjega dijela. Visina snježne granice prema tome je varirala od 1450 do 1350 m.

U reljefno dinamičnom i prostorno najvećem, Crkvičkom sektoru utvrđene su rubno položne morene kao najizrazitiji tragovi zaleđenosti. Periferna zaleđenost u skladu je s preglacijalnom topo-

---

177. A. Grund, op. cit., str. 125.
178. H. Louis, Schneegrenze und Schneegrenzebestimmung. Geographisches Taschenbuch 1954/1955, Wiesbaden, str. 250.
179. S. Morawetz, Schneegrenze, Gletscherablation, Temperatur und Sonnenstrahlung in den Ostalpen. Peterman. Geogr. Mitt., Bd. 2, Graz 1961, str. 93—104., M. Brush, Die Höhenlage der heutigen und eiszeitlichen Schneegrenze in Europa, Vordenasien und Nordafrika, Göttingen 1949, disertacija. H. V. Höfer, Gletscher-und Eieszeitstudien. Schriften d. Akad. Wiss. Math. Naturw. Kl. 74, L. Kurovski, Die Höhe der Schneegrenze mit besonder Berücksichtigung der Finsteraahorngruppe. Pencks. Geogr. Abh. 5. 1. 1891.
180. J. Roglić, Glacijacija na planinama... op. cit., str. 26. J. Ridanović, Problem određivanja snježne... op. cit., str. 254.



Fot. 14. Krš Subre i Kabla s morenskim nanosima u podnožju koji su pokriveni šumom. Ispreplitanje krških i ledenjačkih formi. Dobro se uočava horizontalna uslojenost Subre nasuprot kompaktnim vapnencima neposredne okolice.

**Phot. 14. The karst of Subra and Kabao with wooded morainic deposits at** their feet. Karstic and glacial forms are intermingled. The horizontal stratification of Subra is well discernible and contrasts with the compact limestones in the immediate neighbourhood.

grafijom i pogodnim sastavom stijena. Visina snježne granice dosta je niska (1100—1150 m), ali dobro odražava neobičan položaj ledenjačkih ostataka.

*Broj glacijacija.* Neznatne razlike u facijesu nanosa morenskih nasipa upućuju na to da je na Orjenu bilo više stadija unutar virmskog ledenog doba. Postojeće tj. utvrđene razlike u izgledu i sastavu morena sasvim odgovaraju reljefnim značajkama i sastavu petrografske osnove odgovarajućih predjela. U pojedinim dijelovima masiva dobro su izražene stadijalne morene, i to je objašnjeno lokalnim uvjetima.

Po svemu sudeći utvrđeni tragovi zaleđenosti pripadaju jednoj glacijaciji[181]. U pojedinim dijelovima orjenskog masiva odrazilo se, dakle, ledeno doba u dva ili tri stadija, što potvrđuju paralelni

181. J. Roglić, Glacijacija na planinama ... op. cit., str. 29.

nizovi morena u Vrbanjskom prostoru i u sektoru Dobri dô. Ti se zaključci dobro slažu s rezultatima Jaranoffa[182].

## SPECIFIČNOST ORJENSKE GLACIJACIJE

Glacijalni fenomen na Orjenu uvjetovan je u prvom redu istaknutim položajem masiva prema otvorenom moru i pogodnim reljefnim karakteristikama, a to je znatno utjecalo na klimatske prilike. Nedovoljno poznavanje preistocenskih klimatskih prilika glavni je razlog zbog čega se griješilo u prethodnim istraživanjima. Suvremnije klimatske analize omogućile su da se neusporedivo realnije rekonstruiraju prilike u pleistocenu, posebno za doba glacijacije. Na taj način sasvim je opravdana i shvatljiva revizija ledenjačkih tragova na Orjenu osobito su značajni elementi preglacijalne topografije, pretežno vapnenački sastav i južni položaj, tj. ekspozicija planine. Ledenjački ostaci najrašireniji su u podnožjima osjenjenih grebena, jer su tamo bili najpovoljniji uvjeti za održanje leda. Međutim, ima ih i na prisojnim stranama. To se može objasniti povoljnom topografijom, izobiljem snježnih padalina i gotovo optimalnim sastavom stijena. Koliko su elementi sastava bili bitni, najbolje potvrđuiu tragovi u perifernim dijelovima masiva.

U orjenskom kršu ističu se morenski nanosi, kojima se ne mogu naći odgovarajući oblici glacijalne erozije. Drobinski materijal rezultirao je iz mehaničke rastrožbe litološki različitih stijena (vidi skicu sastava i građe). Izobilje trošnog materijala u podnožju vrhova i na padinama glavnog grebena recentna je pojava i dokaz koliko je ovaj proces brz. Današnji sipari nastali su nakon glacijacije od materijala što ga je led potisnuo i nataložio u obliku morenskih nasipa. Međutim, dokazano je da je glacijalna klima potencirala mehaničku rastrožbu. Ali je led zatekao obilje trošnog materijala koji je samo pokrenuo i pretaložio u obliku utvrđenih morenskih nasipa. Čini se da na Orjenu nije bilo glečerskih tokova[183], već manjih zaleđenih površina, i to u zasjenjenim dijelovima (Bijela gora, Zubački Ubli, Vrbanj i drugdje), a u skladu s karakteristikama preglacijalne topografije. Osnova je neznatno izmijenjena i nisu, čini se postojale tipične ledenjačke doline niti prave krnice u višim dijelovima. Impozantna udubljenja (Reovački dolovi, Dobri dô i drugi) nisu glacijalne doline i njihovi poprečni profili dobro odražavaju evoluciju padina u kršu. Erozivni oblici veoma su slabo izraženi i neobično su rijetki. Na Orjenu su ustanovljeni samo rudimentni cirkovi. U takvim, nepotpuno razvijenim oblicima, i to

---

182. D. Jaranoff, La peninsule Balkanique... op. cit., str. 267.

183. J. Roglić, Izvještaj o istraživanju glacijacije... op. cit., str. 378.

pretežno na osjenjenim stranama stvarao se led. Zbog južnog položaja Orjena i relativno malih visina. U toku pleistocenskih ljeta nastupala su, dakle, velika otapanja i silna je voda spirala planinu i ponirala kroz brojne pukotine u podzemlje orjenskoga krša. Kaotičan raspored krhotina i rubnih plavina posljedica je naglih klimatskih promjena i osobina reljefa. Vode su dijelom erodirale morenski materijal i nataložile glacio-fluvijalni šljunak. Otičući uglavnom preko vapnenačke podloge potoci su kroz brojne pukotine neprestano gubili vodu. Prijenosna im je snaga bivala sve manja, te je transportirani materijal ostavljen bez ikakva reda, a potoci su konačno završavali u ponorima.

Prostrani dolovi u podnožjima glavnoga grebena s nakupinama kršja ili ogolićenom podlogom upućuju na snažno djelovanje nivacijskih procesa. Nivacijski procesi bili su veoma intenzivni i znatno su ublažili oštre konture krškog reljefa. To se napadno ističe prema okolnom ljutom škraparu, koji se nalazio izvan zaleđenih površina. Tu je pojavu ustanovio i J. Roglić istražujući ostatke u planinama oko srednje Neretve[184].

Kako je zaleđenost Orjena pretežno uzrokovana obiljem snježnih padalina, a ne izrazito niskim temperaturama, što je inače redovit slučaj u sjevernim glacijacijama, ne može se očekivati da će se naći tipične krioturbacijske pojave u smislu Bryna[185] i Trolla[186]. Prema dosadašnjim istraživanjima pojave krioturbacija i poligonalnih tala karakteristične su uglavnom za krajeve vlažne i hladne klime, koji su pod jačim utjecajem Atlantika, te za predjele sjevernih glacijacija s debljim pokrovom rastresitog tla[187]. Nepostojanje većih količina rastresitnog pokrova i prevladavajući karbonatni sastav objašnjavaju nedostatak krioturbacijskih pojava.

Prostorni raspored ledenjačkih ostataka na Orjenu svjedoči o tome da su topografski uvjeti imali veće značenje od apsolutne visine, a da su litološke osobine bile važnije od ekspozicije. Navedene osobine održavaju poseban tip orjenske glacijacije, u kojoj su periglacijalni reljef i vapnenački sastav bili uz južni položaj odlučujući faktori.

## POSTGLACIJALNE PROMJENE

Otapanje ledenih pokrova u višim geografskim širinama (Arktik i Antartik) i općenito nestajanje leda na Zemlji uzrokovano

---

184. J. Roglić, Glacijacija na planinama ... op. cit., str. 25.
185. K. Bryan, Cryopedology, the study of frozen ground and intensive frost action, with suggestions on nomenclature. Am. Jour. Science, Vol. 244 New York 1964, str. 622—642.
186. K. Troll, Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung, Erdkunde, Bd. 1, Bonn 1947, str. 162—175.
187. K. Troll, Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geologische Rundschau Bd. 34, Stuttgart 1944; str. 545—694.

je znatnim porastom temperatura, tj. recentnim zagrijavanjem spomenutih krajeva[188]. Te su pojave uvjetovale krupne promjene i njihovi su uzroci složene prirode.

U geološkoj povijesti Zemlje to je najmlađe sadašnje doba ili holocen. Prema istraživanjima u Srednjoj, Istočnoj i Sjeverozapadnoj Evropi[189], holocen traje svega 6000—8000 godina. U našim krajevima led je davno nestao, već prije 15—20 hiljada godina. To je geološki kratko razdoblje, ali s karakterističnim promjenama, koje su bile neobično značajne za najmlađu evoluciju reljefa. Zanimljivo je kako su se te promjene odrazile u prostoru Orjena.

Analiza današnjih klimatskih prilika pokazala je da Orjen karakteriziraju topla i suha ljeta, a u ostalih sedm mjeseci izuzetno vlažno i prilično hladno razdoblje. U takvim klimatskim prilikama, koje su znatno stabilnije u odnosu na hladan i meteorološki nemiran pojas polarnog fronta u doba pleistocena, stvaraju se odgovarajući oblici.

Veliko je značenje dobro očuvanih tragova ledenjačke akumulacije jer u nedostatku stratigrafskih dokaza mjerodavan su kriterij i pogodan način za kronološko određivanje postanka prevladavajućih oblika u masivu Orjena[190].

Izraziti škrapari na strmim stranama Vučjeg Zuba, Pazue, Kršljeva Mramora i ostalih viših predjela koji su bili pod ledom te rastočeni krš u podnožju Subre, Kabla i u zavali Vrbanj dobar su pokazatelj napredovanja postglacijalnoga krškog procesa. U postglacijalno vrijeme taj je proces dominantan. To potvrđuju navedeni oblici na istaknutim dijelovima orjenskog krša, a u skladu su s rezultatima istraživanja u ostalim krškim predjelima[191].

U korozivnim udubljenjima (dolovima) viših krajeva i u okolnim poljicima koja su u doba pleistocena bila zatrpana glacijalnim nanosima i ostalim taložinama otvaraju se ponori i kroz brojne pukotine spira se rastresito i fino tlo. Značajno je da je i postglacijalni krški proces usmjeren na razvitak jama[192] i općenito svih oblika koji su u skladu s poniranjem vode u dubinu.

---

188. J. Ridanović, Problemi arktičke plovidbe. Geografski glasnik, No 21, Zagreb 1959, str. 109.
189. G. Lütting, Vorschläge für eine geochronologische Gliederung des Holozäns in Europa. Eiszeit. und Gegenw., Bd. 11, Öhring/Württ. 1960, str. 51—63, u citiranom radu date je podjela holocena dokumentirana novijim istraživanjima.
190. J. Ridanović, Glacijalni relikti kao kriterij za kronološko određivanje morfogeneze oblika krša. Zbornik VII kongresa geografa str. 271—282, Zagreb 1964.
191. J. Corbel, Karsts Alpins .. op. cit., str. 43—56, Erosion en terrain ... op. cit., 105, P. Birot, op. cit. .., str. 178. i 179.
192. Ph. Renault, Role de l'érosion et de la corrosion dans le creusement d'un réseau karstique. Rev. de géomorphologie dynamique, No 1—2—3—4, Paris 1960, str. 1—4.

Sipališta na padinama glavnih vrhova Orjena, Prase, Goluševca i drugih ili u podnožjima strmaca rubnih grebena Svitavca, Gubara i ostalih također su značajan indikator postglacijalnih promjena. Iz njihova rasporeda izlazi da je proces mehaničke rastrožbe najintenzivniji na kontaktima litološki različitih stijena (vidi skicu sastava i građe).

Postglacijalne promjene znatne su dakle i na Orjenu. Primarno su se manifestirale u brzom razvitku i na velikim površinama izrazitih škarpa[193], zatim u otvaranju pukotina po krškim udubinama. Inače, na kontaktima stijena različitih litoloških osobina, shodno smjenama hladnijih i toplijih perioda, stvaraju se veće količine drobinskog materijala u obliku mladih sipališta.

## KOMPLEKSNOST ORJENSKOG RELJEFA

Orjen je izdvojeni masiv južnog primorja. Izoliranost od krške okolice potvrđuju izraziti i brojni strmci. Ta je pojava veoma značajna za evolucije reljefa. Bitna je i tektonska značajka, koja se sastoji u masivnom izgledu i geotektonski uklješštenom položaju između zetsko-skadarske i južno-jadranske potoline.

Orjen je naša najviša obalna planina neobičnog izgleda. Za reljef Orjena sigurno je najbitniji karbonatni sastav, tj. prevladavanje vapnenačkih stijena, te istaknuti južni položaj u neposrednoj blizini otvorena mora. Prevladavanje vapnenačkog sastava uzrokovalo je uz ostale ekološke uvjete dominaciju krškog reljefa. Krš je osnovna i glavna značajka orjenskog reljefa. Orjenski krš karakteriziraju u prvom redu okomiti oblici u skladu s poniranjem vode u dubinu. To su brojne duboke jame i sve vrste pukotina odnosno podzemnih šupljina. Koliko je razvijena i duboka pukotinska cirkulacija, najbolje svjedoči podatak da 403,9 km² površine prima najveće količine padalina u Evropi, više od 5000 mm godišnje, a nigdje nema stalne tekućice.

Fizionomiju krškog površja određuju mnogobrojni dolovi, razne varijante rastočenog krša, obilje i raznovrsnost škrapara. U orjenskom masivu očiti su kontrasti između golog i obraslog krša. Za obrasli krš najkarakterističnije su blaže i uravnjene, glatke površine. One su slične korozivnim oblicima pokrivenog krša. U pojedinim dijelovima planine razabiru se, iako male, ali izrazito uravnjene površine poput vapnenačkih zaravni u dinarskom kršu.

Južni položaj veoma je značajan i najbolje se odražava u klimi i ritmu morfogenetskih procesa. Klima je vremenski i prostorno vrlo nestabilan element prirodne osnove, ali je krš osjetljiv na klimatske promjene i dobro konzervira zatečene oblike. Tako su

---

193. J. Ridanović, Glacijalni relikti... op. cit., str. 273.

u orjenskom kršu očuvani brojni i raznovrsni tragovi pleistocenske glacijacije. Glacijacija je samo modificirala orjenski krš (sl. 11). Poseban tip glacijacije prilagodio se neobično razvijenom preglacijalnom krškom reljefu i odgovarajućem klimatskom položaju Orjena u doba pleistocena.

Izraziti i dobro očuvani tragovi glacijalne akumulacije omogućili su da se kronološki pobliže odredi morfogeneza pojedinih oblika krša. Glavnina dolova je preglacijalne starosti jer se na njihovu dnu nalaze glacijalni sedimenti. Iz odnosa krških oblika u najvišim dijelovima i ledenjačke akumulacije u nižim zaključeno je da je preglacijalni reljef bio veoma razvijen. Štaviše, krški je proces vrlo intenzivan. Na temelju ostataka u višim i reljefno blažim dolovima očigledne su odgovarajuće modifikacije krškog procesa u doba glacijacije. U vrijeme glacijacije bio je krški proces izmijenjen utoliko što sezonskim zamrzavanjem pukotina nije bilo moguće privremeno poniranje u dubinu. Vode su onda spirale površje i prenosile trošan materijal zatrpavajući niže dubine. To se odrazilo na snižavanju postojećih visinskih razlika. Na taj način bio je ublažen krški reljef. Odatle je rezultirala i otvorenost u višim krajevima nasuprot zatvorenim krškim udubljenjima u nižim krajevima, koji su bili izvan izravnog utjecaja leda.

Postglacijalno razdoblje ponovo karakterizira intenzivan krški proces. To potvrđuju brojni škrapari u krajevima koje je prethodno bio izmijenio led. To potvrđuju ostali oblici što se razvijaju u dubinu.

Orjen je mozaik krša, tipična primorska i krška planina s bogatstvom izvanredno pravilnih i dobro očuvanih specifičnih tragova pleistocene glacijacije.

## SUMMARY

### ORJEN

A Contribution to the Knowlegde of the Relief of Littoral Karst Mountains

The limestone steeps of Dobrostica and Radoštak sharply contrast with the tameness and gentle relief of the outer part of the Bay of Kotor and mark the beginning of the Orjen Karst. The inhabitants of the mountain and its surroundings call Orjen only the highest peak (1895 metres). Yet Orjen is not only the isolated peak but is hypsometrically connected with a whole series of other heights. From the principal peak almost independent ridges ramify thus forming a vast mountainous complex which is tectonically and by its relief separated from the adjectent parts (Fig. 2). Orjen in its wider sense covers an area of 403.9 square kilometres. This area spreads between the fault line of Grab in the west, the deep valleys of the tributaries of the Trebišnjica and the polje of Grahovo in the north, the meridian depression at the contact with the Katun karst in the east, and the foot hills of the cliffs with which Orjen faces the south and the sea. The thus limited area differs from its surroundings by its height and composition, and these two elements condition, and moreover increase, the other differences. The transition to the seaside is particularly sharp but less on the other bordes separating Orjen from the surrounding karstic parts of its lower neighbourhood. The thus delimited area is a wide mountainous part, almost »cut off« from the neighbouring and regularly lower areas. The contur line of 1000 metres is of manifold importance and clearly seperates the higher part of the massif, a typical mountainous area, from the rest.

Of particular importance for the understanding of its properties and chiefly of the evolution of its relief is the geographical position of Orjen.

In the littoral part of the Dinaric Alps, Orjen is a very striking mountain. It is exosped to the open Adriatic Sea and rises immediately from the seashore with markedly steep slopes. Since the south-Adriatic basin is here deepest, the littoral position of Orjen did not change even during the considerable fluctuation of the sea level in young geological periods. The geographical latitude and the Mediterranean Sea influenced the general air circulation and stressed the littoral position of the mountain. Orjen is the highest coastal and most specific littoral mountain of Yugoslavia.

Differently from the other littoral mountains running as long ridges in the characteristic Dinaric tectonic direction from the north-west to the sout-east, Orjen has the unusual form of an isolated massif and its relief does not show any dominant line of spreading but is characterised by considerable ramification and great dynamic. Numerous mountain ridges regularly radially alternate with huge trough-shaped depressions open towards the periphery of the massif. Smaller or bigger level area most often also face the lower parts.

The hinterland of Orjen is formed by the widest and highest mountain region and separates Orjen with its littoral from the economically valuable

Pannonian Plain. The mountainous nature of this region with great heights (averaging about 1500 meters) and the enormus extention of its karst make this construction of modern economic roads difficult. The very high hinterland of Orjen is thus almost impassable and unsuitable for transportation.

Its limestone composition and littoral position with the other associated phenomena determine the specific properties of the Orjen relief.

The extention of the individual heights and the mutual relationship between the principal ridges together with other contents indicate inner differences. The principal relief ridges and the distribution of the heights with the correspondding content of the area are a suitable criterion for the determination of the inner differences of the otherwise unified mountainous complex. In the relief picture of the mountainous area the highest rigdes delimit five mutually different parts: (1) THE WESTERN PART OR THE SECTOR OF VRBANJ, (2) THE EASTERN PART O RTHE SECTOR OF CRKVICE, (3) THE NORTH-EASTERN AND NORTHERN PART OR THE SECTOR OF BIJELA GORA, (4) THE NORTH-WESTERN PAR OR THE SECTOR OF DOBRI DÔ, and (5) THE EXTREME NORTH-WESTERN PART OR THE AREA OF KONJSKO-ORAHOVICA. The first four are characterised by greater heights and meet at the centre. In these parts there are bigger or smaller covers of rock waste, which considerably mitigate the karstic surrounding and differ from it. The fifth part is on the average considerably lower, lies peripherally and its appearance is exchusively determined by karst, here and there overgrown by scrubs. The various parts also differ in height. For this seasons the corresponding percentage of zones above 1000 metres shown for the individual sectors. The detailed mutual relationship of the altimetric zones for the various parts and the mountain as a whole is given in Table 1. The chief characteristics of the various sectors are as follows.

The Sector of **CRKVICE** (No. 2) is biggest (120 square kilometres). It takes up 30 percent of the total area of the massif. An area of 63 square kilometres or 52.7 percent is above the 1000 metre contour line. It is interesting that more than a quarter (25.1 per cent) of this sector is at heights between 1200 and 1300 metres.

The Sector of **BIJELA GORA** is next in size (92 square kilometre). It is part 3 and takes up 23 percent of the whole area of Orjen. It is significant that 88.4 percent or 81.3 square kilometers lie above 1000 metres. The biggest area is also here at heights between 1200 and 1300 metres (27 9 percent).

The part of **VRBANJE** (No. 1) is insignificantly smaller (90 square kilometres) and takes u 22 eprcent of the whole area of the mountain massif. Almost half the setor (48 percent or 43.3 square kilometres) is above 1000 metres. The zone between 1000 and 1100 metres is most wispread (35 percent), and the percentage of the zone betwen 1500 and 1600 mtres is considerable (7.7 percent).

The part of **DOBRI DÔ** is by its size (33 square kilometres) the smallest sector (No. 4). Its share is only 8 percent of the whole area or 30.1 square kilometres but 91.2 percent of it is above 1000 metres. Its biggest part (26.3 per cent) lies in the zone between 1000 and 1100 metres, and an unsually high percentage (14.6 percent) in the zone between 1500 and 1600 metres. Smallest in area it is characterised by the greatest heights!

The part of **KONJSKA-ORAHOVICA** (No. 5) protrudes most and is farthest from the centre. Only two or three of its rise over 1000 metres. Thus this part also differs hypsometrically.

The considerable differences in height have certainly also influenced the relief of the individual setors but also toeir exposure needs to be kept in mind.

A detailed analysis of the properties of the various sector of Orjen has revealed considerable differeces. Particularly striking is the difference between the principal and higher part and the considerably lower extreme north-western area. To explain the mentioned phenomena it is necessary to know the composition and structure as well as the climatic conditions.

**The geological composition of the sketch of composition and structure.** Thn base is chiefly built of carbonaceous rock. Limestones predominate and then dolomites. There is furter a whole series of marly and clayey components. The combination of these rocks is the most frequent occurrence but the predominance of the limestone component is obvious and decisive for the aspect and significance of this mountain. Limestone and other rock waste mixed with loose soil cover the smallest area. Special importance belongs to the *intercalation of dolomitised and marly rocks*, which have the greatest signifisance for the explanation of the glacial relief, and are in fact proper *glacial accumulations*.

However the structure is also important for shaping. The mountain, where Mesozoic rock dominantes is characterised by complex tectonic relationships. At short distances, the strata considerably change first their inclination and then sometimes even their directions. Such occurrences can often be seen and are most marked in the southern ramifications of Orjen. The tabular structure of Subra conspicuously differs from the inclined layers of neighbouring Durmitor, Jelovica, etc. Various inclinations and the corresponding directions of layers allow the reconstruction of numerous folds, which are regularly of smaller extent. The folds are most often flexurally twisted, and there separated by fault lines. They lie or are scale-like thrust one upon another, which convinced Bešić in the correctness of hist conception »of a simple structure of small reversed fold« (German: Schuppenstruktur) of the Dinarides. *Similare tectonic relationships* were also discovered in the Orjen massif by a group of geologists who mapped the littoral from the Bay of Kotor to the river Neretva in 1957. In the area round Trebinje and Bileće such a structure was found by Sikošek (1960).

The results of the explorations made so far are approximately the same but the interpretations of the contents vary.

Bešić for example pleads for »a small structure of reversed folds« because he considers that there are no thrusts but systems of smaller of bigger regulator or inclined folds. For the thrusts there are no proofs produced by thrusting and breaking between the layers. According to Bešić the scale-like is the basic tectonic characteristic. Vidović and co-wonkers explained the described contents as »secondary tectonic elements on the geotectonic unit of High Karst«, which means that they also admit the existence of bigger tectonic form than the scale-like structure. The problem of thursts in the Dinaric mountains was generally treated in an article by K. V. Petković (1961), who is the most convinced adherent of this theory. There is a whole series of comprehensive studies on the structure of the Dinaric Alps. Their generally comparative treatment has a generaly theoretic significance and cannot be entirely applied to the Orjen masif, and this may not even be necessary.

Of greater importance for the understanding of the geotectonic structure of the Orjen massif are the facts that Oligocene sediments are stratigraphically the youngest rock. This leds to the conclusion that the younger period is characterised by a long evolution above sea level. During this long period under changing climatic conditions and with corresponding movements particularly during the Quarternary period (Jaranoff, 1940) the complex relief evolved. Present-day knowledge points three elementary facts. Petrographically and tratigraphically different elements protrude out of the surface, which indicates the disturbance of sediments. The second important fact is that various parts of unequal intensity of disturbance stand out. Their layers not only exist side by side in different positions but also show obvious petrographic and stratigraphic differences. This fact shows that differentiated tectonic movements occurred an the masif itself. The mentioned diferences are particularly significant for the structure and evolution of the relief. The third fact is the isolation of the Orjen relief. By its massive aspect, Orjen esentially difers from the other littoral mountains. Its isolation is best expressed by marked *steep slopes* skirting the mountain on almost all sides. It is obvious that the explanation of the mentioned tectonic characteristics

cannot be found in the general conceptions on the Dinaric mountains as a whole or as a littoral mountain in general. This problem, especially posed by Orjen, has not been treated in literature. Yet it needs to be stressed and kept in mind when the detailed relief modelling is being explained.

Cvijić first pointed out (1899) and later also tried to determine (1901) the divergence of the Orjen layers from the general north-west-south-east direction of the mountains an Montenegro and the Hercegovina. Later, Bešić observed similar deviations in the Bay of Kotor, at Grahovo, and in the peripheral parts of Orjen. He sees the causes and consequences of these divergences in the plain of the Zeta and Shkoder, one of the most unstable parts of the Yugoslav mountain region.

The position of Orjen confined between the plain of the Zeta and Shkoder and the deep trough of the southern Adriatic is geotectonically unusually significant and points to the great instability of this region. The massif of Orjen is tectonically delimited by fault lines and thus separated from its karstic surroundings. Its morphological evolution therefore proceeded separately and in the area of the isolated massif the lower probably older compact part differs from the higher more articulated zone, which was probably modelled by younger processes. The great differences in height of about 3300 metres, when the highest peaks (1895 metres) and lowest depth of the sea, i. e. the south-Adriatic trough (1330 metres), are considered, as the steep slopes above and below sea level with frequent earthquakes along them indicate the relative youth of powerful tectonic movements. Exogenous processes also altered the initial tectonic forms and the basic Dinaric orogenetic tectonics is therefore less important for the present aspect of the relief. The present relief is primarily contioned by composition, and during the evolution younger and specific epeirogenetic movements left their traces, like the disturbed older fault lines, such as Grabski jarak and others, or secondary ones vertical or under various angles to the basic Dinaric direction. There is no doubt that the structure influenced the relief but it is also a fact the aspect or the physiognomy of the mountain, the radial spreading of its ridges and its irregularly extended principal depressions are not congruent with the directions of the fault lines.

Orjen is a typical mountain massif with a network of radial ridges. Such a structure of the relief characterised by the openness at the periphery, particularly towards the polje of Grahovo, towards Dobri Dô and Crkvice, cannot be explained with the classical knowledge of the karst process, which by vertical drainage develops forms in a vertical direction and separated from one another. Obviously the development of the relief on the carbonaceous base was modified, which is proved by the mentioned cover of rock waste. The explanation of the relief and its specific properties require the knowledge of the climatic conditions.

The climatic position of Orjen is a special one and particularly significant for the evolution of its relief. First the present climatic conditions are elaborated in the thes and their influence on relief evolution. The disacoord between the elements of the relief and the present process has permitted the perception of earlier morphognetic processes.

Precipitation is the most important climatic element in the evolution of the Orjen relief because the carbonaceous composition of the terrain. In the Orjen massif there are a number of meteorological stations. The most important of them is at Crkvice, belonging today to Malov dô administratively. The Crkvice rain gauge station posesses the longest and most complete records of observation. Table 2 shows that the total annual precipitation is exceptionally high. In 56 years received over 5000 millimetres of precipitation 28 times, over 6000 millimetres 10 times, and even more than 8000 millimetres in 1937. Compared with the rest of Yugoslavia it is obvious that Orjen receviles farmore precipitation than any other part of the country. It has even been shown that Orjen receives more precipitation than any spot in Europe (Melik, 1957). The greatest amounts of precipitation are characte-

ristic for the cold season. In 56 years of observation the peak of precipitation occurred 15 times in December or November, 9 times in October, 6 times in February, 5 times in April, 3. times each in Marxh and January, and once in May. The maximum of precipitation most often falls in December or November but may happen in any other month except June, July, August and September. The most marked difference between winter and summer months appeared in two extreme cases: December 1958. with 2045 millimetres of precipitation and July with no rain atall!

The seasonal distribution of precipitation is caused by a corresponding circulation of air masses. During all the year, streams of air masses from the sea dominate absolutely with south-western winds as the most frequent ones. In the northern sector, winds from the north-east are most frequent while other winds are of hardly any interest. The proportion of calms is considerably great but very unequally distributed among the months (Table 15). The table of the distribution of maritimne and continental winds and their frequency at the observatory of Malov do reflects the present air circulation as a whole and in detail and thus stresses the interdependence between meetorological occurrences and the geographical elements. The distribution of the principal winds over the months or the ratio between maritime and continental winds shows even more clearly the predominance of the former in the air streams.

The concentration of the biggest European precipitation during the cold season on the one hand and mountain freschness in summer or even absolute drought on the other are the basic climatic characteristic of Orjen.

The analysis of the pluviometrical records has revealed the seasonal distribution of precipitation. This phenomenon is of great significance for the present climat, and still more for the reconstruction of the pa'eoclimatic circumotances and the morphogenetic processes conditioned by them. The disproportion of precipitation between the cold (74.9 percent) and warm (25.1 percent) parts of the year is obvious (Fig. 9) and particularly important climatic characteristic. The real difference is still more marked because, in fact, during 7 months (from October till inclusively April) 83 percent of the annual precipitation descends while the 5-month warm period (from May till October) receives only 17 percent of the total annual amount. Such a distriuution of rain over the year is of decisive influence upon the development of karst. The high limestone mountain in an area rich in percipitation during the cold season is exposed to strong corrosive processes. The coincidence of maximal precipitation and minimal temperatures, according to most recent knowlegde (Corbel, 1959), accelerates corrosion which has resulted in the domination of characteristic and deep karst. In the Orjen massif there are no permanent surface water courses, surfance sources are rare, and the sulmarine ones are elatively few on the adjecent sea botton. The enormous quantities of water, particularly during the cold part of the year, continuously disappear under ground thus producing forms developed in a vertical direction. The mentioned facts lead to the conclusion that the permeable fissures must be numerous, deep labyrinth, of which little is known but numerous still unexplored caves are a goood indicator of the described development.

The most typical karst forms of Orjen are first caves and then sinkholes. the physiognomy, however, of its karstic mountain area is defined by many depressions, called »dolovi« (singular »dô« or »dol«), a kind of doline. On Orjen the »dolovi« are smaller or bigger karstic depressions at various heights, their bottoms covered by varying layers of loose earth. Morphogenetically the »dolovi« may as a rule be identified with the level-bottomed »dolina«, as has been established and clearly stated by Professor Roglić, They can be found at all levels and most often at the bottoms of bigger karstic depressions, generally in level karst or on gentler slopes. The aspect and composition of the loose cover on the bottoms of the »dolovi« require a distinction between the »dolovi« of higher parts that were affected by the Pleistocene

glaciation and on lower parts that were beyond the direct influence of ice. Thus for exapmle the bottoms of Crni dô and Mokri dô are filled with morainic deposits and the sides of the Reovački dolovi of Dobri dô and Dubov dô were shaped by ice and nival processes. The pecularity kind of glacial accumulation or that their sides were more strongly modelled by nival processes. The »dolovi« in the lower parts are generally smaller and of sharper contours. They are regularly filled with black mountain earth, which most probably covers red earth. They are found almost in all the parts but more seldom in the wooded ones of the Orjen massif provided they were not glaciated. The other kinds of »ponikvas«, Cvijić's »normal dolinas«, are almost unknown on Orjen. Smaller funnel-shaped depressions have been found in the area of Ubajska Planina and on Kamenska Ravan. There the great number of small funnel-like holes gives the whole area the pock-

The mentioned examples of »dolovi« of the higher and lower parts confirm the long duration of the karst process and point to its modifications that were conditioned by the Pleistocene climate. Judging by all appearances the karstic process in the highest parts of the Orjen massif during glaciation must have been considerably modified as was established by J. Corbel (1957) when he explored the karst of the high Alps. In the lower parts of the mountain however the corrosive process was accelerated by meltwater which in many instances resulted in sharp clints or crevices on exposed bare limestone blocks.

Clints are very expressive sharp crevices in carbonaceous rock regularly elongated in the direction of the inclination of the surfance ,and are most frequent on inclined surfance in bare karst. The most characteristic clints are found on bare limestone faces of the northern slopes of Vučji Zub of Pazua, and on the steep limestone faces of Krešljevi Mramor, etc. The triangular area marked by the road linhing the higest settlements of Crkvice, Pod Han and Ledenice is a very chaos of clints. In some parts the crevices are deeper than 2 metres and make the area absolutely impassable. The delving of such exppressive deep crevices seems to have required not only the effect of rain water but also the corrosive action of snow in the sense of Roglić's (1961) and Corbel's (1959) interpretations. On Orjen the clints are unusually fresch and very marked features of karst. Their position in relation to glacial traces shows that the clints developed after the glaciation. In the wooded parts or Bijela Gora and Udbaska Planina, on Kamenska Ravan to te exact, i. a. on chiefly level ground, and generally in wooded karst, Orjen shous regular grooves and other rounded corrosive forms of gentler shapes, differing considerably from the sharp crevices and the rugged karst of the surrounding bare rock faces. The wooded karst of Orjen with numerous accumulations of loose material has the specific characteristics of wooded karst. The dissolution of carbonaceous rock under loose cover occurs under special conditions. The result of such dissolution is corresponding forms difeering essentially from the physiognomy of bare karst. Under the loose cover, carbonacecus rock corrodes more uniformly, beccomes level and assume the aspect of karstic plains.

It is necessary to stress the physiognomic contrasts and point to the differences in relief between bare and vegetation-covered karsts.

The Orjen landscapes manifest though separated, fairly expressive level surfaces, which are in disaccord with the vertical draining of water. They are isolated plains. The best example among them is certainly Kamenska Ravan (part of Udbajska Planina) — of which the word »Ravan« means »plain« —, levelled karst, at about metres. Then there are the peripheral parts (at heights of about 800 metres) from Crkvice towards the karst of Katun and single smaller parts (at heights of about 1250 metres) of Bijela Gora, also good examples level ground in the Orjen karst. The mentioned flats are separated and lie at various heights. They developed in limestone rock and are certainly older than the glaciation because glacier accumulations are deposited on them. The accumulations of loose material favoured vegetation and these

forms are therefore covered with it, which still more stresses the physiognomical contrasts with the nearby rugged karst where vertical forms dominate. Everything points to the possibility of connecting these exceptions in the relief of the Orjen karst genetically with he development of the other instance of level ground in the Dinaric karst as they have been established by Roglić (1957).

The slopes of the principal peaks particularly in the peripheral parts of the Orjen massif are characterised by a confiderably gentle relief. The aspect and composition of these forms differ markedly from the adjoining, almost impossable karst. In the peripheral parts of the massif, above gravel deposits there are always bigger or smaller accumulations of heterogenous material, from the finest sand to single blocks of a few cubic metres thus indicating that the later accumulations are topographically completely separated The mentioned forms as well as open landscapes in the otherwise classical karstic area cannot be explained by any current process. The development and nature of such forms was conditioned by different processes and climatic conditions corresponding to them.

The reconstruction of the climat of earlier periods was done on the ground of numerous criteria. In accordance with all the considered criteria and documentations explained by earlier explorers, particularly on the ground of Klute's maps and Klein's logical evaluations, the conclusion may be drawn that during the Pleistocene, Orjen had temperatures above the freezing pont in summer while during the winter months the temperatures were considerably lower, even below — 10 degrees Centigrade. Thanks to its favourable position, in spite of considerably diminished amonts of moisture due to a general fall in temperatures, Orjen certainly received very much percipitation. It was in the belt of frequent cyclones from the polar region, and their moisture was supplied by the Mediterranean Sea. Because of its great depths and steep slopes the shore line did not change considerably. In a meteorogically disturbed belt at the coast there rose the high and relatively cool mountain and received much precipitation mostly as snow as now do parts of the northwestern and western shores of Canada, of southern Alaska and of California (Sierra Nevada).

The briefly sketched most important investigations into the atmospheric circulation and the other phenomena show that during the late Würm period the region of the southern Dinaric Alps was within the belt of the polar front. Over these parts there swept most often snow cyclones supplied with moisture from the almost unreduced volume of the southern Adriatic Sea. During the Pleistocene, according to he accepted scientific conceptions, the level of the seas was about 100, or exactly 92 metres lower than at present. Even then the position of the Orjen shore line did not differ much from the present line, because not far from it are the lowest depths of the Adriatic Sea. The conditions of the relief above sea level were decisive for the distribution of the precipitation and the farthest penetration of the cyclones. Because of the mentioned relation between land and sea and the existing relief under such conditions, Orjen, similarly as today, received the greatest amount of precipitation in relation to the other parts. However, due to the the general low temperature, the preprecipitation took the from of snow, which could remain longer only in topographically favourable places. The cyclones were particularly frequent and penetrated deep during the winter half of the year because the polar front was then more strongly accentuated. Because of the earlier mentioned general conditions, snow precipitation dominated. In winter the mountain was covered by deep snow, and the summer temperatures were not high enough to melt the snow entirely. The strong influence of the ice-covered Alps kept Orjen within the belt of the subpolar meteorological disturbances during the summer too, which means that many summers were fresh and stormy.

The amount of snow precipitation, low temperatures and suitable topography are the elements necessary and of equal importance for the formation and preservation of ice.

The earlier mentioned reconstructions of the Pleistocene climate have shown that the annual temperature on Orjen was lower than today by about 10 degrees Centigrade. The comparison of this information with the present annual average (9.4 degrees Centigrade) allows the conclusion that the temperatures were low enough and suitable for the preservation of the snow cover and the formation of ice. The summer temperatures are important because the melting of the snow cover depends on them. It is therefore of importance to determine correctly what summers followed the snow-rich winters. A. Klein (1953) calculated that the Orjen temperature difference between the warmest month at present and during the Würm period maximum had amounted to 9.1 degrees Centigrade, which means that during the warm part of the year the Orjen temperatures were above freezing point, and during the cold part even as low as —10 degrees Centigrade, which accords perfectly with the position of the mountain in the south. If the summer temperature had been above freezing point for four months the conclusion would follow that it sufficed to melt the snow cover. It needs however to be kept in mind that Orjen was then in the meteorologically disturbed and stormy belt of the polar front and, what is very important, that Orjen is definitely a seashore mountain. The ice cap of the Alps made the polar front remain far in the south even in summer. The great difference between the warmer coast and the snow-covered highest and steepest mountain made the already great lapse rate even more marked. The mountain was often wrapped in fog, and snow storms were no rarity in summer. Evoröthing points to the summer temperatures on Orjen itself having been somewhat lower than those calculated by A. Klein. The belt was not only meteorologically agitated but also subjected to aperiodical climat changes. Eeven today fresh summers are a frequent occurrence in subpolar regions, which particularly contributes to the preservation of the snow cover and to ice formation. A once formerd ice cap remains an active climatic modifier.

In the case of Orjen the relief is of particular importance and adequate attention is devoted to it in accordance with the nature of this thesis. Since the relief essentially influences the mode of glaciation, the complex of the massif and its karstic topography are particularly important for Orjen.

The glaciation of Orjen was determined by glacial centres, which comply extraordinarily with the unusually developed preglacial karst realief and the corresponding climatic position of the mountain during the Pleistocene.

The distribution of the glacial remnants on Orjen (Fig. 11) show that they are most numerous in the north-eastern and northern parts of Bijela Gora. In the area of Vrbanje the glacial traces are best marked below the steep slopes of the south-western and southern sides of the mountain massif. The sector of Crkvice ,the eastern part of the mountain, also shows definite glacier traces particularly in the form of accumulations, especially at the periphery. Beginning on the secondary slopes of Reovačke Grede, passing, Crkvice, to below Knežlaz, numerous smaller or bigger hillocks of glacier deposits, overgrown with beech wood can be seen. At the extreme southern periphery of the mountain in the rugged karst below the feet of Radoštak and Dobrosfica, there are isolated hills of deposits covered with fir growth. At the end depression of Kontuniště, in the sector of Dobri dô towards Konjsko the highest morain is deposited, composed of big gravel deposits.

There were thus on Orjen two, three or even four glacial centres. The extent and distribution of the glacial accumulations show that the topographically better suited parts of the mountain massif were glaciated, and that the ice reached like tongues to the very periphery of the mountain.

It is surprising but characteristic that the ice did not change the ground more considerably than it did. The general characteristic of the glaciation of Orjen is the disproportion between the numerous glacial deposits and the scanty erosive traces. The preserved morainic deposits differ in height and position. Their heights correspond to the amount of debris and to the distance of the debris however depends on the preglacial topography and the volume

of the ice mass on the climatic advantage and above all on exposure. The aspects of the deposits do not differ more considerably despite remarkable distances between the morainic lobes. The composition and size of the morainic knolls also reflect the properaics of the ground. From the ridges predominantly composed of pure limestone there descended shifted gravel rock waste and single blocks, from the resistant rock however the ice carried down smaller debris. The final result is that the increased the differences in relief and landscape so that the parts that were also earlier in a more favourable position, in the glacial deposits, received a cover suitable for dense growth after the changed climatic circumstances. Lack of erosive forms is the general characteristic of the Orjen glaciation. This fact is unusual and contrary to the classical teaching on the glacial scheme derived from the Alps. In the case of Orjen, account needs to be taken of the peculiarities of the preglacial relief of the limestone composition and particularly of the preglacial relief, of the limestone composition and particularly of the climatic situation: snow-rich winters alternated with relatively warm summers when most of the snow melted. If either predominated, the ice cap either became permanent or mostly melted. The climatic conditions did not favour the formation of permonent bigger centres that would shape the typical cirques. Because of these properties no characteristic forms of glacial erosion developed. The decisive influence belonged to the preglacial relief. Snow accumulated most easily in the shadows of steep slopes and remained there for a long time. From here much rock waste dotted with bigger blocks broken off the steep slopes was carried downwards. The preglacial relief exerted an escential influence, particularly did so the big »dolovi« where snow accumulated and was most easily preserved. These properties were not taken sufficiently into account the earlier explorations.

Studying the relief of the Dinaric Alps, A. Grund (1910) treated, among other aspects, the glaciation of the western side of the Orjen massif too. After Penck's publications (1900) on vast accoumulations and numerous deposits of rock waste as characteristic remnants of the glaciation on Orjen, A. Grund quite logically tried to find forms corresponding to glacial erosion and reconstructed 29 cirques on the western side of Orjen. The number seems too great when compared with the other parts of the Dinaric Alps. However, to explain the extent of the glacial accumulation, even the double number of cirques would not suffice. It has already been said where the plentiful accumulation of rock waste came from. Then it was pointed out that the position in the south with the corresponding climatic conditions associated with it did not favour the formation of cirques and other erosive forms. Every depression cannot be identified as a cirques and other erosive forms. Every depression cannot be identified as a cirque. Just as there are cirques from which no glacier tongues started, there are cirque-like depressions that are not of glacial origin. It is signaficant that Penck, the leading authority on glacial erosion, on a short visit did not see a single cirque on Orjen while later Grund not only found them but even in such a considerable number. More recent explorations not only did not confirm the existence of the cirques counted by Grund but climatic analysis also indicates that the conditions for their development were not favourable.

In the extreme north-western part of Orjen, between Zubačke Ubali and Borovik, more exactly between Konjsko and Bogojević selo, characteristic moraines of arc-like shape have been found. These morainic deposits show that a peripheral glacier head also existed. It was conditioned by a suitable relief and exposure to the north-east, but the composition of the rock there also seems to have been of importance. It is characteristic that the most marked deposits in Zubački Ubli are of different heights and regularly of unstratified material. The loose material is covered by dense vegetation, interestingly, by beech growth at greater heights and by fir lower down, marking off these parts from the neighbouring karstic terrain. The two biggest deposits in the shape of huge arcs bar the area of Zubački Ubli from Konjsko. Numerous smaller deposits, among which the one above the mountain

ridge is most conspicuous, prove that ice was here for a long time. Here and there on the bottom of Zubački Ubali, fine clay sediments indicate the former existence of a lake. It is further important to stress that in the moraines, marly components and fine-sand sediments dominate over a considerable quantity of sharp or only little worn limestone pieces of warious sizes. From Ubali over Koprivni dô towards the south-east the ground gradually rises to dip into the asymmetric depression of Kantunište. The denuded sides and half overgrown slopes show different varieties of crevices. Continuing towards the highest peak of Orjen (1895 metres) the ground descends again into two bigger depressions the widenod Dobri dô (1303 metres). This part is surrounded on all sides by the impressive and highest Orjen peaks. Karst forms are most numerous in the relief here and their expressiveness is proportional to the purity of the carbonaceous rock. In the lower parts, where the karst relief also dominates, single forms by their aspect and composition point out the significance of the nival processes. Only at the feet of the peripheral and shaded steep slopes of Mali Štirovnik (1722 metres), Kalupna Greda (1676 metres) and Štirovnik (1650 metres), snw certainly accumulated and changed into ice because of the preglacial relief and exposure to the north-west. Here the ice met with much rock waste or solifluctional material. This material was transported and deposited in the shape of the described dams in the area of Zubački Ubali. Accordingly the topography of Zubački Ubali was certainly modified by the action of the ice. In the sector of Dobri dô, more precisely at Ubli, the traces of the ice flow have been best preserved, yet even this is not an expressive glacial walley. Obviously there was not time enough for glacial modelling. The deposits at Konjsko, especially at Dubrave, are of an entirely different aspect and have no direct connection with the discovered moraines in the area of Zubački Ubali, as Penck considered (1900) and Grund described (1910) them. The material of this vast glaciofluvial talus is round because the water flowing from the glacier of Dobri dô — Ubli had time and distance enough to wear it round. The conditions for the deposition of this talus were favourable enough because of the quick melting of the ice mass in its socuthern portion and at relatively low levels of the mountain.

Studying the relief of the Bay of Kotor, L. Sawicki (1911) also dealt with the glaciation of the eastern side of Orjen. He reconstructed seven glaciers, 8 to 10 kilometres in average length. Somewhat earlier, Grund (1010) supposed five considerably shorter glaciers (2 to 3 kilometres) in the western part of the mountain, including in this number the allegedly longest glacier of Dobri dô in the north-western part of the massif. Accepting all this, Sawicki concluded that Orjen had twelve glaciers, five of which on the western side with the valley character of Alpine glaciation as Grund had found them (op. cit.) and seven in thee east of the Scandinavian type of glaciation. Furthermore he pointed out the obivous asyummetry in the glaciation of Orjen. In the west a considerably smaller area (30.2 square kilometres) was under ice, while of the eastern part 72.5 kilometres were ice-coverd. The sum of both (102.7 square kilometres) should indicate all the glaciated surface of the entire mountain. However the mentioned explorers did not visit the northern part of Orjen where most of the glacial remnants have been presserved. Judging by the extent of the traces in the sector of Bijela Gora in relation to the relicts in the other parts of the mountain, the calculated total of the glaciated area would certainly have to be considerably increased. Based on the experience gained in the Alps and Scandinavia, efforts to find similar forms of glacial erosion like cirques (Grund, 1910) and long glacier valleys of the type of glacial troughs (Sawicki, 1911), failed despite the numerous deposits of morainic character in the Orjen massif.

Orjen shows no typical glacier valleys and its rare cirques are only vestigial forms. On the contrary the chief traces of glaciation are preserved only in the form of copious morainic deposits. This is glaciation of a special type on a littoral limestone mountain in a climatic border position. Copious snow precipitation favoured the speedy formation of glaciers, which pushed

GEOGRAFSKI ZAVOD
BIBLIOTEKA

the then already existing rock waste downwards. Frequent changes in temperature and its relative height because of the southern position of the mountain to quick melting of the ice, which is evident in the shifting of morainic deposits and the disapperance of great masses of water into the karstic underground. The application of experience gained in the Alps to the explanation of the Orjen glaciation has not produced satisfying results.

Orjen was an intensively glaciated mountain but from the distribution of the well-preserved traces it becomes obvious that this glaciation was of a special nature. The exposed southern position of Orjen and its karst relief conditioned by the corresponding rock composition are the decisive factors to explain such a type of glaciation.

The determination of the snow line was done after Höfer's modified method, according to which the snow line is the arithmetic mean between the highest adjacent peaks and the lowest moraines.

Judging by all appearances the found traces of glaciation belong to one glacial period. In the various parts of Orjen the glacial period is reflected in two or three stages proved by the parallel rows of moraines in the area of Vrbanje and in the sector of Dobri dô. This conclusion agrees well with Jaranoff,s results (1940).

The expressive and well-preserved traces of the glacial accumulations have permitted to define the chronology of the morphogenesis of the various karst forms more exactly. The majority of the »dolovi« is of preglacial origin because their bottoms are covered by glacial sediments. The relationships between the krast froms in the highest parts and the glacial accumulations have allowed the conclusion that the preglacial relief was very much developed i. e. that the karstic process had been very intense. The physiognomy and remnants of the higher »dolovi« with gentler relief are the obvious results of the earlier karst forms. During the glaciation the karstic process was modified insofar as seasonal freezing of the crevices prevented vertical drainage. At such times the water flowed down the slope surfaces, carried rock waste to lower depressions and filled them up. The results on the relief were diminished differences in height, a gentler relief and hence the openness of the higher parts, contrasting with the closed karstic depressions at lower levels, which were beyond the direct influence of the ice.

The postglacial period was again characterised by an intense karstic process, which is proved by numerous crevices in the parts that were earlier modified by the ice.

Orjen is a mosaic of karst, a typical littoral as well as karst mountain, rich in exceptionally regular and well-preserved specific traces of the Pleistocene glaciation.