

SANJA FAIVRE

## **STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKA ANALIZA TIPOVA DOLINSKE MREŽE SJEVERNOG VELEBITA I SENJSKOG BILA**

Sanja Faivre  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
HR 41000 Zagreb

UDK:551.4(497.5 Velebit)  
Izvorni znanstveni članak  
Ur.: 1994-06-21

Na području Sjevernog Velebita i Senjskog bila analiziran je prostorni raspored dolinske mreže. Izdvojena su tri osnovna tipa mreže s brojnim podtipovima i više prijelaznih tipova.

Primorski obronak karakteriziran je paralelnim tipom dolinske mreže, vršni dio Sjevernog Velebita i dijela Senjskog bila tipičnim kutnim tipom, a veći ostali dio istraživanog područja karakteriziran je rešetkastim tipom dolinske mreže. Na kontaktu paralelnog, kutnog i rešetkastog tipa razvijeni su prijelazni tipovi.

Usporedba dolinske mreže s litološkim i hidrogeološkim kartama nije pokazala značajniju korelaciju, stoga se može zaključiti da je razvoj određenih tipova dolinske mreže prvenstveno odraz utjecaja geološke strukture i tektonskih pokreta.

Granice različitih tipova dolinske mreže uglavnom se poklapaju s rasjedima te one ujedno ocrtavaju pojedine manje tektonske blokove.

Analiziran je prostorni raspored dolinske mreže Sjevernog Velebita i Senjskog bila, na osnovi kojeg su izdvojeni brojni tipovi i podtipovi dolinske mreže. Dobiveni rezultati korelirani su s geološkom strukturom.

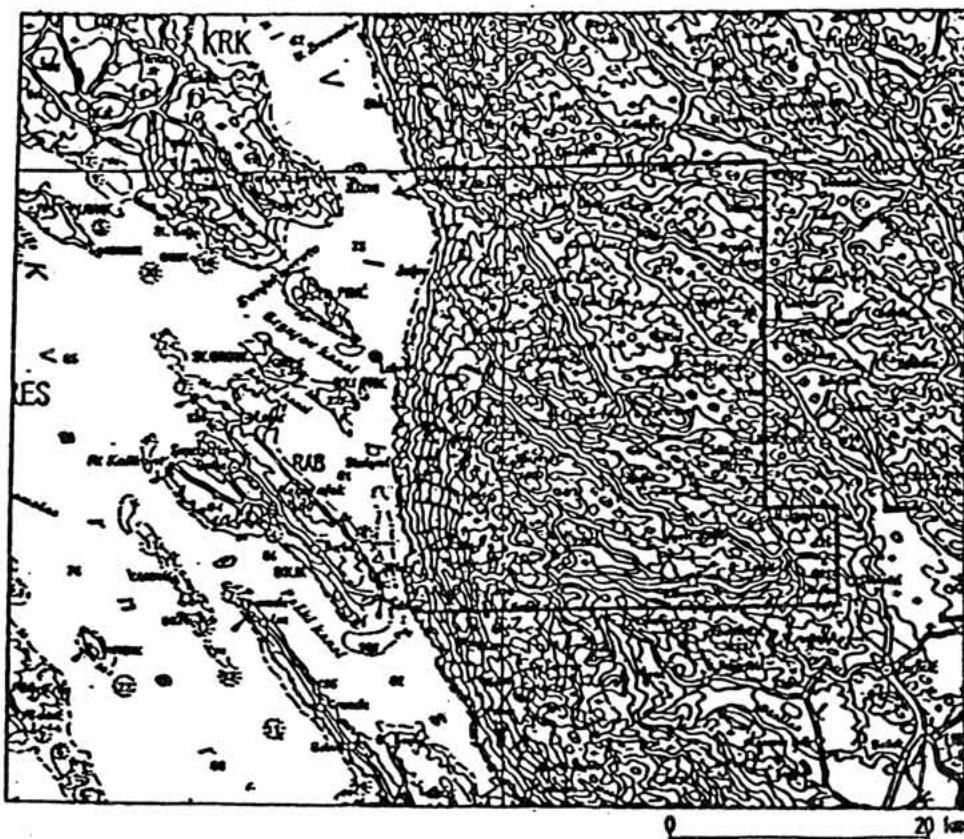
### *Uvod*

Izučavanje strukturno-geomorfoloških obilježja nekog područja polazi od analize osnovnih reljefnih oblika i reljefnih elemenata - analize obronaka,

analize dolina, grebena jaruga i dr. Analizira se njihov prostorni raspored, oblik i deformacije. S obzirom na to da se geološka građa izravno odražava u reljefu, cilj istraživanja bio je na osnovi analize dolinske mreže pretpostaviti obilježja tektonske strukture, izdvojiti glavne taktonske blokove te dobivene rezultate korelirati s geološkim kartama OGK SFRJ list Rab i list Otočac M 1 : 100.000 te neotektonskom kartom E. Prelogovića (1989.).

Ovim radom obuhvaćeno je područje od približno 950 km<sup>2</sup>. To je područje Sjevernog Velebita, Senjskog bila te dio područja Gacke s Brinjskim krajem (prema Geografiji RH / R. Pavić 1975.) Vidi Sl.1.

Istraživano područje spada u područje Vanjskih Dinarida. Obilježeno je rasprostranjenošću karbonatnih naslaga čija je tipična geomorfologija izravno



Sl. 1. Orientacijska karta - granica istraživanog područja

ovisna o litološkim obilježjima stijena, strukturnoj građi, tektonskoj aktivnosti, hidrogeološkim obilježjima stijena kao i klimatskim obilježjima. To je područje već 40-ak godina predmet vrlo intenzivnih geoloških, hidrogeoloških i inženjerijskih istraživanja (F. Koch 1912., S. Bahun 1974.). Geološka podloga M 1 : 100.000 izrađena je u skladu izrade OGK SFRJ (P. Mamužić, A. Milan, B. Korolija, I. Borović, Ž. Majcen 1969.) list Rab i (B. Sokač, S. Bahun, I. Velić, I. Galović 1976.) list Otočac. Hidrogeološka i inženjerijskogeološka istraživanja vezana su uz projektiranje i izvođenje hidroenergetskih objekata na području Like (S. Božičević 1967., P. Fritz i A. Pavičić 1972., 1975.).

Istraživano je područje obilježeno znatnom morfološkom raščlanjenošću, i to vertikalnom i horizontalnom. Uočavaju se velike visinske razlike od više stotina metara na relativno malim udaljenostima. Reljef je mjestimice jako ustrmljen a karakteristične su i nagle promjene nagiba obronaka.

Strukturno-geomorfološkom analizom reljefa u uvjetima krškog terena bavio se J. Kepelj (1985.), čiji su se rezultati pokazali vrlo dobri pri strukturno-tektonskim istraživanjima, a posebno pri istraživanju neotektonskih odnosa u krškim terenima.

Na području Sjevernog Velebita i dijela Like geomorfološkom analizom reljefa bavio se E. Prelogović u okviru neotektonskih istraživanja (1989.).

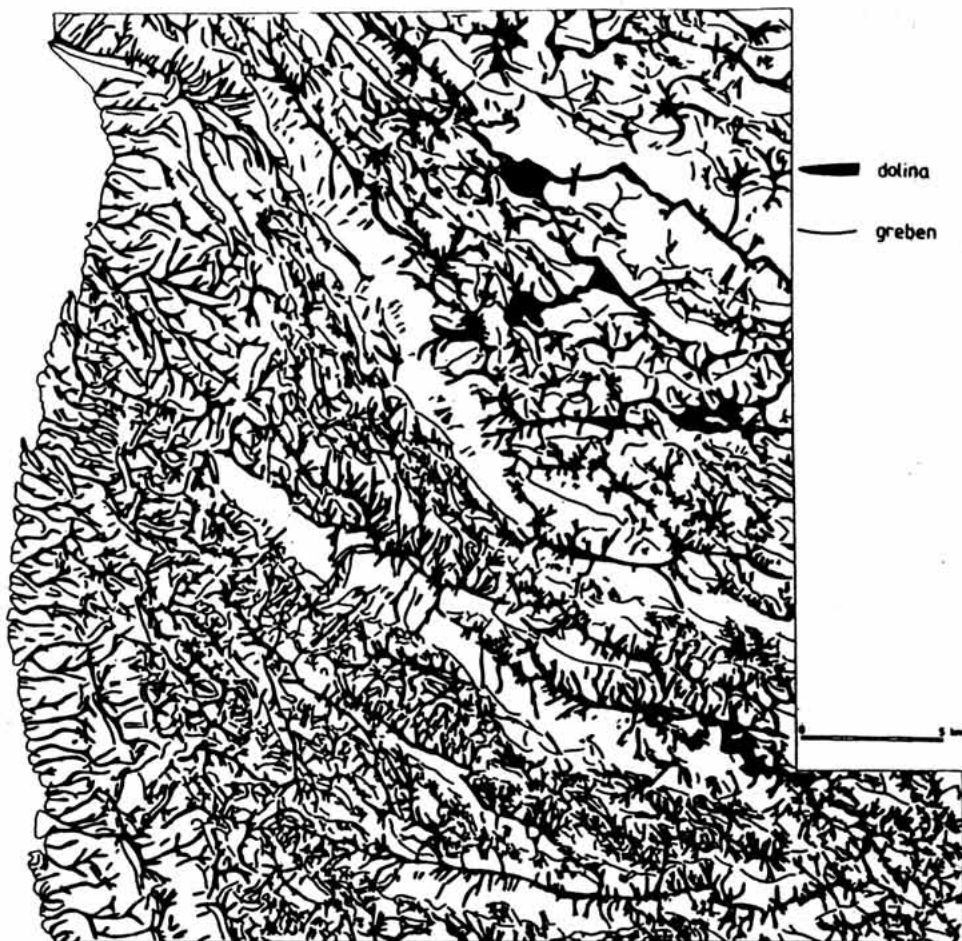
#### *Metode istraživanja*

Kao izvor podataka iskorištene su topografske i RH karte M 1 : 25.000. Početnu fazu analize predstavljalo je iscrtaavanje dolinske mreže. Tu su uključeni svi dolinski oblici od aktivnih s vodenim tijekovima i povremeno aktivnih do neaktivnih. Na osnovi oblika i rasporeda dolina izdvojena su područja s različitim tipovima mreže. Uslijedila je metoda korelacije tako dobivenih rezultata s geološkim kartama OGK SFRJ (list Rab i list Otočac M 1 : 100.000) i neotektonskom kartom Sjevernog Velebita i dijela Like (E. Prelogović 1989.).

#### *Prikaz rezultata*

Pod pojmom dolinska mreža razumijevamo, dakle, sve tipove dolinskih oblika - one oblikovane aktivnim i povremenim tijekovima te suhe ili okršene doline, jaruge i udoline. Općenito, tip dolinske mreže, orijentacija, i gustoća posebno ovise o litološkom sastavu, strukturi terena i klimi. Značajnu ulogu u razvoju dolinske mreže još imaju vegetacija i nagib terena. U ovom je radu od posebnog interesa utvrđivanje veze dolinske mreže sa strukturnim osobinama i tektonskim razvojem terena.

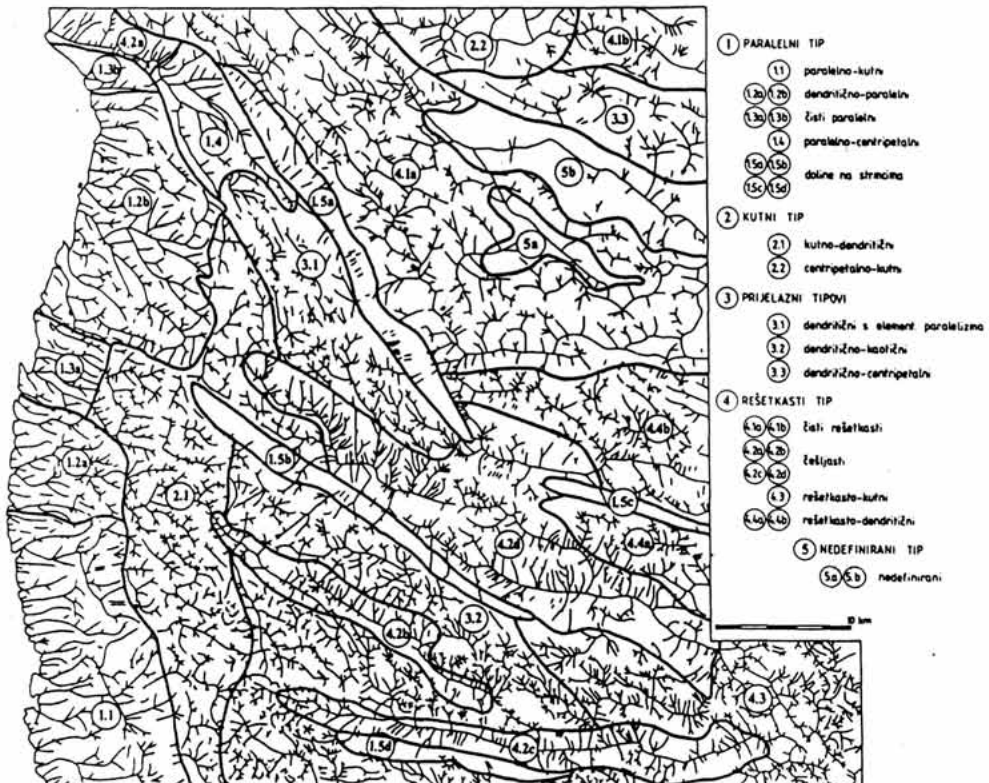
U analizi hijerarhijske klasifikacije tzv. dolina upotrijebit će se terminologija W. M. Davisa. Naime, ona je više ili manje neutralna jer tretira međusobni položaj linearnih udubljenja, koji se, kao što je već rečeno, ovdje samo uvjetno mogu nazvati dolinama. Pojam dolina uvijek se veže za fluvio-denudacijsko oblikovanje, a to se danas ne može reći za preko 90% svih tzv. dolina. Na cijelom istraživnom području samo su tri veća prava tijeka. To su potok Bakovac, te dijelovi rijeka u kršu Gacke i Like. Sve su ostalo povremeni tijekovi, suhe, derazijske, okršene doline i jaruge (Sl. 2). Osim toga tzv. doline



Sl. 2. Karta rasporeda dolina i grebena

2. ili 3. reda (prema Strahleru) gotovo su isključivo jaruge ili derazijske doline. No ipak, zbog jednostavnosti, a i zbog cilja ovog istraživanja, u radu će se upotrebljavati pojam - dolina.

Dolinska se mreža u mnogome prilagodila geološkoj građi, strukturi, a u svom razvoju usmjerena je tektonskim pokretima. Razvijeno je više različitih tipova mreže (Sl. 3). Općenito gledajući, izdvajaju se tri osnovna tipa mreže, i to u primorskom dijelu *paralelni tip* mreže s brojnim varijantama, u vršnom dijelu Sjevernog Velebita i Senjskog bila *kutni tip* mreže, te na preostalom dijelu *rešetkasti tip* dolinske mreže. Između paralelnoga, kutnog i rešetkastog tipa javljaju se i neki *prijelazni tipovi*, a na dva manja područja tip mreže nije definiran. Paralelizam je primarno uvjetovan nagibom obronka i tektonskim pukotinama, a rešetkasti i kutni primarno strukturom. Da bismo prišli detaljnijoj



Sl. 3. Tipovi dolinske mreže Sjevernog Velebita i Senjskog bila

analizi, istraživano je područje podijeljeno na veći broj manjih cjelina te su izdvojeni specifični podtipovi. S obzirom na to da se radi o krškom terenu, ni jedna od klasičnih podjela ne može se u cijelosti primijeniti, stoga ove tipove i podtipove treba slobodnije shvatiti. Na cijelom se području ne uočavaju bitne razlike vezane za litologiju. Ono je, općenito gledano, homogeno. Prevladavaju karbonatne naslage. To su uglavnom vapnenci, vapnenci i dolomiti u izmjeni, vapnenci s ulošcima dolomita, a manjim dijelom dolomiti i amfibolski porfirit. U radu *Hidrogeologija Like i južnog dijela Hrvatskog primorja* B. Biondić (1981.) izdvaja pet osnovnih grupa stijena različitog stupnja vodopropusnosti. To su:

1. dobro vodopropusne karbonatne stijene
2. slabo vodopropusne karbonatne stijene
3. u cjelini vodonepropusne klastične stijene
4. klastične stijene promjenjive vodopropusnosti
5. naslage promjenjive vodopropusnosti relativno male debljine

Hidrogeološka obilježja stijena ocijenjena su prema podacima o litološkom sastavu, genezi, stupnju deformacija stijena, prividnim brzinama podzemnih tijekova, položaju izvora i ponora na terenu i drugim elementima odlučnim za oblikovanje i kretanje podzemne i površinske vode (B. Biondić 1981.). Najveći dio istraživanog područja zastupljen je dobro vodopropusnim karbonatnim stijenama (vapnenci, vapnenci i dolomiti u izmjeni, vapnenci s ulošcima dolomita). Osim toga znatan dio terena zastupljen je tercijarnim vapnenačkim brečama, koje spadaju u klastične stijene promjenjive vodopropusnosti. Samo se na manjem dijelu područja pojavljuju u cjelini vodonepropusne stijene amfibolski porfiriti (područje Senjske drage). Dolomit kao slabo vodopropusna stijena pojavljuje se na širem području uvala Melnice. Naslage promjenjive vodopropusnosti relativno male debljine predstavljaju kvartarne naslage (dna uvala i polja u kršu). Ne primjećuje se nikakva značajnija korelacija između litoloških obilježja i tipova dolinske mreže.

Treba još naglasiti problem određivanja tipova dolinske mreže rubnih područja. Tako su npr. izdvojeni tipovi broj 2.2 i 3.3 (vidi Sl. 3), očito dijelovi zasebnog sustava, manjim dijelom zastupljeni na ovoj karti, samo naznačeni, ali ne i analizirani.

### 1. *Paralelni tip dolinske mreže*

#### Podtipovi

##### 1.1 Paralelno-kutni

Područje primorskog obronka između Starigrada i Jablanca obilježeno je nizom paralelnih dolina orijentacije I-Z. Neke od njih pokazuju izrazita laktasta

skretanja, gdje mijenjaju usmjerenje iz S-J u I-Z. Njihov paralelizam poglavito je uvjetovan nagibom obronaka, nagibom slojeva, položajem erozijskog bazisa i tektonskim pukotinama. Usporedimo li mrežu s neotektonskom kartom E. Prelogovića (1989.), uočavamo poklapanje nekoliko dolina s utvrđenim rasjedima istog usmjerenja: Starigradski rasjed, Bakovački rasjed. Paralelizam dolina i jaruga obalnog dijela obronka rezultat je najnovijeg izdizanja masiva i oblikovanja recentne razine mora u postpleistocenu. "Svježi" obalni strmci i nedostatak snažnije izraženih abrazijskih utjecaja na njih, nesumnjiv su dokaz takvih događanja. Izrazita laktasta skretanja te strmi odsjeci smjera S-J prate glavne rasjede iz Velebitske zone rasjeda, što govori u prilog tome da dolinska mreža u prvom redu odražava utjecaj tektonike na morfologiju terena.

Malobrojnost subsekventnih dolina na one konsekventne samo potvrđuje navedenu tvrdnju. Na mladost tektonskih pokreta upućuju i često duboki urezi (do 200 m prema E. Prelogoviću) V oblika.<sup>1</sup> Posljedica je toga i velika raščlanjenost reljefa, osobito vertikalna.

Granicu prema kutno-dendritičnom podtipu na istoku čini izraziti strmec uz reversni rasjed, dok granica prema sjeveru kadendritično-paralelnom tipu nije izražena.

## 1.2 Dendritično-paralelni

Taj se podtip mreže pojavljuje na znatnom dijelu primorskog obronka na području između Starigrada i uvale Vrulje (ispod Lukova) te na području između uvale Ždralova i uvale Ujča (kod Senja). Iako i ove doline imaju elemente paralelizma, što je više-manje obilježje cijeloga primorskog obronka, ipak prevladavaju obilježja dendritizma. Dendritični tip mreže općenito je najčešći tip dolinske mreže. U odnosu na prethodno opisano područje broj subsekventnih i resekventnih dolina je veći. One se vežu na glavnu dolinu pod različitim kutovima koji su uglavnom oštri, što upućuje na utjecaj mikrotektonike. Doline na području 1.2a oko Lukova usmjerene su I-Z, duboko su urezane i V poprečnog profila. Razvoj dendritično-paralelnog tipa mreže uvjetovan je lokalnim tektonskim posebnostima. Na području 1.2a dolazi do križanja triju rasjeda. Upravo u križištu, gdje je stijenska masa bila najrazlomljenija, oblikovano je udubljenje kao lokalni bazis erozijskih i denudacijskih procesa, što se reflektiralo na oblikovanje dendritičnog ocrta.

Na području 1.2b kod Senja prevladavajući smjer postaje SZ-JI. Tu se opažaju i nagla skretanja vezana za manje rasjede. Područje je izrazito rasjedno

<sup>1</sup> Dubina erozijskog ureza označava relativne amplitude izdizanja.

razlomljeno, na što upućuje različito usmjereni rasjedi (prema OGK). Granica prostora 1.2a prema istoku poklapa se s jednim od važnijih rasjeda iz zone Velebitskog rasjeda, koji je strmcem jasno izražen u reljefu. Slično je i kod područja 1.2b, ali su rasjedi reljefno znatno slabije izraženi.

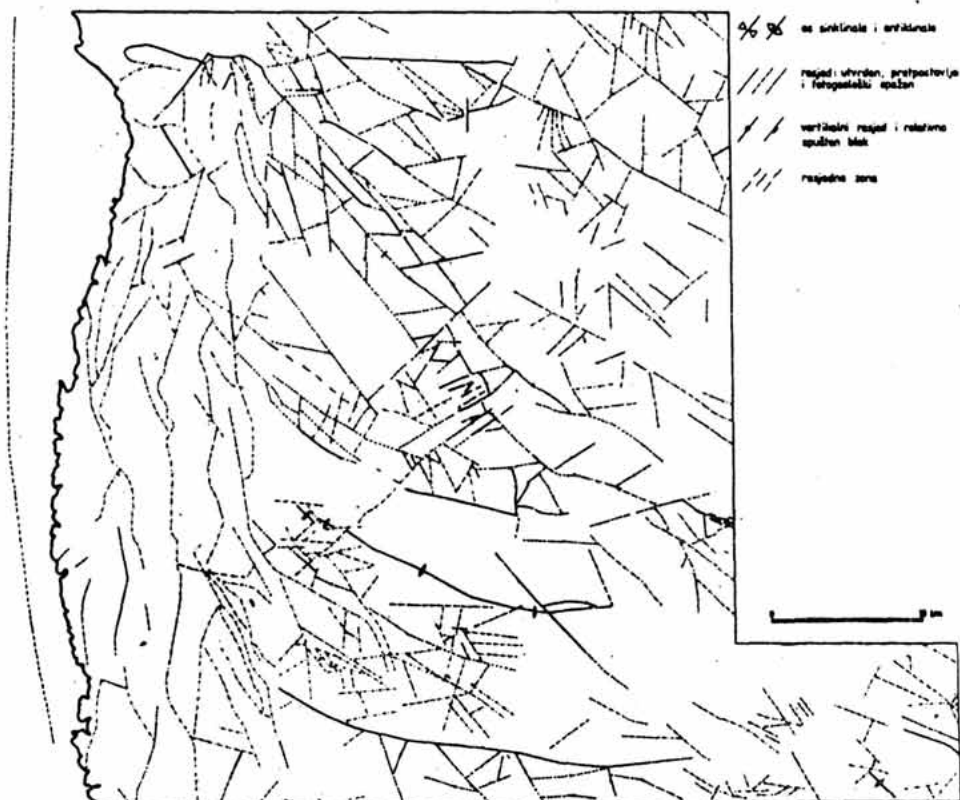
### 1.3 "Čisti" paralelni

Izdvajaju se dva manja područja, i to:

1.3a između uvale Vrulje i Uvale Ždralove

1.3b od uvale Ujča do Senja.

Prema E. Prelogoviću (1989.) paralelni je tip drenažne mreže jedan od najboljih pokazatelja rasjeda. Na tom području uspoređujući dolinsku mrežu s mrežom rasjeda OGK, nema bitne podudarnosti. Stoga je ovdje Waughovo (1990.) objašnjenje možda primjerenije. On paralelni tip mreže opisuje kao



Sl. 4. Karta tektonske strukture Sjevernog Velebita i Senjskog bila



jedan od jednostavnijih tipova mreže, čest na mlađim nedavno uzdignutim područjima, gdje doline i pritoke teku niz obronak više ili manje paralelno (neovisno o strukturi). To, uostalom, vrijedi i za većinu dolina na mlađoj predgorskoj stepenici od Senja do Jablanca.

Doline područja 1.3a orjentirane su pravcem ZSZ-IJI, s malim brojem subsekventnih dolina, relativno dužim, dok su doline područja 1.3b uglavnom smjera I-Z.

#### 1.4 Paralelno-centripetalni

Taj podtip mreže obilježje je područja krajnjeg SZ dijela Senjskog bila. Paralelizam je tu jasno izražen. Glavne su doline uglavnom orijentirane SZ-JI. Za razliku od prethodnih područja, doline prate glavne rasjede, također smjera SZ-JI (Sl. 4), koji se lepezasto pružaju duž obronka Senjskog bila, čiji intenzitet prema jugu postupno slabi. Svi ti rasjedi, što je specifično, šire se od kontakta s rasjednom zonom Senjske drage. Upravo prema tom sjecištu rasjeda tendiraju i sve doline, što upućuje i na određeni stupanj centripetalnosti dolinske mreže. Prema tome, spuštanje bloka ili blokova tu je bilo najjače pa se stoga to može držati točkom erozijsko-derazijskog okupljanja. To je ujedno naglašeno činjenicom da je to područje gdje izbijaju trijasko naslage (amfibolski perfirit i dolomit), koje spadaju u kategoriju slabo vodopropusnih i u cjelini vodonepropusnih klastičnih stijena. Granica paralelno-centripetalnog podtipa mreže uglavnom se poklapa i s rasjednom mrežom.

#### 1.5 Doline sa strmcima

Strmci Senjskog bila, Nadžak-bila, strmci kod Crnog vrha te Bakovački strmci (izdvojeni su samo najveći) obilježeni su većim brojem jaruga usmjerenih konsekventno prema erozijskom bazu koji čine dna dolina i uvala. Jedino se na području Nadžak-bila zapažaju veće doline povezane s vršnim dijelom. Naime, dokazano je (A. Bogner i ostali 1991.) da je u pleistocenu na području Jezera bio oblikovan platoasti ledenjak Jezera, koji je vjerojatno "otjecao" na više mjesta preko eskarpmana Nadžak-bila. Taj led i sočnica utjecali su na oblikovanje takvih većih dolina. To je ujedno i jedan od dokaza mladosti tih strmaca jer se ovdje još nije stigla oblikovati dolinska mreža. Svaki je od njih obilježen glavnim rasjedima ovog područja, aktivnim u mlađem neotektonskom razdoblju. Tako se strmci Senjskog bila vežu uz rasjede iz zone Vratnik - Senjsko bilo - Perušić, strmci Nadžak-bila uz rasjednu zonu Krasno - Lipovo polje, Bakovački strmci - Bila uz Bakovački rasjed. S obzirom na to da se doline niz strmce pružaju više-manje paralelno i ove su doline uključene u paralelni tip dolinske mreže.

## 2. Kutni tip dolinske mreže

### Podtipovi

#### 2.1 Kutno-dendritični

Kutno-dendritični podtip dolinske mreže uglavnom obilježuje vršni dio masiva Sjevernog Velebita te manji zapadni dio vršnog dijela Senjskog bila, zatim manji dio primorskog obronka (u produžetku Nadžak-bila) te područje Duba i Krasanske dulibe.

To je područje reljefno i tektonski oštro ograničeno. Zapadna mu se granica poklapa sa strmcem oblikovanim uz jedan od glavnih rasjeda Velebitske rasjedne zone. Istočna se granica pak poklapa s rasjedno predisponiranom dolinom između Hajdučkih i Rožanskih kukova. SI granica, prema istočnom dijelu Senjskog bila, također se poklapa s rasjedom.

Razvoj kutne drenažne mreže ovdje je poglavito izraz strukturnih obilježja terena. Doline su nepovezane, često mijenjaju pravac pružanja pod izrazito naglašenim kutovima, što odražava iznimno jaku mikrotektonsku razlomljenost stijenske mase. Uz naglašenu kutnost pojavljuju se i neki elementi mikrodendritizma, i to najčešće na mjestima križanja više tektonskih pukotina ili rasjeda, što je općenito česta pojava. Glavne doline u ovom slučaju čine kutni, a pritoke mikrodendritični tip.

#### 2.2 Centripetalno-kutni

Kao što je već rečeno, taj tip mreže nije detaljnije analiziran zbog svoga graničnog položaja. Za točnije određenje tipa dolinske mreže potreban je uvid u šire područje, dakle, izvan okvira istraživanih područja.

## 3. Prijelazni tipovi dolinske mreže

### Podtipovi

#### 3.1 Dendritični-razbijeni s nekim elementima paralelizma

Razvijen je na vršnom dijelu Senjskog bila (1.300 - 1.500 m n.v.). Taj dio područja teško je svrstati u bilo koju od uobičajenih podjela. Doline su izrazito nepovezane, osobito u SZ dijelu, dok se prema JI sve više uklapaju u pravi dendritični tip. Dolinska mreža SZ dijela karakterizirana je nepovezanim i više ili manje izraženim paralelizmom koji je vezan za homogeni litološki kompleks. U odnosu na JI dio tretiranog područja, sudeći po analizama tektonske strukture SZ dio manje je rasjedno razlomljen. U JI dijelu rasjednost je puno jača, nagibi su veći, a tu je i mreža puno gušća. Granica tog tipa mreže može se pratiti i po mreži rasjeda.

### 3.2 Dendritično-kaotični

Promatrajući dolinsku mrežu prostora između Nadžak-bila i Bakovačke doline (izuzev Lomske doline koja ga presijeca), ne uočuje se nikakva pravilnost u rasporedu. Izrazito je velik broj malih pritoka koji se priključuju pod različitim kutovima. Istočni dio područja čak je mikrodendritičan. Neke doline imaju lijepo razvijena "stabla", dok se u ostalom dijelu javlja velik broj nepovezanih dolina, različitih usmjerenja i dužine, pa odatle i naziv kaotični. Upravo taj zapadni dio poklapa se s gustom mrežom manjih rasjeda, također vrlo različitog usmjerenja. Taj je dio i litološki vrlo raznolik: izmjenjuju se vapnenci i dolomiti, čisti vapnenci, dolomiti, brečokonglomerati i tufitični klastiti. Dakle, on uključuje i sve tipove od dobro vodopropusnih, slabo vodopropusnih, do nepropusnih te naslaga promjenjive vodopropusnosti. Prema E. Prelogoviću (1989.) taj dio područja spada u zonu veće razlomljenosti, prestrukturiranja i promjene pružanja struktura u graničnom predjelu seizmotektonskih provincija (Neotektonska karta 1989.). Dio tog područja pripada antiklinalnoj strukturi Jezera - Lipovo polje, koja se nalazi između Krasanske Dulibe i Krasnog polja na sjeveru i rasjeda Kosinj Bakovac - Veliki Kozjak na jugu. Sjeverno krilo antiklinale reducirano je vertikalnim rasjedom uzduž Krasnog polja, dok je južno krilo potpuno razvijeno. Pravac te antiklinale, iako smjera sjeverozapad-jugoistok, odstupa od smjera u južnom područja Velebita, približavajući se smjeru zapad-istok. Smjer osi antiklinale iznosi  $98^\circ$ , a tone pod kutom  $20^\circ$  u Lipovu polju.

Usprkos kaotičnim obilježjima dolinske mreže područja, ono se jasno izdvaja od ostalog dijela istraživanog područja. Granicu toga podtipa dolinske mreže prema zapadu i SI predstavljaju doline koje se poklapaju s rasjedima. Prema Bakovcu granicu obilježava strmac, dok granica prema istoku reljefno nije izražena ali se također poklapa s utvrđenim rasjedom.

### 3.3 Dendritično-centripetalni

Dolinska mreža tog područja (krajnji SE dio istraživanog područja) nije analizirana iz istih razloga kao i mreža podtipa 2.2.

## 4. Rešetkasti tip dolinske mreže

### Podtipovi

#### 4.1 "Čisti" rešetkasti

Taj tip mreže rasprostranjen je na većem dijelu istraživanog područja, i to SI od strmca Senjskog bila. Rešetkasti se tip mreže sastoji od niza paralelnih

dolina, koje su ovdje relativno duge, i većeg broja manjih subsekventnih dolina, koje su u odnosu na glavnu dolinu perpendikularno usmjerene.

Na području prevladava rasjedna tektonika, u kojoj se značajniji rasjedi pružaju smjerom SZ-JI, a presijeca ih niz poprečnih i dijagonalnih rasjeda. To je zasigurno uvjetovalo razvoj takvog tipa mreže. Glavni tijekovi prate glavne rasjede, a pritoci često prate sporedne rasjede i pukotine. Taj tip mreže (prema M. Olujić, 1983.) najbolje je razvijen u boranim terenima, gdje glavni tijekovi zadržavaju pravac paralelno orijentiranih blokova razdijeljenih rasjedima. Teren izgrađuju blokovi koji tvore mozaik-strukturu stvorenu različito orijentiranim vertikalnim rasjednim pokretima. Duž njih došlo je do diferenciranog izdizanja ili spuštanja pojedinih blokova zbog različitog intenziteta potiska. Otuda i asimetrični poprečni ocrtni blokova. Relativno izdignute SI i S strane blokova, u odnosu na susjedne, odraz su takvog razvoja.

Zapadna granica tog područja izražena je strmcom uz rasjed Vratnik - Senjsko bilo - Perušić. Granica prema tipu 5 samo se jednim manjim dijelom poklapa s rasjedom. Južnu granicu predstavlja dio doline Gacke.

Rešetkasti tip mreže obilježje je i krajnjeg SI dijela (4.1b) istraživanog područja, sjeverno od Letinačke kose.

#### 4.2 Češljasti

Promatrajući istraživano područje u cjelini, jasno se izdvaja nekoliko zasebnih, a međusobno sličnih cjelina, kao što su:

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| a) dolina Bakovca       | d) Krasanska dolina  |
| b) Lomska dolina        | e) Kuterevska dolina |
| c) dolina Senjske drage | f) dolina Like.      |

Sve su to veće doline orijentacije od I-Z (npr. Bakovačka dolina) do SZ-JI (ostale). Glavne doline uglavnom su pravocrtne, s izrazito velikim brojem pritoka, gotovo isključivo subsekventnih. One su uglavnom perpendikularne u odnosu na glavnu dolinu. Stoga se doimaju poput češljeva. Po tom odnosu dolina-pritoka vrlo su slične rešetkastom tipu. Utjecajem mlađih rasjeda, koji su razlomili Sjeverni Velebit i Senjsko bilo, oblikovao se taj podtip dolinske mreže. Njihova pretežno pravocrtna usmjerenost i činjenica da su oblikovane uz rub tektonskih blokova dokaz su njihove tektonske preduvjetovanosti. Izražen paralelizam subsekventnih dolina upućuje na vrlo mlade tektonske pokrete, što ujedno znači i mlade reljefne oblike. Dobar primjer toga je asimetrična Lomska dolina. S njene JI strane subsekventnih dolina gotovo nema. Dolinu prati rasjedni strmec koji istodobno omeđuje SI stranu bloka Hajdučkih kukova. Tektonski predisponirane su i doline Bakovca kao i ona Senjske drage. To su

linerna udubljenja poglavito oblikovana mlađim rasjednim pokretima ili remobilizacijom starijih rasjeda.

Dolina Senjske drage također je izrazito asimetrična. Većina se subsekventnih i resekventnih dolina nalazi sa sjeverne strane, a južni prati strmac Trbušnjaka.

Dolina Bakovca prati normalni, vertikalni, rasjed Kosinj Bakovac - Veliki Kozjak, duž kojeg je tektonska jedinica Velika Kapela - Senjsko bilo svojim južnim rubom relativno spuštena u odnosu na strukturnu jedinicu Velebit.

Dolina Like te Kuterevska i Krasanska dolina oblikovane su također uz glavne rasjedne linije. Za razliku od prije opisanih, obilježene su naglašenim laktastim skretanjima glavne doline, što se može objasniti utjecajem poprečnih rasjeda. Imaju nešto veći broj pritoka, a pojavljuju se i nešto duži resekventni i insekventni pritoci. I u njih se javlja asimetrija dijelova poprečnog profila dolina. Kod Krasanske doline i doline Like južna je strana siromašnija pritocima, dok je sjeverna blaža i ima veći broj pritoka. U području Lipova polja, gdje poniru vode rijeke Like, dolazi do proširenja doline, što upućuje na spuštanje.

#### 4.3 Rešetkasto-kutni

Taj je podtip zastupljen na području južno od Lipova polja te u širem području Gornjeg Kosinja.

U osnovi i to je rešetkasti tip mreže - paralelne doline s pritocima pod pravim kutem. Međutim, za razliku od čistog rešetkastog tipa (4.1), kutnost je osobito izražena tako da ju nije moguće zanemariti. Glavne doline puno su kraće, s većim brojem subsekventnih dolina. Intenzivna rasjedna tektonika s lomovima različite orijentacije uzrokovala je i u ovom dijelu istraživanog područja tipičnu strukturu blokova koji su relativno izdignuti ili spušteni. Granica raširenja tog tipa mreže također se poklapa s rasjednom mrežom.

#### 4.4 Rešetkasto-dendritični

Pojavljuje se na području Lipovlja i širem prostoru oko Crnog vrha. To je područje, također, obilježeno rasjednom tektonikom, čime je stvorena struktura blokova, što je obilježje i cijelog SI dijela istraživanog područja. Slično kao i u prethodnom slučaju, i taj se podtip ustvari neznatno razlikuje od rešetkastog tipa dolinske mreže, i to po manjim glavnim dolinama te manjim subsekventnim dolinama. To su najčešće nepovezane doline, a i pravac pružanja SZ-JI, razvijen na području 4.1 ovdje sve više prelazi u pravac I-Z. Stoga to područje možemo držati područjem s prijelaznim obilježjima u odnosu na čisti rešetkasti (4.1) i rešetkasto-kutni (4.3) podtip. Granica područja djelomice je rasjedno definirana.

### *5. Nedefinirani tip dolinske mreže*

Do sada navedeni tipovi značajni su za brežuljkasta i gorska područja, dok je izdvojeni tip, međutim, sličniji tipovima mreže ravničarskih područja. Misli se tu na uglavnom zaravnjeno područje Kompolja i Brloga s nagibom od 0 - 5°. To je ustvari dio doline rijeke Gacke (od Novog sela do Rapaina Dola), koja je u ovom dijelu više-manje pravocrtna s više izrazitih laktastih skretanja. Subsekventnih dolina vrlo je malo, od kojih su samo dvije-tri veće. Proširenja dolina s razvijenom akumulacijom upućuju na spuštanje. Kvartarne naslage pri tome imaju promjenjivu vodopropusnost a relativno su male debljine (proluvij, aluvij).

Stalna subsidencija i pokrivenost temeljne karbonatne podloge klastičnim naslagama spriječile su izrazitiju refleksiju utjecaja strukture na razvoj i jasno definiranje dolinske mreže.

#### *Zaključak*

S obzirom na to da usporedna analiza dolinske mreže i litoloških i hidrogeoloških karakteristika terena nije pokazala značajniju korelaciju, može se zaključiti da je razvoj određenih tipova dolinske mreže poglavito odraz utjecaja geološke strukture i tektonskih pokreta. Cjelokupno istraživano područje obilježeno je s tri osnovna tipa dolinske mreže koji relativno dobro odražavaju strukturno-geomorfološki razvoj i osobine Sjevernog Velebita i Senjskog bila. To su: primorski obronak s izrazitim paralelnim tipom dolinske mreže, zatim vršni dio Sjevernog Velebita i dijela Senjskog bila s tipičnim kutnim tipom drenažne mreže i veći ostali dio istraživanog područja obilježen rešetkastim tipom dolinske mreže. Očito je da je dominantni paralelizam primorskog obronka, te paralelizam na strmcima izraz mladosti izdizanja. A rešetkasti tip i njegovi podtipovi odraz su relativno duge evolucije reljefa i višekratnih remobilizacija tektonskih pokreta. To je posebno naglašeno u slučaju pomlađenih struktura Bakovačke, Lomske i Krasansko-Lipovačke doline. Najviše izdignuti dijelovi Sjevernog Velebita očito su zbog povećanih nagiba i intenziteta pozitivnih tektonskih pokreta doživjeli destruktivnu prvobitne dolinske mreže i formiranje nove, koja se prilagodila odgovarajućoj reljefnoj situaciji, definiranoj relativno velikim nagibima. Tu se razvio kutni tip dolinske mreže.

Na kontaktu paralelnoga, kutnog i rešetkastog tipa dolinske mreže razvijeni su prijelazni tipovi gdje se miješaju obilježja triju tipova. Složenost rešetkastog tipa i prijelaznih tipova dolinske mreže poglavito je izražena razvojem većeg broja pritoka viših redova koji upravo upućuju na dugu reljefnu evoluciju tog dijela istraživanog područja u odnosu na primorski obronak.

Granice različitih tipova mreže često se poklapaju s rasjedima koji su reljefno izraženi oblikovanjem strmaca ili duboko usječenih dolina. Može se stoga zaključiti da granice pojedinih tipova mreže ujedno ocrtavaju i pojedine manje tektonske blokove.

#### *Literatura*

- Bahun S., *Tektogeneza Velebita i postanak Jelar naslaga*, Geološki vjesnik 27, 35.-61., Zagreb, 1974.
- Biondić B., *Hidrogeologija Like i južnog dijela Hrvatskog primorja*, Disertacija, PMF, Zagreb, 1981.
- Bognar A., Faivre S., Pavelić J., *Glacijacija Sjevernog Velebita*, Senjski zbornik 18, 181.-196., Senj, 1991.
- Borčić D., i ostali, *Sliv Krapine i Lonje - Geologija, hidrogeologija, morfometrija. Preliminarna istraživanja*, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 1967.
- Božičević S., *HE Senj - Hidrogeološka i inženjersko geološka istraživanja toka rijeke Like*, Fond str. dok. Geološkog zavoda br. 4377, Zagreb, 1967.
- Božičević S., *HE Senj - Hidrogeološka i inženjersko geološka istraživanja toka rijeke Gacke*, Fond str. dok. Geološkog zavoda br. 4378, Zagreb, 1967.
- Donassy V., Oluić M., Tomašegović Z., *Daljinska istraživanja u geoznanostima*, JAZU, Zagreb, 1983.
- Dukić D., *Hidrologija kopna*, Naučna knjiga, Beograd, 1984.
- Filipović B., *Metodika hidrogeoloških istraživanja*, Naučna knjiga, Beograd, 1980.
- Fritz F., Pavičić A., *HE Senj - Akumulacija Kosinj, detaljno geološko kartiranje područja Kosinjski Bakovac - Gornji Kosinj - Studenci*, Fond str. dok. Geološkog zavoda br. 5265, Zagreb, 1972.
- Fritz F., Pavičić A., *HE Senj - Akumulacija Kosinj, geološki i hidrogeološki odnosi*, Fond str. dok. Geološkog zavoda br. 9/75, Zagreb, 1975.
- Fritz F., Pavičić A., *Tektonski odnosi u području krednih jelar naslaga (tercijar) kod Kosinja u Lici*, Geološki vjesnik 28, 35.-42., Zagreb, 1975.
- Ford D., Williams P., *Karst geomorphology and hydrology*, Chapman & Hall, London, 1992.
- Kapelj J., *Neki rezultati primjene geomorfološke analize reljefa u uvjetima krškog terena*, Geološki vjesnik, 38, 121.-125., Zagreb, 1912.
- Koch F., *Prilog geologiji Velebita i hrvatskog krša*, Vijesti geol. povj. 1, Zagreb, 1912.
- Mamužić P., Milan A., Korolija B., Borović I., Majcen Ž., *Osnovna geološka karta 1 : 100.000, tumač za list Rab, L 33-114*, Institut za geološki zavod, Beograd, 1973.
- Marković M., *Osnovi primjenjene geomorfologije*, Beograd, 1983.
- Pavić R., *Geografija Hrvatske*, br. 4, Školska knjiga, Zagreb, 1975.
- Prelogović E., *Neotektonski pokreti u području sjevernog Velebita i dijela Like*, Geološki vjesnik, 43, 133.-147., Zagreb, 1989.

Sokač B., Bahun S., Velić I., Galović I., *Osnovna geološka karta 1 : 100.000*, tumač za list Otočac, L33-115, Institut za geološka istraživanja, Zagreb 1970., Savezni geološki zavod, Beograd, 1976.

Velić I., Bahun S., Sokač B., Galović I., *Osnovna geološka karta 1 : 100.000*, list Otočac, L33-115, Institut za geološka istraživanja, Zagreb 1970., Savezni geološki zavod, Beograd, 1976.

Waugh D., *Geography, an Integrated Approach*, Nelson, Hong-Kong, 1990.

## STRUCTURAL - GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE TYPES OF VALLEYS NETWORK ON THE MOUNTAIN MASSIFS OF SJEVERNI VELEBIT AND SENJSKO BILO

### Summary

On the mountain massifs North Velebit and Senjsko bilo the general distribution of valleys was analysed. Three main types of valleys network with numerous subtypes and few transitional types were established. The costal slope is characterized by parallel valleys network, the top part of Sjeverni Velebit and Senjsko bilo by typical angular valleys network and the bigger remnant part by of investigated area is characterized by trellis valleys network. At the contact of parallel, angular and trellis valleys network the transitional types were developed.

The result of comparison analysis of valleys network map with lithological and hidrogeological maps showed no significant correlation, so it can be concluded that the development of specific valleys network is primarily the reflect of the geological structure and tectonic movements. The boundaries of the different types of valleys network very often correspond with faults, so they also outline particular tectonic blocks.