

Geol. vjesnik	Vol. 37	str. 33—40	Zagreb 1984.
---------------	---------	------------	--------------

UDK 551.435(497.13)

Izvorni znanstveni rad

Strukturno-geomorfološka istraživanja između Medvednice, Ivanšćice i Kalnika

Ivan HECIMOVIC

Geološki zavod, Sachsova 2 p. p. 283 YU—41000 Zagreb

Strukturno-geomorfološkim istraživanjima vanjskih oblika, te geneze i razvitka reljefa došlo se do novih saznanja o geološkoj građi, koje se ne mogu utvrditi geološkim kartiranjem. Tumači se odražavanje struktura i rasjeda u reljefu. Izdvojeni su predjeli izdizanja i spuštanja i u usporedbi s podacima geološke karte određena su razdoblja najveće neotektonske aktivnosti.

UVOD

U području između Medvednice, Kalnika i Ivanšćice provedena su geološka istraživanja u okviru izrade Osnovne geološke karte SFRJ, list Varaždin (Šimunić i dr., 1981). Iz odnosa naslaga i fotogeološkom obradom utvrđene su osnove strukturnog sklopa. Zapažena je izravna podudarnost izdignutih i spuštenih dijelova reljefa s ustanovljenim strukturama ili tektonskim blokovima. To je bio povod da se detaljnije ustanovi ovisnost oblika reljefa i geološke građe. Već probne izrade morfometrijskih karata ukazale su na mogućnost dobivanja većeg broja korisnih pokazatelja o strukturnoj građi. Zatim su postupno prikupljeni geomorfološki podaci genetski vezani za tektonske pokrete, rasjede i strukture, ali su u obzir uzeti samo oni koji su mogli doprinijeti dopuni Osnovne geološke karte ili su ukazivali na elemente koji se kartiranjem ne mogu razlučiti. Uz geomorfološke korišteni su i rezultati analiza aerofotosnimaka, satelitskih snimaka i geofizičkih mjerenja. Skup svih ovih podataka je dao pokazatelje o neotektonskim i najnovijim tektonskim gibanjima koji su u tom području bili nepoznati.

Do sada su, u bližim predjelima, rađena slična geomorfološka ili samo morfometrijska istraživanja. Primjerice na Bilogori (Prelogović, Hernitz i Blašković, 1969; Prelogović, 1974), u Podravini (Prelogović, 1974), Medvednici (Klein, 1968), porječju rijeke Kratine (Prelogović i Hernitz, 1968).

U ovom članku bit će prikazani glavni rezultati geomorfološke analize odnosno dijelovi magistarskog rada (Hećimović, 1981). Rezultati istraživanja dobiveni tim radom su izravno usporedivi sa geološkom kartom i to predstavlja, u odnosu na ranije radove, jednu novu kvalitetu. Zbog toga će biti prikazana samo sintetska karta koja se može usporediti sa geološkom kartom toga područja (Šimunić i dr. 1981).

POVEZANOST OBLIKA RELJEFA I GEOLOSKE GRAĐE

Na istraživanom području geomorfološki pokazatelji su vezani za područja u izdizanju, spuštanju i odražavanju struktura i rasjeda na površini. Najznačajniji geomorfološki pokazatelji lokalnih izdizanja su centrifugalni tip erozijske mreže (najuočljiviji na Kalniku), izražena horizontalna i vertikalna raščlanjenost (na Medvednici), kratke doline nižih redova koje brzo prelaze u doline viših redova (najljepše vidljivo u području između potoka Presečno i Vranča), strme strane dolina u kojima prevladava erozija dna (Žitomirka). Izdignute predjele vodotoci zaoobilaze u obliku luka (Selnica, Presečno), a ako vodotok prelazi takvo područje on na cijeloj dužini prijelaza meandrirajući (Bedenica). U predjelima lokalnih spuštanja najznačajniji geomorfološki pokazatelji su centripetalni tip erozijske mreže (kod D. Konjščine, N. Marofa, Miholca), slabo je izražena horizontalna i vertikalna raščlanjenost, doline nižih redova su dugačke (Kamešnica) i postepeno prelaze u doline viših redova (Lonja). Kada vodotok nailazi na područje u spuštanju dolazi do naglog proširenja dolina (Vranča) uz smanjenje uzdužnog profila (kod N. Marofa). Na istraživanom području najznačajniji geomorfološki pokazatelji rasjedanja su pojava pravokutnog tipa erozijske mreže (Medvednica), anomalije u dolinama u obliku pojave oštrog, koljeničaste promjene u koritu potoka (Lonja), zatim spajanje nekoliko dolina u jednu (na južnim padinama Kalnika), niz paralelnih dolina nižih redova (Lonja, Kamešnica), povećani nagib uzdužnog profila potoka (Presečno), asimetrija dolina (Žitomirka), pojava oštrog padina (kod Huma) pa kontrastnog reljefa (Kalnik) ili izrazito pomaknutih razvodnica (Krapina, Lonja).

Na temelju geomorfoloških pokazatelja rasjedanja napravljena je karta rasjeda. Prema broju pokazatelja rasjedi su podijeljeni po kategorijama jer su rasjedi sa najviše geomorfoloških pokazatelja najizrazitiji u reljefu. Iz karte proizlazi da su dominantna dva sistema rasjeda. To su rasjedi pravca pružanja sjeveroistok—jugozapad i sjeverozapad—jugoistok. Osim njih postoje i rasjedi pravca pružanja sjever—jug koji su znatno rjeđi.

Da bi se što točnije i sigurnije označila područja u izdizanju i spuštanju napravljena je karta ukupne vertikalne i horizontalne raščlanjenosti (intenzitet erozije). Uočljivo je da su veće izdignute strukture Kalnik, Ivanščica, Medvednica, struktura između Huma i Budinščine i između potoka Presečno i Vranča. Lokalne izdignute strukture su između potoka Batina i Selnica, kod Zajezde, južno od N. Marofa, zapadno od Bisaga i sjeverno od Miholca. Veće spuštene strukture su kod D. Konjščine, Miholca i N. Marofa, dok su lokalne južno od Kalnika, zapadno od Budinščine i u dolini Lonje. Zgusnute linije intenziteta erozije u zajednici sa ostalim pokazateljima ocrtavaju rasjede odnosno rasjedne zone. Tako na južnoj i na sjevernoj strani Kalnika, kod Zajezde, Budinščine i N. Marofa su rasjedne zone pravca pružanja sjeveroistok—jugozapad, a istočno od Zajezde i u dolini Vranče su pružanja sjeverozapad—jugoistok.

Razvitak reljefa i njegovu starost te odražavanje struktura i rasjeda na površini prikazuje karta erozijsko-denudacijskih površina i geomorfološki profili. Na obrađenom području dominira izdignut reljef u kojem su nastale erozijsko-denudacijske površine

koje su prema pripadajućim izdancima stijena podijeljene na kvartane, pliocenske i miocenske. Granice između površina pokazuju veličine vertikalnih pokreta. Njihove redukcije suženja i deformacije ukazuju na trase rasjeda u pojedinim razdobljima razvitka (najljepše vidljivo na južnim padinama Kalnika).

Na osnovi rezultata svih izrađenih karata načinjena je strukturno-geomorfološka karta (slika 1). Na njoj su prikazani odnosi područja izdizanja i spuštanja, označena su područja većih i lokalnih izdizanja i spuštanja, aktivni rasjedi izraženi u reljefu i rasjedne zone. Posebno su izdvojene erozijsko-denudacijske površine koje su nastale u kvartaru, pliocenu i miocenu. Starost tih površina ukazuje i na vrijeme nastajanja struktura i rasjeda. Karta ima ovakav sadržaj, jer ona najslikovitije prikazuje strukturne odnose na obrađivanom području te vrijeme njihovog nastanka i aktivnosti.

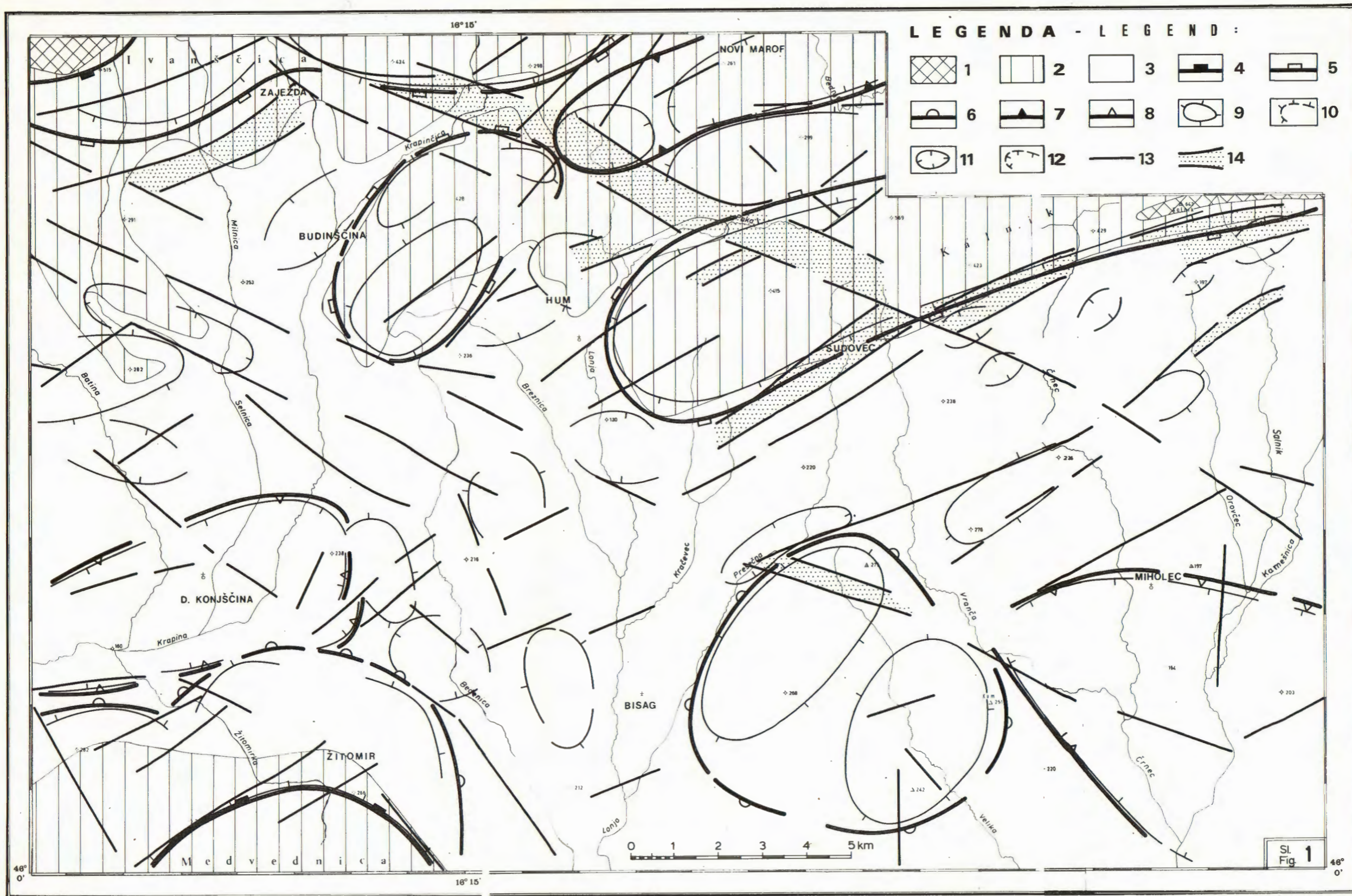
Najizraženiju veću izdignutu morfostrukturu na istraživanom području predstavlja Kalnik. To je horst čije je izdizanje, prema karti erozijsko-denudacijskih površina, započelo u gornjem miocenu, nastavljeno u pliocenu, a relativno veće bilo je u kvartaru. Do izdizanja je došlo na južnoj strani Kalnika uz uzdužne rasjede, odnosno rasjedne zone pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad. Skok je prema geomorfološkim profilima i izdancima kvartarnih naslaga iznosio samo u kvartaru preko 200 m. Ivanščica također predstavlja veću izdignutu morfostrukturu. Ona je u osnovi horst čije je izdizanje, prema karti erozijsko-denudacijskih površina, započelo u miocenu, a najizraženije je bilo u pliocenu i u kvartaru. Izdizanje je bilo duž uzdužnih rasjeda pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad. Prema geomorfološkim profilima i izdancima naslaga skok je u pliocenu i kvartaru izrazio preko 200 m. Veću izdignutu morfostrukturu čini i obuhvaćeni dio Medvednice. Razlučuje se izdizanje u pliocenu i kvartaru, duž uzdužnih rasjeda protezanja sjeveroistok-jugozapad, sa skokom preko 200 m. Kod Budinščine se također nalazi veća izdignuta morfostruktura. To je horst-antiklinala čije je glavno izdizanje i odražavanje u reljefu u pliocenu i kvartaru. Skok je po rasjedima iznosio preko 150 m. Istočno od Bisaga se nalazi veća izdignuta morfostruktura koja se sastoji od dvije lokalne izdignute morfostrukture. Sjevernija izdignuta morfostruktura predstavlja horst, a južnija vjerojatno strukturni nos. Izrazitije izdizanje te morfostrukture je bilo u kvartaru uz uzdužni rasjed. Skok je prema geomorfološkim profilima iznosio oko 100 m.

Veća spuštena morfostruktura se nalazi kod N. Marofa. To je graba — sinklinala koja odvaja Kalnik od Ivanščice. Spuštanje je bilo najizraženije, uz uzdužne rasjede, u pliocenu i kvartaru. Kod D. Konjščine je veća spuštena morfostruktura, vjerojatno asimetrična graba — sinklinala. Spuštanje ove morfostrukture očituje se u kvartaru. Veća spuštena morfostruktura kod Miholca je vjerojatno nastala u kvartaru.

Značajnije lokalne izdignute morfostrukture su kod Bisaga i sjeverno od Miholca. One markiraju uzdignute manje horstove ili tektonske blokove pružanja sjeveroistok — jugozapad koji su uzdignuti u kvartaru. Izdizanje je bilo uz uzdužne rasjede čiji je skok bio, prema geomorfološkim profilima, oko 100 m. Južno od Kalnika se nalaze lokalne spuštene morfostrukture koje ukazuju na sinklinalu.

Sl. 1 Strukturno-geomorfološka karta
Fig. 1 Structural-geomorphologic Map

- I. *Erozijsko-denudacijske površine*
Erosion-denudation surfaces
 1. Miocenske
Miocene
 2. Pliocenske
Pliocene
 3. Kvartarne
Quaternary
- II. *Veće izdignute morfostrukture s početkom izdizanja ...*
Greater uplifted morphostructures with beginning of uplift ...
 4. u miocenu
in Miocene
 5. u pliocenu
in Pliocene
 6. u kvartaru
in Quaternary
- III. *Veće spuštene morfostrukture s početkom spuštanja ...*
Greater subsided morphostructures with beginning to subside ...
 7. u pliocenu
in Pliocene
 8. u kvartaru
in Quaternary
- IV. *Lokalne izdignute morfostrukture*
The local uplifted morphostructures
 9. Izražena u reljefu
Marked in the relief
 10. Slabo izražene u reljefu
Weakly marked in the relief
- V. *Lokalne spuštene morfostrukture*
The local subsided morphostructures
 11. Izražena u reljefu
Marked in the relief
 12. Slabije izražene u reljefu
Weakly marked in the relief
- VI. *Rasjedi*
Faults
 13. Aktivni rasjedi izraženi u reljefu
The active faults marked in the relief
 14. Rasjedna zona
Fault zones



Na obrađivanom području dominantna su dva sistema rasjeda. Jedan ima pravac pružanja sjeveroistok-jugozapad i to su uzdužni rasjedi dok drugi sistem čine poprečni rasjedi pravca pružanja sjeverozapad — jugoistok. Naročito su značajni uzdužni rasjedi jer je duž njih došlo do izdizanja i spuštanja pojedinih dijelova terena. Poprečni rasjedi su također važni jer sijeku morfostrukture i rasjede ostalih pravaca pružanja. Takav je i rasjed, odnosno rasjedna zona koja se pruža od Zajezde prema Sudovcu. Ona siječe uzdužne rasjede, kod Zajezde i Pake razdvaja izdignute morfostrukture, zatim siječe izdignutu morfostrukturu Kalnika te lokalnu izdignutu morfostrukturu sjeverno od Miholca. Dobro je izražen u reljefu i poprečni rasjed koji se od Selnice pruža u dolinu Vranče. U dolini Vranče duž tog rasjeda dolazi do izdizanja lokalne morfostrukture, odnosno strukturnog nosa zapadno od Vranče. Izražen je i poprečni rasjed koji kod D. Konjščine siječe veću spuštenu morfostrukturu i nastavlja se dalje u dolinu Bedenice.

USPOREDBA STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKE I GEOLOŠKE KARTE

Prema geološkoj karti (Šimunić i dr., 1981) najstarije naslage na istraživanom terenu se nalaze na obuhvaćenom dijelu Medvednice. One se sastoje od paleozojskih i donjotrijaskih klastita, uz koje dolaze srednje i gornjomiocenski sedimenti. Kalnik izgrađuju kredne, paleocenske, donjomiocenske i tortonske naslage koje okružuju gornjomiocenski sedimenti. Na Ivanščici i kod Budinščine su miocenske stijene. Područje između Kalnika, Ivanščice i Medvednice je izgrađeno od pliocenskih i kvartarnih naslaga.

Pošto su glavni oblici reljefa u uskoj vezi sa geološkom građom pretpostavlja se podudarnost dobivenih rezultata geomorfološke analize sa podacima geološkog kartiranja. U dijelovima terena gdje su geološkim kartiranjem dobiveni oskudni rezultati od geomorfološke analize se očekuje da će dopuniti geološku kartu novim podacima.

Uspoređujući veće izdignute i spuštene strukture dobivene geološkim kartiranjem i strukturno-geomorfološkom analizom može se zaključiti da postoji podudarnost. Na geološkoj i na strukturno-geomorfološkoj karti izdvojeni su horstovi Kalnika, Ivanščice i Medvednice, horst-antiklinala kod Budinščine i graba-sinklinale kod D. Konjščine, N. Marofa i Miholca. Zbog pokrivenosti terena i blagog nagiba slojeva geološkim kartiranjem nije se mogao izdvojiti horst i strukturni nos istočno od Bisaga. Isto tako nisu se mogle izdvojiti niti lokalne izdignute i spuštene strukture. Njihovo izdvajanje na strukturno-geomorfološkoj karti predstavlja dopunu Osnovnoj geološkoj karti.

Pružanje rasjeda dobivenih geološkim kartiranjem i rasjeda koji su utvrđeni strukturno-geomorfološkom analizom podudaraju se na rubovima horstova Medvednice, Ivanščice i Kalnika i horst-antiklinala kod Budinščine. U područjima koja su pokrivena mlađim naslagama i u područjima gdje su blagi nagibi slojeva strukturno-geomorfološkom analizom se dobilo dovoljno podataka za postavljanje trasa rasjeda. Na mjestima gdje rasjedi izbijaju na površinu zapaža se izravna ovisnost reljefa od aktivnih rasjeda. Održavanje rasjeda u reljefu predstavlja recerantnu aktivnu dionicu. U većini slučajeva radi se o strmo odsječnim padinama, nag-

lim povećanjem nagiba uzdužnog profila potoka, pojavama izrazitih koljencičastih anomalija dolina ili naglašenim deformacijama razvodnica.

Na temelju geomorfološko-morfometrijskih podataka postavljene su zone rasjeda koje se nisu mogle uvrstiti geološkim kartiranjem. Te zone prema karti residualnih anomalija imaju odraza u dubini. Na obrađivanom području dominantne zone rasjeda imaju pravac pružanja sjeveroistok-jugozapad i sjeverozapad-jugoistok. Južno od grebena Kalnika je široka rasjedna zona koja se sastoji od nekoliko trasa rasjeda pravca pružanja sjeveroistok—jugozapad. Na geološkoj karti tu zonu karakterizira redukcija gornjomiocenskih naslaga. Ta zona je dobro izražena i na karti residualnih anomalija (prema Zagorcu, 1975). Isto pružanje ima i rasjedna zona kod Žitomira. Na geološkoj karti u toj zoni je izrazita tektonska poremećnost. U izravnom kontaktu su naslage paleozoika i donjeg trijasa sa različitim članovima miocena. Na karti residualnih anomalija je ta zona naročito izražena. Pravac pružanja sjeveroistok—jugozapad imaju i uske rasjedne zone kod Zajezde, zapadno od Zajezde i kod Budinščine. Pravac pružanja sjeverozapad—jugoistok ima široka rasjedna zona kod Batine. Ona se sastoji od nekoliko paralelnih rasjeda, a može se pratiti do u dolinu Vranče. Na geološkoj karti ta zona se nalazi unutar gornjopliocenskih naslaga. Isto pružanje ima i rasjedna zona od Zajezde do Sudovca. Na geološkoj karti unutar te zone u anormalnom kontaktu su naslage donjeg miocena sa gornjomiocenskim i pliocenskim sedimentima.

Veći skokovi na obrađivanom terenu bili su duž zona rasjeda. Prema geološkim, geomorfološko-morfometrijskim i gravimetrijskim podacima najveći skok je prisutan na obodu Kalnika. Iz karte erozijsko-denudacijskih površina proizlazi da je glavno izdizanje Kalnika počelo u pliocenu, a znatnijih je amplituda u kvartaru. Iz geološke karte i geomorfoloških profila je vidljivo da je skok u kvartaru iznosio preko 200 m. Veći skok je bio i na Ivanščici. Prema karti erozijsko-denudacijskih površina glavno izdizanje je bilo u pliocenu i kvartaru koje je po geološkoj karti i geomorfološkim profilima iznosilo preko 200 m. Na Medvednici je slična situacija. Izdizanje ovog dijela Medvednice bilo je u pliocenu i kvartaru, a skok je bio preko 200 m. Rasjedna zona duž koje je došlo do izdizanja Medvednice naročito je izražena na karti residualnih anomalija. U pliocenu, a naročito u kvartaru je izdizana horst-antiklinala kod Budinščine. Skok je iznosio preko 150 m. U dolini Vranče duž rasjedne zone je izdizan strukturni nos. Izdizanje je bilo u kvartaru sa skokom oko 100 m. Ista je situacija i sjeverno od Miholca gdje je u kvartaru izdignut horst. Na karti residualnih anomalija tamo je jako izražena izdignuta struktura sa velikim skokom. Prema toj karti ta struktura je po intenzitetu i obliku poput Kalnika.

ZAKLJUČAK

Prilikom snimanja Osnovne geološke karte u području između Medvednice, Ivanščice i Kalnika (Šimunić i dr., 1981) primjećeno je da je uslijed izraženih neotektonski izdignutih i spuštenih struktura moguća usporedba geološke građe sa reljefom. Pošto taj dio terena pruža mogućnost dobivanja brojnih podataka, geoloških, geomorfoloških, morfometrijskih, sa aerofoto i satelitskih snimaka te geofizičkih mjerenja, željelo se detaljnije ustanoviti ovisnost oblika reljefa i geološke građe.

Iz geološke karte proizlazi osnovni tip struktura. Strukturno-geomorfološkim istraživanjem osim tih izdvojene su strukture u pokrivenim područjima koje se nisu mogle utvrditi geološkim kartiranjem. Tim istraživanjima određen je tip struktura i vrijeme njihovog nastanka. Iz odnosa naslaga i nagiba slojeva na geološkoj karti su ustanovljeni rasjedi. U predjelima koji su prekriveni najmlađim sedimentima to nije bilo moguće. U tim predjelima se strukturno-geomorfološkim istraživanjima došlo dovoljno podataka za postavljanje trasa rasjeda. Rasjedi koji se vide na geološkoj i strukturno-geomorfološkoj karti su važniji, izraženi su u reljefu, a njihova aktivnost traje kroz dulje vrijeme (miocen — kvarter). Aktivni rasjedi vrlo jasno se odražavaju u reljefu. Na temelju učestalosti pojavljivanja geomorfoloških pokazatelja rasjedanja moguće je izdvojiti dionice rasjeda gdje su oni najaktivniji.

Primljeno 15. 9. 1983.

LITERATURA

- Hećimović, I. (1981): Strukturno-geomorfološka istraživanja između Medvednice, Ivanšćice i Kalnika. Magistarski rad. Postdipl. studij priro. znan., Sveučilišta u Zagrebu, 1—46, Zagreb.
- Klein, V. (1968): Morfometrijska analiza horizontalne raščlanjenosti reljefa Medvednice. Geograf. glasnik 30, 79—87, Zagreb.
- Prelogović, E. (1974): Neotektonski i strukturni odnosi u Dravskom području. Disertacija. Arhiv RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 1—150, Zagreb.
- Prelogović, E. (1975): Neotektonska karta SR Hrvatske. Geol. vjesnik 28, 97—108, Zagreb.
- Prelogović, E. & Hernitz, Z. (1968): O morfometrijskim kartama porječja rijeke Krapine. Geol. vjesnik 21, 345—354, Zagreb.
- Prelogović, E., Hernitz, Z. & Blašković, I. (1969): Primjena morfometrijskih metoda u rješavanju strukturno-tektonskih odnosa na području Bilogore, sjeverna Hrvatska. Geol. vjesnik 22, 525—531, Zagreb.
- Šimunić, An., Pikija, M. & Hećimović, I. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ, list Varaždin. Sav. geol. zavod, Beograd.
- Šimunić, An., Pikija, M., Hećimović, I. i Šimunić, Al. (1981): Tumač Osnovne geološke karte, list Varaždin. Sav. geol. zavod, Beograd.
- Zagorac, Ž. (1975): Interpretacija gravimetrijskog residuala i njena primjena u području Savske i Dravske potoline. Disertacija. Arhiv Rud. geol. fak. Univ. u Beogradu, Beograd.

Structurally-Geomorphological Investigations Between Medvednica, Ivanšćica and Kalnik

I. Hećimović

On the basis of structurally-geomorphological analysis faults have been traced, uplift and subsidence regions have been singled out and the age of these movements has been determined.

On the explored ground the relief of the oldest age is in Ivanšćica and Kalnik region. The uplift of Kalnik morphostructure and of this part of Ivanšćica morphostructure took place along the faults and began in Miocene. The process was continued in Pliocene when the explored Medvednica morphostructure and morphostructure east of Budinscina also uplifted. The highest uplift was in Pliocene and the process was continued in Quaternary. Greater morphostructures east of Bisag up-

lifted in Quaternary. Greater subsided morphostructures are placed in the vicinity of Novi Marof, D. Konjscina and Miholec. Morphostructure subsidences near Novi Marof took place along the faults in Pliocene and were continued in Quaternary. Morphostructures in the vicinity of D. Konjscina and Miholec subsidences in Quaternary. The most significant faults along which the uplift as well as subsidence took place, trend northeast — southwest. These faults appeared in Pliocene and are active still today. The faults of the youngest age, which at all the structures, appeared in Quaternary. The most significant faults in tectonic range are those which trend northwest — southeast. A certain coincidence has been determined between geomorphological and geological data. On the basis of geomorphological analysis data obtained by geological mapping have been confirmed. In the regions where adequate data were not obtained by geological mapping these were supplemented by data obtained on the basis of geomorphological analysis. First of all this refers to the structures that uplift and subside and to the traced faults.