

UDK 551.4 (497.13)

UDC 551.4 (497.13)

STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKA ANALIZA I REGIONALIZACIJA
PODBRĐA VUKOMERIČKIH GORICA

Darko Mihljević *, Borna Fürst **

1. UVOD

1.1. GEOMORFOLOŠKI POLOŽAJ I TIPIZACIJA

Mikromorfološka jedinica podbrđa Vukomeričkih gorica dio je makromorfološke cjeline peripanonskog prostora. Izdužena je smjerom SI-JZ u duljini od 35 km. U prostoru je jasno istaknuta i izdvojena u odnosu na susjedne morfostrukture. Na SZ Horvatskim je pragom, odnosno lineamentom pružanja JZ-SI (Žumberak-Kulcs) odvojena od Žumberačko-Samoborskog gorja, a na JI njen je rub određen kupskim rasjednim sistemom. Sa SI, odnosno JZ strane njen je kontakt jasan prema akumulacijsko-tektonskim morfostrukturama savske nizine i Crne mlake. SI granica prema savskoj nizini prati sistem rasjeda, tj. savski lineament dinarske prostorne orijentacije SZ-JI, a jednako tako je određen i njen kontakt prema fluvijalno-močvarnoj nizini Crne mlake na JZ pisarovinskom strukturnom terasom.

Zahvaljujući svojoj izraženoj strukturnoj i reljefnoj individualnosti u prostoru, podbrđe Vukomeričkih gorica (u daljnjem tekstu V.G.) izdvaja se kao tip samostalnog podbrđa. Ono je pozitivna, konkordantna i rasjedna struktura, te u tektonskom smislu čini horst-antiklinalu, koje su, uz tektonske rovove (savski), gledajući u širim razmjerima, karakteristične za granične zone unutrašnje Panonske mase i Dinarske geosinklinale.

Na temelju morfostrukturnih načela Bognar (1980) izdvaja pobrđe V.G. u kategoriju denudacijsko-akumulacijskog tipa reljefa, oblikovanog linearno-erozijskim i derazijskim procesima u slatkovodnim, paludinskim sedimentima na izdignutom dijelu Savskog tercijarnog bazena tijekom gornjeg pliocena i kvartara. Morfogenetski gledano, predstavlja klasičan tip derazijsko-erozijskog pobrđa, na čiji razvoj znatan utjecaj imaju neotektonski i recentni tektonski pokreti.

1.2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Pobrđe V.G., kao jasno omeđena mikrotektonska i morfostrukturna jedinica, razmatrana je u radovima geologa i geografa najčešće u sklopu prostorno šire shvaćenih geoloških (tektonskih) odnosno regionalno-geografskih cjelina. Zato ćemo prikaz dosadašnjih radova ograničiti na one, koji rasvjetljavaju bitne odnose za razumijevanje razvoja i današnjeg stanja reljefa V.G. Koch (1917) utvrđuje geološki sastav V.G. za koje navodi da se sastoje od slojeva glina i pijesaka levantijske starosti, boranih početkom diluvija. Prvo detaljnije geološko kartiranje V.G. prema navodima Filjaka (1951) obavio je bečki geolog Sommermeier (1935). Filjak (1951) kartira strukturu Kravarsko te potvrđuje

* Darko Mihljević, asistent-raziskovalec, Geografski odjel PMF, Marulićev trg 19, 41000 Zagreb

** Borna Fürst, asistent-raziskovalec, Geografski odjel PMF, Marulićev trg 19, 41000 Zagreb

Sommermeierovo zapažanje o stratigrafskoj praznini između donje i gornjepaludinskih naslaga, pretpostavljajući njihovo postojanje samo u najdubljim dijelovima ovdašnjih sinklinala. Na temelju faune gornjopaludinskih slojeva iste luči u četiri zone. Nastanak struktura u okviru V.G. objašnjava poremećajem ravnoteže blokova u podini debele serije pliocenskih naslaga i vertikalnim oscilacijama dna uzrokovanih prvenstveno radijalnom tektonikom uz minimalan udio tangencijalnih potisaka. Ožegović (1952), a zatim Takšić i Juriša (1957, 1958) prikazuju geološke odnose antiklinalnih struktura Dubranec-Bukovčak i Kravarsko-Cerje, rezimirajući nekoliko etapa tektonske evolucije istraživanog prostora. Kranjec (1962) prikazuje litološke i tektonske karakteristike V.G., ističući jednoliku i blago izraženu tangencijalnu tektoniku. Strukturno-geomorfološku analizu SZ dijela Savske potoline na temelju morfometrijskih karata izvršio je Klein (1970). Kranjec i dr. (1972) na temelju kompleksne strukturno-geomorfološke analize područja između Zagreba i Siska, kojom su obuhvaćene i SI padine V.G., ukazuju na recentnu tektonsku aktivnost, koja ima svoj odraz u karakteristikama reljefa, a posljedica je najnovije tektonske aktivnosti dubljih struktura. Preglednom geološkom kartom Savske potoline su izradili Kranjec i Velić (1976) obuhvaćeno je i područje V.G. Velić (1983) daje prikaz neotektonskog razvoja zapadnog dijela Savske potoline, razlikujući prema tektonskim osobitostima pet blokova, među kojima su V.G. izdvojene kao zasebna mikrotektonska cjelina.

2. OSNOVNA OBILJEŽJA GEOLOŠKOG SASTAVA I GRAĐE

Izdanci slojeva koji izbijaju na padinama pobrda V.G., usjecima potoka, jaruga i denudacijom razorenih tjemena ovdašnjih antiklinala sazdani su od klastičnih taložina (glina i pijesaka s proslojeima lignita, mjestimično šljunaka, te lesa i njemu sličnih sedimenata) pliocenske i kvartarne starosti. Donjopaludinske slatkovodne, jezerske naslage koje kronostratigrafski odgovaraju srednjem pliocenu, pružaju se duž središnjih dijelova erodiranih tjemena antiklinala. Sastavljene su od raznobojnih masnih i plastičnih glina, u manjoj mjeri raznobojnih rahlih, nevezanih, unakrsno taloženih, subangularnih pijesaka srednje granulacije (Jović, 1957), često u različitim međusobnim horizontalnim i vertikalnim izmjenama, s mjestimičnim pojavama slojeva lignita, debljine od nekoliko desetaka cm do pet metara, u više horizontata (Takšić-Juriša, 1957, 1958), posebno u dijelovima, prema SZ utonule antiklinalne Kravarsko-Cerje (Filjak, 1951). Litološki se razlikuju od gornjepaludinskih naslaga zahvaljujući većem udjelu glinovite komponente. Gornjepaludinske naslage kronostratigrafski odgovaraju gornjem pliocenu. Taložene su blago diskordantno na donjepaludinske naslage koncentrično ih okružujući. U razvoju paludinskih slojeva dosadašnjim kartiranjima Sommermeier (1935), Filjak (1951), Ožegović (1952) i bušenjima (Takšić-Juriša, 1957, 1958) nisu evidentirani srednji, što ukazuje na pojačanu tektonsku aktivnost, na prijelazu iz srednjeg u gornji pliocen. Sastoje se iz raznobojnih, manje plastičnih glina sa znatno većim udjelom pijesaka u odnosu na donjepaludinske slojeve. U slojevima pijeska mjestimično se pojavljuju sitnije i krupnije granulirani šljunci (Takšić-Juriša, 1957, 1958). Prijelazi iz glina u pijesak su postepeni što govori o periodu relativno mirnije tektonike. Pleistocenske naslage okružuju najmlađe paludinske slojeve na topografski nižim dijelovima padina pobrda V.G., ili pak čine "lesne kape" na istaknutijim glavicama dvostrukog, paralelnog i znatno raščlanjenog grebena V.G. Sastoje se od šljunaka, pijesaka, lesa i njemu sličnih sedimenata.

Holocen je zastupljen genetski različitim vrstama taložina (proluvijalne, koluvijalne, eluvijalne, aluvijalne, močvarne, barske) litološki identične pleistocenskima. Čine recentni materijal donjih dijelova padina i dna derazijskih, derazijsko-erozijskih dolina. Zbog relativno blagih nagiba često se akumulira u koritima većinom povremenih tokova, te zbog vodonepropusnosti zamočvaruje dna dolina. Dubinskim bušotinama Dubranec 1 i 2 ustanovljena je debljina neogensko-kvartarnog kompleksa na paleozojskoj osnovi od 955 m odnosno 863 m. U strukturnom pogledu V.G. predstavljaju horst-antiklinalu čija je os usmjerena pravcem SZ-JI. Krila antiklinalne sekundarno su blago borana i čine nekolicinu manjih an i sin formi paralelnih s osi pružanja glavne antiklinalne strukture. Ova je pak rasjednuta nizom rasjeda različitih rangova, pružanja, aktivnosti i tipova pokreta, markirajući granice blokova s diferencijalno

izraženim kretanjem. Analizirajući debljinu formacija izdvojenih na temelju EK markera (Velić, 1983) utvrđeno je postojanje paleoizdignuća između Karlovačke i Savske depresije, čak u najdubljem EK horizontu, koji kronostratigrafski odgovara donjem miocenu. Do početaka formiranja horst-antiklinalne strukture, prema istom autoru dolazi u donjem pontu.

3. STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKA ANALIZA

3.1. TEORIJSKI MODEL RAZVOJA RELJEFA

Zahvaljujući relativno homogenom litološkom sastavu pliokvartarnog kompleksa naslaga, te u morfostrukturnom pogledu jasno izdvojenim granicama samostalnog pobrda V.G., ostvareni su povoljni uvjeti za primjenu morfometrijske metode, koju je u nas primjenio Marković (1983) pod nazivom "Teorijski model razvoja reljefa", i koji omogućuje načelno dijagnosticiranje dinamike i predznaka pomaka u najnovijoj tektonskoj etapi. Da bi se rekonstruirao tzv. "inicijalni reljef", odnosno oblik koji je reljef mogao imati prije najnovije tektonske aktivnosti, načinjena je karta tzv. "rekonstruiranog reljefa", upisivanjem najveće apsolutne vrijednosti visine reljefa identificirane na topografskim kartama 1:25 000, u mrežu jediničnih kvadrata (4 km²). Današnji reljef, radi komparabilnosti s konstruiranim, generaliziran je računanjem tzv. prosječnog (srednjeg) reljefa. Određivanjem trenda rekonstruiranog i generaliziranog reljefa i njihove razlike kao pozitivnih i negativnih vrijednosti u odnosu na referentni nivo, izdvojen je utjecaj tektonske aktivnosti od zbrojenog učinka tektonike i akumulacijsko-denudacijskih procesa i dobivene su vrijednosti relativnih pomaka, izražene u metrima. Na temelju tako konstruirane morfometrijske karte (slika 1) uočeno je slijedeće: Pozitivne vrijednosti pomaka registrirane su na području antiklinalnih struktura Bukovčak-Dubranec i Kravarsko-Cerje, s lokalnim maksimumima na području Ključić Brda, Cerja, Letovaničkog Vrha i Hotnje. Do izrazitog zgušnjavanja izolinija, odnosno nagle promjene relativnog predznaka kretanja došlo je SI od linije Ključić Brdo-Cerje i JZ od linije Cvetković Brdo-Lučelnica. To su ujedno i područja najizrazitije dinamike kretanja blokova različitih relativnih predznaka. Osim navedenog primjećeno je i relativno visok stupanj podudarnosti s kartom gravimetrijskih anomalija (slika 2).

3.2. ANALIZA BAZNIH POVRŠINA

Morfometrijska metoda po V.P. Filozofovu, temeljena na analizi baznih površina (bazne površine omeđene su izolinijama definiranim presjecištima talvega dolina istovrsnog ranga i istovrsne slojnice; vremenska dimenzija u analizi ogleđa se u tome da doline jednakog ranga uglavnom predstavljaju oblike približno jednake starosti; po V.P. Filozofovu, bazne površine u dolinama drugog i trećeg ranga ukazuju na tektonske pokrete pliopleistocenske starosti, dok bazne površine trećeg i viših redova registriraju sumarna gibanja pliocenske i kvartarne starosti), tj. površina jednake veličine usijecanja u erozijskim i derazijskim dolinama, u uvjetima homogenog litološkog sastava i dobro razvijene erozijsko-derazijske mreže, kao što je u našem slučaju pobrde V.G., pokazuje se vrlo pogodnom s aspekta determiniranja neotektonskih struktura i pokreta, te njihova utjecaja na razvoj odgovarajućih morfoloških procesa i oblika.

Za područje V.G., obzirom na razvijenost erozijsko-derazijske mreže konstruirane su bazne površine drugog, trećeg i četvrtog ranga. Njihovom analizom i komparacijom došlo se do slijedećih rezultata.

Ocrt izolinija baznih površina najvišeg ranga (3. i 4.) jasno markira rubove ovalne antiklinalne strukture V.G., odnosno duboke rasjedne zone koja pokazuje aktivnost pozitivnog predznaka za čitav neotektonski period. Karakter baznih površina drugog reda i njihov odnos prema prethodnima ukazuje da je naknadnim pokretima osnovna antiklinalna struktura djelomično poremećena. Oštro izvijanje

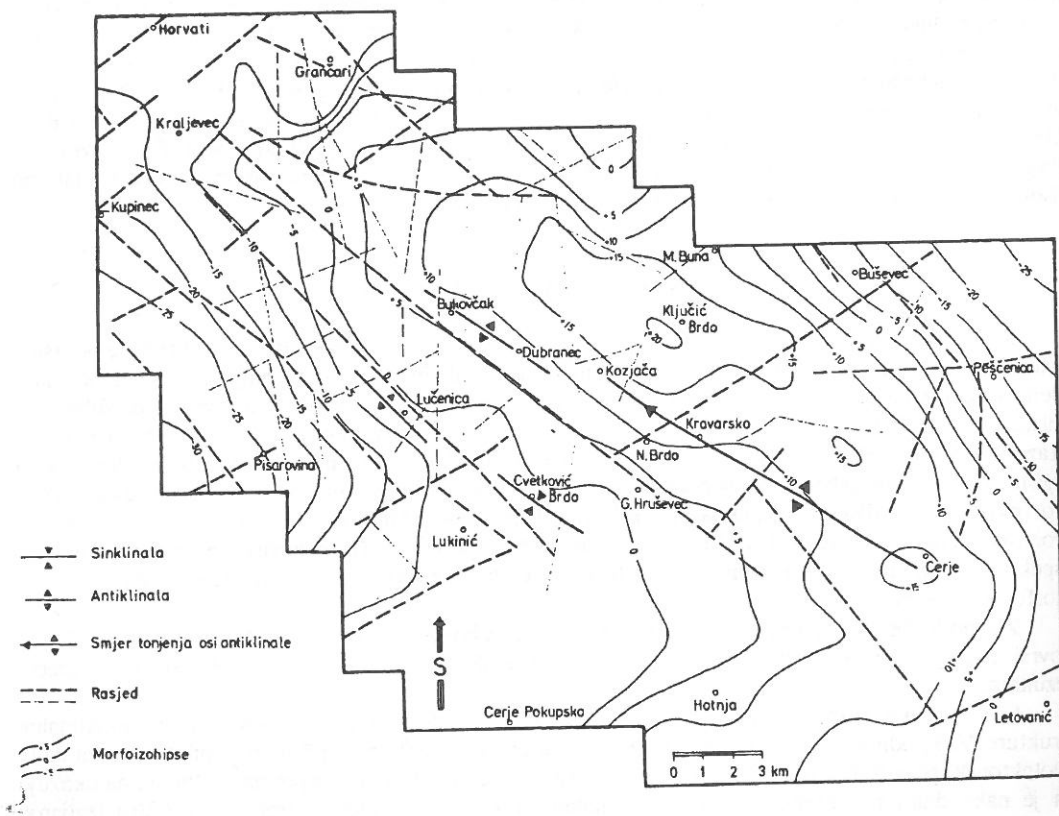
izolinija i probijanje osnovne ovalne antiklinalne strukture duž linija Buševac–Kravarsko–Lukinić i Bukovčak–Pisarovina dovodi do zaključka da je duž mlađih ruptura suprotne orijentacije SI–JZ došlo do razbijanja antiklinalne strukture na manje izdvojene blokove, te time i nastajanje horst–antiklinalne V.G. Vremenski, prema Filozofovu, ove pokrete možemo locirati u plioleptocensko razdoblje. Pojedini blokovi nadalje pokazuju različitu relativnu dinamiku kretanja. U tom smislu, SI dio V. G. općenito ima osobine nasljedne strukture s naglašenim pokretima izdizanja uzduž osi Dubranec–Kravarsko–Cerje. Njegov krajnji JI dio, prema dolini Kupe, obilježen je apsolutno najjačom dinamikom (Cerje, Letovanički Vrh). Nasuprot tome, JZ dio strukture (Kupinec–Pisarovina–Lukinić), prema depresiji Crne mlake, ne pokazuje nasljednih osobina, već nastajanje mlađe strukture koja unutar navedenih poprečnih lomova ukazuje na postepeno spuštanje, odnosno utonjavanje dijela strukture. Izdvajanje bazne površine trećeg reda unutar baznih površina drugog reda, koje su također i suprotnih orijentacija, indicira na nastanak tektonske zavale u području bazena Kravaršćice (slika 3).

ZAKLJUČAK

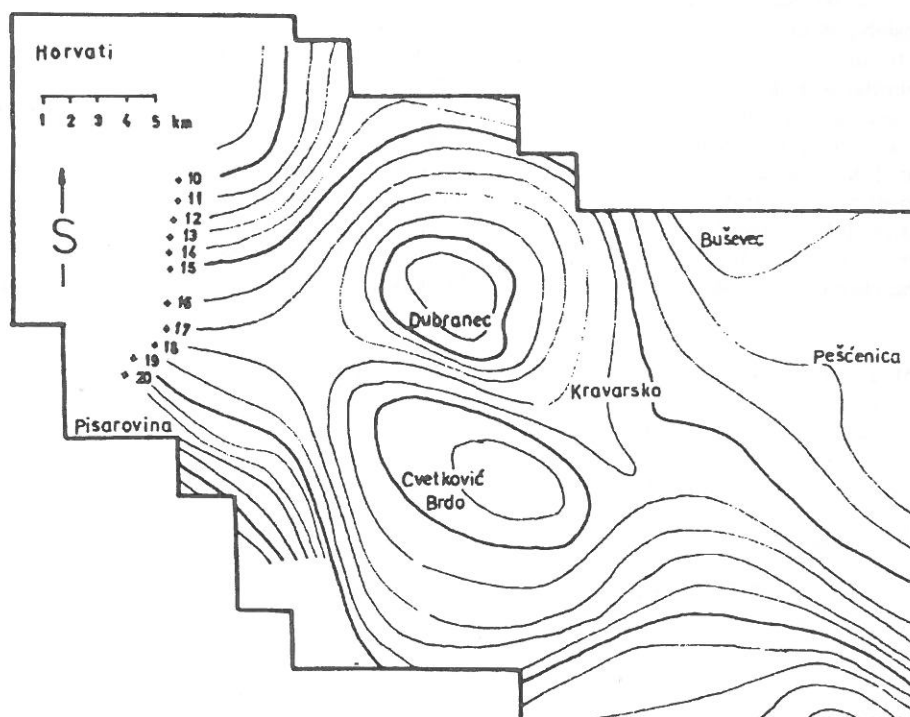
Provedena morfometrijska analiza omogućila je izdvajanje blokova različite relativne dinamike kretanja u okviru horst–antiklinalne strukture pobrđa V.G. (slika 4).

Pobrđe V.G., u morfogenetskom je smislu, derazijsko–erozijski tip pobrđa, a morfografski

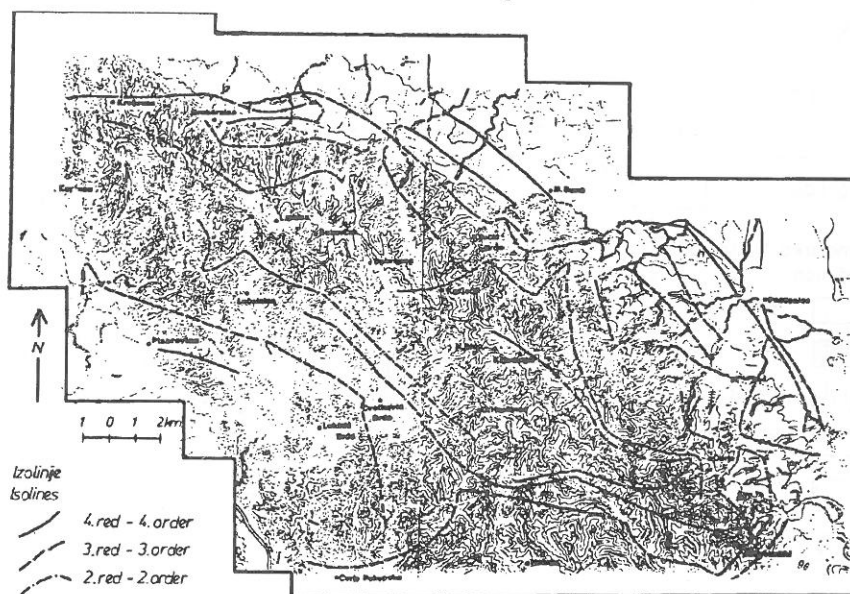
Slika 1: Teorijski model razvoja reljefa Vukomeričkih gorica.



Slika 2: Karta gravimetrijskih anomalija (mgal).



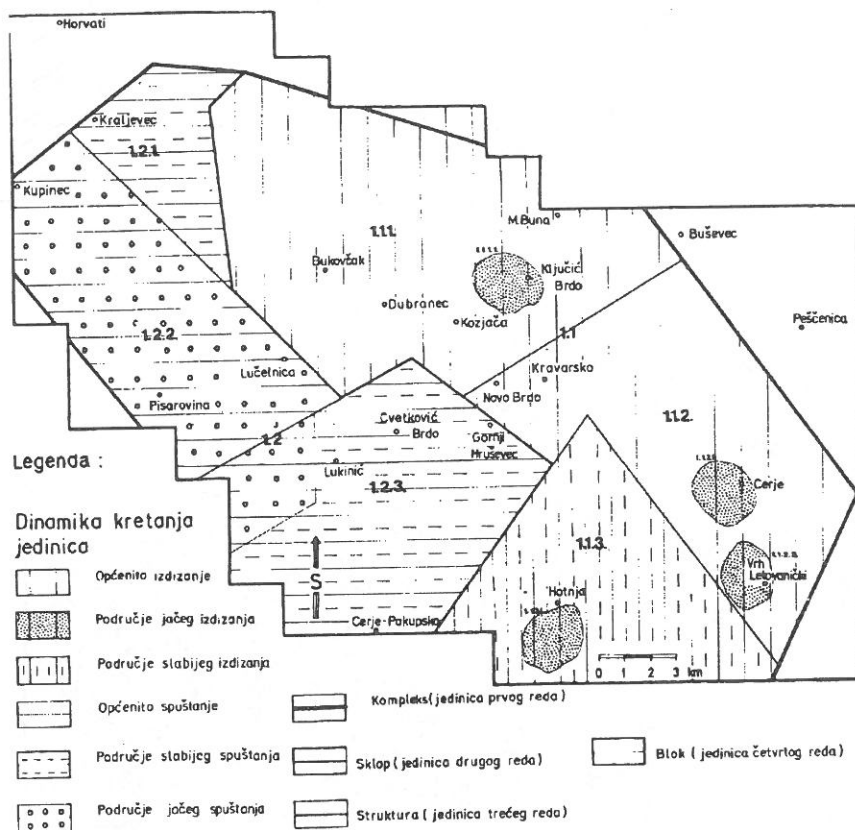
Slika 3: Karta baznih površina.



predstavlja brežuljkasti tip reljefa. Međutim, razvoj derazijsko-erozijskih procesa, uz istovjetan i homogen litološki sastav i istovjetne klimatske uvjete, bitno je utjecao dinamikom utvrđenih neotektonskih pokreta.

Na to ukazuju osobine i tipovi derazijsko-erozijske mreže i oblika. Karakteristična su oštra, laktasta skretanja koja markiraju rasjede i blokove različite dinamike kretanja. Za SI dio strukture obilježen prevladavajućim pokretima izdizanja, karakterističan je razvoj duboko usječenih dolina, relativno kratkih, pravolinijskih dionica, ali brzog porasta ranga dolina, što nedvojbeno potvrđuje prethodne konstatacije. Nasuprot tome, JZ dio strukture obilježuje dendritični, razgranati tip derazijsko-erozijske mreže, laganog pada i porasta ranga dolina, uz čestu pojavu mjestimičnog meandriranja tokova (osobito u bazenu Kravaršice), što ukazuje na morfološki razvoj u sasvim drugačijim uvjetima, odnosno bitno utjecan konstatiranim neotektonskim pokretima negativnog predznaka. Navedene konstatacije morfografski su također izražene asimetrijom nagiba SI i JZ padina pobrđa.

Slika 4: Strukturno-geomorfološka regionalizacija pobrđa Vukomeričkih gorica. (Legenda: 1.1. Sklop Dubranec-Kravarsko-Cerje; 1.1.1. Struktura Dubranec; 1.1.1.1. Blok Ključić Brdo; 1.1.2. Struktura Kravarsko-Cerje; 1.1.2.1. Blok Cerje; 1.1.2.2. Blok Letovanički vrh; 1.1.3. Struktura Hotnja; 1.1.3.1. Blok Hotnja; 1.2. Sklop Kupinec-Pisarovina-Lukinić; 1.2.1. Struktura Kraljevec; 1.2.2. Struktura Kupinec-Pisarovina; 1.2.3. Struktura Lukinić-Cvetković Brdo; 1.2.3.4. Blok Lukinić).



LITERATURA

- Bognar, A. 1980: Tipovi reljefa kontinentskog dijela Hrvatske. Spomen-zbornik o 30. obljetnici GDH. Zagreb.
- Filozofov, V.P. 1960: Kratak vodič kroz morfometrijsku metodu determiniranja tektonskih struktura. Izdanje Saratovskog univerziteta.
- Piljak, R. 1951: Izvještaj o geološkom kartiranju strukture Kravarsko. Arhiv IGI br. 1927. Zagreb.
- Jović, P. 1958: Mineraloške i granulometrijske analize donjih paludinskih pijesaka iz bušotina na ugallj u Vukom. goricama. Fond istraž. dok. Geol. zavoda. Zagreb.
- Klein, V. 1970: Morfografsko-neotektonska analiza SZ dijela Savske potoline. Fond. struč. dok. INA-Naftaplin. Zagreb.
- Kranjec, V. 1964: Geološki i litološki sastav područja M. Gorice, Samobora, Pleševice, Draganića i Vukomeričkih gorica. Studija. Zagreb.
- Kranjec, V. - Prelogović, E. - HERNITZ, Z. 1972: Strukturno-geomorfološko proučavanje neotektonskih gibanja u dijelu Posavine između Zagreba i Siska, te obziri kod planiranja gradnji. Zbornik radova 2. jugosl. simpozijuma o hidrogeol. i inženjerskoj geol. Sarajevo.
- Kranjec, V. - Velić, J. 1976: Pregledna geološka karta zap. dijela Savske potoline. Definiiranje projektnih parametara učinka potresa na lokaciji NE Prevlaka. Studija. Zagreb.
- Marković, M. 1983: Osnovi primenjene geomorfologije. Geoinstitut. Posebna izdanja 8. Beograd.
- Takšić, A. - Juriša, M. 1957/58: Vukomeričke gorice. Fond str. dok. Geološkog zavoda. Zagreb.
- Velić, J. 1983: Neotektonski odnosi i razvitak zap. dijela Savske potoline. Prirodoslovna istraživanja 47, Acta geologica JAZU 13, 2. Zagreb.

**STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS AND REGIONALIZATION
OF HILLS VUKOMERIČKE GORICE**

Summary

In order to elaborate a structural-geomorphological regionalization of the hills Vukomeričke gorice, a morphometric analysis of a theoretical model of relief development and an analysis of the basic surfaces were made. The blocks of an inferior rank in the range of a horst-anticline structure with various relative trend signs were separated. We found out that the established neotectonic activity directly influenced the differences in the development of geomorphological processes and forms.