

## GEOMORFOLOŠKE I INŽENJERSKO-GEOMORFOLOŠKE OSOBINE KRIČKOG BRDA\*

ANDRIJA BOGNAR, ANTUN ŠALER, IŠTVAN BLAZEK

### UVOD

U priloženom radu razrađena je geomorfološka i inženjersko-geomorfološka problematika prostora Kričkog brda, pri čemu je posebna pažnja usmjerena ka utvrđivanju podobnosti ovog područja za izgradnju. Pri tome trebalo je, dakako, voditi računa i o osnovnim obilježjima geološke građe i litološkog sastava, kao i temeljnim osobinama tektonske strukture istraživanog prostora.

Na temelju izvršenih terenskih istraživanja i kartiranja, laboratorijskih analiza i korištenja raspoložive stručne i znanstvene dokumentacije, razmotrene su prije svega značajke i zakonitosti djelovanja recentnih vodećih geomorfoloških procesa, te karakter njima oblikovanih odgovarajućih reljefnih oblika. Zaključna razmatranja odnose se na izdvajanje osnovnih kategorija terena s obzirom na bonitet građevinskih normi i mogućnosti izgradnje odgovarajućih objekata.

### METODOLOŠKI PRISTUP PRI OCJENJIVANJU PRIKLADNOSTI PROSTORA ZA IZGRADNJU

Međuovisnost utjecaja i djelovanja geomorfoloških, litostratigrafskih i seizmotektonskih činilaca na oblikovanje i datosti istraživanog prostora s analitičkog i sintetičkog aspekta bio je odlučujući kriterij za ocjenu podobnosti odgovarajućeg područja za izgradnju. Svaki od navedenih činilaca, promatran pojedinačno u datom prostornom okviru, vrednovan je s aspekta:

#### I Prikladnosti za provođenje odgovarajućih građevinskih zahvata

1. Optimalni tereni

1-2. Veoma pogodni tereni

#### II Relativne prikladnosti za provođenje odgovarajućih građevinskih zahvata

2. Relativno prikladni tereni

2-3. Relativno prikladni tereni, uz nužno provođenje dodatnih sigurnosnih zahvata

#### III Područja neprikladna za odgovarajuće građevinske zahvate

Ovdje su uključeni svi tereni koji pripadaju subkategoriji 3.

Analizirani činioci vrednovani su na sljedeći način:

#### 1. Energija (vertikalna raščlanjenost) reljefa (u m/0,25 km<sup>2</sup>)

Kategorija	O p i s	Bonitetna kategorija
0-5	Ravnice	1
5-30	Slabo raščlanjene ravnice	1-2
30-100	Slabo raščlanjen reljef	2
100-300	Umjereno raščlanjen reljef	2-3
> 300	Izrazito raščlanjen reljef	3

#### 2. Nagibi

Kategorija (stupnjevi)	O p i s	Bonitetna kategorija
0-2	Ravnice	1
2-5	Blago nagnut teren	1-2
5-12	Nagnut teren	2
12-32	Znatno nagnut teren	2-3
32-55	Vrlo strme padine	3
55	Strmci, litice, eskarpmani	3

\* Recenzent prof. Tomislav Šegota

### 3. Horizontalna raščlanjenost reljefa (udaljenost talveg-razvodnica)

Kategorija (m)	O p i s	Bonitetna kategorija
50	Vrlo jako raščlanjen	3
50-100	Jako raščlanjen	2-3
100-150	Znatno raščlanjen	2
150-200	Srednje raščlanjen	1-2
200	Umjereni raščlanjen	1

### 4. Erodibilnost terena (hipsometrijski integral)

Kategorija	O p i s	Bonitetna kategorija
0,30	Vrlo jaka	3
0,30-0,40	Jaka	2-3
0,40-0,50	Srednja	2
0,50-0,75	Umjerena	1-2
0,75	Slabo izražena	1

### 5. Mobilnost padina

Kategorija	Bonitetna kategorija
Padine ugrožene klizanjem	3
Padine s fosilnim klizistima	3
Mobilne padine (u pokretu)	3
Padine podložne jaruženju i spiranju	2-3
Padine podložne deflukciji i puženju	2
Padine trenutno u mirovanju	2
Stabilne padine	1-2

### 6. Geološke osobine

Kategorija	Bonitetna kategorija
Prikladni tereni	1
Relativni prikladni tereni	2
Neprikladni tereni	3

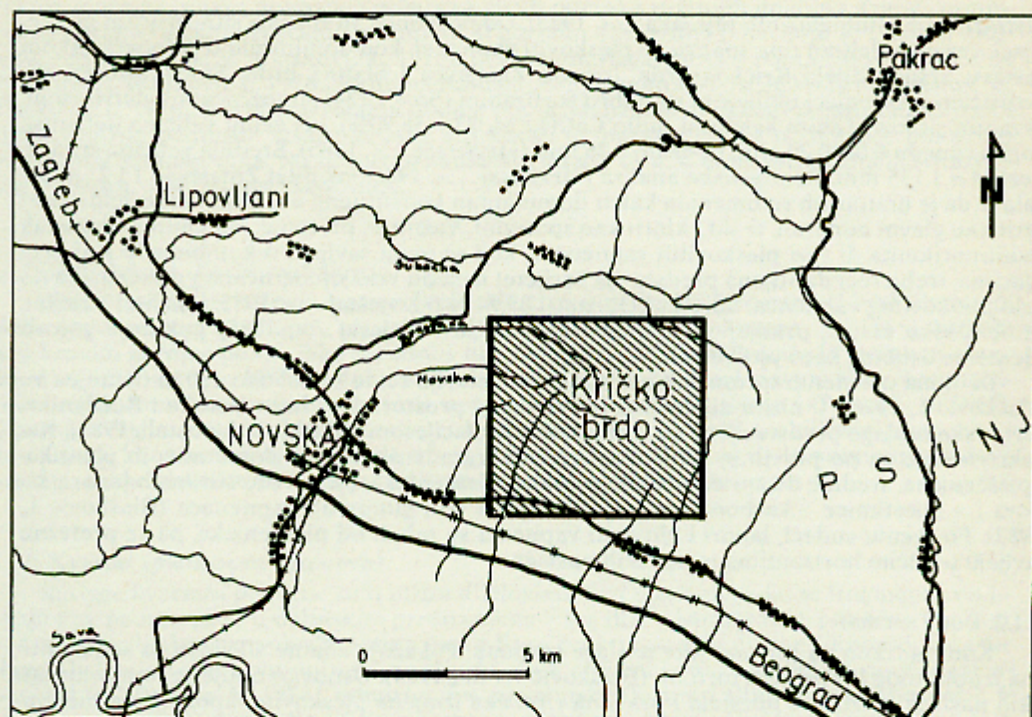
*Svaka od evaluiranih kategorija terena, s obzirom na svaki od izdvojenih aspekata, imala je utjecaja pri ocjeni prikladnosti prostora za izgradnju, te je utjecala na zbirnu ocjenu.*

## I GEOMORFOLOŠKI POLOŽAJ

Istraživano područje obuhvaća središnji, reljefno najistraknutiji dio Kričkog brda, odnosno, prostor tzv. bloka Bijela Stijena-Novska. Površina obrađenog i kartiranog prostora iznosi 32,4 km<sup>2</sup>. Granice prostora definirane su međama osnovnih državnih karti (ODK) mjerila 1:5 000, a koje su korištene kao kartografska podloga pri inženjersko-geomorfološkom kartiranju.<sup>1</sup>

Kričko brdo u cjelosti pripada makromorfološkoj regiji SI krila Središnje hrvatske zavale (Bognar A., 1982), a u mikromorfološkom smislu predstavlja zasebnu reljefnu cjelinu. Denudacijsko-akumulacijski je tip morfostrukture, a genetski pripada pobrdima predgorskog karaktera (Bognar A., 1980). Na oblik i genezu Kričkog brda velik je utjecaj imala tektonika gorske mase Pšunja. Erozijsko-derazijskim (padinskim) morfološkim procesima kričko brdo, u čijem sastavu prevladavaju tercijski i kvartarni »mekši« sedimenti, oblikovano je u tipično brežuljkasto područje. Najviši dio brdske strukture (Zmajevac 467 m; Slatina brdo 440 m) u tektonskom smislu predstavlja horst-antiklinalu. Ova je struktura poprečnim rasjedima razlomljena na nekoliko manjih blokova horstovskog tipa, koji se u nizu postupno stepeničasto spuštaju prema zapadu (Blašković I., 1975).

1. Istraživano područje obuhvaća sekcije Osnovne državne karte: Novska 8, 9, 10, 18, 19 i 20.



Sl. 1. Geografski položaj

Fig. 1. Geographical position

## II GEOLOŠKE OSOBINE

### I. Grada i sastav

U istraživanom prostoru zastupljene su naslage neogena i kvartara. Prve izgrađuju velike površine. Unutar njih, na temelju litostratigrafskih obilježja, izdvojene su naslage tortona (vapnenci, lapori i pješčenjaci), donjeg sarmata (lapori, vapnenci i pješčenjaci), panona (vapneni lapori, lapori i pješčenjaci), donjeg pontaa (lapori i - rjeđe - pijesci i pješčenjaci) i gornjeg pontaa (pijesci, pješkoviti lapori, šljunak i pojave ugljena). Slijed navedenih članova na površini gotovo je konkordantan (Kranjec V. i Blašković I., 1976). Naslage kvartara predstavljene su smeđim lesom i lesu sličnim sedimentima (Bognar A., 1978, a prema Kranjec V., Blašković I., 1976; gline i ilovine), šljuncima, pijescima i kršjem. U isti litostratigrafski kompleks mogu se uključiti i mjestimice na padinama ili u njihovim podnožjima prisutne debele akumulacije destruktivnim morfološkim padinskim procesima pretaloženi sedimenti s viših dijelova Kričkog brda.

### I.1. Neogenske naslage

#### I.1.1. Torton

Naslage tortona izravno su transgresivne na stariji paleozoik ili pak konkordantno leže iznad starijeg kompleksa lapora i laporovitih vapnenaca (Kranjec V., Blašković I., 1976). Izgrađuju središnji, najviši dio Kričkog brda. Tortonški sedimenti pokazuju česte promjene sedimentoloških značajki u vertikalnom, ali i lateralnom smislu. Prevladavaju vapnoviti pješčenjaci, pješkovito-siltoviti lapori, te - podređeno - vapnoviti konglomerati i vapnenci, lapori i kalcitna glina (terenska determinacija autora, te Kranjec V., Blašković I., 1976 i

»Istraživanje bitumenoznih pijesaka...«, 1983). Od posebnog su značaja sitnozrnčani pješčenjaci, vezani kalcitom tipa sparita, te pjeskoviti vapnenci, koji dominiraju u pripovršinskom sastavu vršnog dijela Kričkog brda, između Zmajevca i Slatina brda. Smedkastosivi sitnozrnčani pješčenjaci obilježeni su dobro sortiranim ( $S_o = 1,174$ ) sitnozrnčanim detritusom, vezanim sitnozrnčanim kalcitom (udio  $CaCO_3$ : 54, 23 – 55,90%), pri čemu veličina detritusa varira između 0,08–0,20 mm, rjeđe do 0,25 mm (»Izveštaj...«, 1985). Srednja veličina zrna iznosi  $M = 1,135$  mm. Rendgenska analiza (»Izveštaj...«, 1985: lokalitet Zmajevac 1 i 2) pokazala je da je unutar tih sedimenata kalcit dominantan konstituent, a slijede kvarc, feldspati i pirit kao glavni minerali, te ilit i klorit kao sporedni. Važno je, pri tome, istaknuti nedostatak montmorilonita. U vezi pjeskovitih vapnenaca, koji se ovdje javljaju u kombinaciji s pješčenjacima, treba reći da stijena predstavlja varijetet između vrlo sitnozrnčanog pješčenjaka do vrlo pjeskovitog vapnenca: udio  $CaCO_3$  iznosi 85,94 % (»Izveštaj...«, 1985: lokalitet Kričke). Mineraloško sastav, primjenom rendgenske analize (»Izveštaj...«, 1985) pokazuje gotovo identične osobine kao i pješčenjak.

Debljina utvrđenih tortonskih naslaga pretpostavlja se da iznosi oko 180 m (Kranjec V., Blašković I., 1976). U nižim dijelovima istraživanog prostora kod Luke potoka i Roždanika, tortonske naslage predstavljene su turbiditnim litofacijesom (Blašković I. i ostali, 1982). Karakteristične su po pravilnoj izmjeni sekvencija izgrađenih od konglomeratičnih pijesaka-/pješčenjaka, srednje do sitnozrnčanih pijesaka/pješčenjaka, pjeskovito-siltovitih lapora, lapora i – mjestimice – karbonatom bogatih lapora i/ili glinovitih vapnenaca (Blašković I., 1982). Po svemu sudeći, lapori i glinoviti vapnenci su mladi od pješčenjaka, pa se pretežno javljaju u plićim horizontima tortonskih naslaga.

#### 1.1.2. Donji sarmat

Kontinuirano na tortonu leže naslage sarmata. Pokazuju znatne sličnosti sa sedimentima turbiditnog litofacijesa tortona (Blašković I. i dr., 1984). Osnovno obilježje donjosarmatskih naslaga je izrazito učestala i pravilna ritmička izmjena pjeskovito-laporovito-glinovito-vapnenačkih sedimenata. Redovito se javljaju u profilima nižeg oboda Slatina brda, Kričkog brda (u užem smislu) i Novskog brda; dakle, podno istaknutijeg vršnog dijela brdske strukture, u čijem sastavu dominiraju već naznačene tortonske naslage. Najgornji dijelovi sarmata zastupljeni su svjetložutim i sivo-bijelim vapnencima i glinovitim vapnencima. Debljina sarmata mogla bi iznositi 100–110 m, ali prema nekim istraživanjima i do preko 150 m (»Istraživanja bitumenoznih naslaga...«, 1982).

#### 1.1.3. Panon

Panon je predstavljen »Croatica« (donji panon) i »Banatica« (gornji panon) naslagama. Naslage panona otkrivene su u kontinuiranom pojasu, niže od sarmatskih naslaga. Dok se na južnim padinama Kričkog brda javljaju u relativno uskom pojasu, na sjevernim stranama nižeg dijela brdske strukture imaju znatno veće rasprostranjenje. Zastupljeni su slijedeći litološki članovi: lapor, pijesak, pločasti bijeli i svjetlosivi laporoviti vapnenci sa slojevima tinjčastih kremenih pješčenjaka i pijesaka, laporoviti i glinoviti vapnenci (Kranjec V., Blašković I., 1976; »Istraživanje bitumenoznih pijesaka...«, 1983). Na vapnovitim laporima »Croatica« naslaga, slijede litološki slični lapori (Kranjec V., Blašković I., 1976). To su tzv. »Banatica« naslage. Lapori ovdje postaju glinovitiji, neuslojeni i sivo obojeni. Debljina naslaga panona iznosi oko 310 m (250 m donji, a 60 m gornji panon – prema Kranjec V., Blašković I., 1976).

#### 1.1.4. Pont (donji i gornji)

Naslage donjeg pontu (»Abichi« slojevi) talože se kontinuirano na sedimente panona u vidu postupnog prijelaza. Izuzetak čine lokaliteti obilježeni rasjedima predisponiranom poremećenošću ovih naslaga (Roždanik u Blašković I., 1975). Javljaju se u kontinuiranom pojasu na nižim dijelovima sjeverne i južne padine Kričkog brda. Osnovni litološki elementi predstavljeni su svjetlosivim i tamnosivim laporima i pjeskovitim laporima (Blašković I., 1975). Pojave pijesaka vrlo su rijetke i izrazito malih debljina. U profilu gornjeg toka potoka Novske debljina im iznosi oko 140 m.

Lapori, gline i pijesci »Rhomboidea« naslaga gornjeg pontu konkordantno su taloženi na sedimentima donjeg pontu. U donjem dijelu naslaga prevladavaju laporovite taložine, a u gornjem pjeskovito-glinoviti sedimenti s pojavom vapnenih konkrecija (Blašković I., 1975).

Vrlo je značajna pojava ponovnog prisustva čistih pijesaka znatnijih debljina. Pijesci su tinjčastog karaktera i sitnozrčananih granulata. U gornjim dijelovima pojavljuju se i lećasti ulošci šljunaka (Kranjec V., Blašković I., 1976). Debljina naslaga gornjeg ponta iznosi 380–450 m (Kranjec V., Blašković I., 1976). Debljina naslaga gornjeg ponta iznosi 380–450 m (Kranjec V., Blašković I., 1976). Slično naslagama donjeg pontu, javljaju se u uskom pojasu duž najnižih dijelova južne padinske fasade brdske strukture, uz napomenu da su dijelom pokriveni kvartarnim sedimentima. Na sjevernoj padinskoj fasadi, osim u krajnjem SZ dijelu istraživaog prostora, u potpunosti nedostaju.

#### 1.1.5. Dac i levant (Paludinski slojevi)

Ovi sedimenti površinski su utvrđeni isključivo u području Voćarica. U litološkom pogledu predstavljeni su glinom, pijescima, šljuncima i ugljenom («Tumač...», 1985). Javljaju se u krovini gornjeg pontu, iako taj odnos nije uvijek posve jasan. Prijelaz je vjerojatno kontinuiran («Tumač...», 1985). U donjem dijelu litološkog stupa prevladavaju gline, često onečišćene pijeskom (unakrsna slojevitost), a zapažene su i pojave ugljena («Tumač...», 1985). U gornjim dijelovima prevladavaju pijesci s pojavama šljunaka i gline, obilježeni vapnenim i limonitnim konkrecijama. Na većem dijelu rubnog pojasa Kričkog brda prema nizini Save ove su naslage redovito pokrivene relativno debelim taložinama kvartara.

#### 1.1.6. Kvartar (pleistocen i holocen)

Naslage kvartara prisutne su u nižim dijelovima Kričkog brda, iako se fragmentarno javljaju i na padinama te u dolinskim proširenjima višeg dijela istraživanog prostora. U nižim, kontaktnim dijelovima pobrda prema nizini Save prekrivaju paludinske i Rhomboidea naslage. Ovdje one čine kontinuirani površinski plašt, u čijem sastavu sudjeluje smeđi beskarbonatni les (Bognar A., 1978), odnosno, les, površinske ilovine i gline (prema Blašković I., 1975), te pijesci, šljunci, kršje, konkrecije i semipedolit (tj. pretaloženi fragmenti pedoloških horizonata). Taložine kvartarne starosti redovito leže diskordantno na destruiranoj površini starijih, neogenskih naslaga. Površinski dio naslaga uglavnom je zastupljen beskarbonatnim smeđim lesom (ilovača) i slojevima pretaloženog derazijskog lesa s proslojcima pijeska i šljunka, da bi u dubljim dijelovima prevladali slojevi pijeska, šljunka, konkrecija, semipedolita, glinovite i pjeskovite ilovače, koji su stratificirani u međusobnoj izmjeni (zapažena je i unakrsna slojevitost pijesaka). Radi se ovdje uglavnom o sedimentima taloženim procesima spiranja (deluvij), bujičenja (proluvij) i klizanja (solifluksum). Glinovitiji slojevi unutar njih, u slučaju prisutnosti montmorionita, predstavljaju osnovu za razvoj kliznih ploha i klizišta. Zanimljivo je da na sjevernim padinama Kričkog brda prema dolini potoka Subocke nije utvrđen značajniji vertikalni razvoj kvartarnih naslaga. Debljina im ovdje nije veća od nekoliko metara, a uglavnom su predstavljene deluvijalno-proluvijalnim procesima pretaloženim materijalom (glina, silt, kršje, pijesci sa šljuncima) s viših dijelova padina, građenih od neogenskih naslaga.

Relativno debele naslage kvartarne starosti (do desetak metara) vežu se za proširene dijelove dolinskih ravni potoka Čapljina (Luke), Roždanika i Voćarica, te gornjeg toka potoka Novske. Zastupljene su šljuncima (debljine 1–2 m, prema Blašković I., 1975), pijescima različitog granulata i siltovitim pijescima s glinovito-siltovitim lećama. U sastavu šljunaka determinirane su vapnene konkrecije, koje potječu iz »Rhomboidea« naslaga, laporovitih vapnenaca, pješčenjaka, litotamnijskih vapnenaca i kristalinskih stijena (Blašković I., 1975). Dobar dio taložina prisutnih u sastavu dolinskih ravni potoka padinskog (derazijskog) je porijekla, s obzirom da erozijska i transportna snaga vodotoka nije u mogućnosti u cijelosti evakuirati materijal donešen s padina procesima spiranja, bujičenja i klizanja. Karakteristični konusi na kontaktu padina s dolinskim ravnima i, često, asimetrija poprečnih profila potočnih dolina, najpouzdaniji su pokazatelji takvih odnosa.

Niži dijelovi padina ili njihovi uravnjeniji segmenti redovito su zastri relativno debelim naslagama fizičkim i kemijskim procesima raspadnutog materijala, koji je pored toga – ovisno o stupnju nagiba padina i gustoći vegetacijskog pokrova – doživio gravitacijske pomake (klizanje, osipanje, odronjavanje, puženje) većeg ili manjeg intenziteta. Takav materijal sastavljen je uglavnom od sitnog do krupnog kršja, pijeska i silta. U pravilu predstavlja korelativni materijal osnovne stijenske mase viših dijelova prostora.

## 2. Tektonska struktura

U tektonskom smislu Kričko brdo dio je horst-antiklinalne strukture Bijela Stijena - Novska (\*Tumač . . .«, 1985; Blašković I., 1975, naziva je strukturni nos). Os ove tektonske jedinice generalnog je pravca pružanja I-Z. Struktura predstavlja prirodni nastavak Psunja prema zapadu. Radi se ovdje o reljefnom uzvišenju paleotektonskog i paleogeografskog značaja (Blašković I., 1975). Kao izrazito uzvišenje tokom mladog tercijara, struktura je bila barijera u sedimentacijskom prostoru, odvajajući područja sa specifičnim litofacijesima i debljinama većeg dijela kronostratigrafskih članova neogena. Struktura Bijela Stijena - Novska asimetričnog je karaktera, na što ukazuje njen prevladavajući nagib prema jugu (\*Tumač . . .«, 1985). Poremećena je i sistemom poprečnih i dijagonalnih rasjeda pravca pružanja SI-JZ i SSI-JJZ (\*Tumač . . .«, 1985). Sjevernim savskim potolinskim rasjedom, struktura je odvojena od Savske potoline na jugu, a poprečnim rasjedom Širinci-Bogićeveci od strukturnih jedinica istočno od nje (\*Tumač . . .«, 1985).

Značajno je istaknuti tendenciju izdizanja središnjih dijelova strukture, dakle, upravo područja Zmajevac-Slatina brdo, uz istovremeno spuštanje rubnih dijelova južnog krila horst-antiklinalne strukture, i to uz rasjede prema Savskoj potolini (rasjedi pravca pružanja SZ-JI sjeverno od linije G. Rajić - Roždanik - Jazavica - Voćarica; prema \*Tumač . . .«, 1985). Uvjetovalo je to tendenciju ustrmljenja nagiba slojeva uz manje ili više izražene fleksurna povijanja slojeva (\*Tumač . . .«, 1985).

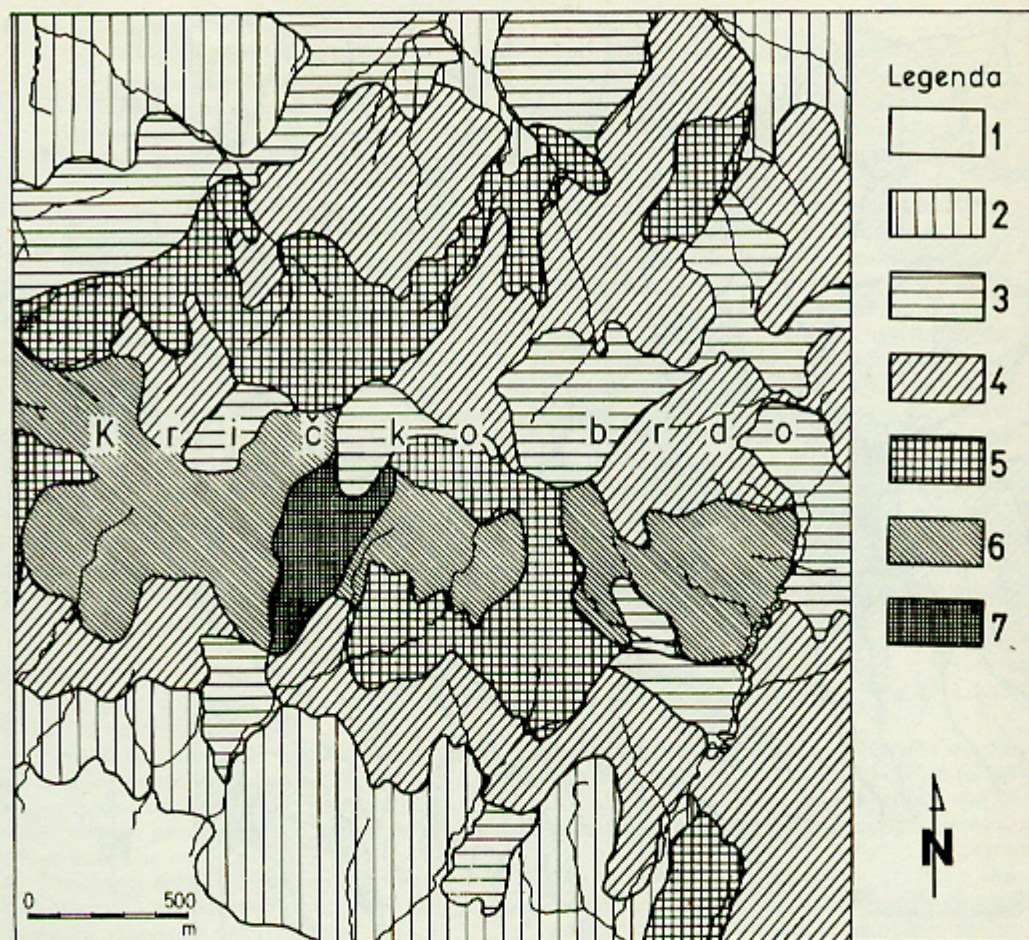
Za precizniju tektonsku definiciju središnjeg dijela horst-antiklinalne strukture Bijela Stijena-Novska, naglasiti treba i njenu blokovsku strukturu, uvjetovanu poprečnim i dijagonalnim rasjedima pravca pružanja SZ-JI, SI-JZ i SSI-JJZ. Diferencirana rasjedna gibanja duž ovih rasjeda uvjetovala su stepeničasto spuštanje strukture prema zapadu, posebno u području zapadno od rasjeda determiniranog u dolini potoka Voćarac. Središnji blok Kričkog brda, Zmajevac - Slatina brdo, horstovskog je karaktera, a rasjednim je pokretima (više puta remobiliziranim) najviše izdignut. Na zapadu je omeđen rasjedom u dolini potoka Voćarica (pravca pružanja SSI-JJZ), na istoku rasjedom u dolini potoka Čapljinca (SI-JZ), na jugu Sjevernim savskim potolinskim rasjedom (SZ-JI), a na sjeveru rasjedom u dolini Subocke, koji se pruža pravcem SZ-JI. Značajno je, također, reći da je horst-struktura Zmajevac-Slatina brdo (tj. Kričko brdo) uzdužnim dislokacijama pravca pružanja SZ-JI, posebno na jugu, stepeničasto spuštena prema Savskoj potolini. Ovi pokreti vezani su uz već spomenuta dva rasjeda sjeverno od linije Voćarica - Jazavica - Roždanik - G. Rajić. Vrlo je vjerovatno da je do sličnih pokreta istog pravca pružanja došlo i uz sjeverno krilo horsta prema dolini Subocke. Ukazuje na to i nedostatak naslaga pleistocenske starosti uz južni rub dolinske ravni potoka Subocke prema horst-strukturi Zmajevac-Slatina brdo (Kranjec V., Blašković I., 1976).

Unatoč tome što su uzdužni rasjedi pravca pružanja SZ-JI (Sjeverni savski potolinski rasjed, Subocki rasjed, rasjedi u dolinama Brestače i potoka Novske) najvažniji pri definiranju cjelokupne strukture Bijela Stijena - Novska, za njeno detaljnije raščlanjivanje od izuzetne su važnosti i osobine poprečnih dislokacija pravca pružanja SZ-JI, SI-JZ i SSI-JJZ (doline Dragojlice, Voćarica i Čapljinca). Sve su to normalni rasjedi strmog nagiba. Uočava se, također, i horizontalni pomak duž njihovih trasa. Uzdužni rasjedi odražavaju se relativno strmim padinama (ukoliko pedimentacijskim procesima nagibi nisu naknadno ublaženi) prema nižini rijeke Save ili nižim dijelovima brdske strukture (uz rasjedesjeverno od linije Voćarica - Jazavica - Roždanik - G. Rajić), pravocrtnim dolinama (dolina potoka Voćarica, Dragojlice i Čapljinca, pravca pružanja SI-JZ), te asimetrijom poprečnih profila dolina. Tu se redovito javlja i najveći broj klizišta (istočna padina doline potoka Voćarica).

## III ANALIZA RELJEFA

### 1. Opće morfološke osobine

Reljef istraživanog prostora piramidalno-radijalne je strukture, definirane dobro izraženim vršnim platoastim grebenom Kučerine - Zmajevac - Slatina brdo, na kojeg se nadovezuje radijalno raspoređen niz kosa i potočnih dolina. Kose su, nadalje, prstasto disecirane sekundarnim, manjim potočnim i derazijskim dolinama, koje konsekventno prate opći nagib padine (vidi inženjersko-geomorfološku kartu). Kričko brdo u cjelosti pripada porječju rijeke Save, uz napomenu da se sjeverna padina prostora potokom Subockom posredno od-



Sl. 2. Karta energije reljefa: 1. manje od 100 m/0,25 km<sup>2</sup>, 2. 100–125, 3. 125–150, 4. 150–175, 5. 175–200, 6. 200–250, 7. više od 250 m/km<sup>2</sup>

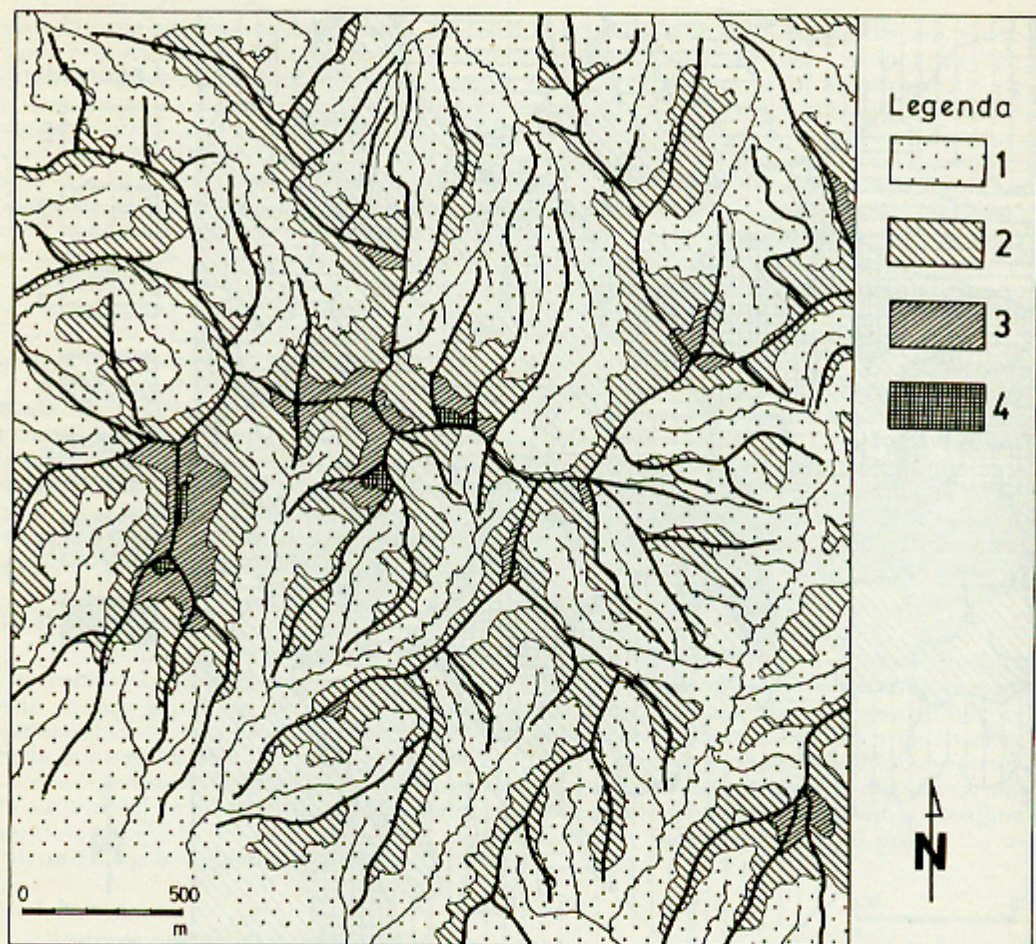
Fig. 2. The Map of the relief energy: 1. < 100 m/km<sup>2</sup>, 2. 100–125, 3. 125–150, 4. 150–175, 5. 175–200, 6. 200–250, 7. > 250 m/km<sup>2</sup>

vodnja prema Savi. Relativno velika gustoća tekućica i derazijskih dolina bitno je utjecala na snažnu disekciju prostora. Najbolji pokazatelj takvih reljefnih odnosa je energija reljefa (vertikalna raščlanjenost), horizontalna raščlanjenost i prevladavajući nagibi (vidi odgovarajuće karte).

### 1.1. Morfometrijske i morfografske osobine

#### 1.1.1. Energija reljefa

U skladu s intenzitetom erozijskih i derazijskih procesa kao vodećih geomorfoloških agenasa, relevantnih za modeliranje reljefa Kričkog brda, energija ili vertikalna raščlanjenost reljefa (sl.2) obilježena je odgovarajućom morfometrijskom dinamikom. Značajne se, međutim, razlike iskazuju u pojedinim dijelovima istraživanog prostora.



Sl. 3. Karta horizontalne raščlanjenosti reljefa: udaljenost talveg razvodnice u »m« 1. 0-50, 2. 50-100, 3. 100-150, 4. više od 150 m

Fig. 3. The map of horizontal relief dissection: distance from talweg to watershed in »m« 1. 0-50, 2. 50-100, 3. 100-150, 4. > 150 m

Najniži i najviši dijelovi brdske strukture obilježeni su najmanjim vrijednostima energije reljefa. Za vršni dio grebena Kučerine-Zmajevac-Slatina brdo ona iznosi od 125-150 do 150-175 m/0,25 km<sup>2</sup>, s time da se na najvišem dijelu uglavnom kreće u rasponu 125-150 m/0,25 km<sup>2</sup>. Najniži dijelovi Kričkog brda prema nizini Save na jugu i dolinskoj ravni Subocke na sjeveru, obilježeni su najnižim vrijednostima vertikalne raščlanjenosti reljefa (100-125 do 125-150 m/0,25 km<sup>2</sup>). To je i razumljivo, s obzirom da su dijelovi sjevernog i južnog krila horsta ovdje duž uzdužne rasjede spuštene ili su pak imali manje vrijednosti vertikalnog pozitivnog pomaka u odnosu na njegov središnji dio.

Asimetrični izbačaj brdske strukture, definiran njenim većim ustrmljenjem prema jugu, do izražaja je došao i u nejednakim vrijednostima energije reljefa njene južne i sjeverne padine: dok južnu padinu karakterizira vertikalna raščlanjenost i preko 250 m/0,25 km<sup>2</sup> (prosječna vrijednost iznosi ovdje oko 200 m/0,25 km<sup>2</sup>), ona sjeverna znatno je manja i iznosi 150-200 m/0,25 km<sup>2</sup> (sl.2). Izraz je to i veće fluvio-denudacijske i derazijske disekcije južnog krila strukture Kričkog brda.



### 1.1.2. Horizontalna raščlanjenost reljefa

Pokazatelj intenziteta raščlanjenosti reljefa jest i udaljenost talvega<sup>2</sup> od razvodnice ili tzv. horizontalna raščlanjenostreljefa. Često se pri tome pojam talvega identificira s bazisom denudacije<sup>3</sup>, a područje ograničeno razvodnicama kao osnovna jedinica porječja. Intenzitet horizontalne raščlanjenosti reljefa ukazuje na stupanj erodibilnosti, a koji je funkcija klime, petrografskog sastava i intenziteta neotektonskih i recentnih tektonskih pokreta.

U cijelosti gledano, istraživano područje ulazi u kategorije znatno (100–150 m) do jako (50–100 m) raščlanjenog reljefa<sup>4</sup>. Nigdje nije zabilježena vrijednost horizontalne raščlanjenosti veća od 200 m, što veoma jasno iskazuje jaku unutrašnju disekciju prostora. Ona je posebno naglašena u tektonski predisponiranih dolina. Naime, uža dolinska strana uvijek se nalazi uz rasjed pa joj je i strmost naglašena. Ovaj zaključak vrijedi u pravilu za obje padinske fasade brdske strukture. Zanimljivo je, međutim, da u odnosu na pokazatelje energije reljefa, horizontalna raščlanjenost reljefa ukazuje na neke specifične razlike u morfološkom oblikovanju sjeverne i južne padinske fasade Kričkog brda. Južna padina veće je vertikalne, ali manje horizontalne raščlanjenosti reljefa, dok je na sjevernoj padini situacije obrnuta. Izrazje to većeg intenziteta djelovanja erozijskih i derazijskih procesa na primarno već usmjerenju južnoj padini pa–s time u vezi– i zrelije faze oblikovanja reljefa. Istovremeno, manji nagibi sjeverne padine slabije su stimulirali procese linearne i arealne destrukcije, što je u krajnjoj liniji rezultiralo manjim vrijednostima usijecanja dolina i paralelno-unazadnog pomicanja dolinskih strana. Upravo iz tog razloga vrijednosti udaljenosti talvega od razvodnice na južnoj padinskoj fasadi vrlo često premašuju veličinu od 100 m (pa čak i 150 m), dok je to na sjevernoj padinskoj fasadi rijedak slučaj. Iz ovakvih odnosa slijedi zaključak da južna padinska fasada Kričkog brda ima znatno manju horizontalnu raščlanjenost reljefa u odnosu na sjevernu padinsku fasadu.

### 1.1.3. Nagibi

Unutar istraživanog prostora zastupljeno je svih šest kategorija nagiba: 0–2°, 2–5°, 5–12°, 12–32°, 32–55° i više od 55°.

Prve dvije kategorije nagiba vezane su isključivo za dolinske ravni potoka, s time da položi (naplavne ravni) karakteriziraju horizontalne do subhorizontalne ravni (0–2°), a nešto veće vrijednosti pokazuju terasni oblici, koji su uz to ocjeditiji. Gravitacijska kretanja materijala ovdje se ne zapažaju. U položajima (0–2°) prevladava akumulacija plavnim vodama tekućica nanešenog materijala.

Prostorni razmještaj izdvojenih kategorija nagiba vršnog, platoastog dijela, grebena, dolinskih strana erozijskih i derazijskih dolina (s izuzetkom tektonski predisponiranih padina i strmaca, odnosno, eskarpmna), izvorišnih jaružastih dijelova vodotoka, kao i nekih od duboko usječenih jaruga, izrazito je jednostavan. Većina padina ulazi u kategoriju nagiba od 5–12° i 12–32°, uz napomenu da gotovo u pravilu niži dijelovi kosa na njihovu kontaktu s dolinskim ravnima imaju blaže nagibe (5–12°), a njihovi viši dijelovi redovito su znatno strmiji (12–32°). Vršni dio grebena obilježen je dominantnim udjelom nagiba od 5–12°. Dodati treba da na južnoj padinskoj fasadi brdske strukture prevladavaju veći nagibi, i to oni u kategoriji 12–32°.

Za obje navedene kategorije nagiba karakteristično je pojačano spiranje i pojave gravitacijskog kretanja materijala. Do izražaja dolazi kliženje, puzanje i jaruženje. Teren je, dakle, ugrožen erozijskim i derazijskim procesima.

Nagibi preko 32°, odnosno 55°, karakteristika su strmaca (eskarpmna), koji se javljaju pri tektonskoj predisponiranosti dolinskih strana (gornji tok potoka Novske, Dragojlice, Jazavice i Čapljineca), u izvorišnim dijelovima vodotoka i uz strane duboko usječenih jaruga. Velika strmčina uvjetovana je litološkim sastavom (vapnenci i pješčenjaci). Na padinama, obilježenim spomenutim kategorijama nagiba, dominiraju procesi odnošenja materijala. Vrlo je izražena erozija. Akumulirani materijal tek se mjestimično zadržava, i to u vidu tankog pokrova, tako da, općenito, na površinu izbijaju stijene podloge (osnovna stjenska masa). Prisutni su i procesi odronjavanja.

2. Linija koja spaja najniže točke neke doline, odnosno, linija koja povezuje najdublje točke u koritu vodotoka.

3. Ravan prema kojoj su usmjereni svi destrukcijski procesi na padinama.

4. Kategorije raščlanjenosti: 1) > 1000 m = slabo raščlanjeni reljef, 2) 500–1000 m = srednje raščlanjeni reljef, 3) 100–500 m = znatno raščlanjeni reljef, 4) 50–100 m = jako raščlanjeni reljef, 5) 0–50 m = veoma jako raščlanjeni reljef.

## 2. Reljefna struktura

U morfostrukturnom smislu brdska struktura Kučerine–Zmajevac–Slatina brdo manja je horstovska reljefna jedinica. Jedna je od nekoliko manjih horstova, koji u nizu (pravcem I–Z) grade strukturu Kričkog brda. Ista predstavlja tip predgorskog pobrda koje ulazi u kategoriju denudacijsko-akumulacijskih morfostruktura (Bognar A., 1980). Najviši je dio morfostrukture Kričkog brda (Zmajevac 467 m, Slatina brdo 440 m, Kučerine 437 m). S morfo-genetskog aspekta, morfoskulptura brda oblikovana je fluvio-derazijskim (fluvio-denudacijskim) morfološkim procesima. S obzirom na orografska svojstva Kričko brdo je, kao što je to već naglašeno, uzvišenje tipa brda s karakterističnom piramidalno-radijalnom strukturom reljefa, definiranom jasno istaknutim grebenom pravca pružanja I–Z do IJI–ZSZ i radijalnim (zrakastim) rasporedom kosa i linearno razvijenih dolinskih udubljenja. Prema svojim geomorfološkim osobinama, koje uključuju orografske, litološke, morfo-genetske i morfostrukturne datosti, jasno se unutar istraživanog prostora diferenciraju tri cjeline: vršni dio grebena, sjeverna i južna padina brdske strukture.

### 2.1. Vršni dio grebena

Ovo je područje izduženo pravcem I–Z do IJI–ZSZ na duljini od oko 3 km. Širina mu se kreće između 50–300 m, s time da u proširenju kod Slatina brda ona iznosi 250 m, a kod Zmajevca i Kučerina oko 300 m. Apsolutna visina prostora varira u intervalu 400–467 m. Energija reljefa iznosi oko 125–150 m/0,25 km<sup>2</sup>, a prosječni nagibi padina kreću se između 5–12°. Prema tome, vršni dio strukture Kučerine–Zmajevac–Slatina brdo predstavlja tip širokog grebena, koji na pojedinim segmentima pokazuje osobine platoa (dio Slatina brda, Zmajevca i sedla Kučerine). Litološki sastav pripovršinski je obilježen dominacijom vapnovitih pješčenjaka što se, prema svemu sudeći, u vertikalnom smislu izmjenjuju s laporovitim slojevima, a stabilnost grebena ugrožena je u znatnoj mjeri unatračnom (regresivnom) erozijom potoka, uz izrazito paralelno pomicanje sjeverne i južne padine pod utjecajem derazijskih procesa.

### 2.2. Sjeverna padina

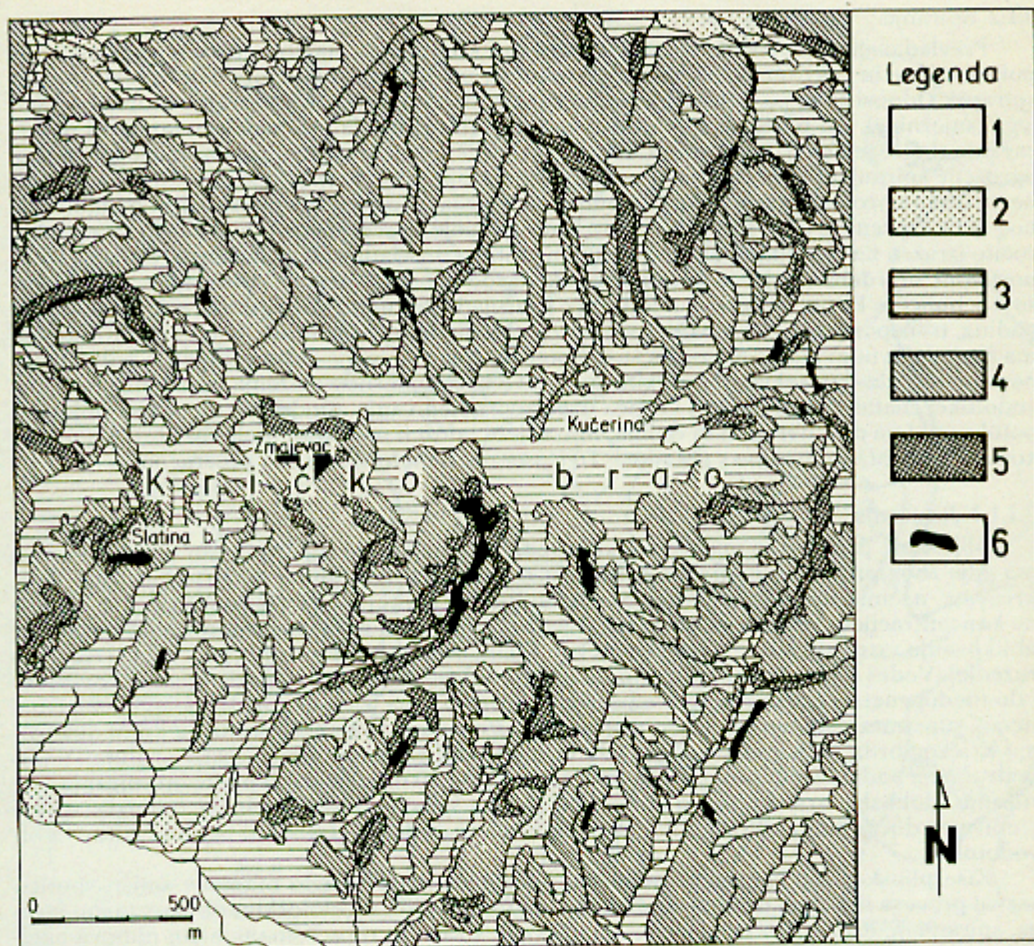
Prostor sjeverne padinske fasade nalazi se sjeverno od vršnog dijela grebena, a širi se sve do dolinske ravni potoka Subocke. Duljina (pravac I–Z) iznosi joj oko 5750 m, a širina (S–J) varira između 1500–2750 m. Energija reljefa prostora kreće se od 150–200 m/0,25 km<sup>2</sup> u višim odnosno, 100–150 m/0,25 km<sup>2</sup> u nižem, najsjevernijem dijelu padine. Pretežu nagibi 12–32°, slijede oni iz kategorija 5–12° i 2–5°. Vrijednost horizontalne raščlanjenosti izraženi su od veličina energije reljefa (25–75 m).

U reljefnoj strukturi izražena je smjena radijalno položenih međudolinskih kosa i potočnih dolina, usmjerenih pravcem J–S, JZ–SI i JI–SZ. Kose su redovito uske, a ponekad i stjenovite. Zonalni raspored litoloških jedinica duž pravca S–J, obilježen smjenom pojasa pješčenjaka, lapora i pijesaka, pogoduje linearnoj i arealnoj disekciji reljefa, a pod utjecajem destruktivne aktivnosti potoka i derazijskih morfoloških procesa.

### 2.3. Južna padina

Južna padina prostorno zahvaća najveći dio istraživanog područja. Omeđena je grebenom Kričkog brda na sjeveru i nizinom rijeke Save na jugu. Pravcem I–Z izdužena je oko 5750 m, a širina joj varira između 2500 i 2800 m. Vertikalna raščlanjenost reljefa ovdje je najveća; u višim dijelovima doseže čak i vrijednosti iznad 250 m/0,25 km<sup>2</sup> (prosječno između 175–250 m/0,25 km<sup>2</sup>), a u nižim od ispod 100 m/0,25 km<sup>2</sup> do 150 m/0,25 km<sup>2</sup> (prosječno 100–125 m/0,25 km<sup>2</sup>). Ustremljenost višeg dijela terena južne padine izuzetno je velika, tako da nagibi uz tektonski predisponirane strnce dolinskih strana potoka Dragojlice i Čapljinca, te dijelova izvorišnih područja («čelenke») ulaze u kategoriju 32–55°, a mjestimice čak i preko 55°. Razmatrajući, međutim, prosječne vrijednosti za čitav prostor padine, viši dijelovi ulaze u kategoriju nagiba 12–32°, a niži od 5–12°. Za razliku od sjeverne, južna padina u prosjeku ima manje vrijednosti horizontalne raščlanjenosti reljefa (100–150m), što je izraz odmaklijeg stadija u oblikovanju reljefa.

Slično sjevernoj padini, i u reljefnoj strukturi južne padinske fasade karakteristična je smjena radijalno položenih uskih, ponekad stjenovitih međudolinskih kosa i potočnih doli-



Sl. 4. Karta nagiba padina: 1. 0–2°, 2. 2–5°, 3. 5–12°, 4. 12–32°, 5. 32–55°, 6. > 55°

Fig. 4. The map of the slopes inclined at: 1. 0–2°, 2. 2–5°, 3. 5–12°, 4. 12–32°, 5. 32–55°, 6. > 55°

na, usmjerenih pravcem S–J, SI–JZ i SZ–JI. Zonalni raspored pripovršinskih litoloških jedinica dominira i ovdje, a obilježen je smjenom pojaseva pješčenjaka, lapora i glina, koji su – uz velike nagibe, ekspoziciju i mikrotektonsku razlomljenost terena – izuzetno dobra osnova za razvoj snažnih destruktivskih padinskih i linearno-erozijskih (potočnih) morfoloških procesa.

### 3. Inženjersko-geomorfološke osobine

#### 3.1. Vodeći morfološki procesi i oblici

U dosadašnjem razmatranju geomorfološke problematike već je više puta istaknuto da su na oblikovanje reljefa odlučujući značaj imali padinski (derazijski) i erozijski (aktivnost vodotoka) procesi destruktivskog i akumulacijskog karaktera.

##### 3.1.1. Padinski (derazijski) procesi i oblici

Padinski procesi svakako su najizrazitiji destruktivski procesi. Taloženje njima pokrenutog materijala uglavnom je od manjeg značenja.

### 3.1.2. Spiranje

Prevladavajući klastični sastav površinskog kompleksa, nagibi, gustoća vegetacijskog pokrova i način korištenja zemljišta presudno su utjecali na relativno velik značaj procesa spiranja. Odnosi se to na destruktivski utjecaj kišnih kapi, kao i na djelovanje otopljenog snijega (snježnice). Od posebne su važnosti za intenzitet spiranja i procesi smrzavanja i odmrzavanja tla (regelacija), koji proizvode najveću količinu trošnog materijala. Stoga su padine ugrožene spiranjem prvenstveno u povremenim »toplijim« razdobljima zimskog dijela godine, te u rano proljeće, kada dolazi do otapanja snijega, kao i u doba pljuskovitih padalina rano ljeta. Općenito, u području Kričkog brda spiranje je sveprisutni morfološki proces, naročito izražen na terenima gdje u litološkom sastavu prevladavaju pijesci i pješčenjaci. Tu je, uostalom, utvrđena i najveća učestalost pojave vododerina i jaruga (kišne kapi + vodni mlazovi + bujice = kišne brazde + vododerine + jaruge). Dio materijala odnešenog spiranjem s padina, transportiraju glavni vodotoci, no znatan dio istog akumulira se u dolinskim ravnama zbog uglavnom manje erozijske snage potoka. Kako se ovdje dobrim dijelom radi o pelitnom materijalu, konsekventno dolazi do pojave prekomjernog vlaženja naplavnih ravni uz vodotoke: znatan dio glinovitih čestica usporava ocjeđivanje atmosferskih voda u položajima potoka, ali i na dnu derazijskih dolina. Spiranjem taložen materijal (deluvij) oblikuje manje konuse na kontaktu padina s položajima. To je rastresiti materijal dobre prozračnosti.

#### 3.1.1.2. Jaruženje

Slijevanje padalinske vode niz padinu posebno negativni utjecaj ima u onim područjima gdje zbog prirodnih i antropogenih (usjeci, neasfaltirani putovi na strmijim padinama, krčevine, načini obrade zemljišta, izbor poljodjelskih kultura itd.) preduvjeta dolazi do njezne koncentracije u vodne mlazove i bujice. Spajanje kišnih kapi u vodne mlazove pogoduje oblikovanju vododerina, a spajanjem vodnih mlazova u bujice nastupa razvoj jaruga (jaruženje). Vodni mlazovi, konsekventno, na padini destruiraju površinski stijenski kompleks i tlo (pedogenetski horizont). Kao najčešća posljedica toga jest površinsko pojavljivanje matičnog supstrata (pješčanjak, lapor, pijesak). Jaruženje je u pravilu izraženije u onim dijelovima Kričkog brda, gdje u sastavu prevladavaju pijesci i pjeskoviti silt (pjeskovite gline). U tim područjima padine su duboko usječene (čak i više od 10 m). Pijesci su podložni spiranju i jaruženju (dolinske strane potoka Kulin, JZ dolinska strana potoka Brestače, dolinske strane središnjeg dijela potoka Roždanik i Čapljinac, te – u pravilu – izvorišni dijelovi gotovo svih vodotoka).

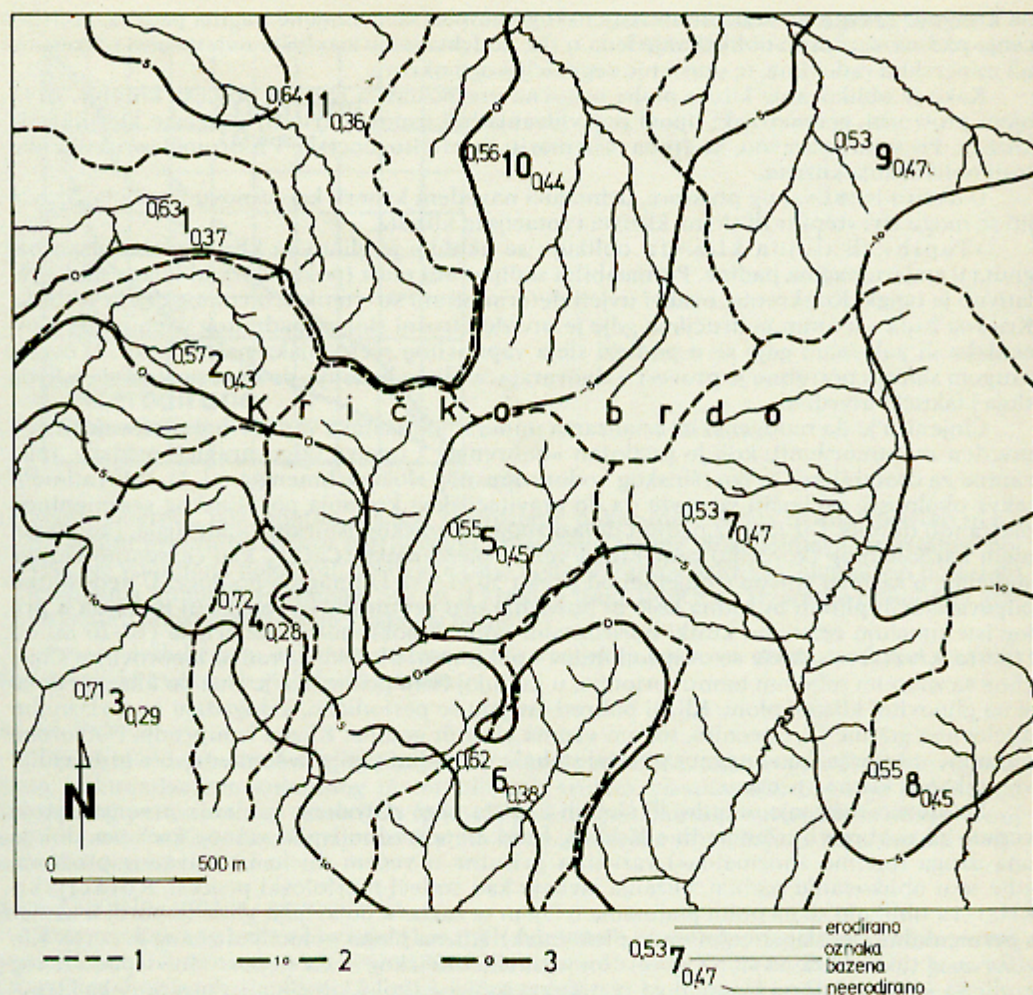
Kiše pljuskovitog karaktera (naročito početkom ljeta) i naglo otapanje snijega potiču razvoj procesa linearno-jaružne destrukcije padina. Daljim morfološkim oblikovanjem jaruga, spiranjem, osipanjem i urušavanjem njihovih strana (a time i smanjenjem njihova nagiba), one prelaze u nešto šire derazijske doline i delle, ovalnog i koritastog poprečnog profila. Destruirani materijal bujice taloži se na kontaktu padina i naplavnih ravni potoka ili pak na kontaktu brdske padinske fasade s nizinom, gdje im oslabljuje transportna snaga. Na taj način oblikuju proluvijalne (bujične) plavine. Uz destrukciju tla (pedogenetskog horizonta) jaruženjem se povećava nagib padina, a zasijecanjem vodopropusnih i vodonepropusnih horizonata dolazi do izmjene hidrogeoloških uvjeta na padinama. To s jedne strane pogoduje povećanom spiranju, a s druge pojavi klizišta.

#### 3.1.1.3. Klizišta

Klizišna zemljišta su, uz linearnu eroziju vodotoka i jaruženja, najizrazitiji destruktivski procesi u prostoru Kričkog brda. Imaju značajan utjecaj na oblikovanje reljefa pobrda.

Pod pojmom »klizišna zemljišta« podrazumijeva se kretanje površinskog dijela stijenskog materijala niz padinu na kliznoj plohi, a pod utjecajem gravitacije. Veliko značenje u razvoju klizišta ima oblikovanje klizne plohe, koja je genetski vezana za glinu ili glinovite stijene, bogate koloidalnim česticama. Pokrenuta masa vrši niz kliznu plohu, pri tome, složene diferencirane pokrete klizišta. Ovisno o geološkoj građi i litološkim svojstvima odgovarajućeg terena, površina klizišta može se sastojati od gornjeg, vertikalnog i donjeg, krivolinijskog dijela, formirajući pri tome oert logaritamske spirale (Panjukov P.N., 1965). Kako, međutim, litološki sastav nije najčešće homogen, a stijene su obilježene anizotropnošću, to je površina klizišna veoma složen oblik.

Osnovni faktori koji utječu na razvoj procesa klizišta su slijedeći:



Sl. 5. Karta erozije: 1. granica drenažnog bazena, 2. izolinije, 3. nulta izolinja  
 Drenažni bazeni: 1. Novska potok, 2. Vočarica, 3. Paklenica, 4. Jazavica, 5. Dragojlica, 6. Roždanik, 7. Capljinač, 8. Rijeka, 9. Revenica, Kulin, 10. Nikovača, 11. Brestača

Fig. 5. The map of erosion: 1. the boundary of the drainage basin, 2. isolines, 3. zero-isoline  
 Drainage basins: 1. Novska creek, 2. Vočarica, 3. Paklenica, 4. Jazavica, 5. Dragojlica, 6. Roždanik, 7. Capljinač, 8. Rijeka, 9. Revenica, Kulin, 10. Nikovača, 11. Brestača creek

- Glinovite stijene u sastavu padine. Vrijedi zakonitost da proporcionalno veličini (debljini) sloja ili mase koja sudjeluje u sastavu padine, rastu i pogodnosti za razvoj klizišta, posebno ukoliko je propusni materijal na padini tanji.
- Izmjena propusnih i nepropusnih, glinovitih slojeva na padini.
- Porast količine vode i hidrostatskog tlaka u stijeni. To ovisi o mikroslojnoj strukturi gline i njenom vodnom kapacitetu. O tim njenim svojstvima ovisi, naime, i intenzitet promjene njenog volumena, odnosno, njeno »bubrenje«, što je odlučujući faktor za razvoj i intenzitet pojave.
- Podzemno, sufozijsko ispiranje materijala vodom temeljnicom unutar vodonosnih slojeva i pukotinskog sistema.

Pored navedenih faktora treba dodati i neke, na prvi pogled manje važne čimbenike, koji, međutim, bitno određuju tipološke osobine klizišta. To su prvenstveno oni koji utječu

na kretanje podzemne vode unutar stjenskog kompleksa: promjene nagiba padina, podsijecanje padina, sezonsko oblikovanje leda u tlu, podrhtavanje zemljišta uvjetovano potresima ili minerskim radovima, te uništenje vegetacijskog pokriva.

Kako je oblikovanje klizne plohe osnovna pretpostavka razvoja procesa klizanja, to bi njeni prostorni, geometrijski tipovi pojavljivanja bili osnovni kriterij genetske klasifikacije klizišta. Pri tome, naravno, ne treba zanemariti morfologične i hidrometeorološke dastosti oblikovanja klizišta.

U okviru istraživnog prostora, uzimajući navedeni kriterij kao osnovu tipizacije, izdvoji se mogu tzv. »tepih« ili slojna klizišta i rotacijska klizišta.

»Tepih« ili slojna klizišta oblikuju se ukoliko je glinovita klizna ploha blago nagnuta u smjeru nagiba padine. Permeabilni sedimentni plašt (pokrov) iznad klizne plohe relativno je tanak. Konkretno, ovakvi uvjeti determinirani su – u okviru vršnog dijela grebena Kričkog brda – u onim područjima gdje je utvrđen trošni sloj raspadnutog vapnovitog pješčenjaka ili pak tamo gdje se u podlozi sloja vapnovitog pješčenjaka nalazi lapor. U ovom, drugom slučaju potrebno je provesti odgovarajuća plitka bušenja, da bi se postojanje takvog sloja i faktički utvrdilo.

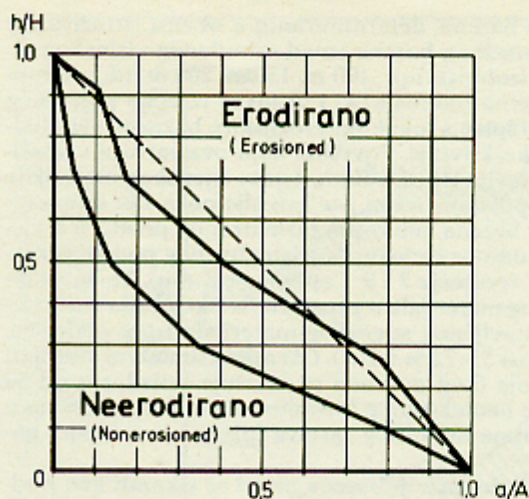
Cinjenica je da rendgenskim analizama mineralnog sastava vapnovitog pješčenjaka nije utvrđen montmorilonit, koji je podlozan »bubrenju« i izaziva odgovarajuće pritiske, relevantne za destabilizaciju površinskog vodopropusnog sloja sedimentata (sl. I). Prihvatimo li takve okolnosti, zaključiti se može da do gravitacijskog kretanja površinskog sedimentnog plašta (do dubine 1–2 m) niz padinu dolazi zbog sufozijskog ispiranja materijala, i to otapanjem karbonatnog (korozija) cementnog veziva pješčenjaka ( $\text{CaCO}_3$ , kao cementno vezivo, sudjeluje u sastavu stijene s udjelom od preko 50 % – sl. I) i nagiba podloge. U nedostatku odgovarajućih plitkih bušotina koje bi potvrdile ovu pretpostavku, naglasiti treba da u prilog iste upućuju relativno kratki horizontalni pomaci pokrenutog materijala (10–20 m) od fronta klizišta, odakle se ovaj »otkinuo« i pokrenuo. Ukoliko se radi o laporovitim slojevima sa znatnim udjelom montmorilonita, u krajnjoj liniji posljedica je ista: do klizanja dolazi na glinovitoj kliznoj plohi. Klizni pokreti javljaju se periodično, a događaju se u vlažnijim dijelovima godine ili, općenito, tokom veoma vlažnih godina. Klizna ispuščenja i otvorene pukotine zatezanja, kao i nagnut položaj stabala na padini (»pijana šuma«) osnovni su vidljivi indikatori kliznog procesa.

Prostorno raširenje »tepih« ili slojnih klizišta prve navedene varijante prvenstveno je vezano za sjeverne i južne padine Kričkog brda, neposredno ispod vršnog grebena, dok je ona druga (recimo »normalna«) varijanta prisutna u većem dijelu istraživnog prostora, gdje se u oblikovanju padina, klizanja javljaju kao vodeći morfološki procesi. Rotacijska klizišta oblikuju se na onim padinama u čijem se sastavu pojavljuju gline (lapori!) u izmjeni s permeabilnim naslagama (pijesak, pješčenjak). Klizna ploha polucilindričnog je ocrta. Klizišta ovog tipa utvrđena su na sjevernim padinama Kričkog brda, neposredno ispod vršnog grebena, što upućuje na mogućnost vertikalne izmjene litoloških članova pješčenjaka i lapora unutar naslaga tortonske starosti. Učestalost ovih klizišta vrlo je mala.

#### 3.1.1.4. Deflukcija

Deflukcija je najrašireniji padinski proces u istraživanom prostoru. Može se definirati kao lagano, ali stalno kretanje fizičkim i kemijskim procesima raspadnutog stjenskog materijala (regolit) niz padinu. Teško je uočljiva. Najbolji pokazatelji prisutnosti deflukcije su deformacije stabala (izvijanje debla) u smjeru nagiba padine neposredno iznad razine zemljišta, te pojava manjih humaka i, ponekad, ispugalost terena. Sam proces odvija se ispod vegetacijskog pokriva. Najčešći uzrok pojavi je sezonsko zamrzavanje i odmrzavanje (regelacija) površinskog dijela trošne stjenske mase, njegovo navlaživanje i isušivanje, kao i promjena temperaturnih odnosa:

- Sivaranjem i rastom ledenih kristala dolazi do istiskivanja čestica, koje se, u skladu s utjecajem gravitacije, pokreću niz padinu.
- Ukoliko nastupi povećanje vlažnosti u zemljištu, koloidne čestice »bubre« i vrše vertikalno istiskivanje njegovog površinskog dijela, dok u protivnom slučaju dolazi do njegove kontrakcije. Kao rezultat takvog razvoja, čestice zemljišta »prisiljene su« istovremeno, pod utjecajem gravitacije, pokrenuti se niz padinu.



Sl. 6. Grafikon erozijskog integrala  
Fig. 6. The patterns of erosional integral

c) Slične pokrete, iako znatno manjeg intenziteta, pokazuju čestice trošne stjenske mase na padini pri intenzivnijem zagrijavanju i hlađenju. Naime, dok zagrijavanje uvjetuje povećanje volumena pojedinih čestica (a time i odgovarajuće pritiske), hlađenjem dolazi do smanjenja njihovog volumena. Sve to, u krajnjoj liniji, utječe na stvaranje pukotina i gravitacijsko »otiskivanje« materijala niz padinu.

Proces deflukcije, u uvjetima očuvanog vegetacijskog pokriva, nema, međutim, znatniji destruktivski utjecaj na stabilnost padina.

#### 3.1.1.5. Puženje

Posebni vid gravitacijskog kretanja padinskog materijala, uvjetovan sufozijskim ispiranjem i akumulacijom koloidnog materijala koji svojom plastičnošću uvjetuje pokretanje krovinskog permeabilnog materijala (pijesak, pješčenjak). Puženja su zapažena na sjevernoj padini grebena Kučerine–Zmajevac–Slatina brdo. Najčešće se javljaju u kombinaciji s »tepih« ili slojnim klizištima.

#### 3.1.2. Fluvijalna erozija i akumulacija

Prostor Kričkog brda uključuje 11 manjih drenažnih bazena (porječja): devet bazena neposredno se odvodnjava prema rijeci Savi (Brestača, Novska, Voćarac, Paklenica, Jazavica, Dragojlica, Roždanik, Čapljinac, Rijeka), a dva gravitiraju ka Subocki i odatle u Savu (Kulin, Nikovača).

U današnjim uvjetima fluvijalna erozija i akumulacija manjeg su značaja od padinskih procesa, tako da sve potočne doline pokazuju tendenciju svog širenja. Uvjetovano je to stalnom destrukcijom dolinskih strana derazijskim procesima. Najveći dio nanosa vodotoka potječe od padinskih procesima producirano materijala. Potvrđuju to i relativno uske zone recentnih potočnih naplavina, te često asimetrični poprečni profil dolinskih ravni. Visoki vodostaji i protoci svih potoka odnose se na kišom bogatije mjesec, dakle u proljeće i jesen, kao i razdoblje ranog proljeća i zimu, kada dolazi do naglog otapanja snijega. Erozijski procesi nisu dovoljno snažni da transportira padinskim procesima akumulirani materijal u dolinskim ravnama. Upravo stoga, veći dio nanosa niti ne dopijeva do Save. Najveću eroziju imaju potoci južne padine (Roždanik, Voćarac, Novska, Čapljinac i Dragojlica). Ukazuju na to kategorije razornosti, koeficijent erozije, godišnja produkcija nanosa na  $\text{km}^2$  porječja i vrijednosti erozijskog integrala (tab. 1, sl. 5). To je i razumljivo s obzirom da je ovdje reljefna energija najveća, a veća je i zastupljenost kategorija strmijih nagiba. Treba dodati tome i činjenicu da litološki sastav također pospešuje efekte erozije vodotoka. Godišnja količina nanosa koji dopijeva u Savu kreće se u rasponu od 26–39 %, što znači da je koeficijent retencije nanosa 0,26–0,39 (Karta erozije, 1969).

Na temelju odgovarajuće morfometrijske metode (Mc Cullagh P., 1979; Marković M., 1983) izračunate su vrijednosti hipsometrijskog (HI), odnosno, erozijskog (EI) integrala. Cilj ovog proračuna ogleda se u naznačavanju varijacija intenziteta erozije, tj. razlika intenziteta

erozije između već spomenutih 11 drenažnih bazena, determiniranih u okviru istraživnog prostora. Sučeljavanjem površina svakog drenažnog bazena iznad određenog visinskog nivoa »a« (u našem slučaju uzeta je svaka 50-ta izohipsa: npr. 100 m, 150 m, 200 m itd.) s ukupnom površinom »A« dotičnog drenažnog bazena (odnos a/A) i visinske relacije pojedinog hipsometrijskog nivoa »h« (tj. svake 50-te izohipse) s lokalnim erozijskim bazisom »H« (odnos h/H) definiran je dijagram hipsometrijske krivulje. Površina koju ova zatvara s apscisom i ordinatom koordinatnog sustava predstavlja HI (tj. volumni udio stjenjskog materijala drenažnog bazena, koji još nije erodiran), a površine izvan iste krivulje pokazuju udio erodiranog materijala odgovarajućeg drenažnog bazena, odnosno, razmatranog prostora u cjelini – erozijski integral (sl. 6.). Vrijednosti HI unutar cjelokupnog istraživnog područja kreću se između 0,28 (porječje 4: Jazavica) i 0,47 (porječja 7 i 9: Čapljinac i Kulin). To znači da količina preostalog, ne erodiranog stjenjskog materijala u prostoru Kričkog brda varira između 28 i 47 % ukupnog, primarno pretpostavljenog stjenjskog materijala istog područja. Drugim riječima, to znači da varijacija EI iznosi 53–72 % (sl. 6.). Ovi aproksimativni rezultati nepobitno ukazuju na značajan stupanj erozije (koji posvuda nadmašuje vrijednost od 50 %), a koji je uvjetovan, prije svega, utjecajem neotektonike (osobito tokom faze izdizanja u pleistocenu) i relativno »mekim« konstituentima litološkog sastava (pješčenjaci, lapori, gline).

Utvrđene vrijednosti EI svih promatranih drenažnih bazena mogu se iskazati kao pozitivne ili negativne razlike u odnosu na referentni nivo<sup>5</sup>. Pozitivne i negativne vrijednosti EI ucrtavaju se zatim na kartu, i to na sredinama uzdužnih profila glavnih vodotokova pojedinih drenažnih bazena, a ostale se vrijednosti odstupanja od aritmetičke sredine ( $\bar{x}$ ) dobivaju interpolacijom. Na ovaj način konstruirana je karta relativne erozije (njene osnovne karakteristike naznačene su na sl. 5), na kojoj se jasno uočava činjenica da najintenzivnija erozija prevladava na južnoj, odnosno, JZ padinskoj fasadi pobrda (vrijednosti iznad +10), ali je nezanemariva i na SZ (oko +5). Prema tome, dok je erozija izuzetno jaka u drenažnim bazenima Paklenice, Jazavice, Dragojlice, pa i Roždanika i Brestače, dotle su središnji dijelovi prostora (vršni dio grebena) i, osobito, SI dio (porječja Rijeke i Kulina) obilježeni negativnim iznosima erozije (ovo su, konsekvntno, područja najvećih lokalno zabilježenih vrijednosti HI). Prostorna diverzifikacija intenziteta erozije uočljivo korelira s razlikama u nagibima padina: područja većih nagiba obilježena su većim intenzitetom erozije, i obratno. Ukazuje to na činjenicu da je, zbog veće aktivnosti Savskog rasjeda u odnosu na rasjed u supsidencijskoj zoni Subocke na sjeveru, južna padinska fasada pobrda – kao što je već rečeno – izbačena intenzivnije, a što je, dakako, imalo utjecaja na pojačanu eroziju u ovom dijelu istraživnog prostora. S inženjersko-geomorfološkog aspekta to znači da su za izgradnju (ukoliko to, naravno, dozvoljava karakter i drugih relevantnih geomorfoloških i ostalih kriterija) znatno povoljnija područja vršnog dijela grebena na potezu Slatina brdo – Zmajevac – Kučerine – Raička brda, te prostor drenažnog bazena Kulina na SI, od preostalih, posebno onih JZ eksponiranih dijelova istraživnog prostora.

#### IV OCJENA POSTOJEĆEG STANJA S OBZIROM NA BONITET GRAĐEVINSKIH NORMI I PODOBNOST PROVOĐENJA GRAĐEVINSKIH ZAHVATA

Prostor Kričkog brda pokazuje s inženjersko-geomorfološkog aspekta velike različitosti. Ovaj zaključak odnosi se i na evaluaciju litoloških i seizmičkih osobina terena.

Analizom i premjerom stabilnosti i mobilnosti reljefa, geološkog sastava i građe, kao i tektonske strukture, odgovarajućim terenskim kartiranjem i zapažanjem, te korištenjem raspoložive stručne i znanstvene dokumentacije utvrđene su tri osnovne kategorije terena:

I Područja prikladna za provođenje građevinskih zahvata

II Područja relativno prikladna za odgovarajuće građevinske zahvate

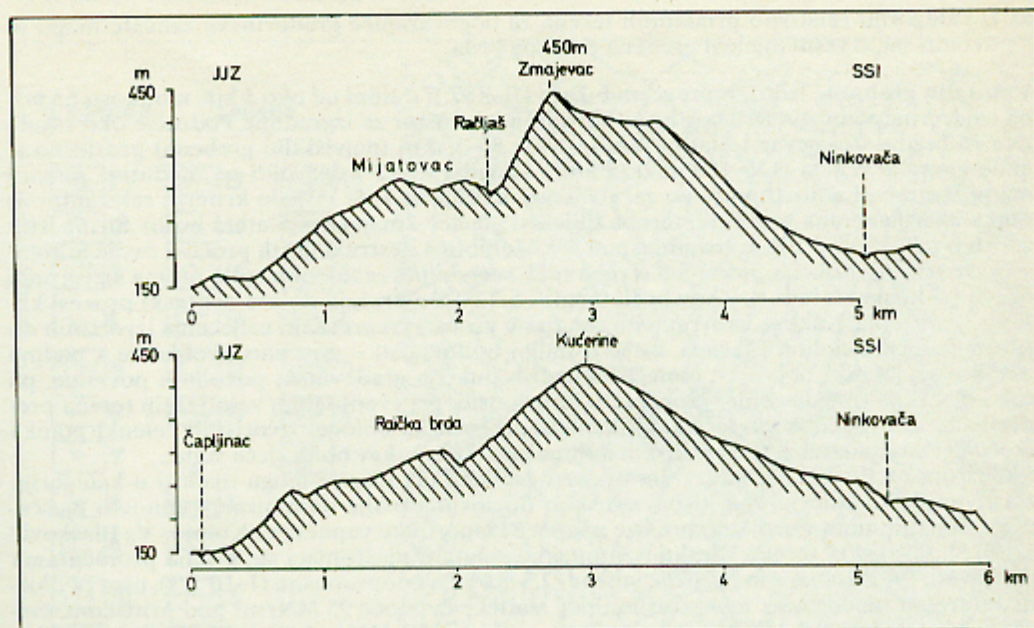
III Područja neprikladna za građevinske zahvate

##### I. Područja prikladna za provođenje građevinskih zahvata

Uzimajući u obzir svaki od navedenih kriterija koji ima utjecaja ocjenu prikladnosti za provođenje građevinskih zahvata (vidi uvodno poglavlje) može se zaključiti da u istraživnom prostoru ne postoje idealni (optimalni) tereni za izgradnju, i to iz slijedećih razloga:

5. Referentni nivo predstavlja aritmetičku sredinu ( $\bar{x}$ ) svih izračunatih vrijednosti erozijskog integrala (EI) unutar jednog drenažnog bazena.





Sl. 7. Profili kroz Kričko brdo

Fig. 7. Profiles through Kričko brdo

1. Energija reljefa prostora Kričkog brda gotovo posvuda prelazi vrijednosti  $100 \text{ m}/0,25 \text{ km}^2$  (bonitetna kategorija 2–3).
2. S izuzetkom vršnih dijelova grebena Kričkog brda i transverzalnih kosa, prevladavaju nagibi od  $12^\circ$  do preko  $55^\circ$  (bonitetna kategorija 2–3).
3. Horizontalna raščlanjenost reljefa ukazuje na intenzivno širenje dolinskih strana, što upućuje na snažnu destrukciju padina; većina drenažnih bazena potoka južne padinske fasade ima horizontalnu raščlanjenost od 100–300 m, što ih uključuje u kategoriju značajno raščlanjenog reljefa (bonitetna kategorija 2). Horizontalna raščlanjenost na sjevernim padinama iznosi ispod 100 m, tako da one ulaze u kategoriju jako raščlanjenog reljefa (bonitetna kategorija 2–3).
4. Erodibilnost terena pokazuje izuzetno visoke vrijednosti. Na južnoj padini ona se kreće u intervalu 0,28–0,40 (bonitetna kategorija 3 i 2–3), a na sjevernoj između 0,30 i 0,47 (bonitetna kategorija 2–3 i 2).
5. Utvrđena je izuzetna mobilnost padina, i to neovisno o vegetacijskom pokrovu. Kako na sjevernoj, tako i na južnoj padinskoj fasadi strukture Kričko brdo prevladavaju destrukcijski padinski procesi, kao što su klišenje, jaruženje, spiranje, deflukcija i puženje, a zapaženo je i osipavanje i urušavanje. Ovisno o litološkom sastavu i nagibima padina situacija je u pojedinim dijelovima značajno različita. Vrijedi pravilo da u onim područjima gdje u sastavu prevladavaju pijesci, slabo vezani pješčenjaci i pjeskoviti silt, prevladava spiranje, jaruženje i urušavanje, te osipanje, a na glinovitom terenu, glinovitom siltu i vapnovitim pješčenjacima klišenje, puženje i slijeganje. Deflukcija je prisutna gotovo na svim padinama.
6. Pretežno »mekši«  
litološki sastav prostora također ne predstavlja optimalnu osnovu za kapitalne građevinske zahvate, čemu pridonosi i utvrđena velika mikrotektonska razlomljenost terena, pa je i seizmička osjetljivost nezanemariva.

## II Područja relativno prikladna za odgovarajuće građevinske zahvate

U okviru ove kategorije terena izdvojena su dva podtipa:

- a) Relativno prikladni tereni
- b) Relativno prikladni tereni, koji zahtijevaju neophodnu primjenu odgovarajućih sigurnosnih zahvata

- a) U kategoriju relativno prikladnih terena za odgovarajuće građevinske zahvate mogu se uvrstiti samo vršni dijelovi grebena Kričkog brda.

**Vršni dio grebana**, izdužen prevcem I-Z do III-ZSZ u duljini od oko 3 km, u odnosu na južna i sjeverna podnožja Kričkog brda povoljniji je prostor za izgradnju. Područje oko lokaliteta Kučerine, Zmajevac i Slatina brdo, širine 50–300 m (najviši dio grebena) prosječno je male energije reljefa (125–150 m/0,25 km<sup>2</sup>) i nagiba (5–12°). Izdvojiti se, međutim, mogu i manji fragmenti gotovo potpuno zaravnjenog terena, za koje vrijede kriteriji relevantni za potkategoriju veoma pogodnih terena (dijelovi glavice Zmajevac i Slatina brdo). Širina istih varira u rasponu od 100 m (nagibi ispod 5°). Mobilnost destruktivskih procesa ovdje je gotovo neznatna (deflukcija, spiranje!). Treba ipak reći da povećanjem nagiba prema sjevernoj i južnoj padinskoj fasadi Kričkog brda (nagibi 5–12°) do izražaja dolaze padinski procesi kliženja i jaruženja. Kako je istovremeno zapaženo i snažno regresivno usijecanje izvorišnih dijelova potočnih dolina i jaruga, to se u daljoj budućnosti – posebno ukoliko se s padina ukloni vegetacijski pokrov – može očekivati redukcija građevinskih povoljnih površina, pa čak i disekcija (presijecanje) grebena. U tom smislu, pri eventualnoj velorizaciji terena preporučuje se provedba učvršćivanja (kamene i betonske obloge) izvorišnih čelenki potoka (korita!) i strana jaruga, te derazijskih dolina, kao i bilo kakav oblik sječe šume.

S obzirom na litološki sastav, vršni dijelovi grebena također se mogu uvrstiti u kategoriju relativno prikladnih terena. U površinskim dijelovima ovdje dominiraju vapnoviti pješčenjaci, koji dubinom vjerojatno prelaze u lapore i laporovite vapnence (Kranjec V., Blašković I., 1976). S aspekta fizičke karakteriziranosti, vapnoviti pješčenjaci su, prema proračunima (Janjić M., 1982) umjereni porozne stijene (2,5–5,0%), vodopropusne (1–10 l/s), nisu podložne bubrenju (nedostatak montmorilonita!), statičke čvrstoće 95 MN/m<sup>2</sup> pod pritiskom, čvrstoće na istezanje 2,3 MN/m<sup>2</sup> i čvrstoće na savijanje 4,2 MN/m<sup>2</sup>. Standardna i dugotrajna čvrstoća pješčenjaka je 76 MN/m<sup>2</sup>, odnosno, 49 MN/m<sup>2</sup>, a njegovo postotno sniženje iznosi 64,5 (Janjić M., 1982). Prema mnogobrojnim analizama, žilavost vapnovitih pješčenjaka iznosi 13,3 MN/m<sup>2</sup>, te su umjereni podložni trošenju.

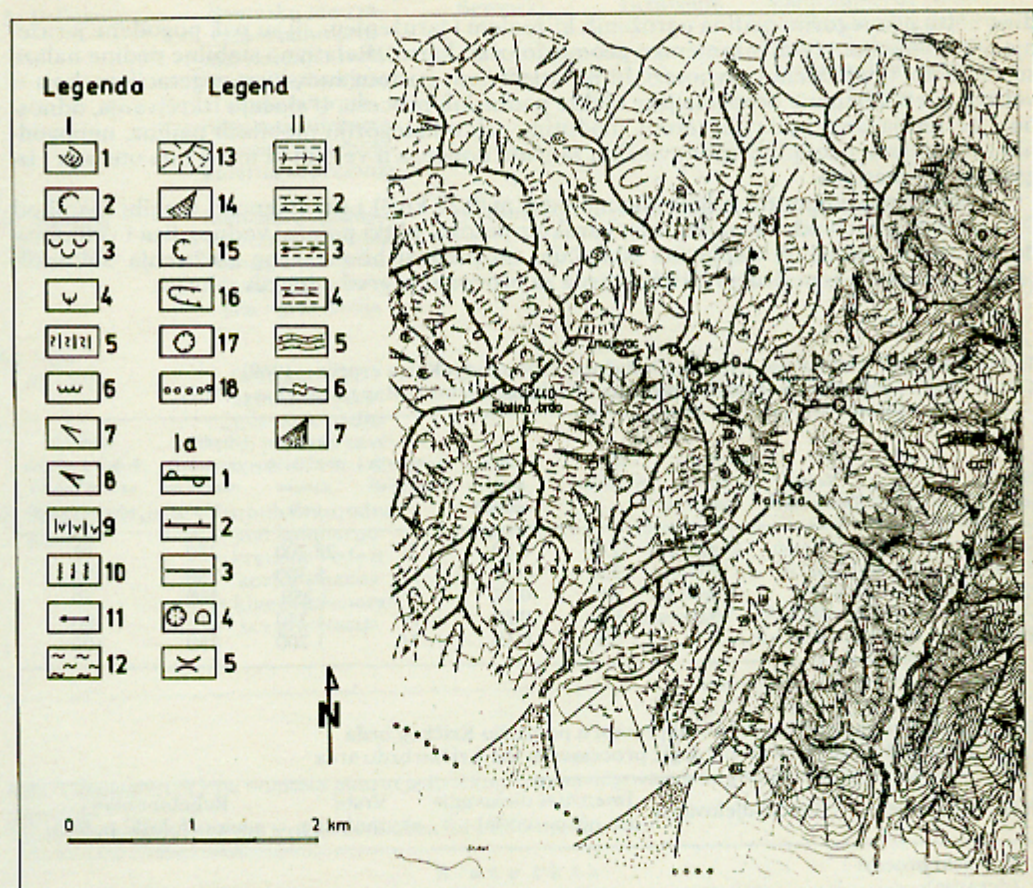
Terenskim zapažanjima i koleracijom položaja izvora, koji su redovito vrlo malog kapaciteta (manje od 1 l/s do 10 l/s), vršni dio grebena je s hidrogeološkog aspekta prikladan teren za građevinske zahvate. Naime, minimalna dubina vodnog lica (tj. gornje razine podzemnih voda) prelazi vrijednosti od 3 m, pa čak i 5–10 m. Unatoč tome, preporučuje se provedba efikasne odvodnje, a zbog sprečavanja dotoka podzemne vode u kontaktnu zonu temeljsijena. Da bi se rješenje isušivanja temeljnih iskopa mogla projektirati, nužno su potrebna detaljna hidrogeološka istraživanja, pri čemu je od posebnog interesa utvrditi:

1. Količinu pretpostavljenog dotoka vode u otvoreni iskop iz stjenske mase;
2. Mogućnost procjeđivanja atmosferskih voda i vode snježnice, kao i njihovu pretpostavljenu količinu;
3. Vjerojatnost kliženja kosine iskopa, kao rezultata sufozije, koja je prisutna u vršnom dijelu grebena;
4. Optimalne metode i način eventualno potrebnog spuštavanja razine podzemne vode, odnosno, isušivanja temeljnog iskopa za gradnju.

- b) U kategoriju relativno prikladnih terena, koji zahtijevaju neophodnu primjenu odgovarajućih sigurnosnih zahvata, uključiti se mogu **krajnji južni i sjeverni dijelovi** brdske strukture Kričkog brda. S geomorfološkog aspekta ovdje se radi o najnižim padinama istraživanog prostora koje su relativno malog nagiba (5–12°) i energije reljefa (100–125 m/0,25 km<sup>2</sup> ili čak ispod 100 m/0,25 km<sup>2</sup>). Erodibilnost terena i mobilnost padina također je relativno povoljna. Međutim, činjenica da u površinskom sastavu pretežu kvartarni sedimenti, predstavljeni lesom i lesu sličnim sedimentima, koji su povoljna podloga za razvoj procesa kliženja (a u slučaju pjeskovitog sastava i jaruženja), u znatnoj mjeri smanjuju prikladnost terena za korištenje u svrhu odgovarajućih građevinskih zahvata, i to bez obzira na eventualno debele naslage lapora u podlozi lesa i lesu sličnih sedimanata.

### III Područja neprikladna za građevinske zahvate

Padine s nagibom većim od 32° u cijelosti se mogu smatrati neprikladnim za valorizaciju bilo kakvog tipa. Teren je ovdje pokriven šumom. Veliki nagibi, intenzivna pojava jaruga, vododerina i procesa urušavanja (strane jaruga i potočna korita), kao i dubokih potočnih dolina, istovremeno otežavaju mogućnost pristupa ili izgradnju odgovarajućih prometnica.



Sl. 8. Inženjersko-geomorfološka karta Kričkog brda:

I Derazijski procesi i oblici: 1. klizišta, 2. front klizišta, 3. padine s fosilnim klizištima, 4. puzišta, 5. klizanjem ugrozene padine, 6. padine u stalnom pokretu, 7. vododerine, 8. jaruge, 9. padine pogodene jaruženjem, 10. spiranje, 11. deflukcija, 12. padine trenutno u mirovanju, 13. stabilne padine, 14. proluvijalne plavine, 15. delle, 16. derazijske doline, 17. sufoziom uvjetovano urušavanje, 18. glacis terasa, Ia Elementi grebena: 1. široki greben, 2. uski nerascčlanjen greben, 3. kosa, 4. zaobljeni vrh veliki i mali, 5. prevoj, sedlo, II Fluvijalni oblici: 1. kratke erozijske doline velikog pada, 2. doline ravnog dna, 3. simetrične doline, 4. asimetrične doline, 5. korito usječeno u aluviju, 6. kaskada, 7. plavina

Fig. 8. Engeneering-geomorphological map of Kričko brdo:

I Derasional processes and land-forms: 1. landslides, 2. rupture front of landslides, 3. slopes with fossile landslides, 4. slow movement of rock-debris, 5. slopes threatened by sliding, 6. mobile sliding slopes, 7. erosional ditches, 8. gullies, 9. slopes threatened by gully erosion, 10. slope wash, 11. creeping slope movements (creeps), 12. slopes temporarily stabile, 13. stable slopes, 14. proluvial fans, 15. derasional diches, 16. deracional valleys, 17. suffosional sink hole, 18. glacis terrace, Ia ridges: 1. broad ridges, 2. narrow undisectedridges 3. transversal intervalley ridges, 4. rounded summits big and small, 5. passes, cols II Fluvial processes and forms: 1. short erosional valleys with great inclination, 2. flat bottomed valley, 3. symmetrical valleys, 4. asymmetrical valleys, 5. river beds cut in alluvia, 6. steps in river bed, 7. alluvial fans

Najveće površine sjeverne i južne padine Kričkog brda ulaze u kategoriju nagiba 12–32°. Disekcija reljefa padinskim i linearno-erozijskim procesima (spiranje, jaruženje, klizanje, puženje, deflukcija i potočna erozija) znatna je, a energija reljefa kreće se u vrijednostima od 150 m/0,25 km<sup>2</sup> do preko 250 m/0,25 km<sup>2</sup>. S obzirom na mobilnost, gotovo sve pa-

dine ulaze u kategoriju padina ugroženih klizanjem i jaruženjem, ili su pak pogođene jaruženjem i deflukcijom (vidi inženjersko-geomorfološku kartu). Relativno stabilne padine nalaze se, *da facto*, u određenoj ravnoteži, bitno utjecanom gustom šumskom vegetacijom, koja u velikoj mjeri smanjuje destruktivne efekte padinskih procesa. U slučaju iskrčivanja, odnosno, obešumljavanja i takvi bi tereni, međutim, ušli u kategoriju mobilnih padina, nepogodnih za primjenu ozbiljnijih građevinskih zahvata uopće, a u velikoj bi mjeri bila otežana i izgradnja prometnica.

Unatoč maloj energiji reljefa (manje od 5 m/0,25 km<sup>2</sup>) i uravnjenosti (nagibi manji od 5<sup>o</sup>) prostora naplavnih ravni, bujičast karakter potoka, plitki položaj vodnog lica i velika vodopropusnost potočnih naplavina isključuju mogućnost bilo kakvog korištenja dolinskih ravni vodotokova u području Kričkog brda za provođenje građevinskih zahvata.

Tab. 1. Erozijski procesi u pojedinim drenažnim bazenima («Karta erozije», 1969)

Tab. 1. Erosive processes within distinguished drainage basins («Map of Erosion», 1969)

Drenažni bazen	Rang (prema Savi)	Površina d. bazena (km <sup>2</sup> )	Dužina d. bazena	Koeficijent erozije	Kategorija razornosti	Godišnja produkcija nanosa (m <sup>3</sup> )	Godišnja produkcija nanosa na km <sup>2</sup>	Godišnja količina nanosa sa km <sup>2</sup> koji doprinosi nanije
Subocka	I	114,2	31,0	0,19	V	28 700	250	80
Brestača	II	18,6	13,5	0,21	IV	5 300	280	70
Novska	II	10,9	8,0	0,17	V	2 250	200	70
Voćarac	II	5,0	5,8	0,20	IV	1 330	270	100
Roždanic	II	6,9	5,5	0,19	V	1 700	250	100

Tab. 2. Vodeći recentni geomorfološki procesi u području Kričkog brda

Tab. 2. Principal recent geomorphologic processes in the Kričko brdo area

Vrsta i tip procesa	Uzroci djelovanja	Intenzitet djelovanja (tip - vrsta)	Vrsta akumulacije	Reljefni oblici i geomorfološki položaj
<b>1. Padinski procesi (derazija)</b>				
1.1. Klizanja	Gravitacija + oblikovanje klizne plohe (glina), hidrogeologija, sufozija, nagibi, potresi	Sezonski i periodski (slojna ili «tepih» i rotacijska klizišta)	Delapsium	Front, tijelo i jezik klizišta, zatezne pukotine, ujezivanje (kod rotacijskih klizišta). Zapažena i utvrđena na sjevernoj i južnoj padini
1.2. Urušavanja i osipanja	Vlaženje, lateralna erozija bujica i potoka, insolacija, spiranje + gravitacija + potresi	Epizodno i sezonski	Kolapsium i kolvium (osulina, blokovi)	Kupe na podnožju padina, padinski plašt od kršja i manjih blokova, blokovi. Zapažena na sjevernoj i južnoj padini
1.3. Arealna (plošna) (plošna) destrukcija: spiranje padalinskom vodom i snijež.	Kinetičko djelovanje padalinske vode i sniježnice na padinu	Sezonski, povremeno	Deluvium	Vododerine, kišne brazde na padinama, deluvijalne kupe u podnožju padina. Zapažena na sjevernoj i padini, te vršnom grebenu.
1.4. Jaruženje	Djelovanje bujica (linearno) + kinetičko djelovanje destruiranog materijala niz padinu za trajnijih kiša i otapanja snijega	Epizodno i sezonski	Proluvium	Jaruge, plavine. Zapaženo na sjevernoj i južnoj padini

1.5. Deflukcija	Sezonsko zamrzavanje i odmrzavanje, vlaženje i isušivanje tla, promjene temperaturnih odnosa u stijenama + gravitacija + molekularna naprezanja	Sezonski	Defluxium	Manji humci na padini, ispucalost terena, deformiranje stabala. Zapaženo na sjevernoj i južnoj padini.
1.6. Puženja	Sufozijsko ispiranje i akumulacija koloidnog materijala, plastičnost materijala + gravitacija	Sezonski	Solifluxium	Manji humci. Zapaženo na sjevernoj padini
1.1. – 1.6. Derazija	Destrukcijisko i akumulacijsko djelovanje padinskih procesa navedenih od 1.1–1.6.	Sezonski i periodski	Delapsium, kolapsium, koluvium, i dr.	Derazijske doline, delle, glavice, sedla i padine
2. Linearna erozija potoka	Turbulentno, odnosno laminarno kretanje vode u koritu + nanos + kinetička energija + gravitacija	Stalno i sezonski	Aluvium (aluvijalni nanos): vučeni + lebdeći materijal	Korita (duboko usječena meandrirajuća i plitka), usječena u potočni nanos ili temeljnu stijenu. Naplavne ravni (poloji). Plavine. Doline (asimetrične, simetrične, ravnogh dna i kratke)

Tab. 3. Prosječna ocjena boniteta područja Kričkog brda za odgovarajuće građevinske zahvate i izgradnju

Tab. 3. Convenience of the Kričko brdo area for build-up activities

Geomorfološki položaj	Energija reljefa	Nagibi	S a s p e k t a				Geološke i seizmičke osobine	Bonitetna kategorija
			Horizontalna raščlanjenost reljefa	Erođibilnost terena	Mobilnost padina			
Južna padina	2–3	2–3	2	3; 2–3	2–3/3	2; 2–3	Relativno prikladni tereni uz potrebu primjene sigurnosnih zahvata, do neprikladni tereni	
Sjeverna padina	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3; 3	2; 2–3	Relativno prikladni tereni uz potrebu primjene sigurnosnih zahvata, do neprikladni tereni	
Vršni dio grebena	2; 2–3	2	1–2; 1	1–2; 1	1–2; 2	2	Relativno prikladni tereni	

## Literatura i izvori

1. Bognar A., 1978, Les i lesu slični sedimenti Hrvatske, Geografski glasnik, br. 40, GDH, Zagreb.
2. Bognar A., 1980, Tipovi reljefa kontinentnog dijela Hrvatske, Zbornik 30. obljetnice GDH, GDH, Zagreb.
3. Bognar A., 1983, Tipovi klizišta u Hrvatskoj, Jugoslavenski simpozij »Prirodne nepogode u Jugoslaviji«, Savez geografskih društava Jugoslavije, Ljubljana.
4. Blašković I., 1975, Geološki odnosi područja između Moslavačke gore i Pšunja (Ilovska depresija), Knjiga I, Zagreb.
5. Blašković I., Tišljar J., Velić J., 1982, Litofacijalne značajke tortonskih naslaga u području Okučani-Pakrac-Novska, Geološki vjesnik, sv. 35, Geološki zavod i HGD, Zagreb.
6. Blašković I., Tišljar J., Dragičević I., Velić J., 1984, Razvoj sedimentacijskih okoliša miocenskih naslaga na zapadnim obroncima Pšunja (sjeverna Hrvatska), Geološki vjesnik, sv. 37, Geološki zavod i HGD, Zagreb.
7. Eksperimentalni sliv Novske, Izvještaji za 1980., 1981–83. godinu, republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Centar za hidrološka mjerenja i istraživanja, Zagreb, 1981. i 1984.
8. Istraživanja bituminoznih pijesaka na području Novske, Istražno bušenje – II faza, INAPROJEKT, Zagreb, 1983.
9. Istraživanje bituminoznih naslaga istočno od Novske i mogućnost korištenja, Industroprojekt, Zagreb, 1982.
10. Istraživanje kremenih pijesaka i gline šireg područja Novske, INAPROJEKT, Zagreb, 1984.
11. Izvještaj o izvršenim analizama uzoraka, Geološki zavod, Zagreb, 1985.
12. Janjić M., 1982, Inženjerska geologija sa osnovama geologije, Naučna knjiga, Beograd.
13. Karta erozije, Jugoslavija – regulacija i uređenje rijeke Save, Direkcija za Savu, Zagreb, 1969.
14. Kranjec V., Blašković I., 1976, Geološki odnosi na području Jagma–Popovac–Paklenica (zapadna Slavonija i sjeverna Hrvatska) s osobitim obzirom na pojave kremenih pijesaka, Geološki vjesnik, sv. 29, IGI, Zagreb.
15. Marković M., 1983, Osnovi primenjene geomorfologije, Posebna izdanja, knjiga 8, Geoinstitut, OOUR za istraživanje mineralnih sirovina, inženjerska i hidrogeologija, Beograd.
16. Mc Cullagh P., 1979, Modern Concepts in Geomorphology, Oxford University Press, Oxford.
17. Panjukov, P.N., 1965, Inženjerska geologija, Građevinska knjiga, Beograd.
18. Prospekcijska i rudarsko-geološka istraživanja bituminoznih pješčenjaka Novske, Industroprojekt, Zagreb, 1983.
19. Šestanović S., 1986, Osnove geologije i petrografije, Primjena u građevinarstvu, Školska knjiga, Zagreb.
20. Tumač za list »Nova Gradiška« L 33–107, Osnovna geološka karta SFRJ, Beograd, 1984.
21. Uputstvo za izradu pregledne geomorfološke karte SFRJ u razmeru 1:500.000, Radna grupa Naučnog veća međurepubličko-pokrajinskog projekta za geomorfološko kartiranje, Beograd, 1980.
22. Uputstvo za izradu detaljne geomorfološke karte SFRJ u razmeru 1:100.000, Radna grupa Naučnog veća međurepubličko-pokrajinskog projekta za geomorfološko kartiranje, Beograd, 1985.

## Summary

### Geomorphologic and engineering-geomorphologic characteristics of Kričko brdo foothills

by

Andrija Bognar, Antun Šaler, Ištvan Blazek

The Kričko brdo hills have to be included to the macromorphologic region of NE wing of the Central Croatian Basin. Micromorphologically, they present a single relief unit. The hills are differentiated as denudational-accumulational morphostructural type. The tectonics of the Pšunj mountain area had significant influence on genetic and form patterns of Kričko brdo. The Kričko brdo hills tectonically present a horst-anticline, that is due to transversal faulting splitted on several minor block-structures. By activity of various erosional-derasional processes, the Kričko brdo hills – lithologically characterized by domination of tertiary and quaternary sediments – have been formed as a typical hilly area. Anyway, derasional processes are represented by deluvial, proluvial, land-sliding and drifluctional processes. Fluvial erosion have only additional significance.

The have been determined great variations in engineering-geomorphologic characterization of the Kričko brdo area. By analysis and carried-out investigations of the relief stability and morphodynamics, as well as lithologic composition, tectonic structure and realised field mapping, the three principal categories have been distinguished:

1. The areas suitable to build-up activities
2. The areas partll suitable to build-up activities
3. The areas unsuitable to build-up activities.