

КВАНТИТАТИВНА АНАЛИЗА РЕЉЕФА НА ПРИМЕРУ СЛИВА КОЛУБАРЕ

Увод

Дескриптивни карактер "научних" истраживања већ одавно не задовољава потребе савремене географске науке, а посебно геоморфологије, која је одувек представљала чврсто полазиште за сва даља географска истраживања. Географија као наука, а нарочито геоморфологија, одавно је изашла из фазе описивања појава и процеса на Земљиној површини и ушла у фазу њиховог научног објашњавања и предвиђања. У многим географским дисциплинама и даље је присутно дескриптивно објашњење и размишљање што је у потпуности анахроно потребама и тежњама савремене науке, каква би и географија желела да буде. Уколико не буду развиле методологију истраживања сагласну потребама савремене науке, може се очекивати да неке географске дисциплине буду асимиловане од стране сродних научних дисциплина и изгубе матичност бављења одређеним проблемима.

Квантитативна геоморфолошка анализа представља исказивање морфолошких процеса, облика и рељефа уопште помоћу бројчаних параметара. Најважнија карактеристика квантитативне геоморфолошке анализе је да су њени подаци димензионирани и да су на тај начин применљиви у пракси (могу се проверавати и упоређивати). Суштину овакве анализе представља избор параметара који најбоље исказују одређено својство процеса, облика и њихов број је практично неограничен (*Марковић М., 1983*). Резултати квантитативних анализа рељефа могу бити презентовани у виду великог броја геоморфолошких карата, као што су: карта "енергије" рељефа, карта првог тренда "енергије" рељефа, карта углова нагиба и многе друге.

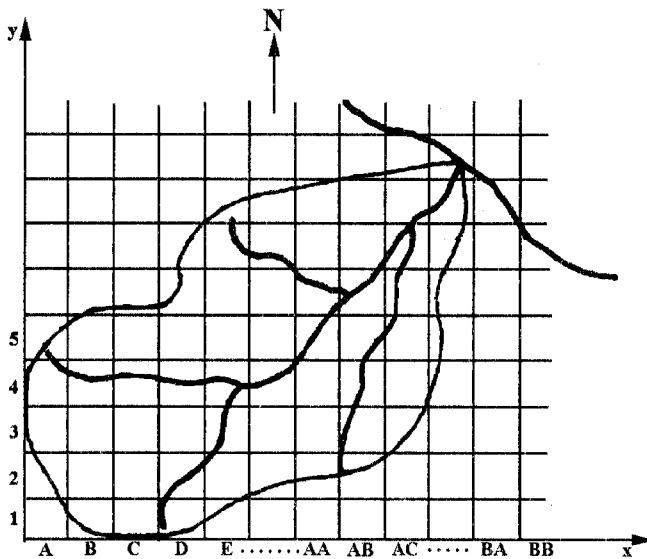
Савремена геоморфолошка анализа терена вишеструко је олакшана комерцијалним рачунарским програмима. У овом раду је објашњена употреба програма "SURFER" који олакшава овакву врсту истраживања.

Методологија истраживања

Програм "SURFER" употребљава се за приказивање резултата квантитативне геоморфолошке анализе, тако да они могу бити презентовани у дводимензионалном облику (ако се извлаче изоленије), и у тродимензионалном облику (ако се прави приказ топографске површине). Основни подаци за нормално функционисање програма читавају се са топографске карте анализирани области. Подаци се најпре уносе у WORKSHEET (табелу која је адекватна табелама у EXCEL – у). За правилно функционисање програма неопходно је да се прво на топографској

¹ Мр Славољуб Драгићевић, асистент, Географски факултет, Београд.

карти ограничи истраживана област, а затим се исцрта GRID тј. јединична подела (најчешће се на топографској карти или паусу преклопљеном преко карте исцрта мрежа са јединичном поделом 1×1 km, а онда се за сваки квадратић који се налази у сливу тј. истраживаној области очитавају три координате: x , y , z). Узима се да X координата представља удаљеност од y -осе и њена вредност се уписује у колону А отворене табеле или WORKSHEET-а, Y координата представља удаљеност од x -осе и њена вредност се уписује у колону В отворене табеле, док Z координата представља вредност нашег бројчаног параметра који анализирамо и њена вредност се уписује у колону С. Сматра се да је бројка уписана у центар квадрата тако да се удаљеност квадрата од x и y осе мери од координатног система до центра квадрата (сл.1.).



Сл. 1 Исцртавање мреже јединичних површина.

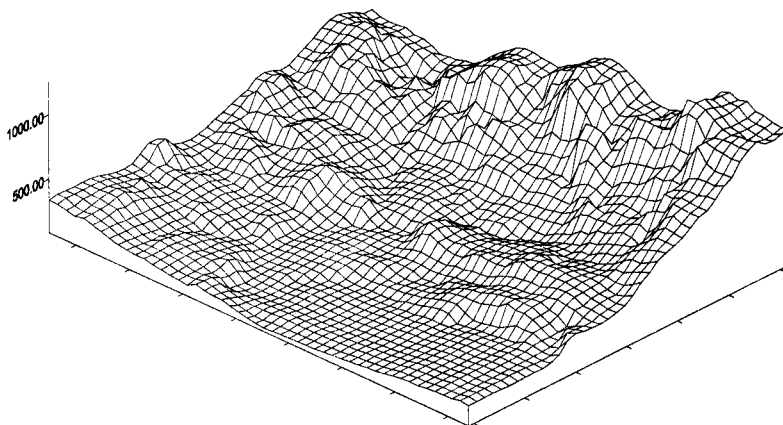
У анализи рељефа неког слива или било ког дела топографске површине x и y координате су сталне док је z координата променљива и она представља бројчани параметар којим се исказује одређени геоморфолошки процес. Подаци који су на наведени начин уписани у табелу се најпре снимају, а затим се може приступити даљој припреми подата за дводимензиони и тродимензиони приказ. После снимања података преко опције GRID приступа се "гридовању података" из табеле. Преко опције DATA врши се избор табеле чији се подаци "гридују". За гридовање података могу се користити различите методе, но сарадници у Лабораторији за физичку географију Географског факултета у Београду на основу великог броја проба дошли су до закључка да су за анализу рељефа најбоље две методе:

KRIGING и MINIMUM CURVATURE. Гридовани подаци се снимају под истим именом као и претходни фајл, при чему се само наставак мења (по извршеном снимању то више није dat. фајл, већ добија наставак grd. фајл).

Након гридовања приступа се приказивању претходно припремљених података. То се постиже помоћу опције MAP која даје могућност дводимензионалног и тродимензионалног приказа вредности. Уколико се жели приказати интензитет појаве методом изолинија, онда се бира опција CONTOUR, док се за тродимензиони приказ рељефа користи команда SURFACE.

Тродимензиони приказ рељефа (блок-дијаграм)

Тродимензионално приказивање рељефа врши се блок-дијаграмима. За компјутерски приказ топографске површине неопходно је, као што је већ поменуто, извршити претходну припрему података. На сл. 1. приказана је грид подела неког слива или дела топографске површине. Вредности x и y координате су једнаке за све табеле, док се за блок-дијаграм узима да је вредност z координате MAX или MIN вредност надморске висине сваког квадрата. Добри резултати се могу добити и узимањем Δh вредности (MAX- MIN), јер се на тај начин ублажава велика дисекција терена.



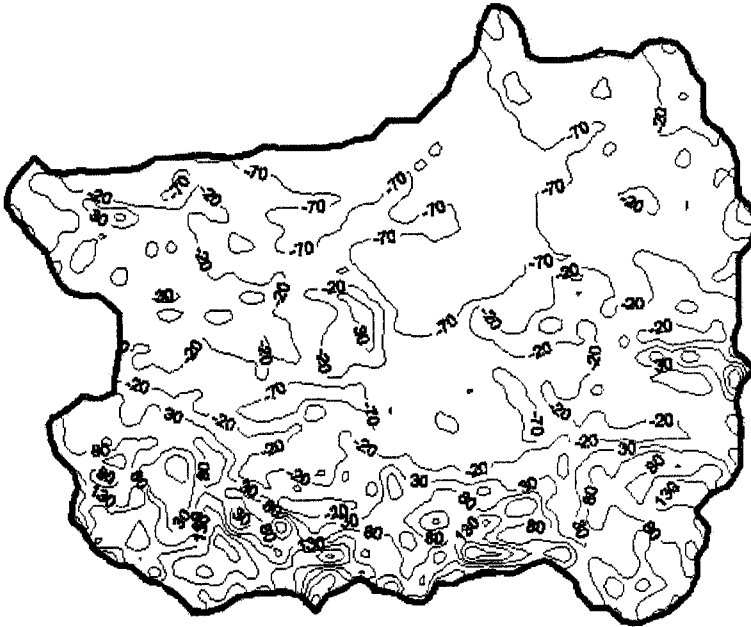
Сл. 2. Тродимензионални приказ рељефа слива Колубаре.

За добијање детаљнијег приказа, а у циљу боље оријентације и сналажења на самом дијаграму може се учртати и базна мапа коју би представљао речни слив Колубаре са исцртаном речном мрежом, а која се може преклопити преко самог дијаграма. Најпре је потребно учитати базну мапу преко опције LOAD BASE MAP, а затим отворити и блок дијаграм. Командом OVERLAY MAPS постиже се преклапање ове две слике, а само преклапање може бити изведено по x и y оси.

Након исцртавања блок-дијаграма приступа се његовој даљој обради. Потребно је изабрати пројекцију, ортогоналну или перспективну, а сам избор зависи од задатка и циља истраживања. У зависности од дисекције рељефа може се мењати и нагиб оса блок-дијаграма. То се постиже опцијом 3D VIEW која се укључује непосредно после исцртавања блок-дијаграма. За мање дисециране терене препоручљиво је узети веће нагибе x и y осе према базној линији јер се тиме добија детаљнији и јаснији 3D ефекат.

Карта "енергије" рељефа

За одређивање просторног интензитета ерозије велики значај има карта "енергије" рељефа. Под појмом "енергија" рељефа подразумева се параметар вертикалног рашчлањења рељефа и представља потенцијалну енергију одређеног терена дефинисану висинском разликом највише и најниже тачке унутар посматране јединичне површине терена (Δh). Термин "енергија" рељефа је веома дискутабилан, тако да неки истраживачи предлажу одређене корекције самог назива (Лазаревић Р., 1976). Само израчунавање "енергије" рељефа било је резултат неких ранијих истраживања (Марковић М., 1983), али је интерполација и исцртавање карата "енергије" рељефа вршено ручно и било је подложно честим грешкама.



Сл. 3. Карта "енергије" рељефа слива Колубаре.

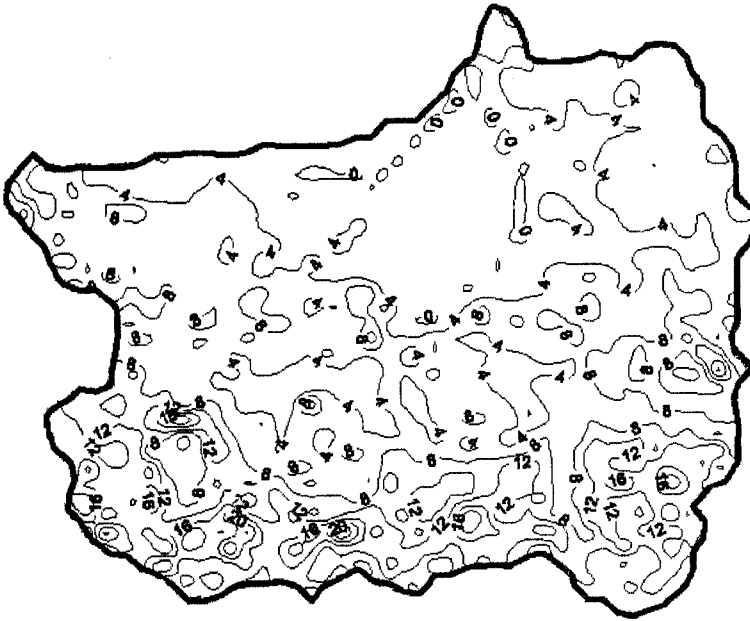
Посматрано у локалним размерама, "енергијом" рељефа се може анализирати интензитет развоја егзогених процеса, на тај начин што су простори са највећом "енергијом" (са великим Δh тј. висинским разликама највише и најниже тачке) уједно и простори на којима се може очекивати појава појачане ерозије, а простори са ниском "енергијом" су области са могућом појачаном акумулацијом. Да ли ће стварно стање на терену бити сагласно са картом "енергије" рељефа зависи од великог броја физичко-географских фактора, па се може закључити да се не мора увек у природи повећана "енергија" рељефа подударати са појачаном ерозијом (нпр. у теренима изграђеним од карбонатних стена на којима нема површинских токова на читавом простору без обзира на дисекцију дешава се ерозија тј. растварање кречњака, док је акумулација најчешће карактеристична за унутрашњост стенске масе). Овим картама се практично анализира предиспонираност терена за појаву процеса ерозије или акумулације, а интензитет самог процеса мора се утврђивати непосредно на терену једном од познатих методологија (*Лазаревић Р., 1968*). Да би се извршила компјутерска анализа "енергије" рељефа неопходно је поред две већ познате координате, x и y , израчунати и вредност z координате. Методологија припреме података добро је позната (*Марковић М., 1983*).

Ако се изврши анализа карте "енергије" рељефа слива Колубаре може се закључити да јужни део слива, као и истакнута узвишења, тј. терени са већом дисекцијом рељефа представљају области на којима се може јавити појачана ерозија земљишта, док северни део слива Колубаре, као и делови уз речне токове, представљају области на којима се може јавити интензивна акумулација претходно еродираниг материјала. Изолинијама су лоциране области максимума и минимума "енергије" рељефа. Накнадним теренским утврђивањем интензитета ерозије и акумулације у сливу Колубаре коришћењем хидротехничког метода утврђена је велика подударност резултата са предвиђањима која су приказана картом "енергије" рељефа. Прорачунима ја утврђено да се у низводном делу долине Љига као и у долини Колубаре низводно од ушћа Љига дешава интензивна акумулација речног материјала. Ако се погледа карта "енергије" рељефа и анализирају вредности изолинија, лако се запажа да изолинија од -70 захвата баш тај простор. Занимљиво је и то да се на карти уочава велика област акумулације материјала у доњем делу тока Тамнаве. Прорачунима је утврђено да се због изразите ерозије и бујичних карактеристика Тамнаве у њеном горњем току може очекивати акумулација материјала у доњем делу тока. Утврђено је да су изливања Тамнаве у доњем делу тока веома честа, а последица су засипања корита великом количином еродованог материјала (*Драгићевић С., 2002*).

На основу претходних анализа може се извести закључак да карте "енергије" рељефа представљају добру основу за даљу геоморфолошку анализу јер се на основу њих може предвидети динамика самог ерозивног процеса. Ако се жели истаћи утицај ендегених сила на већој површини, може се урадити и карта првог тренда "енергије" рељефа. Превођење карата "енергије" рељефа у карте првог тренда "енергије" врши се статистичким методом "текућих средњих вредности" (*Марковић М., 1983*).

Карта нагиба терена

Слично као и анализа "енергије" рељефа и анализа нагиба терена може служити као параметар за квантитативну геоморфолошку анализу. Нагиб терена представља вертикални угао који заклапа површина терена са хоризонталном равни, а настаје као резултат деловања ендегених и егзогених геоморфолошких процеса. Угао нагиба је одличан показатељ ерозивних и акумулативних геоморфолошких процеса. У овом случају, коришћен је тригонометријски начин математичког израчунавања угла нагиба (Марковић М., 1983). Потребно је нагласити да су за израду ове карте вредности x и y у координате истоветне са вредностима код претходне карте, али се за z координату узимају вредности угла нагиба.



Сл. 3. Карта углова нагиба слива Колубаре.

Анализа карте углова нагиба слична је анализи карте "енергије" рељефа. Наиме, делови слива са великим износом угла нагиба представљају области на којима се може јавити појачана ерозија земљишта, док делови слива са малим износом угла нагиба представљају терене предиспониране за појаву акумулације еродираног материјала. Наравно, као што је већ напоменуто, да ли ће се показатељи са карте углова нагиба слагати са стварним стањем износа ерозије на терену зависи од више фактора: ако су падови велики али је терен покривен густом вегетацијом износ ерозије може бити у дозвољеним границама, али се велики проблем

јавља на стрмим а голим тј., вегетацијом не покривеним површинама; експозиција терена у садејству са величином нагиба такође модификује процес ерозије, итд. На карти углова нагиба слива Колубаре јасно се уочава да су већи углови нагиба у јужном, вишем делу слива што је потпуно разумљиво. Као и код карте "енергије" рељефа, тако се и код углова нагиба износ повећане ерозије на терену у потпуности слаже са предвиђањима која је пружила карта углова нагиба. Углови нагиба од 0° карактеристични су за део слива Колубаре који се простире низводно од ушћа Љига, а као што је већ напоменуто, рачунски је утврђено да се на тим деловима слива јавља акумулација речног материјала.

Закључак

Осим поменутих квантитативних геоморфолошких карата постоји још неколико карата које се могу урадити коришћењем наведеног рачунарског програма SURFER. Ако је потребно истаћи утицај ендегених сила на већој површини, онда се могу урадити и карта првог тренда "енергије" рељефа, као и карта првог тренда углова нагиба. Припрема података за овакву компјутерску анализу је слична претходно описаним, једино долази до извесних померања координата.

За потребе потпунијег сагледавања фактора који утичу на ерозију земљишта може се урадити и карта експозиције рељефа. Прво је потребно извршити припрему података, а затим се добијају вредности експозиција изражене у азимутима ($0-360^{\circ}$). При томе северна експозиција има вредност од $337,5^{\circ}$ до $22,5^{\circ}$; североисточна од $22,5^{\circ}$ до $67,5^{\circ}$ итд (*Манојловић П., Драгићевић С., 2001*).

На основу изнетог може се закључити да су савремена квантитативна геоморфолошка истраживања веома олакшана употребом комерцијалних рачунарских програма. Њима се на далеко прецизнији начин од досадашњих истраживања могу анализирати одређени физичко-географски параметри, а и сам графички приказ истих пружа могућност доношења сигурнијих закључака. Посебна погодност анализираног програма садржана је у могућности успостављања одређених модела тј., да се изменом одређених параметара може предвиђати неки геоморфолошки процес и његов интензитет у будућности, као и да се може извршити реконструкција рељефа и одређеног процеса у прошлости. То доприноси бољем предвиђању одређених геоморфолошких дешавања у ближој и даљој будућности. Овај рачунарски програм пружа могућност комбиновања са другим, сличним програмима (као што је нпр. BRYCE 2), тако да у међусобној комбинацији дају доста реалну представу рељефа (*Андоновски Т., Милевски И., 1998.*).

Литература

- Драгићевић С. (2002): *Биланс наноса у сливу Колубаре*. Географски факултет, Београд.
- Лазаревић Р. (1968): *Рецентна ерозија и методи за утврђивање продукције и транспорта наноса*. Зборник VIII конгреса географа Југославије, Скопље.
- Лазаревић Р. (1976): *Први симпозијум о геоморфолошком картирању*. САНУ, књ. 37. Београд.
- Манојловић П., Драгићевић С. (2001): *Практикум из геоморфологије*. Географски факултет, Београд.
- Марковић М. (1983): *Основи примењене геоморфологије*. Геоинститут, Београд.
- Андоновски Т., Милевски И. (1998): *Примена на програмските пакети SURFER 6 и BRUCE 2 во прикажувањето на релјефот*. Географски разгледи, Скопје.
- Програмски пакет SURFER 6, 1995 – Golden software Colorado, USA.