

Први југословенски симпозијум о геоморфолошком картирању
Le premier symposium yougoslave sur la cartographie géomorphologique
Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”, књ. 27 — 1976.
Recueil de travaux de l' Institut de Géographie „Jovan Cvijić”, № 27 — 1976.

РАДЕНКО ЛАЗАРЕВИЋ

КВАНТИТАТИВНЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ КАРТЕ

У В О Д

Геоморфологија има велику потребу за картографским исказивањем, односно за представљањем својих проблема и резултата на картама различитог размера. Такође се сматра да постоји велики интерес за геоморфолошким картама, о чему је тешко говорити, с обзиром да геоморфолошких карата готово и нема.

Према степену апликативности, могуће је издвојити две основне групе геоморфолошких карата: квантитативне и квалитативне.

Квантитативне геоморфолошке карте, морфографског и морфометријског садржаја, старе су колико и геоморфологија и имале су своје пуно оправдање, када је на Земљи постојало много „белих пега”, које још нису биле захватиле геодезија и картографија. У новије време, добиле су нов садржај и разноврсну практичну примену и то углавном под утицајем техничких дисциплина. Основна одлика ових карата је да су њихови подаци димензионирани и да су на тај начин применљиви у пракси.

Квалитативне геоморфолошке карте показују различита стања и проблеме, путем синтезе или уопштавања појединачних резултата и чињеница (карте типова рељефа и облика, према начину постанка, димензијама, положају и др.). Њихове информације нису димензиониране или су то само делимично, због чега имају углавном теоријск значај. Израдом те врсте карата баве се претежно геоморфолози.

Садашњи тренутак показује да су геоморфолози „задржали за себе” само тзв. статичку геоморфологију, док су динамичку геоморфологију препустили другим дисциплинама: шумарима (бујичари), агрономима, хидротехничарима и др. У неким случајевима, то је потпуно нова, спонтана, геоморфологија, која

није настала као еволутивни наставак постојеће геоморфологије, већ као емпиријска творевина, диктирана одређеним захтевима праксе. Можда је то историјска нужност или грешка, што је сада ирелевантно. Битан је напредак, развој научне мисли. Сем тога, за геоморфологију је још важно да се та нова сазнања и резултати, систематизовани поново набу у њеном окриљу, како би и даље остала комплетна наука о геоморфолошким процесима и облицима изграђеним њиховим радом. То је превасходна дужност садашње генерације геоморфолога.

ВРСТЕ И МЕТОДИ ИЗРАДЕ КВАНТИТАТИВНИХ ГЕОМОРФОЛОШКИХ КАРТА

Број квантитативних геоморфолошких карата налази се у сталном порасту, углавном као последица одређених практичних потреба. Па ипак, све те карте могуће је сврстати у две групе: квантитативне карте потенцијала рељефа и квантитативне карте геоморфолошких процеса и њихових интензитета.

Квантитативне карте потенцијала рељефа

У ову групу спадају карте које дају изванредан геоморфолошки потенцијал, односно приказују појаве које су подложне споријим променама. На тај начин, за нашу генерацију или за више генерација, оне се могу узети као константне и с таквом тежином, пошто су димензиониране, користе се од стране различитих техничких, инжењерских дисциплина. Овде спадају карте падова, карте вертикалне и хоризонталне рашчлањености и др.

Карте падова, односно средњи пад неког слива одређује

$$\Delta H \cdot \Sigma L$$

се по обрасцу $N_{\text{ср}} = \frac{\Delta H \cdot \Sigma L}{F}$, где је H —еквидистанца две изохипсе

у м, L —дужина свих изохипси одређене еквидистанције у км, F —површина слива у км² (1).

Средња висина слива одређује се по обрасцу

$$f_1 \cdot h_1 + f_2 \cdot h_2 + \dots + f_n \cdot h_n$$

$N_{\text{ср}} = \frac{f_1 \cdot h_1 + f_2 \cdot h_2 + \dots + f_n \cdot h_n}{F}$, где су f_1, f_2, f_n —површине између две

изохипсе, h_1, h_2, h_n —средња надморска висина за те површине, F —укупна површина слива у км².

Средња висина може се одредити по знатно упрошћени-

јом, али и мање тачном обрасцу $N_{\text{ср}} = \frac{H+h}{2} \cdot \alpha$, где је H —виси-

на највише тачке у сливу у м, h —висина најниже тачке у сливу у м, α —кофицијент који зависи од морфолошких карактеристика слива и креће се у границама од 0,5 до 1,3 (3).

Карта вертикалне рашчлањености рељефа пружа објективну представу о релативној висини рељефа, у односу на уздужне речне профиле, односно локалну базу ерозије. За ову сврху углавном се користе карте крупног размера, на којима се изоленијама повежу све тачке исте релативне висине (2). По овом методу, израђене су карте читавих држава, на пример, Западне Немачке, у размери 1:1.000.000, са скалом 0—20 м, 20—50 м, 50—120 м, 120—200 м, 200—300 м, 300—500 м и преко 500 м.

Ове карте често носе погрешан назив — карте енергије рељефа. Као што је познато, енергијом (потенцијалном и кинетичком) располажу само масе које се крећу или које се могу покренути. А рељеф та својства нема.

Карте хоризонталне рашчлањености рељефа раде се по обрасцу $I = L/F$, где је L — дужина ерозивне мреже, укључујући све водне путеве, зависно од размере карте, F — површина на којој је измерена речна мрежа. Обично се узима 1 км², али то опет зависи од размера карте (2). Следећи поступак је повезивање изоленијама свих квадрата исте густине речне мреже. Ако, на пример, густина линијске и речне мреже пређе 1,5 км²/км², то значи да је слив јако рашчлањен тј. да нема равних површина, већ је све у нагибу.

Квантитативне карте интензитета геоморфолошких процеса

У зависности од размера и друштвене опасности појединих геоморфолошких процеса, израђени су методи и поступци за њихово катрографско представљање. Циљ је да се сагледа величина њиховог штетног деловања, како би се могле одредити практичне мере за сузбијање ексцесивних штетних процеса. Међутим, пут ка разради таквих метода водио је преко научно-истраживачког рада, коме су постављени конкретни задаци.

С обзиром на територијалне димензије процеса водне и еолске ерозије и на величину штета, разумљиво је да су ти процеси и најбоље проучени и да су израђени најкомплетнији методи за њихово квантитативно интерпретирање.

1. Карта интензитета водне ерозије и акумулације

Ако се апстрахују старије карте ерозије, које садрже 4—5 појава, оцењених по неком критеријуму (површински трагови ерозије, стање педолошких хоризоната, начин искоришћавања земљишта и др.), савремене карте ерозије базиране су на квантитативном одређивању одређеног броја параметара. Најчешће се у обзир узимају следећи параметри: вид ерозије, геолошко-педолошки састав, рељеф, клима (падавине и температура). Са таквих карата могуће је одредити интензитет ерозије, односно количину материјала која се продукује у сливу, као и количину која се трајно губи из слива. Разумљиво, такве карте имају

велику и разноврсну примену у низу привредних грана: водопривреда, пољопривреда, шумарство, саобраћај и др.

Од свих познатих метода, у нашој пракси највише се користи емпиријски метод *С. Гавриловића* (4).

По том методу одређује се коефицијенат ерозије (z) за сваку појединачно издвојену микроповршину у сливу, по обрасцу: $z = y \cdot x (\varphi + \sqrt{I})$, где је

y — коефицијенат отпора земљишта на ерозију,

x — коефицијенат заштићености земљишта од атмосферичке ерозије,

φ — коефицијенат видљивих процеса у сливу — вид ерозије,

I — средњи пад слива.

Таблице за параметре y , x и φ прерадио је и допунио *Р. Лазаревић* (3).

На бази коефицијента ерозије за поједине микроповршине у сливу, одређује се средњи коефицијенат ерозије за читав слив, по обрасцу:

$$z_{cp} = \frac{z_1 f_1 + z_2 f_2 + \dots + z_n f_n}{F}, \text{ где је } z_1, z_2, z_n \text{ — коефицијенат ерозије сваке парцеле; } f_1, f_2, f_n \text{ — површина тих парцела, } F \text{ — површина слива.}$$

Средњи коефицијенат ерозије за поједине микроповршине, не мора се увек одређивати аналитички, како је већ изложено, већ на основу посебне таблице *С. Гавриловића* (4).

Када се утврди средњи коефицијенат ерозије за неки слив или до одређеног хидрометријског профила, онда је могуће прорачунати продукцију наноса, по обрасцу *С. Гавриловића* (4):

$$W_{год.} = T \cdot N_{год.п.} \cdot \sqrt{z^3 \cdot F} = m^3/год., \text{ где је: } T \text{ — темпера-$$

турни коефицијенат слива ($T = \sqrt{\frac{t^\circ}{10} + 0,1}$; t — средња годишња температура слива), N — средња годишња количина падавина у мм, z — коефицијенат ерозије, F — површина слива.

Увођењем у горњи образац коефицијента ретенције наноса, по *С. Гавриловићу* (4), одређује се средња годишња запремина суспендованог и вученог наноса који се губи из слива:

$$G_{год.} = T \cdot N_{год.п.} \cdot \sqrt{z^3 \cdot F} \cdot \frac{V \cdot D}{0,2(L + 10)} = m^3/год., \text{ где је:}$$

O — обим слива, D — средња висинска разлика слива ($D = \frac{H + h}{2}$ — $N_{cp} - N_u$ (ушће)), $N_{cp} = \frac{H + h}{2} \cdot \alpha$, L — дужина слива у км.

По овом методу, у времену од 1966—1970. године, у Институту за шумарство и дрвну индустрију, израђена је карта ерозије СР Србије, у размери 1:100.000. Руководилац израде карте био је *Р. Лазаревић*, а сарадници: *С. Милићевић*, *М. Боровић*, *М. Радојичић* и *С. Дожић*.

На карти је, одређеним бојама, приказано 11 степени ерозије и један степен акумулације (*Таблица 1*). Легенду за карту израдио је *Р. Лазаревић*, а прихваћена је од стране посебне Радне групе за ерозију (5).

С обзиром да је акумулација наноса такође важна појава, *Р. Лазаревић* (1) разрадио је посебну таблицу за њено одређивање, а такође и легенду за њено приказивање (*Таблица 2*).

Поред наведеног емпиријског метода за картирање ерозије, односно за утврђивање величине продукције и транспорта наноса, у свету, а такође и у нашој земљи, у току су експериментална истраживања интензитета водне ерозије, која ће обезбедити знатно поузданије параметре. Најобимнија истраживања те врсте обављају се у Институту за шумарство и дрвну индустрију — Одељење за ерозију и мелиорације.

2. Карта интензитета еолске ерозије и акумулације

Интензитет еолске ерозије, у областима нормалног рељефа и водне ерозије, слабије је проучен од интензитета водне ерозије. На том пољу, највише је рађено у САД и СССР — земљама у којима еолска ерозија није ништа мањи проблем од водне ерозије.

Према америчким истраживачима *Чиплу* и *Вудруфу* (6), у пределима нормалног рељефа, разликују се три категорије еолске ерозије (*Таблица 3*). Међутим, коришћење ове таблице није могуће без експерименталног утврђивања износа ерозије у некој области.

Совјетски истраживачи *А. Г. Гајел* и *Л. М. Смирнова* (7), деле еолску ерозију на бази стања педолошког слоја, на пет категорија: слаба (до половине А-хоризонта), средња (читав А-хоризонт), јака (до половине В-хоризонта), врло јака (до В-хоризонта) и најјача (до С-хоризонта).

Ове резултате није даље могуће користити, јер нису димензионирани, а сем тога не показују садашње стање ерозије, већ неку остварену ерозију.

Исти аутори дају знатно употребљивију поделу еолске акумулације (*Таблица 4*).

Картирање еолске ерозије у нашим условима посебно је отежано, јер нема орговарајућих истраживања, па чак ни најглобалнијег разграничавања ареала претежне ерозије од ареала претежне акумулације.

3. Карта интензитета крашке ерозије

Интензитет крашке ерозије — корозије — и акумулације истражује се у многим земљама у свету. У нашој земљи тим истраживањем највише се баве геоморфолози у Словенији, а посебно су значајни радови *И. Гамса* (8). Примењује се метод мерења тврдоће воде крашких извора и водотока.

За прорачун интензитета корозије, *И. Гамс* је дао следећи образац:
$$I = Q_s (6,6N_{Ca} + 4,7NMg) \frac{31,5}{10^{-5}} \cdot V = \text{м}^3/\text{км}^2/\text{год.},$$

где је: Q_s — средњи годишњи отицај у $\text{л}/\text{км}^2/\text{год.}$, N_{Ca} — калцијева тврдоћа у немачким степенима, NMg — магнезијева тврдоћа у немачким степенима, V — редукциони фактор за високе воде код површинских токова (не важи за изворе).

По овом образцу, *И. Гамс* је урадио Карту корозије СР Словеније, са 9 степени јачине: до 18, 30—40, 40—50, 50—60, 60—70, 70—80, 80—90, 90—100 и преко 100 $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год.}$

Метод је коректан за крашке водотоке, али само на профилу где они прелазе на некарбонатне стене (на пример, за Љубљаницу у Врхници), с обзиром да је у красу параметар величине слива непоуздан.

Може се запазити да се губици масе од корозије крећу у границама слабе водне ерозије. Кад би корозија деловала само површински, онда би се висина крашких предела снижавала просечно за 0,1 мм годишње.













О крашкој акумулацији подаци су локалног значаја, па их је тешко примењивати у другим случајевима.









На основу карте корозије *И. Гамса*, предложена је легенда за картирање интензитета крашке ерозије, у боји и црно-белој техници (Таблица 5).

Криогена и глацијална ерозија нису карактеристичне за наше поднебље, па није ни третирана методика истраживања и картирања интензитета тих геоморфолошких процеса.

Интензитет абразије значајан је и у нашој земљи, нарочито дуж морских обала и по ободу водних акумулација, док је на обалама природних језера слабији. У нашој земљи интензитет абразионих процеса веома је слабо проучен. Сем тога, посебан проблем чини картографско представљање, с обзиром на јако узан појас рецентног деловања абразије (десетак метара).

Таблица 1. Легенда за карту ерозије (водне) (5)

Категорија Боја Црно - бело	Јачина ерозивних процеса	Коефицијент ерозије — Z	Количина наноса	
			м ³ /км ² /год.	мм/км ² /год.
1 	I Експесивна (претерана) ерозија	1,41—1,50 и више	> 3.000	> 3,0
2 		1,21—1,40		
3 		1,01—1,20		
4 	Јака ерозија	0,86—1,00	3000—1200	3,0—1,2
5 		0,71—0,85		
6 	Средња ерозија	0,56—0,70	1200—800	1,2—0,8
7 		0,41—0,55		
8 	Слаба ерозија	0,31—0,40	800—400	0,8—0,4
9 		0,21—0,30		
10 	Врло слаба ерозија	0,11—0,20	400—100	0,4—0,1
11 		0,01—0,10 и мање		
12 	Алувијум — акумулација	0	+	+

- | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | Активна клизишта |  | Активна плавнина |
|  | Фосилна клизишта |  | Фосилна плавнина |
|  | Активни сипари |  | Голсти на непропустљивим стенама |
|  | Фосилни сипари |  | Голети на пропустљивим стенама |

Објашњење за боје:












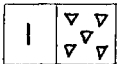
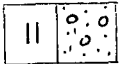
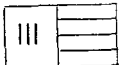

- | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | 1. Браон |  | 7. Црвена — светла |
|  | 2. Браон — вертикални растер |  | 8. Плава — тамна |
|  | 3. Браон — хоризонталне шрафе |  | 9. Плава — светла |
|  | 4. Жута — оранж |  | 10. Зелена — тамна |
|  | 5. Жута — лимун |  | 11. Зелена — светла |
|  | 6. Црвена — тамна | | 12. Бела |

Таблица 2. Легенда за акумулацију наноса (по Р. Лазаревићу) (1)

Категорија Боја Црно - Бело	Карактеристика	Количина наноса	
		Коефицијен акумул. — $t_{m^3/km^2/год.}$	$mm/km^2/год.$
I 	Експесивна акумулација: плавине по ободу алувијалних равни и котлина; сливови захваћени експесивном и јаком ерозијом; у водотоцима крупан нанос	$>2,5$	Одређује се директно на терену
II 	Јака акумулација: алувијалне равни сезонски плањене; у сливовима јака и средња ерозија; нанос суспендован и вучен	2,5—1,5	1000—3000 1,0—3,0
III 	Средња акумулација: алувијалне равни са повременим поплавама; делувијум са падина, у сливовима средња и слаба ерозија	1,5—1,2	400—1000 0,4—1,0
IV 	Слаба акумулација: касете између путева и пруга, између одбрамбених насипа и падина	1,2—0,1	100—400 0,1—0,4

Објашњење за боје: зелена боја, са истим растером као у црно-белој техн.

Таблица 3. Легенда за еолску ерозију и акумулацију (у области нормалног рељефа) (6 и 7)

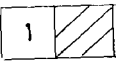
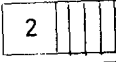
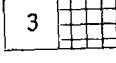

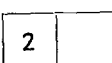
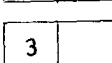
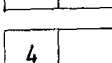
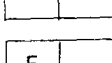
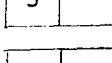

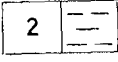
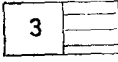
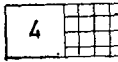
Категорија Боја Црно- бело	Карактеристика	Количина наноса		Примедба
		т/км ² /год.	или см/год.	
	Слаба ерозија	<57		Боја: жута 1 — косе линије, с десна,
	Средња ерозија	57—1200		2 — верт. линије
	Јака ерозија	>1200		3 — укршт. хориз. и верт. линије
	Слаба акумулација		<12	У црно-белој техници линије које ограничавају ареал
	Мала акумулација		12—15	Боја: жута 1 — хориз. линије
	Средња акумулација		25—50	2 — хориз. црта 3 — тачкице
	Велика акумулација		50—100	4 — хориз. црта- тачка
	Веома велика акумулација		100—300	5 — смена пуних и тачкастих хориз. линија
	Експесивна акумулација		>300	6 — косе укрште- не линије

Таблица 4. Легенда за крашку ерозију (по И. Гамсу) (8)

Категорија Боја Црно- бело	Карактеристика	Количина наноса		Примедба
		м ³ /км ² /год.	мм/км ² /год.	
	Слаба ерозија	<20	<0,02	Боја: плава 1 — тачкице
	Средња ерозија	20—50	0,02—0,05	2 — хориз. црте
	Јака ерозија	50—100	0,05—0,1	3 — хориз. линије 4 — укрштене хоризонталне и вертикалне линије
	Врло јака ерозија	>100	>0,1	

ЗАКЉУЧАК

Рад на изради квантитативних геоморфолошких карата, може се сматрати да се налази у почетној фази — у фази емпиријских метода. Разрада егзактнијих, експерименталних метода, је у току и очекује се њихова примена.

Степен развијености појединих метода зависи од значаја, односно од утицаја геоморфолошких процеса на рад човека и његову привредну активност. Најдаље се одмакло на пољу водне ерозије, а затим еолске и крашке ерозије.

Са изузетком корозије, проблемом интензитета различитих геоморфолошких процеса и њиховог картографског представљања не баве се географи-геоморфолози, већ углавном представници других научних и практичних дисциплина. На пример, проблемима водне и еолске ерозије претежно се баве шумари-бујичари и агрономи, а затим хидротехничари, дакле представници струке и привредних грана, који су упућени на активну борбу против штетних последица наведених процеса.

Не треба сумњати, да би се геоморфолози могли успешно бавити наведеним проблемима и да би то био најадекватнији кадар, чиме би се избегла штетна поларизација истраживања према медијумима који трпе водну или еолску ерозију (агрономи проучавају водну ерозију на пољопривредним, а шумари на шумским површинама). Да су геоморфолози почели благовремено да раде на овим проблемима, таква подела рада одговарала би и агрономима и шумарима, јер би се више бавили основним проблемима своје струке. Данас је то касно и илузорно, јер су се развиле одговарајуће институције и кадрови, који су далеко боље оспособљени за тај посао од геоморфолога.

Па ипак, не треба сматрати да је то за развој научне мисли негативно. Напротив, то је значајан корак напред и то егзактан корак.

За геоморфологију и геоморфологе нема алтернативе, већ да овладају резултатима оствареним у било којим научним структурама, а који се односе на ерозију и друге геоморфолошке проблеме и онда — са тих позиција-даље. Тај задатак треба, пре свега, да преузму и реализују географски институти. Ако се геоморфологија не обогати новим идејама и свежим чињеницама, неће имати више шта да квалитативно оцењује и систематизује, а ако то ипак чини, излаже се великом ризику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаревић Р.: Геоморфологија, Београд 1975.
2. Спиридонов А. И.: Геоморфологическое картографирование, Москва 1972.
3. Лазаревић Р.: Карта ерозије СР Србије. Ерозија бр. 5, Београд 1974.
4. Гавриловић С.: Прорачун средње годишње количине наноса према потенцијалу ерозије. Гласник Шум. фак. бр. 26, Београд 1965.

5. *Лазаревић Р.*: Извештај Радне групе. Ерозија бр. 4, Београд 1973.
6. *Гавриловић С.*: Наука о ерозији земљишта и бујичним токовима, I, Београд 1966.
7. *Zachar D.*: Erózia pody, Slovenska akad. vied, Bratislava 1970.
8. *Gams I.*: Faktori in dinamika korozije nakarbonatnih kameninah slovenskega dinarskega in alpskega krasa. Geografski vestnik XXXVIII, Ljubljana 1966.

RADENKO LAZAREVIĆ

Résumé

CARTES GÉOMORPHOLOGIQUES QUANTITATIVES

D'après le degré d'applicabilité, on distingue deux groupes fondamentaux de cartes géomorphologiques, à savoir: qualitatives et quantitatives.

Les cartes géomorphologiques quantitatives ont, en premier lieu, une destination pratique. Elles peuvent être divisées en cartes de potentiel du relief et cartes de processus géomorphologiques et de leurs intensités.

Les cartes quantitatives de potentiel du relief comprennent les cartes d'inclinaisons, des cartes de dissections verticale et horizontale du relief, etc.

Les cartes quantitatives de l'intensité des processus géomorphologiques sont élaborées selon les principaux processus d'érosion. Au point de vue de méthode, les plus développées (méthodes empiriques) sont la Carte de l'intensité de l'érosion et de l'accumulation de l'eau et la Carte de l'intensité de l'érosion et de l'accumulation éoliennes, surtout par les experts du domaine des autres disciplines scientifiques. La méthode de l'établissement des cartes de l'intensité de l'érosion karstique est aussi considérablement développées et cela par les géomorphologues.

Dans l'article sont exposées les caractéristiques fondamentales de chaque méthode, ainsi que les modèles pour leur application. Cependant, dans tous les cas susmentionnés, l'élaboration des méthodes expérimentales, plus exactes, pour l'établissement des cartes géomorphologiques quantitatives qui remplaceraient les méthodes empiriques, pratiquées jusqu'à présent, est en cours de réalisation. Dans ce travail, la part des géomorphologues est insignifiante, ce qui est entièrement injustifiable.