УДК: 551.435.1 (497.722/.723)

КВАНТИТАТИВНО-ГЕОМОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАДОЛЖНИТЕ ПРОФИЛИ НА ВОДОТЕЦИТЕ ОД ОСОГОВСКИОТ МАСИВ

Ивица МИЛЕВСКИ
Институт за географија, ПМФ
Архимедова 5, Скопје
e-mail: ivica@iunona.pmf.ukim.edu.mk

ИЗВОД

Во трудот се презентирани основните карактеристики на надолжните профили на водотеците на Осоговскиот планински масив (Руен, 2252 m). Особено внимание е посветено на изгледот на надолжните профили од поголемите речни текови на масивот. При тоа се разгледани факторите кои го одредуваат степенот на конкавност на надолжниот профил, особено геолошкиот состав, тектониката, протекот и транспортот на нанос. Според геометрискиот облик на профилот се издвоени изразито конкавни, слабо конкавни и конкавно-конвексни профили.

Клучни зборови: надолжен профил, флувијална ерозија, акумулација

ABSTRACT

In this work are presented basic characteristics of longitudinal profiles of the rivers on Osogovo mountain massif (Ruen, 2252 m). Greater attention is give to the shape of longitudinal profiles on the main rivers on the massif. In the paper was analysed factors of profile concavity, especially: litology, tectonics, disharge and sediment transport. According to the geometrical shape, all analysed profiles are classified in concave, straight-concave, and concave-convex.

Key words: longitudinal river profiles, fluvial erosion, deposition

Вовед

Процесот на речна (флувијална) ерозија, најдобро и најпотполно може да се сфати преку детална анализа на надолжните речни профили. Според Лазаревић (1975), надолжниот речен профил е крива линија со параболичен облик, која ги поврзува извориштето и устието и

претставува најниска линија во сливот, низ која истекуваат речиси сите води од сливот. За Marković (1983), надолжниот речен профил претставува многу добар сензор, кој реагира на секаква тектонска промена на земјината кора во локалната средина. Релативните издигања или тонења на одредени делови, се манифестираат со промена на односот на вертикалната и страничната ерозија, што пак условува промена во наклонот на профилот. Така, може да се утврди кој дел од профилот е подложен на издигање или на тектонско спуштање. Освен директното локално влијание, врз надолжниот речен профил влијаат и регионалните тектонски движења, кои ја поместуваат (ја издигаат или ја спуштаат) локалната ерозивна база (Gregory & Shumm, 1987).

Според тоа, двата основни фактори што го оформуваат надолжниот речен профил се тектонските движења и положбата (висината) на локалната ерозивна база. Покрај нив, големо значење за формирање на надолжниот профил има геолошкиот состав на теренот, односно отпорноста на карпите кон речната ерозија. Во отпорни карпи, всекувањето на речното корито е побавно, па на тие сектори, надолжниот профил е со поголем релативен пад.

Одредени автори, изгледот на надолжниот речен профил директно го поврзуваат со количеството на врнежите во сливот (Wheeler, 1979), а особено со големината на протекот (Јовановић, 1938; 1954; 1955). Со зголемување на протекот, расте ерозивната енергија на водотекот, а всекувањето е поинтензивно. Уште Gilbert (1877), врз основа на неговите лабораториски експерименти, укажува дека големината на падот на надолжниот профил е обратно пропорционална со големината на протекот. Во нормални (некарбонатни) планински терени, како што е Осоговскиот масив, протекот обично се зголемува низводно од извориштето (со зголемување на сливната површина), така што во тој правец се засилува ерозивното дејство, а се намалува релативниот пад.

Експерименталните и емпириските истражувања во различни делови на светот покажуваат дека големо влијание врз надолжниот профил има еродираниот материјал што го транспортира реката (Knighton, 1998). Тој врши силна коразија по должина на речното корито, зголемувајќи го вертикалното всекување. Според Цвијић (1924) овој однос е реверсен, бидејќи со зголемување на транспортираниот материјал, кинетичката енергија на водотекот се намалува, а се засилува акумулацијата. Тоа значи дека зголемувањето на наносот што го носи водотекот влијае врз интензитетот на речната ерозија и врз усогласувањето на надолжниот профил, но само до одредена граница т.е. до „моментот на заситување“. Овде треба да се спомнат и истражувањата на Hack (1957); Howard (1980, 1987) и др., според кои, надолжните профили се поконкавни (посогласни) ако побрзо опаѓа големината на

речниот нанос низводно од изворишниот дел, а доколку е иста или покрупна големината на наносот, надолжниот профил е несогласен.

Покрај наведените фактори, одредени автори, во изградувањето на надолжните речни профили, го вклучуваат факторот време изразено особено преку геотектонските и климатските промени (Јовановић, 1955), а во последно време се дава одредено значење и на антропогениот фактор (Лазаревић, 1975; Schumm, 1993).

Денес најголем број истражувачи се согласни дека изгледот на надолжниот речен профил најмногу е во корелација со протекот, количеството на нанос што го транспортира водотекот и со големината (пречникот) на материјалот на дното од речното корито, а останатите фактори повеќе имаат модифицирачко значење (Rădoane et al., 2004).

Во однос на обликот на надолжните профили, во литературата се користат генетско-еволутивната и геометриската класификација. Според генетско-еволутивната класификација, за прв пат дадена од Davis (1909), надолжните речни профили можат да бидат: иницијални (несогласни), согласни и рамнотежни. Во својата капитална работа за надолжните речни профили, Јовановић (1938; 1954) рамнотежниот профил (кој според него во реалност никогаш не се достигнува), го заменува со завршен профил[1]. Воедно, овој автор воспоставува и математичко-геометриски функциски односи помеѓу височините и површините на надолжните речни профили (Вељковић, 1959). Во однос на геометрискиот облик на кривата на надолжнот речен профил, сите имаат повеќе или помалку конкавен изглед, а конкавноста се зголемува од вливот кон извориштето (Knighton, 1998). Во најновите истражувања, тежиштето се става токму на отстапувањата во конкавноста на профилот и на факторите (геотектонски, климатски, релјефни, хидролошки, вегетациски) кои влијаат врз тие отстапувања. Инаку Snow и Slingerland (1987) ги групираат профилите во зависност од геометриската функција што најмногу им соодветствува на: профили со облик на експоненцијална, логаритамска и степенска крива (парабола)[2].

Област на истражување

Со нашите истражувања се опфатени водотеците во подрачјето на Осоговскиот планински масив - високопланинска морфоструктура (Руен, 2252 m), која се протега во североисточниот дел на Република Македонија (1102,2 km^2), а на помала површина (470 km^2) продолжува

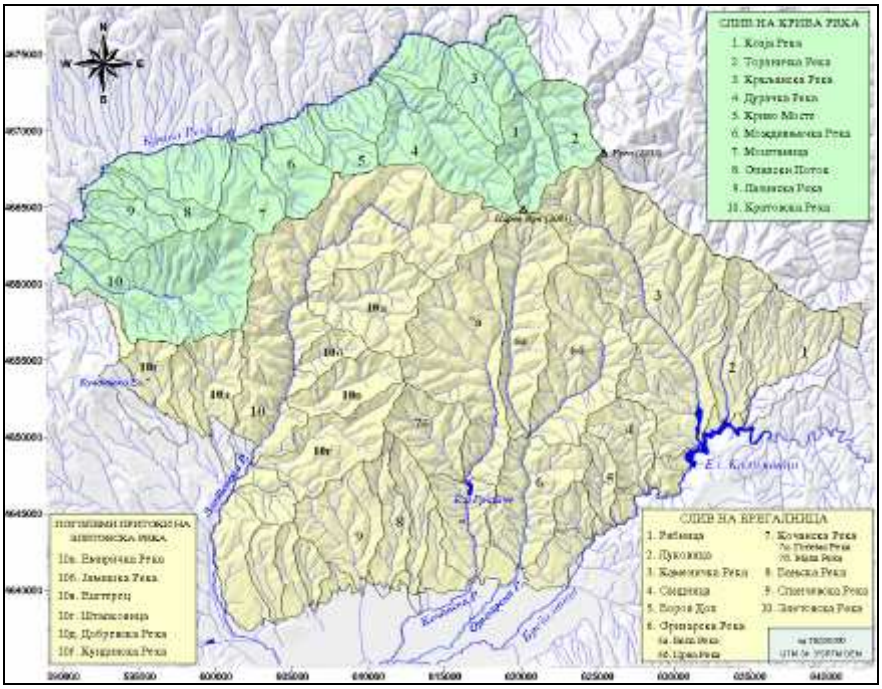
[1] Поимот *рамнотежен речен профил* и денес се користи во светската геоморфолошка терминологија и означува последна (пинеплен) фаза во еволутивниот развој на речниот тек т.е. речната долина.

[2] Според Marković (1983) тоа е теориски аналогон-модел на надолжниот речен профил на кој се гледа каде има засилена ерозија, а каде засилена акумулација.

во Република Бугарија. Инаку, на Македонската (западна) страна, овој планински масив е ограничен со долините на повеќе реки: од север со долината на Крива Река, од запад со долините на Кратовска и Злетовска Река и од југ со долината на Брегалница и на нејзината притока Рибница.

Во геоморфолошки поглед, доминантни морфоскулптурни процеси на Осоговскиот планински масив се процесите на флувијална ерозија. Врз интензитетот на флувијалниот процес влијаеле климата (особено врнежите), геолошкиот состав, тектониката, иницијалниот релјеф, вегетацијата, а во последно време и антропогениот фактор.

Современата речна мрежа на масивот, на македонската страна ја чинат 780 постојани, периодични и повремени водотеци (подолги од 0.5 km), со вкупна должина од 1900 km. Сите тие припаѓаат на сливот на Вардар, односно на нејзините притоки Пчиња т.е. Крива Река на север и Брегалница на југ (К-1). Поради погодните геотектонски и климатски карактеристики, речната мрежа е релативно густа, при што особено доминираат водотеци од I и од II категорија, што е резултат на неотектонската активност и на засилување на современите ерозивни процеси (Милевски, 2006).



К-1. Речна мрежа на Осоговскиот планински масив
Fig. 1. River network on the Osogovo mountain massif

За целта на трудот, направена е анализа на надолжните профили на 8 поголеми водотеци на Осоговскиот масив, кои воедно се репрезентативни. Тоа се: Крива Река, Дурачка Река, Кратовска Река, Злетовска Река и нејзината помала притока Шталковица, Кочанска Река, Оризарска Река и Каменичка Река. Основните хидрографски податоци, кои се од значење за нивните надолжни профили се дадени во табела 1. Овде мора да се напомене дека за најголем дел од водотеците не постојат мерни показатели за: протекот, преносот на нанос и големината на влечениот нанос, кои се пресметани емпириски.

Табела 1. Основни карактеристики на поголемите водотеци во областа[3]

	Водотек	L	ΔHm	%	P km^2	Hsr m	Hsr mm	Qsr m^3	Wm^3
1.	Крива Река-Псача	39.6	1482	37	423.25	1115	952	3.445	433
2.	Дурачка Река	14.3	1298	91	43.64	1352	872	0.820	253
3.	Кратовска Река	17.2	954	55	68.40	879	701	0.575	691
4.	Злетовска-Злетово	32.8	1308	42	218.72	1172	809	2.014	327
5.	Шталковица	12.8	1105	86	30.30	938	722	0.288	512
6.	Кочанска-Кочани	23.7	1372	58	105.78	998	744	1.164	313
7.	Оризарска-Оризари	25.5	1673	65	128.22	1014	749	1.207	469
8.	Каменичка Река	23.5	1330	57	118.32	1119	787	1.633	800

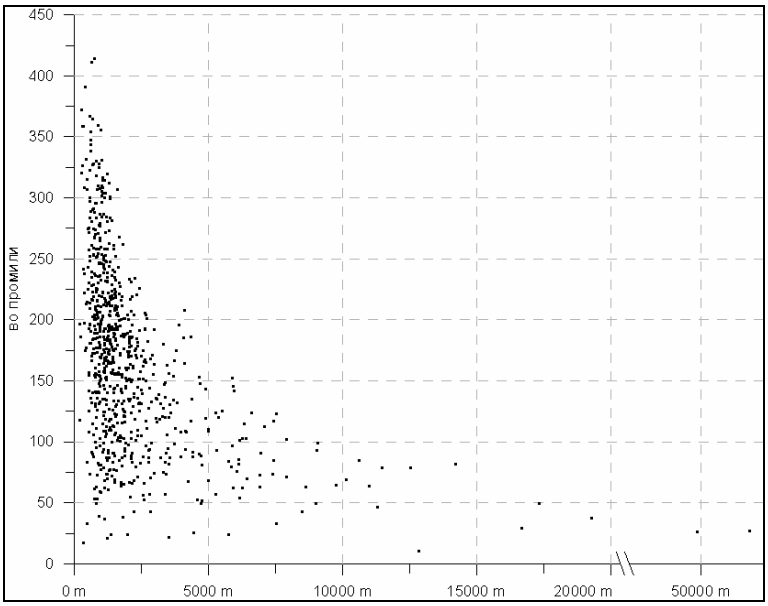
Самите надолжни профили се конструирани врз основа на 30m дигитален модел на релјефот, дигитализираната хидрографска мрежа и се надополнети со елементи на геолошкиот состав на теренот (според ОГК 1:100.000). За да се добие увид во влијанието на споменатите фактори, кои го изградуваат надолжниот речен профил, покрај реалните, презентирани се нивните согласни (идеални) теориски модели, според функцијата што најмногу им соодветствува.

Анализа на надолжните профили на водотеците од Осоговскиот планински масив

Еден од појдовните атрибути што го дефинира изгледот на надолжниот речен профил е надолжниот речен пад (релативен и просечен). За таа цел на графикон 1 се претставени просечните надолжни падови на сите 780 водотеци на Осоговскиот масив. Од графиконот произлегува дека постои обратна врска помеѓу должината на водотеците и нивните просечни падови. Имено, големи просечни надолжни падови се забележуваат кај кратки водотеци и обратно, колку водотеците се подолги, помал е нивниот просечен пад. Тоа е нормално, бидејќи при иста висинска разлика помеѓу изворот и вливот, поголема

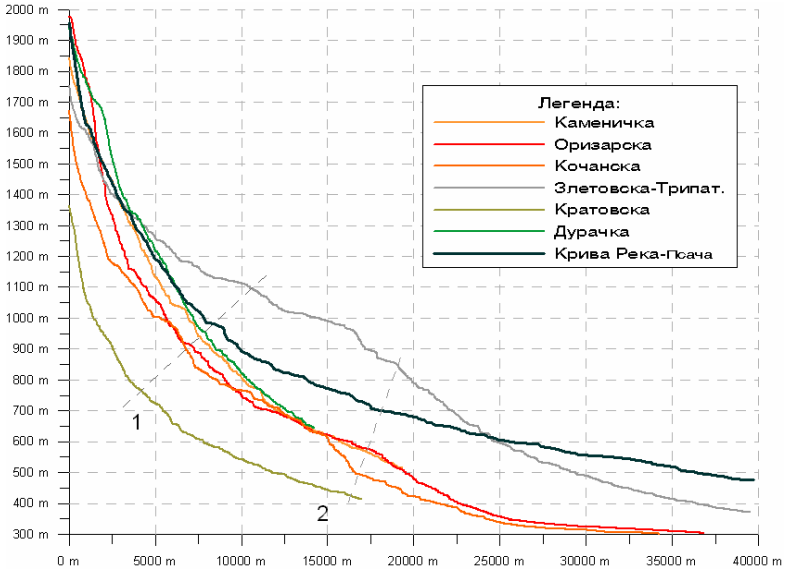
[3] L-должина на водотекот, ΔH-апсолутен пад во m и во %, P-површина на сливот, Hsr-средна височина во m, Hsr mm-просечна сума на врнежи во сливот, Q-просечен протек, W-специфичен пренос на нанос во m^3/km^2/god.

должина условува помал надолжен пад. Претходното значи дека во областа, подолгите водотеци имаат поусогласен надолжен профил, а кај кратките водотеци преовладува несогласен профил. Меѓутоа, постојат одредени локални разлики, кои произлегуваат од геотектонските елементи, иницијалниот релјеф и др.



Графикон 1. Просечни надолжни падови на водотеците од Осоговскиот масив
Graph 1. Mean longitudinal gradients (in ‰) of all 780 streams on Osogovo Mts.

На графиконот 2, споредбено се претставени надолжните профили на: Каменичка, Оризарска, Кочанска, Злетовска (до с. Трипатанци), Кратовска, Дурачка и Крива Река (до с. Псача). Тоа се подолгите водотеци на Осоговскиот масив, што течат низ геолошки хомоген терен (освен Злетовска Река) и се влеваат директно во Брегалница или во Крива Река. Како што може да се види од графиконот, постои голема сличност во изгледот на надолжните профили на презентираните водотеци и тоа без оглед на должината (најкратка е Дурачка Река со должина од 14,3 km, а најдолга е Крива Река, чиј профил од практични причини е претставен од изворот до с. Псача, во должина од 39,6 km). Треба да се обрне внимание на тоа дека Оризарска, Кочанска и Крива Река излегуваат од подрачјето на Масивот на околу 24-26 km од изворот и низводно течат низ рамничарски терен (Кочанско и Славишко Поле). Злетовска Река пак е доста специфична, бидејќи има најдолг тек низ масивот (33 km) и е всечена во карпи со различна отпорност (кристалести карпи и вулканити).



Графикон 2. Надолжни профили на поголемите водотеци на Осогов. масив
Graph 2. Longitudinal profiles of larger rivers on Osogovo Mts.

Од графиконот 2 произлегува дека надолжните профили имаат типичен конкавен изглед, со мали конвексни испакнатини, кои укажуваат на локална промена на геолошкиот состав (отпорност на карпите), појава на наборна или раседна структура, промена на протекот (влив на некоја поголема притока) или транспорт на различно количество еродиран материјал (различен интензитет на коразија).

Генерално, на надолжните профили се изразени три сектори со различен пад. Изворишните делови во должина од околу 1/3 од вкупната (до пресек 1), се одликуваат со големи надолжни падови, просечно околу 130 ‰. При тоа, надолжниот пад на речното корито се намалува одејќи низводно од извориштето. Така, на должина од 3 km од извориштето, релативниот пад изнесува од 115 ‰ кај Злетовска Река, 170 ‰ кај Кратовска, Кочанска и Каменичка Река, 185 ‰ кај Дурачка и Крива Река, до 230 ‰ кај Оризарска (Бела) Река. Помеѓу 3 km и 6 km од изворот, релативните падови се намалуваат на 51 ‰ кај Злетовска Река, 57 ‰ кај Кратовска и Кочанска Река, 73 ‰ на Оризарска, Дурачка и Крива Река, до 98 ‰ кај Каменичка Река. Значи намалувањето на надолжниот пад не е подеднаков кај сите водотеци, дури и ако се сосема блиску и речиси паралелни, како Кочанска и Оризарска Река (во овој случај поради поголем протек на Оризарска Река).

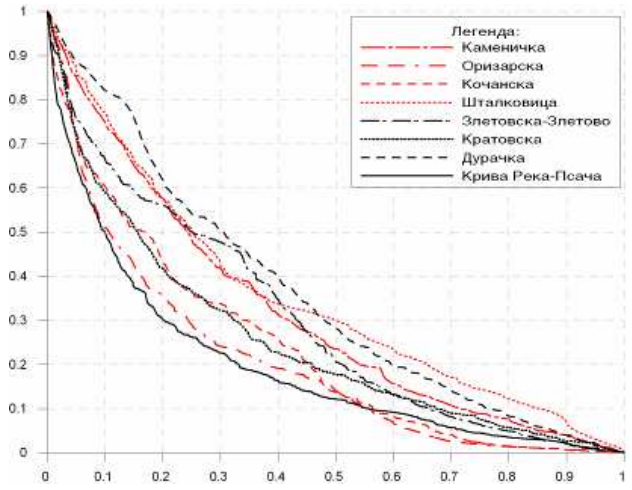
Според тоа, изворишните делови на водотеците од Осоговскиот масив, до оддалеченост од 5-8 km од извориштето, имаат несо-

гласен профил. Ваков профил е нормален за планински водотеци, бидејќи низводно се зголемува протекот (со концентрирање на водите од притоките и со зголемување на сливната површина) и транспортот на ерозивен нанос. На тој начин, се зголемува ерозивната работа, а речното корито се всекува поинтензивно. Од друга страна, ваквиот пад на надолжниот профил, покажува регресивно напредување на речната ерозија, што пак е показател за млади динамични тектонски движења.

Помеѓу пресекот 1 и пресекот 2 (7-17 km од изворот), релативниот пад на надолжните профили нагло се намалува на околу 30 ‰ кај Кратовска и кај Злетовска Река, до 40 ‰ кај останатите водотеци. Станечка Река поради малата должина не доаѓа до пресекот 2, но таа и на пократко растојание има поголем пад (46 ‰) од другите водотеци во овој сектор. Во овој дел на надолжните профили се јавуваат бројни мали испакнатини и вдлабнатини, кои се резултат на споменатите променливи фактори: геолошки состав, тектоника, протек и др. Пред крајот на овој сектор, наклоните на речните корита се намалуваат, ерозијата слабее, се зголемува акумулацијата и се добива впечаток на скоро согласен профил.

Водотеците кои го продолжуваат течението низводно од пресекот 2, го напуштаат Масивот и влегуваат во рамничарски терен. Затоа, до вливот, нивниот надолжен профил е согласен и со мали падови, во просек околу 10-14 ‰. Кај Кочанска, Оризарска и Злетовска Река, може да се забележи прекршување на профилот токму кај пресекот 2. На таа должина се вливаат нивните големи притоки: Мала Река во Кочанска (т.е. во Голема Река), Црна Река во Оризарска (т.е. во Бела Река) и Емиричка Река во Злетовска Река. Низводно од вливот, поради зголемување на протекот, повторно е засилена ерозијата до околу 25 km (30 km кај Злетовска Река) т.е. до излезот од Масивот.

На графиконот 2 се претставени реалните криви на надолжните профили на поголемите водотеци од Осоговскиот масив. Меѓутоа, поради големата разлика во должината на водотеците и во котите на изворот и вливот, на овој графикон не може да се врши соодветна компарација. Затоа е конструиран графиконот 3, на кој се прикажани истите надолжни профили но со релативни вредности за должина и височина. Овде јасно се забележува дека најдолгите водотеци: Крива Река, Кочанска и Оризарска Река имаат изразито конкавни (согласни) надолжни профили, кои се најблиску до рамнотежниот теориски аналогон. Најголемо отстапување од ваков облик има кај Дурачка (Станечка) Река, каде конкавноста е многу мала. Всушност, значителното присуство на конвексни делови во профилите на Дурачка, Злетовска, Каменичка и Шталковичка Река, покажуваат дека на тие делови постојат интензивни неотектонски движења, со засилена регресивна ерозија.



Графикон 3. Релативно сведени надолжни профили на поголемите водотеци од Осоговскиот масив
Graph 3. Relative longitudinal profiles of larger rivers on Osogovo Mts.

Сепак, најдобар квантитативен показател за еволутивниот стадиум на надолжниот речен профил претставуваат нивните површини (до X-оската) и индексот на поклопување (в. табела 2). Колку е помала површината на профилот, толку тој е поблиску до рамнотежен профил, интензитетот на ерозија е намален, а засилена е акумулацијата на речниот нанос, особено во низводниот дел (Rădoane et al., 2004). Така, најмала релативна површина има надолжниот профил на Крива Река (0,191). Нешто повисоки вредности имаат: Оризарска, Кочанска и Кратовска Река, потоа следат Злетовска, Каменичка Река и Шталковица, а најголема површина на профилот има Дурачка Река (0,357), што значи дека тој најмногу отстапува од конкавен и се приближува до праволиниски (несогласен) облик. Вака високи вредности (над 0,3), се карактеристични за помали водотеци, со мал протек, но можат да укажуваат и на засилена тектонска активност.

Индексот на поклопување (fit index) покажува колкаво е отстапувањето на реалниот профил од теорискиот модел - идеална крива, најчесто конструирана по логаритамска, експоненцијална и степенска (парабола) функција. Овој индекс во светот денес многу се користи за споредување на генетско-еволутивните стадиуми на надолжните речни профили. Профилите со логаритамски изглед се карактеристични за водотеци кај кои низводно нагло се намалува количеството на нанос и димензиите на влечен нанос, додека кај профилите што се блиску до степенска крива, низводно значително расте протекот и тран-

спортот на наносот (Snow & Slingerland, 1987). Профили, пак, блиски до експоненцијална крива се карактеристични за водотеци со мало количество на речен нанос (Morris & Williams, 1997).

Во однос на анализираните водотеци, индексот на поклопување е највисок со експоненцијалната (Дурачка, Злетовска Река) и со логаритамската крива (Кратовска, Оризарска, Крива Река), а многу помал со степенската крива. Индексот на поклопување, во трудот е искористен за избор на соодветни криви (теориски аналогони) при приказот на деталните надолжни профили на водотеците. Секторот каде реалниот профил е над теорискиот аналогон, покажува засилена ерозија, а ако е под избраната крива, покажува засилена акумулација.

Табела 2. Површината на релативниот (сведен) надолжен профил и индексот на поклопување за поголемите водотеци на Осоговскиот масив.

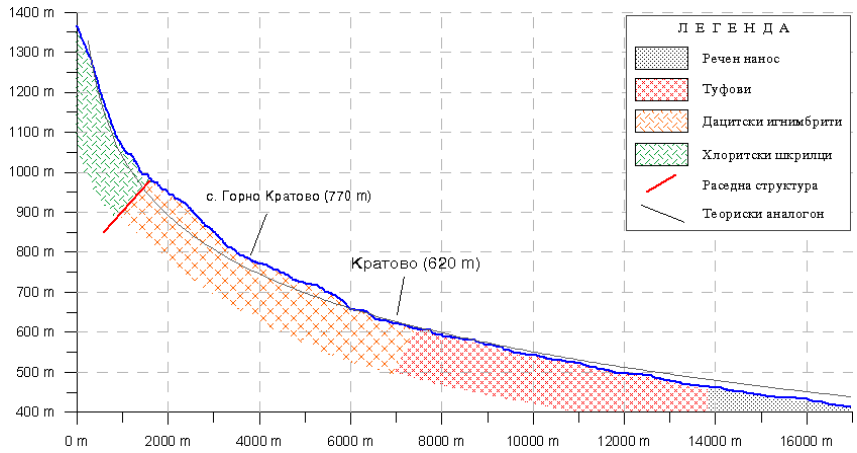
	Водотек	**површ.**	**релатив. профил**			**реален профил**		
			log	**exp**	**pow**	**log**	**exp**	**pow**
1.	Крива Река-Псача	0.191	0.98	0.95	0.70	0.97	0.91	0.93
2.	Дурачка Река	0.357	0.87	0.79	0.48	0.88	0.99	0.80
3.	Кратовска Река	0.249	0.96	0.83	0.55	0.96	0.94	0.90
4.	Злетовска-Злетово	0.297	0.88	0.89	0.53	0.88	0.98	0.75
5.	Шталковица	0.348	0.85	0.78	0.47	0.85	0.98	0.79
6.	Кочанска-Кочани	0.232	0.94	0.91	0.56	0.94	0.96	0.83
7.	Оризарска-Оризари	0.201	0.97	0.92	0.59	0.97	0.94	0.88
8.	Каменичка Река	0.313	0.92	0.85	0.56	0.92	0.98	0.84

Во натамошниот дел од трудот, за подобро согледување на локалните специфичности, направена е одделна анализа на надолжните профили на неколку поголеми карактеристични водотеци.

Надолжен профил на Кратовска Река

На профилот 1 е претставен надолжниот профил на Кратовска Река. Овој водотек (со изразит пороен карактер) има должина од 17,2 km, вкупен пад од 954 m (извор на 1366 m; влив на 412 m) и просечен пад од 55‰. Во изворишниот дел, речното корито е всечено во шкрилци, потоа до Кратово во дацити и дацитски игнимбрити, а низводно од Кратово во туфови. Надолжниот профил има доста правилен конкавен облик, приближен до теорискиот логаритамски модел (кој означува согласен профил). Спротиводно од Кратово, на неколку места има конвексни отстапувања на профилот, особено во игнимбритскиот терен. Причина за тоа се големата отпорност на вулканитите и инверзниот пад на шкрилците близу до раседната структура на контактот со вулканитите. Претходното условило забавено всекување на Кратовска Река, со појава на бројни брзаци и мали водопади. Низводно од Крато-

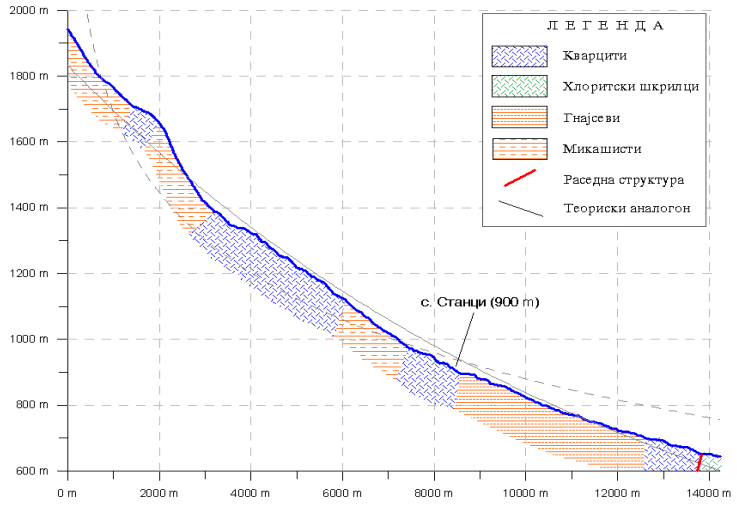
во, релативниот пад е помал и изедначен (просечно околу 20 ‰). Овде е засилена страничната ерозија во туфовите и акумулацијата на наносниот материјал, а профилот здобива согласен изглед. Ваквиот карактеристичен конкавен профил е одраз на: распоредот на геолошките формации (поотпорни карпи во изворишниот дел), постепеното зголемување на протекот во низводниот дел (отсуство на големи притоки), зголемената акумулација на нанос низводно од Кратово (поради слабеење на транспортната сила) и др. Вакви конкавни профили се одлика на подолгите водотеци (со поголеми сливни подрачја и поголем протек), кои се влеваат директно во Крива Река или во Брегалница, со исклучок на Дурачка Река и на Злетовска Река.



Профил 1. Надолжен профил на Кратовска Река
Profile 1. Longitudinal profile of Kratovska River

Надолжен профил на Дурачка (Станечка) Река

Дурачка (Станечка) Река е лева притока на Крива Река, со должина од 14,3 km, вкупен пад од 1298 m (изв. 1942 m, влев 644 m), а просечен пад од 91 ‰. Од поголемите водотеци на Осоговскиот масив, таа има најголем просечен пад. Нејзиниот надолжен профил отстапува од конкавниот, а се приближува до праволинискиот (експоненцијален) облик. Така, во изворишниот дел (до 5 km низводно од изворот), релативниот пад е 145 ‰, помеѓу 5 и 10 km е 81 ‰ и низводно до влевот е 43 ‰. Всушност, надолжниот профил е изразито несогласен, за што има неколку причини. Пред сè, всекувањето на Дурачка Река е предиспонирано со раседна структура (Станечки расед) паралелна на Сасо-тораничката дислокација.



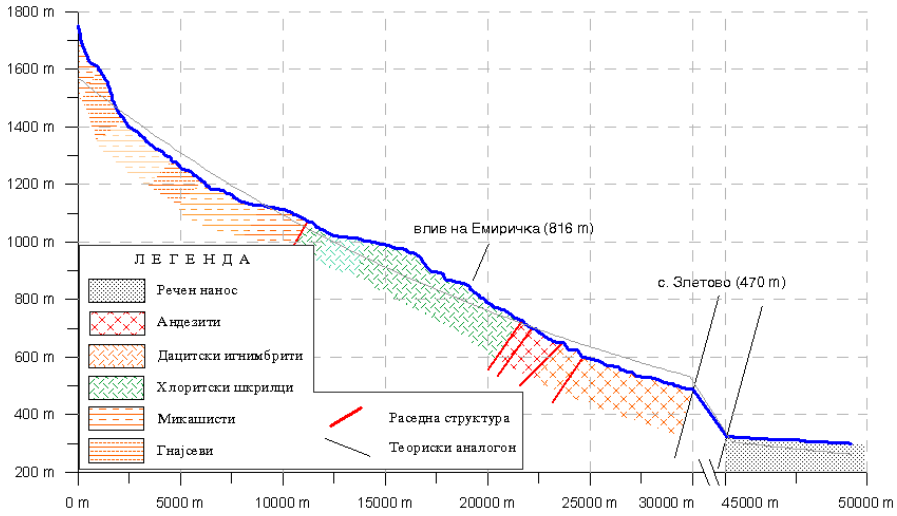
Профил 2. Надолжен профил на Дурачка (Станечка) Река
Profile 2. Longitudinal profile of Durachka (Stanecka) River

Долж раседната линија, по долинското дно на Дурачка Река, се појавуваат изданоци (ленти) од компактни кварцити и тоа од извориштето до влевот. Помеѓу кварцитите се маси на кристалести карпи (гнајсеви и микашисти), кои се помалку отпорни. Кварцитите поради својата отпорност, претставуваат природна пречка за регресивната ерозија, поради што всекувањето во нив е забавено. Втора причина е што на оваа (северна) страна на масивот, доста се изразени радијалните неотектонски движења, условени со Ќустендилско-дебарската дислокација. Затоа, постојано се зголемува висинската разлика на изворишниот и на вливниот дел на Дурачка Река, што го отежнува усогласувањето на надолжниот пад. Овде треба да се напомене дека реката не прима некоја поголема притока, која би влијаела на надолжниот пад. Конкавноста во средишниот дел на надолжниот профил покажува дека на тој сектор реката има најголема ерозивна енергија (водна и коразивна), која низводно опаѓа (зголемено количество нанос, кварцитна бариера).

Покрај презентираните, генерално конкавен надолжен профил имаат поголемите водотеци на јужната страна на Масивот: Кочанска, Оризарска Река, Рибница, Луковичка Река и др. Тоа значи дека надолжните профили на поголемите водотеци, се стремат да постигнат идеален конкавен (логаритамски или експоненцијален) облик. Сепак, постојат одредени разлики, кои се последица од: локалните геотектонски прилики, големината на сливните подрачја, протекот, продукцијата и транспортот на наносниот материјал и др.

Надолжен профил на Злетовска Река

За разлика од претходните, поинаков е надолжниот профил на Злетовска Река, кој заедно со неговиот теориски аналогон е претставен на профилот 3. Овој водотек во планинскиот дел (до с. Злетово) има должина од 31 km, вкупен пад од 1308 m и просечен пад од 42 ‰. Речното корито е всечено во карпи со различна отпорност: во изворишниот дел се кристалести карпи (гнајсеви, хлоритски и мусковитски шкрилци), потоа е комплекс на компактни вулканити и низводно од Злетово се: туфови, делувијални и алувијални наноси. Од изворишниот дел до с. Злетово, реката преминува неколку крупни раседни структури, меѓу кои најмаркантна е регионалната Ратковичката дислокација.



Профил 3. Надолжен профил на Злетовска Река
Profile 3. Longitudinal profile of Zletovska River

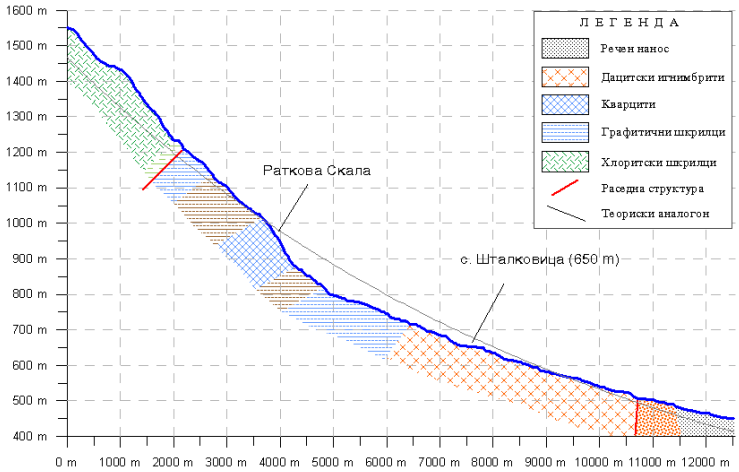
Наведените геотектонски елементи се одразиле на изгледот на надолжниот профил, кој не е конкавен како кај останатите анализирани водотеци. Конкавноста е особено нарушена на 7-22 km од извориштето т.е. помеѓу двете раседни структури што го ограничуваат шкрилестиот комплекс. Шкрилците не се поотпорни од гнајсевите, кои се спротиводно, уште помалку од андезитите во низводниот дел, а сепак вертикалното всекување е забавено. За таквата конвексност на овој дел од профилот, единствено можно објаснување е локално тектонско издигање на блокот од шкрилци, помеѓу раседните структури. Во прилог на тоа е речиси вертикалното всекување на Злетовска Река кај с. Мушково, со бројни појави на брзаци и 2 поголеми водопади.

Интересни промени на профилот има по самиот влев на Емиричка Река, каде поради забележливо зголемување на протекот[4], значително се засилува вертикалната ерозија. Освен низводно, оваа влијание е пренесено 2-3 km регресивно, а во иднина ќе дојде до целосно согласување на овој конвексен сегмент. Слични несогласни сегменти се јавуваат во вулканската серија низводно од зелените шкрилци, а причина е смена на карпи со различна отпорност кон речна ерозија (андезити, дацити, игнимбрити, туфови) и постоење напречни раседни структури. Низводно од с. Злетово, падот на надолжниот профил значително се намалува (12 ‰), речната ерозија слабее, за сметка на акумулацијата на наносниот материјал (одлики на согласен профил).

Според тоа, земено во целина Злетовска Река има конкавно-конвексен надолжен профил, а во генетско-еволутивна смисла е на премин од несогласен кон согласен профил.

Надолжен профил на Шталковичка Река

На профилот 4. е претставен надолжниот профил на Шталковичка Река. Тоа е најголема лева притока на Злетовска Река, со должина од 12,8 km, вкупен пад од 1105 m, а просечен пад од 86 ‰.



Профил 4. Надолжен профил на Шталковичка Река
Profile 4. Longitudinal profile of Shtalkovica river

[4] Средногодишниот протек на Злетовска Река кај влевот на Емирица, за периодот 1975/76-1984/85 година изнесува 1,7 m^3/сек. (РХМЗ: Хидролошка основа..., 1997).

На нејзиниот надолжен профил се забележува карактеристично прекршување на 800-900 m н.в. Од извориштето под врвот Пониква (1614 m) на 1550 m до вливот на Кочански Дол на 780 m, надолжниот пад е многу голем, во просек околу 160 ‰, заради што овој сектор се одликува со многу брзаци и помали водопади. Низводно од вливот на Кочански Дол до вливот во Злетовска Река, падот е речиси константен - околу 27 ‰. Причина за наглата промена во надолжниот профил е регресивната ерозија, која "застанала" до отпорните кварцити кај Раткова Скала. Забавената регресивна ерозија од една страна, сличната отпорност на карпите и незначителното зголемување на протекот во низводниот дел од друга страна, условиле континуирано зарамнување и снижување на профилот низводно од вливот на Кочански Дол. Во целина земено, надолжниот профил на Шталковичка Река е несогласен, а по геометриски облик е слабо конкавен.

Дискусија

Во претходните примери се претставени три типа на надолжни речни профили: **изразито конкавен** (Кратовска Река), **слабо конкавен** (Станечка Река) и **конкавно-конвексен** (Злетовска Река). Ако се споредат надолжните профили и на останатите водотеци, ќе се види дека кај поголемите водотеци (со поголема должина, сливна површина и протек), на терени со хомогена геотектонска структура, преовладуваат изразито конкавни профили, кои тежнеат кон усогласување. Степенот на конкавност обично се зголемува од вливот кон изворишниот дел и е најизразен на околу 1/3 од извориштето (каде се јавува „прекршување" на профилот - „ерозивна терминанта"). Конкавниот профил може да биде тектонски нарушен, како кај Злетовска Река, но тоа во областа е редок случај, бидејќи генерално, Осоговскиот хорст е подложен на an-block издигање (Арсовски, 1997).

Надолжните профили на помалите водотеци (со помали сливни подрачја и помал протек), значително отстапуваат од конкавниот облик, а се приближуваат на праволинискиот т.е. несогласен облик. Отстапувањата се зголемуваат со намалување на должината и на сливната површина на водотеците. Главна причина за тоа е малиот протек, односно малата ерозивна (механичко-коразивна) енергија со која располагаат нивните води, така што не може да се постигне ерозивна рамнотежа (координација) со поголемите главни водотеци. За време на стагнација на локалната ерозивна база и на релативно тектонско мирување (кога се изградуваат речните тераси), се постигнува одредена согласност во надолжните профили на главниот водотек и на помалите притоки. Но, вакви периоди во проучуваниот простор биле краткотрајни, по што заживувала регресивната ерозија, а разликите во на-

должните профили помеѓу главните водотеци и нивните помали притоки повторно се зголемувале.

Извршените анализи на надолжните профили покажаа корелација помеѓу површината на профилот (индексот на конкавност) и генетско-еволутивниот стадиум. Така, профилите (релативни) со површина до 0,25 се изразито конкавни-согласни, од 0,25 до 0,35 се слабо конкавни или конкавно-конвексни, а над 0,35 се изразито несогласни и укажуваат на млада (иницијална) фаза на флувијален процес. Овие вредности треба понатаму да се потврдат или да се коригираат со анализа на водотеците во другите делови на Република Македонија.

Претходната анализа покажува дека дел од поголемите, а особено помалите водотеци, во границите на Осоговскиот масив имаат најчесто несогласни надолжни профили (со исклучок на најголемите водотеци кои својот тек го продолжуваат во рамничарски терен). На несогласните делови од надолжните профили се констатирани бројни геоморфолошко-хидролошки појави како што се: брзаци, водопади, слапови, џиновски лонци и др.

Сл. 1. Слап на Бабаканина Река (притока на Кратовска Река) кај Кратово
Fig. 1. Steps of Babakanina River (Kratovska tributary) near Kratovo

Од водопадите најинтересни се двата водопада на Злетовска Река помеѓу вливот на Мушковска и на Јамишка Река (високи 9 m и 5 m) каде се и најголемите џиновски лонци, потоа водопадот на Козја Река - десна притока на Станечка Река (висок 11 m), водопадот на Оризарска Река кај с. Пресека (висок 5 m), водопадите во горниот тек на Кратовска Река (високи 4-7 m) и др. Од слаповите поголеми се: слапот на Бабаканина Река кај Кратово (со 5 водопади и вкупна висо-

чина од 40 m), слапот на Куновска Река (со 8 водопади и вкупна височина од околу 200 m) и др.

На согласните сектори пак, со мал надолжен пад, засилена е акумулација на нанос, при што се создаваат помали или поголеми алувијални рамнини и плавини. Тоа е особено изразено во низводниот дел на Каменичка Река и на Кратовска Река.

Литература

Арсовски М. (1997): Тектоника на Македонија, РГФ, Штип

Вељковић А. (1959): Везе и односи између висина и површина уздужних речних профила. Зборник радова САН, Географски институт књ. 16, Београд, 105-119

Gilbert G.K. (1877): Report on the Geology of the Henry Mountains, U.S. Geogr. and Geol. Survey of the Rocky Mts. Region, US Govt. Printing Office, Washington DC.

Gregory D. I., Shumm S. A. (1987): The effect of active tectonics on alluvial river morphology. River channels: Environ. and process. Oxford: Blackwell, 41-68

Davis W.M. (1909): The geographical cycle. In geographical Essays, Ginn and Co., Boston, 249-278

Јовановић П. (1938): Уздужни речни профили-њихови облици и стварање, Београд

Јовановић П. (1954): Равнотежни и саобразни профил, Зборник радова САН, књ. XI. Географски институт, књ. 8, Београд

Јовановић П. (1955): Утицај колебања плеистоцене климе на процес речне ерозије. Зборник радова САН, Географски институт књ. 10, Београд, 19-65

Knighton D. (1998): Fluvial Forms and Processes: A New Perspective. London

Лазаревић Р. (1975): Геоморфологија, Београд

Marković M. (1983): Primenjena geomorfologija, Beograd

Милевски И. (2006): Геоморфологија на Осоговскиот планински масив, докторска дисертација одбранета на ПМФ, ракопис

Morris P.H., Williams D.J. (1997): Exponential longitudinal profiles of streams. Earth Surface Processes and Landforms 22, 909-913.

Radoăne M., Radoăne N., Dumitriu D. (2004): Geomorphological evolution of longitudinal river profiles in the Carpatian, 1-17

Snow R.S., Slingerland R.L. (1987): Mathematical modeling of graded river profiles. Journal of Geology 95, 15-33

Schumm S.A. (1993): River response to base level change: implications for sequence stratigraphy. Journal of geology 101, 279-292

Hack J.T. (1957): Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. USGS professional paper No.294

Howard A.D. (1980): Thresholds in river regimes. Thresholds in geomorphology. Boston, 227-258

Howard A.D. (1987): Modelling fluvial systems; rock-gravel and sand-bed channels. River channels: environment and process. Oxford: Blackwell, 69-94

Wheeler D.A. (1979): The overall shape of longitudinal profiles of streams. Geographical approaches to fluvial processes. Norwich: Geobooks, 241-260

Цвијић J. (1924): Геоморфологија I, Београд
РХМЗ (1997): Хидрололошки основи на регионот Осогово, Скопје

CHARACTERISTICS OF LONGITUDINAL RIVER PROFILES OF THE OSOGOVO MOUNTAIN RIVERS

Ivica MILEVSKI

SUMMARY

Osogovo (Ruen, 2252 m) is high mountain between north-east Macedonia (1102 km^2), and southwest Bulgaria (470 km^2). It is typical horst, bordered by low tectonic depressions (300-500 m) and deep valleys. Geologically, mountain is built of old Precambrian and Paleozoic crystalline rocks: gneiss, myca-schists, green-schist, except the west (Kratovo-Zletovo) and central (Sasa-Toranica) belt, built by tertiary volcanic rocks.

As a result of geology, tectonic and climate, dominant geomorphological process on the mountain is fluvial erosion (fluvial-denudation). Local base level for fluvial erosion of the rivers and streams in the area is Kriva River on the north and Bregalnica on south-both the tributaries of river Vardar. In general, rivers on the north side (tributaries of Kriva River) are shorter, with smaller watershed areas, but with greater longitudinal gradients. Rivers on the south mountain side (tributaries of Bregalnica), are longest, with greater watershed area, but with smaller downstream gradient. The reason for such differences is the mountain asymmetry originated in geotectonic evolution.

From 1:100.000 topographic maps, we identify overall 780 streams on the Macedonian part of the mountain. Their downstream gradient show inverse relation-shorter streams have greater gradient and vice versa. For better preview, detailed analysis of longitudinal profiles of 8 larger rivers (14-80 km long) is made (Kriva River, Durachka, Kratovska, Zletovska, Kochanska, Orizarska, Kamenichka and Shtalkovichka River). All that longitudinal profiles are more or less concave in shape. Maximum concavity is shown slightly downstream from source area (about 1/3 of overall river length on the massif). Aside from general concavity, there are segments with convexities, showing intensive neotectonic activity especially on the northern side of the mountain, then differences in litology, discharge, sediment load etc. Longest rivers like Kriva, Kochanska and Orizarska have more concave profile (greater concavity index and smaller profile area), in contrast to shorter rivers who have nearly straight (near initial-stage) profile. Weary interesting is longitudinal profile of Zletovska River with huge convexity in the middle (chlorite-schist block), showing local tectonic uplift. All longitudinal profiles are best fitted with exponential and logarithmic function (coefficients higher than 0.9), in contrast to power function.