

УДК: 551.435.12 (497.73)

ГЕОМОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПЛАВИНИТЕ ВО СЛИВОТ (ДОЛИНАТА) НА РАДАЊСКА РЕКА

Ивица Милевски

Доц. д-р, Институт за географија, ПМФ

Архимедова 5, Скопје

e-mail: ivica@iunona.pmf.ukim.edu.mk

Апстракт

Во овој труд се презентирани истражувањата на плавините во сливот т.е. долината на Радањска Река (Сува Река, Кури Дере), на северозападната страна на планината Плачковица. Регистрирани се вкупно 20 плавини со површина поголема од 1000 m². Плавините настанале со акумулација на големо количество наносен материјал од поројните притоки на Радањска Река. Тие се активни и денес, односно имаат рецентен карактер.

Клучни зборови: плавини, рецентна ерозија, поројни водотеци

Abstract

In this paper are presented our research of alluvial fans in the small valley of Radanjska River (e.g. Suva River, Kuri Dere), on the northwest side of Plackovitsa Mountain. There are registered 20 alluvial fans with area greater than 1000 m². Fans were formed with deposition of great amount of debris from torrent tributaries of Radanjska River. They are active today after heavy rains, namely have contemporary character.

Key words: alluvial fans, contemporary erosion, torrents

Вовед

Поради поволните природно-географски фактори и влијанието на човекот, плавините се честа појава во релјефот на Република Македонија. Сепак, во македонската геоморфолошка литература, на нив не е обрнато доволно внимание. Во одредени трудови кои ја третираат

флувијалната и рецентната ерозија, само се спомнува постоењето на плавините или се даваат најопшти констатации за нив.

При нашите геоморфолошки истражувања на западната страна на планината Плачковица¹ (изведени во периодот 2004-2007 година), забележани се сливни подрачја со многу развиени ерозивни и акумулативни процеси. Еден од нив е поројниот слив на Радањска Река, каде освен формите на рецентна ерозија, се изградени 30-тина помали и поголеми плавини. Во морфолошки и генетски поглед, овие плавини се разновидни, доста интересни и затоа се истражувани подетално, а резултатите од тие истражувања се презентирани во овој труд.

Плавините претставуваат акумулативни флувиоденудациони форми со конусовидно-лепезест изглед, кои настануваат на места каде поројните водотеци, преминувајќи од стрмен во зарамнет релјеф нагло го намалуваат својот надолжен пад. Според Harvey (1997), плавините се истакнати (значајни) акумулативни форми, кои се изградуваат во сите климатски режими и служат како преодна (транзитна) зона помеѓу горниот ерозивен и долниот рамничарски дел на сливот. Во зависност од тоа дали се изградени со акумулација на материјалот настанат со речната или линиската (длабинска) ерозија, Лазаревиќ (1975), Klimaszewski (1977) и др., плавините ги делат на: флувијални и денудациони, иако помеѓу нив не прават некоја морфолошка разлика.

Инаку, во геоморфолошката литература нема општоприфатена универзална диференцијација на составните елементи на плавините. Една од најприфатените концепции е на Blair и McPherson (1994), по која секоја плавина се состои од: дренажен басен (слив), доведен канал, всекувачки канал, пресечна точка, дистрибутивни канали, апекс (врв), акумулативна лепеза и регресивно еродиращки долчиња. Zarn и Davies (1994), уште разликуваат: област при врвот на плавината, средишна област, долна област (подножје) на плавината и рабна област на плавината.

Во однос на настанувањето, преовладува мислењето дека плавините се изградуваат на места, каде поради намалување на надолжниот пад, нагло слабее транспортната сила на водотеците, кои носат големо количество на еродиран материјал. Според Blair & McPherson (1994), формирањето на плавините е резултат на акумулација на груб, слабо сортиран флувијален или плувијално-денудационен материјал, на низводни места, каде промените во морфологијата на речното корито и брзината на водотекот, го намалуваат транспортниот капацитет на водата. Од друга страна, Gavrilovic (1972), плавините главно ги доведува во непосредна врска со поројните водотеци и вели дека настану-

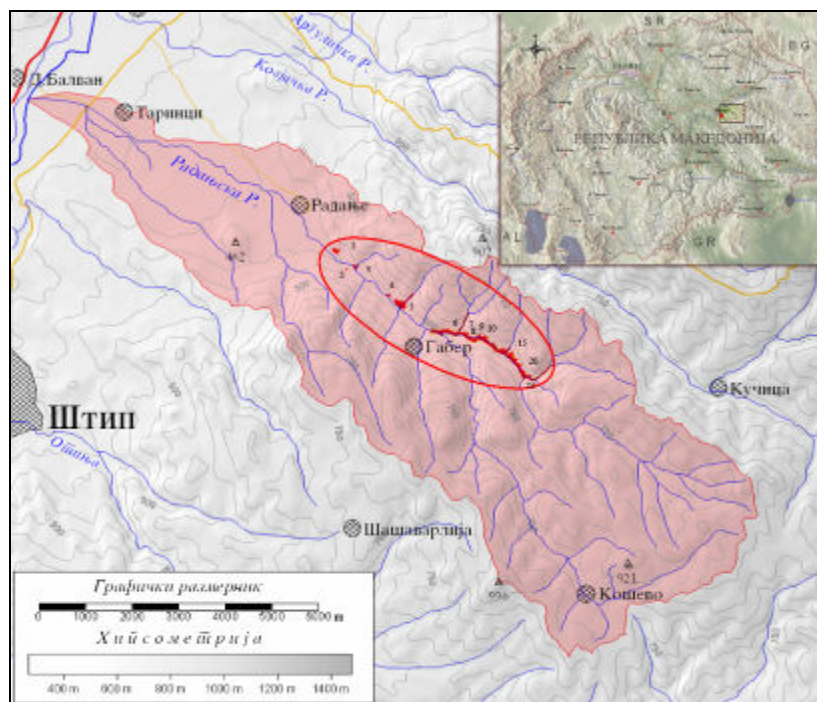
¹ Истражувањата се дел од севкупните геоморфолошки истражувања на планината Плачковица.

ваат на излезот на поројните водотеци од клисурестиот дел, каде нагло се намалува надолжниот пад (наклонот) и брзината на водотекот.

Истражувано подрачје

Истражуваното подрачје се наоѓа 10-тина километри источно од Штип и го зафаќа сливот на Радањска Река. Радањска Река е кратка (19,8 km) лева притока на Брегалница, а нејзиното сливно подрачје, се протега во правец ЈИ-СЗ на површина од 62,8 km².

Инаку, водотекот Радањска Река под тоа име е познат низводно од с. Радање. Спротиводно до с. Голем Габер се нарекува Суви Поток, а во изворишниот дел се нарекува Кури Дере. Плавините кои се непосреден предмет на истражување, се јавуваат по должина на долинското дно на Радањска Река, почнувајќи јужно од с. Оцалија, до над с. Радање.



Сл. 1. Географска положба на сливот на Радањска Река и на истражуваните плавини

Fig. 1. Location of alluvial fans in Radanjska catchment

Методологија

За сеопфатно согледување на морфогенетските карактеристики на плавините во сливот на Радањска Река, најнапред се извршени детални теренски истражувања. При теренските истражувања, особено внимание е посветено на положбата и морфометриските елементи на плавините, за што што се користени прецизни мерења со ГПС уред. Едновременно е согледуван механичкиот состав на материјалот од кој се изградени плавините и промените кои се забележливи по должина и по широчина. Покрај самите плавини, со теренските истражувања се анализирани сливните подрачја на поројните водотеци кои се „извор“ на наносен материјал. Како дополнување на теренските истражувања, извршени се анализи и мерења на: соодветните топографски карти во размер 1:25.000, на тематските мултиспектрални сателитски снимки од серијата Landsat ETM+ (со резолуција од 30 m), како и на реалната сателитска снимка QuickBird достапна преку GoogleEarth (со резолуција од 1 m, снимена на 31.08.2003 год.). Особено корисна се покажа анализата на сателитските снимки со крупна резолуција, на кои се забележуваат детални морфолошки елементи на оделни плавини.

Основни природно-географски карактеристики на сливот на Радањска Река

За настанувањето на плавините во сливот на Радањска Река, пресудно значење имаат погодните природно-географски фактори, заради што во понатамошниот дел е даден нивен краток приказ.

Иако зафаќа мала површина, сливот на Радањска Река е изграден во карпи со разновиден литолошки состав и старост. Најголема површина зафаќаат прекамбриумски карпи од гнајсно микашистната серија и амфиболитите кои се развиени во средишниот и горниот дел на сливот (Ракиќевиќ et al., 1976). Палеозојските карпи се распространети на помала површина помеѓу селата Габер и Шашаварлија и се претставени со слоевити доломитски мермери околу кои се развиени хлорит-амфиболски шкрилци. На северозапад од споменатите старопалеозојски карпи т.е. западно од с. Радање се јавуваат гранитни карпи со мезозојска старост, кои се периферен дел од пространите Штипски гранити. Со мезозојска старост се и горнокредните седименти јужно од с. Габер. Истите лежат трансгресивно преку гнајсевите и амфиболитите, а се претставени со песочници, глинци и лапорци. Низводно од с. Габер, сливот на Радањска Река е изграден во горноеоцени флишни седименти, пролувијален нанос, речен нанос и др.

Од претходното е јасно дека во геолошката градба на сливот на Радањска Река доминираат карпи со голема еродибилност ($Y > 0,5$),

кои вкупно учествуваат со 86,5% (Табела 1). Тоа особено се однесува на микашистите, гнајсевите и на горноеоцените седименти, од кои потекнува најголемото количество на еродиран т.е. плавински материјал.

Во однос на тектониката, истражуваното подрачје лежи во крајниот источен дел на Вардарската Зона, во близина на длабинската дислокација која е граница со Српско-Македонскиот Масив на исток. Поради силните тектонски притисоци, теренот е раздробен на повеќе блокови и испресечен со нормални и реверсни раседи, главно во правец СЗ-ЈИ (паралелни со главната дислокација). Најмаркантен расед е „Радањската лушпа“, долж која гнајсно-микашистната серија е навлечена преку еоцените седименти (Ракиќевиќ et al., 1976; Арсовски, 1997). Покрај раседи, се забележуваат и набори, особено кај еоцените седименти. Поради таквата раздробеност на теренот, јасно е дека тектониката имала значително влијание врз интензитетот на ерозивните процеси и врз формирањето на плавините.

Табела 1. Површина на одделни карпести маси во сливот на Радањска Река

р.б.	Литолошки член	P km ²	P %	У ерод.
1.	Гнајсеви	18.05	28.7	0.6-0.8
2.	Микашисти	10.03	16.0	0.8-0.9
3.	Амфиболски карпи	5.73	9.1	0.2-0.3
4.	Мермери	0.56	0.9	0.2-0.4
5.	Хлоритско-амфиболски шкрилци	0.87	1.4	0.4-0.6
6.	Гранити (Штипски гранити)	1.07	1.7	0.3-0.5
7.	Горнокредни седименти	4.50	7.2	0.5-0.7
8.	Горноеоцени седименти	16.42	26.1	0.8-1.0
9.	Квартерни наноси	5.45	8.7	0.8-1.0
10.	Останато	0.13	0.2	-
	Сè	62.81	100.0	-

Во релјефен поглед, сливот на Радањска Река е всечен во широките абразивни површи (900 m и 780-800 m) на северозападната страна на Плачковичкиот хорст. Овие површи се остатоци од Средно-вардарското Езеро кое во неогениот период егзистирало во централното Повардарие (Манаковиќ, 1968). По истекувањето на езерото во почетокот на квартал, Брегалница и нејзините притоки, меѓу кои и Радањска Река, своето всекување го усогласувале со спуштањето на долната ерозивна база-реката Вардар. Како резултат на така усогласеното sukcesивно всекување, Радањска Река изградила повеќе речни тераси и тоа од: 60-70 m, 30-40 m, 10-15 m и 2-5 m. Тие се подобро изразени на левата долинска страна (десните се еродирани), а на терасите од 60-70 m и 30-40 m, се забележани повеќе лизгалишта. Инаку, долинските страни на Радањска Река и на нејзините поголеми притоки се конвексни во профил, кон дното многу стрмни, на некои места речиси верти-

кални. Тоа е знак за интензивна, млада (горно-квартерна) речна ерозија, главно предиспонирана со доминантните раседи во правец СЗ-ЈИ. Покрај фосилните абразивни и формите настанати со речна ерозија, во сливот на Радањска Река се констатирани повеќе мали денудациони форми изградени во гнајсевите, разни форми на површинска и длабинска водна ерозија (особено линиска) и др.

Хипсометриски, сливот на Радањска Река се протега помеѓу 276 m и 1036 m н.в., а просечната височина е 660 m. Наклоните во долниот и изворишниот дел се мали (0° до 15°), а во средишниот дел (каде се јавуваат плавините, се поголеми и тоа од 20° до над 50°). Во поглед на експозициите, на десната (источната) страна од сливот преовладуваат јужни и западни експозиции, а на левата (западната), северни и источни експозиции, што се одразило и врз поголемата еродиратност на десната страна од сливот.

Во однос на климата, овој простор има слични карактеристики како Штипското подрачје, од кое е оддалечено само неколку километри. Во основа, климата е умерено-континентална, со слаби средоземни влијанија од југ. Летата се топли и суви а зимите студени, со малку врнежи. Просечната средногодишна температура е околу $12,5^\circ\text{C}$. Дневните температурни амплитуди се значителни особено во пролетниот период, што придонесува за силно распаѓање на слабо отпорните, оголени карпести маси. Врнежите во годината во просек се мали (околу 500 mm), а во летниот период се јавуваат подолги сушни периоди (Лазаревски, 1993). Во овие простори има честа појава на краткотрајни (10-45 mm) летни поројни врнежи со интензитет над $0,5\text{ mm/min}$ (Шкоклевиќ и Тодоровски, 1993). Истите имаат голем ерозивен ефект особено ако следат по подолг сушен период. За ерозивните процеси одредено значење има и ветерот, а овој простор е доста ветровит поради отвореноста кон север и кон југ.

Хидрографските одлики на областа се во тесна врска со останатите природно-географски карактеристики. Малото количество на врнежи, слабопропусниот до непропусен геолошки состав и оголеноста на теренот, условиле најголем дел од водотеците во сливот да имаат периодичен или повремени карактер со големи осцилации на протекот. За време на врнежи, водотеците значително го зголемуваат протекот и количеството на транспортиран нанос (пропорционално на интензитетот на врнежите). Според тоа, најголем дел од водотеците во сливот, како и самата Радањска Река имаат пороен карактер. Инаку, главниот хидрографски објект во истражуваниот простор - Радањска Река, која спротиводно од с. Радање уште ја нарекуваат Сува Река, а спротиводно од с. Голем Габер ја нарекуваат Кури Дере. Нејзината должина изнесува 19.8 km. Речната мрежа ја сочинуваат уште 15 десни (со 19,6 km) и 25 леви притоки (со 55,8 km), така што вкупната должина на си-

те водотеци изнесува 95,2 km. Густината на речната мрежа пак е релативно голема и изнесува 1,5. Левите притоки се подолги, побогати со вода и со порамномерен протек во однос на десните, бидејќи течат низ терен со побујна вегетација. Сепак, со исклучок на 3 водотеци подолги од 5 km (од кои најдолга е левата притока Кошевска Река), останатите имаат должина од околу 1 km.

Сливот на Радањска Река е издолжен и асиметричен. Максималната должина на сливот (по главниот водотек) е 20,6 km, минималната е 18,1 km, додека просечната широчина изнесува 3,4 km. Од вкупната површина на сливот (62,8 km²), десната страна зафаќа 20,0 km², а левата 42,8 km².

Поради прекумерното сечење на шумите во минатото, сливот на Радањска Река е многу оголен, особено неговата десна (источна) страна). Освен ретка тревна вегетација, наместа има деградирани шуми од габер и даб, кои не претставуваат некоја заштита од ерозивното дејство на врнежите. Според анализите на сателитските снимки Landsat ETM+ (од 2000 год.), површини со погуста растителност зафаќаат само 14,6 km² или 23,2% од сливот. Таа е распространета во горниот (повисок) дел на сливот. Во долниот рамничарски дел од сливот, низводно од с. Радање, на површина од околу 10 km² се одгледуваат житни култури. Најзагрозен е средниот дел од сливот, каде околу 40 % се под голини, со ретка тревна вегетација. Токму на овој простор се најсилните ерозивни процеси (особено длабински-линиски) и тука се создава најголемо количество на еродирани наноси. Заради заштита од ерозија, овде, особено околу селото Габер, во 60-тите години на минатиот век вршени се одредени пошумувања, но без некој поголем антиерозивен ефект.

Почвите во областа се доста еродирани, а во делови на сливот целосно однесени. Во повисоките подрачја се застапени кафеавите шумски почви, пониско се јавуваат сировоземите и делувилните почви, а низводно од с. Радање преовладуваат алувијалните почви, смолниците и др.

Претходно кратко се разработени природните фактори, кои очигледно се доста поволни за развој на интензивни ерозивни процеси и настанување на плавините. Меѓутоа, овде мора да се напомене дека многу големо, можеби и пресудно влијание врз тие процеси имал човекот, преку: уништување на природната шумска вегетација, претерано сточарење, пробивање на селски патишта низ „осетлив“ терен, несоодветна обработка и користење на земјиштето и сл.

Морфолошки карактеристики на плавините

Со теренските истражувања, во сливот, поточно во долината на Радањска Река (Сува Река, Кури Даре) се констатирани 30-тина плавини од кои 20 имаат површина поголема од 1000 m^2 . Речиси сите плавини се распоредени на десната страна од долинското дно на Радањска Река, односно при вливот на десните поројни притоки. Плавините се јавуваат во низа, од месноста Нови Лозја (6 km спротиводно од с. Радање), до месноста Тикен Баир (0.8 km спротиводно од с. Радање). Според тоа, должината на плавинскиот појас изнесува околу 5 km, а во просек, по една плавина се јавува на секои 150-200 m. Според надморската височина, основата на највисоката плавина е на 560 m, додека основата на најниската е на 399 m, што претставува висинска разлика од 161 m. Од споменатите 20-тина плавини поголеми од 1000 m^2 , половина се со површина до 5000 m^2 , 7 имаат површина од $5000\text{-}10.000 \text{ m}^2$, а само 3 се големи плавини со површина над 10.000 m^2 . Најголема плавина е онаа помеѓу горната и средната каскада кај с. Голем Габер, со површина од 35.090 m^2 (до највисоката точка или апексот). Нешто помала е последната плавина јужно од с. Оцалија, со површина од 13.060 m^2 . Меѓутоа, долинското дно на овој пороен водотек, спротиводно до височина од 620 m е исполнет со наносен материјал и наликува на голема издолжена плавина, долга 0,8 km, широка 40-120 m и со површина од 32.120 m^2 (сл. 5). Нашите проценки укажуваат дека кај двете плавини е акумулиран нанос по околу 300.000 m^3 . Трета по големина е плавината помеѓу селата Голем Габер и Оцалија, која до највисоката точка од каде започнува интензивна акумулација на плавинскиот материјал, има површина од 18.290 m^2 .

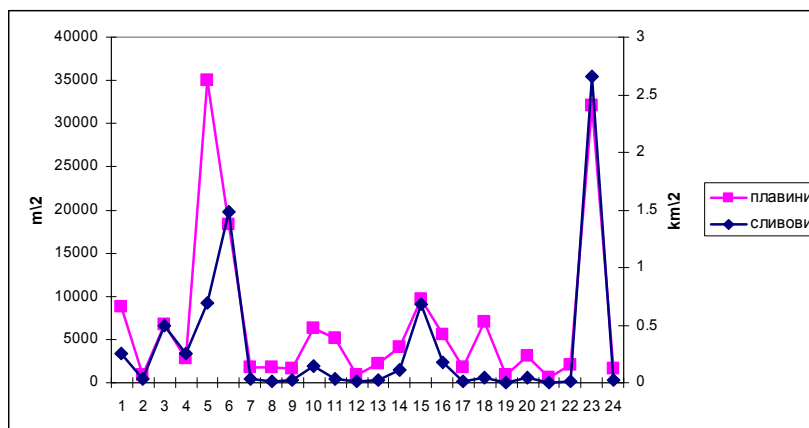
Должините и широчините на истражуваните плавините се во границите од триесетина метри кај најмалата, до околу 240 x 230 m кај најголемата плавина (помеѓу двете каскади, р.б. 5). Просечната должина на плавините изнесува 99 m, а просечната широчина 82 m. Инаку, кај повеќето слободно развиени плавински лепеци, односот помеѓу должината и широчината е приближно 1.

Големината на плавините во долината на Радањска Река е во непосредна врска со површината на нивните сливни подрачја, односно на сливните подрачја на поројните водотеци кои ги изградиле. Таа пак е доста мала и се движи од незначителни $0,003 \text{ km}^2$ до најмногу $2,66 \text{ km}^2$. Просечниот однос помеѓу површината на сливните подрачја на плавините и површината на самите плавини е мал и изнесува 29. Тоа значи дека во однос на површината на сливните подрачја, плавините се доста големи. Причина е претераната (екцесивна) ерозивност на теренот, како резултат на мошне погодните природни услови и на силното антропогено влијание во минатото и денес. Во таа смисла, колку

е помал односот помеѓу површината на плавинскиот слив и површината на плавина (P_s/P_p), толку е поголема ерозивноста во соодветниот слив. Истражувањата во разни области на Земјата, покажуваат дека постои пропорционален однос помеѓу површината на плавината и површината на нејзиното сливно подрачје (Oguchi & Ohmori, 1994; Knighton, 1998). Одредени истражувачи дури имаат поставено математичка релација помеѓу споменатите елементи. Една од најприфатените е онаа на Bull (1962, 1964), која гласи:

$$F = cAd^n$$

каде F е површина на плавината, A_d е површина на сливот на плавината, додека c и n се константи со вредности: за c од 0,1 до 2,1 и за n од 0,7 до 1,1². Оваа равенка е проверувана и за плавините во долината на Радањска Река. Добиените резултати покажуваат дека равенката е применлива, така што вредноста c се движи од 1,5 до 2,0, додека вредноста n е помеѓу 0,7 (за поголемите) и 0,8 (за помалите сливови).



Граф. 1. Односот помеѓу површината на плавините (поголеми од 500 m²) и на нивните сливни подрачја
Graph 1. Plot of Alluvial fan area against fan catchment area

Извршените квантитативни анализи покажуваат корелација и помеѓу површината на сливот (дренажниот басен) на плавината, со нејзиниот наклон. Во основа, помалите плавини имаат поголем наклон (сметано по оската на плавината, од врвот до основата), од 20° до 40° додека поголемите плавини имаат наклон од околу 15° до 20°. Причи-

² Повисоки вредности за c се карактеристични за поеродибилни терени, додека пак колку е повисока вредноста за n , толку подрачјето е повлажно (Jeffrey, 2004).

на за такво нешто е што поголемите плавини имаат посилен пороен водотек кој го разнесува плавинскиот материјал подалеку, а наклонот останува мал. Од друга страна, овие посилни порои го оттурнуваат коритото на Радањска Река кон спротивната страна, проширувајќи го нејзиното долинско дно. На тој начин, плавините може слободно да се развиваат, без да се зголеми нивниот наклон. Освен од претходното, констатирано е дека наклонот на плавините е во корелација и со големината на плавинскиот материјал. Имено, плавините кај кои доминира покрупен материјал имаат поголем наклон, за разлика од плавините со поситен материјал (што пак зависи и од локалната литологија).

Во табела 1, претставени се основните морфометриски карактеристики на плавините во долината на Радањска Река.

Табела 1. Морфометриски карактеристики на плавините (поголеми од 500 m²) во долината на Радањска Река³

рб	R km	H m	Ld m	Ls m	Ld/Ls	O m	Pp m ²	Ps km ²	Ps/Pp
1.	0.80	399	145	140	1.04	453	8780	0.250	28
2.	1.30	400	40	30	1.33	112	810	0.034	42
3.	1.40	410	130	105	1.24	360	6780	0.494	73
4.	2.40	433	80	75	1.07	242	2720	0.257	94
5.	2.80	447	240	230	1.04	775	25540	0.689	27
	-	-	420	230	1.83	1233	35090	-	20
6.	4.05	475	130	147	0.88	445	8520	1.488	175
	-	-	550	147	3.74	1660	18290	-	81
7.	4.15	488	70	55	1.27	200	1820	0.034	19
8.	4.20	490	70	50	1.40	189	1770	0.012	7
9.	4.55	500	76	43	1.77	207	1635	0.017	10
10.	4.60	502	118	95	1.24	360	6260	0.141	23
11.	4.70	505	107	70	1.53	302	5070	0.035	7
12.	4.75	507	40	45	0.89	135	860	0.010	12
13.	4.85	511	63	60	1.05	220	2205	0.025	11
14.	5.00	521	95	80	1.19	255	4160	0.108	26
15.	5.15	525	175	110	1.59	475	9720	0.676	70
16.	5.30	529	138	92	1.50	378	5600	0.180	32
17.	5.35	530	70	43	1.63	182	1773	0.009	5
18.	5.40	531	110	105	1.05	345	7040	0.041	6
19.	5.50	533	36	38	0.95	118	845	0.003	4
20.	5.60	539	90	67	1.34	264	3007	0.047	16
21.	5.70	545	30	35	0.86	105	645	0.004	6
22.	5.80	550	48	70	0.69	184	2080	0.016	8
23.	5.90	549	220	122	1.80	550	13060	2.660	204
	-	-	825	122	6.76	1776	32120	-	83
24.	6.00	560	52	62	0.84	175	1625	0.020	12

³ R km-оддалеченост на плавината од с. Радање; H-надморска височина на подножјето на плавината; Ld m-должина на плавината; Ls-широчина на плавината; O m-обем на плавината; Pp m²-површина на плавината; Ps km²-површина на плавинскиот слив.

Во морфолошки поглед, сите констатирани плавини имаат повеќе или помалку типичен конусно-лепезест изглед со јасно изразени основни морфолошки елементи.

Според нашата диференцијација (која главно се темели на онаа од Blair & McPherson (1994), одејќи од највисокиот дел кон основата, кај секоја плавина се разликуваат: врв на плавината, доводно корито (канал на хранење), главен канал, точка на раздвојување на каналите, странични (дистрибутивни) канали, страни на плавината и подножје или основа на плавината. За поцелосно разбирање на морфологијата на плавините, разгледани се и нивните дренажни басени (сливни подрачја), од кои потекнува акумулираниот материјал.



Сл. 2. Морфолошки елементи на плавината кај с. Голем Габер: 1. дренажен басен, 2. доводен канал, 3. всекувачки канал, 4. точка на раздвојување на каналите, 5. странични канали, 6. страни на плавината, 7. подножје на плавината (сателитска снимка QuickBird, GoogleEarth, 2007)

Fig. 2. Morphology of the alluvial fans near Golem Gaber village: 1. drainage basin, 2. feeding channel, 3. incision channel, 4. intersection point, 5. lateral channels, 6. fan sides, 7. alluvial fan bottom

Дренажните басени (сливни подрачја) на плавините во долината на Радањска Река, се всечени (изградени) во ридот Тикен Баир. Тие освен по малата површина, се одликуваат со издолжен елипсест или лепезест изглед и со многу силна еродираност. Главно се оголени и зафатени со интензивни процеси на површинска и длабинска ерозија,

со бројни: бразди, вододерини, долчиња, помали лизгалишта. На некои места, теренот наликува на типичен бедленд. Како последица на силните ерозивни процеси во еоцените седименти и микашистите, се јавува огромна продукција на наносен материјал кој се создава при посилни (поројни) врнежи. Дел од овој материјал, се транспортира кон транзитната зона и доводното корито или каналот на хранење.

Доводното корито или канал на хранење, всушност е коритото на водотекот (поројот) од највисок ред, преку кој се транспортира најголемо количество на еродирани материјал од сливот, кон врвот на плавината. Тој се наоѓа во т.н. транзитна зона (Блинков, 2001, Трендафилов, 2003), помеѓу горниот тек на поројот и самата плавина. Во истражуваниот простор, сите плавини немаат типичен канал на хранење. Тој е јасно развиен само кај поголемите и постари плавини, односно кај плавините со поголем слив. Всушност, генерално, колку е поголем и подолг сливот, толку е поизразен и подолг доводниот канал. Најголем доведен канал имаат: плавината помеѓу двете каскади кај с. Габер (сл. 2), плавината на Оџалиски порој и големата плавина на Радањска Река (Кури Дера) кај с. Оџалија. Кај споменатите плавини, низ доводниот канал не можел да се пренесе целокупниот нанос, поради што истиот го заполнувал долињското дно на поројот во правец на плавината. Од тие причини, некаде е сосема тешко да се разграничи каде завршува доводното корито и почнува плавината.



Сл. 3. Асиметрична плавина кај с. Оџалија. Фото: Милевски, 2007
Fig. 3. Asymmetrical fan near v. Odzalija. Photo: Milevski, 2007

Плавините, во морфолошка смисла, започнуваат од врвот (апексот), која е нивна највисока точка. Од тука, кон подножјето или основата, се шири плавинската лепеза и тоа радијално под различни агли. Кај плавини кои можат „слободно“ странично да се развиваат, лепезата се шири под агол и до 180° , а кај оние кои се ограничени со други плавини или ридски страни, лепезите се шират под мал агол (45° - 60°). Затоа плавинските лепези имаат различна форма: некои се широки, симетрични, а други се издолжени, тесни и асиметрични.

Следна значајна карактеристика е надолжниот профил на плавините. Со нашите ГПС мерења е утврдено дека истиот генерално е конкавен, со најголем пад под врвот, кој постепено се намалува кон подножјето. Изразеноста на конкавноста на профилот е во врска со големината на плавината и на дренажниот басен, потоа со иницијалниот наклон на доводниот канал и со големината на наносниот материјал. Кај поголемите плавини кои се шират преку долињското дно и плавини со покрупен, хетероген материјал, профилот е поконкавен. Помалите плавини и плавините со изградени од поситен, похомоген материјал имаат мала конкавност на надолжниот профил.



Сл. 4. Всекувачкиот канал на врвот од плавината спроти селото Голем Габер. Фото: Милевски, 2007

Fig. 4. Incision channel in the fan apex near v. Golem Gaber.

Photo: Milevski, 2007

Претходно е спомнато дека наносниот материјал од дренажниот басен до врвот на плавините се транспортира низ доводното корито или каналот на хранење. Тоа е всушност дел од коритото на поројниот водотек каде е изразен транспорт а наместа и значителна акумулација на наносот. Од врвот на плавината до нејзиниот средишен дел, коритата на поројните водотеци се всечени во самата плавина и обично имаат длабочина околу 0,3 m до 1 m. Овој сектор од коритото (кој се нарекува и всекувачки канал) е релативно стабилен, централно поставен и слабо се поместува странично, бидејќи е морфолошки фиксиран од тесните долински страни при врвот на плавините (сл. 4). Со намалување на надолжниот пад (во понискиот дел на плавините), на одредено место (т.н. точка на раздвојување), од главното корито се одвојуваат повеќе мали споредни корита (дистрибутивни канали). Тие периклинално се спуштаат кон подножјето на плавините. Значењето на овие корита е во тоа што за време на силни врнежи низ нив се транспортира големо количество нанос кон подножјето, со што плавините постепено лачно „нараснуваат“ во еден или друг правец. Инаку според нашите анализи, „точката на раздвојување“ не е статична, туку се поместува по плавината во зависност од нејзината морфологија и од силината на поројниот тек. Колку е посилен поројот, ова место каде се раздвојуваат споредните канали е пониско, бидејќи подолго се задржува првобитниот правец на матицата. Освен низводно, точката на раздвојување се поместува странично по плавините, кон зоните каде е пониска плавинската лепеза. Затоа, кај самото подножје, може да се констатираат мали „секундарни“ плавини.

Овде треба да се напомене дека подножјата на некои плавини се пресечени од Радањска Река, бидејќи интензивното пополнување на нејзиното долинско дно, условува сè поизразено меандрирање.

Покрај наведените позначајни морфолошки елементи, кај плавините во долината на Радањска река се утврдени помали форми како: мали странични бразди и долчиња, мали лизгалишта и урниси и др.

Наносниот материјал во плавините, главно се состои од парчиња и блокови на карпи, претежно микашисти, гнајсеви и еоцени седименти, кои се еродирани од десната (источната) долинска страна на Радањска Река (т.е. од ридот Тикен Баир). Овој материјал е слабо обработен, груб, што покажува дека поминал краток пат од местото на настанување до местото на акумулација (за разлика од типичните речни плавини каде материјалот е заоблен и пофин). Механичкиот (гранулометриски) состав на материјалот е хетероген, не само помеѓу плавините туку и во рамките на иста плавина. Констатирано е дека генерално, помалите плавини имаат поситен материјал во однос на поголемите, бидејќи мала е и транспортната сила на поројните водотеци кои го донеле тој материјал. Покрај тоа, големината на материјалот зависи

и од видот на карпите од кои е настанат. Најкрупни парчиња и блокови се еродирани од гнајсевите, поситен материјал е од микашистите, а најситен од еоцените седименти (сл. 3).

Кај една иста плавина, промените во големината на материјалот, од покрупен кон поситен, се забележуваат: од врвот кон подножјето, од централниот дел кон периферијата и од подлабоките слоеви кон површината (во профил). Сепак, таа промена во големината на материјалот не е јасно воочлива кај сите плавини, особено не кај поголемите. Всушност, кај поголемите плавини, крупни блокови може да се забележат на целата површина, а често дури се поистакнати во подножјето (сл. 4). Тоа е поради нееднаквиот интензитет на пороите, така што при силни порои, покрупниот материјал се транспортира подалеку. Од друга страна, кон периферијата и подножјето е засилено плакнењето и однесувањето на ситниот материјал (песок, чакал) во главниот водотек, при што се „истакнуваат“ покрупните блокови. Зголемувањето пак на материјалот од длабочината кон површината, укажува на рецентно засилување на ерозивниот интензитет.



Сл. 5. Голема плавина во долината на Радањска Река кај с. Оџалија.

Фото: *Милевски, 2007*

Fig. 5. Large fan in Radanjska valley near v. Odzalija.

Photo: *Milevski, 2007*

Генеза и еволуција на плавините

Плавините во сливот на Радањска Река се изградени од кратките но силни поројни водотеци кои се спуштаат по десната долинска страна и се последица на многу интензивните (екцесивни) ерозивни процеси во нивните сливни подрачја. Всушност, според нашите досегашни согледувања, десната (источна) страна сливот на Радањска Река, е меѓу најерозивните подрачја во Република Македонија. На одредени места е проценета средногодишна продукција на еродиран нанос од преку $3000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$, што е навистина голем износ. За силината на ерозијата и за енергијата на пороите укажуваат крупните одкршени блокови со големина до 1m^3 , натрупани во плавините и во нивниот канал на хранење. Ваквите претерани ерозивни процеси, се директен резултат на антропогеното уништување на природната вегетација, особено шумите (главно заради сточарството по кое е познато ова подрачје).



Сл. 6. Големата наносна рамнина на Радањска Река, со плавините од десната долинска страна. Фото: Милевски, 2007

Fig. 6. Large deposit flat of Radanjska River, with alluvial fans on right side.
Photo: Milevski, 2007

Од тука, може да се констатира дека плавините имаат ретен карактер и започнале да се формираат со населувањето на овој простор. Како се забрзувало проретчувањето на шумите, така се зголе-

мувала ерозивноста, а нормалните водотеци станале поројни. Од друга страна се мошне поволните природни услови како: еродибилен геолошки состав, наклоните и особено експозициите на релјефот, климата (режимот на врнежи) и др.

Точнатата временска рамка кога започнале да се формираат плавините, тешко може да се одреди. Според нашите согледувања, процесот се интензивирал по XV-тиот век, во периодот на најизразеното уништување на шумите на овие простори. Секако, сите плавини не почнале да се изградуваат едновременно. Најстари се оние формирани од поголемите поројни водотеци, а има и такви кои почнале да се изградуваат во блиско минато. Во секој случај, во почетниот стадиум плавините биле мали, бидејќи Радањска Река можела да го прифати речиси целокупниот наносен материјал од пороите. Со засилување на ерозивноста, апсорпциониот капацитет на главниот водотек се намалувал. Како последица, плавините нараснувале, потиснувајќи го коритото на Радањска Река во спротивен правец (кон запад). Со тоа се создавале услови за продолжување и интензивирање на процесот.

Од теренските анализи произлегува дека истражуваните плавини не се места со апсолутна акумулација. Имено, освен што генерално нараснувале, очигледно дека имало и многу силни поројни појави, кога се однесувал дел од нивниот материјал од површината и од подножјето. Тој материјал, заедно со наносот кој се транспортирал преку плавините, се натрупувал по долинското дно на Радањска Река, особено до првата антиерозивна каскада. Така е формирана моќна наносна рамнина, долга 4 km, широка 50-100 m и дебела 5-10 m (сл. 5). При константни услови, во иднина може да се очекува натамошно пополнување на наносната рамнина и издигање на коритото на Радањска Река. Со издигањето и зарамнувањето на долинското дно, Радањска Река се повеќе меандрира и ги потсекува плавините. Поради тоа и поради морфолошката ограниченост со долинските страни, плавините ќе стагнираат или ќе ги намалуваат своите димензии, особено височината. Ваквиот процес ќе продолжи сè додека не се промени режимот на нанос, т.е. додека не се преземат мерки за намалување на ерозивноста.

Заклучок

Како последица на многу силните, екцесивни ерозивни процеси во сливот на Радањска Река, на нејзините долински страни се создадени триесетина типични, мали рецентни плавини. Поради положбата, истите може да се издвојат како **долински плавини**. Без оглед на малите димензии, тие морфолошки се многу интересни и разновидни, што пак укажува на бројните фактори кои влијаеле врз нивната генеза и еволуција. Инаку, поради извонредно големата продук-

ција на еродиран нанос, плавините имаат значителна површина во однос на површината на нивните сливни подрачја. Затоа повеќето плавини се сраснати и градат поголем плавински појас (бајада). Всушност, целото долинско дно на Радањска Река, од 549 m н.в. до највисоката каскада кај с. Голем Габер на 410 m н.в. е заполнето со големо количество наносен материјал од околу 5-6 милиони m³ и наликува на една огромна плавина.

Плавините во долината на Радањска Река се активни и денес, а долинското дно и понатаму за време на поројни врнежи се заполнува со големо количество на нанос. Ваквиот процес ќе продолжи сè додека не се превземат комплексни мерки за смирување на ерозијата. Инаку во минатото (втората половина на XX-ти век), се преземани некои антиерозивни градежни и биотехнички мерки во овој дел од сливот. Меѓутоа поради парцијалниот карактер, истите не дале речиси никаков ефект. На крај може да се констатира дека на примерот на Радањска Река се гледа колку негативно може да биде влијанието на човекот врз природната средина.

Литература

- Арсовски М.** (1997): Тектоника на Македонија, РГФ, Штип
- Блинков И.** (2001): Заштита на земјиштето од ерозија, Скопје
- Blair, T.C., McPherson, J.G.** (1994): Alluvial fan processes and forms. In: A.D. Abrahams and A.J. Parsons (Editors), *Geomorphology of Desert Environments*. Chapman and Hall, London, pp. 354-402.
- Bull, W.B.** (1962): Relations of alluvial fan size and slope to drainage basin size and lithology in western Fresno County, CA, U.S. Geological Survey Professional Paper 450-B, 51-53.
- Bull, W.B.** (1964): Alluvial fans and near-surface subsidence in western Fresno County, CA, U.S. Geological Survey Professional Paper 437-A, 70 pp.
- Gavrilović S.** (1972): Inžinjering o bujičnim tokovima i eroziji, *Časopis "Izgradnja"*; Specijalno izdanje, Beograd
- Jeffrey L.G.** (2004): The Geomorphology and Morphometric Characteristics of Alluvial fans, Guadalupe Mountains National park, and Adjacent areas, West Texas and New Mexico. Master thesis.
- Klimaszewski M.** (1978): *Geomorfologia*, Warszawa
- Knighton D.** (1998): *Fluvial Forms and Processes-A New Perspective*. London
- Лазаревић Р.** (1975): Геоморфологија, Београд
- Лазаревски А.** (1993): Климата на Македонија, Скопје
- Манаковиќ Д.** (1968): Средно-Вардарско Езеро. Зборник од VIII Конгрес на географите од СФРЈ, Скопје стр. 155-164
- Oguchi T., Ohmori H.** (1994): Analysis among alluvial fan area, source basin area, basin slope, and sediment yield. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Band 38. Berlin-Stuttgart. pp. 405-420

Ракиќевиќ Т., Думуриќанов Н., Петковски П. (1976): Толкувач и карта за листот Штип. Изд. Сојузен Геолошки завод-Београд.

Трендафилов А. (2003): Ерозија и поројни водотеци-Ерозија. Шумарски факултет, Скопје

Harvey, A.M. (1997): The role of alluvial fans in arid zone fluvial systems. In: D.S.G. Thomas (Editor), *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Drylands*. John Wiley and Sons Limited, Chichester, pp. 231-259.

Шкоклевиќ Ж., Тодоровски Б. (1993): Интензивни врнежи во Република Македонија. Градежен факултет, Скопје

Zarn B., Davies T.R.H. (1994): The significance of processes on alluvial fans to hazard assessment. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Band 38. Berlin-Stuttgart. pp. 487-500

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ALLUVIAL FANS IN RADANJSKA RIVER CATCHMENT

Ivica MILEVSKI

Summary

Radanjska River (19 km) is short left tributary of Bregalnica (225 km), one of the longest rivers in Republic of Macedonia. In geomorphological view, most specific for Radanjska River is presence of excessive soil erosion processes in east part of its catchment. Such situation, is a consequence of erodible (soft) rock structure (mica-schists, gneisses and Eocene marine sediments), domination of high slopes, south-sided relief inclination, slight precipitations (500-600 mm) but with heavy rain occurrences, sparse vegetation cover, and especially of high human impact to the environment.

As a result of so strong erosion processes, east tributaries of Radanjska River have typical torrential character, with great erosion and transport energy during a storm. The torrents formed a 6 km long series of small alluvial fans along a Radanjska valley-side bottom. Researched alluvial fans represent accumulative fluvial-denudation landforms with conic-fan structure, formed on areas where torrents quickly pass from steep to flat terrain. From more than 30 registered alluvial fans, near 20 has area greater of 500 m², with largest up to 35000 m². Dimensions of the individual fans are from 30x30 m, to 240x230 m up to the fan apex. Most of the fans (from 550 m to 410 m a.s.l. altitude) are linked together in one longer belt ("bajada"), with volume of 3-5 millions m³ deposited material. This is indeed great volume, keep in mind a small catchment area (62.8 km²).

Aside of relatively small area, alluvial fans have interesting morphology with all structural morphologic elements: drainage basin, fan apex, fan area, incision channel, intersection point, distributive channels and fan bottom. Most of the "independent" fans are quite symmetrical, but those which coalesce together, have asymmetric profile, one side-dominated profile. However, there is proportional relation of fan area and fan slope with their drainage basins, coincide with well known Bull (1962, 1964) equation. Longitude profile of the fans is

generally concave, but depending of fan area and granulometry of deposited material.

All in all, alluvial fans in Radanjska River valley are typical, active, valley-side fans, forming with deposition of material from torrents.