

РЕКОНСТРУКЦИЈА ПОПЛАВНОГ ТАЛАСА НА ИЗВОРИШНОМ ДЕЛУ БАРАЈЕВСКЕ РЕКЕ ТОКОМ МАЈА 2014.

ВОЈИСЛАВ ЂЕКОВИЋ¹
АЛЕКСАНДАР АНЂЕЛКОВИЋ¹
ВЕЛИБОР СПАЛЕВИЋ²
СЛОБОДАН МИЛИВОЈЕВИЋ³

Извод: Поплаве су природне непогоде које се повремено јављају, кратко трају, а оста-
вљају за собом праву пустош и бројне негативне последице. Појава поплава спада у
теорију вероватноће и случајних процеса. Током маја 2014. године поплаве су захва-
тите широко подручје Србије, Босне и Херцеговине и Хрватске. Циклонска активност
потпомогнута олујним ветровима, створила је услове да се на овом подручју излила
огромна количина атмосферских падавина, у просеку од 150 до 250 mm. Период који
је претходио катастрофалним поплавама карактерисао се дуготрајним падавинама
слабијег интензитета, тако да је земљиште било у потпуности сатурирано водом. На
тако засићеном земљишту накнадне енормне падавине изазвале су нагло отицање и
концентрацију воде у водотоцима. Коинциденција појаве великих вода на свим сли-
вовима на ширем подручју била је врло изражена. У овом раду приказан је попла-
ни талас у изворишном делу Барајевске реке, на издвојеном малом делу слива. Циљ
истраживања био је да се на малом делу слива покаже интензитет поплаве и њена
рушилачка снага.

Кључне речи: бујичне поплаве, мали сливови, протицај воде, пронос наноса.

RECONSTRUCTION OF THE FLOOD WAVE IN THE SOURCE AREA OF THE BARAJEVSKA RIVER IN MAY 2014

Abstract: Floods are occasional natural disasters that do not last long but wreak havoc and
have many negative consequences. The occurrence of floods is a stochastic process that
belongs to the probability theory. In May 2014, floods have affected a wide area of Serbia,
Bosnia and Herzegovina, and Croatia. Cyclonic activity, aided by stormy winds, gave rise
to an enormous amount of precipitation (150-250 mm on average) in this region. These
catastrophic floods were preceded by continuous but low-intensity rainfall which completely
saturated the soil with water. The excessive subsequent rainfall that fell over the saturated
ground caused rapid runoff and the concentration of water in the streams. The concurrence
of high waters in all catchments in the wider area was significant. This paper presents
the flood wave in the source area of the Barajevska river, on a small selected part of the
catchment. The aim of this research was to show the intensity of flooding and its destructive
power on a small part of the drainage basin.

Keywords: torrential flooding, small drainage basins, water discharge, sediment transport.

- 1 др Војислав Ђековић, ред. проф.; Александар Анђелковић, дипл.инж., студент докторских студија., Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд
- 2 др Велибор Спалевић., Универзитет у Подгорици Биотехнички факултет, Подгорица, Република Црна Гора
- 3 др Слободан Миливојевић, The Institute of Shipping, Navigation and Hazardous Materials, Zemun

1. УВОД

Поплаве у Србији у мају 2014. године, догодиле су се након тродневних обилних падавина и снажне циклонске активности која је захватила централни део Балканског полуострва. Падавине су од 13. до 15. маја 2014. године захватиле цео Балкан. На мањим водотоцима у сливу реке Колубаре шпиц поплавног таласа био је од 14. До 16. маја, а од тог датума поплавни талас је почео лагано да опада (Ђековић, V. *et al.*, 2013/a).

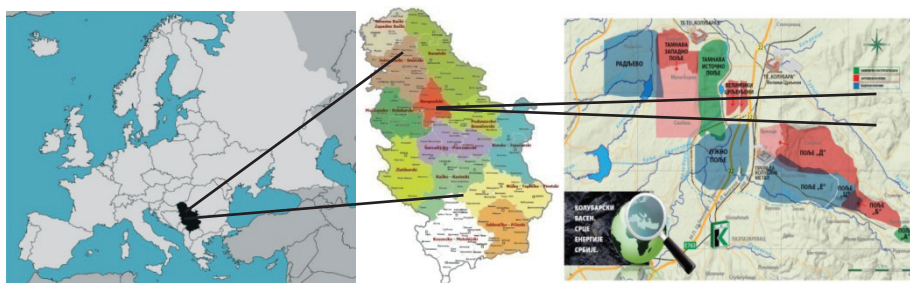


Слика 1. Сателитски снимак циклонске активности на Балкану

Извор: www.google.com)

Figure 1. Satellite image of the cyclone activity in the Balkans (source: www.google.com)

Циклон, назван „Тамара”, захватио је огромно подручје средње и југоисточне Европе, почео је да се формира 12. маја 2014, а од 13. маја 2014. испољио је најјачу активност. Простирао се на великој хоризонталној површини, вертикалне дебљине до 100 *km* кроз целу тропосферу. Засићеност влагом ваздушне масе била је око 100%, а влажност се повећавала захваљујући топлом ваздуху са југа и истока (<http://www.ubm.ro/CJEES/viewTopic>). У прилог развоју оваквог поља ниског притиска погодовала је и физичко-географска специфичност Балканског полуострва, састав вегетације, њена очуваност и начин коришћења земљишта (Крстић, М. *et al.*, 2013). Центар циклоналног поља био је над Србијом и Босном и Херцеговином, где је, између 13. и 15. маја 2014. године, излучена велика количина падавина, највећа икада забележена од када се воде метеоролошка осматрања (РХМЗ- Србије, 2014).



Слика 2. Прегледна карта угроженог подручја у сливу Барајевске реке
(извор: оригинал)

Figure 2. Overview map of the affected area in the drainage basin of the Barajevska river
(source: original)

На основу података мерења и прорачуна установљено је да је учесталост појаве падавина већег интензитета и вероватноћа појаве у границама приказаним у табели 2. Међутим, у овом периоду (13 – 14. маја) пало је више од 200 *mm*, што указује на непогоду ређе вероватноће појаве, статистички гледано једном у 10.000 година (Јовановић М., 2008). Непогода је изазвала огромна разарања и плавења, а имаће далекосежне последице на захваћени регион. Слабљење и нестанак циклona започето је током 16. маја (РХМЗ - Србије, 2014). Обреновац је био најтеже погођен поплавама, процењено је да је 90% насеља потопљено. Град и приградска насеља, од око 8.700 становника, су евакуисани. Поред Обреновца се налазе највеће термоелектране у Србији, Термоелектрана „Никола Тесла” А и Б, које дају скоро 50% електричне енергије у електроенергетски систем Србије. Међутим, оне су остала непотопљене захваљујући добрим и хитним интервенцијама. Термоелектрана Костолац, која даје 11% електричне енергије у електроенергетски систем Србије била је угрожена изливањем реке Млаве. Градски центри Ваљево, Љиг, Лазаревац, Обреновац, Смедерево, Параћин, Петровац на Млави, Свилајнац, Смедеревска Паланка, Прељина код Чачка, Крупањ и многа друга места, били су поплавлени малим водотоцима, са површином слива мањом од 1000 km^2 . У Крупњу су бујице уништиле десетине кућа, објекти су и даље угрожени клизиштима, а велике количине наноса које су бујице носиле са собом, затрпале су куће, улице, њиве, бунаре и остале објекте који су им се нашли на путу (Летић, Љ. *et al.*, 2008)

Поплавни талас на реци Сави код Шапца достигао је коту од 6,6 *m*, што је највиши ниво ове реке у том граду од када се води евиденција о водостају. У Срему су евакуисана села Јамена, Моровић и Вишњићево, дубина изливе-них вода на појединим местима била је преко 2,5 *m*.

У циљу сагледавања карактеристика и обима поплава, у раду су приказана мерења протицаја и одређивање вероватноће појаве великих вода у изворишном делу слива Барајевске реке (Ђековић В., 1997). Изворишни део слива има релативно малу и безначајну површину слива, укупне површине 1,62 km^2 . Слив је пошумљен шумом доброг склопа и покривности, са моћним педолошким слојем земљишта добре структуре и доброг воднова-

здушног режима. Под шумом се налази укупно 83,1% од укупне површине слива. Под утринама, виноградима и окућницама налази се 16,9% површине слива.



Слика 3. Призор из Крупња након бујичних поплава
(извор: www.google.com)

Figure 3. A scene from Krupanj after the torrential floods
(source: www.google.com)



Слика 4. Деоница корита на којем су вршена истраживања
(фото: В. Ђековић)

Figure 4. The section of the riverbed where the research was done
(photo V. Đeković)

Период који је претходио циклонској активности обележен је сталним падавинама слабијег интензитета, тако да је земљиште у потпуности било засићено водом, а падавине које су пале током 14-16. маја 2014 на слив ($H > 200 \text{ mm}$), у потпуности су отекле и изазвале нагло површинско и подповршинско отицање, са концентрацијом воде у главном водотоку (Летић Љ. *et al.*, 2014). Из слива и шумског земљишта у профил корита дотицале су чисте и бистре воде. На слици 3. уочава се да се са десне долирске стране у профил корита сливају бистре воде, што указује да су шума и шумско земљиште одиграли заштитну антиерозиону функцију, али не и функцију задржавања и ретардације падавина јаког интензитета (Анђелковић, А. *et al.*, 2013). Дубина воде у профилу потока на многим местима прелазила је 2 m, а ширина протицајног профила преко 5 m. У току трајања поплавног таласа на терену су регистровани трагови великих вода и извршена су мерења површинске брзине тока помоћу пловка. После проласка поплавног таласа извршена су накнадна геодетска снимања протицајних профила, уздужног профила и оцена коефицијента рапавости по контури оквашеног обима, у циљу одређивања укупног протицаја воде у поплавном таласу, и његовог расплињавања и повећавања у низводном делу слива (Ђековић, В., *et al.*, 2013/a).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За истраживање утицаја циклонске активности, у периоду од 15. до 16. маја 2014, на појаву обилних падавина које су изазвале поплаве широких размера на територији Србије, коришћена је методологија експерименталних сливова (Ђековић, В. *et al.*, 2013/a). На овим сливовима регистровани су екстремни протицаји на малом ограниченом простору и извршена оцена утицаја на појаву поплава у низводном делу водотока, као и њихова имплементација на појаву глобалних поплава у Србији. Као материјал за писање овог рада послужили су подаци теренских истражних радова аутора у изворишном делу слива Барајевске реке.

За писање овог рада аутори су поставили себи задатак, да се дефинише количина воде у профилу водотока у периоду трајања екстремних падавина. Примењена је метода теренских истражних радова и мерења у току трајања поводња и накнадно геодетско снимање трасе и профила корита водотока, и накнадно је извршена калкулација или прорачун меродавних великих вода.

Експериментално истраживање на водотоку и у сливу Барајевске реке подељено је у две фазе:

- директно мерење површинских брзина у периоду трајања поводња, на експерименталној деоници, од профила до профила и сумарно, на целој деоници водотока;
- лоцирање мерних профила;
- теренско рекогносцирање слива, одређивање услова за појаву површинских ерозионих процеса.

За даљу анализу, улазне податке чине резултати директног мерења тра-

гова поплавног таласа и морфологије протицајних профила у зони трагова великих вода, као и оцена утицаја коефицијента отпора речног корита на редукцију брзина и спречавање флувијалних ерозионих процеса.

У раду су приказани резултати реконструкције поплавног таласа који се појавио у изворишном делу слива као резултат циклонске активности и појаве падавина великог интензитета у периоду од 14 до 16. маја 2014. године.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

За прорачун појаве великих вода коришћене су максималне дневне кише вероватноће појаве $H_g(p)$, одређене на основу теоријске расподеле вероватноћа Log-pirson-III која је прилагођена емпиријској расподели одређеног низа година, максималних дневних сума киша за приказане падавинске станице (табела 3). У табели 1 приказан је преглед разматраних падавинских станица са бројем осматрених максималних падавина које су коришћене за одређивање вероватноће појаве екстремних падавина (табела 3).

Табела 1. Приказ броја мерених података максималних дневних падавина на метеоролошким станицама у околини Београда (извор: оригинал)

Table 1. Overview of a number of measured data of the maximum daily precipitation at the meteorological stations in the vicinity of Belgrade (source, original)

N ^o	Метеоролошка станица	Географске карактеристике		Надморска висина	Број осматрених података	Усвојени период рада станице
		Ширина	Дужина			
1	Авала Шумска управа	44,42	20,31	290	42	1953
2	Барајево	44,36	20,27	270	32	1963
3	Врчин	44,39	20,25	250	38	1958
4	Јајинци	44,44	20,29	175	43	1952
5	Раља	44,34	20,34	230	45	1945
6	Вождовац	44,34	20,24	150	36	1954
7	Вранић	44,36	20,22	230	35	1955

У периоду од 14 до 16. маја пало је готово дупло више падавина него што је прорачуната вредност за падавине (0,01%). Током 15. маја пало је дупло више падавина него у остала два дана трајања циклонске активности (табела 2). Највећа регистрована количина падавина пала је 15. маја у Степојевцу ($H_d=185,1$ mm). На основу теорије вероватноће, меродавне рачунске кише за прорачун великих вода за анализирани профил водотока Барајевске реке (табела 3), износиле су за вероватноћу појаве 0,01% ($H_d=194$ mm). Према томе, укупна количина падавина која је пала на околно подручје слива Барајевске реке (табела 2) износила је много више него што су падавине појаве $P=0.01\%$ (од 176.4 mm, на Цераку, до 293.5 mm, у Степојевцу).

Табела 2. Подаци о падавинама у непосредној близини сливова Барајевске реке (извор: PXM3 PC)

Table 2. Data on rainfall in the immediate vicinity of the Barajevska River basin (source: RHMZ. RS)

N ^o	Подручје ГМС	Назив Станице	Подаци о падавинама за три дана у (mm)			
			14.5.2014	15.5.2014	16.5.2014	Укупно за три дана
1.	Београд	Пиносава	16.20	129.00	72.20	217.20
2.	Београд	Макиш	31.1	100.80	46.20	178.10
3.	Београд	Јаинци	21.20	148.20	48.20	217.60
4.	Београд	Церак	25.20	104.00	47.20	176.40
5.	Ваљево	Степојевац	23.60	185.10	84.80	293.50
6.	Ваљево	Уб	61.20	114.8	51.20	227.20
7.	Ваљево	Љиг	31.00	125.00	73.50	229.50

Параметри теоријске расподеле кише јаког интензитета, пре задњих максималних падавина у мају 2014. године, max. дневних сума, Log-pirson-III, као и резултати прорачуна приказани су у табели 3.

Табела 3. Меровдне рачунске кише за прорачун великих вода за анализирани профил водотока Барајевске реке (извор: оригинал)

Table 3. Applicable rainfall for the computation of the high waters for the studied profile of the Barajevska River

МЕРОДАННЕ РАЧУНСКЕ КИШЕ ЗА ПРОРАЧУН ВЕЛИКИХ ВОДА			
N ^o	Вероватноћа (%)	Повратни период	H _d (p)
1.	0,01	10 000	194,00 (mm)
2.	0,1	1000	137,00 (mm)
3.	1	100	93,80 (mm)
4.	2	50	82,00 (mm)
Параметри расподеле: P=1,599 C=0,086 C=0,527			

3.1 Прорачун протицаја великих вода на основу комбиноване методе са траговима воде

Траг велике воде послужио је само да би се извршило калибрисање пропусне способности корита, а не у сврху осредњавања хидрауличких и морфолошких параметара протицајних профила на експерименталној деоници водотока. С обзиром на то да су отпори корита променљиви, а и геометрија протицајног профила, као и пад дна корита, најподеснији прорачуни за ову сврху су на основу диференцијалних једначина неједноликог течења. Протицај великих вода регистрован 15. маја 2014. године указује на изразито бујични режим водотока, са интензивним флувијалним ерозионим процесима.

Табела 4. Приказ површинских брзина тока и максималних тангентијалних напона по дну тока (извор: оригинал)

Table 4. Overview of the surface velocity of the flow and the maximum shear stress at the bottom of the flow (original source)

Профил	Стационажа	Максимална дубина тока	Средња површинска брзина тока	Максимални тангентијални напони под дну корита
N ⁰	km	m	m.s ⁻¹	kN/m ²
1	0+000	1,50	4,90	0,600
2	0+017.60	1,84	4,55	0,557
3	0+036.60	1,49	5.00	0,613

Одабрана деоница карактерише се уједначеним морфолошким елементима и уједначеним коефицијентом отпора. Коефицијент отпора је усвојен за главно корито $n = 0.028$, а за део корита ван основног корита или инундацију $n = 0.032$. Урађено је више варијанти прорачуна са различитим протицајима од ($Q_1=12.50 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, $Q_2=13.00 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, $Q_3=14.20 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ и $Q_4=15.00 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), са протицајем од $Q=15.00 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ добила се кота нивоа воде на профилима која је регистрована као траг велике воде у току 15. маја 2014. године, у 12 сати 44 минута (слика 4). На основу трагова великих вода установљено је да је протицај великих вода током мајских поплава износио $Q=15.00 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

Режим течења на експерименталној деоници је на граници мирног и силовитог. За хидрауличку анализу коришћена је диференцијална једначина неједноликог течења прилагођена компјутерском програму „HEC-RAS“. Димензије протицајних, (попречних) профила су неуједначене и променљиве, са неуједначеним коефицијентом рапавости дуж тока. Такође, дуж тока се јављају преломи у паду нивелете дна (Јовановић, М., 2008)

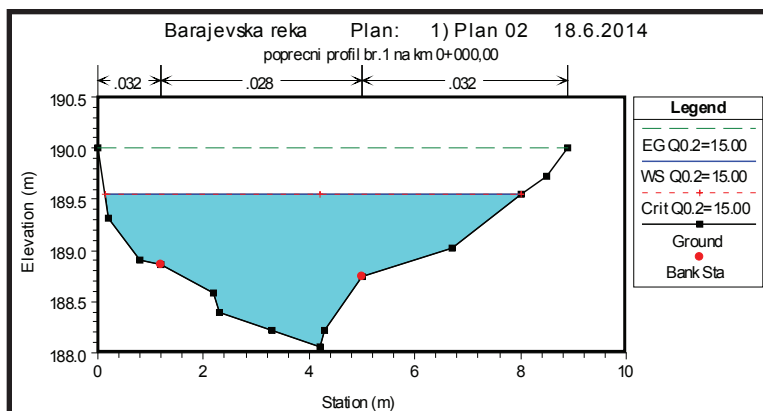
Основни параметри водотока у изворишном делу слива су: укупни средњи пад тока $I_t=5,6\%$. Пад тока на експерименталном подужном перофилу је $I_0=1.04\%$. Прорачуни су изведени на основу диференцијалне једначине неједноликог течења:

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{K^2} \cdot \Delta L + \frac{(V_u^2 - V_n^2)}{2g} \quad [1]$$

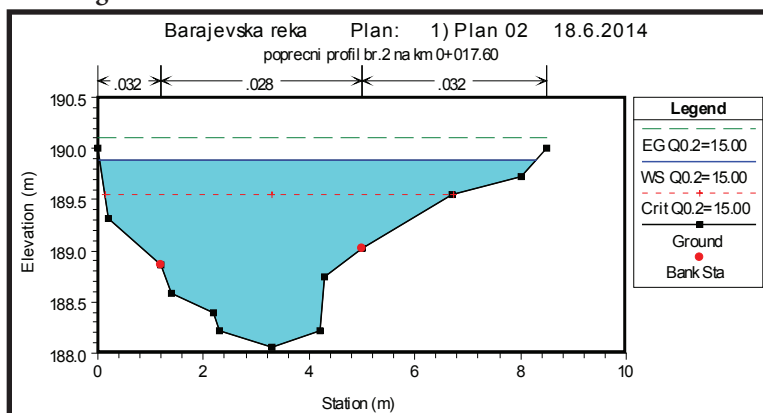
где су:

- ΔZ – денивелација нивоа воде на укупној деоници водотока од профила до профила;
- K – средња вредност модула протицаја;
- V_u^2 и V_n^2 – брзине протицаја на узводном и низводном профилу (од профила до профила).

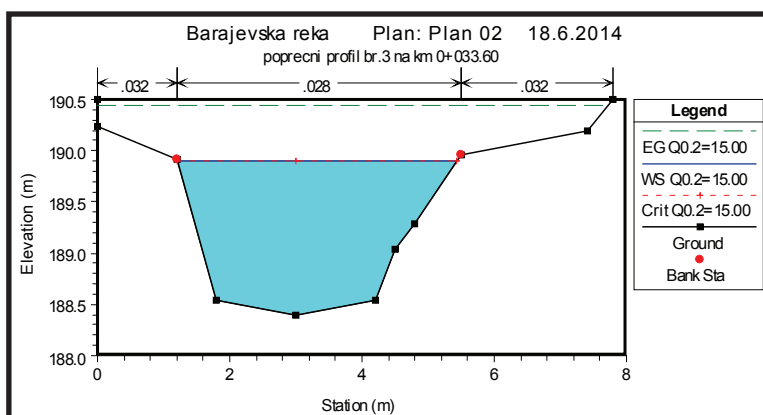
Хидрауличка анализа обухватила је локалну деоницу водотока у којој су прецизно регистровани трагови великих вода, уз примену програма „HEC-RAS“ извршено је тарирање пропусне способности корита до регистроване коте велике воде (слике 5, 6, 7).



Слика 5. Попречни профил бр. 1 са нивоом воде HEC-RAS
Figure 5. Cross section no. 1 with the water level HEC-RAS



Слика 6. Попречни профил бр. 2 са нивоом воде HEC-RAS
Figure 6. Cross section no. 2 with the water level HEC-RAS



Слика 7. Попречни профил бр. 3 са нивоом воде HEC-RAS
Figure 7. Cross section no. 3 with the water level HEC-RAS

Табла 5. Резултати прорачуна HEC-Ras План 01. Река. Барајевска површина слива $P=1,62 \text{ km}^2$ (извор: оригинал)

Table 5. Results of the calculation HEC-Ras Plan 01. Reka. Barajevska catchment area $P = 1.62 \text{ km}^2$ (source: original)

Sektor	Profili	Proticaj	Q total	Min Ch EI	W.S.Elev	Crit.W.S.	E.G.Elev	E.G.Slope	Vel Chnl	Flov Area	Top Widt	Fraud
			$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	m	m	m	m/m	m/s	m^2	m	
Deonica1	3	$Q_{0.1\%}$	15.00	99.44	100.94	100.94	101.50	0.007115	3.29	4.56	4.18	1.01
Deonica1	2	$Q_{0.1\%}$	15.00	99.09	100.59	100.59	101.04	0.004863	3.09	5.42	6.72	0.92
Deonica1	1	$Q_{0.1\%}$	15.00	98.71	100.14	100.14	100.63	0.005039	3.20	5.12	5.50	0.94

У табели 5 приказани су резултати прорачуна протицаја великих вода и осталих хидрауличких параметра на истраживаној деоници водотока. При меродавном протицају од $Q_{0.1\%}=15,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, коте трагова великих вода у току трајања поплава, у профилима се поклапају са регистрованим котама на терену. Брзина воде у речном кориту је у границама $V=3,09\text{-}3,29 \text{ m}^1 \cdot \text{s}^{-1}$.



Слика 8. Поплава у изворишном делу Барајевске реке
(фото: В. Ђековић)

Figure 8. Flooding in the source area of the Barajevska River (photo: V.Đeković)



Слика 9. Протицајни профил након проласка поплавног таласа
(фото: А. Анђелковић)

Figure 9. Stramflow profile after the flood wave (photo A. Anđelković)



Слика 10. Поглед низводно на деоницу водотока након престанка поводња
(фото: А. Анђелковић)

Figure 10. Downstream view of the section of the watercourse after the cessation of the flood (photo A. Anđelković)



Слика 11. Снимање протицајног профила водотока
(фото: В. Ђековић)

Figure 11. Survey of the streamflow profile of the watercourse (photo: V. Đeković)

4. ЗАКЉУЧЦИ

Издвојени изворишни део слива Барајевске реке представља у малом изглед и услове формирања поплавног таласа изазваног падавинама током 14 - 16. маја 2014. године. Површина слива на излазном мерном профилу водотока износи $P=1.62 \text{ km}^2$, и у тако релативно малом сливу дошло је до формирања поплавног таласа са протицајем од $Q=15.00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. С обзиром на то да су количине падавина током 14 – 16. маја 2014, према извештају РХМЗ Републике Србије, износиле знатно изнад 200 mm, а што прелази вредност вероватноће појаве 0,01%, за очекивати је било да ће се и протицаји у овом малом сливу понашати према унапред утврђеним критеријумима. Да би се дефинисала вероватноћа протицаја великих вода у поводњу насталом током 14 -16. маја 2014. године, извршена су мерења трагова великих вода на терену у току трајања поплавног таласа. Снимања су вршена након проласка поплавног таласа, геодетским иструментима (слика 11). Снимљена су три профила са уједначеним морфолошким карактеристикама и падом дна корита у правој деоници водотока (слике 9 и 10).

Током периода максималних протицаја извршена су мерења површинских брзина помоћу пловка и штоперице, на деоници дужине 36 m. Површинска брзина, мерена помоћу пловка, била је од $V=4,90\text{-}5,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Овако велика површинска брзина и тангентијални напони по дну тока условили су значајне

флувијалне ерозионе процесе у речном кориту. Максимална дубина тока по профилима кретала се: у профилу 1, $h_{max}=1,50\text{ m}$, у профилу 2, $h_{max}=1,84\text{ m}$, у профилу 3, $h_{max}=1,49\text{ m}$, истовремено тангентијални напон по дну корита кретао се у дијапазону од $\tau_0 = 0,557\text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$ до $\tau_0 = 0,316\text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$. Вучне силе тока (тангентијални напон) изазвале су флувијалне ерозионе процесе дна и обала речног корита, без обзира на присуство вегетације на обалама.

На основу једначине бр. 1, по којој је разрађен компјутерски програм за хидрауличке прорачуне (HEC-RAS), извршено је тарирање пропусне способности корита при задатим морфолошким параметрима и коефицијенту рапавости све док се није добила регистрована кота нивоа велике воде на терену у току поводња. С обзиром на то да су унапред дефинисане коте нивоа воде дуж водотока, линија енергије, попречни и подужни профил, анализом је добијен Фрудов број и брзина течења по профилима, као и многи други параметри на основу којих се могу извући закључци о стабилности протицајне профила водотока, режиму течења и степену вероватноће протицаја великих вода. У анализи је коришћена велика вода која је оставила траг на протицајном профиле након повлачења и престанка поплаве. Установљено је да се речним коритом кретало ($Q=15\text{ m}^3\cdot\text{sec}^{-1}$).

На основу спровдене анализе може се закључити да је протицај великих вода на издвојеној деоници Барајевске реке у периоду 15- 16. маја 2014. године био реда величина изнад 0,01%.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Нови биеколошки материјали за заштити земљишта и вода“ (ТП37002) и пројекта „Истраживање климатских промена на животној средину: израђење утицаја адаптација и ублажавање“ (III 43007) које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Анђелковић, А., Ђековић, В., Милошевић, Н., Керналис, Ј., Миливојевић, С. (2013): Анализа квалитета воде реке Раље. Часопис Шумарство бр:3-4 ДИТ. Србије стр.55-72 УДК 556.11+502.51:504.5(282 Раља)
- Анђелковић, А., Ђековић, В., Милошевић, Н. (2014): Контрола квалитета воде и муља Палићког језера. Шумарство 3-4. УШИТС. Београд. стр. 44-58
- Ђековић, В. (1997): Пројектовање у Бујичарству. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. Београд. стр. 1-264
- Đeković, V., Anđelković, A., Milošević, N., Gajić, G., Janić, M. (2013/a): Effect of reservoir on floodwave transformation, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, ISSN: 1842-4090 ISSN online:1844- 489X North University of Baia Mare, May 2013, Vol.8, No. 2, p.
- Đekovic, V., Letic, Lj., Milosevic, Gajić, G. Jenić, M., Nikolić, V., Grujović, D. (2013/b): Morphological development of regulated rivers, case study of the river Toplica. Technics Technologies Education Menagment. Vol. 8. No.3.

- Јовановић, М. (2008): Регулација река, Универзитет у Београду Грађевински факултет. Београд. стр. 1- 215
- Крстић, М., Бабић, В., Кањевац, Б. (2013): Прилог познавању климатско-вегетацијских карактеристика брдског подручја Србије. Шумарство 3-4. УШИТС. Београд. стр.113-124
- Летић, Љ., Гајић, Г., Ђековић, В. (2008): Продукција и транспорт суспендованог наноса у сливу Гвоздачке реке на Гочу. Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бања Луци. Универзитет у Бањој Луци Шумарски факултет. Бања Лука. Република Српска. стр.25-38.
- Летић, Љ., Никић, З., Савић, Р., Николић, В. (2014): Утицај вегетационог покривача на ретенцију и отицање воде на подручју Фрушке горе. Шумарство 3-4. УШИТС. Београд. стр. 98 - 111
- РХМЗ Републике Србије (2014): Метеоролошки извештај и извештај о падавинама 107-112 <http://www.ubm.ro/CJEES/viewTopic.php?topicId=324>

RECONSTRUCTION OF THE FLOOD WAVE IN THE SOURCE AREA OF THE BARAJEVSKA RIVER IN MAY 2014

*Vojislav Đeković,
Aleksandar Anđelković,
Velibor Spalević,
Slobodan Milivojević*

Summary

This paper presents the research of high waters in the source area of the Barajevska river drainage basin during the cyclone "Tamara", from the 14th to the 16th of May 2014. The investigations included field work and measurements during the cyclone activity and after the cessation of rainfall and flood subsiding. Nearby weather stations provided data on the amount of rainfall that had led to the occurrence of large-scale flooding and created conditions for the concurrence of the high water mark in all watercourses - watercourses of different categories from streams that dry up in summer months to small and large rivers.

In order to get a deeper insight into the conditions that led to the formation of the flood wave, we made some field measurements, analyzed the topography of the catchment and studied the way surface runoff is formed from the catchment. We further studied the land use in the catchment and the role of vegetation in the prevention of precipitation concentration and formation of the surface runoff. It was found that even though it has the ability to concentrate along the lines of the greatest fall, water vapour did not cause the occurrence of pluvial erosion due to the presence of vegetation. The water course was fed by clear and clean water from the valleys.

The watercourse hydrometric measurements during the flooding included the measurements of the surface water velocity in the stream channel.

After the flood cessation, a detailed geodetic survey of the morphology of the streamflow profile was conducted in order to determine the probability of high water occurrence in the study period. After the preliminary field work was completed, computational programs were applied to determine the other hydraulic parameters of the watercourse during the floods and to define the maximum discharge of water in this flood wave.