

ОДБРАНА ОД ПОПЛАВА НА САВИ 2014 - ИСКУСТВА И ПЛАНОВИ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ

Марина Бабић Младеновић¹
Васиљка Коларов²
Владислава Бартош Дивац³

АПСТРАКТ: Иако није било штета, у мају 2014. године најопаснија ситуација била је на Сави. Због концентрације изузетно великих вода десних притока Саве у Босни и Херцеговини (нарочито реке Босне на којој је забележена незапамћена поплава), нивои воде код Сремске Митровице и Шапца су веома брзо достигли историјске максимуме, око 70 см више од претходних екстрема из 1974. и 1981. године. На великој дужини одбрамбене линије морале су да буду у кратком року организоване и примењене мере оперативне одбране од поплава, тамо где је било потребно, како би се спречило плављење великих приобалних површина и градова. У овом раду је дат осврт на генезу велике воде Саве и идентификовани проблеми у спровођењу одбране од поплава. Такође, дат је предлог даљег развоја система заштите од поплава на Сави, који осим реконструисаних насипа, мора обухватити нужне ретензије и битно побољшање заштите великих градова.

Кључне речи: Сава, велика вода 2014, одбрана од поплава

THE 2014 FLOOD DEFENCE ON THE SAVA RIVER - EXPERIENCES AND PLANS FOR SYSTEM UPGRADE

ABSTRACT: Even if there were no damages, the most critical situation in May 2014 was on the Sava River. Due to concentration of extremely high flows of the right Sava tributaries in Bosnia and Herzegovina (especially of the Bosna River, which caused unprecedented floods), water levels at Sremska Mitrovica and Šabac had rapidly reached historical maximums, about 70 cm higher than previous extremes in 1974 and 1981. In a short time active flood defence measures had to be organised and implemented at long stretch of flood defence line, where necessary, to prevent flooding of large areas and cities by the river. This paper gives an overview of the genesis of the Sava high water and identifies problems in flood defence. Also, it suggests further development of flood protection on the Sava River, which, besides the reconstruction of levees, has to encompass retention measures and a significant improvement of the large cities protection.

Keywords: the Sava River, 2014 floods, flood defence

¹ др Марина Бабић Младеновић, дипл. инж. грађ., Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Јарослава Черног 80, 11226 Београд, marina.babic-mladenovic@jcerni.co.rs

² мр Васиљка Коларов, дипл. инж. пољ., Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд

³ Владислава Бартош Дивац, дипл. инж. грађ., Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд

1 Увод

Сава је десна притока Дунава, најзначајнија по водности и друга по величини слива (96.000 km²). Србија је најнизводнија држава у сливу Саве који дели са Словенијом, Хрватском, Босном и Херцеговином, Црном Гором и Албанијом. Територији Србије припада око 17% укупне површине слива.

На средњем току кроз Хрватску и Босну и Херцеговину, у Саву се на десној обали улива више река бујичног карактера - Уна, Врбас, Укрина, Босна и Тиња. Свака од њих такође има по неколико планинских притока. Лево притоке на средњем делу слива потичу са брдовитих и равничарских предела Панонске низије. Ове реке обухватају много мањи део слива од десних притока Саве, услед чега слив има асиметричан облик.

На десној обали, на граници између Босне и Херцеговине и Србије, у Саву се улива Дрина, и одатле почиње доњи ток Саве. На дужини од 210 km кроз Србију, Сава има одлике типичне равничарске реке која се пружа кроз широку долину.

Историјат изградње система за заштиту од поплава дуж Саве врло је дуг и повезан са подизањем многих насеља и развојем пољопривреде. Реконструкцију насипа на тзв. „савски профил“, иницирале су тек веома тешке и скупе одбране из 1974. и 1981. године. Реконструисани насипи у зони успора акумулације ХЕ „Ђердап 1“ имају и баласт на брањеној страни. Међутим, реконструкција одбрамбене линије дуж Саве и притока у зони ушћа, ни до данас није завршена.

Систем за заштиту од поплава дуж српског сектора Саве није континуалан. Још увек постоје природне плавне зоне на потезу између Сремске Митровице и Купинова на левој обали, које могу прихватити и трансформисати део поплавног таласа. Такође, летњи насип на потезу Прово - Орлача, мора бити преливен при великим водама.

Насипи на левој обали Саве штите равничарско подручје Срема. Одбрамбена линија није континуална, а има три сектора. **Од ушћа Саве у Дунав до села Купиново** одбрамбена линија дужине 56 km је континуална и штити подручје Доњег Срема, односно око 13.000 ha пољопривредног земљишта, 1.300 ha урбаног подручја града Београда, као и више села. Густо насељено подручје Новог Београда штите кејски зидови и, на једној краћој деоници, насип. Ови објекти су делом нижи од планираног нивоа заштите, због урбанистичких захтева. Насип од Новог Београда до Прогара је углавном реконструисан (осим на 3,5 km код Прогара). На њему је лоцирано 7 црпних станица. Приобалне површине између **Купинова и Сремске Митровице** нису заштићене, осим два кратка потеза. Терен је низак, па велике воде плаве око 12.000 ha. На овом подручју се налази Специјални резерват природе „Обедска бара“ (код Купинова). **Од Сремске Митровице до границе са Хрватском** насипска линија дужине 70 km штити подручје Горњег Срема, односно око 48.000 ha плодног пољопривредног земљишта и шума, Сремску Митровицу и бројна мања насеља, саобраћајну инфраструктуру и индустријске објекте. Унутрашње воде из густе мреже одводних канала се одводе у Саву, гравитационо или преко црпних станица. Најзначајнији објекти су црпна станица и устава Босут, на ушћу ове реке. Сви насипи су реконструисани и обезбеђују задовољавајући степен сигурности.

Насипска линија на десној обали реке Саве такође има три специфичне деонице: **од ушћа Саве до Скеле** на km 55, одбрамбену линију прекидају бројне мање и веће притоке. Брањено подручје је стога подељено у неколико касета које штите савски насипи и успорни насипи дуж притока. Низводно од ушћа Колубаре штите се урбани и

приградски делови Београда, индустрија и друго. Кејски зидови и насипи у централној зони Београда не обезбеђују адекватан степен заштите јер су коте круне ниже од потребних, због урбанистичких разлога. Насипи узводно од ушћа Колубаре штите 12.000 ha пољопривредног земљишта, бројна насеља и део Обреновца, индустријске објекте и инфраструктуру, укључујући и виталне енергетске објекте ТЕНТ А. **Између Скеле и Шапца** изграђени су само кратки насипи ради заштите пољопривредног земљишта и мањих насеља. **Између Шапца и ушћа Дрине**, 70 km дуга и континуална одбрамбена линија штити подручје Мачве. Насип се наставља уз десну обалу Дрине до Бадовинаца. У заштићеном подручју је град Шабац и бројна мања насеља, 30.000 ha пољопривредног земљишта, индустријски и инфраструктурни објекти, као и системи за одводњавање. На овом потезу реконструисани су насипи под управом ЈВП „Воде Војводине“ (на водном подручју Срем, око 50% дужине насипа) док су радови у источној и западној зони Мачве (водно подручје Сава, у надлежности ЈВП „Србијаводе“) планирани или започети.

2 Хидролошки услови на Сави током априла и маја 2014. године

Велике падавине на подручју западне, централне и источне Босне и Херцеговине средином маја 2014. године довеле су до наглог пораста протока десних притока (Уне, Сане, Врбаса, Босне и Дрине), што је утицало на велике порасте Саве на делу тока кроз Босну и Херцеговину, Хрватску и Србију.

У периоду од 14. до 18. маја 2014. године на хидролошким станицама у Хрватској пораст водостаја Саве био је интензиван. За један дан, између 16. и 17. маја водостај је у Славонском Броду порастао за 2,60 m, а у Жупањи чак за 4 m, што није карактеристично за овај сектор Саве.

Од 17. до 20. маја 2014. године регистровани су највиши нивои у историји мерења на хидролошким станицама на средњем току (Славонски Кобаш, Славонски Брод, Славонски Шамац, Гребнице, Жупања и Јамена) и доњем току Саве (Сремска Митровица, Шабац). Апсолутни максимуми на овим станицама били су директна последица изузетно великог прилива од река Босне (4.200 m³/s), Врбаса (1.700 m³/s) и Дрине (4.000 m³/s).

Мерења која су изведена током таласа велике воде Саве у Хрватској и Србији су показала да су нивои, брзине тока и протоци били виши него икада раније. На хидролошкој станици Славонски Шамац у Хрватској, при водостају од 889 cm измерен је проток од 6.008 m³/s [1], што одговара 1000-годишњем протоку велике воде. Низводно од ушћа Дрине, врх таласа је забележен 17. маја, када је код Сремске Митровице измерен проток од 6.600 m³/s, што одговара 100-годишњем протоку. Притом је врх таласа велике воде већ био смањен услед пробоја насипа и изливања воде на делу тока Саве у Босни и Херцеговини и Хрватској.

Услови на доњем току Саве су били под утицајем нивоа Дунава, који није био висок. Наиме, 15. маја су отворена три преливна поља на ХЕ „Бердап 1“, те је наредних дана вршено пражњење воде из акумулације, како би се смањио ниво Дунава низводно од Београда. Од 19. маја је ниво на брани оборен на коту 63 m н. в., при протоку од 12.400 m³/s. Захваљујући овој мери, нивои Дунава и Саве у зони ушћа били су знатно нижи него у пролеће 2006. године.

3 Проблеми у Хрватској и Босни и Херцеговини током проласка поплавног таласа

Низијске ретензије у Хрватској, које иначе имају веома битну улогу у систему одбране од поплава на Средњој Сави, биле су активирание и примиле око $600 \times 10^6 \text{ m}^3$, што је око трећина њиховог капацитета. Њихов већи ангажман није био могућ јер се поплавни талас формирао низводно од њих.

У Хрватској је 17. маја, готово истовремено дошло до продора насипа код Рајевог Села и код Рачиновца [7], уз изливање савских вода у лево приобаље. На деоници код продора Рајево Село насип је реконструисан током 2010. и 2011. године, надвишењем постојећег трупа насипа. Насип у Рачиновцима је био стар, али је задовољавао висинске критеријуме, па није реконструисан. Место продора у Рајевом Селу налази се у кривини Саве, док је онај у Рачиновцима на правцу. На обе локације није било преливања насипа, иако се водостај приближио круни. Водостај при којем је дошло до пробоја био је 1 m виши од меродавног водостаја за пројектовање насипа.

Вода је продрла великом силином у приобално подручје и ширила се према северу и истоку, према спачванском шумском базену. Пробијена је друга линија обране, пут Жупања - Рајево Село - Гуња - Рачиновци. Вода је продирала кроз бројне пропусте и мостове на путу. У Спачванском базену било је акумулирано око $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ воде, искључиво као последица дотока савских вода.

Притисак велике воде Саве нису издржали ни деснообални насипи у Босни и Херцеговини па су због тога 17. и 18. маја поплављена подручја Очачке Посавине, Средње Посавине и Семберије. Процењено је да је поплављено 26.630 ha (Федерација БиХ 17.950 ha, Република Српска 7.205 ha и Брчко дистрикт 1.475 ha). Уколико се претпостави да је дубина воде у поплављеним подручјима била 1 m, запремина изливене воде је износила $266 \times 10^6 \text{ m}^3$ [2].

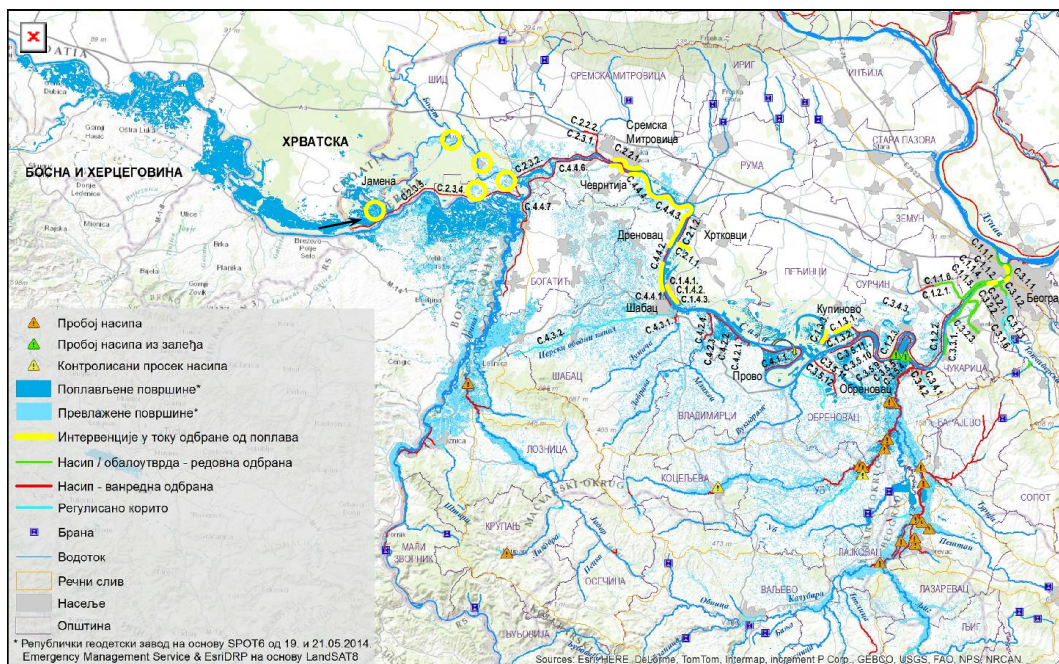
4 Одбрана од поплава на српском сектору Саве

Нагли пораст нивоа средином маја, довео је до проглашења мера ванредне одбране од поплава на свим објектима уз Саву, осим на најнизовнијим деоницама, где су на снази биле мере редовне одбране од поплава. Мере одбране су остале на снази и након проласка таласа великих вода, у циљу извођења радова на санацији објеката.

Нивои воде код Сремске Митровице и Шапца су веома брзо достигли историјске максимуме, око 70 cm више од претходних екстрема из 1974. и 1981. године. На великој дужини одбрамбене линије морале су да буду у кратком року организоване и примењене мере оперативне одбране од поплава, тамо где је било потребно, како би се спречило плавање великих приобалних површина и градова.

У тој тешкој ситуацији су постојале две олакшавајуће околности. Насипи дуж десне обале Саве у Босни, као и хрватски насип на левој обали, непосредно узводно од границе Србије су попустили. Изливањем вода у приобаље, снижен је пик поплавног таласа, а самим тим и нивои воде на српском сектору Саве. Такође, горњи део слива реке Дрине и слив Лима нису захватиле изузетне кише, тако да допринос овог слива великим водама Саве није био драматичан.

17. Savetovanje SDHI i SDH - Vršac, Srbija 2015. Conference SDHI and SDH - Vršac, Serbia 2015.



Слика 1. Локације на којима су вршене интервенције током одбране од поплава, поплавлјене и превлажене површине у сливу Саве [5]

Figure 1. Location of flood defence measures implementation, flooded and wet areas in the Sava River Basin [5]

На насипима на левој обали, који су углавном реконструисани и обезбеђују заштиту од 100-годишње велике воде ($6.500 \text{ m}^3/\text{s}$) нису забележени значајнији проблеми. Активности су, међутим, све до 29. маја биле усмерене на локализацију воде која је долазила из залеђа, после пробоја насила у Хрватској, и врло брзо поплавила село Јамена. Изграђени су ободни насипи око неколико насеља (Босут, Сремска Рача, Вишњићево и Моровић) и рађено је на ојачању пута Босут - Кузмин који је друга линија одбране пре Сремске Митровице. Када је ниво Саве на ушћу Босута довољно опао, започело је испуштање поплавних вода преко уставе и црпне станице Босут. Тек 11. јуна доток воде из Хрватске је престао.



Слика 2. Плављење западног Срема из залеђа (извор: Танјуг, airworx.rs)

Figure 2. Flooding of the west Srem area from hinterland (source: Tanjug, airworx.rs)

Како насипи на Сави нису континуални, већ су на потезу Купиново - Сремска Митровица задржане природне плавне зоне ради прихватања и делимичне трансформације поплавног таласа, села и пољопривредно земљиште на овом потезу били су поплавлени.

Реконструкција одбрамбене линије на десној обали није завршена, иако је започета још 1974. године [4]. Зато је у мају 2014. године само изузетним напорима спречено преливање или рушење на неколико деоница старог насипа у Мачви - непосредно узводно од Шапца и у зони ушћа Дрине. Одбрана од поплава је трајала 15 дана и у њој су учествовали, поред надлежних институција, војска и грађани.

На потезима са недовољном висином круне (на пример, од Чевртије до ц. с. „Каленића Ревеница“ ниво Саве је од 16.05. на већој дужини био око 0,7 m изнад коте круне насипа), преливање је спречено извођењем надвишења на круни насипа, висине 1 m, машинским путем, од материјала из брањене зоне [6]. Приликом извођења радова дошло је до деформације оштећених брањених косина и појаве локалних извора, те је затим рађено на заштити од процедурних вода - локалним каптирањем већих извора „бунарима“. На појединим деоницама надвишење насипа је формирано у виду вишередне депоније слојених џакова са песком. Због најављених киша, џакови су покривени фолијом. Када је уочено прогресивно проквашење и течење материјала по брањеној косини (што је указивало на опасност од клизања косине, деформације насипа или формирања привилегованих праваца и отвора на насипу), ради заштите насипа од деформације и лома извршено је ојачање ножице. Изведен је дренажни тепих (због већег броја расутих извора) висине и до 1 m, полагањем водопропусног геотекстила, разастирањем ситног шљунка у слоју до 30 cm и након тога камене ситнежи до 70 cm.



Слика 3. Надвишење насипа и каптирање извора (извор: ЈВП „Србијаводе“)
Figure 3. Levee heightening and underseepage relief well (source: PWMC “Srbijavode”)



Слика 4. Заштита ножице насипа (извор: ЈВП „Србијаводе“)
Figure 4. Levee foot protection (source: PWMC “Srbijavode”)

17. Savetovanje SDHI i SDH - Vršac, Srbija 2015. Conference SDHI and SDH - Vršac, Serbia 2015.

Посебно критично је било на деоници насипа између Дреновца и Шапца (дужине 1,7 km), где радови на реконструкцији насипа нису били завршени. Формиран је само екран насипа, тако да је насип био недовољне ширине у круни, без хумусног заштитног слоја, без баласта, са ископаним подужним ровом за рефулисани песак, без приступних путева на свакој касети за рефулисање, а нису били затворени делови насипа коришћени за рефулерни цевовод и одводњавање касета [6]. Претходно рефулисани материјал није био адекватно распоређен ни по висини ни по дужини насипа. На овом делу насипа постојала је веома велика опасност од продора воде кроз тело насипа, појаве процедних вода на брањеној страни, ерозије небрањене косине и продора кроз отворе који су санирани непосредно пре појаве великих вода.

Велика вода на Сави 2014. године је поново указала на проблем заштите градских центара, где кејски зидови због урбанистичких захтева обезбеђују нижи степен заштите него насипи који штите околна пољопривредна подручја. Такав случај се може наћи још само у Србији.



Слика 5. Заштита градова
Figure 5. Protection of cities

Треба истаћи да кејски зидови и насипи у централној зони Београда, која се планира за даљи урбани развој, не обезбеђују адекватан степен заштите. Београд у мају 2014. године није био угрожен, јер је велика вода на Сави наишла на релативно ниске нивое Дунава.

Витални електроенергетски објекти ТЕНТ А су били угрожени у мају 2014. године. У зони одбрамбеног зида уз Саву код ТЕНТ-а вода је продрла у црпну станицу али није дошло до преливања одбрамбене линије (слика 6, лево). Међутим, водама Колубаре поплављена је трафо станица Обреновац, која је лоцирана на нижем терену у залеђу термоелектране, па је њен рад обустављен.



Слика 6. Локација оштећења објеката у зони ТЕНТ и код Забрeжја (извор: UNITAR)
Figure 6. Location of structures damage near TENT and Zabrеžje (source: UNITAR)

Вода која се брањеним подручјем слила са слива Колубаре је 17. маја пробила одбрамбену линију на десној обали Саве код Забрежја на два локалитета (слика 6, десно). Први локалитет је одбрамбени зид Саве у Забрежју, где је дошло до испирања материјала испод армирано-бетонског зида и његовог слегања (слика 7, лево) на дужини од 60 m. Такође, на деоници Вић бара - Забрешке ливаде тело насипа, комплетно изграђено од песка (!), пробијено је на дужини од 200 m (слика 7, десно).



Слика 7. Слегао АБ зид и пробој насипа
Figure 7. Collapsed reinforced concrete wall and levee breach

5 Предлог развоја система заштите од поплава на Сави

Река Сава има велики слив, који се простире на територијама више држава, а поплавни таласи се претежно формирају ван наших граница. Веома је важно да се развија сарадња са земљама у сливовима прекограничних водотока, на билатералном и мултилатералном нивоу, како би се заједно планирале мере и радови за превенцију поплава.

Равничарска подручја дуж доњег тока Саве озбиљно може угрозити истовремена појава великих вода на Сави и Дунаву, што може довести до катастрофалних последица.

Све велике поплаве у прошлости су покретале нови циклус улагања у унапређење система заштите од поплава. На Сави је реконструкција иницирана изузетним великим водама, које су 1974. године угрозиле Мачву, а 1981. године сектор реке низводно од Шапца. Реконструкција је трајала годинама, зависно од могућности државе да средства усмери у овом правцу и још није завршена. Трошкови који су настали током одбране од поплаве у мају 2014. године, посебно на нереконструисаној деоници од Чевртије до Дреновца, оправдавају коначни завршетак ових радова.

Иако су насипи дуж Саве на подручју Србије у мају 2014. године успешно одолели таласу великих вода (чији је врх био нижи од очекиваног услед пробоја насипа у Хрватској и Босни и Херцеговини), током одбране су уложени велики напори на надвишењу и ојачању насипа. На основу искустава из ове поплаве могу се дефинисати приоритети за наредни период.

На слици 8 приказане су грубо процењене потенцијално плавне зоне у приобаљу Саве, за услове 1000 годишње велике воде. Да није смањен пик поплавног таласа узводно од Србије (мерени проток у Хрватској, непосредно пре пробоја насипа, имао је 1000-годишњи повратни период), нивои на српском сектору Саве би били знатно виши

и вероватно би дошло до преливања и рушења одбрамбене линије. Чињеница је да су током прошле и ове године оштећени насипи у Хрватској и БиХ знатно надвишени и ојачани, тако да би вероватно издржали сличан поплазни талас. То активности на територији Србије чини још ургентнијим.



Слика 8. Потенцијално поплавно подручје у приобаљу Саве [3]
Figure 8. Potentially flooded area by the Sava River [3]

Заштита савског приобаља и даље се мора ослањати на хидрограђевинске објекте, од чијег ће стања и функционалности зависити ефикасност заштите. Степен заштите који обезбеђују грађевински објекти једнак је повратном периоду велике воде, која је меродавна за димензионисање објекта. На Сави је као меродавна усвојена 100-годишња велика вода, уз надвишење, тако да насипи могу да прихвате и веће воде.

Међутим, у условима климатских промена и антропогених утицаја мењају се и услови настанка и карактеристике великих вода, па меродавни проток више није непроменљива категорија. Стога су за обезбеђење одговарајућег степена заштите потребне и допунске мере и радови (мобилни системи у градовима, реконструкција објеката).

Поред тога, треба формирати нужне ретензије на мање вредним подручјима (шумским и пољопривредним), ради редукације врхова поплавних таласа који се формирају на територијама узводних земаља. Погодно подручје за нужну ретензију на Сави је Горњи Срем (поплављен у мају 2014. године) са претежно шумским и пољопривредним земљиштем и неколико села, која би се заштитила локалним насипима.

Препоручује се да се градови преко 20.000 становника и значајне индустријске зоне штите сталним објектима до нивоа 100-годишње велике воде, али да се допунском (мобилном) заштитом обезбеде и од 500-годишње или 1000-годишње воде (за велике

градове као што су Сремска Митровица, Шабац и Београд). Такође, степен заштите електроенергетских постројења се мора подићи на ниво 500-годишње велике воде.

Изградња насипа и других објеката није довољан услов за успешну заштиту људи и добара. У складу са концептом одрживог развоја у области заштите од вода, у Србији се у будућности заштита поплавних подручја може постићи само адекватном комбинацијом инвестиционих (хидрограђевинских) радова и неинвестиционих радова и мера.

Може се закључити да је у нашим условима потребно 30 до 40 година да би се унапредио систем заштите од поплава. У међувремену може да дође до битних промена у њиховим сливовима, а очекује се да климатске промене доведу до погоршања режима великих вода. Стога је битно да све планиране мере и радови буду флексибилни и омогуће прилагођавање будућим условима, који се за сада тешко могу у потпуности сагледати.

Литература

1. Абдулај Р., Миковић Н., Оскоруш Д., Вујновић Т., (2014.), *Велике воде доњег тока ријеке Саве тијеком свибња 2014*, Хрватска водопривреда, Загреб, 207, 14-16.
2. ICPDR and ISRBC (2014), *Floods in May 2014 in the Sava River Basin, Brief overview of key events and lessons learned*, Ed. M. Babić Mladenović, International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, International Sava River Basin Commission, Zagreb.
3. ИЈЧ, (2006.), *Картирање плавних зона водотока у Србији*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.
4. ИЈЧ, (2014.), *Експертиза поплавног догађаја у 2014. години са концепцијом техничког решења хитних радова на заштити Мачве од великих вода Дрине*, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.
5. ИЈЧ, (2015.), *Експертиза поплавног догађаја на подручју Србије у 2014. години*, Институт за водопривреду "Јарослав Черни" АД, Београд.
6. ЈВП СВ, (2014.), *Извештај о спроведеним мерама у одбрани од поплава за подручје у надлежности ЈВП „Србијаводе“ на подручју Мачве*, ЈВП „Србијаводе“, Београд.
7. Кратофил Л., (2014.), *Свибањска поплава Жупањске посаvine*, Хрватска водопривреда, Загреб, 207, 17-28.