

KATASTROFALNA POPLAVA SAVE I POPLAVNI RIZICI

PRIPREMILI:
Neven Kuspilić, Dijana Oskoruš,
Tatjana Vujnović

Jednostavna istina – rijedak hidrološki događaj

Velike su količine kiše uzrokovale dosad najveće izmjerene protoke vode u donjoj Savi, pa bi čuđenje zašto je došlo do proboja savskih nasipa trebalo zamijeniti zahvalom što do popuštanja nasipa i drugdje nije došlo

1. Uvod

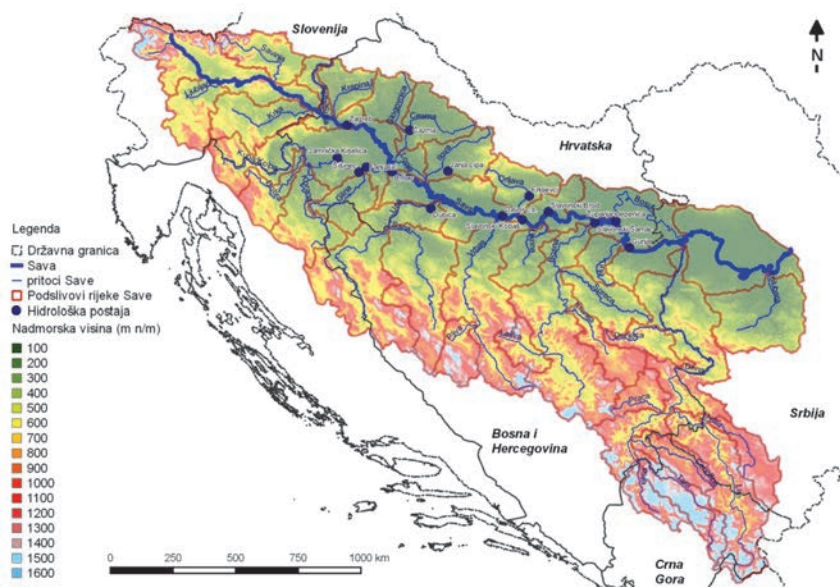
Tek što je prošlo prvih šest mjeseci ove godine, a već se može sa sigurnošću reći da će 2014. godina ostati zapamćena po katastrofalnim poplavama i velikim materijalnim štetama u slivu Save i njenih pritoka. Do sada je zabilježena zimska poplava u veljači i proljetna poplava u svibnju, obje izazvane ekstremnim vremenskim pojavama koje nisu bile uobičajene niti su do sada zabilježene na ovim područjima.

Recentne poplave u Slavoniji izazvale su i velik interes medija i javnosti. Traže se tumačenja, a i krivac za događanja. Traženje krivca kod svake tragedije ima

snažnu emotivnu komponentu, a time kojiput ulazi u kategoriju iracionalnosti. Pitanje je da li stvaran krivac postoji. Traži se i istina, a nju zaslužuju svi. A ona je, koliko god to zvučalo grubo, jednostavna. Desio se rijedak, neuobičajen hidrološki događaj pri kome su pale relativno velike količine kiše na saturirano tlo na području Bosne i Hercegovine. To je uzrokovalo pojavu do sada najvećih izmjerenih protoka vode u donjoj Savi, značajno većih nego se moglo očekivati. Čuđenje zašto je došlo do proboja savskih nasipa pri takvim uvjetima trebalo bi zamijeniti zahvalom da nije došlo do popuštanja nasipa i na drugim mjestima. Prema podacima s terena, vodo-

staji su bili toliki da su bile iscrpljene gotovo sve sigurnosne rezerve na koje se računa u inženjerskim proračunima. Dakle, radilo se o događaju katastrofalnih razmjera. Zašto smo ljudsku nemoć kod nekih drugih katastrofa spremniji prihvatiti nego kada se radi o poplavama? Možda ipak precjenjujemo vlastitu moć zavarani uspjesima svladavanja vode u nekim primjerima – velike akumulacije, veliki kanali i slično. A voda, kao i vatra, dobro služi, a loše gospodari. Nakon ovakvog događaja moramo si postaviti pitanje koliko smo sigurni od poplava i da li će se takav ili njemu sličan događaj ponoviti. Vjerojatno hoće! Da li će se stvarno desiti i kada, ne znamo. Logično se nameće pitanje što nam je činiti. Da li graditi više i pouzdanije nasipe i na taj se način pokušati zaštititi? Da li žrtvovati goleme površine da bi se izgradile retencije? Ili nešto treće? Mogući odgovor treba tražiti u stvarnoj primjeni Europske direktive o procjeni poplavnih rizika i upravljanju njima, koju je prihvatila i Republika Hrvatska. Ona polazi od osnovnog postulata da je poplava moguć događaj te da treba izraditi mjere kako bi se smanjile eventualne štete od njih. To ne znači napuštanje sadašnjeg sustava obrane, već prihvaćanje činjenice da postoji opasnost od poplave čiji uzrok može biti ili pojava ekstremnih hidroloških situacija ili otkazivanje elemenata sustava obrane; popuštanje nasipa i slično. A u Slavoniji se dogodilo oboje.

Postoji opasnost od poplave čiji uzrok može biti ekstremna hidrološka situacija ili otkazivanje elemenata sustava obrane, a u Slavoniji se dogodilo oboje



Slika 1. Slivno područje Save s analiziranim hidrološkim postajama na glavnom koritu te lijevim i desnim pritocima

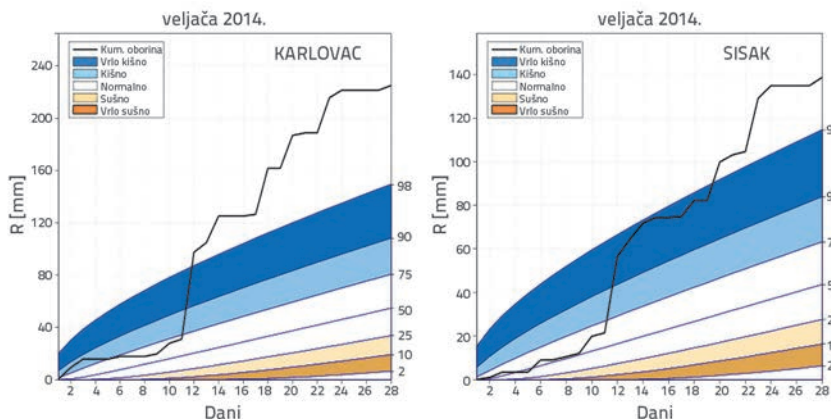
Ekstremne hidrološke situacije su možda i najopasniji uzroci pojave koje se ubrajaju u grupu prirodnih poplava kada obilne kiše i/ili topljenje snijega uzrokuju protoke koje vodotoci nisu u mogućnosti evakuirati. U istu se grupu ubrajaju i poplave uzrokovane pojavom leda na vodotocima koji zapriječi protočni profil, stvori uspor i uzvodno uzrokuje poplavljanje područja. Drugi uzrok izaziva takozvane umjetne poplave, nastale uslijed otkazivanja sustava za akumuliranje vode, otkazivanja sustava (ili njegovih dijelova) za obranu od poplava ili zbog neadekvatnih tehničkih rješenja odvodnje. Treba naglasiti da se, prema klimatskom scenariju o globalnom zatopljenju, mogu očekivati sve češći vremenski i klimatski ekstremi uključujući poplave, suše, jak vjetar, toplinske valove i druge ekstremne pojave. Stoga adaptaciju na očekivane klimatske promjene treba uzeti kao važnu odrednicu u donošenju planova razvoja društva, odnosno u ovome smislu trebamo biti spremni na izglednost pojave poplava u budućnosti.

Bez obzira na uzrok pojave, moramo biti svjesni činjenice da su poplave prirodni fenomen koji nije moguće spriječiti. Ma koliko siguran sustav za obranu od poplava imamo izgrađen, uvijek će postojati vjerojatnost njene pojave. Međutim, moguće je smanjiti rizik od štetnih posljedica povezanih s poplavama. Da bi se postigao efekt smanjenja šteta od posljedica poplava, potrebno je načiniti niz vrlo složenih i vremenski zahtjevnih aktivnosti na upravljanju poplavnim rizicima.

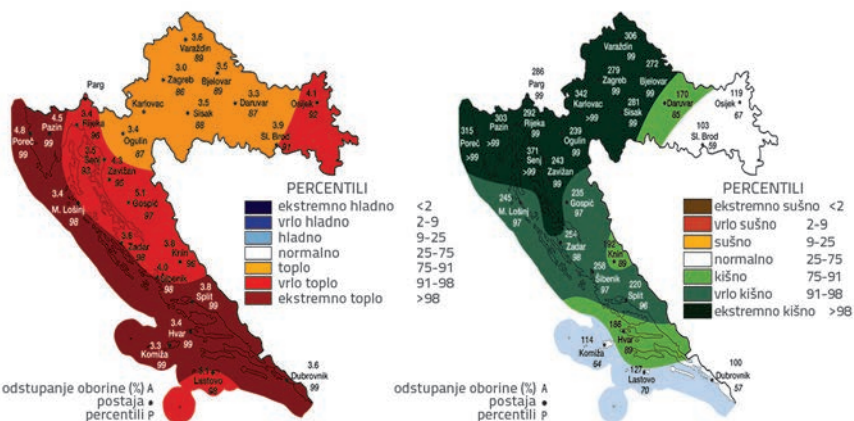
2. Recentne poplave u Republici Hrvatskoj

U ovome će se poglavlju dati prikaz klimatoloških i hidroloških okolnosti u kojima su se dogodile poplave na početku 2014. godine.

Već početkom godine, u veljači, dogodila se prva poplava u slivu Kupe, Odre i Save na potezu Velika Gorica – Sisak – Petrinja. Nakon relativno tople zime bez snijega, dogodila se ekstremna snježna epizoda početkom veljače, popraćena ledenom kišom, nakon čega je došlo do



Slika 2. Količina oborine za veljaču 2014.: a) u Karlovcu; b) u Sisku



Slika 3. Odstupanje: a) srednje temperature zraka za veljaču 2014.; b) količine oborine za veljaču 2014.

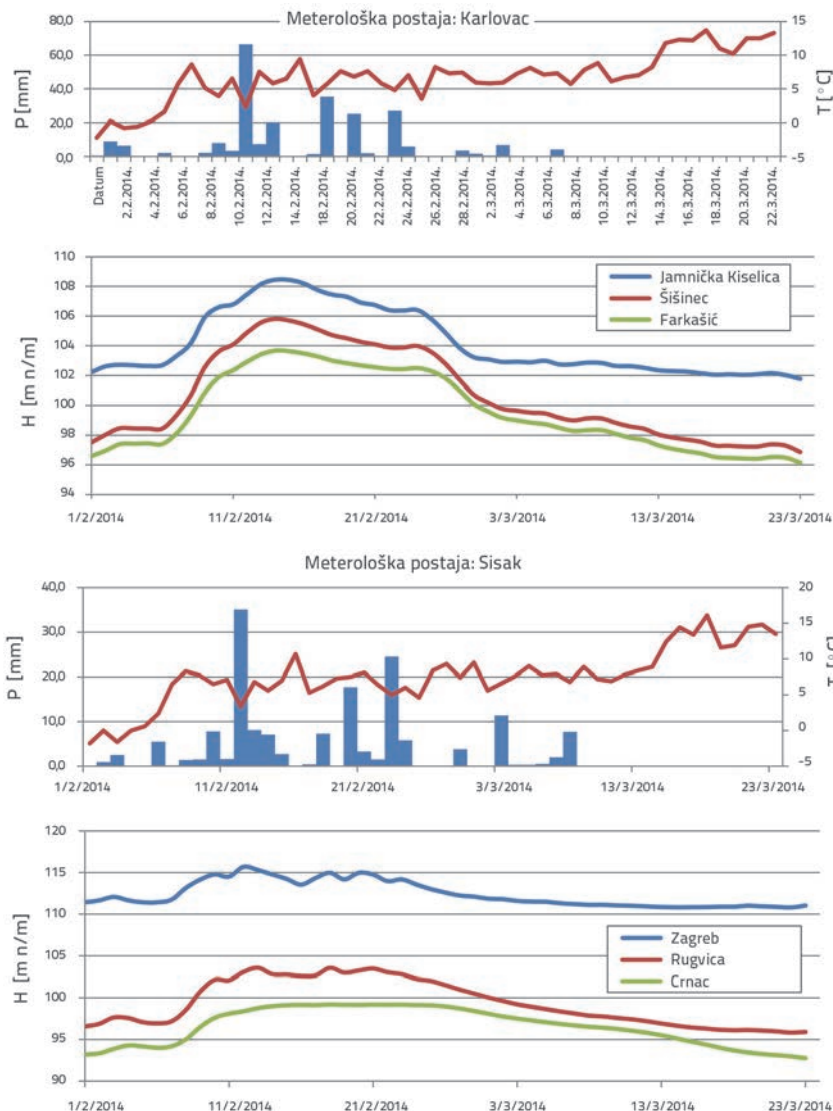
naglog topljenja snijega i leda uz obilne količine kiše (slike 2.a, .2.b).

Prema slici 3.b vidljivo je da je cijelim zapadnim dijelom Hrvatske vladalo ekstremno kišno vrijeme u kombinaciji s vrlo toplim i ekstremno toplim vremenom u Lici i Gorskom kotaru u inače najhladnijem zimskom mjesecu (slika 3.a). Iz tog razloga došlo je do velikog površinskog otjecanja sa strmih dijelova sliva te su na većini hidroloških postaja na Korani, Glini, Dobri, Kupi zabilježeni maksimalni vodostaji u povijesti

mjerjenja. Svi su ti desni pritoci Save u vrlo kratkom periodu proizveli "pritisak" na nizinsko područje oko ušća u Sisku. Rijeka Odra, s vrlo malim padom, bila je pod usporom te se njezin vodostaj naglo povećavao. Budući da se velika količina vode nije mogla u adekvatnom periodu evakuirati u Kupu, rijeka se izlila iz svog osnovnog korita. U toj poplavi i drugi su se pritoci Kupe (npr. Petrinjčica) izlivali i poplavlivali tako da su stradala naselja i poljoprivredne površine od Velike Gorice do Siska.

Tablica 1. Ekstremni vodostaji na Kupi [1]

Novi apsolutni ekstremi vodostaja na Kupi		Dosadašnji maksimumi	
Farkašić	985 cm	934 cm	(4.12.2005)
Jamnička Kiselica	766 cm	740 cm	(8.10.1974)
Šišinec	1100 cm	1089 cm	(8.10.1974)



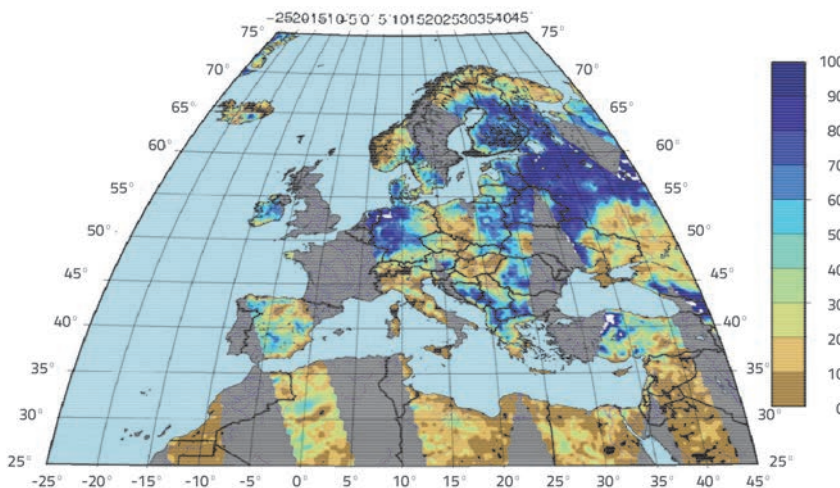
Slika 4. Količine oborina i vodni valovi: a) na Kupi u apsolutnim visinama (m n/m); b) na Savi u apsolutnim visinama (m n/m)

Na meteorološkoj postaji Karlovac 12. veljače je palo 66,4 mm kiše u roku od 24 sata (slika 4.a). Toj oborini treba dodati još i ekstremne količine nastale od naglog topljenja snijega i leda što je imalo za posljedicu da su 14. veljače 2014. premašeni apsolutni maksimumi vodostaja na Kupi (tablica 1.). Na meteorološkoj postaji Sisak zabilježeno je 35 mm oborine, ne računajući otopljeni snijeg (slika 4.b). Statistička analiza vjerojatnosti pojave maksimalnih protoka na Kupi pokazala je da su izmjereni protoci na postajama bili značajnih povratnih perioda (PP): za Jamničku Kiselicu PP = 100 godina, za

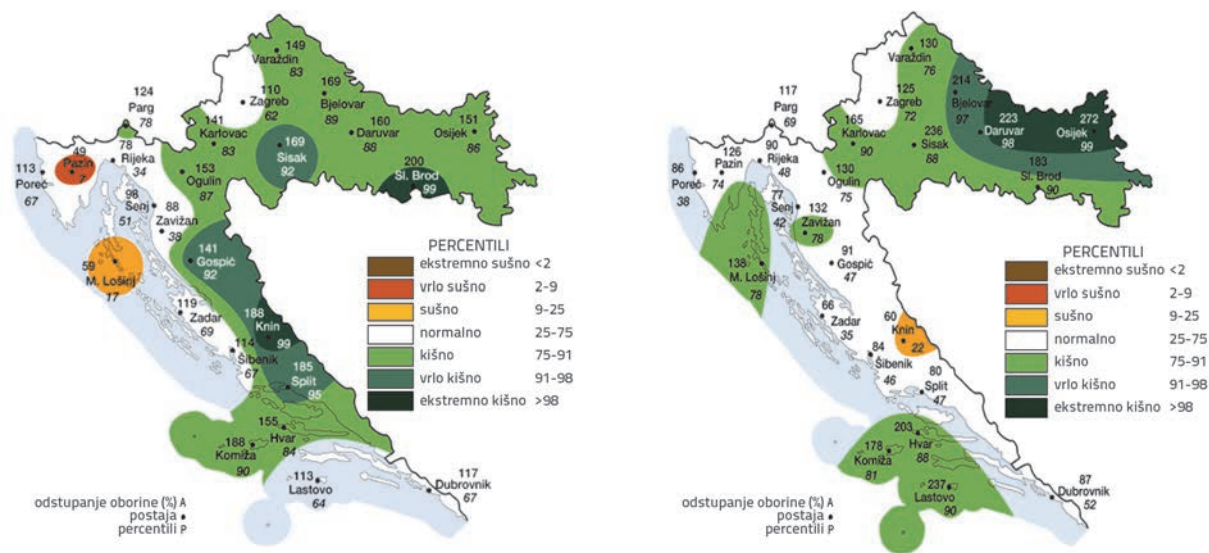
Farkašić PP = 200 godina, a za Šišinec PP > 1000 godina [1]. Sredinom svibnja 2014. u donjem je dijelu toka rijeke Save došlo do katastrofalnih poplava zbog intenzivnih oborina uzrokovanih višednevnim zadržavanjem jake i duboke ciklone iznad jugoistočne Europe. Na područje Bosne i Hercegovine, Srbije te istočne Hrvatske pale su velike količine kiše, više od 200 litara u nekoliko dana, što je na tim područjima rezultiralo katastrofalnim poplavama, najvećim u do sada zabilježenoj povijesti.

Na područje Bosne i Hercegovine, Srbije te istočne Hrvatske palo je više od 200 litara u nekoliko dana, što je rezultiralo najvećim poplavama u zabilježenoj povijesti

Već je 11. svibnja 2014. na većem dijelu BiH količina vlage u tlu iznosila 60-100 % (slika 5.), što je posljedica "vlažnog" do "ekstremno vlažnog" travnja 2014. i obilnih oborina početkom svibnja (slike 6.a, 4.b i 7.). Analiza količina oborine za svibanj 2014. pokazuje da su količine oborine na većini analiziranih postaja bile iznad višegodišnjeg prosjeka. Usporedba s prosjekom pokazuje da se količine oborine za svibanj 2014. nalaze u ras-



Slika 5. Prikaz prethodne vlage u tlu (%)



Slika 6. Stanje oborina: a) za travanj 2014. [1]; b) za svibanj 2014. [1]

ponu od 60 % višegodišnjeg prosjeka u Kninu (54,0 mm) do 272 % tog prosjeka u Osijeku (159,4 mm). Oborinske prilike u Hrvatskoj za svibanj 2014. opisane su sljedećim kategorijama: ekstremno kišno (šire područje Osijeka), vrlo kišno (dio istočne Hrvatske), kišno (Zavižan, dio sjeverne, središnje i istočne Hrvatske te sjevernog i južnog Jadrana) (slika 6.b).

Navedeni hidrološki događaj rezultirao je pojavom ekstremnih protoka u rijeci Savi nizvodno od Slavonskog Broda. Na slici 8. prikazani su oblici vodnih valova na vodomjernim postajama u mjesecu svibnju 2014.

U razdoblju od 14. do 18. svibnja 2014. na hidrološkim su postajama donje Save registrirani najveći vodostaji u povijesti mjerenja (tablica 2.). Apsolutno najveći vodostaji na postajama Sla-

vonski Brod, Slavonski Šamac, Županja i Gunja izravna su posljedica ekstremnog dotoka rijeke Bosne (procijenjen protok $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$), Vrbasa (procijenjen protok $Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{s}$) i Une (procijenjen protok $Q = 1.500 \text{ m}^3/\text{s}$), čiji je naknadni vodni val evakuiran u retenciju Mokro polje, između Jasenovca i Stare Gradiške.

Najveći je utjecaj u Hrvatskoj imala rijeka Bosna, a poplave su se dogodile i u Srbiji zbog utjecaja Drine, odnosno još nizvodnije zbog desnog pritoka Kolubare

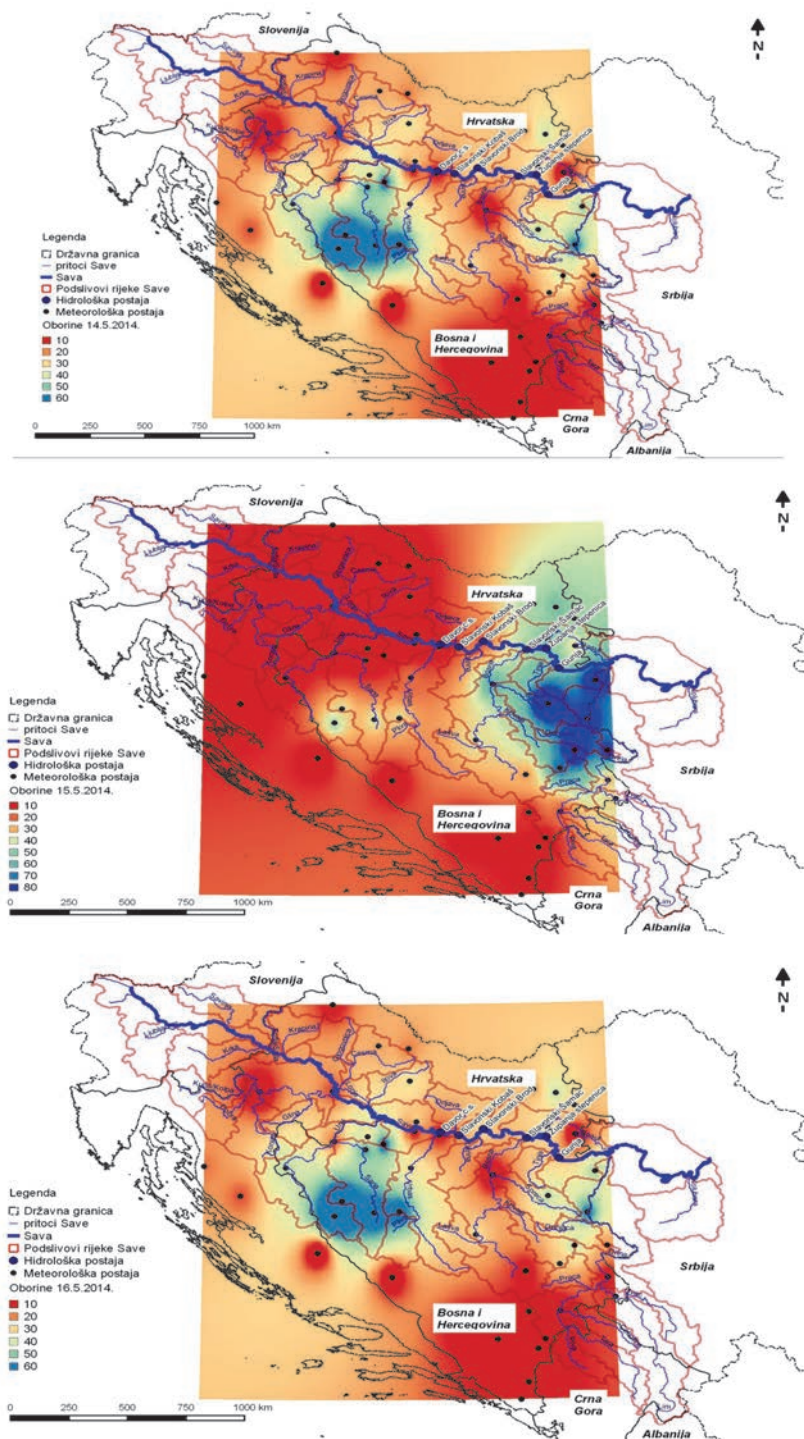
Iako lijevi pritoci Save (Pakra, Orpljava, Česma i Slobostina) nisu dali toliko

značajan doprinos samom protoku Save poput bosanskohercegovačkih rijeka, ipak treba istaknuti da su i te rijeke u istočnoj Slavoniji, zbog svog strmog sliva izazvale bujične poplave s laganim premašenjima povijesnih maksimuma vodostaja (Pakra – Janja Lipa: 16. svibnja 2014. vodostaj: 477 cm, dosadašnji $H_{\text{max}} = 470 \text{ cm}$; Orpljava – Frkljenci: 16. svibnja 2014. vodostaj 533 cm, dosadašnji $H_{\text{max}} = 529 \text{ cm}$) [1].

Nakon statističke obrade utvrđeno je da je maksimalni protok vodnog vala ($Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$, izmjeren 17. svibnja) nizvodno od ušća Bosne u Savu u Slavonskom Šamcu bio povratnog perioda $PP = 1000$ godina, a uzvodno, od Jasenovca do Slavonskog Broda nešto niži i odgovara $PP = 100$ godina [1]. Dakle, najveći utjecaj na

Tablica 2. Povijesni maksimumi vodostaja na hidrološkim postajama [1]

Hidološka postaja	Vodostaj [cm]	Datum mjerenja	Komentar
Slavonski Brod	939	18. svibnja 2014.	Dosadašnji maksimum $H = 882 \text{ cm}$, $Q = 3476 \text{ m}^3/\text{s}$, 30.10.1974.; mjerenja vodostaja od 1900.
Slavonski Šamac	891	17. svibnja 2014.	Dosadašnji maksimum $H = 726 \text{ cm}$, 21.3.1981.; mjerenja vodostaja od 1900.
Županja	1168	17. svibnja 2014.	Dosadašnji maksimum $H = 1064 \text{ cm}$, 19.1.1970.; $Q = 4161 \text{ m}^3/\text{s}$; mjerenja vodostaja od 1900. godine
Gunja	1173	17. svibnja 2014.	Dosadašnji $H_{\text{max}} = 690 \text{ cm}$, 31.12.2012.; mjerenja vodostaja od 2011.
Una – Dubica	539	18. svibnja 2014.	Dosadašnji $H_{\text{max}} = 540 \text{ cm}$, 16.11.1946.



Slika 7. Oborine pale na dijelu sliva rijeke Save 14., 15. i 16. svibnja 2014. [3]

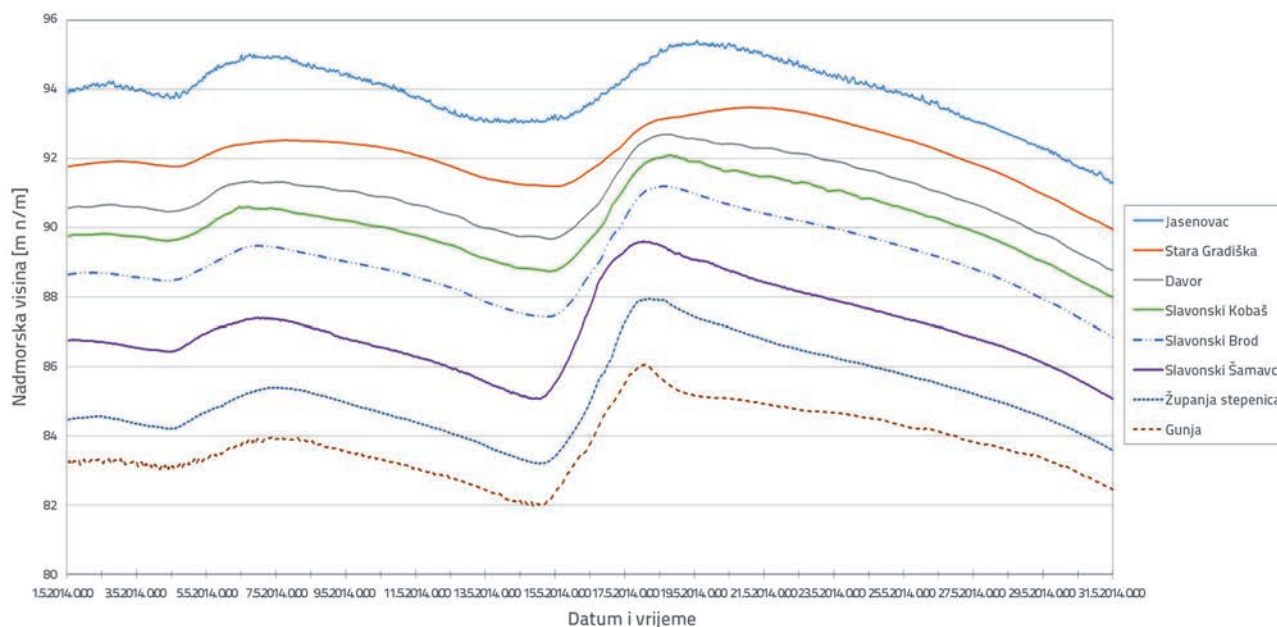
poplavu u Hrvatskoj imala je rijeka Bosna. Također zbog ekstremnih oborina katastrofalne su se poplave dogodile i u Srbiji zbog utjecaja Drine na granici Bosne i Srbije, odnosno još nizvodnije, zbog desnog pritoka Ko-

lubare. Cijela je Bosanska Posavina, a posebice područja oko ušća spomenutih rijeka, doživjela poplavu neviđenih razmjera koja je odnijela više od dvadeset ljudskih života i prouzročila golemu materijalnu štetu.

3. Principi zaštite od poplava

Postoje različiti pristupi sprječavanja šteta koje nastaju od poplava. Prvi pristup podrazumijeva "apsolutnu" zaštitu, što znači da se izgrađenim građevinskim sustavima osigurava područje od poplava za hidrološke događaje velikih povratnih perioda 100 do 1000 pa i više godina. Za funkcioniranje sustava tada odgovaraju državne ustanove i moraju namiriti svaku štetu nastalu zbog njegovog otkazivanja. Drugi je pristup kad su dopuštaju pojave poplave ali uz "podjelu odgovornosti". Korisnik zemljišta se osigurava protiv šteta nastalih zbog pojave poplava kod osiguravajućeg društva, koja u konačnici namiruju eventualnu štetu. Za takav model potrebno je načiniti analizu kojom se poplavi pridružuje vjerojatnost njene pojave i veličinu štete koju bi takva poplava izazvala, odakle se određuje rizik. Premija osiguranja tada ovisi o veličini toga rizika. Taj drugi pristup uglavnom se primjenjuje u slučajevima kada se radi o poljoprivrednom zemljištu i/ili kada sustav za zaštitu od poplava i njegovo održavanje premašuju vrijednost spriječene šteta.

Nadalje, sustavi obrane od poplave se osmišljavaju i rade primjenjujući pristupe pasivne i aktivne zaštite. Sustav za pasivnu zaštitu od poplava utječe na sprječavanje posljedica. U tom pristupu, kada hidrološki događaj uzrokuje pojavu velikog vodnog vala, moramo ga (najčešće uz izgradnju nasipa) propustiti koritom vodotoka na način da ne poplavi okolno područje. Pri tome su hidrotehnički nasipi tehnička mjera kojom se osigurava da ne dođe do poplave. Sustavom aktivne zaštite od poplava utječe se na uzrok pojave poplava, a to je veliki vodni val. Raznim se građevinskim zahvatima utječe na promjenu oblika vodnog vala, odnosno na smanjenje vršnih protoka. Njegov se oblik mijenja vremenskom i/ili prostornom preraspodjelom vodnih količina korištenjem retencijskog prostora ili korištenjem oteretnih kanala. Poplava nastaje u trenutku kada se voda počne izlijevati iz korita vodoto-



Slika 8. Prikaz vodnog vala na Savi u svibnju 2014. od Jasenovca do Gunje

ka (protok premašuje kapacitet korita). Iako je to inicijalni događaj, problem poplava nije vezan samo uz maksimalni protok nego i uz volumen vode (vodnog vala) koji ugrožava neko područje. Tako koji put neće biti moguće primijeniti neke tehničke mjere aktivne zaštite od poplava.

Savom je u tri dana protekao volumen vode koji bi površinu grada Zagreba potopio s dubinom od 2 metra i bio je dvostruko veći od kapaciteta akumulacije Peruča

Ako uzmemo za primjer recentni događaj poplava u istočnoj Slavoniji, Savom je pri vrhu vodnoga vala protjecalo 5-6.000 m³/s. Koristeći elementarnu matematiku i taj protok pomnožimo s brojem sekundi kroz tri dana, dobit ćemo volumen vode koji je protekao u iznosu od približno 1,3 kubičnih kilometara! To je volumen vode koji bi površinu otprilike od 25 x 25 km (površina grada Zagreba) potopio s dubinom od 2 metra! Ili to je volumen vode koji je dvostruko veći negoli je kapacitet akumulacije Peruča! Toliko je proteklo

Savom u samo tri dana, a vodni val je trajao mnogo dulje. Zaključno, aktivna mjera zaštite od poplava korištenjem retencija, na ovome primjeru, iziskivala bi žrtvovanje velikih površina koje se danas koriste za druge namjene.

I još nešto, kada se govori o zaštiti od poplava, trebaju se razgraničiti dva problema. Jedan je vezan uz planiranje, izgradnju i održavanje spomenutih sustava zaštite, a drugi je vezan uz obranu tehničkih elemenata sustava. Obrana tehničkih elemenata sustava nastupa u trenutku kada se pojavi vodni val koji može rezultirati pojavom poplava. Ona podrazumijeva praćenje nasipa (da li ima pojave procjeđivanja, prelijevanja, vidljivih oštećenja...), retencija, rada ustava i slično, a definirana je planovima obrane od poplava. Vrlo je važna aktivnost koja uvelike može smanjiti rizik od pojave poplava.

4. Upravljanje poplavnim rizicima

Već je bio spomenut pojam poplavni rizik. Osvrnut ćemo se na taj pojam koji je i tema takozvane Poplavne direktive [5]. Svrha je te direktive uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima s ciljem smanjivanja štetnih posljedica poplava u zajednici za zdravlje ljudi,

okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost.

Direktiva [5] definira poplavu kao privremenu pokrivenost vodom zemljišta koje obično nije prekriveno vodom. To uključuje poplave koje uzrokuju rijeke, gorski potoci, bujični vodotoci, te poplave uzrokovane morem na priobalnim područjima.

Nadalje, Direktiva [5] poplavni rizik definira kao kombinaciju vjerojatnosti pojave poplavnog događaja i mogućih štetnih posljedica poplavnog događaja za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost: rizik = vjerojatnost x posljedice, odnosno, matematički definirano:

$$R(L) = \int_{-\infty}^{\infty} L(h)p(h)dx \quad (1)$$

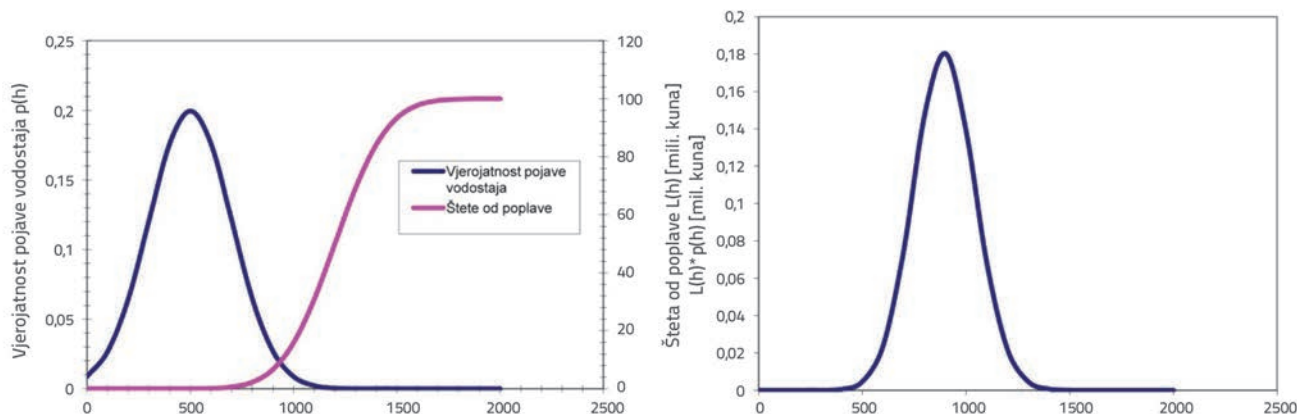
gdje su:

R(L) - poplavni rizik

L(h) - šteta povezana s određenim poplavnim događajem uzrokovanim vodostajem h

p(h) - vjerojatnost pojave vodostaja (poplavnog događaja) h (0 ≤ p(h) ≤ 1).

To znači da je poplavni rizik ekonomska kategorija, odnosno da je jedinica mjere novčana (kune). Predstavlja očekivanu



Slika 9. a) vjerojatnost pojave vodostaja i procjena štete od poplave ovisno o vodostaju; b) poplavni rizik (očekivana godišnja šteta)

(prosječnu) godišnju štetu koja se može procijeniti za neko područje potencijalno ugroženo od poplava. Za takvo područje moguće je izraditi krivulju vjerojatnosti pojave vodostaja (poplavnog događaja). Osim takve krivulje, moguće je iskazati i procijenjenu štetu s obzirom na vodostaj koji bi izazvao poplavu. Obje su krivulje za neki hipotetični slučaj prikazane na slici 9.a.

Ako se napravi analiza iznad određene vrijednosti (u primjeru 400 cm) nastaje šteta od poplave. Porastom vodostaja raste i veličina štete od poplave, međutim kada vodostaj premaši neku gornju granicu (u primjeru 1300 cm), vjerojatnost pojave takvog događaja postaje vrlo mala, gotovo zanemariva. Iz toga se može zaključiti da je područje vodostaja interesantno za analizu rizika ograničeno (u primjeru između 400 i 1300 cm), bez obzira na to što je potencijalna šteta od poplava kod većih vodostaja vrlo velika. Ako napravimo krivulju umnoška vjerojatnosti pojave vodostaja i štete od poplave (slika 9.b), dobivamo distribuciju poplavnog rizika. Površina ispod te krivulje predstavlja ukupni poplavni rizik (očekivanu godišnju štetu) za neko područje. Vidljivo je da je veličina šteta od poplava obrnuto proporcionalna s vjerojatnosti pojave te poplave.

Spomenuta analiza poplavnog rizika izrađena je za scenarij kada se poplava događa području bez izgrađenog sustava obrane od poplava (slike 10.b, 10.c i 10.d), odnosno kada dođe do premaše-

nja projektnih uvjeta – preplavlivanja nasipa u branjenom sustavu (slika 11.c).



Slika 10. Hipotetične situacije pojave vodostaja u slučaju kada sustav obrane od poplava ne postoji



Slika 11. Hipotetične situacije pojave vodostaja u slučaju izgrađenog sustava obrane od poplava

Navedeni hipotetični primjer relativno je jednostavno aplicirati na realnu situaciju kada su poznate zakonitosti pojave poplavnih vodnih valova, kada se procjenjuju materijalne mjerljive štete i kada ne dolazi do otkazivanja elemenata sustava. Znatno je složeniji problem kada je potrebno odrediti kombiniranu vjerojatnost pojave poplavnog događaja koji je uzrokovan istovremenom pojavom vodnog vala i otkazivanjem elemenata sustava (slika 1.d). Tada krivulja vjerojatnosti pojave vodostaja (slika 9.a) nije jedina mjerodavna u analizama rizika. Uz nju je potrebno izraditi i analizu vjerojatnosti otkazivanja sustava u funkciji pojave vodostaja, što je iznimno zahtjevan posao. Pogotovo stoga što je osim vodostaja potrebno u račun uvesti i druge parametre, na primjer kod hidrotehničkih nasipa trebalo bi uzeti u obzir trajanje velike vode. Isto tako krivulja šteta od poplava tada poprima drugačiji oblik, jer štetni događaj nastupa i

pri manjim vodostajima (ako primjerice popusti hidrotehnički nasip). Konačno, analize postaju još složenije kada se u račun uvode nematerijalne štete koje su teško novčano mjerljive.

Prema Direktivi [5], određeni su koraci u izradi procjene i upravljanja poplavnim rizicima. Za sadržaj dokumenta o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima potrebno je izraditi sljedeća četiri koraka: a) preliminarnu procjenu poplavnih rizika, b) karte opasnosti od poplava, c) karte rizika od poplava i d) planove upravljanja poplavnim rizicima.

Procjena se poplavnih rizika radi prema dostupnim informacijama, poput podataka i studija o dugoročnim promjenama, a osobito o učincima klimatskih promjena

Preliminarna procjena poplavnih rizika se radi temeljem raspoloživih ili lako dostupnih informacija, kao što su podaci i studije o dugoročnim promjenama stanja, osobito o učincima klimatskih promjena na pojavu poplava. Najmanje što procjena mora uključivati su: 1. karte vodnog područja s prikazom topografije i korištenja zemljišta; 2. opis poplava koje su se dogodile u prošlosti i koje su imale značajne štetne učinke na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost i za koje je vjerojatnost sličnih budućih događaja i dalje relevantna te procjenu štetnih učinaka koje su prouzročile; 3. opis značajnih poplava u prošlosti, kada se mogu predvidjeti značajne štetne posljedice sličnih budućih događaja; 4. procjenu mogućih štetnih posljedica budućih poplava za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost, uzimajući u obzir što je više moguće čimbenika [5].

Karte opasnosti od poplava obuhvaćaju zemljopisna područja koja bi mogla biti poplavljena na temelju sljedećih scenarija: 1. poplave male vjerojatnosti ili scenariji ekstremnih događaja; 2. poplave srednje vjerojatnosti (povratno

razdoblje ≥ 100 godina); 3. poplave velike vjerojatnosti (ako je potrebno). Za svaki scenarij trebaju biti naznačena poplavna područja i po potrebi dubina vode ili vodostaj te brzina toka ili protok vode. Karte opasnosti od poplava rade se temeljem hidrološko-hidrauličkih analiza za područje koje je procijenjeno kao potencijalno poplavno – rizično područje. Uglavnom je potrebno izraditi situaciju s označenim područjem (površinom) koje bi bile poplavljeno kod neke vjerojatnosti poplave (za odabrane scenarije). Ovisno o tome kakav je karakter tečenja vode (da li se radi o znatnijim brzinama tečenja koje bi mogle dodatno utjecati na veličinu štete i/ili o tečenju koje bi moglo na primjer uzrokovati onečišćenje nekog područja), poplavim je područjima za odabrane scenarije potrebno pridružiti i brzine tečenja vode [5].

Za izradu karte rizika od poplave potrebno je imati podlogu s prikazom korištenja zemljišta. Iz tog prikaza dalje je moguće procijeniti veličinu poplavne štete. Konačno potrebno je integrirati umnožak vjerojatnosti poplave i pripadajuće štete kako bi se dobila karta rizika. Ona ustvari prikazuje moguće štetne posljedice povezane s navedenim scenarijima iskazane u odnosu na okvirni broj potencijalno ugroženog stanovništva, vrstu gospodarske aktivnosti na potencijalno pogođenom području, postrojenja koja bi mogla prouzročiti iznenadno onečišćenje u slučaju poplava, te potencijalno pogođena zaštićena utvrđena područja. Na njima je potrebno naznačiti područja na kojima se mogu javiti poplave sa značajnim pronosom nanosa i naplavina te navesti informacije o ostalim značajnim izvorima onečišćenja [5].

Iz gore navedenog može se zaključiti da je za određivanje rizika nužno odrediti veličinu štete koju bi izazvala poplava za pojedini scenarij. Postoji više metodologija za procjenu štete koje se upotrebljavaju u raznim zemljama. Metoda koja se u Hrvatskoj primjenjuje za procjenu šteta od elementarnih nepogoda mogla bi poslužiti i za potrebe izrade karte rizika od poplava.

Planovi upravljanja poplavnim rizicima predstavljaju konačni korak u izradi procjene i upravljanja poplavnim rizicima. Oni podrazumijevaju izradu ciljeva s težištem na smanjenje mogućih štetnih posljedica. Moraju uzeti u obzir relevantne aspekte poput troškova i koristi, prostornog obuhvata poplava i putova otjecanja poplavnih voda i područja koja imaju mogućnost zadržati poplavne vode, poput prirodnih poplavnih područja, ciljeva zaštite okoliša, gospodarenja tlom i vodama, prostornog planiranja, korištenja zemljišta, očuvanja prirode, plovidbe i lučke infrastrukture. Moraju obuhvatiti sve aspekte upravljanja poplavnim rizicima, s težištem na prevenciju, zaštitu, pripravnost, uključujući prognoze poplava i sustave ranog upozoravanja, uzimajući u obzir značajke određenog riječnog sliva ili podsliva [5].

Značajan element koji je potrebno razraditi u planovima upravljanja poplavnim rizicima jest primjena netehničkih (negrađevinskih) mjera koje u prikladnim slučajevima treba koristiti. U tu se grupu posebno ubrajaju: prognoziranje poplavnih događaja; informiranje i edukacija stanovništva o postojanju rizika i ponašanju za vrijeme poplave; razrada sustava obavješćivanja, dojave i upozorenja; razrada procedura ponašanja prilikom poplavnog događaja; izrada planova evakuacije stanovništva, životinja i materijalnih dobara; poticanje stanovništva na osiguranje imovine zbog pojave poplava; adekvatno prostorno planiranje i striktna provedba prostornih planova.

I konačno, provedba plana upravljanja poplavnim rizicima dinamična je aktivnost, ne samo zbog slučajne prirode poplava, već i zbog potrebe stalnog noveliranja svih koraka u izradi Plana (Direktiva [5] predviđa novelaciju svakih šest godina).

5. Zaključak

Može se sa sigurnošću reći da će 2014. godina ostati zapamćena po katastrofalnim poplavama i velikim materijalnim štetama u slivu Save i njenih pritoka. Bez obzira na uzrok pojave moramo

biti svjesni činjenice da su poplave prirodni fenomen koji nije moguće spriječiti. Ma koliko siguran sustav za obranu od poplava imamo izgrađen, uvijek će postojati vjerojatnost njene pojave.

Poplave su prirodni fenomen koji se ne može spriječiti jer će bez obzira na sigurnost sustava za obranu uvijek postojati vjerojatnost njezine pojave

Uzrok poplave može biti ili pojava ekstremnih hidroloških situacija ili otkazivanje elemenata sustava obrane; popuštanje nasipa i slično. Moguće je smanjiti rizik od štetnih posljedica povezanih s poplavama. Europska direk-

tiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima kreće od osnovnog postulata da je poplava moguć događaj te da treba izraditi mjere kako bi se smanjile eventualne štete od njih. Tehničke građevinske mjere na sprečavanju poplava ne jamče apsolutnu sigurnost i ne smiju ostati jedina mjera u borbi protiv štetnog djelovanja vode. Upravljanje poplavnim rizicima aktivnost je koja ima svrhu smanjiti potencijalne štete od poplava. Implementacija te aktivnosti podrazumijeva izradu niza analiza koje su tehnički i vremenski vrlo zahtjevan posao. Da bi se postigao učinak smanjenja šteta od posljedica poplava, potrebno je načiniti niz vrlo složenih i vremenski zahtjevnih aktivnosti na upravljanju poplavnim rizicima, uz potrebu za stalnom doradom.

Literatura:

- [1] DHMZ RH (Sektor za hidrologiju, Sektor za vremenske analize i prognoze)
- [2] Bosna i Hercegovina, Republika Srpska, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republički hidrometeorološki zavod: "Meteorološki i hidrološki aspekti poplava u Republici Srpskoj", maj 2014., izdano u Banja Luci, 26.5.2014.
- [3] Bosna i Hercegovina, Federacija BiH, Federalni hidrometeorološki zavod, Sarajevo.
- [4] http://rp5.kz/Weather_archive_in_Tuzla
- [5] Direktiva 2007/60/EC Europskoga parlamenta i vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima

KATASTROFALNA POPLAVA SAVE 2014. I POPLAVNI RIZICI

Evidentne klimatske promjene utječu na pojavu ekstremnih pojava. Poplave i suše se sve češće izmjenjuju na našim područjima. Ovogodišnje katastrofalne poplave u donjem toku rijeke Save događaj je koji nije bio do sada zabilježen. U radu su prikazane klimatološke i hidrološke okolnosti u kojima su se desile poplave na početku 2014. godine. Ukazuje se na neminovnost pojave poplava, kao i potrebu da se promjeni odnos prema poplavama. Treba više

energije uložiti na smanjenje šteta koje uzrokuju poplave. Tehničke građevinske mjere na sprečavanju poplava ne jamče apsolutnu sigurnost i ne smiju ostati jedina mjera u borbi protiv štetnog djelovanja vode. Upravljanje poplavnim rizicima aktivnost je koja ima svrhu smanjiti potencijalne štete od poplava. Implementacija te aktivnosti podrazumijeva izradu niza analiza koje su tehnički i vremenski vrlo zahtjevan posao.

CATASTROPHIC SAVA RIVER FLOODS IN 2014 AND FLOOD HAZARDS

Evident changes in weather patterns have had a great impact on the occurrence of extreme events. Alternating floods and droughts are becoming increasingly frequent in our areas. This year's catastrophic flooding in the lower reaches of the Sava River is an event that has so far never been recorded. Weather and hydrological circumstances under which flooding occurred in the early 2014 are presented in the paper. It is emphasized that floods are an unavoidable phenomenon, and that the prevailing attitude

towards floods needs to be changed. More energy should be invested in activities aimed at reducing flood damage. Technical measures undertaken to prevent flooding do not guarantee an absolute safety and should not remain the only option in the fight against harmful water action. Flood risk management is an activity aimed at reducing potential flood damage. The implementation of this activity implies elaboration of numerous analyses, which is a time consuming and technically demanding endeavour.