



HRVATSKO DRUŠTVO
ZA ODVODNJU I NAVODNJAVANJE
(HDON)

OKRUGLI STOL

UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA U HRVATSKOJ

ZBORNİK RADOVA



VINKOVCI, 25. do 27. rujna 2025.



HRVATSKO DRUŠTVO
ZA ODVODNJU I NAVODNJAVANJE
(HDON)

OKRUGLI STOL

***Upravljanje rizicima
od poplava u Hrvatskoj***

ZBORNIK RADOVA

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

Nakladnik:
HRVATSKE VODE
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Uredništvo:
dr. sc. Danko Biondić
dr. sc. Danko Holjević

Grafičko uređenje i priprema:
Miodio d.o.o., Rijeka

Realizacija:
Miodio d.o.o., Rijeka

ISBN 978-953-7672-32-4

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001280993.

*Autori su u potpunosti odgovorni za sve što je iznijeto u njihovim radovima.
Uredništvo Zbornika radova s time u svezi ne snosi nikakvu odgovornost.*

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj
Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

ZBORNIK RADOVA

Uredništvo:
dr. sc. Danko Biondić
dr. sc. Danko Holjević

Vinkovci, 2025.

SADRŽAJ

UVOD	7
1. Elizabeta Kos, Miro Macan, Marija Čulinović Holjevac, Sandra Sokolić UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA U HRVATSKOM ZAKONODAVSTVU	9
2. Zoran Đuroković, Goran Milaković, Tomislav Novosel AKTUALNI IZAZOVI U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA	21
3. Ivan Ćosić VAŽNOST VODNOGOSPODARSKIH TRGOVAČKIH DRUŠTAVA U OBRANI OD POPLAVA	31
4. Nataša Holcinger, Zaviša Šimac ULOGA STRATEGIJA UPRAVLJANJA RIZICIMA OD KATASTROFA U UVJETIMA KLIMATSKIH PROMJENA	43
5. Darko Barbalić, Danko Biondić, Luka Vukmanić, Sanja Barbalić PLAN UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA	57
6. Luka Vukmanić, Oliver Rajković, Tatjana Vujnović HIDROLOŠKO PROGNOZIRANJE U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA	67
7. Damir Bekić, Luka Rončević ANALIZA I PROCJENA DRUŠTVENE RANJIVOSTI U POPLAVNIM PODRUČJIMA	77
8. Želimir Marojević, Diana Šustić MOGUĆNOSTI ŠIRE IMPLEMENTACIJE MJERA ZELENE INFRASTRUKTURE U SMANJENJU RIZIKA OD POPLAVA	87
9. Tanja Sliško, Goran Lončar, Domagoj Vranješ SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE ZELENE INFRASTRUKTURE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POPLAVA	99
10. Ena Grčić, Sanda Kolarić Buconjić, Mile Kunac, Svjetlana Lozančić AKTUALNI PROJEKTI REVITALIZACIJE VODOTOKA VGO-a ZA DUNAV I DONJU DRAVU	105
11. Danko Holjević, Toni Holjević, Marinko Galiot URBANE POPLAVE	115

12.	Vlatko Kadić, Damir Bekić, Save Španja, Bojan Papić STUDIJA ZA DEFINIRANJE UPRAVLJANJA POPLAVNIM RIZICIMA U MINSKI SUMNJIVIM PODRUČJIMA	125
13.	Ana Jelka Graf, Damir Matić MOGUĆNOSTI PRIMJENE DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA	137
14.	Enes Obarčanin, Dario Kolarić, Joško Erceg, Mario Obuljen ZAŠTITA OD POPLAVA U KONAVOSKOM POLJU	145
KAZALO AUTORA		159

OKRUGLI STOL

Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

UVOD

Velikim ulaganjima u obranu od poplava širom Hrvatske, naročito nakon katastrofalne poplave Save u Županjskoj posavini 2014. godine i potresa na zagrebačkom području i na Banovini 2020. godine značajno su smanjeni rizici od poplava. Prethodno su doneseni svi potrebni strateški, planski i programski dokumenti prema kojima su pripremljeni konkretni projekti, koji su nastavno provedeni korištenjem raspoloživih financijskih sredstava iz europskih fondova i nacionalnih izvora. Osim građevinskih mjera na mnogim lokacijama, provedbom projekta VEPAR značajno su unaprjeđene i negrađevinske mjere. Usprkos tome, poplave i dalje prijete, naročito bujične i urbane poplave, koje su uslijed utjecaja klimatskih promjena i urbanizacije sve češće i opasnije. Pred znanstvenicima i stručnjacima koji se bave obranom od poplava i nadalje su veliki izazovi. Ovaj Okrugli stol poslužiti će kao mjesto na kojem će se razmjenjivati znanja i iskustva, a njegovi rezultati biti će korisne smjernice nadležnim državnim tijelima i institucijama za unaprjeđenje stanja upravljanja rizicima od poplava u Hrvatskoj.

Organizator Okruglog stola:

- Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje.

Pokrovitelji Okruglog stola:

- Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije,
- Hrvatske vode,
- Hrvatska komora inženjera građevinarstva.

Zbornik radova sadrži 14 pozvanih i recenziranih radova, koji su i usmeno izloženi na Okruglom stolu.

Organizatori Okruglog stola „Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj“ zahvaljuju pokroviteljima, autorima radova i svim ostalim sudionicima na njihovom doprinosu uspjehu skupa.

Uredništvo

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA U
HRVATSKOM ZAKONODAVSTVU**
**FLOOD RISK MANAGEMENT IN CROATIAN
LEGISLATION**

Elizabeta Kos, dipl. ing. agr. ^a, Miro Macan, dipl. ing. agr. ^b,
Marija Čulinović Holjevac, dipl. ing. agr. ^c, Sandra Sokolić, dipl. ing. biol. ^d

SAŽETAK

Zakonom o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23) je u pravni poredak Republike Hrvatske prenesena Direktiva 2007/60/EZ o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima te definiran pojam poplava, kao i uređena zaštita od štetnog djelovanja voda. Podzakonski akti vezani za navedeno područje doneseni na njegovoj osnovi, kao i na osnovi ranijih Zakona o vodama, predstavljaju okvir za efikasnu i uspješnu organizaciju temeljne vodnogospodarske djelatnosti u okviru vodnoga gospodarstva.

Radom je dan pregled postojećih akata i aktivnosti koje se provode u području zaštite od štetnog djelovanja voda te omogućuju uspješno upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: Zakon o vodama, Podzakonski akti (pravilnici), Državni plan obrane od poplava, Zaštita od štetnog djelovanja voda, Poplave

ABSTRACT

The Water Act (Official Gazette, 66/19, 84/21 and 47/23) transposed the Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks into the legal system of the Republic of Croatia. The Act also defines the term „flood“ and regulates protection

^a Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80, 10000 Zagreb, elizabeta.kos@mzozt.hr

^b Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80, 10000 Zagreb, miro.macan@mzozt.hr

^c Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80, 10000 Zagreb, marija.culinovicholjevac@mzozt.hr

^d Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80, 10000 Zagreb, sandra.sokolic@mzozt.hr

against the harmful effects of water. Secondary legislation related to this area, adopted based on this Act as well as previous Water Acts, provides the framework for efficient and successful organization of flood protection within the water management sector. This paper presents an overview of the existing legislation and activities conducted in the field of protection against the harmful effects of water, which enable effective flood risk management in Croatia.

KEYWORDS: Water Act, Secondary legislation, National Flood Defence Plan, Flood risk management and protection, Floods

1. UVOD

Upravljanje vodama pa u tom smislu i upravljanje rizicima od poplava, u hrvatskom zakonodavstvu ima dugu tradiciju. Prvi zakonski okvir uspostavljen je još davne 1891. godine kada je tadašnji Sabor kraljevine Hrvatske, Slavonije i Dalmacije donio Zakon o vodnom pravu. Današnja rješenja, usklađena sa zahtjevima 21. stoljeća uređena su Zakonom o vodama koji je na snagu stupio 1. siječnja 2010. godine. Ovim zakonom hrvatsko je vodno gospodarstvo u potpunosti usuglašeno s pravnom stečevinom Europske unije (EU), čime je osigurano njegovo nesmetano funkcioniranje nakon pristupanja Republike Hrvatske EU. Time je postignut i važan kompromis između europskih regulatornih okvira i povijesnih stečevina hrvatskog vodnog gospodarstva. Trenutno je na snazi Zakon o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23). Provedba zakona detaljnije je razrađena kroz niz podzakonskih akata, koje donosi Vlada ili resorni ministar nadležan za vodno gospodarstvo (Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije). Ministar je ujedno odgovoran za provedbu postupaka izrade i donošenja planskih i provedbenih akata.

Upravljanje rizicima od štetnog djelovanja voda obuhvaća širok spektar aktivnosti: od izrade prethodne procjene rizika od poplava, planova upravljanja rizicima od poplava i Državnoga plana obrane od poplava s pripadajućim provedbenim i logističkim planovima, preko uređenja voda, provedbe redovite i izvanredne obrane od poplava, obrane od leda na vodotocima pa sve do zaštite od erozija i bujica, osnovne melioracijsku odvodnje te primjene posebnih ograničenja u korištenju zemljišta.

Podzakonski akti i planski dokumenti, proizašli iz Zakona o vodama, koji predstavljaju temelj upravljanja rizicima od poplava, uključuju Plan upravljanja rizicima od poplava do 2027., kao sastavni dio Plana upravljanja vodnim područjima do 2027., Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. godine, Državni plan obrane od poplava te Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava te održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje.

Cilj ovog rada je dati pregled svih zakonskih mogućnosti rješavanja pitanja upravljanja rizicima od poplava, odnosno zaštite od štetnog djelovanja voda.

2. POVIJESNI PREGLED VODNOG ZAKONODAVSTVA

Velika vodna bogatstva, kojima raspolaže Republika Hrvatska, istovremeno su bila blagoslov i izvor problema za stanovništvo kroz čitavu povijest, osobito na području današnje Slavonije i Baranje, gdje su problemi s plavljenjem zabilježeni od davnina. U drugoj polovici 19. stoljeća pokrenute su različite aktivnosti vezane za upravljanje rizicima od poplava, osobito kroz osnivanje Društva za regulaciju rijeke Vuke i Društva za regulaciju rijeke Karašice u sastavu tadašnje Kraljevine Hrvatske i Slavonije, čime su stvoreni temelji upravljanja vodnim gospodarstvom i današnja tradicija upravljanja duga 149 godina. Iz istog razdoblja potječu i prva zakonska rješenja koja proizlaze iz Zakona o vodnom pravu koji je Sabor Kraljevine Hrvatske, Slavonije i Dalmacije donio 31. prosinca 1891. godine, a smatran je jednim od naprednijih zakonskih rješenja u tom vremenu. Na ostalim područjima današnje Republike Hrvatske, koja su u 19. stoljeću bila pod austrijskom i ugarskom upravom, također su organizirana udruženja za upravljanje rijekama, a primjenjivali su se austrijski zakoni kojima je uređeno upravljanje vodnim gospodarstvom.

Tako je prema važećem zakonu u 19. stoljeću za održavanje korita zadužen posjednik korita, ali troškove održavanja trebaju podmirivati svi oni koji od vodotoka imaju koristi i to razmjerno prema ostvarenoj koristi. Na području Hrvatske u to vrijeme, kao jedan od ključnih instituta za upravljanje vodama djelovale su vodne zadruge osnovane sporazumom većine posjednika i to kao zadruge za reguliranje voda (obrana od poplava, odvodnja, uređenje korita i slično) te zadruge za porabu vode (natapanje, drenaža i isušivanje tala).

U 20. stoljeću ovisno o političkim kretanjima također je zakonskim propisima zadan okvir pravnog uređenja. Kao jednu od važnijih godina u rješavanju problematike obrane od poplava valja istaknuti 1938. godinu kada je donesena Uredba o melioracijskom fondu kojom su propisane odredbe o osiguranju sredstava za financiranje uređenja vodotoka, obrane od poplava, odvodnjavanja i građenja objekata za vodoopskrbu, dok se za sva ostala pitanja primjenjivao Zakon o vodnom pravu iz 1891. godine. Tako se upravljanje vodama i dalje provodilo putem vodnih zadruga, a zadrugari su bili obvezni na doprinos u naturi, vlastitim radom i prijevozom te održavati čitavi sustav. Od 1947. godine prestaju s postojanjem vodne zadruge koje su pretvorene u vodne uprave, no one se ukidaju 1949. godine, a sve poslove obrane od poplava i održavanje vodnih građevina preuzimaju državna poduzeća za obavljanje hidrotehničkih radova. Zakon o vodnom pravu djelomično je ostao na snazi sve do 1965. godine kada je donesen novi Zakon o vodnom pravu kojim se pravno uređuju područja voda i vodnoga gospodarstva.

Od 1945. - 1990. godine u više je navrata došlo do promjene organizacijske strukture u vodnome gospodarstvu, a radikalne promjene u organiziranju vodnog gospodarstva dogodile su se 1991. godine donošenjem Zakona o vodama iz 1990. godine koji je stupio na snagu 1. siječnja 1991., a donesen je prvenstveno radi ukidanja sustava samoupravnog interesnog organiziranja i OUR-skog načina organiziranja vodopravnih poduzeća.

Nove izmjene zakonskog okvira slijede 1995. godine, čime se upravljanje vodama usklađuje s Ustavom Republike Hrvatske, a vode se definiraju kao opće dobro. Za upravljanje vodama osniva se pravna osoba - Hrvatske vode i tu prestaje era specifičnih organizacija vodnoga gospodarstva na lokalnim razinama poput vodnih zadruža, vodnih zajednica i javnih vodoprivrednih poduzeća. Ovaj zakon doživio je svoje izmjene i dopune krajem 2005. godine, a sve s ciljem kako bi se što kvalitetnije odradile obveze u postupku pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji.

Krajem 2009. godine donesen je novi Zakon o vodama i Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva kojim su dane osnovne zakonske odredbe vezane uz upravljanje rizicima od poplava, čime je zaokružen pravni temelj za upravljanje vodama i usklađen s pravnom stečevinom Europske unije.

3. DANAŠNJA ZAKONSKA REGULATIVA I UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA

Zakonom o vodama dane su osnovne definicije vodnih građevina što uključuje i regulacijske i zaštitne vodne građevine koje obuhvaćaju nasipe, obaloutvrde, umjetna korita vodotoka, odteretne kanale, lateralne kanale, odvodne tunele, brane s akumulacijama, ustave, retencije i druge pripadajuće im građevine, crpne stanice za obranu od poplava, vodne stepenice, slapišta, građevine za zaštitu od erozija i bujica i druge građevine pripadajuće ovim građevinama.

Regulacijske i zaštitne vodne građevine i građevine za osnovnu melioracijsku odvodnju u vlasništvu su Republike Hrvatske i njima upravljaju Hrvatske vode. Gradnja i održavanje ovih građevina provodi se prema Planu upravljanja vodama, koji donose Hrvatske vode.

Ulaganja sredstava državnog proračuna, vodnih naknada i sredstava iz međunarodnih izvora u gradnju regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju također se provode prema Planu upravljanja vodama.

Zakonom o vodama također je propisan i način korištenja šljunka i pijeskom izvađen tijekom građenja i održavanja na vodama i vodnom dobru, odnosno tijekom izvođenja radova građenja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina osnovne melioracijske odvodnje ili usluga održavanja voda u području značajnom za vodni režim. Omogućena je i eksploatacija šljunka i pijeska vađenjem iz obnovljivih ležišta u vodotocima i drugim tijelima površinskih voda i putem ugovora o koncesiji, ako bitno ne mijenja prirodne procese te ako služi održavanju voda i vodnih putova na unutarnjim vodama.

Zakonom o financiranju vodnoga gospodarstva utvrđeni su izvori sredstava za financiranje vodnoga gospodarstva, a osobito vodne naknade. Tako se prihodi od naknade za uređenje voda, između ostaloga, koriste za provedbu preventivne, redovite i izvanredne obrane od poplava, gradnju regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina te gradnju građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju. Naknada za uređenje voda

plaća se na sve nekretnine, osim na poljoprivredno zemljište, a obveznik je vlasnik ili drugi zakoniti posjednik nekretnine.

Za potrebe upravljanja rizicima od štetnog djelovanja voda, u kontekstu Zakona o vodama, na vodotocima i drugim površinskim vodama utvrđuje se inundacijsko područje u kojem je zabranjeno obavljati radnje kojima se može pogoršati vodni režim i povećati stupanj rizika od štetnog djelovanja voda. Razlikuje se uređeno i neuređeno inundacijsko područje, ovisno o postojanju regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina, a vanjske granice utvrđuje ministarstvo na zahtjev Hrvatskih voda te se uctavaju u katastarske planove i planove prostornog uređenja.

Za svako vodno područje, a po potrebi i za njegove dijelove, Hrvatske vode izrađuju prethodnu procjenu rizika od poplava na temelju raspoloživih ili lako dostupnih informacija, kao što su podaci i studije o dugoročnim promjenama stanja, osobito o učincima klimatskih promjena na javljanje poplava te osiguravaju razmjenu bitnih informacija s drugom državom članicom Europske unije o pitanjima međunarodnog vodnog područja koje Republika Hrvatska dijeli s njom.

Na temelju prethodne procjene rizika od poplava, za svako vodno područje ili dio međunarodnog vodnog područja koji se nalazi na teritoriju Republike Hrvatske, Hrvatske vode utvrđuju ona područja za koja zaključe da postoje potencijalno značajni rizici od poplava ili je vjerojatno da bi oni mogli nastati te se za njih izrađuju karte opasnosti i karte rizika od poplava i stavljaju javnosti na raspolaganje.

Za svako vodno područje, a po potrebi i za njegove dijelove i podslove, Hrvatske vode izrađuju plan upravljanja rizicima od poplava za područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava. Plan upravljanja rizicima od poplava sadržava i odgovarajuće ciljeve za upravljanje rizicima od poplava za područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava, s naglaskom na smanjenje mogućih štetnih posljedica poplava za zdravlje ljudi, okoliš, kulturno - povijesnu baštinu i gospodarske djelatnosti, ako se to smatra prikladnim i na ne građevinske mjere i/ili na smanjenje vjerojatnosti nastanka poplava. Isti je sastavni dio Plana upravljanja vodnim područjima te, u interesu solidarnosti, ne smije sadržavati mjere koje svojim opsegom i učinkom znatno povećavaju rizike od poplava uzvodno ili nizvodno u drugim državama na istom riječnom slivu ili podslivu, osim ako su te mjere usklađene i rješenja usuglašena s drugim državama članicama Europske unije na međunarodnom vodnom području.

Na prijedlog ministarstva nadležnog za vodno gospodarstvo, Vlada Republike Hrvatske donosi Državni plan obrane od poplava, temeljni provedbeni dokument za organizaciju, pripremu i provođenje obrane od poplava u Hrvatskoj. On je usklađen sa Zakonom o vodama i podzakonskim aktima, a iz njega proizlaze obveze za različite razine sustava - od Hrvatskih voda, preko stožera civilne zaštite, do jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, a provodi se po vodnim područjima, branjenim područjima, sektorima i dionicama. Svi tehnički i ostali elementi potrebni za upravljanje redovnom i izvanrednom obranom od poplava utvrđuju se Glavnim provedbenim planom obrane od poplava i provedbenim planovima obrane od poplava

branjenih područja. Glavni provedbeni plan obrane od poplava sadrži pregled teritorijalnih jedinica za izravnu provedbu mjera obrane od poplava (uključujući broj i oznaku dionica i druge potrebne podatke) po branjenim područjima sektora i pripadajućih zaštitnih vodnih građevina na kojima se provode mjere obrane od poplava.

Obrana od poplava može biti preventivna, redovita i izvanredna i njome upravljaju Hrvatske vode. Preventivnu obranu od poplava čine usluge održavanja voda (održavanje prirodnih i umjetnih vodotoka i drugih voda, održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju, kao i građevina za sprječavanje i otklanjanje erozija i sprječavanje djelovanja bujica), dok redovitu i izvanrednu obranu od poplava čine mjere koje se poduzimaju neposredno pred nastup opasnosti plavljenja, tijekom trajanja opasnosti i neposredno nakon prestanka te opasnosti u svrhu neškodljivog protoka voda. Hrvatske vode usklađuju svoje aktivnosti s tijelima državne uprave nadležnim za unutarnje poslove te poslove obrane, kao i nadležnim medicinskim službama i drugim hitnim službama te pravnim osobama koje sukladno posebnim propisima upravljaju prometnicama.

Na području upravljanja rizicima od poplava, a u kontekstu Zakona o vodama, trenutno su važeća dva planska dokumenta te po jedan plan i pravilnik kako slijedi:

- Plan upravljanja rizicima od poplava do 2027., kao sastavni dio Plana upravljanja vodnim područjima (Narodne novine, 84/23),
- Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. (Narodne novine, broj 140/24),
- Državni plan obrane od poplava (Narodne novine, broj 84/10) te Glavni provedbeni plan obrane od poplava, donesen na temelju Državnog plana obrane od poplava,
- Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava te održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje (Narodne novine, broj 26/20).

Plan upravljanja rizicima od poplava sadrži zaključke Prethodne procjene rizika od poplava, prikaz karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava, ciljeve za upravljanje rizicima od poplava te program mjera za ostvarenje tih ciljeva, uključujući preventivne mjere, zaštitu, pripravnost, prognoziranje poplava i sustave za obavješćavanje i upozoravanje, s ciljem smanjenja mogućih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i sigurnost, na vrijedna dobra i imovinu te na vodni i kopneni okoliš.

Višegodišnjim programom gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije utvrđuju se pojedinačni projekti gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije, način i razdoblje provedbe,

sudionici u provedbi, iznosi ulaganja i izvori sredstava za svaki projekt te red prvenstva u provedbi (gdje je primjenjivo). Istim su obuhvaćena sva područja gdje postoje, ili bi se vjerojatno mogli pojaviti, potencijalno značajni rizici od poplava prema kartama opasnosti od poplava i kartama rizika od poplava sadržanim u Planu upravljanja rizicima od poplava. Dokumentom se također operacionalizira sustav za provedbu predloženoga programa, na način koji će doprinijeti učinkovitijem korištenju financijskih, kadrovskih i informacijsko - dokumentacijskih resursa kojima raspolaže vodno gospodarstvo u djelatnostima uređenja voda i navodnjavanju. Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. godine sadrži okvirni program ulaganja u uređenje voda, a sadrži 504 projekta zaštite od štetnog djelovanja voda, od čega se 325 projekata odnosi na vodno područje rijeke Dunav, a 179 projekata na jadransko vodno područje.

Državnim planom obrane od poplava uređuju se teritorijalne jedinice za obranu od poplava, stadiji i mjere obrane od poplava, uključivo i preventivne mjere, nositelji obrane od poplava, upravljanje obranom od poplava, s obvezama i pravima rukovoditelja obrane, sadržaj provedbenih planova obrane od poplava, donositelji i sadržaj logističkih planova za slučaj poplava, koji određuju mjere sklanjanja i spašavanja, rad hitnih službi i drugih bitnih službi u uvjetima poplava, opskrbu vodom, hranom i slično te sustavi za obavješćivanje i upozoravanje i sustav veza. Plan sadrži i mjere za obranu od leda na vodotocima. Teritorijalne jedinice za obranu od poplava su: vodna područja, sektori, branjena područja i dionice. Vodna područja su teritorijalne jedinice za planiranje i izvješćivanje u upravljanju rizicima od poplava., dok sektori predstavljaju glavne operativne teritorijalne jedinice za provedbu obrane od poplava, a branjena područja temeljne jedinice za provedbu obrane od poplava. Dionice su najniže teritorijalne jedinice unutar branjenih područja, na kojima se kod nastupa opasnosti od poplava prate stanja i izravno provodi obrana od poplava na zaštitnim vodnim građevinama.

Pravilnikom o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava te održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje propisani su, između ostalih, posebni uvjeti za obavljanje poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava.

4. POSEBNI UVJETI ZA OBAVLJANJE POSEBNIH DJELATNOSTI ZA POTREBE UPRAVLJANJA VODAMA

Poslovi obrane od poplava, obrane od leda i zaštita od erozija i bujica hitna su služba, a njihovu provedbu Hrvatske vode, primjenom propisa o javnoj nabavi, ustupaju pravnoj osobi koja ispunjava posebne uvjete (tehnička opremljenost, brojnost i stručnost zaposlenika) za obavljanje djelatnosti preventivne obrane od poplava te

poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava, što dokazuje posjedovanjem rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta za pojedino branjeno područje.

Kako bi pravna osoba mogla obavljati navedenu djelatnost mora biti osnovana na neodređeno vrijeme i registrirana za poslove izgradnje objekata niskogradnje i/ili izgradnje hidrograđevinskih objekata odnosno gradnje vodnih građevina, ne smije biti u postupku stečaja, osim u slučaju postojanja pravomoćnog rješenja o potvrdi stečajnog plana odnosno u postupku likvidacije te da je, u trenutku podnošenja zahtjeva za izdavanje rješenja, ispunila obvezu plaćanja svih dospjelih poreznih obveza, obveza za mirovinsko i zdravstveno osiguranje i drugih javnih davanja ili je sklopila nagodbu o podmirenju tih obveza, kao i da je solventna. Također, mora imati najmanji broj zaposlenika sa stručnim kvalifikacijama za pojedino branjeno područje, kako je određeno Prilogom I. navedenog Pravilnika, zaposlenih na neodređeno i puno radno vrijeme te osposobljenih za rad na siguran način i zdravstveno sposobnih za radna mjesta s posebnim uvjetima rada. Najmanje 85 % zaposlenika moraju imati prebivalište na branjenom području ili najdalje 15 km zračne udaljenosti od granice branjenoga područja. Pravna osoba mora, u vlasništvu ili leasingu, imati najmanji broj i vrstu opreme s najmanje utvrđenim svojstvima, kako je određeno Prilogom II. navedenog Pravilnika za pojedino branjeno područje te da su strojevi i oprema ispitani i ispunjavaju standarde povećane opasnosti za siguran rad, u skladu s propisima o zaštiti na radu te da je izvršen tehnički nadzor plovne mehanizacije, u skladu s propisima o plovidbi i lukama unutarnjih voda. Sjedište pravne osobe mora biti na branjenom području za koje je podnesen zahtjev za izdavanje rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta te mora imati potvrdu o ispunjavanju standarda ISO 9001 i ISO 14001, a u okviru broja zaposlenika mora imati najmanje dva rukovodna zaposlenika građevinske ili druge tehničke struke, preddiplomskog ili diplomskog stupnja stručne spreme, s najmanje 5 godina rukovodnoga radnoga iskustva u obavljanju poslova preventivne, redovite i izvanredne obrane od poplava ili da u okviru broja zaposlenika imaju najmanje dva zaposlenika građevinske ili druge tehničke struke, preddiplomskog ili diplomskog stupnja stručne spreme s najmanje 5 godina radnoga iskustva u građenju i/ili održavanju bilo koje vodne građevine iz članka 25. stavka 1. točaka 1., 3., 4. i 5. Zakona o vodama ili da u okviru broja zaposlenika najmanje jedan rukovodni zaposlenik građevinske ili druge tehničke struke, preddiplomskog ili diplomskog stupnja stručne spreme, ima najmanje 5 godina rukovodnoga radnoga iskustva u obavljanju poslova preventivne, redovite i izvanredne obrane od poplava i da najmanje jedan zaposlenik građevinske ili druge tehničke struke, preddiplomskog ili diplomskog stupnja stručne spreme, ima najmanje 5 godina radnoga iskustva u građenju i/ili održavanju bilo koje vodne građevine iz članka 25. stavka 1. točaka 1., 3., 4. i 5. Zakona o vodama.

Pravna osoba obvezna je u svako doba biti nazočna na branjenom području ljudstvom i materijalnim sredstvima (strojevi, vozila, alati i druga oprema), održavati vlastito ustrojstvo, stanje osposobljenosti i pokretljivosti ljudstva, kao i stanje materijalnih

sredstava, uključujući i potrebnu zalihu građevnoga i drugoga materijala, tako da bude sposobna pravodobno pristupiti provedbi mjera utvrđenih Državnim planom obrane od poplava. Također, obvezna je u svako doba, na prvi poziv Hrvatskih voda, bezuvjetno i bez prava na prigovor odazvati se ljudstvom i materijalnim sredstvima, a po potrebi i drugim sredstvima, ako su mu potrebna na branjenom području i rasporediti se na točke obrane od poplave (odaziv u pripremno stanje) i sudjelovati ljudstvom i materijalnim sredstvima u redovitoj i izvanrednoj obrani od poplava, sukladno planovima na branjenom području (sudjelovanje u redovitoj i izvanrednoj obrani od poplava). Prema odredbama Pravilnika o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava te održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje, pravne osobe ministarstvu nadležnom za vodno gospodarstvo podnose zahtjeve za izdavanje certifikacijskog rješenja za obavljanje djelatnosti preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava. U ovom trenutku za 34 branjena područja važeće certifikacijsko rješenje izdano je 41 pravnoj osobi, koje su sve vrijeme dužne ispunjavati minimalne uvjete propisane pravilnikom.

Provedbu preventivne, redovite i izvanredne obrane od poplava Hrvatske vode ustupaju pravnoj osobi na branjenom području primjenom propisa o javnoj nabavi pri čemu se sklapa okvirni sporazum o nabavi za razdoblje od najmanje četiri godine.

5. UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA NA MEĐUNARODNOJ RAZINI

Kada je riječ o upravljanju rizicima od poplava na međunarodnoj razini, možemo reći da su u Hrvatskoj najznačajniji vodotoci poput Dunava, Save, Mure, Drave, Kupe, Une i Neretve ujedno i prekogranični vodotoci i poplavni događaji se vrlo često putujući nizvodno događaju bez obzira na državne granice. Još uvijek su živa sjećanja na katastrofalnu poplavu u slivu rijeke Save iz 2014. godine koja je pogodila Bosnu i Hercegovinu, Hrvatsku i Srbiju, uzrokujući ljudske žrtve i ogromnu materijalnu štetu. Ne treba zaboraviti niti 2023. godinu kada su zabilježene ljetne poplave u slivu Save, Mure i Drave, te izuzetno visoke vodostaje Dunava iz prosinca iste godine. Upravo ova događanja, sve češće uzrokovana klimatskim promjenama pokazuju kako obrana od poplava nije kratkoročni zadatak, već trajna obveza najvišeg prioriteta.

Kako bi sustav obrane od poplava na prekograničnim vodotocima funkcionirao, važna značajka je i međunarodna suradnja na području vodnoga gospodarstva te upravo kroz taj mehanizam ministarstvo nadležno za vodno gospodarstvo usklađuje politiku obrane od poplava i leđa na međunarodnim vodotocima s drugim državama putem mehanizama međunarodnih vodnogospodarskih komisija, dok provedbu mjera obrane od poplava provode Hrvatske vode.

Sukladno odredbama Zakona o vodama, a na osnovu raspoloživih podataka, Hrvatske

vode za svako vodno područje izrađuju prethodnu procjenu rizika od poplava, kada se radi o izradi procjene rizika od poplava međunarodnog vodnog tijela koje Republika Hrvatska dijeli s drugim državama članicama Europske unije (EU) Hrvatske vode osiguravaju razmjenu bitnih informacija s nadležnim tijelima tih država. Na temelju prethodnih procjena rizika od poplava, Hrvatske vode utvrđuju ona područja za koja zaključe da postoje potencijalno značajni rizici od poplava ili je vjerojatnost da bi oni mogli nastati. Utvrđivanje područja sa potencijalno značajnim rizikom koja pripadaju međunarodnom vodnom području koja se dijele s drugim državama članicama EU koordinira ministarstvo nadležno za vodno gospodarstvo s nadležnim tijelom ili pravnom osobom druge države članice Europske unije.

Prije izrade karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava za međunarodno vodno područje koje Republika Hrvatska dijeli s drugom državom članicom EU Hrvatske vode dužne su o tome razmijeniti informacije s nadležnim tijelima ili pravnim osobama te države članice. Plan upravljanja rizicima od poplava ne smije sadržavati mjere koje svojim opsegom i učinkom znatno povećavaju rizik od poplava uzvodno ili nizvodno u drugim državama na istom riječnom slivu ili podslivu, osim ako su te mjere usklađene i rješenja usuglašena s drugim državama članicama na međunarodnom vodnom području.

Osim osiguranja zakonskog okvira za funkcioniranje obrane od poplava na međunarodnim vodotocima potrebno je osigurati i razmjenu podataka. U informacijskom sustavu voda prikupljaju se i podaci s vodomjernih postaja s područja drugih država na širem prostoru slivova, koje su povezane u zajednički sustav razmjene podataka u realnom vremenu. Razmjena hidrometeoroloških podataka s drugim državama u realnom vremenu provodi se putem mehanizama međunarodnih multilateralnih i bilateralnih vodnogospodarskih komisija i Svjetske meteorološke organizacije. Hidrometeorološki podaci, prognoze i upozorenja iz prethodnih stavaka prosljeđuju se podcentrima obrane od poplava na razini sektora i branjenih područja, gdje se donose operativne odluke o upravljanju obranom od poplava.

Republika Hrvatska ima sklopljene bilateralne sporazume o vodnogospodarskim odnosima, što uključuje i upravljanje rizicima od poplava, s Republikom Mađarskom, Republikom Slovenijom, Bosnom i Hercegovinom i Republikom Crnom Gorom. Isto tako, Hrvatska je punopravna članica Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunava (ICPDR), kao i Međunarodne komisije za sliv rijeke Save - Savska komisija (International Sava River Basin Commission), koje kroz svoje aktivnosti također jačaju suradnju vezano za obranu od poplava na ovim prekograničnim vodotocima.

Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR) koja okuplja 15 članica, među svojim brojnim aktivnostima provodi i one vezane za upravljanje poplavama na cijelom Dunavskom slivu uzimajući u obzir države članice EU, kao i one koje to nisu. ICPDR koordinira sve tri ključne faze usklađivanja s EU Direktivom o poplavama (2007/60/EZ) - procjenu rizika (PFRA), karte opasnosti i rizika te planove upravljanja rizicima (FRMP) na razini cijelog sliva Dunava. To uključuje izradu Plana

upravljanja rizicima od poplava (Danube Flood Risk Management Plan (DFRMP) u kojem se primjenjuje integrirani pristup temeljen na prevenciji, zaštiti i pripravnosti, s posebnim naglaskom na prirodna rješenja i solidarnost među državama članicama. Kroz rad ICPDR-a razvijeni su alati i projekti za procjenu i upravljanje rizicima od poplava poput jedinstvene karte opasnosti i rizika, uz ujednačavanje metodologija i angažiranje dionika iz svih država članica. Primjerice, zajednički je proveden projekt „Danube Floodplain“ koji promiče obnovu poplavnih područja kao prirodnih sustava zadržavanja vode (*natural water retention*) i zelena infrastrukturna rješenja. Valja napomenuti da su još od 1996./1997. aktivni sustavi Transnational Monitoring Network (TNMN) i Accident Emergency Warning System (AEWS) koji omogućuju brzu razmjenu hidroloških podataka i upozorenja među državama članicama. Usvojeni dokumenti se razmatraju kao međunarodni dokumenti, a implementacija je usmjerena na smanjenje rizika u cijelom slivu bez prijenosa problema na druge države.

U slivu rijeke Save postoji duga tradicija suradnje u upravljanju poplavama pa su tako i stranke Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save (Republika Hrvatska, Republika Slovenija, Bosna i Hercegovina, Republika Srbija i Republika Crna Gora) sa ciljem jačanja suradnje, provedbe zajednički dogovorenih aktivnosti i osiguranja preduvjeta za održivo upravljanje poplavama u slivu rijeke Save, pripremile Protokol o zaštiti od poplava, koji naglašava potrebu smanjenja štetnih posljedica poplava na ljudski život i zdravlje, okoliš, kulturnu baštinu, ekonomske aktivnosti i infrastrukturu u slivu te osigurava čvrst pravni okvir za provedbu svih dogovorenih aktivnosti.

U okviru djelovanja Savske komisije razvijen je i Sustav prognoze i upozorenja na poplave u slivu rijeke Save - FFWS. Ovaj sustav uključuje sve podatke i modele koje su priložile pojedinačne stranke potpisnice okvirnog sporazuma, što ga čini jedinstvenim prognostičkim sustavom kada je u pitanju prekogranična suradnja u prognozi poplava. Ova zajednička prognostička platforma predstavlja dodanu vrijednost postojećim nacionalnim sustavima za prognozu i upozorenje te pripremu i optimizaciju mjera obrane od poplava, čime značajno doprinosi smanjenju posljedica poplava.

ZAKLJUČAK

Vode svojom razornom snagom, mogu izazvati velike probleme ako se pravodobno ne planiraju i ne poduzimaju cjelovite i učinkovite mjere zaštite života ljudi i njihove imovine u slučaju nastanka nepovoljnih ili čak ekstremnih vremenskih uvjeta.

Brojne generacije stručnjaka u vodnom gospodarstvu, kroz gotovo stoljeće i pol razvijale su i nadograđivale sustave zaštite od poplava u Republici Hrvatskoj, čime je danas uspostavljen organizirani vodni sektor s dugogodišnjom tradicijom uspješnog djelovanja.

Temelj ovog sustava leži u zakonodavnom okviru koji je u potpunosti usklađen s

pravnom stečevinom Europske unije. On omogućuje smanjenje rizika od plavljenja primjenom gospodarski povoljnijih i ekološki prihvatljivijih rješenja, pri čemu je pravovremeno donošenje temeljnih planskih i programskih dokumenata vodnoga gospodarstva od iznimne važnosti.

Važno je imati na umu da su troškovi šteta od poplava uvijek značajno veći od troškova provođenja preventivnih mjera.

LITERATURA

- [1] Zakon o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23)
- [2] Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (Narodne novine, br. 153/09, 90/11, 56/13, 54/14, 119/15, 120/16, 127/17, 66/19 i 36/24)
- [3] Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. (Narodne novine, 84/23)
- [4] Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije (Narodne novine, broj 140/24)
- [5] Državni plan obrane od poplava (Narodne novine, broj 84/10)
- [6] Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, poslova preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovite i izvanredne obrane od poplava te održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje (Narodne novine, broj 26/20)
- [7] Kos, Macan, Čulinović Holjevac (2022): *Razvoj i upravljanje sustavima javnog navodnjavanja*
- [8] Kos, Macan, Čulinović Holjevac, Sokolić (2016): *Zakonski okvir upravljanja i razvoja hidrotehničkih melioracija*
- [9] www.voda.hr
- [10] www.savacommission.org
- [11] www.icpdr.org

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**AKTUALNI IZAZOVI U UPRAVLJANJU
RIZICIMA OD POPLAVA**
**CURRENT CHALLENGES IN FLOOD RISK
MANAGEMENT**

mr. sc. Zoran Đuroković, dipl. ing. građ. ^a
Goran Milaković, mag. ing. aedif. ^b, Tomislav Novosel, dipl. ing. građ. ^c

SAŽETAK

Klimatske promjene su definitivno počele uzimati sve veći danak širom Europe i svijeta, a u posljednje vrijeme i u Republici Hrvatskoj. Evidentno je kako Hrvatsku u posljednje vrijeme sve više ugrožavaju poplave i od velikih rijeka (Dunav, Sava, Kupa, Drava, Una, Mura i druge), ali također i bujične i takozvane urbane (gradske) poplave postaju sve učestalije. Gledajući u kontekstu današnjih klimatskih promjena kada su poplavni događaji diljem Europe i svijeta nažalost sve češća, intenzivnija i opasnija pojava, možemo zaključiti kako se Hrvatska relativno dobro brani i još uvijek prolazi s minimalnim štetama u odnosu na količinu i veličinu prijetnji od poplava. Zasluge za tako nešto zasigurno pripadaju i postojećem sustavu obrane od poplava, kojega je dakako potrebno redovito održavati i stalno dograđivati u skladu s ostvarenim najnovijim hidrološkim ekstremima i novim rekordnim vodostajima, pri čemu je potrebno što je više moguće koristiti dostupna financijska sredstva iz raspoloživih EU fondova, a što Hrvatske vode kontinuirano i čine. U razdoblju od 2016. do kraja 2025. godine u izgradnju regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i smanjenje rizika od pojave poplava biti će uloženo preko 500 milijuna eura, što se velikim dijelom financira putem EU fondova (NPOO, OPKK 2014. - 2020., PKK 2021. - 2027 kao i iz Fonda solidarnosti za potrebe sanacija šteta od potresa).

KLJUČNE RIJEČI: *Klimatske promjene, Poplave, Štete, Sustav obrane od poplava, EU fondovi*

^a Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, (zoran.durokovic@voda.hr)

^b Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, (goran.milakovic@voda.hr)

^c Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, (tomislav.novosel@voda.hr)

ABSTRACT

Climate change has definitely started to take an increasing toll across Europe and the world, and recently also in the Republic of Croatia. It is evident that Croatia has recently been increasingly threatened by floods from large rivers (Danube, Sava, Kupa, Drava, Una, Mura and others), but also flash floods and so-called urban (city) floods are becoming more frequent. Looking at it in the context of today's climate change, when flood events across Europe and the world are unfortunately becoming more frequent, more intense and more dangerous, we can conclude that Croatia is defending itself relatively well and is still getting by with minimal damage compared to the quantity and size of flood threats. The credit for this certainly goes to the existing flood protection system, which of course needs to be regularly maintained and constantly upgraded in line with the latest hydrological extremes and new record water levels, while it is necessary to use as much financial resources as possible from available EU funds, which Croatian Waters is continuously doing. In the period from 2016 to the end of 2025, over 500 million euros will be invested in the construction of regulatory and protective water structures and flood risk reduction, which is largely financed through EU funds (NPOO, OPKK 2014 - 2020, PKK 2021 - 2027, as well as from the Solidarity Fund for the repair of earthquake damage).

KEYWORDS: *Climate change, Floods, Damage, Flood protection system, EU funds*

1. UVOD

Održiva zaštita od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda podrazumijeva postizanje gospodarski opravdanih stupnjeva zaštite stanovništva, materijalnih dobara i ostalih ugroženih vrijednosti (gospodarski objekti, prometnice, infrastruktura, poljoprivredne površine, kulturno - povijesna baština i ostalo) uz poticanje očuvanja i unaprjeđivanja ekološkog stanja voda i poplavnih površina, radi stvaranja preduvjeta za daljnji održivi gospodarski razvoj (Strategija upravljanja vodama 2008. - 2038., stranica 110).

Plan upravljanja poplavnim rizicima donosi se zajedno s Planom upravljanja vodnim područjima, kao jedinstveni planski dokument kojim se određuje politika i utvrđuje razvojni okvir integralnog upravljanja vodama u šestogodišnjim planskim ciklusima. Upravljanje rizicima od poplava podrazumijeva planiranje i provođenje mjera koje imaju za cilj smanjenje rizika od poplava razvojem vodne infrastrukture i drugih negrađevinskih mjera smanjenja rizika od poplava (zaštite od štetnog djelovanja voda) te osobito planiranje i provođenje mjera obrane od poplava. Razvoj (građevinske i negrađevinske) infrastrukture zaštite od štetnog djelovanja voda je preventivna kategorija, dok je obrana od poplava organizirana na dvije osnovne razine: preventivnoj i operativnoj. Preventivna obrana od poplava obuhvaća radove održavanja prirodnih i umjetnih vodotoka i drugih voda, regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina, građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju, građevina za sprečavanje i otklanjanje erozija i sprečavanje djelovanja bujica, kao i revitalizaciju poplavnih područja. Ope-

rativna obrana od poplava može biti redovna i izvanredna, a čine je mjere koje se poduzimaju neposredno pred nastup opasnosti od plavljenja, tijekom trajanja opasnosti i neposredno nakon prestanka te opasnosti s ciljem smanjenja mogućih šteta od poplava.

U Strategiji upravljanja vodama postavljeni su određeni visoki ciljevi kojima se predviđa dostizanje do 100 % funkcionalnosti sustava zaštite od poplava do kraja 2038. godine. Ovaj cilj je potrebno ostvariti postupnom provedbom sanacije, rekonstrukcije i dogradnje postojećeg sustava obrane od poplava. U tu svrhu donesen je i Višegodišnji program građenja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije do 2030. godine. Ipak, s obzirom na evidentne klimatske promjene, nove hidrološke ekstreme i stalno bilježenje novih rekordnih vodostaja posljednjih godina te s obzirom na visoke troškove gradnje za očekivati je kako će se razina potpune funkcionalnosti sustava zaštite od poplava nastaviti nadograđivati i nakon 2038. godine.

2. KLIMATSKE PROMJENE I ŠTETE OD POPLAVNIH DOGAĐAJA

Klimatske promjene su definitivno počele uzimati sve veći danak širom Europe i svijeta, a u posljednje vrijeme i u Republici Hrvatskoj. Sve učestalije se izmjenjuju ekstremno kišna i ekstremno sušna razdoblja. S tim u vezi i poplavni događaji diljem Europe i svijeta nažalost postaju sve češća, intenzivnija i opasnija pojava. Velike poplave dakako direktno uzrokuju i velike materijalne štete prvenstveno u poljoprivredi te na objektima i infrastrukturi, dok indirektno štete od poplava dugoročno mogu biti pogubne po razvoj turizma, industriju i gospodarstvo u cjelini. Katastrofalne poplave odnose i brojne ljudske žrtve, dok tisuće ljudi ostaju bez svojih domova, a površine poplavljenih područja dosežu do sada nezamislive razmjere.

Katastrofalna situacija zabilježena je početkom listopada 2024. godine u susjednoj Bosni i Hercegovini pri čemu je najgore bilo na području Jablanice gdje su bujice i odroni uz veliku materijalnu štetu odnijeli 27 ljudskih života. U Španjolskoj je krajem listopada i početkom studenog 2024. godine u ekstremnim bujičnim poplavama u pokrajini Valencia život izgubilo čak 231 osoba. Gotovo 200 poginulih i više stotina ozlijeđenih zabilježeno je u srpnju 2021. u Zapadnoj Njemačkoj u poplavama u dolini rijeke Ahr. Štete od poplava u Europi mjere se u desecima milijardi eura.

Posljednjih godina i u Hrvatskoj se zbog poplava bilježe sve veće materijalne štete, ali za razliku od puno bogatijih zapadnoeuropskih zemalja u Hrvatskoj imamo mali broj ljudskih žrtava i stradalih u poplavama, što je i najbitnije jer je svaki ljudski život neprocjenjiv. Hrvatske vode prvenstveno vode statistiku o vlastitim troškovima i izdacima za aktivnu obranu od poplava te troškovima hitnih sanacija vodnih građevina u vlasništvu Hrvatskih voda, dok podatke o sveukupnim štetama od poplava (tu se ubrajaju sveukupne štete na poljoprivredi, kompletnoj infrastrukturi, stambenim objektima, kulturnoj baštini i drugom) vode jedinice lokalne (regionalne) samouprave i nadležna ministarstva. Potrebno je spomenuti kako su Hrvatske vode u Planu uprav-

ljanju rizicima od poplava razvile metodologiju za procjenu potencijalnih poplavnih šteta, koja je razvijena temeljem karata opasnosti od poplava i s obzirom na opću namjenu zemljišta. Procjena potencijalnih šteta napravljena je za sva 3 scenarija velike (PR = 25 godina), srednje (PR = 100 godina) i male vjerojatnosti pojavljivanja (PR = 1.000 godina). Dakako, rezultati analiza na makro razini pokazuju da su za poplavni scenarij male vjerojatnosti potencijalne štete najveće, jer je tada uostalom i najveće područje prekriveno vodom, uključujući i dijelove velikih gradova poput Zagreba, Siska, Slavonskog Broda, Županje i drugih. Uzimajući u obzir proračun potencijalne štete prema sva tri scenarija procijenjena je srednja godišnja šteta koja na razini Republike Hrvatske iznosi čak 996 milijuna eura. Uzme li se u obzir da troškovi održavanja sustava na godišnjoj razini iznose oko 120 milijuna eura moguće je utvrditi da se isplati održavati i unaprjeđivati sustav obrane od poplava jer su potencijalne štete čak 8 puta veće, a ujedno smanjuju rizike od stradanja ljudi.

Poplavne linije definirane na kartama opasnosti od poplava i kartama rizika od poplava pokazuju da opasnost od poplava postoji na oko 5,7 % površine kopnenog teritorija Republike Hrvatske u slučaju poplava velike vjerojatnosti pojavljivanja, na oko 7,5 % površine kod poplava srednje vjerojatnosti pojavljivanja, a na 16 % površine za poplave male vjerojatnosti pojavljivanja.

3. AKTUALNI IZAZOVI U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA

Evidentno je kako i Hrvatsku u posljednje vrijeme sve više prijetje poplave i od velikih rijeka (Dunav, Sava, Kupa, Drava, Una, Mura i druge), ali također i bujične i takozvane urbane (gradske) poplave postaju sve učestalije.

Sve češće se spominju poplave gradova duž cijele jadranske obale od Umaga do Dubrovnika, a nažalost od intenzivnih lokalnih nevremena nisu pošteđeni niti gradovi kontinentalne Hrvatske (Zagreb, Požega, Slavonski Brod, Našice, Osijek i drugi). Ovdje je potrebno razjasniti kako urbane poplave, odnosno oborinska odvodnja nije u nadležnosti Hrvatskih voda, već jedinica lokalne samouprave (gradovi i općine). U cilju smanjenja šteta, sustavi oborinske odvodnje u gradovima se moraju dograđivati te redovito čistiti i održavati, ali to je u nadležnosti gradskih komunalnih poduzeća. Ovdje je potrebno spomenuti kako se s problemima urbanih poplava redovito susreću i puno bogatiji svjetski mega gradovi New York, London, Tokyo i drugi.

Čišćenje i održavanje otvorenih korita vodotoka i bujica je isključivo u nadležnosti Hrvatskih voda. Tako je prilikom i poslije svake kišne epizode potrebno izvršiti čišćenje nanosa i naplavina iz korita bujice kako bi se osigurala protočnost korita da ubuduće može primiti nove količine kiša. Jedina dobra stvar kod bujica je što se voda relativno brzo i povlači. Primjerice, situacija iz Đurđenovca u Slavoniji krajem ožujka 2025. godine klasičan je primjer bujične poplave. Lokalno padne izuzetno puno kiše u vrlo kratkom vremenu. Događa se nagli porast vodostaja, koji rezultira izlivanjem iz korita. To se sve događa vrlo brzo, u jako kratkom vremenu. Iz tog razloga jako

je teško prognozirati bujične poplave te je obrana od poplava u ovakvim ekstremnim događajima gotovo nemoguća i svodi se prvenstveno na preventivu. U slučaju Đurđenovca najveće probleme stvarala je voda koja se s Papuka slijevala prema rječicama i potocima na tom području. Vrlo brzo voda je prodrla u gotovo sve ulice te je više od 200 objekata bilo u doticaju ili okruženju s vodom, što je do sada bilo nezabilježeno u ovom mjestu (Slika 1.). Stanje na području Đurđenovca zasigurno bi bilo još i puno teže da prije par godina nije izgrađena akumulacija Švajcarija koja je primila i zadržala veliku količinu vode (Slika 2.).



Slika 1. Poplava naselja Đurđenovac - 28. ožujka 2025.



Slika 2. Akumulacija Švajcarija, Đurđenovac - 1. travnja 2025.

U budućnosti je moguće za očekivati ponavljanje ovakvih događaja te je iz tog razloga potreban sustavni pristup rješavanju ovakvih problema, ne samo za Đurđenovac nego i za sve ostale bujice koje prijete ne samo s Papuka, Biokova ili Požeške gore, već i svih ostalih bujičnih vodotoka u Hrvatskoj. Zna se koje su mjere zaštite od erozija i bujica: pošumljavanje, uzgoj i održavanje zaštitne vegetacije, odnosno raslinja, redovito čišćenje korita bujica radi održavanja protočnosti, a najbolje rješenje za obranu od bujičnih vodotoka je izgradnja brdskih retencija i akumulacija, naravno gdje god je to moguće. Uvijek je potrebno istaknuti i naglasiti kako iznimno značajnu ulogu prilikom svake obrane od poplava u Hrvatskoj ima naš sustav manjih brdskih i velikih nizinskih retencija koje stalno iznova dokazuju svoju veliku vrijednost i izravno doprinose smanjenju šteta od poplava. Trenutno u Hrvatskoj imamo 70-ak brdskih retencija, a u pripremi i izgradnji je još 30-ak, koje će jednom kad budu dovršene značajno smanjiti rizike od pojave bujičnih poplava (Slika 3.).



Slika 3. Retencija Stublovac u vrijeme izgradnje - za zaštitu grada Slatine

Gledajući u kontekstu današnjih klimatskih promjena kada su poplavni događaji diljem Europe i svijeta nažalost sve češća, intenzivnija i opasnija pojava, možemo zaključiti kako se Hrvatska relativno dobro brani i još uvijek prolazi s minimalnim štetama u odnosu na količinu i veličinu prijetnji od poplava. Zasluge za tako nešto za sigurno pripadaju i postojećem sustavu obrane od poplava kojega je dakako potrebno redovito održavati i stalno dograđivati u skladu s ostvarenim najnovijim hidrološkim ekstremima i novim rekordnim vodostajima. Naravno, pri tome je potrebno što je više moguće koristiti dostupna financijska sredstva iz raspoloživih EU fondova što Hrvatske vode kontinuirano i čine. U razdoblju od 2016. do kraja 2025. godine u izgradnju regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i smanjenje rizika od pojave poplava biti će uloženo preko 500 milijuna eura, što se velikim dijelom financira

putem EU fondova (NPOO, OPKK 2014. - 2020., PKK 2021. - 2027 kao i iz Fonda solidarnosti za potrebe sanacija šteta od potresa). Ulaže se i u takozvane moderne sustave za obranu od poplava. Takav je primjerice sustav montažnih mobilnih protupoplavnih barijera u dužini od oko 540 metara postavljen za zaštitu Hrvatske Kostajnice od poplava rijeke Une. Ovaj sustav u funkciji je od siječnja 2024. godine, a pravi test prošao je već u ožujku 2025. godine kada je bio izložen pritisku od oko 180 cm visine duž cijele linije od 540 metara, pri čemu nije zabilježeno nikakvo propuštanje, odnosno procjeđivanje kroz sami sustav (Slike 4. i 5.). Inače, sustav je projektiran i dimensioniran da zadrži visinu vodnog stupca od 240 centimetara. Montažno - demontažni protupoplavni sustav pokazao je svoju punu funkcionalnost te se ozbiljno razmatraju i druge pogodne lokacije za primjenu sličnih rješenja (Županja, Varaždin, Obrovac, Karlovac i druge).



Slika 4. Postavljanje montažnog protupoplavnog sustava - Hrvatska Kostajnica, ožujak 2024.



Slika 5. Montažno - demontažni sustav u svojoj punoj funkcionalnosti - Hrvatska Kostajnica, ožujak 2025.

Suvremeni pristup zaštiti od poplava podrazumijeva usklađivanje mjera s ekološkim potrebama vrsta i stanišnih tipova. EU Direktiva o poplavama stavlja naglasak na davanje više prostora rijekama (naravno, gdje je to moguće) te održavanje i/ili restauraciju poplavnih područja. Iz tog razloga u Europi se provode brojne restauracije pojedinih dionica rijeka, kao i revitalizacije starih rukavaca (naravno u slučaju da je okolno zemljište raspoloživo). Iako Hrvatska raspolaže s velikim nizinskim retencijama kao što su Lonjsko polje, Odransko polje i Kopački rit i u Hrvatskoj se u skladu s EU direktivama posvećuje dosta važnosti restauraciji vodotoka. Putem Nacionalnog programa oporavka i otpornosti (NPOO) je trenutno odobreno 8 restauracijskih projekata ukupne vrijednosti preko 42 milijuna eura s PDV-om:

- revitalizacija retencije Stara Drava - Bilje,
- revitalizacija rukavca rijeke Drave - Halaševo,
- revitalizacija starog korita rijeke Drave u Osijeku,
- restauracija starog toka Dunava - Zmajevački Dunavac,
- restauracija Biljskog rita,
- čišćenje Trakošćanskog jezera od nataloženog sedimenta,
- restauracija rijeke Mirne,
- uređenja sliva Odenice na području grada Virovitice, gdje se veći dio projekta odnosi na restauraciju.

Vrijedi spomenuti da se u sklopu NPOO-a očekuje realizacija još 8 novih projekata revitalizacije u iznosu od preko 25 milijuna eura s PDV-om:

- uklanjanje nanosa iz rijeke Bosut u gradu Vinkovci,
- uklanjanje nanosa iz rijeke Bosut na području Rokovci - Andrijaševci,
- restauracija riječnog rukavca Tišina u Čigoču,
- obnova rukavca i proširenje korita na rijeci Dravi na lokaciji rukavca stara Drava Varaždin,
- vodnogospodarsko uređenje i revitalizacija retencijskog prostora Starog korita rijeke Vuke u Vukovaru,
- osiguravanje povoljnog stanja vode u Vranskom jezeru,
- restauracija dijela korita rijeke Odre u Čičkoj Poljani,
- uklanjanje nanosa iz Baćinskih jezera.

Naravno, izgradnja sustava obrane od poplava sama po sebi nije jednostavna ni brza ni laka, iako je od strateškog interesa za Republiku Hrvatsku. Ovo su sve veliki infrastrukturni projekti, koji osim visokih troškova financiranja zahtijevaju i određeno vrijeme za pripremu, planiranje te u konačnosti i samu gradnju.

S obzirom na brzu dinamiku klimatskih promjena i sve učestaliju pojavu ekstremnih hidroloških prilika, što će se i u budućnosti zasigurno događati, potrebno je unaprijediti koordinaciju svih nadležnih tijela za omogućavanje gradnje i ubrzati postupke koji prethode samom građenju s obzirom da je gradnja vodnih građevina sukladno Zakonu o vodama u interesu Republike Hrvatske. Pod tim postupcima smatraju se:

- koordinacija i ubrzavanje postupaka vezano uz dopuštenja nadležnih tijela zaštite okoliša i prirode vezano uz omogućavanje gradnje vodnih građevina i održavanje protočnosti vodotoka (uklanjanje nanosa i čišćenje inundacijskih prostora za potrebe omogućavanja prolaska velikih vodnih valova),
- dodatna koordinacija i upravljanje vezano uz uzgoj i sječu šumskih površina,
- unaprjeđenje komunikacije s javnošću (građani i udruge) vezano uz određena protivljenja gradnji vodnih građevina za zaštitu od štetnog djelovanja voda,
- ubrzavanje rješavanja imovinsko - pravnih odnosa, postupaka provedbe parcelacijskih elaborata, kao i ubrzavanje postupaka pri sudovima vezanih uz rješavanje žalbi na parcelacijske elaborate,
- ubrzavanje izdavanja akata na temelju Zakona o prostornom uređenju i Zakona o gradnji,
- onemogućavanje gradnje u nebranjenim i poplavnim područjima.

ZAKLJUČAK

S obzirom na najave i dugoročne prognoze za očekivati je kako će se trend klimatskih promjena i izraženih hidroloških ekstrema nastaviti. Stoga je nužna i prilagodba na navedene pojave, što zahtijeva žurnu sanaciju, rekonstrukciju i gradnju pojedinih

dionica nasipa, kao i drugih regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina, uključujući naravno retencije i akumulacije, a sve u cilju smanjenja rizika od pojave poplava i njihovih posljedica.

Potrebno je također dodatno razvijati i unaprjeđivati prognostičke modele, kao i međunarodnu vodnogospodarsku suradnju putem boljeg obavješćavanja i zajedničkog razvoja novih hidroloških modela u cilju uspješnijeg prognoziranja, praćenja i evakuacije vodnih valova, te pravovremene pripreme i provedbe mjera obrane od poplava na ugroženim područjima. U tom smislu potrebno je više pažnje posvećivati i ulagati i u međunarodne projekte jer se na kraju uvijek ispostavi da je točna ona izreka „*svi živimo nizvodno*“.

U suradnji s DHMZ-om potrebno je poboljšavati stare, ali isto tako i dalje razvijati nove hidrološke modele i prognostičke sustave za prognozu bujičnih poplava. Ovi trenutni modeli i sustavi ranog upozoravanja omogućavaju prognozu visine vodostaja do 5 dana unaprijed, što daje dovoljno vremena i omogućava kvalitetniju pripremu za uspješniju obranu od poplava.

Na kraju je svakako potrebno istaknuti kako je za učinkovitu i uspješnu zaštitu od poplava neophodna suradnja svih nadležnih tijela u sustavu civilne zaštite, uključujući jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave i Ravnateljstvo civilne zaštite, koje je prema Državnom planu obrane od poplava nositelj temeljnih ovlasti na području zaštite od katastrofa i velikih nesreća, uključujući i one uslijed poplava i putem kojeg se omogućava uključivanje i sudjelovanje svih ostalih službi i resursa u obrani od poplava. Naime, u posljednje vrijeme poplavni događaji su uglavnom takvog opsega i karaktera koji zahtijevaju uključivanje svih dijelova sustava sigurnosti u obranu od poplava. Iz tog razloga nužno je i nadalje unaprjeđivati neposrednu provedbu mjera obrane od poplava unutar sustava vodnoga gospodarstva (Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Hrvatske vode i licencirane tvrtke za radove obrane od poplava), te razvijati suradnju sa svim drugim sudionicima koji se putem stožera CZ-a i RCZ-a po potrebi aktivno uključuju u provedbu mjera obrane od poplava (civilna zaštita, vatrogasne i policijske postrojbe, HGSS, Crveni križ, komunalna poduzeća, građani na ugroženim područjima, Oružane snage).

LITERATURA

- [1] *Strategija upravljanja vodama*, Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2009.
- [2] *Plan upravljanja vodnim područjima do 2027.*, Hrvatske vode, Zagreb, srpanj 2023.

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**VAŽNOST VODNOGOSPODARSKIH
TRGOVAČKIH DRUŠTAVA U SUSTAVU OBRANE
OD POPLAVA**

**THE IMPORTANCE OF WATER MANAGEMENT
COMPANIES IN THE FLOOD PROTECTION
SYSTEM**

Ivan Ćosić, mag. ing. aedif. ^a

SAŽETAK

Ovaj članak daje pregled aktualnog stanja sustava zaštite od štetnog djelovanja voda s aspekta vodnogospodarskih trgovačkih društava koji zajedno s Hrvatskih vodama čine bitan dio tog sustava, a izvršavajući radove i usluge u preventivnoj, redovnoj i izvanrednoj obrani od poplava i leda na branjenim područjima u Republici Hrvatskoj kao i radove na održavanju detaljne melioracijske kanalske mreže te stalnim hidrotehničkim građevinama u sustava zaštite od štetnog djelovanja voda. Članak se nadovezuje na promjene uspostavljene u sustavu obrane od poplave i opisuje koji učinak takav sustav ima. Također ukazuje na važnost postojanja kompetentnih i iskusnih vodnogospodarskih trgovačkih društava te kontinuiranom ulaganju u sustav. Promjene Zakona o financiranju vodnoga gospodarstva određuju financiranje Hrvatskih voda te potencijalno mogu utjecati na sustav obrane od poplava. U ovom članku se navode prednosti strukturiranog i definiranog sustava u kojima licencirana trgovačka društva provode preventivnu, redovnu i izvanrednu obranu od poplava, kao i izazove s kojima se suočavaju. Uspostavljeni sustav obrane od poplava kakav je u Republici Hrvatskoj dokazao je u prethodnom razdoblju da se uspješno nosi i s klimatskim promjenama i sa zahtjevima Republike Hrvatske kao članice Europske unije te ga je nužno daljnje ojačavati kako bi se smanjili rastući rizici šteta od poplava i izbjegle ljudske žrtve.

^a Gospodarsko interesno udruženje vodnogospodarskih trgovačkih društava - GIU VGTD, Šetalište braće Radić 22, Slavonski Brod, 35000, giuvgt@gmail.com; ivan.cosic@brodska-posavina.hr

KLJUČNE RIJEČI: Obrana od poplava, Vodnogospodarska trgovačka društva, Državni plan obrane od poplava

ABSTRACT

This article provides an overview of the current state of the system for protection against the harmful effects of water, from the perspective of water management companies which, together with Croatian Waters, are an essential part of this system. They carry out works and services in preventive, regular, and emergency defense against floods and ice in defended areas in the Republic of Croatia, as well as maintenance works on the detailed land reclamation canal network and other hydrotechnical structures within the protection system. The article discusses the changes established in the flood defense system and the effects of such a system. It also points to the importance of having competent and experienced water management companies and of continuous investment in the system. Changes to the Water Management Financing Act determine the funding of Croatian Waters and can potentially affect the flood defense system. This article outlines the advantages of a structured and defined system in which licensed companies carry out preventive, regular, and emergency flood defense, as well as the challenges they face. The established flood defense system in the Republic of Croatia has proven in the previous period that it successfully copes with both climate change and the requirements of the Republic of Croatia as a member of the European Union, and it is necessary to further strengthen it to reduce the growing risks of flood damage and avoid human casualties.

KEYWORDS: Flood defense, Water management companies, State Flood Defense Plan

1. UVOD

Operativno upravljanje rizicima od poplava i neposredna provedba mjera obrane od poplava utvrđeni su Državnim planom obrane od poplava kojeg donosi Vlada Republike Hrvatske, Glavnim provedbenim planom obrane od poplava kojeg donose Hrvatske vode te je u njemu sadržani pregled teritorijalnih jedinica za izravnu provedbu mjera obrane od poplava. Obrana od poplava provodi se na teritorijalnim jedinicama za obranu od poplava - vodnim područjima, sektorima, branjenim područjima i dionicama. Republika Hrvatska je na taj način podijeljena na 2 vodna područja, 6 sektora i 34 branjena područja. Granice vodnih područja, sektora i branjenih područja određene su Zakonom o vodama, dok se broj i oznaka pojedine dionice utvrđuje Glavnim provedbenim planom obrane od poplava. Vodnogospodarska trgovačka društva sudjeluju u sustavu obrane od poplava kao ugovorne strane u provođenju zaštite od štetnog djelovanja voda, odnosno u provođenju preventivne, redovne i izvanredne obrane od poplava na odgovarajućim branjenim područjima. Aktualni sustav obrane od poplava i njegova zakonska regulativa po pitanju trgovačkih društava zahtjeva ispunjavanje uvjeta propisanih Državnim planom obrane od poplava te

posebice tehničkih i ljudskih kapaciteta propisanih Pravilnikom o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških usluga, preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovne i izvanredne obrane od poplava i održavanje detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje (Narodne novine, broj 26/20) (u daljnjem tekstu: Pravilnik). Navedeni Pravilnik propisuje posebne uvjete za obavljanje djelatnosti preventivne obrane od poplava te poslova i mjera redovne i izvanredne obrane od poplava kojima se, između ostalog, zahtjeva za svako branjeno područje zaposlenost odgovarajućih tehničkih stručnjaka u trgovačkim društvima na neodređeno radno vrijeme, posjedovanje odgovarajuće mehanizacije, sjedište tvrtke na tom branjenom području, kao i da najmanje 85 % zaposlenika tvrtke živi unutar ili najviše do 15 km od granice branjenog područja, standarde upravljanja sustavima poput ISO važećih standarda te za svako branjeno područje poseban broj ljudskih i tehničkih kapaciteta po brojnosti i raznolikosti vezano na specifičnost branjenog područja definiranih u Prilogu I. i Prilogu II. Pravilnika. Osim navedenih posebnih uvjeta, definirani su i posebni uvjeti za obavljanje djelatnosti održavanja detaljnih građevina za melioracijsku odvodnju i građevina za navodnjavanje te su potrebni kapaciteti definirani Prilogom III.a i III.b. Tvrtke koje ispunjavaju navedene uvjete definirane Pravilnikom prijavljuju se nadležnom ministarstvu koje nakon pregleda i utvrđivanja zadovoljavanja svih uvjeta iz Pravilnika izdaje Rješenje, takozvanu licencu ili certifikaciju za branjeno područje na razdoblje od 10 godina. U bilo kojem trenutku toga razdoblja trgovačko društvo mora zadovoljavati minimalno te navedene uvjete s kojima je dobilo licencu a isto na terenu provjerava u redovnim ili izvanrednim inspekcijskim nalazima Državni inspektorat i nadležni inspekcijski sektor - Sektor za nadzor zaštite okoliša, zaštite prirode i vodopravni nadzor. Važeći Pravilnik je iz 2020. godine, dok je prethodni Pravilnik na koji se aktualni nastavlja donesen 2010. godine, stoga su i licence za odgovarajuće razdoblje izdane po aktualnom Pravilniku, imajući na umu da su trenutne licence važeće za trgovačka društva većinom do kraja 2029. ili 2030. Hrvatske vode, kao nadležna agencija za provedbu obrane od poplave ugovaraju s trgovačkim društvima putem javne nabave u sklopu četverogodišnjih okvirnih sporazuma usluge preventivne, redovne i izvanredne obrane od poplave i leda na branjenim područjima te posebnim četverogodišnjim okvirnim sporazumima usluge održavanja detaljnih melioracijskih građevina za odvodnju i navodnjavanje na branjenim područjima.

2. PROBLEMATIKA VODNOGOSPODARSKIH TRGOVAČKIH DRUŠTAVA U PREVENTIVNOJ, REDOVNOJ I IZVANREDNOJ OBRANI OD POPLAVA

2.1. Aktualno stanje sustava obrane od poplave

Trenutni ciklus 2023. - 2026. godina, četvrti je ciklus načina ugovaranja predmetnih usluga trgovačkih društava s Hrvatskim vodama sukladno Zakonu o vodama, te

Pravilniku o udovoljavanju posebnih uvjeta za obavljanje poslova osobito značajnih za upravljanje vodama i obranom od poplave putem 4 - godišnjih okvirnih sporazuma. Na jednom od prethodnih znanstveno - stručnih skupova (Vukovar, 2012.) obrađena je konkretna problematiku zaštite od poplava s aspekta vodnogospodarskih trgovačkih društava na koji se ovaj članak nastavlja. Od tog razdoblja do danas održani su brojni skupovi koji su se bavili pitanjem zaštite od poplava sa znanstvenih, hidroloških, ekoloških, regulatornih i tehničkih aspekata, a ovaj članak aktualizira promjene u sustavu obrane od poplava koji se morao prilagođavati svim navedenim aspektima uslijed brojnih kriza i izazova od 2012. do sada.

Od tada do danas Republika Hrvatska postala je punopravna članica Europske unije, što je dovelo do određenih nužnih zakonskih usklađenja, ali i preuzimanja međunarodnih politika u pogledu zaštite okoliša i održivog razvoja, sektora kojem pripada vodno gospodarstvo. Osim političkih promjena, razdoblje su obilježile i ozbiljne krize gospodarske prirode, posljedice velike krize iz 2008. godine čije su se posljedice u Republici Hrvatskoj osjetile gotovo i desetljeće nakon, zatim pandemija COVID-19 a i brojna ratna stanja u Europi i svijetu, uzrokujući do tada nezabilježene oscilacije cijena materijala i usluga te posljedične probleme s migracijama i smanjenjem broja domaćeg stanovništva. Uz sve navedeno očite su i klimatske promjene koje se odlikuju intenzivnijim padalinama što uzrokuje intenzivnije i opasnije poplavne događaje i vodne valove višeg vodostaja i dužeg trajanja na većim vodotocima i pojave sve češćih bujica na manjim vodotocima. Ono što svakako valja istaknuti kao iznimno pozitivno u prethodnom razdoblju je pristup sredstvima EU fondova kojima su izgrađene brojne građevine hidrotehničke prirode i znatno ojačan i poboljšan sustav obrane od poplava. Uložena su znatna sredstva u izgradnju i rekonstrukciju nasipa, brana, regulacija vodotoka, obaloutvrda i kanala u službi zaštite od štetnog djelovanja voda. Sustav aktivne obrane od poplava je moderniziran i osposobljen nositi se s aktualnim klimatskim promjenama ali ga je nužno stalno ojačavati. Dobrodošle promjene i napredak ostvaren je i u pasivnoj obrani od poplava jačanjem svih službi civilne zaštite i ostalih službi koje su aktivne u poplavnim događajima. Vodnogospodarska trgovačka društva, kao dio tog sustava sudjelovala su i sudjeluju upravo u izvedbi i izgradnji aktivnog sustava, no također se moraju kontinuirano razvijati, ulagati u strojeve, opremu i stručni kadar kako bi mogli se nositi sa svim izazovima poslovnog okruženja tržišta i pravovremeno ispunjavati nužne usluge u sustavu obrane od poplave, bile one preventivne ili redovne ili izvanredne prirode. Postojanje ovakvog načina ugovaranja usluga, s višegodišnjim ugovorima pozitivan je primjer koji daje cjelokupnom sustavu stabilnost i mogućnost rasta i ulaganja no sam po sebi nije dovoljan za održivo poslovanje trgovačkih društava.

Ono što se pregledom dosadašnjih planova nabave Hrvatskih voda može utvrditi jest sljedeće:

- Hrvatske vode su značajno povećale ulaganja u redovno održavanje i obnavljanje vodotoka, vodnih građevina i vodnoga dobra:
 - s prosječno 83.880.815,00 eura (razdoblje 2018. - 2012.) na 118.246.864,00 eura (period 2023. - 2025.) - povećanje 40,97 %,
- Ukupni plan prihoda Hrvatskih voda se povećao u odnosu na prethodna razdoblja:
 - s 515.841.805,00 eura u 2021. godini na 792.313.571,00 eura u 2024. godini - povećanje 53,6 %,
- Ukupni plan rashoda Hrvatskih voda se također povećao u odnosu na prethodna razdoblja:
 - S 519.823.489,00 eura u 2021. godini na 828.393.265,00 eura u 2024. godini - povećanje 59,36 %.

Međutim, povećanje plana prihoda Hrvatskih voda značajnije je utjecalo na povećanje rashoda u ostalim obvezama koje Hrvatske vode financiraju, jer se detaljnijom analizom utvrđuje sljedeće:

- Ulaganje u redovno održavanje i obavljanje vodotoka, vodnih građevina i vodnog dobra u 2021. godini iznosilo je planski 86.269.825,00 eura, a u 2024. iznosilo je 106.496.576,00 eura, što predstavlja povećanje od 23,45 % - značajno manje od ukupnog povećanja rashoda,
- Ukupni udio ulaganja u redovno održavanje se u postotku ukupnih planskih rashoda smanjio u iznosu od 12,86 % ukupnih rashoda u 2024. u odnosu na 16,6 % u 2021. godini.

Navedeni podaci ukazuju u značajne promjene nadležnosti i opsega poslova koji su pod upravljanjem Hrvatskih voda vezano na brojne projekte u vodnokomunalnom sektoru i ostalim sektorima, uz temeljnu djelatnost zaštite od štetnog djelovanja voda. Bitno je ne dozvoliti da se fokus temeljne djelatnosti vodnogospodarskog sustava izgubi i da djelatnost izgubi na važnosti.

Sve navedeno je predmet planova nabave Hrvatskih voda, a odnosi se na planirana sredstva za prvenstveno preventivnu obranu od poplave, odnosno redovno održavanje po branjenim područjima, uz činjenicu da pojedini poplavni događaji i potrebe za hitnim intervencijama mogu u velikom mjeri izmijeniti vrijednosti utrošenih sredstava za obranu od poplave tijekom godine.

Po pitanju aktualnog Pravilnika kojim se definira sposobnost trgovačkih društava za obavljanje djelatnosti obrane od poplava u odnosu na istoimeni Pravilnik iz 2010. godine donesene su promjene kojima se bolje artikulira potreba pojedinog branjenog područja i u pogledu vrsta radova i napretka ali i razvoja građevinske struke i dostupne tehnike i učinka građevinskih strojeva, smanjujući broj ukupno potrebnih zaposlenika te broja građevinske mehanizacije.

Tablica 1. Usporedba minimalnih ukupnih kapaciteta iz Pravilnika

	Pravilnik 2010.	Pravilnik 2020.
Kapaciteti - brojnost i stručnost zaposlenika Ukupno	2.231	2.035
Kapaciteti - tehnička opremljenost: Ukupno	2.288	2.026
Veliki strojevi - preko 75kW - Ukupno	744	665
Manji strojevi:	1.544	1.361

Tablica 1. prikazuje zbroj najvažnijih strojeva i građevinske opreme primjenjive na svim područjima, dok nije u obzir uzeta plovna mehanizacija koja je potrebna samo za pojedina branjena područja. Ukupan broj zaposlenika se sastoji od tehničkog osoblja i ostalih struka neophodnih za normalan rad trgovačkih društava.

Neophodno je napomenuti da je za pravilno funkcioniranje sustava obrane od poplava uz redovito održavanje osnovne kanalske mreže i vodotoka nužno i redovito održavanje detaljne kanalske mreže, odnosno građevina za detaljnu melioracijsku odvodnju i navodnjavanje. Navedeni radovi se također ugovaraju u 4 - godišnjim okvirnim sporazumima između trgovačkih društava i Hrvatskih voda, ali su tu uvjeti znatno drugačiji. Ugovorna trgovačka društva također moraju zadovoljavati uvjete minimalne tehničke sposobnosti propisane Pravilnikom, ali su uvjeti znatno manji i nisu definirani isključivo po branjenim područjima, nego vrijede za cijelo područje Republike Hrvatske i uvjeti nisu mijenjani u odnosu na Pravilnik iz 2010. Vrijednosti i kompleksnost tih usluga su dakako znatno manji nego onih za preventivnu, redovnu i izvanrednu obranu od poplave po pojedinim branjenim područjima, ali je u praksi na terenu ponekad zaista nelogično prekidati određene radnje na pojedinim susjednim kanalima jer oni pripadaju drugom redu kanalske mreže i izvode se po drugom sporazumu ili ih čak izvodi i drugi izvođač, a tehnički i cjelovitošću bi bilo ispravno ih raditi u istim cjelinama na području sliva. Mogućnost nuđenja i ugovaranja usluge održavanja građevina detaljne kanalske mreže sa istim kapacitetima na više branjenih područja ne predstavlja dobru praksu i dovodi do rušenja cijena i definitivno i kvalitete izvedene usluge, što dovodi do brojnih problema kod jedinica lokalne samouprave i svih korisnika predmetnih građevina. Nužno je uspostaviti bolji sustav ugovaranja tih usluga jer trenutni način se pokazuje problematičnim, smanjujući ekonomsku isplativost usluga, ali i prvenstveno kvalitetom izvedenih radova.

2.2. Izazovi pred vodnogospodarskim trgovačkim društvima

Vodnogospodarska trgovačka društva, odnosno licencirana trgovačka društva za usluge obrane od poplave moraju naći ekonomsku isplativost svog poslovanja i ostvarivati dobit kojom mogu vršiti potrebna ulaganja u kadrove i tehničke kapacitete. Također, u okviru samih usluga aktivne obrane od poplave uvode se nove tehnologije zaštite od štetnog djelovanja voda, poput box-barijera i montažnih zidova za zaštitu od poplavnih voda, objekti privremenog ili trajnog karaktera kojima se može brzo podići potrebna linija obrane od visokih voda. Uz to, projekti i tehnologije predviđene u hidrotehničkim objektima za zaštitu od štetnog djelovanja voda uvode nove materijale, nove tehnologije izvedbe i potrebno je pratiti korak s napretkom struke. No bitno je imati na umu da se nikako ne smije zapostaviti dugogodišnje znanje i iskustvo vodoprivredne struke koja organizirano djeluje već više od stotinu godina na području Republike Hrvatske i na većini sadašnjih branjenih područja, poznavanjem ponašanja vodotoka i uvjeta na slivu, upravo od djelatnika vodoprivrede koji generacijama žive sa ovom strukom.

Trenutni ljudski kapaciteti licenciranih trgovačkih društava koje imaju važeće ugovore na branjenim područjima, na ponekima i po dva trgovačka društva, iznosi preko 3.500 zaposlenika, što predstavlja značajno veći broj od nužno potrebnih po Pravilniku (Tablica 1.). Brojnost strojnih kapaciteta također uvelike nadmašuje minimalne propisane uvjete po Pravilniku.

Analizirajući trenutno dostupne podatke poslovanja trgovačkih društava u 2024. godini koje imaju aktivne ugovore na branjenim područjima dolazi se do prosječnog podatka kako predmetni osnovni ugovor iznosi prosječno otprilike 40 % prihoda poslovne godine, ali oni značajno variraju od područja do područja, od maksimalnog udjela oko 85 % prihoda do svega 8 % prihoda tvrtke. Pravednije bi bilo usporediti ukupnu planiranu vrijednost osnovnog godišnjeg ugovora prema potrebama ljudskih kapaciteta iz uvjeta Pravilnika za pojedino branjeno područje. (*Prihodi po zaposleniku ili Revenue per employee*).

Analizirajući na taj način, dolazi se do prosjeka od oko 47.490,00 eura prihoda po zaposleniku potrebnom po licenci za sveukupni broj branjenih područja:

Jednadžba (1) prema Planu upravljanja voda - 2024. realizirani plan:

$$96.634.423 \text{ eura} / 2.035 \text{ zaposlenika} - 47.486,20 \text{ eura/zaposleniku} \quad (1)$$

*96.634.423 eura - ukupni rashodi na svih 34 branjena područja; 2.035 zaposlenika - zbroj svih minimalno potrebnih zaposlenika za sva 34 branjena područja iz Pravilnika

Pojedinačna branjena područja imaju znatno drugačije vrijednosti prihoda po zaposleniku gledajući na ovaj način, varirajući od oko 103.000,00 eura/zaposleniku do 25.900,00 eura/zaposleniku, no to samo govori o različitosti pojedinih branjenih područja i kompleksnosti cjelokupnog sustava, koji zahtjeva detaljnija razumijevanja za bolje tumačenje pojedinačnih vrijednosti. Ovaj poslovni pokazatelj, KPI jedan je

od ključnih pokazatelja uspješnosti poslovanja, a gledajući prosječnu vrijednost ovog KPI, koja je i znatno manja što je branjeno područje površinom veće, dolazi se do zaključka o upitnoj isplativosti same djelatnosti.

Procijenjene vrijednosti usluga u Okvirnim sporazumima su definirane od strane Hrvatskih voda, a temeljem dokumenta Standardna kalkulacija radova u vodnom gospodarstvu - Bilten III. trenutno iz 2022.. U vremenima značajnih promjena cijena materijala i porasta plaća, nužno je pravilno ažurirati vrijednosti, odnosno cijene radova za nova razdoblja. Olakotna okolnost Okvirnih sporazuma je ugradnja takozvane „klizne skale“ promjenjivosti cijena, na temelju indeksa koje objavljuje Državni zavod za statistiku DZS. Međutim, vrlo često je realna promjena, obično značajan porast cijena materijala i radova, tako i plaće i veća nego je direktno iskazano prosječnim indeksima koje objavljuje DZS, zbog uvjeta tržišta rada i tržišta ostalih građevinskih poslova.

Pregledavajući i uspoređujući podatke koje DZS također objavljuje o pokazateljima za građevinski sektor u Republici Hrvatskoj, a vezano na već spomenuti KPI, za 2022. i 2023. godinu, ukupna građevinska djelatnost ostvarila je prosječan prihod po zaposleniku:

Tablica 2. Građevinska djelatnost - prihodi/radnici - DZS.hr ⁽⁵⁾

Godina	Prosječan broj radnika na gradilištima	Vrijednost izvršenih radova, tisuće eura	KPI - prihodi/broj radnika [euro]
2022.	58.454	4.038.781	69.093,32
2023.	62.655	5.480.076	87.464,30

Prema dostupnim IBISWorld⁽⁶⁾ procjenama, prosječni godišnji prihod po zaposleniku u sektoru „building construction“ (u širem smislu) u Republici Hrvatskoj kreće se između otprilike 67.000,00 eura i 89.000,00 eura godišnje po zaposleniku, što odgovara ugrubo i podacima DZS-a. Navedene podatke nije moguće detaljnije analizirati sa samo vodnogospodarskim radovima, odnosno prikazani su svi građevinski radovi i radnici prema navodima DZS-a, ali se može uzeti podatak ugrubo i njihove vrijednosti. Sve navedeno potkrjepljuje i do sada navedeno, jer prihodi uvelike rastu tvrtkama kojima vodoprivredna djelatnost ili nije primarna ili je samo manji dio djelatnosti, uz ostale projekte infrastrukture ili još češće radova u visokogradnji.

Tako gledajući, isključivo vodoprivredne tvrtke, ili „stare“ vodoprivredne tvrtke koje svoje poslovanje vežu ponajviše ili isključivo za Hrvatske vode, a poglavito za obranu od poplave imaju ogromne izazove ostvariti pozitivno poslovanje, a svakako teško ostvaruju potrebne dobiti da bi osigurali dobro plaćen tehnički kadar i najmoderniju građevinsku opremu. Tako da, samo licenciranje ne rješava problem isplativosti i održivosti sustava, jer iako je to nužna i neophodna komponenta, potrebna su veća ulaganja u sustav, ali i veća svestranost licenciranih tvrtki da nađu i obavljaju poslove u drugim djelatnostima i kod drugih naručitelja.

2.3. Prednosti vodnogospodarskih trgovačkih društava u sustavu obrane od poplave

U mnogobrojne prednosti koje obilježavaju djelovanje vodnogospodarskih trgovačkih društava u sustavu obrane od poplava svakako je nužno istaknuti tehničku i stručnu kompetentnost, znanja i vještine njihovih djelatnika i opremljenost adekvatnom mehanizacijom i opremom za obavljanje svih zadaća. Upravo u svom dugogodišnjem iskustvu, uspješnim prijenosom znanja o slivnim područjima na kojima djeluju, neizmjeran su doprinos sigurnom sustavu obrane od poplava. Isto tako, ovakav sustav obrane od poplave omogućava u svim situacijama cjelodnevnu dostupnost kapaciteta i osoblja licenciranog društva na svom slivnom području, brzu mobilizaciju u izvanrednim situacijama i uspješno otklanjanje opasnosti od poplava kako bujičnih vodotoka tako i velikih rijeka. Ne smije se zanemariti niti lokalna komponenta takvih tvrtki, jer svojim dugogodišnjim djelovanjem na branjenom području i u drugim oblicima građevinskih poslova, brojem stalno zaposlenih ljudi, uživaju određeni ugled i renome koji ulijeva potrebnu sigurnost u profesionalnost izvršenja usluge i olakšava suradnju sa lokalnim stanovništvom, stručnim službama i jedinicama lokalne samouprave. Svakako jedna od ključnih prednosti je duboko poznavanje vodoprivredne struke, specifičnih znanja koje nije moguće u kratkom roku implementirati u nove tvrtke, jer su specifičnosti brojne.

U praksi se pokazala i veoma dobra suradnja s djelatnicima Hrvatskih voda u vodnogospodarskim ispostavama (VGI) koja je ključna za uspješnu koordinaciju i izvršenje usluga u službi obrane od poplava. Više puta je dokazano u proteklim godinama kako je aktivni sustav obrane od poplava, sa licenciranim trgovačkim društvima uspješan sustav, jer su štete od poplava, unatoč promjenama koje se događaju u smislu kraćih i intenzivnijih oborina, neizmjereno manje u odnosu na ostatak Europe, svakako u pogledu ljudskih žrtava, ali i štete na imovini. Pametnim ulaganjem u sustav obrane od poplave i njegovim ispravnim provođenjem smanjeni su rizici šteta od poplava na teritoriju Republike Hrvatske. Na ovaj način, promatrajući sustav obrane od poplave kao „hitnu službu“ i službu koja je tijekom cijele godine na raspolaganju u svim svojim potrebnim kapacitetima, može se utvrditi da je sustav svakako isplativ u odnosu na moguće štete kada ga ne bi bilo.

Također, preuzimajući na sebe uslugu izvršenja usluga prema nalogu i planu Hrvatskih voda, trgovačka društva daju snagu i fleksibilnost ovakvom sustavu. Dobro i redovito održavanje i ne prepuštanje sustava slučaju ili mogućnostima i željama pojedinim jedinicama regionalne ili lokalne samouprave, nego cjelovito vođenje sa principima na nacionalnoj razini sustav se pokazao otporan ne sve dosadašnje izazove. Usporedimo li štete i stradavanja od poplava u razvijenim zemljama Europe, koje imaju različite pristupe obrane od poplava, pri čemu je u 2024. godini više od 400.000 ljudi bilo pogođeno razarajućim poplavama u Europi, u smislu razaranja domova i infrastrukture, naglašava se važnost pravodobnog ulaganja u preventivno održavanje i spremnost sustava na pravovremeno obavješćavanje i brzu reakciju u smanjenju

rizika od poplava. Kako sustav Hrvatskih voda napreduje u pogledu uvođenja novih tehnologija, od novih rješenja za zaštitu od poplava poput box-barijera ili novih uređaja i opreme, tako i u sustavu praćenja, prognoze i obavještanja, vodnogospodarska trgovačka društva prate taj razvoj i implementirajući nove tehnologije, poput GIS podataka i podloga sustava, praćenja izvještavanja i komunikacije, omogućavaju potpuno osuvremenjivanje cjelokupnog sustava i još veću sigurnost u smislu zaštite od štetnog djelovanja voda i u vodnogospodarskim trgovačkim društvima Hrvatske vode imaju pouzdanog partnera.

ZAKLJUČAK

Republika Hrvatska, putem Hrvatskih voda svojim aktivnim pristupom obrane od poplave, kroz redovno održavanje i višegodišnje ugovaranje usluga preventivne, redovne i izvanredne obrane od poplave kao i usluga održavanja građevina za melioracijsku odvodnju i navodnjavanje na branjenim područjima uspješno se nosi sa rizikom poplava na svojim slivovima. Vodnogospodarska trgovačka društva su bitan dio ovog sustava. Ovakav način ulaganja u obranu od poplave pokazao se ispravnim u pogledu smanjenja šteta, izvanrednih događaja i ljudskih žrtava od poplava u Republici Hrvatskoj u odnosu na ostatak Europe i gospodarski razvijenih država. Ulaganja na ovaj način, u preventivu, umjesto u sanaciju štete ima višestruko pozitivan učinak, a u konačnici predstavlja i znatno manji trošak. Ulaganje u jačanje preventive ojačava sam sustav, ojačava gospodarsku snagu tvrtki i njihovih kooperanata, a bolje i češće održavanje poboljšava protočnost sustava kanalske mreže, izgled i funkciju vodnih građevina i cjelokupnu sigurnost. Svaki euro više uložen u ovakvu preventivu višestruko se vraća u konačnici, barem smanjujući rizik od poplave. Prema onome pokazanom u članku, jasno je da se u sustav redovnog održavanja treba ulagati više kako bi on mogao održavati korak sa ostatkom građevinske djelatnosti, jer ukoliko do povećanja ne dođe, biti će teško ili gotovo nemoguće održati ga, u smislu privlačenja stručnog kadra i radne snage, ukoliko će profitabilnost drugih građevinskih sektora biti višestruko veća od vodnoga gospodarstva, kako je trenutno ponegdje slučaj. Nužno je barem približiti se ukupni ugovorenim iznosima sredstava u Okvirnim sporazumima kroz pojedinačne godišnje ugovore kako bi se sredstva maksimalno dobro utrošila, ali i napraviti zakonske i druge pretpostavke u smislu ujedinjavanja sustava na branjenim područjima, spajajući ova dva programa u jedan, odnosno uključujući i detaljne građevine za melioracijsku odvodnju i navodnjavanje u isti paket usluga s radovima preventivnog održavanja te i za njih primjenjivati potrebe pojedinih slivova a tako i uvjeta za obavljanje tih usluga. Cjelokupnim i sustavnim održavanjem po branjenim područjima ostvarit će se i bolja učinkovitost sustava, ali i omogućiti bolja melioracija susjednih poljoprivrednih površina, uređenjem ostatka kanalske mreže time dovodeći do boljih gospodarskih uvjeta po branjenim područjima kao usputni benefit. To svakako znači i povećanje ulaganja u posljedično održavanje većeg sustava, ali kao što je i pokazano u članku, nužno je i neizbježno povećanje ulaganja i vrijednosti

jediničnih radova i usluga kako bi se povećala isplativost vodoprivredne djelatnosti u odnosu na ostatak građevinskog sektora. Nužno je donošenje novog Biltena kojim se trebaju znatno povećati jedinične cijene i satnice rada, jer su aktualne prilično niske, što se može vidjeti analizirajući samo gore navedeni KPI, ali i uspoređujući satnice i cijene iz drugih djelatnosti poput cestarskih ili vodnogomunalnih u drugim projektima. Zaključno, pohvalan je i uspješan ovakav sustav obrane od poplava i suradnja Hrvatskih voda i vodnogospodarskih trgovačkih društava, ali kao što se ne može u potpunosti otkloniti rizik nastanka poplavnog događaja, tako je nužno i kontinuirano poboljšanje sustava kako bi se isti očuvao i poboljšao.

LITERATURA

- [1] Hrvatske vode. <https://www.voda.hr/hr/node/3509>. [cited 2025 Sep 10]. Obrana od poplava - Hrvatske vode. Available from: <https://www.voda.hr/hr/node/3509>
- [2] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. PRAVILNIK O POSEBNIM UVJETIMA ZA OBAVLJANJE DJELATNOSTI VODOISTRAŽNIH RADOVA I DRUGIH HIDROGEOLOŠKIH USLUGA, POSLOVA PREVENTIVNE OBRANE OD POPLAVA TE POSLOVA I MJERA REDOVITE I IZVANREDNE OBRANE OD POPLAVA TE ODRŽAVANJA DETALJNIH GRAĐEVINA ZA MELIORACIJSKU ODVODNJU I GRAĐEVINA ZA NAVODNJAVANJE NN 26/20. Narodne novine. 2020; (26/20).
- [3] Ilić I. ULOGA I ZADACI VODNOGOSPODARSKIH TRGOVAČKIH DRUŠTAVA U PREVENTIVNOJ, REDOVNOJ I IZVANREDNOJ OBRANI OD POPLAVA. 2012.
- [4] Hrvatske vode. Hrvatske vode, planovi upravljanja <https://www.voda.hr/hr/plan-upravljanja-vodama> [Internet]. [cited 2025 Sep 10]. Available from: <https://www.voda.hr/hr/plan-upravljanja-vodama>
- [5] Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. DZS - GRAĐEVINSKI RADOVI U 2023. Godišnji izvještaj o građevinskim radovima u Republici Hrvatskoj, pravne osobe s pet i više zaposlenih) <https://podaci.dzs.hr/2024/hr/77128>. [cited 2025 Sep 10]; Available from: <https://podaci.dzs.hr/2024/hr/77128>
- [6] IBISWorld, <https://www.ibisworld.com/croatia/industry/building-construction/200059/>. [cited 2025 Sep 10]; Available from: <https://www.ibisworld.com/croatia/industry/building-construction/200059/>

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**ULOGA STRATEGIJA UPRAVLJANJA RIZICIMA
OD KATASTROFA U UVJETIMA KLIMATSKIH
PROMJENA**

**THE ROLE OF DISASTER RISK MANAGEMENT
STRATEGIES IN CLIMATE CHANGE
CONDITIONS**

**Nataša Holcinger, prof. geologije i geografije ^a,
Zaviša Šimac, prof. geologije i geografije^b**

SAŽETAK

Ubrzane klimatske promjene značajno povećavaju učestalost i intenzitet prirodnih katastrofa, posebno poplava, što zahtjeva proaktivan pristup i sveobuhvatne strategije upravljanja rizicima. Tradicionalni reaktivni modeli upravljanja rizicima usmjereni na odgovor i obnovu postupno su zamijenjeni pristupom koji naglašava prevenciju, otpornost i prilagodbu. Na globalnoj razini ključnu ulogu imaju međunarodni okviri poput Sendai okvira za smanjenje rizika od katastrofa (2015. - 2030.), Pariškog sporazuma i Ciljeva održivog razvoja. Republika Hrvatska prednjači u regiji donošenjem Strategije upravljanja rizicima od katastrofa temeljene na analizi stanja i procjeni rizika. Strategija uključuje pitanja procjene rizika, smanjenja ranjivosti, jačanja pripravnosti i sustave ranog upozoravanja, s naglaskom na poplave kao jedan od dva najizraženija rizika povezana s klimatskim promjenama. Buduća kretanja moraju biti usmjerena na održivu urbanizaciju, zelena rješenja, razvoj hidrološkog prognoziranja i uključivanje zajednice u procese odlučivanja. Rad naglašava kako suvremeni pristup upravljanju rizicima od katastrofa mora biti transformacijski, promičući koncept „življenja s poplavama“ te jačanje otpornosti društva i ekosustava na klimatske izazove.

^a Služba za koordinaciju rada Hrvatske platforme, Ravnateljstvo civilne zaštite, nholcinger@mup.hr

^b Služba za procjenu rizika, Ravnateljstvo civilne zaštite, zsimac@mup.hr

KLJUČNE RIJEČI: Klimatske promjene, Strategija upravljanja rizicima od katastrofa, Poplave

ABSTRACT

Accelerating climate change is significantly increasing the frequency and intensity of natural disasters, especially floods, which requires a proactive approach and comprehensive risk management strategies. Traditional reactive risk management models focused on response and recovery have gradually been replaced by an approach that emphasizes prevention, resilience and adaptation. At the global level, international frameworks such as the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015 - 2030), the Paris Agreement and the Sustainable Development Goals play a key role. The Republic of Croatia is leading the way in the region by adopting a Disaster Risk Management Strategy based on situation analysis and risk assessment. The strategy includes issues of risk assessment, vulnerability reduction, strengthening preparedness and early warning systems, with an emphasis on floods as one of the two most prominent risks associated with climate change. Future developments must be focused on sustainable urbanization, green solutions, the development of hydrological forecasting and community involvement in decision-making processes. The paper emphasizes that the modern approach to disaster risk management must be transformational, promoting the concept of "living with floods" and strengthening the resilience of society and ecosystems to climate challenges.

KEYWORDS: Climate change, Disaster Risk Management Strategy, Floods

1. UVOD

Ubrzana promjena klime ukazuje na potrebu za integriranim upravljanjem rizicima od katastrofa. Klimatske promjene mijenjaju karakteristike prijetnji, povećavaju izloženost i ranjivosti diljem svijeta (IPCC, 2022). Poplave, suše, toplinski valovi i šumski požari događaju se sve češće i intenzivnije, nesrazmjerno pogađajući najranjivije zajednice.

Globalni politički okviri naglašavaju središnju ulogu upravljanja rizicima od katastrofa kao jedinog načina upravljanja novim izazovima. Sendai okvir za smanjenje rizika od katastrofa 2015. - 2030. naglašava proaktivno smanjenje rizika, izgradnju otpornosti i oporavak koji istovremeno smanjuje izloženost i ranjivost (UNDRR, 2015). Pariški sporazum (UNFCCC, 2015) ističe prilagodbu kao prioritet, a Ciljevi održivog razvoja ugrađuju otpornost u sve razvojne ciljeve (UN, 2015).

Tradicionalan, zastarjeli i neefikasan način upravljanja katastrofama bio je reaktivan, usmjeren na odgovor i obnovu. Od 1980-ih raste spoznaja da su katastrofe društvena pojava, što proizlazi iz interakcije prijetnje s ranjivošću i izloženošću (Wisner et al., 2004). Klimatske promjene ubrzale su promjenu paradigme, zahtijevajući da se upravljanje katastrofama razvije u okvir za smanjenje rizika i prilagodbu, odnosno proaktivan pristup.

Ključne promjene očituju se u sljedećem:

1. pomak od odgovora prema prevenciji i otpornosti - ulaganje u proaktivne aktivnosti dugoročno smanjuje gubitke i štete,
2. promjena fokusa s prijetnji na rizike - integracija ranjivosti i izloženosti s prijetnjama,
3. uvažavanje klimatskih spoznaja - značajnije korištenje klimatskih scenarija u procjeni rizika i planiranju te
4. sustavni pristup - uvažavanje kaskadnih i složenih rizika prilikom izrada procjena rizika.

Republika Hrvatska svjesna je važnosti proaktivnog i multisektorskog pristupa upravljanja rizicima što je i pokazala izradom novog Zakona o sustavu civilne zaštite 2015. godine (RCZ MUP, 2015) te potpisivanjem Sendai okvira (UNDRR, 2015) i Pariškog sporazuma (UNFCCC, 2015). Republika Hrvatska izradom procjena rizika od katastrofa (RCZ MUP, 2024) i Strategije upravljanja rizicima od katastrofa (RCZ MUP, 2022) zauzima vodeću ulogu u regiji na području smanjenja rizika od katastrofa. Uloga strategija upravljanja rizicima od katastrofa u kontekstu klimatskih promjena, s naglaskom na poplave, sve je veća te se integriran strateški pristup pokazao ispravnim zbog sve veće učestalosti i intenziteta poplava potaknutih klimatskim promjenama i urbanizacijom (Dharmarathne et al., 2024; Lu, 2024). Tijekom posljednjih desetljeća, područje se razvilo od tradicionalnih pristupa obrani od poplava do integriranih okvira upravljanja rizicima od poplava koji naglašavaju otpornost, prilagodbu i angažman zajednice (Restemeyer et al., 2015; Rözer et al., 2022). Ovaj pomak odražava sve veće prepoznavanje poplava kao složenih socio - ekoloških fenomena koji zahtijevaju višestruke odgovore ne bi li se smanjila ranjivost i povećala sposobnost prilagodbe (Driessen et al., 2018; Liao, 2012). Društveni i gospodarski značaj strategija naglašen je porastom šteta od poplava, pri čemu urbana područja doživljavaju značajne gubitke u infrastrukturi, sredstvima za život i dobrobiti ljudi (Marolla, 2024; Reynoso Vanderhorst et al., 2024). Projekcije upućuju na povećanje učestalosti poplava od 30 % i povećanje gospodarskih gubitaka za 40 % u pojedinim regijama zbog klimatskih promjena (Jia et al., 2022; Lu, 2024).

Ovaj rad smješta upravljanje rizicima od katastrofa u kontekst klimatskih promjena, pregledavajući konceptualnu evoluciju područja. Prikazom strateških ciljeva Strategije upravljanja rizicima od katastrofa Republike Hrvatske predstavlja se primjer upravljanja rizicima od poplava. Prikaz završava raspravom o novim globalnim trendovima, trajnim razlikama i implikacijama za razvoj otpornosti zajednica na klimatske promjene.

2. PREGLED

Općeniti strateški cijevi upravljanja rizicima od katastrofa u okviru klimatskih promjena mogu se podijeliti u pet područja:

2.1. Procjena rizika i znanje

Rizik se opisuje kao rezultat prijetnji, izloženosti i ranjivosti, a znanje služi kao temelj za procjenu i upravljanje tim komponentama (Birkmann et al., 2014; Xu et al., 2024). Mnogi dokumenti koji reguliraju upravljanje rizicima usredotočeni su na usklađenost mjera, a ne na smislenu integraciju koncepta upravljanja rizicima u sve sektore, što dovodi do slabih temelja i neučinkovitih mjera za smanjenje rizika.

Sveobuhvatne procjene rizika kombiniraju klimatske projekcije, karte prijetnji i socioekonomske karakteristike. Napredak u praćenju i modeliranju rizika omogućava probabilističko predviđanje i kartiranje ranjivosti (Mechler and Bouwer, 2014).

2.2. Mjere za smanjenje rizika

Kombiniranje tehnoloških inovacija s prirodnim rješenjima, koje zagovaraju hibridne strategije, koristeći strukturne mjere (nasipi, obalni zidovi, skloništa) i ekološke pristupe, uključujući sanaciju močvara i održive urbane sustave odvodnje (Seddon et al., 2020), usmjerene su poboljšanju otpornosti infrastrukture i ekosustava (Goh et al., 2024; Kay et al., 2019; Muwafu et al., 2024).

2.3. Pripravnost i rano upozoravanje

Sustavi ranog upozoravanja na više prijetnji omogućuju anticipatorno djelovanje. Svjetska meteorološka organizacija promiče prognoziranje temeljeno na posljedicama koje povezuje informacije o prijetnjama s potencijalnim društvenim posljedicama (WMO, 2017). Veliki broj istraživanja naglašava ulogu strukturnih mjera, poput sustava odvodnje i postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda kao nadopunu nestrukturnim mjerama poput sustava ranog upozoravanja, osnaživanja zajednice i rješenja temeljenih na prirodi (Goh et al., 2024; Ilwandri et al., 2023; Moon et al., 2023).

2.4. Odgovor i oporavak

Od ranih 2000-ih, oporavak nakon katastrofa evoluirao je od fokusa na fizičku obnovu do sveobuhvatnog holističkog oporavka koji integrira smanjenje rizika od katastrofa, sudjelovanje zajednice i održivi razvoj (Fernandez and Ahmed, 2019; Zhou et al., 2022) odnosno u koncept održivog oporavka (*Build Back Better*). Načelom “*Build Back Better*” osigurava se povećanje otpornosti prilikom obnove, kako bi se izbjegle ranjivosti koje su vodile do katastrofe (UNDRR, 2015), odnosno kako bi postigli održivi razvoj.

2.5. Upravljanje i financije

Praktični značaj nacionalnih platformi za smanjenje rizika od katastrofa leži u njihovom potencijalu za usklađivanje međunarodnih okvira s nacionalnim i lokalnim

mjerama, čime se potiče održivi razvoj i otpornost na katastrofe (Cornejo-Rodriguez and Borbor-Cordova, 2024; Martens, 2022). Izazovi se javljaju oko centraliziranih naspram decentraliziranih modela upravljanja i ravnoteže između formuliranja politike odozgo prema dolje i lokalne prilagodbe odozdo prema gore (Angin, 2024; Zahra Shahid et al., 2024). Posljedice ovih nedostataka uključuju fragmentirano upravljanje rizicima od katastrofa, neučinkovitu raspodjelu resursa i trajnu ranjivost među marginaliziranim populacijama (Gautam, 2024; Panneer et al., 2024).

Tijekom posljednjih desetljeća područje prijenosa rizika razvilo se od tradicionalnih mehanizama naknade za nastale štete i gubitke do proaktivnijih pristupa prijenosu financijskog rizika i ublažavanju, uključujući inovativne instrumente kao što su obveznice za katastrofe i osiguranje bazirano na indeksima (Bertsimas and Zeng, 2024; Gurenko and Lester, 2004). Uvažavanje upravljanja rizicima od katastrofa prilikom planiranja proračuna, unaprijeđuje javne financije. Pretvaranje mogućih obveza (naknada štete i gubitaka) u opipljive, cjenovne, proračunske stavke, potiče dugoročno smanjenje rizika i poboljšano upravljanje rizicima na više razina upravljanja (Hochrainer-Stigler and Lorant, 2018).

2.6. Strategija upravljanja rizicima od katastrofa

Strategija upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine (RCZ MUP, 2022) je dugoročni akt strateškog planiranja upravljanja rizicima od katastrofa kojeg donosi Vlada Republike Hrvatske. Strategija je temeljena na Procjeni rizika od katastrofa (RCZ MUP, 2024), procjeni sposobnosti upravljanja rizicima te analizi razvojnih potreba i potencijala. Strategija obrađuje rizike iz kategorije neprihvatljivih, toleriranih i prihvatljivih rizika iz Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.

Institucionalni okvir upravljanja rizicima od katastrofa u Republici Hrvatskoj postavljen je na tri razine nositelja politike: nacionalnu, regionalnu i lokalnu. Važnu ulogu u procesu upravljanja rizicima od katastrofa na nacionalnoj razini ima Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa, čijim radom koordinira tijelo nadležno za poslove civilne zaštite.

Od globalnih inicijativa, Strategija upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine (RCZ MUP, 2022) u skladu je s ciljevima održivog razvoja Programa Ujedinjenih naroda za održivi razvoj 2030. iz 2015. godine (UN Agenda 2030) (UN, 2015), Pariškim sporazumom o klimatskim promjenama iz 2015. godine (UNFCCC, 2015), te klimatskim sporazumom iz Glasgowa iz 2021. godine postignutim na Konferenciji Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama 2021. godine i doprinosi ostvarenju njihovih ciljeva. Strategija upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine (RCZ MUP, 2022) u skladu je sa smjernicama EU te ispunjava obvezu pravovremenog planiranja upravljanja rizicima od katastrofa, kao i ulaganja u smanjenje rizika prema unaprijed određenim prioritetima i prioritetima baziranim na znanosti.

Poštivajući smjernice Sendai okvira za smanjenje rizika od katastrofa 2015. - 2030.

(UNDRR, 2015) Republika Hrvatska izradila je Strategiju upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine (RCZ MUP, 2022).

Strategija upravljanja rizicima od katastrofa prepoznaje dva strateška cilja:

1. smanjenje rizika od katastrofa i
2. povećanje spremnosti za upravljanje u katastrofama.

Strateški cilj „Smanjenje rizika od katastrofa“ odnosi se na predviđanje, ublažavanje, prevenciju rizika, poduzimanje aktivnosti za smanjenje razine rizika, minimiziranje broja novih rizika i osiguravanje potrebnih informacija i alata nužnih za donošenje odluka. Strateški cilj „Povećanje spremnosti za upravljanje u katastrofama“ odnosi se na povećanje spremnosti za djelotvoran odgovor na katastrofu i ključan je s aspekta potrebe promptnog, učinkovitog i organiziranog odgovora, temeljenog na donošenju brzih odluka, koje moraju biti u skladu s planskim dokumentima i promjenama na terenu.

Strateški cilj „Smanjenje rizika od katastrofa“ sastoji se od četiri ključna područja intervencije:

1. upravljanje rizicima,
2. podizanje svijesti i edukacija, prikupljanje podataka te sustavi ranog upozoravanja,
3. znanstveno utemeljene procjene rizika povezanih s klimatskim promjenama,
4. integracija upravljanja rizicima od katastrofa u strateški i zakonodavni okvir.

Strateški cilj „Povećanje spremnosti za upravljanje u katastrofama“ sastoji se od dva ključna područja intervencije:

1. planiranje, upravljanje i definiranje lanca odgovornosti,
2. jačanje sposobnosti i kapaciteta operativnih snaga.

Pregledom strateških ciljeva i ključnih područja intervencija Strategije upravljanja rizicima od katastrofa razvidno je kako Strategija ide ukorak s najnovijim svjetskim spoznajama i kretanjima opisanim u poglavljima od 2.1. do 2.5.

Nedostaci strategije, a i sustava upravljanja rizicima, očituju se na tri područja: 1. prijenos rizika, 2. proračunsko planiranje i 3. razvoj veza planiranja upravljanja rizicima od katastrofa na nacionalnoj i na lokalnoj razini.

Dok područje prijenosa rizika djelomično pokriva komplementarna strategija - Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (MZOZT, 2020), područje izvanproračunskih fondova pomoći, proračunsko planiranje i pristupe bottom-up i top-down u nacionalnom i lokalnom planiranju potrebno je unaprijediti.

Strategija upravljanja rizicima ne predviđa proračunsko planiranje već navodi prioritetne grupe aktivnosti u idućih 10 godina. Na sektorski je nadležnim tijelima obveza integracije mjera svake nacionalne Strategije u sektorske dokumente i praksu.

S druge strane uz Strategiju se predviđa i izrada Akcijskih planova upravljanja rizicima od katastrofa. Akcijski planovi za upravljanje rizicima od katastrofa akti su kojima se operacionalizira provedba Strategije. S obzirom na kraći period provedbe Akcijski planovi uključuju konkretne aktivnosti, odgovorna tijela za njihovu provedbu, ključne točke ostvarenja, period provedbe aktivnosti te, najvažnije, procijenjen proračun. Akcijske planove također usvaja Vlada, a u postupku njihova usvajanja za svaku se aktivnost izrađuje detaljan plan financiranja te se bilježi poveznica aktivnosti za proračunom nositelja aktivnosti. Sve ove aktivnosti moraju imati poveznicu i sa grupama aktivnosti u Strategiji te se na taj način osigurava provedba same Strategije u najvećoj mogućoj mjeri. Iako su sredstva osigurana, manjak proračunskog planiranja dovodi do fragmentiranosti provedbe mjera.

Zakonom o proračunu (MinFin, 2022) predviđena je proračunska zaliha u iznosu od 0,5 % planiranih općih prihoda proračuna tekuće godine bez primitaka. Prema pokazateljima prosječne godišnje štete po županijama (RCZ MUP, 2024) proračunska zaliha nije u mogućnosti nadoknaditi štete i gubitke.

2.7. Upravljanje rizicima od poplava

Kao jednom od tri najveća rizika, prilikom izrade Strategije upravljanja rizicima od katastrofa (RCZ MUP, 2022), posebna je pažnja posvećena upravljanju rizicima od poplava. U izradi same Strategije te u njenom praćenju i provedbi sudjeluju svi dionici relevantni za upravljanje rizicima od poplava što uključuje tijela poput Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije, Hrvatskih voda i Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Poplave mogu uzrokovati ljudska stradanja, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i štete u okolišu. Zbog geomorfoloških karakteristika, dijelom zbog nedovoljno izgrađenih zaštitnih sustava, kao i gubitka šumskog pokrova, Republika Hrvatska je ranjiva od poplava. Uslijed djelovanja klimatskih promjena očekuje se da će se pogoršanjem hidroloških prilika s jedne strane povećati učestalosti i duljina trajanja sušnih razdoblja, a s druge strane i intenzitet pojava poplava. Rezultati provedenih modeliranja pokazuju da će se u budućnosti povećati i intenzitet kratkotrajnih jakih oborina, a s time i vjerojatnost pojave poplava u bujičnim vodotocima, urbanim područjima i riječnim slivovima.

Prilikom identifikacije razvojnih potreba i potencijala u procesu izrade Strategije upravljanja rizicima od katastrofa naglašeno je kako je u upravljanju vodama, gdje je god to moguće, potrebno izbjegavati veće tehničke zahvate u vodnom gospodarstvu, jer su manje izmijenjeni riječni sustavi u načelu otporniji na ekstremne klimatske događaje i lakše se vraćaju u početno stanje.

Unutar skupine rizika od poplava prepoznate razvojne potrebe uključuju unaprjeđenje postojećeg sustava obrane od poplava, izgradnju novih sustava, usklađivanje prostornih planova i daljnje održive urbanizacije s planom upravljanja rizicima od poplava. Strategijom je ukazano na važnost daljnjeg razvoja sustava hidrološkog prognoziranja,

ranog upozoravanja te uzbunjivanja i osvješćivanja javnosti o utjecajima klimatskih promjena na rizik od poplava, kao i međusektorska suradnja i implementacija zelenih rješenja upravljanja vodama. Važno je i daljnje jačanje operativnih kapaciteta za obranu od poplava i operativnih kapaciteta civilne zaštite za spašavanje iz voda te aktivnosti nakon prestanka redovite obrane od poplava.

Mjere upravljanja rizicima od poplava unutar Strategije upravljanja od katastrofa do 2030. godine dijele se na:

1. Mjere unaprjeđenja upravljanja rizicima od poplava,
2. Provedbene mjere smanjenja rizika od poplava,
3. Jačanje kapaciteta i provedbe preventivnih pripremnih radnji
4. Neposredne mjere redovite i izvanredne obrane od poplava i radnje nakon prestanka redovite obrane od poplava; te
5. Mjere smanjenja rizika od poplava uključivanjem javnosti. Od ukupno 58 predviđenih mjera Hrvatske vode oko 40 % provode samostalno, a 50 % provode u suradnji s drugim ustanovama ili samim korisnicima. Preostali dio predviđenih mjera provodi ili koordinira ministarstvo nadležno za vode samostalno ili u suradnji s drugim ustanovama.

3. BUDUĆA KRETANJA

Strategijom upravljanja rizicima od katastrofa (RCZ MUP, 2022) su definirane razvojne potrebe za unaprjeđenje upravljanja rizicima od katastrofa. Unaprjeđenje postojećeg sustava obrane od poplava izgradnjom novih sustava, usklađivanje prostornih planova i daljnji razvoj održive urbanizacije u skladu je s mjerama iz Strategije prilagodbe klimatskim promjenama. Analizom mjera u provedbi i razvojnih potreba dolazimo do zaključka da je ključno daljnje unaprjeđivanje provedbenih mjera smanjenja rizika od poplava te rad na mjerama unaprjeđenja upravljanja rizicima od poplava, razvijanje sustava hidrološkog prognoziranja, ranog upozoravanja te uzbunjivanja i osvješćivanja javnosti o utjecajima klimatskih promjena na rizik od poplava, kao i implementacija zelenih rješenja upravljanja vodama što sve vodi ka održivom i uspješnom upravljanju rizicima od poplava.

Vidljiva je, ali nedovoljno naglašena, promjena paradigme s tradicionalnog upravljanja rizicima od poplava usmjerenog na strukturnu obranu na prilagodljivije okvire temeljene na otpornosti koji kombiniraju društvene i ekološke pristupe smanjenju rizika. Ovakav razvoj u skladu je s teorijama koje zagovaraju otpornost na poplave kao transformativni proces koji omogućuje društvima da žive s poplavama, a ne samo da im se odupru (Klijn et al., 2015; Liao, 2012; Rözer et al., 2022).

Na nacionalnoj razini potrebno je ojačati ulogu Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa ili oformiti tijelo koje će upravljati rizicima od katastrofa na nacionalnoj razini (Holcinger and Šimac, 2021) kako bi se osiguralo praćenje provedbe identificiranih potreba te planiranje proračuna u skladu s identificiranim potrebama

i provedba mjera na svim razinama upravljanja bez odgode. Ovaj pristup osigurao bi i vertikalnu i horizontalnu održivost planiranja i provedbu mjera. Tijelo nadležno za upravljanje rizicima imalo bi mogućnost implementacije potrebnih alokacija za provedbu mjera u nacionalne i lokalne proračune uvažavajući sve financijske potrebe i obaveze proizašle iz zaključaka Strategije upravljanja rizicima od katastrofa.

ZAKLJUČAK

Klimatske promjene ubrzavaju nastanak i intenzitet katastrofa, pri čemu poplave predstavljaju jedan od najozbiljnijih izazova za sigurnost, gospodarstvo i kvalitetu života. Tradicionalni, reaktivni pristup upravljanju katastrofama pokazao se nedostatnim, dok suvremene strategije naglašavaju proaktivnost, prevenciju i otpornost zajednica. Upravljanje rizicima od katastrofa zahtjeva integraciju znanstvenih spoznaja, jačanje pripravnosti i sustava ranog upozoravanja, kao i korištenje inovativnih financijskih i upravljačkih instrumenata. Upravljanje rizicima od katastrofa u uvjetima ubrzanih klimatskih promjena zahtjeva promjenu paradigme s reaktivnog na proaktivni i integrirani pristup. Globalni okviri, poput Sendai okvira i Pariškog sporazuma, jasno ističu potrebu smanjenja rizika, izgradnje otpornosti i prilagodbe, a Republika Hrvatska kroz donošenje Strategije upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine pokazuje usklađenost s međunarodnim smjernicama i predvodničku ulogu u regiji.

Strategija upravljanja rizicima od katastrofa Republike Hrvatske prepoznaje ključne ciljeve: smanjenje rizika i jačanje spremnosti, pri čemu posebnu važnost ima upravljanje rizicima od poplava. Iako je postignut napredak u institucionalnom okviru, sustavu ranog upozoravanja i uključivanju zajednice, i dalje postoje izazovi u području financiranja, prijenosa rizika i jačanja povezanosti nacionalne i lokalne razine planiranja.

Buduća kretanja ukazuju na potrebu daljnjeg razvoja održivih i zelenih rješenja, integracije klimatskih projekcija u planiranje te uspostave fleksibilnih sustava koji omogućuju „život s poplavama“, a ne samo obranu od njih. Time se ne gradi samo otpornost infrastrukture, već i sposobnost društva da se prilagodi složenim klimatskim izazovima.

LITERATURA

- [1] Angın, C., 2024. AFET YÖNETİMİNDE MÜLKİ İDARE VE BELEDİYELER: İŞ BİRLİĞİNE DAYALI AFET YÖNETİMİ YAKLAŞIMIYLA 6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ. *Memleket Siyaset Yönetim* 19, 687–714. <https://doi.org/10.56524/msydergi.1512154>
- [2] Bertsimas, D., Zeng, C., 2024. Catastrophe Insurance: An Adaptive Robust Optimization Approach. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.07068>
- [3] Birkmann, J., Kienberger, S., Alexander, D.E., 2014. Assessment of Vulnerability to Natural Hazards: A European Perspective 1–219.

-
- [4] Cornejo-Rodriguez, M. del P., Borbor-Cordova, M., 2024. Building up climate resilience: The Duran case study. *World Water Policy* 10, 420–423. <https://doi.org/10.1002/wwp2.12184>
- [5] Dharmarathne, G., Waduge, A.O., Bogahawaththa, M., Rathnayake, U., Meddage, D.P.P., 2024. Adapting cities to the surge: A comprehensive review of climate-induced urban flooding. *Results in Engineering* 22, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102123>
- [6] Driessen, P.P.J., Hegger, D.L.T., Kundzewicz, Z.W., Van Rijswijk, H.F.M.W., Crabbé, A., Larrue, C., Matczak, P., Pettersson, M., Priest, S., Suykens, C., Raadgever, G.T., Wiering, M., 2018. Governance Strategies for Improving Flood Resilience in the Face of Climate Change. *Water* 10. <https://doi.org/10.3390/w10111595>
- [7] Fernandez, G., Ahmed, I., 2019. “Build back better” approach to disaster recovery: Research trends since 2006. *Progress in Disaster Science* 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100003>
- [8] Gautam, K., 2024. Disaster Management Policies and Practices in Vulnerable Communities of Nepal: A Qualitative Analysis. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)* 600–608. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24NOV722>
- [9] Goh, K.C., Kurniawan, T.A., Goh, H.H., Zhang, D., Jiang, M., Dai, W., Khan, M.I., Othman, M.H.D., Aziz, F., Anouzla, A., Meidiana, C., 2024. Strengthening Infrastructure Resilience for Climate Change Mitigation: Case Studies from the Southeast Asia Region with a Focus on Wastewater Treatment Plants in Addressing Flooding Challenges. *ACS EST Water* 4, 3725–3740. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.4c00591>
- [10] Gurenko, E., Lester, R., 2004. Rapid Onset Natural Disasters: The Role of Financing in Effective Risk Management.
- [11] Hochrainer-Stigler, S., Lorant, A., 2018. Evaluating Partnerships to Enhance Disaster Risk Management using Multi-Criteria Analysis: An Application at the Pan-European Level. *Environmental Management* 61, 24–33. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0959-4>
- [12] Holcinger, N., Šimac, Z., 2021. Importance of National platforms in disaster risk governance. pp. 141–144. <https://doi.org/10.5592/CO/1CroCEE.2021.172>
- [13] Ilwandri, Apriani Sijabat, Makkah HM, Andi Sri Rezky Wulandari, Andi Rahmah, Santi Mareta, Nanich Framulya, 2023. Community Empowerment in Drainage Management to Overcome Floods. *Inovasi Sosial* 1, 18–22. <https://doi.org/10.61991/inovasisosial.v1i1.25>

-
- [14] IPCC, 2022. Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1st ed. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- [15] Jia, H., Chen, F., Pan, D., Du, E., Wang, L., Wang, N., Yang, A., 2022. Flood risk management in the Yangtze River basin —Comparison of 1998 and 2020 events. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 68, 102724. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102724>
- [16] Kay, A.L., Old, G.H., Bell, V.A., Davies, H.N., Trill, E.J., 2019. An assessment of the potential for natural flood management to offset climate change impacts. *Environmental Research Letters* 14, 044017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafdb>
- [17] Klijn, F., Kreibich, H., de Moel, H., Penning-Rowsell, E., 2015. Adaptive flood risk management planning based on a comprehensive flood risk conceptualisation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20, 845–864. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9638-z>
- [18] Liao, K.-H., 2012. A Theory on Urban Resilience to Floods--A Basis for Alternative Planning Practices. *E&S* 17, art48. <https://doi.org/10.5751/ES-05231-170448>
- [19] Lu, Y., 2024. Impacts of climate change on hydrological hazards: mechanisms, predictions and coping strategies. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences* 9, 20240704. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0704>
- [20] Marolla, C., 2024. Urban Flood Resilience: Risk and Business Continuity Management Systems Strategic Approach. <https://doi.org/10.33774/coe-2024-rjg0b>
- [21] Martens, M., 2022. Disaster Risk Management Knowledge Centre: A Collaborative Approach to Foster Resilience. pp. 113–125. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5566-2_5
- [22] Mechler, R., Bouwer, L., 2014. Understanding trends and projections of disaster losses and climate change: Is vulnerability the missing link? *Climatic Change* 133. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1141-0>
- [23] MinFin, 2022. Zakon o proračunu [WWW Document]. URL <https://www.zakon.hr/z/283/zakon-o-proracunu> (accessed 3.9.25).
- [24] Moon, H., Kim, J.S., Chen, J., Yoon, S., Moon, Y., 2023. Enhancing Urban Flood Resilience Through a Hybrid Approach Combining a Comprehensive Flood Prevention Plan (Cfpp) and Green Infrastructure (Gi). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4637795>

- [25] Muwafu, S.P., Celliers, L., Scheffran, J., Máñez Costa, M., 2024. Community Governance Performance of Nature-Based Solutions for Sustainable Urban Stormwater Management in Sub-Saharan Africa. *Sustainability* 16. <https://doi.org/10.3390/su16198328>
- [26] MZOZT, 2020. Strategija prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske [WWW Document]. URL <https://mingo.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-klimatske-aktivnosti-1879/strategije-planovi-i-programi-1915/strategija-prilagodbe-klimatskim-promjenama-republike-hrvatske/8351>
- [27] Panneer, S., Dutta, S., Bhat, L.D., Kandpal, P.C., Babu P, R.R., M, R., Akkayasamy, V.S., 2024. Multistakeholder Participation, Collaboration, and Networking in Disaster Risk Reduction and Pandemic Management: Insights and Future Policy Framework. *Social Development Issues* 46. <https://doi.org/10.3998/sdi.5989>
- [28] RCZ MUP, 2024. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku [WWW Document]. URL https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/Procjena%20rizika%20od%20katastrofa%20za%20Republiku%20Hrvatsku.pdf (accessed 9.3.25).
- [29] RCZ MUP, 2022. Strategija upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. godine [WWW Document]. URL https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/Strategija_i_AkcijskiPlan_katastrofe_rizici.pdf (accessed 9.3.25).
- [30] RCZ MUP, 2015. Zakon o sustavu civilne zaštite [WWW Document]. URL <https://www.zakon.hr/z/809/zakon-o-sustavu-civilne-zastite> (accessed 9.3.25).
- [31] Restemeyer, B., Woltjer, J., Van Den Brink, M., 2015. A strategy-based framework for assessing the flood resilience of cities – A Hamburg case study. *Planning Theory & Practice* 16, 45–62. <https://doi.org/10.1080/14649357.2014.1000950>
- [32] Reynoso Vanderhorst, H.D., Pathirage, C., Proverbs, D., 2024. Navigating Flood Resilience: Challenges, Solutions, and Lessons Learnt from the Dominican Republic. *Water* 16, 382. <https://doi.org/10.3390/w16030382>
- [33] Rözer, V., Mehryar, S., Surminski, S., 2022. From managing risk to increasing resilience: a review on the development of urban flood resilience, its assessment and the implications for decision making. *Environ. Res. Lett.* 17, 123006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca8bc>
- [34] Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A., Turner, B., 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Phil. Trans. R. Soc. B* 375, 20190120. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
- [35] UN, 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development.

-
- [36] UNDRR, 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030.
- [37] UNFCCC, 2015. The Paris Agreement.
- [38] Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., 2004. At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters, 2nd Edition. ed. Routledge, London.
- [39] WMO, 2017. Multi-hazard Early Warning Systems: A Checklist. Presented at the Outcome of the first Multi-hazard Early Warning Conference, WMO, Geneva, p. 16.
- [40] Xu, W., Cong, J., Proverbs, D., 2024. A review of research towards the assessment and measurement of flood resilience, in: Research Handbook on Flood Risk Management. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, pp. 25–37.
- [41] Zahra Shahid, Ayesha Hanif, Syeda Hania Batool Naqvi, Sobia Hassan, Maryam Gull, 2024. Role of Collaborative Governance towards Crisis Management: A Case Study of Provincial Disaster Management Authority (PDMA). JPPP 3. <https://doi.org/10.32350/jppp.31.06>
- [42] Zhou, B., Zhang, H., Evans, R., 2022. Build back better: A framework for sustainable recovery assessment. International Journal of Disaster Risk Reduction 76, 102998. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102998>

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

PLAN UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA
FLOOD RISK MANAGEMENT PLAN

**dr. sc. Darko Barbalić dipl. ing. građ. ^a, dr. sc. Danko Biondić dipl. ing. građ. ^b,
Luka Vukmanić, mag. ing. aedif. ^c, mr. sc. Sanja Barbalić dipl. ing. građ. ^d**

SAŽETAK

Upravljanje rizicima, a posebice opasnostima od poplava u Hrvatskoj ima vrlo uspješnu tradiciju i praksu. Pridruživanjem Europskoj uniji, dosadašnja praksa se upotpunjuje novim okvirom Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava, koja omogućuje sagledavanje rizika od poplava iz mnogo šire perspektive i otvara „prozor u svijet” hrvatskog upravljanja rizicima od poplava. Kako bi se ispunili zahtjevi ovog novog okvira, mora se provoditi vrlo strukturirano, dinamično i odgovorno planiranje, koncipiranje, projektiranje i provođenje građevinskih, ali i ostalih mjera upravljanja rizicima od poplava prema unaprijed zadanim čvrstim propozicijama, ali i uz određenu dozu fleksibilnosti i brzo prilagođavanje novim inicijativama. Pred Hrvatskom su novi naponi na koncipiranju sljedećeg Plana upravljanja rizicima od poplava, a ovaj rad ima za cilj da potakne sve uključene u njegovu pripremu i realizaciju.

KLJUČNE RIJEČI: *Plan upravljanja rizicima od poplava, Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, Građevinske mjere, Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima*

^a Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, darko.barbalic@voda.hr

^b Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, danko.biondic@voda.hr

^c Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, luka.vukmanic@voda.hr

^d Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, sanja.barbalic@voda.hr

ABSTRACT

Flood risk management and especially flood hazard management, has a very successful tradition and practice in Croatia. By joining the European Union, the current practice is being complemented by the new framework of the Floods Directive, which allows a much broader perspective on flood risks and opens a “window into the world” of Croatian flood risk management. In order to meet the requirements of this new framework, very structured, dynamic and responsible planning, conception, design and implementation of structural and other flood risk management measures must be carried out according to pre-set firm propositions but also with a certain amount of flexibility and rapid adaptation to new initiatives. Croatia faces new challenges in the development of the next Flood Risk Management Plan, and this paper aims to encourage all those involved in its preparation and implementation.

KEYWORDS: *Flood Risk Management Plan, Flood Hazard and Flood Risk Maps, Structural measures, Flood Directive*

1. UVOD

Upravljanje rizicima, a posebice opasnostima od poplava u Hrvatskoj ima vrlo uspješnu tradiciju i praksu. Pridruživanjem Europskoj uniji, dosadašnja praksa se upotpunjuje novim okvirom Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava (EK, 2007), koja omogućuje sagledavanje rizika od poplava iz mnogo šire perspektive i stvara pretpostavke za korištenje značajne europske pomoći za realizaciju mjera.

EU okvirom se otvara i „prozor u svijet” hrvatskog upravljanja rizicima od poplava, jer su moguće vrlo jednostavne usporedbe na međunarodnoj razini, kao i ocjena uspješnosti zemalja članica, što onda u konačnici dovodi i do približavanja zajedničkih europskih politika i aktivnosti u pojedinim državama članicama.

S druge strane, kako bi se ispunili zahtjevi ovog novog okvira, mora se provoditi vrlo strukturirano, dinamično i odgovorno planiranje, koncipiranje, projektiranje i provođenje građevinskih, ali i ostalih mjera upravljanja rizicima od poplava prema unaprijed zadanim čvrstim propozicijama, ali i uz određenu dozu fleksibilnosti i brzo prilagođavanje novim inicijativama kao što su Europski zeleni plan, Nacionalni plan oporavka i otpornosti 2021. - 2026., Europska strategija za otpornost voda ili Akt o obnovi prirode. Osnovni alat kojim se planira upravljanje rizicima od poplava je Plan upravljanja rizicima od poplava, koji se izrađuje za 6-godišnje razdoblje i ima jasno definiran sadržaj i strukturu. Kvaliteta Plana i informacije sadržane u njemu, u mnogome mogu utjecati na uspješnost provođenja mjera smanjenja rizika od poplava, te na podršku Europske unije u tom procesu.

2. SADRŽAJ PLANA UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA

Plan upravljanja rizicima od poplava pokriva i prati cjelokupni proces upravljanja rizicima od poplava u šestgodišnjem ciklusu. Planiranje se provodi u tri najvažnija koraka:

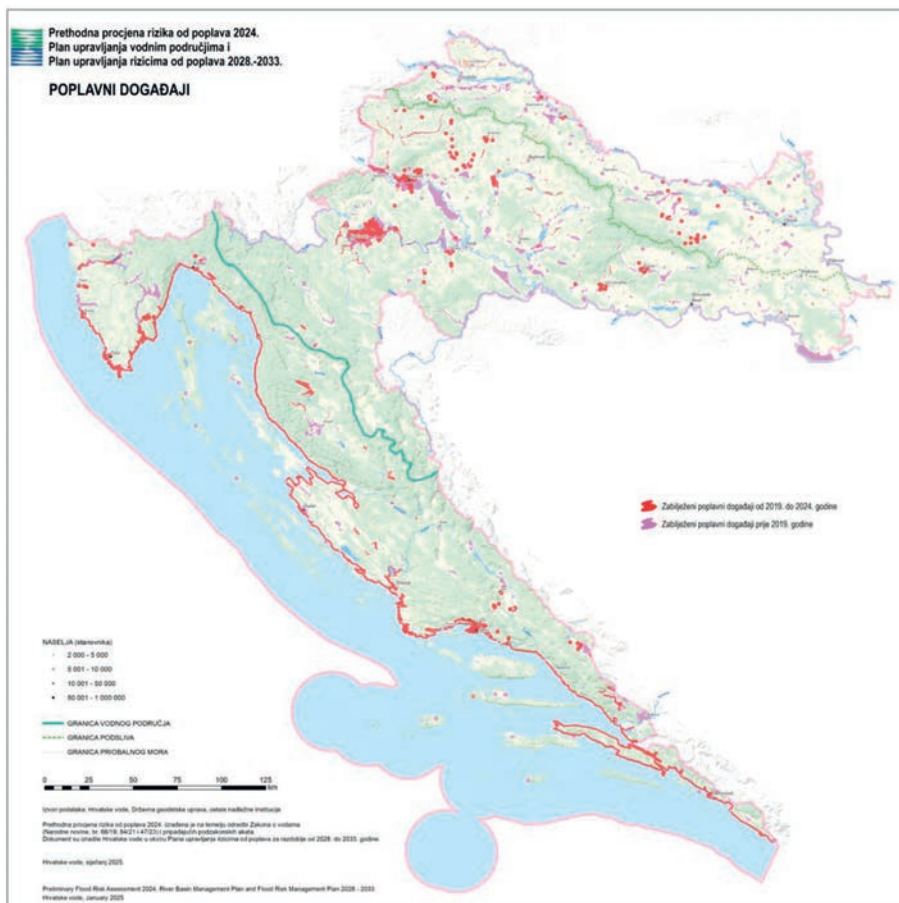
- Prethodna procjena rizika od poplava s određivanjem područja potencijalno značajnih rizika od poplava (PPZRP),
- Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava,
- Plan upravljanja rizicima od poplava s programom mjera smanjenja rizika od poplava.

Treba naglasiti da, iako države imaju određene slobode u provođenju planiranja, svi navedeni elementi se izvještavaju Europskoj komisiji u formi dokumenata i podataka, uključujući i prostorne, te prolaze nekoliko stupnjeva procjene usklađenosti s legislativnim okvirom i politikama Europske unije o čemu se izvještava Europski parlament i država članica od koje se očekuje da razmotri preporuke i s njima uskladi svoj daljnji rad.

2.1. Prethodna procjena rizika od poplava

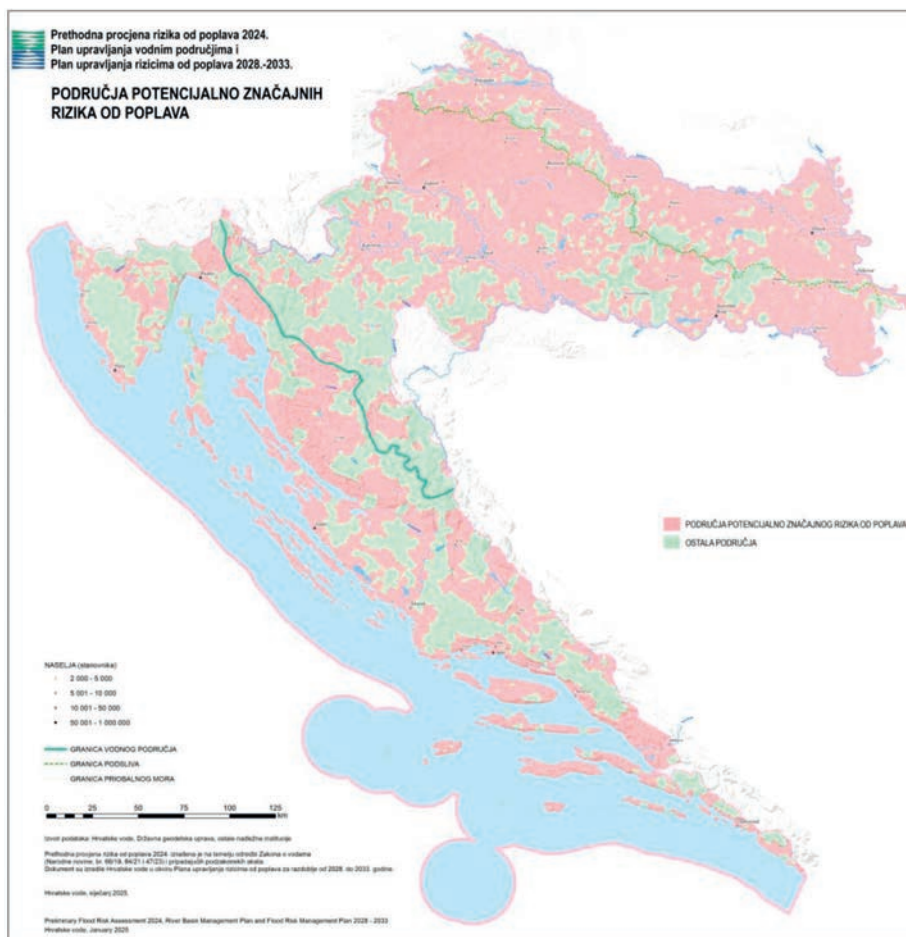
Planski proces započinje izradom prvog dokumenta u nizu, Prethodne procjene rizika od poplava koja mora sadržavati:

- karte vodnog područja koje sadrže granice vodnih područja, podslivova i obalnih područja, s prikazom topografije i namjenom zemljišta,
- opis poplava koje su se dogodile u prošlosti i koje su imale velike štetne učinke na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost,
- procjenu mogućih štetnih posljedica budućih poplava za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost, što je više moguće uzimajući u obzir čimbenike kao što su topografija, položaj vodotoka i njihove općenite hidrološke i geomorfološke karakteristike, uključujući poplavna područja kao prirodna retencijska područja, učinkovitost postojeće izgrađene infrastrukture za zaštitu od poplava, položaj naseljenih područja, područja gospodarske aktivnosti i dugoročni razvoj događaja, uključujući učinke klimatskih promjena na pojavu poplava.



Slika 1. Poplavni događaji (Hrvatske vode, 2025.)

Na temelju Prethodne procjene rizika od poplava utvrđuju se područja potencijalno značajnih rizika od poplava koja su u žarištu planskog ciklusa, dok ostala područja imaju nešto niži status sa stanovišta upravljanja rizicima od poplava.



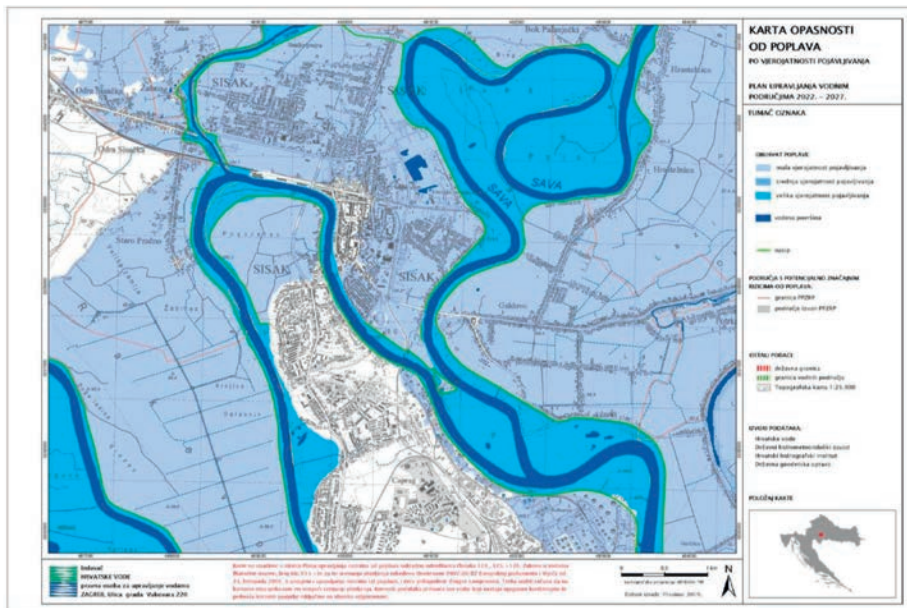
Slika 2. Područja potencijalno značajnih rizika od poplava (Hrvatske vode, 2025.)

Prethodna procjena rizika od poplava za trenutni, treći planski ciklus upravljanja rizicima od poplava se sastoji od preko 130 stranica teksta s 25 pratećih karata, i biti će dostupna na mrežnoj stranici Hrvatskih voda.

2.2. Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava

Za područja određena kao područja potencijalno značajnih rizika od poplava, izrađuju se karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava što je opsegom i najzahtjevniji dio planskog ciklusa.

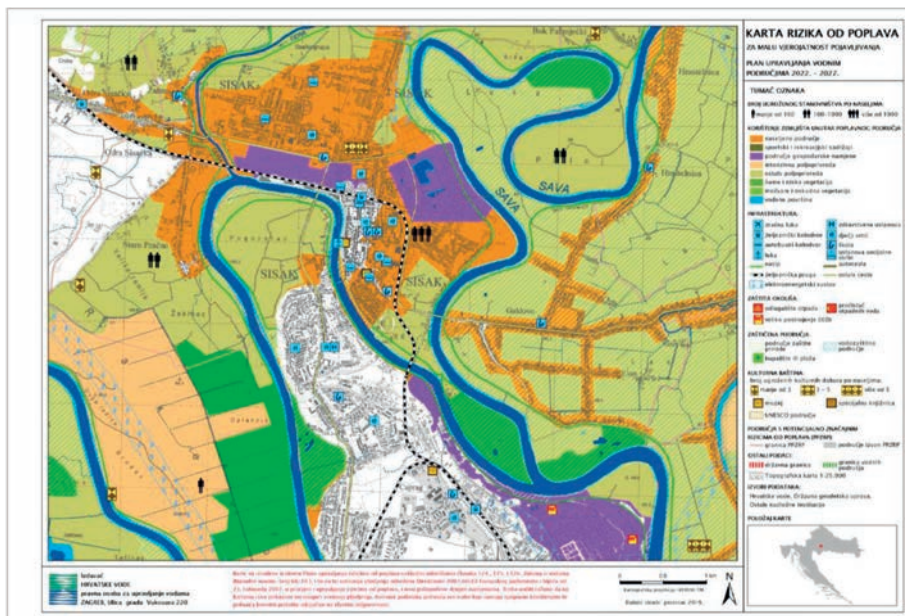
Karte opasnosti od poplava obuhvaćaju područja koja bi mogla biti poplavljena prema scenarijima male, srednje i velike vjerojatnosti, a za svaki scenarij su prikazani opseg poplava i dubina vode.



Slika 3. Karta opasnosti od poplava za područje Siska (Hrvatske vode, 2021.)

Karte rizika od poplava prikazuju moguće štetne posljedice za scenarije opasnosti od poplava izražene kao:

- okvirni broj potencijalno ugroženih stanovnika,
- vrstu gospodarske aktivnosti na potencijalno pogođenom području,
- značajniju infrastrukturu koja bi mogla prouzročiti iznenadno onečišćenje u slučaju poplava,
- potencijalno pogođena zaštićena područja iz Registra zaštićenih područja, te ostale informacije koje država članica smatra korisnima.



Slika 4. Karta rizika od poplava za područje Siska (Hrvatske vode, 2021.)

Okvir za izradu karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava je postavljen tijekom Twinning projekta, većina područja je kartirana tijekom 2014. godine dok je u sljedećem ciklusu 2019. godine provedeno unaprjeđenje i dopuna karata prema potrebama i za novouvedena područja potencijalno značajnih rizika od poplava. Imajući u vidu učestale zahtjeve za širim korištenjem karata, koje predstavljaju vrlo složen proizvod, detaljne informacije o njihovim karakteristikama su prikazane u dokumentu Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava 2020. (Hrvatske vode, 2021). Karte se mogu vidjeti na WEB GIS portalu Hrvatskih voda, dostupne su putem WMS servisa, a „pdf“ karata za određeno područje ili podaci u drugim formatima se mogu dobiti i na zahtjev za pristup informacijama.

2.3. Plan upravljanja rizicima od poplava

Plan upravljanja rizicima od poplava treba biti zasnovan prvenstveno na kartama opasnosti od poplava i kartama rizika od poplava i treba razmotriti sve aspekte upravljanja poplavnim rizicima s naglaskom na sprječavanje, zaštitu, pripravnost, uključujući prognoze poplava i sustave ranog upozoravanja. Osnovni elementi njegovog sadržaja su:

- sažetak prethodne procjene rizika od poplava, karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava,
- ciljevi upravljanja poplavnim rizicima s procjenom ostvarenog napretka prema njihovom ispunjenju,

- sažetak mjera i određivanje njihovih prioriteta sa ciljem ostvarivanja ciljeva upravljanja poplavnim rizicima, uključujući i mjere koje se odnose na poplave, a poduzete su u skladu s drugim EU aktima,
- opis metodologije za analizu troškova i koristi primijenjenu u procjeni mjera s prekograničnim učincima, ukoliko postoji,
- opis određivanja prioriteta i načina na koji će se pratiti napredak u provođenju plana,
- sažetak poduzetih aktivnosti na obavješćivanju i traženju mišljenja javnosti,
- popis nadležnih tijela i opis postupka koordinacije unutar međunarodnog vodnog područja i postupka usklađivanja s Okvirnom direktivom o vodama,
- sve promjene ili ažuriranja nakon objave prethodne verzije plana upravljanja poplavnim rizicima,
- opis i objašnjenje za eventualne mjere predviđene u ranijoj verziji plana upravljanja poplavnim rizicima čija se provedba planirala, a nisu prenesene u novi plan,
- opis eventualnih dodatnih mjera nakon objave prethodne verzije plana upravljanja poplavnim rizicima.

Trenutačno važeći plan se odnosi na razdoblje do kraja 2027. godine i ugrađen je u Plan upravljanja vodnim područjima (Hrvatske vode, 2023) kao poseban dio. Građevinske mjere smanjenja rizika od poplava su sistematizirane u Višegodišnjem programu gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. godine (Hrvatske vode, 2024).

2.4. Sadašnjost i budućnost planiranja

Hrvatska je trenutačno u trećem ciklusu upravljanja rizicima od poplava i ispunila je sve obaveze koje su pred nju postavljene. Ipak time posao na izradi planova nije gotov, jer je u tijeku izrada dokumenata za trećiodišnji planski ciklus s početkom 2028. godine za koji je prethodno potrebno izraditi sve planske dokumente, te provesti nekada i vrlo mukotrpne procese njihovog usvajanja.



Slika 5. Dokumenti izrađeni za plansko razdoblje 2022. – 2027.

Paralelno s tim, veliki broj dionika i javnost su se već se navikli na planske produkte, ponajviše karte opasnosti i karte rizika od poplava koje koriste za različite svrhe, kao što su primjerice procjene utjecaja na okoliš, pa je potrebno omuogućiti i njima

korištenje podataka za što su Hrvatske vode u proteklom razdoblju imale oko dva zahtjeva dnevno.

Na osnovu pregleda dosadašnjih planova, Europska komisija je dala sljedeće preporuke unaprjeđenja (EK, 2025) koje bi trebale biti razmotrene u ovom planu, od kojih su najvažnije:

- uključiti oborinske poplave u karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava,
- detaljnije opisati kako su karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava korištene u izboru ciljeva i mjera u Planu upravljanja rizicima od poplava,
- učiniti ciljeve specifičnijima i, gdje je moguće, povezati ih s kvantitativnim pokazateljima i vremenskim okvirom. Procjena napretka prema postizanju ciljeva trebala bi biti uključena u Plan upravljanja rizicima od poplava,
- navesti troškove svih mjera, a ne samo građevinskih,
- prikazati u Planu upravljanja rizicima od poplava metode korištene za praćenje mjera, uključujući i negrađevinske mjere,
- povezati i građevinske i negrađevinske mjere sa ciljevima u Planu upravljanja rizicima od poplava,
- gdje je prikladno, uključiti analizu troškova i koristi za prioritetizaciju mjera i dati jasan opis korištene metodologije,
- razmotriti korištenje osiguranja kao mjere za prilagodbu klimatskim promjenama,
- pružiti više detalja o javnoj konzultaciji i uključivanju dionika u Plan upravljanja rizicima od poplava, kao što su specifični dionici koji su sudjelovali, održani sastanci i savjetodavne skupine, primljeni komentari i način na koji su uzeti u obzir,
- gdje je to prikladno, razmotriti u kartama opasnosti i rizika od poplava brzinu tečenja ili relevantni protok vode, a u Planu upravljanja rizicima od poplava, puteve širenja poplava, budući da su ove informacije važne za odgovor u hitnim slučajevima.

Zahtjevi za unaprjeđenja, iako su svakako dobro došli i sigurno doprinose boljem upravljanju rizicima od poplava, predstavljaju značajan izazov s obzirom na njihovu opsežnost i naročito potrebu uvođenja određenih poboljšanja kroz čitav planski ciklus uz notornu neizvjesnost dugoročnog planiranja kompleksnih građevinskih projekata s kojom su suočeni svi sudionici. Planiranje mjera postaje tako proces koji je potrebno dosta detaljnije dokumentirati i to na nešto drugačiji način nego što je to bilo uobičajeno u dosadašnjoj praksi, pri čemu je potrebno obrazlaganje i onih elementa koji su se prije smatrali opće prihvaćenim i razumljivim samim po sebi, jer te činjenice nisu poznate na EU razini na kojoj se tim projektima odobrava sufinanciranje. Uz to, potrebno je naći i ravnotežu između uvažavanja posebnosti hrvatskih regija i zajedničke državne, te posljedično EU razine na kojima se očekuje mogućnost usporedbe. Tehnička unaprjeđenja se rješavaju uspješno, naročito kroz niz projekata kao što je primjerice „Vepar” i slični. Za nadati se da će se uprkos svim teškoćama ipak naći rješenja koja će omogućiti nastavak dosad uspješnog planiranja, te da će to doprinjeti realizaciji svih planiranih mjera.

ZAKLJUČAK

Bogata i uspješna tradicija upravljanjem rizicima od poplava u Hrvatskoj koja je bila fokusirana na upravljanje opasnostima od poplava, dobila je implementacijom Direktive o poplavama dodatni aspekt koji joj omogućuje još bolje sagledavanje cjelokupnog fenomena rizika od poplava. Time je otvorena i mogućnost financijske podrške EU hrvatskim naporima u daljnjem razvoju sustava smanjenja rizika od poplava, ali za uzvrat se zahtjeva i prilagođavanje Hrvatske vrlo specifičnom i vrlo razrađenom sustavu planiranja i njegovog praćenja, ne samo na nacionalnoj, nego i na EU razini.

Tijekom prva dva planska ciklusa, Hrvatska je vrlo uspješno implementirala navedeni okvir, ali treba voditi računa da se sa svakim novim planskim ciklusom postavljaju sve veći i specifičniji zahtjevi, tako da je potrebno uložiti još veće napore i provesti daljnja unaprjeđenja kako bi se oni ispunili, o čemu treba voditi računa tijekom svih aktivnosti upravljanja rizicima od poplava. Uz to, svakako treba iskoristiti priliku da se planom predstavi hrvatsko upravljanje rizicima od poplava na široj EU razini, jer je dosadašnja uspješna praksa iznjedrila niz vrlo kvalitetnih rješenja s kojima se zaista može ponositi.

LITERATURA

- [1] EK, 2007: Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks (Text with EEA relevance), Official Journal of the European Union, L 288/27
- [2] Hrvatske vode, 2021: Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava - 2019. (https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/upravljanje-vodama/karte_opasnosti_od_poplava_i_karte_rizika_od_poplava_-_2019.pdf)
- [3] Hrvatske vode 2023: Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. (<https://www.voda.hr/sites/default/files/2023-07/PLAN%20UPRAVLJANJA%20VODNIM%20PODRUCJIMA%20DO%202027..pdf>)
- [4] Hrvatske vode 2024: Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije za razdoblje do 2030. godine (<https://www.voda.hr/sites/default/files/2024-12/VPG%20REGULACIJSKIH%20I%20ZA%20c5%a0TITNIH%20VODNIH%20GRA%20c4%90EVINA%20I%20GRA%20c4%90EVINA%20ZA%20MELIORACIJE.pdf>)
- [5] EC 2025: Commission Staff Working Document, Third River Basin Management Plans, Second Flood Hazard and Risk Maps and Second Flood Risk Management Plans, Member State: Croatia, Accompanying the document Report From The Commission To The Council And The European Parliament, on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC), SWD(2025) 17 final, Brussels, 4.2.2025
- [6] Hrvatske vode, 2025: Prethodna procjena rizika od poplava 2024., u pripremi

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**HIDROLOŠKO PROGNOZIRANJE U
UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA
HYDROLOGICAL FORECASTING FOR FLOOD
RISK MANAGEMENT**

**Luka Vukmanić, mag. ing. aedif. ^a, Oliver Rajković, dipl. ing. građ. ^b,
dr. sc. Tatjana Vujnović, dipl. ing. geol. ^c**

SAŽETAK

Hidrološko prognoziranje poplava ima dugu tradiciju u Republici Hrvatskoj, koja se nastavila izradom operativnih prognostičkih sustava u sklopu projekta VEPAR. Izradom prognostičkih modela za područja Drave i Dunava i Jadrana, uz postojeći model Save, stvoren je cjeloviti sustav prognoziranja poplava na velikoj većini vodotoka značajnih za obranu od poplava u Hrvatskoj. Operativni prognostički sustav sadržava jedinstvene hidrološko - hidraulički modele te tvori integrirani sustav koji sadržava sve potrebne alate i podatke za predviđanje poplava u stvarnom vremenu.

KLJUČNE RIJEČI: Prognoza, Poplava, Hidrološki model, Hidraulički model, Operativni sustav

ABSTRACT

Flood forecasting has a long tradition in the Republic of Croatia which was continued with the development of operational forecasting systems as part of Project VEPAR. Development of the forecasting systems for the areas od Drava/Dunav and Jadran, in addition of already existing Sava model, provides comprehensive system of flood forecasting on majority of watercourses significant for flood defense in Croatia. Operational foracsting system contains singular hydrological - hidraulical models and

^a Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, luka.vukmanic@voda.hr

^b Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb, 10000, Hrvatska, orajkovic@dhz.hr

^c Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb, 10000, Hrvatska, tvujnovic@dhz.hr

is integrated system which includes all necessary tools and data for flood forecasting in real time.

KEYWORDS: *Forecast, Flood, Hidrological model, Hidraulical model, Operational system*

1. UVOD

Prognoziranje velikih voda u Hrvatskoj ima dugu tradiciju, a razvoj sustava koji je i danas u uporabi započeo je krajem 60 - tih godina 20. stoljeća uspostavom UKV sustava za komunikaciju, te uspostavom telemetrijskog sustava za prikupljanje hidroloških podataka sredinom 70 - tih godina 20. stoljeća.

Danas, aktivnosti na daljnjem razvoju prognostičkih sustava velikih voda i operativnom prognoziranju provode zajednički Državni hidrometeorološki zavod i Hrvatske vode. Sustavom za prikupljanje podataka u realnom vremenu obuhvaćene su meteorološke i hidrološke postaje s parametrima i frekvencijom dojave prilagođenim potrebama. Osim toga dostupan je i niz satelitskih i radarskih produkata koji pokrivaju cjelokupno područje Hrvatske. Koriste se produkti dva meteorološka prognostna modela ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational) numerički modelski sustav za kratkoročnu prognozu vremena visoke razlučivosti te ECMWF (European Centre for Medium - Range Weather Forecasts) koji je globalni prognostički sustav.

Hrvatska je također uključena u niz inicijativa i projekata na međunarodnom nivou kao što su European Flood Awareness System (EFAS), South East Europe Flash Flood Guidance System (SEFFGS), Danube HIS, Sava HIS, Sava FFWS i niz drugih koji dodatno pridonose povećanju podatkovne osnove za prognoziranje, osiguravaju dodatni prognostički materijal i/ili distribuiraju upozorenja.

U sklopu Projekta unaprjeđenja negradevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj - VEPAR, odobrenog u sklopu Prioritetne osi 5: Klimatske promjene i upravljanje rizicima, Investicijskog prioriteta 5b - Promicanje ulaganja koja se odnose na posebne rizike, osiguranje otpornosti na katastrofe i razvoj sustava za upravljanje katastrofama, te specifičnog cilja 5b1: Jačanje sustava upravljanja katastrofama, Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020. kao jednim od elemenata bilo je predviđeno i unaprjeđenje sustava za prognoziranje poplava što se odnosi na uspostavu operativnog sustava za prognoziranje fluvijalnih poplava na cijelom teritoriju Republike Hrvatske.

Navedeni sada dovršeni sustav sastoji se od hidroloških prognostičkih modela za simulaciju procesa otjecanja sa slivnih područja koji kao ulaz koriste raspoložive meteorološke prognoze, hidrauličkih prognostičkih modela za simulaciju procesa tečenja i fluvijalnog plavljenja koji se temelje na hidrološkim prognozama otjecanja te operativnih prognostičkih sustava. Izradu navedenog sustava zajedno su proveli Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) i Hrvatske vode (HV) koji je od kraja 2023. godine u upotrebi.

2. POKRIVENOST SUSTAVA

2.1. Sliv Save

U razdoblju od 2014. - 2016. razvijan je i izrađen hidrološko - hidraulički model sliva Save (Sava SM2) u Republici Hrvatskoj s važnijim pritocima, čiji su dijelovi naknadno poboljšani kroz FRISCO 1 projekt (2016. - 2019.). Sava SM2 model se operativno pokreće satnom frekvencijom u Državnom hidrometeorološkom zavodu i daje prognozu vodostaja i protoka do 120 sati unaprijed za 171 prognostičku točku, od kojih je 137 u Hrvatskoj. Model obuhvaća 517 km toka rijeke Save, 2.592 km pritoka, 24 preljeva, 16 kontrolnih objekata i 13 retencija kao što prikazuje Slika 1. Ulazni podaci modela su ARSO prognoza protoka Save na izlazu iz Slovenije u Hrvatsku (Jesenice na Dolenjskem), vodostaji i protoci, količine oborine i temperature zraka u stvarnom vremenu s automatskih hidroloških i meteoroloških postaja u Hrvatskoj, Sloveniji i Bosni i Hercegovini te rezultati numeričkih meteoroloških prognostičkih modela (ALADIN/HR horizontalne razlučivosti 4 km do 72 h unaprijed i ECMWF horizontalne razlučivosti oko 9 km, od 73 do 120 h unaprijed).



Slika 1. Prikaz vodotoka i hidroloških postaja u postojećem modelu SM2 podsliva Save

2.2. Sliv Drave i Dunava i jadranski sliv

U sklopu izrade operativnih prognostičkih sustava prognoziranje se vrši na 89 prognostičkih lokacija na području Drave i Dunava te na 53 prognostičke lokacije na području Jadrana što je prikazano na Slici 2. Modeli su izrađeni za one vodotoke koji su u provedbenim planovima obrane od poplava, odnosno na onima koji su prethodno ocjenjeni kao najpotrebniji.



Slika 2. Prikaz vodotoka i prognostičkih lokacija na područjima Drave i Dunava i Jadrana

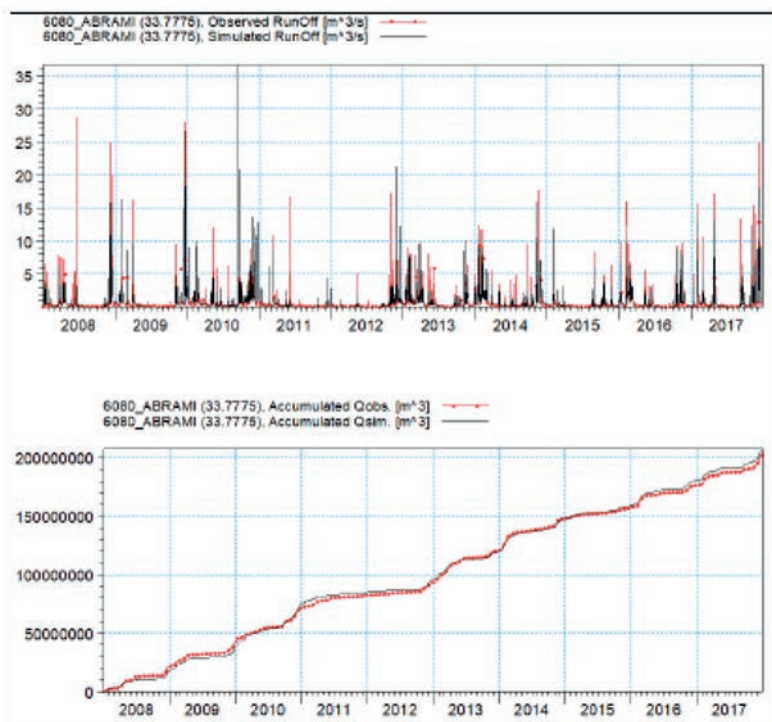
Na mjestima gdje su za rad sustava potrebni podaci van Republike Hrvatske kao ulazni podaci u prognostički sustav koriste se ili izlazni podaci hidrološko - hidrauličkih modela susjednih uzvodnih zemalja kao što je slučaj kod Drave i Mure ili se na primjeru Neretve spajanjem hidrološkog i hidrauličkog modela provela kalibracija na vodostaje iz razloga što se hidroenergetski objekti i najveći dio sliva nalaze u Bosni i Hercegovini. Kod Neretve su uzvodni rubni uvjeti definirani kao konstantni dotok na najuzvodnijim poprečnim presjecima u Hrvatskoj.

3. OPERATIVNI PROGNOСТИČKI SUSTAV

3.1. Hidrološki modeli

Hidrološki modeli otjecanja su matematički modeli koji opisuju odnose između oborina i otjecanja na određenoj slivnoj površini, a koriste se podaci o ulazima i izlazima hidrološkog sustava te podaci o procesnim parametrima sliva. Za modeliranje korišten je NAM (NedborAfstromnings Model) deterministički konceptualni hidrološki model koji kao ulazne podatke uzima početne uvjete, meteorološke podatke, podatke o protoku i parametre modela gdje je oborina najvažnija ulazna veličina.

Većina podslivova definirana je tako da na najnižvodnijoj lokaciji imaju hidrološku postaju za koju je definiran protok, koja omogućuje usporedbu mjerenog i simuliranog protoka, dok su ostali slivovi definirani prema pripadnosti pritoku koja nema mjeren sliv. Osim slivova unutar Republike Hrvatske u modelu se nalaze i dodatni slivovi na područjima susjednih država koji predstavljaju najuzvodnije slivove prekograničnih rijeka. Osim definiranja podslivova prema pripadnosti određenim hidrološkim postajama bilo je važno i analizirati fizičke značajke slivova, mjerene podatke protoka te definirati specifični dotok svakog sliva. Prikaz rezultata primjera kalibracije modela dan je na Slici 3.



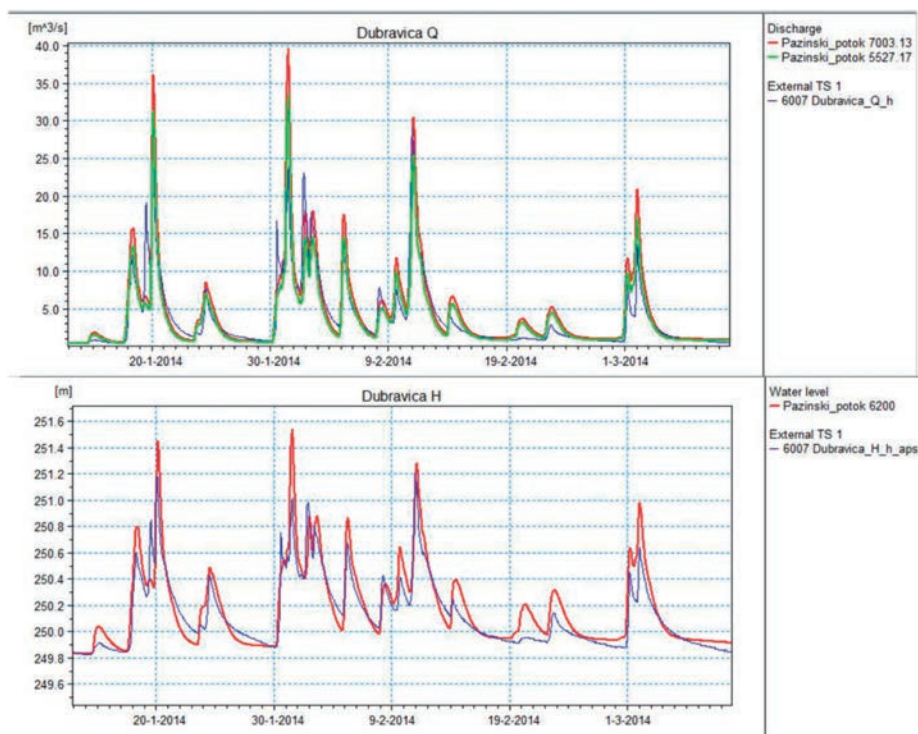
Slika 3. Primjer rezultata kalibracije hidrološkog modela na vodotoku Mirna i hidrološkoj postaji Abrami

3.2. Hidraulički modeli

Izrada hidrodinamičkih modela tečenja podrazumijeva unos mreže modela, poprečnih presjeka te određivanje rubnih uvjeta i hidrodinamičkih parametara te se na njih veže otjecanje sa slivova koje je prethodno definirano izradom hidroloških modela. Za pokretanje prognostičkih sustava bitna je stabilnost odnosno pouzdanost izvršavanja situacija te trajanje same simulacije. Stoga je bilo potrebno prilagoditi broj korištenih poprečnih presjeka brzini i stabilnosti modela te u prosjeku modeli imaju razmak između poprečnih profila 1.000 - 1.500 metara.

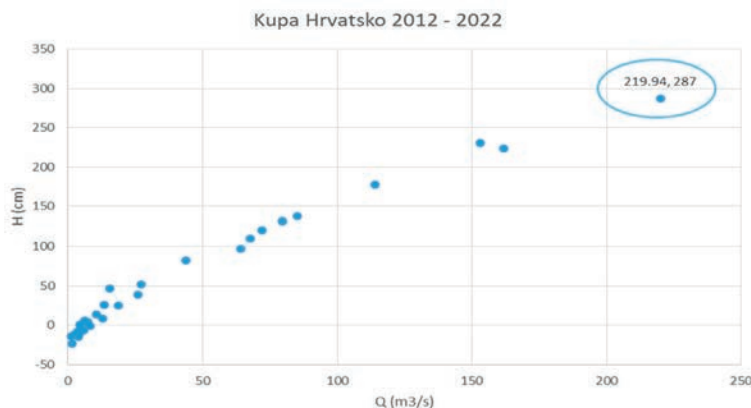
Gornji rubni uvjeti uneseni su kao minimalni konstantni dotok u korito dok su donji rubni uvjeti definirani kao Q-H krivulja ili vodostaj ovisno o dostupnosti podataka.

Kalibracija hidrauličkih modela se provodila podešavanjem koeficijenta hrapavosti i drugih parametara kako bi se postigli zadovoljavajući odnosi izmjerenih i simuliranih vodostaja ili protoka. Proces je iterativan te se podešavaju razni parametri kako bi se dobilo što bolje odgovaranje izmjerenim vrijednostima. Kalibracija modela se provodila na povijesnim podacima 2008. - 2018. dok se verifikacija provodila na najmanje jednom događaju izvan tog vremenskog perioda. Prikaz jednog odnosa izmjerenih i simuliranih vrijednosti za Pazinski potok je dan na Slici 4.



Slika 4. Primjer rezultata kalibracije hidrauličkog modela na vodotoku Pazinski potok i hidrološkoj postaji Dubravica

Za operativni rad modela od velikog značaja su mjerenja ekstremnih vodostaja koja omogućuju bolje određivanje Q-H krivulja i time kvalitetnije ulazne podatke za točniji izračun tečenja u takvim situacijama. Mjerenja se redovito provode i tako dobiveni rezultati služe u obradi podataka koji se koriste u modelima. Uz Q-H krivulje za što bolje modeliranje nužni su i podaci o poprečnim presjecima vodotoka koji su u sklopu projekta VEPAR snimljeni na cijelom teritoriju Republike Hrvatske čime je uz ostale geodetske podloge omogućeno kvalitetno fizikalno modeliranje uvjeta tečenja.



Slika 5. Mjerenje ekstremnog vodostaja i protoka na hidrološkoj postaji Kupa - Hrvatsko, rujan 2022.

3.3. Operativni sustav

Prognostički modeli uključuju asimilaciju podataka i ulazne prognoze protoka odnosno vodostaja iz uzvodnih susjednih država te su osnova za operativni prognostički sustav za predviđanje poplava.

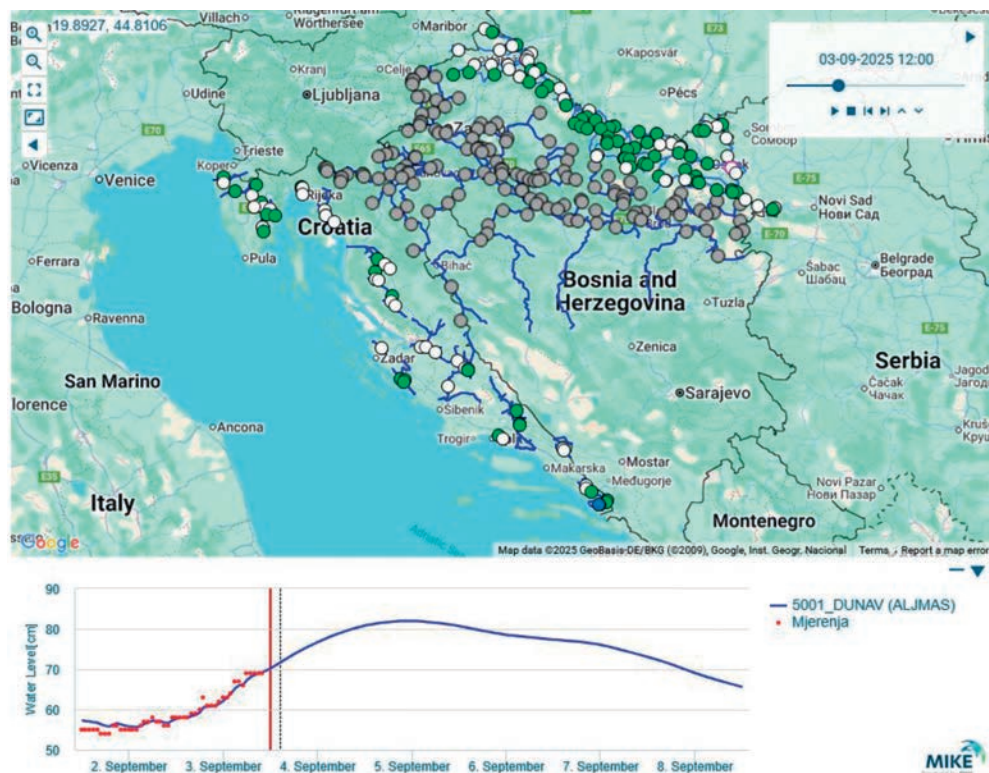
Operativni sustav je integrirani sustav koji sadrži sve potrebne podatke i alate za predviđanje poplava u stvarnom vremenu i rano uzbunjivanje, a koristi matematičko modeliranje povezano s izvorima podataka iz Republike Hrvatske i okolnih zemalja.

Sustav objedinjuje hidrološko - hidraulički modele, telemetrijske podatke (mjerenja vodostaja, protoka, količina oborine i temperature zraka u stvarnom vremenu s automatskih hidroloških i meteoroloških postaja u Republici Hrvatskoj, Republici Sloveniji i Bosni i Hercegovini), rezultate numeričkih meteoroloških prognostičkih modela (ALADIN/HR horizontalne razlučivosti 4 km do 72 h unaprijed i ECMWF horizontalne razlučivosti oko 9 km, od 73 do 120 h unaprijed), publiciranje rezultata simulacija modela na zaštićenim web stranicama DHMZ-a (kojima pristup imaju primarno Hrvatske vode, Civilna zaštita i Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, te druge zainteresirane strane uz prethodni dogovor sa DHMZ-om) i arhiviranje rezultata modela (na FTP server DHMZ-a za naknadnu analizu i izradu scenarija u svrhu boljeg planiranja sustava obrane od poplava).

Kroz sučelje prognostičkog sustava prikazuju se prognozirani rezultati (po hidrološkim postajama - protok, vodostaj, ispunjenost korita, te po slivu - oborina, temperatura, vlažnost tla i sadržaj vode u snijegu) kao grafički, kartografski i tablični prikazi, zatim oznake prognoziranih vodostaja prema stupnjevima obrane od poplava temeljem Glavnog provedbenog plana obrane od poplava, izdanim od Hrvatskih voda i oznake stupnjeva prognoziranih vrijednosti protoka na osnovi statističkih analiza.



Slika 6. Primjer operativnog prognostičkog sustava za Sava SM2



Slika 7. Primjer operativnog prognostičkog sustava za Drava - Dunav i Jadran

ZAKLJUČAK

Tradicija korištenja hidroloških prognoza u operativnoj obrani od poplava dokazuje njihov veliki značaj na smanjenju rizika od poplava te je radi toga provedeno niz aktivnosti na unaprjeđenju, od kojih su najvažnije unaprjeđenje sustava monitoringa i razvoj prognostičkih sustava za područje rijeka Drave i Dunava, te za jadransko vodno područje kroz projekt VEPAR. U budućnosti se planira sustav hidrološkog prognoziranja proširiti mogućnostima vezanim za pojavu malih voda i suša.

Modeli Drave/Dunava i Jadrana koji su postali operativni početkom 2024. godine, zajedno sa ranije realiziranim operativnim modelom Save, postaju cjeloviti sustav prognoziranja poplava Republike Hrvatske. Time se po prvi puta omogućuje dobivanje prognoza o mogućim velikim vodama u stvarnom vremenu do nekoliko dana unaprijed za hidrološke postaje bitne za obranu od poplava.

LITERATURA

- [1] Hrvatske vode, (2023): *Plan upravljanja vodnim područjima do 2027.*, Zagreb
- [2] Kvesić, D, (2022): *Prognostički sustav (VEPAR) Grupa 1 - Prognostički sustav Drava/Dunav TREĆI IZVJEŠTAJ O NAPRETKU - Konačni nacrt hidrauličkih prognostičkih modela - DIO 2*, PRONING DHI d.o.o., INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU d.d., Zagreb
- [3] Kvesić, D, Vidaković Šutić, R (2023): *Prognostički sustav (VEPAR) Grupa 2 - Prognostički sustav Jadran TREĆI IZVJEŠTAJ O NAPRETKU - Konačni nacrt hidrauličkih prognostičkih modela - DIO 3*, PRONING DHI d.o.o., INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU d.d., Zagreb
- [4] Kvesić, D, Vidaković Šutić, R (2023): *Prognostički sustav (VEPAR) Grupa 2 - Prognostički sustav Jadran ČETVRTI IZVJEŠTAJ O NAPRETKU - Nacrt operativnog prognostičkog sustava*, PRONING DHI d.o.o., INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU d.d., Zagreb

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

ANALIZA I PROCJENA DRUŠTVENE
RANJIVOSTI U POPLAVNIM PODRUČJIMA
ANALYSIS AND ASSESSMENT OF SOCIAL
VULNERABILITY IN FLOOD AREAS

Izv. prof. dr. sc. Damir Bekić^a, Luka Rončević, mag. ing. aedif.^b

SAŽETAK

Poplave uzrokuju značajne kratkotrajne i dugotrajne posljedice na zdravlje stanovništva, uključujući smrtne slučajeve, tjelesne ozljede i psihičke poremećaje. U radu se uspoređuju dvije metode kvantifikacije štetnih posljedica poplava na stanovništvo, DEFRA/EA metode i Nizozemske standardne metode (NSM). Metode su uspoređene na pilot području Bregane, uz provedenu analizu osjetljivosti parametara. Rezultati pokazuju da obje metode daju usporedive procjene mortaliteta, pri čemu DEFRA/EA metoda pokazuje osjetljivost na ranjivost stanovništva i omogućava procjenu ukupnih zdravstvenih posljedica (morbidity). Rad naglašava potrebu daljnjeg razvoja metodologije kvantifikacije društvenih posljedica poplava kako bi se unaprijedilo upravljanje rizicima od poplava i zaštita ranjivog stanovništva.

KLJUČNE RIJEČI: Rizik od poplava, Štetne posljedice, Stanovništvo, Morbiditet, Mortalitet

ABSTRACT

Floods cause significant short-term and long-term impacts on people, including fatalities, physical injuries, and mental disorders. This paper compares two methods for quantifying the adverse consequences of floods on people, the DEFRA/EA method and the Dutch Standard Method. The methods were compared in a pilot area in

^a Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Fra Andrije Kačića-Miošića 26, 10000 Zagreb, Hrvatska, damir.bekic@grad.unizg.hr

^b Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Fra Andrije Kačića-Miošića 26, 10000 Zagreb, Hrvatska, luka.roncevic@student.grad.hr

Bregana (Croatia), with a sensitivity analysis of key parameters. The results show that both methods provide comparable mortality estimates, with the DEFRA/EA method demonstrating sensitivity to population vulnerability and allowing the assessment of overall health consequences (morbidity). The study highlights the need to further develop methods to quantify the social impacts of floods in order to improve flood risk management and the protection of vulnerable populations.

KEYWORDS: *Flood risk, Adverse consequences, People, Morbidity, Mortality*

1. UVOD

Poplave (riječne, bujične, urbane, morske) su prirodne pojave koje uz ekonomske štete mogu prouzročiti različite posljedice na ljudsko zdravlje. Osim kratkotrajnih posljedica i smrtnih slučajeva, poplave uzrokuju i niz dugotrajnih posljedica na fizičko i psihičko zdravlje poput invaliditeta, mentalnih poremećaja, širenje zaraza i kroničnih bolesti te raseljavanje stanovništva (Bubeck i drugi, 2017). Štetne posljedice poplava na stanovništvo prema tipu spadaju u direktne nemjerljive posljedice i mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine: smrtni slučajevi i posljedice za tjelesno odnosno psihičko zdravlje. Nadalje, prema vremenskom učinku štetne posljedice na zdravlje mogu se također podijeliti u: kratkotrajne posljedice (nastale za vrijeme poplavnog događaja), kao što su utapanje, ozljede, trovanje, alergije, ugrizi životinja, zarazne bolesti, kratkotrajni stres) te dugotrajne posljedice, kao što su invaliditet, kronične bolesti, smanjenje nataliteta, pothranjenost djece, PTSP, tjeskoba, depresija, suicid, poremećaj spavanja, psihoze i povećana potrošnja lijekova (Zhong i drugi, 2018).

Sukladno Direktivi o poplavama (Direktiva 2007/60/EZ) i Zakonu o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23) za učinkovitu obranu od poplava poplavnih područja potrebno je izraditi karte opasnosti i karte rizika od poplava te plan upravljanja rizicima od poplava na razini vodnog područja. Karte rizika od poplava prikazuju potencijalne štetne posljedice za različite scenarije poplava i predstavljaju osnovu za određivanje prioriteta i daljnjih tehničkih, financijskih i političkih odluka u pogledu upravljanja poplavnim rizicima. Društvena ranjivost se na kartama rizika od poplava prikazuje preko „broja potencijalno ugroženih stanovnika“, sukladno Direktivi o poplavama (Direktiva 2007/60/EZ), a u Planovima upravljanja vodnim područjima u Hrvatskoj se dodatno daje i „broj potencijalno ugroženih ustanova s ranjivom populacijom“. Međutim, navedeni pokazatelji daju samo načelne informacije o ranjivosti stanovništva na poplavnom području.

Jedan od mogućih puteva dobivanja detaljnijih informacija o ranjivosti stanovništva uključuje kvantifikaciju potencijalnog broja smrtnih slučajeva i ukupnih zdravstvenih posljedica poplava. Metode za dobivanje takvih informacija obično uključuju kombinaciju indikatora opasnosti poplava (kao primjerice dubina vode, brzina vode i slično) i indikatora ranjivosti stanovništva (kao primjerice udio starijih, teško bolesnih, nepokretnih i slično). Pregledom literature i dokumenata uočava se da je

razvijeno relativno malo pristupa kvantifikacije zdravstvenih posljedica poplava na stanovništvo. U nastavku su analizirane dvije metode koje omogućavaju kvantifikaciju potencijalnog morbiditeta (ukupni broj posljedica) i mortaliteta (broj smrtnih slučajeva) uslijed poplava. Nakon prikaza metoda izrađena je analiza osjetljivosti rezultata modela na parametre modela te su uspoređeni rezultati modela na pilot području Bregane.

2. METODE KVANTIFIKACIJE ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA STANOVNIŠTVO

2.1. DEFRA/EA metoda

Pristup kvantifikaciji štetnih posljedica poplava na stanovništvo u Velikoj Britaniji razvili su E. Penning-Rowsell i P. Floyd sa suradnicima u sklopu projekta „Flood Risk to People“ za Agenciju za zaštitu okoliša (Ramsbottom, D i drugi, 2004, Penning-Rowsell i drugi, 2005). Metodologija omogućava mapiranje rizika ugroženosti stanovništva te procjenu izravnih i neizravnih posljedica poplava na stanovništvo i okoliš. Glavni uzroci smrti i ozljeda za vrijeme poplave su brzina vode, dubina vode i stupanj izloženosti stanovništva. Stupanj izloženosti određuje se prema mogućnosti ranog upozorenja stanovništva o poplavnom događaju, brzini pojave poplave i tipu stambenih jedinica na području. Poplavno područje dijeli se na zone opasnosti od poplave i za svaku zonu određuje broj stanovnika i ranjivost. DEFRA/EA metodom procjenjuje se potencijalni broj ukupno ozlijeđenih (apsolutni morbiditet) i smrtnih slučajeva (mortalitet) po zonama opasnosti od poplava.

Apsolutni morbiditet $N(I)$, ukupan broj ozljeda i smrti, računa se prema:

$$N(I) = N \cdot X \cdot Y \quad (1)$$

gdje su N broj stanovnika na području (populacija), X udio ugroženog stanovništva unutar populacije i Y udio stanovništva koje će pretrpjeti ozljedu/smrt unutar ugroženog stanovništva.

Udio ugroženog stanovništva iz ukupne populacije X računa se kao umnožak stupnja opasnosti HR i stupnja ranjivosti područja AV kao:

$$X = \min\left(HR \cdot \frac{AV}{100}, 1\right) \quad (2)$$

Stupanj opasnosti (*hazard rating*, HR) na području računa se prema izrazu:

$$HR = h \cdot (v + 1,5) + DF \quad (3)$$

gdje su h dubina vode (m), v brzina vode (m/s), a DF je faktor naplavina (*debris factor*). Faktor naplavina ima vrijednost 0 za slučaj kada je prisustvo naplavina malo vjerojatno, 1 za slučaj kada je prisustvo naplavina moguće, a 2 za slučaj kada je prisustvo naplavina vjerojatno.

Stupanj ranjivosti područja (*area vulnerability*, AV) definira se u ovisnosti o sustavu upozorenja na poplave B_1 , brzini pojave poplave B_2 i karakteristikama područja B_3 (tip gradnje, prisutnost parkova itd.) kao

$$AV = B_1 + B_2 + B_3 \quad (4)$$

gdje su B_1, B_2 i B_3 indikatori ugroženosti. Svakom indikatoru ugroženosti (B_1, B_2, B_3) dodjeljuje se ocjena u rasponu od 1 do 3, a zbroj ocjena predstavlja stupanj ranjivosti područja AV .

Ranjivost ljudi (*people vulnerability*, Y) definiran se u ovisnosti o demografskim i drugim karakteristikama osjetljive populacije koje mogu utjecati na vjerojatnost ozljeda/smrti. Stupanj ranjivosti ljudi Y ovisi o dva indikatora: udjelu vrlo starog stanovništva C_1 i udjelu bolesnog/nemoćnog stanovništva C_2 . Svakom indikatoru ranjivosti (C_1, C_2) dodjeljuje se ocjena u vrijednostima 10, 25 ili 50, a zbroj ocjena predstavlja stupanj ranjivosti ljudi Y :

$$Y = C_1 + C_2 \quad (5)$$

Metodologija daje i procjenu apsolutnog mortaliteta $N(F)$ prema izrazu:

$$N(F) = \min(0,02 \cdot HR, 1) \cdot N(1) \quad (6)$$

2.2. Nizozemska standardna metoda (NSM)

U katastrofalnoj poplavi na Sjevernom moru 1953. godine u Nizozemskoj je smrtno stradalo 1835 osoba. Nakon provedenih analiza smrtni slučajevi su povezani s indikatorima opasnosti (dubina vode i brzina izdizanja). Definirane su tri zone smrtnosti s najvećim udjelom smrtnosti u području brzog izdizanja vode. Jonkman i drugi (2002) predložili su metodu koja povezuje stopu smrtnosti s dubinom i brzinom vode te mogućnosti evakuacije, a nastavno je temeljem prethodnih istraživanja razvijena Nizozemska standardna metoda su (Kok i drugi, 2005). Nizozemska standardna metoda (NSM) daje procjenu smrtno stradalih uslijed velike dubine vode, velike brzine izdizanja (kritična brzina izdizanja $w=0,5$ m/h) i/ili velikih brzina vode (kritična brzina $v=2$ m/s).

Definirane su tri zone opasnosti. Zona 1 odnosi se na područja s velikom brzinom, zona 2 na područja s brzinom izdizanja većom od $w>0,5$ m/h, a zona 3 na preostala područja. Za svaku zonu primjenjuju se zasebne funkcije:

- zona 1 - područje velike brzine vode (brzina vode $v>2$ m/s):

$$f = 1; \text{ ako je } h \cdot v = 7,0 \text{ m}^2/\text{s i } v > 2,0 \text{ m/s} \quad (7)$$

- zona 2 - područje velike brzine izdizanja ($w>0,5$ m/h):

$$f = \min\{1; 0,00145 \cdot e^{1,39 \cdot h}\}; \text{ ako je } h > 1,5 \text{ m i } w > 0,5 \text{ m/h} \quad (8)$$

- zona 3 - ostala područja:

$$f = \min\{1; 0,00134 \cdot e^{0,59 \cdot h}\} \quad (9)$$

gdje su f stopa mortaliteta (-), h dubina vode (m), v brzina vode (m/s), w brzina izdizanja vode (m/h).

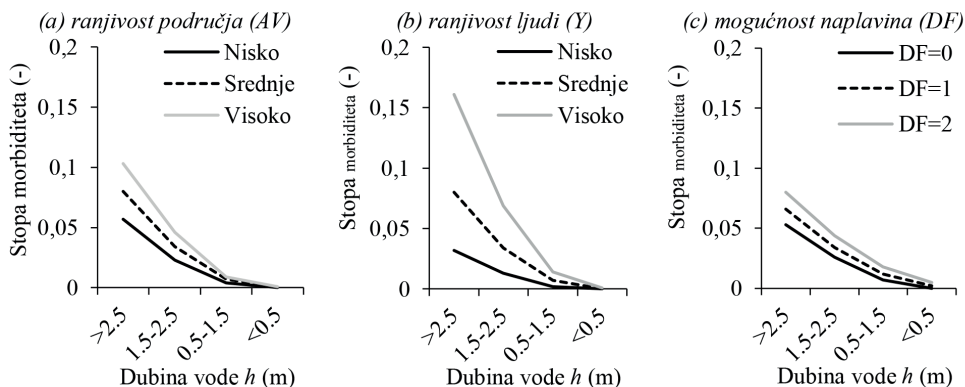
Apsolutni mortalitet $N(F)$, potencijalni broj smrtnih slučajeva, dobiva se prema izrazu:

$$N(F) = f \cdot N \quad (10)$$

gdje su f stopa mortaliteta (-), a N broj stanovnika na području (populacija).

2.3. Analiza osjetljivosti parametara

U početnoj analizi metoda izrađena je analiza osjetljivosti metoda na promjenu računskih parametara. Za DEFRA/EA metodu analizirana je osjetljivost stope morbiditeta na promjenu ugroženosti područja AV, ranjivosti ljudi Y i mogućnosti naplavina DF. Kod DEFRA/EA metode ranjivost područja AV je zbroj parametara sustava upozorenja od poplave, brzine pojave poplave i karakteristike područja, uz raspon vrijednosti od 3 do 9. Rezultati su prikazani za niže, srednje i visoke vrijednosti parametara ranjivosti područja AV. Ranjivost ljudi Y dobiva se zbrojem koeficijenata koji ovise o udjelu starih (P1) i nemoćnih (P2) na promatranom području u odnosu na njihov udio na nacionalnoj razini, a rezultati su prikazani za minimalnu (20), srednju (50) i maksimalnu (100) vrijednost ranjivosti ljudi Y. Faktor naplavine DF utječe na stupanj opasnosti HR, a koji onda utječe na stopu morbiditeta. Rezultati su prikazani za tri vrijednosti mogućnosti naplavina: 0, 1 i 2.



Slika 1. Osjetljivost stope morbiditeta kod DEFRA/EA metode na (a) ranjivost područja, (b) ranjivost ljudi i (c) mogućnost naplavina

Rezultati osjetljivosti DEFRA/EA metode (Slika 1.) pokazuju najveću osjetljivost stope mortaliteta na ranjivost ljudi Y. Područja s visokom ranjivosti ljudi Y daju 5 puta veću potencijalnu stopu mortaliteta od područja niskom ranjivosti (Slika 1b). Metoda je manje osjetljiva na ranjivost područja AV, i pokazuje se kod visoko ranjivog područja uvećanje potencijalnog morbiditeta od 2 puta u usporedbi na područje niske ranjivosti (Slika 1a). Metoda pokazuje najmanju osjetljivost na mogućnost naplavina DF (Slika

1c). Rezultati osjetljivosti DEFRA/EA metode upućuju na važnost uključivanja ranjivosti stanovništva kod procjene štetnih posljedica poplava, jer na područjima sa starijim i nepokretnijim stanovništvom mogu se očekivati i potencijalno veći broj smrtnih slučajeva.

3. REZULTATI MODELA NA PILOT PODRUČJU

Usporedba procjene posljedica poplava na stanovništvo prema dvije metode, DEFRA/EA i NSM, izrađena je na pilot području naselja Bregana uz rijeku Breganu. Slika 2. prikazuje kartu opasnosti od poplava za malu, srednju i veliku vjerojatnost pojavljivanja na području.



Slika 2. Opasnost od poplava na području naselja Bregane (izvor: Geoportal Hrvatskih voda, Karte opasnost od poplava 2019)

Za DEFRA/EA metodu uspoređuju se podatci o stanovništvu na promatranom području s podacima na nacionalnoj razini. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, u Hrvatskoj je bilo 344.230 vrlo starog stanovništva (iznad 75 godina) ili 8,0 %, dok je broj invalida i teških bolesnika (stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti) bio 759.908 ili 17,7 % (Tablica 1.). Udio vrlo starog stanovništva na području Bregane iznosi 6,5 %, a što je manje od nacionalnog prosjeka (parametar ranjivosti ljudi $P1=10$ %), dok je udio stanovništva s teškoćama od 14,2 % oko nacionalnog prosjeka (parametar ranjivosti ljudi $P2=25$ %). Zbrajanjem parametara $P1$ i $P2$ prema izrazu (5) dobiva se ukupna ranjivost ljudi na području od $Y=35$ %. Ranjivost područja u ovisnosti je o sustavu upozorenja na poplave, brzini pojave poplave i karakteristikama područja. Stupanj ranjivosti područja Bregane AV definiran je sukladno izrazu (4) prema klasama dubina vode (Tablica 2). Iz karta opasnosti od poplava (Slika 2) i rezultatima hidrauličkog modela iz projekta FRISCO

1 (Prekogranično usklađeno slovensko - hrvatsko smanjenje rizika od poplava - negrađevinske mjere, prekogranični Program suradnje INTERREG V-A Slovenija - Hrvatska) definirani su stupnjevi opasnosti na području Bregane prema izrazu (3) unutar klasa dubina vode (Tablica 3.).

Za NSM metodu računa se stopa mortaliteta f prema izrazu (7)(8)(9) za mjerodavnu dubinu vode i brzinu vode unutar pojedine zone. Rezultati mortaliteta prema klasama dubina za područje Bregane prikazani su tablično (Tablica 5).

Tablica 1. Broj ugroženog stanovništva na području Bregane

Područje	Naselje	Ukupno	Vrlo staro stanovništvo (>75 g.)		Stanovništvo s teškoćama	
Republika Hrvatska	/	4.284.889	344.230	8,0 %	759.908	17,7 %
Grad Samobor	/	37.633	2.464	6,5 %	5.345	14,2 %
Grad Samobor	Bregana	2.440	135	5,5 %		

Tablica 2. Izračun stupnja ranjivosti područja Bregane

Klasa dubine vode h (m)	Upozorenje od poplava	Brzina napredovanja vodnog vala	Karakteristika područja	Ranjivost područja AV
>2.5	2	3	2	7
1.5-2.5	2	2	2	6
0.5-1.5	2	2	2	6
<0.5	2	1	2	5

Tablica 3. Izračun stupnja opasnosti na području Bregane

Klasa dubine vode h (m)	Tipična dubina vode d (m)	Tipična brzina vode v (m/s)	Faktor naplavina DF	Stupanj opasnosti HR
>2,5	2,50	2,0	2 vjerojatno	10,75
1,5-2,5	2,00	1,8	1 moguće	7,60
0,5-1,5	1,25	1,3	0 malo vjerojatno	3,50
<0,5	0,50	1,0	0 malo vjerojatno	1,25

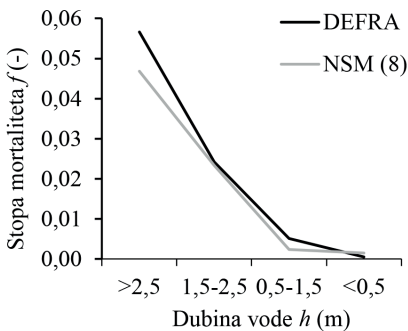
Tablica 4. Potencijalni broj ozljeda i smrtnih slučajeva za DEFRA/EA metodu

Klasa dubina h (m)	HR (%)	AV	X (%)	Y (%)	0,02·HR	Srednja vjerojatnost				Mala vjerojatnost			
						Broj kuća	Broj stanov N	Broj ozljeda N(I)	Broj smrti N(F)	Broj kuća	Broj stanov N	Broj ozljeda N(I)	Broj smrti N(F)
>2,5	10,75	7	75,25	35	0,22	21	64	17	4	29	88	23	5
1,5-2,5	7,60	6	45,60	35	0,15	30	91	15	2	46	140	22	3
0,5-1,5	3,50	6	21,00	35	0,07	12	37	3	0	37	113	8	1
<0,5	1,25	5	6,25	35	0,03	15	46	1	0	24	73	2	0
Ukupno						35				56			

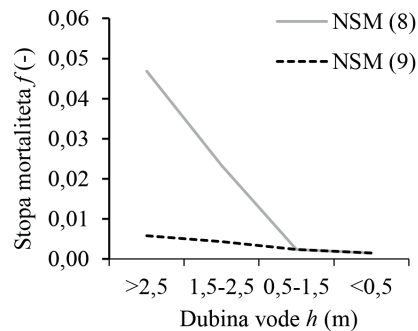
Tablica 5. Potencijalni broj ozljeda i smrtnih slučajeva za NSM metodu

Klasa dubina h (m)	dubina h (m)	brzina v (m/s)	porast w (m/h)	stopa mort. f (-)	Srednja vjerojatnost			Mala vjerojatnost		
					Broj kuć.	Broj stanov N	Broj smrti N(F)	Broj kuć.	Broj stanov N	Broj smrti N(F)
>2,5	2,5	2,0	>0,5	0,0468	21	64	3	29	88	4
1,5-2,5	2,0	1,8	>0,5	0,0234	30	91	2	46	140	3
0,5-1,5	1,0	1,3	>0,5	0,0024	12	37	0	37	113	1
<0,5	0,5	1,0	>0,5	0,0016	15	46	0	24	73	0
Ukupno					5			8		

(a) stope mortaliteta za DEFRA/EA i NSM metodu za područje Bregane



(b) stope mortaliteta kod NSM metode



Slika 3. Usporedba stope mortaliteta za DEFRA/EA i NSM metode

Rezultati hidrauličkog modela (Tablica 4) ukazuju da je na području Bregane potencijalno ugroženo 136 kućanstava za malu vjerojatnost i 78 kućanstava kod poplave srednje vjerojatnosti pojave. Brzine vode pri poplavi na području su manje od 2,0 m/s pa su vrijednosti stope smrtnosti kod NSM metode prema „srednjem“ izrazu (8). Usporedba rezultata između DEFRA/EA i NSM metode (Tablica 4., Tablica 5.) pokazuju nešto veći potencijalni apsolutni mortalitet za DEFRA/EA metodu (15 slučajeva) nego za NSM metodu (13 slučajeva). Usporedba stope mortaliteta pokazuje ujednačenost kod srednjih i manjih dubina vode, ali nešto veću stopu kod DEFRA/EA metode kod većih dubina vode $h > 2,5$ m (Slika 3a). Međutim, kod NSM metode u slučaju manje brzine porasta vode $w < 0,5$ m/s koristi se izraz (9) i metoda daje značajno različite (manje) vrijednosti stope mortaliteta (Slika 3b). Budući da je metoda DEFRA/EA razvijena za riječne poplave i omogućava procjenu potencijalnog broj ozljeda (morbidity) i smrtnih slučajeva (mortaliteta), može se ova metoda preporučiti na dobivanje detaljnijih podataka o ranjivosti stanovništva.

Rastuća urbanizacija područja uz vodotoke i s time usporedno smanjivanje prirodnog zadržavanja vode te klimatske promjene doprinose povećanju intenziteta poplava i njihovih štetnih posljedica na stanovništvo u budućnosti. Navedena DEFRA/EA metoda poslužila je kao osnova za dobivanje generalnog modela procjene poplavnih šteta. Uz značajno proširenje metode i uključivanje indikatora ugroženosti, ranjivosti i otpornosti postavljen je novi pristup za kvantifikaciju kratkotrajnih i dugotrajnih štetnih posljedica poplava na fizičko i psihičko zdravlje stanovništva prilagođen za skupove podataka u Hrvatskoj, a koje je prikazano u rezultatima projekta Društveni aspekti poplava (Bekić i drugi, 2021).

ZAKLJUČAK

Analiza dviju metoda kvantifikacije štetnih posljedica poplava na stanovništvo, DEFRA/EA i Nizozemske standardne metode (NSM), pokazala je da obje daju usporedive rezultate, no DEFRA/EA metoda omogućava detaljniju procjenu i morbidity i mortaliteta. Rezultati osjetljivosti metoda ukazuju da je uključivanje ranjivosti osjetljivog stanovništva važno kod procjene društvenih posljedica poplava. Primjena na pilot području Bregane pokazala je da DEFRA/EA metoda daje nešto veći broj procijenjenih smrtnih slučajeva u odnosu na NSM, ali i omogućava širu analizu zdravstvenih posljedica. S obzirom na specifične potrebe planiranja obrane od poplava u Hrvatskoj, DEFRA/EA metoda se može preporučiti kao prikladniji alat za procjenu ranjivosti stanovništva i integraciju u planove upravljanja rizicima. Daljnji razvoj metodologije, uključujući pokazatelje izloženosti, ranjivosti i otpornosti, predstavlja važan korak prema cjelovitijem vrednovanju društvenih posljedica poplava i unapređenju strategija cjelovitog upravljanja rizicima od poplava.

LITERATURA

- [1] Bekić, D., Pranjić, K., Kulić, T., Kadić, V., Lay, V. Morović, S. (2021): *Društveni aspekti poplava*, Centar Građevinskog fakulteta d.o.o. i Hidrokonzalt projektiranje d.o.o. https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/prateca-dokumentacija/drustveni_aspekti_poplava.pdf
- [2] Bubeck, P., Otto, A., & Weichselgartner, J. (2017): *Societal Impacts of Flood Hazards*, Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science, Oxford University Press. doi: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.281
- [3] Jonkman, S.N., van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K. (2002): *Loss of life models for sea and river floods*, Proceedings of the 2nd International Symposium on Flood Defence, Science Press, New York, pp. 196–206.
- [4] Kok, M., Huizinga, H.J., Vrouwenvelder, A.C.W.M., van den Braak, W.E.W. (2005): *Standard method 2004 Damage and casualties caused by flooding*, DWW report DWW-2005-009.
- [5] Penning-Rowsell, E., Floyd, P., Ramsbottom, D. *et al.* (2005): Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework. *Nat Hazards* **36**, pp 43–64, <https://doi.org/10.1007/s11069-004-4538-7>
- [6] Ramsbottom, D., Wade, S., Bain, V., Hassan, M., Penning-Rowsell, E., Wilson, T., Fernandez, A.,
- [7] House, M., Floyd, P. (2004): R&D outputs: *Flood risks to people. Phase 2*, Department for the Environment, Food and Rural Affairs/Environment Agency R&D Technical report FD2321/IR2.
- [8] Zhong, S., Yang, L., Toloo, S., Wang, Z., Tong, S., Sun, X., Crompton, D., FitzGerald, G. & Huang, C. (2018): *The long-term physical and psychological health impacts of flooding: A systematic mapping*, Science of the Total Environment, vol. 626, pp. 165-194.

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**MOGUĆNOSTI ŠIRE IMPLEMENTACIJE MJERA
ZELENE INFRASTRUKTURE U SMANJENJU
RIZIKA OD POPLAVA**

**POSSIBILITIES OF WIDER IMPLEMENTATION
OF GREEN INFRASTRUCTURE MEASURES IN
REDUCING THE RISK OF FLOODS**

Želimir Marojević, mag. ing. aedif.^a, Diana Šustić, dipl. ing. građ.^a

SAŽETAK

Osnovni ciljevi studije „Mogućnosti šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava“ izrađene u okviru projekta „Vepar“ su stvaranje osnovnih podloga za procjenu mogućnosti šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava te identificiranje mreže najznačajnijih područja za očuvanje ili eventualno uspostavljanje zelene infrastrukture. Vrste i područja zelene infrastrukture obuhvaćene studijom su poplavna područja (*floodplains*), uređene i neuređene inundacije, brdske i nizinske retencije, krška polja i ponorske zone, područja neporemećenog toka vode (meandriranja), prirodne mjere za zadržavanje vode i slično. Mogućnost šire implementacije mjera zelene infrastrukture analizirana je kroz tri aktivnosti: određivanje postojećih područja za tečenje i prihvati velikih voda, određivanje potencijalnih područja za tečenje i prihvati velikih voda, te određivanje područja na kojima je provedeno prosijecanje meandara i izgradnja umjetnih korita. Postojeća područja podrazumijevaju sva područja koja se danas u praksi upravljanja rizicima od poplava koriste za tečenje i prihvati velikih voda. Potencijalna područja za tečenje i prihvati velikih voda podrazumijevaju poplavna područja, kakva bi bila u prirodnom stanju, da nisu izgrađeni sustavi za smanjenje

^a Želimir Marojević, mag. ing. aedif., Hidroing d.o.o., 31000 Osijek Hrvatska, zelimir.marojevic@hidroing-os.hr

^a Diana Šustić, dipl. ing. građ., Hidroing d.o.o., 31000 Osijek Hrvatska, diana.sustic@gmail.com

rizika od poplava, bez obzira kakvo je trenutno korištenje ili izgrađenost zemljišta. Za definiranje potencijalnih područja usvojena je odgovarajuća metodologija, koja je dobivena analizom metodologija devet različitih studija s područja EU, koja se bave restauracijom prirodnih poplavnih područja. Rezultat studije jesu tri baze podataka, u vidu vektorskih slojeva (*shape* datoteka) koji prikazuju analizirana područja na razini Republike Hrvatske.

KLJUČNE RIJEČI: Poplave, Zelena infrastruktura, Poplavna područja

ABSTRACT

The main goals of the study “Possibilities of wider implementation of green infrastructure measures in reducing the risk of floods” made in the framework of the “Vepar” project are to create basic foundations for assessing the possibility of wider implementation of green infrastructure measures to reduce the risk of floods and to identify a network of the most significant areas for the preservation or eventual establishment of green infrastructure. The areas and types of green infrastructure included in this study are floodplains, regulated and unregulated inundations, mountain and lowland flood retentions, karst fields and sinkhole zones, areas of undisturbed water flow (meandering), natural measures for water retention, etc. Possibility of wider implementation the measures of green infrastructure was analyzed through three activities: determination of existing areas for the flow and reception of floods, determination of potential areas for the flow and reception of floods, and determination of areas where the cutting of meanders and the construction of artificial beds were carried out. Existing areas include all areas that are used today in the practice of flood risk management for the flow and reception of large waters. Potential areas for the flow and reception of floods include flood areas, as they would be in their natural state, if flood risk reduction systems were not built, regardless of the current use or development of the land. To define potential areas, an appropriate methodology was adopted, which was obtained by analyzing the methodologies of nine different studies from the EU, which are related to the restoration of natural floodplains. The result of the study is three databases, in the form of vector layers (*shape* files) that show the analyzed areas at the level of the Republic of Croatia.

KEYWORDS: Floods, Green infrastructure, Floodplains

1. UVOD

Zelena infrastruktura je multifunkcionalna mreža zaštićenih i ostalih prirodnih te čovjekovim djelovanjem stvorenih područja i krajobraza visoke ekološke i okolišne vrijednosti koja unaprjeđuju usluge ekosustava. Kao takva, predstavlja jednu od vrlo značajnih mjera upravljanja rizicima od poplava, koja može vrlo povoljno utjecati na ekološko stanje voda, što je prepoznato i u Okvirnoj direktivi o vodama Europske unije. Studija „Mogućnosti šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju

rizika od poplava“ izrađena je u sklopu Projekta VEPAR, koji je za cilj imao uspostavu unaprjeđenog upravljanja rizicima od poplava na cjelokupnom teritoriju Republike Hrvatske, primjenom negrađevinskih mjera koje trebaju rezultirati smanjenju rizika od poplava, kroz unaprjeđenja u praćenju, analizama i iznalaženju optimalnih rješenja za integralno i održivo upravljanje vodama, vodnim okolišem i rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj. Cilj ove studije je stvaranje osnovnih podloga za procjenu mogućnosti šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava.

2. ODREĐIVANJE PODRUČJA ZA ŠIRU IMPLEMENTACIJU MJERA ZELENE INFRASTRUKTURE

Na osnovu dostupnih podloga, informacija i podataka dobivenih od Hrvatskih voda te definirane metodologije, izrađena je prostorna podloga područja za širu implementaciju mjera zelene infrastrukture. Prostorna podloga sastoji se od tri cjeline: postojeća područja za tečenje i prihvati velikih voda, potencijalna područja za tečenje i prihvati velikih voda te područja na kojima je provedeno prosijecanje meandara i izgradnja umjetnih korita vodotoka.

2.1. Postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda

Postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda podrazumijevaju sva područja koja se danas u praksi upravljanja rizicima od poplava koriste za tečenje i prihvat velikih voda, odnosno područja na kojima je „prihvatljivo“ izlijevanje i zadržavanje velikih voda.

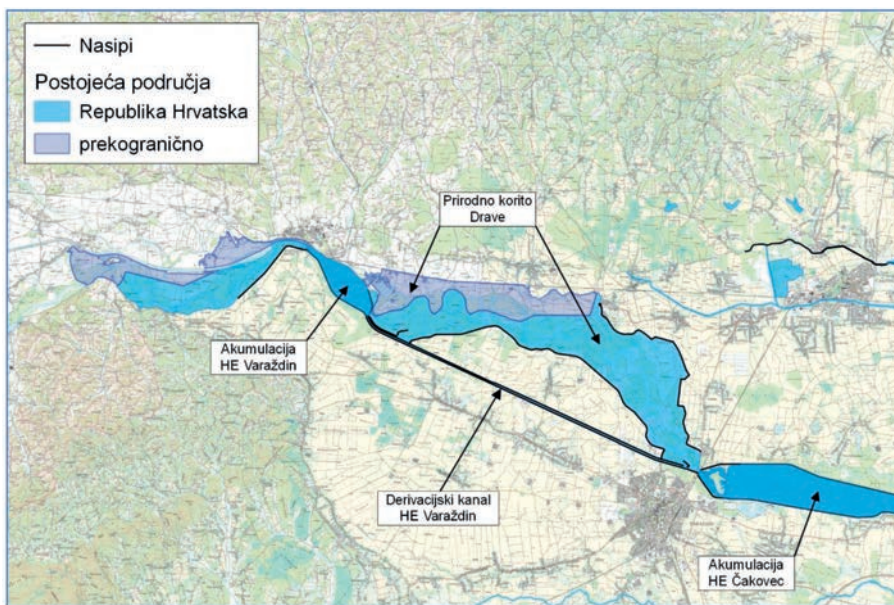
Ovom aktivnošću obuhvaćena su sva područja, vodna tijela i hidrotehnički objekti koja su u okviru Državnog plana obrane od poplava definirana kao dionice iz provedbenih planova obrane od poplava.

U pogledu vrste vodnih tijela/objekata, postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda obuhvaćaju:

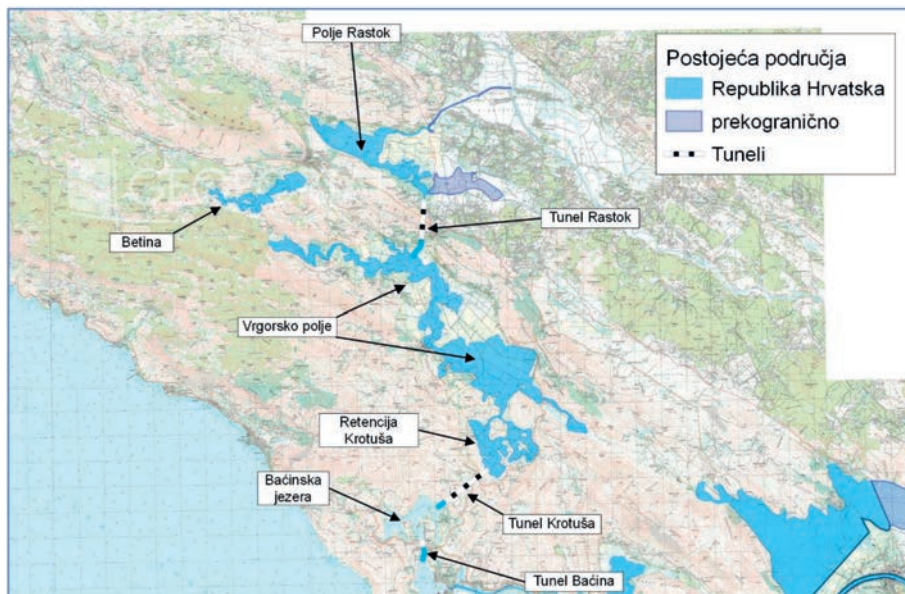
- prirodna korita vodotoka,
- prirodne inundacije (neuređene i uređene ali bez pojasa zemljišta potrebnog za njihovo redovito održavanje),
- korita vodotoka unutar izgrađenih nasipa,
- umjetne vodotoke (kanale),
- nizinske retencije,
- brdske retencije,
- krška polja i ponorske zone.

S obzirom na raznoliki stupanj izgrađenosti sustava obrane od poplava na različitim slivovima, kao i raznolike kriterije stupnja zaštite od poplava prema kojima su postojeći sustavi projektirani i izgrađeni, nije moguće definirati jedinstvenu vjerojatnost pojave

kao hidrološko - hidraulički kriterij za definiranje obuhvata postojećih područja za tečenje i prihvat velikih voda. Stoga je naglasak dan na „prihvatljivu vjerojatnost“, pri čemu postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda neće obuhvaćati naseljena niti industrijska područja, a iznimno će obuhvaćati poljoprivredna područja. Za postojeće objekte (nasipe, brane, retencije, tunele, oteretne kanale i slično) početno je pretpostavljeno da svojim kapacitetom u potpunosti ispunjavaju funkciju područja za tečenje i prihvat velikih voda. Konačni obuhvat postojećih područja za tečenje i prihvat velikih voda definiran je nakon korekcije i verifikacije od strane stručnjaka iz vodnogospodarskih odjela i ispostava Hrvatskih voda. U nastavku su prikazana postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda rijeke Drave na dionici od Dubrave Križovljanske do Varaždina (Slika 1.) i sustav Kanal Parilo - Brza voda - Matica Rastoka - Matica Vrgorska - odvodni kanal - Jadransko more (Slika 2.).



Slika 1. Postojeća područja za tečenje i prihvat velikih voda rijeke Drave na dionici od Dubrave Križovljanske do Varaždina



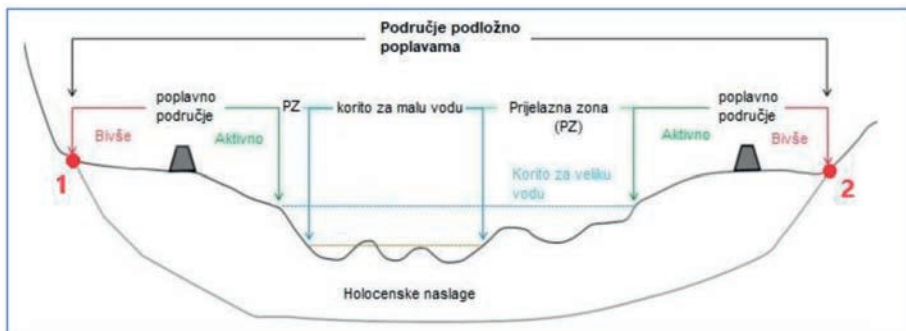
Slika 2. Postojeća područja za tečenje i prihvati velikih voda sustava Kanal Parilo – Brza voda - Matica Rastoka - Matica Vrgorska - odvodni kanal - Jadransko more

2.2. Potencijalna područja za tečenje i prihvat velikih voda

Potencijalna područja za tečenje i prihvat velikih voda podrazumijevaju poplavna područja kakva bi bila u prirodnom stanju, da nisu izgrađeni sustavi za smanjenje rizika od poplava, bez obzira kakvo je trenutno korištenje ili izgrađenost zemljišta. Kriteriji i metodologije za određivanje potencijalnih područja definirani su temeljem devet analiziranih studija, koje su navedene u poglavlju Literatura.

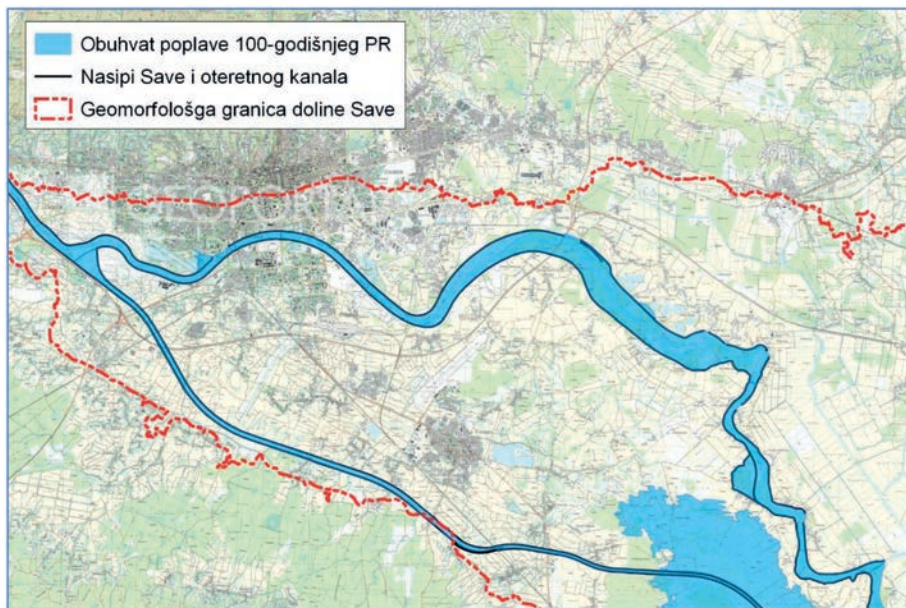
Dostupne hidrološko - hidrauličke podloge, odnosno karte opasnosti za srednju vjerojatnost pojavljivanja (100 - godišnje povratno razdoblje) predstavljaju osnovu za definiranje potencijalnih područja za tečenje i prihvat velikih voda. No, valja naglasiti da su to karte koje prikazuju postojeće stanje poplavnih područja, uključujući i izgrađene sustave obrane od poplava i druge objekte (prometnice) koji utječu na obuhvat poplavnih površina i razinu vodnog lica.

Na Slici 3. prikazan je shematski prikaz poprečnog presjeka riječne doline. Izgradnjom sustava za zaštitu od poplava prirodno poplavno područje podijeljeno je na „aktivno“, koje se nalazi unutar nasipa i povezano je s vodotokom te „bivše“, koje je u postojećem stanju nasipom odvojeno od vodotoka.



Slika 3. Shematski prikaz poprečnog presjeka riječne doline

Na Slici 4. prikazana je dionica Save od Zagreba do ustave Prevlaka, s usporednim prikazom obuhvata poplavnih linija 100-godišnjeg povratnog razdoblja, geomorfološke granice doline rijeke Save i položaja izgrađenih savskih nasipa. Izgradnjom nasipa, odnosno sustava obrane od poplava smanjen je obuhvat poplavnih površina u odnosu na prirodno stanje, pri čemu je porasla razina vodnog lica u profilima unutar nasipa.



Slika 4. Usporedni prikaz obuhvata poplave 100 - godišnjeg povratnog razdoblja i geomorfološke granice doline Save s ucrtanim nasipima, dionica Zagreb - Prevlaka

Može se zaključiti da su prostorni podaci iz karata opasnosti od poplava primjenjivi samo na područjima sliva gdje nema izgrađenih sustava obrane od poplava, kao ni ostalih umjetnih objekata koji utječu na obuhvat poplave (nasipi cesta, željezničke pruge i slično).

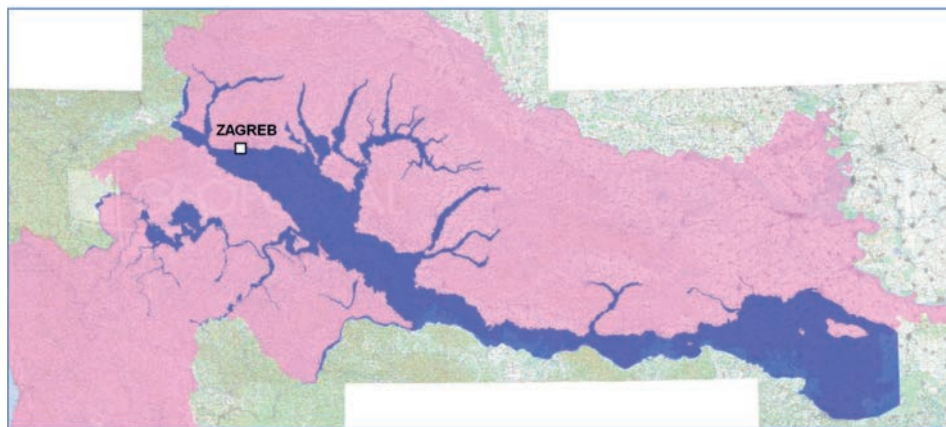
U skladu s tim, osim hidrološkog kriterija, na područjima sa značajnom izmijenjenošću uvjeta tečenja u odnosu na prirodno stanje potrebno je primijeniti i geomorfološki kriterij.

Prema analiziranoj metodologiji *Locating Spatial Opportunities for Nature - Based solutions: A River Landscape Application*, obuhvat prirodnih poplavnih područja definiran je pomoću hidromorfoloških krajobraznih jedinica (HLU). Geomorfološki kriterij za definiranje hidromorfološke jedinice poplavnih područja je energija reljefa, odnosno poprečni nagib terena $\leq 3\%$. Vanjski rub prirodnog poplavnog područja je „točka“ (označena brojevima 1 i 2 na Slici 3.) u kojoj se premašuje taj nagib, odnosno točka prelaska iz blagog u strmiji nagib.

Temeljem analiziranih metodologija usvojen je sljedeći pristup: prirodna poplavna definiraju se kao područja plavljenja približno 100 - godišnjeg povratnog razdoblja, u prirodnom stanju bez ikakvih antropogenih promjena morfologije i otjecanja. Uz hidrološki kriterij uvažavaju se i dodatne stručne procjene bazirane na geološkim, morfološkim, pedološkim i ostalim podlogama.

Za verifikaciju, odnosno eventualnu korekciju obuhvata prirodnih poplavnih područja korištena je i pedološka karta Republike Hrvatske dostupna na mrežnim stranicama, s definiranim kartiranim jedinicama koje odgovaraju prirodnim poplavnim područjima (primjerice aluvijalna tla, močvarno - glejna tla i slično).

Definirano je ukupno 110 potencijalnih područja za tečenje i prihvati velikih voda, ukupne površine od 10.089,5 km². Na Slici 5. i Slici 6. prikazana su potencijalna područja za tečenje i prihvat velikih voda na slivu Save, te potencijalno područje za tečenje i prihvat velikih voda rijeke Vuke.



Slika 5. Potencijalna područja za tečenje i prihvat velikih voda na slivu rijeke Save



Slika 6. Potencijalna područja za tečenje i prihvat velikih voda na slivu rijeke Vuke

U Tablici 1. i Tablici 2. prikazani su postojeći načini korištenja zemljišta na potencijalnim područjima, te procijenjeni broj stanovnika i kućanstava.

Tablica 1. Postojeći način korištenja na potencijalnim područjima za tečenje i prihvat velikih voda

Kategorija	VGO za Muru i gornju Dravu	VGO za Dunav i donju Dravu	VGO za gornju Savu	VGO za srednju i donju Savu	VGO za slivove sjevernog Jadrana	VGO za slivove južnog Jadrana	Republika Hrvatska
Ukupno poplavnih područja (km ²)	877,6	1.992,6	778,5	5.710	195,5	535,3	10.089,5
Naselja, industrija, infrastruktura	3,6 %	0,8 %	17,8 %	2,8 %	3,9 %	2,7 %	3,7 %
Poljoprivreda	50,8 %	45,6 %	53,5 %	45,0 %	56,3 %	45,8 %	46,6 %
Šume	27,3 %	35,0 %	14,8 %	39,5 %	23,8 %	40,1 %	35,3 %
Livade	8,4 %	4,0 %	11,0 %	8,3 %	9,4 %	7,3 %	7,6 %
Močvare	1,1 %	7,0 %	0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,4 %	1,8 %
Vodene površine	8,7 %	7,5 %	2,6 %	4,0 %	6,3 %	3,7 %	5,0 %

Tablica 2. Procijenjeni broj stanovništva i kućanstava na potencijalnim područjima za tečenje i prihvati velikih voda

Kategorija	VGO za Muru i gornju Dravu	VGO za Dunav i donju Dravu	VGO za gornju Savu	VGO za srednju i donju Savu	VGO za slivove sjevernog Jadrana	VGO za slivove južnog Jadrana	Republika Hrvatska
Stanovništvo	60.000	30.000	370.000	230.000	15.000	50.000	755.000
Kućanstva	20.000	11.000	140.000	80.000	6.000	15.000	272.000

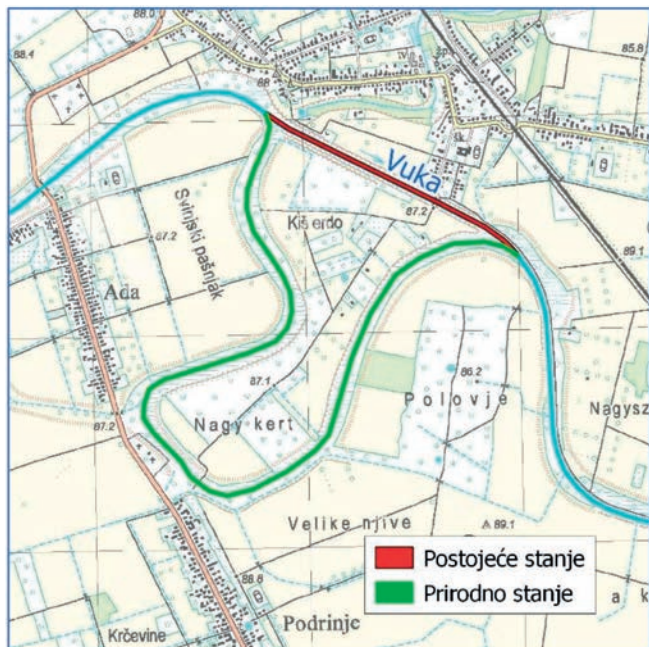
Rezultati pokazuju značajnu izmijenjenost u odnosu na prirodno stanje, kao rezultat izgradnje sustava obrane od poplava. Primjerice, na području sliva gornje Save, izgradnja sustava obrane od poplava omogućila je da se preko 70 % prirodnog poplavnog područja u postojećem stanju koristi za urbanizaciju (370.000 stanovnika), odnosno poljoprivredu (56,3 % površina). Najveći udio močvarnih staništa (7 %) je na području donje Drave i Dunava (Kopački rit).

2.3. Područja na kojima je provedeno prosijecanje meandara i izgradnja umjetnih korita vodotoka

U sklopu predmetne aktivnosti identificirana su:

- sva bitnija prosijecanja meandra,
- umjetna i modificirana korita vodotoka,
 - umjetni kanali (primjerice dravske HE, oteretni kanal Odra i slično),
 - reguliranje postojećih vodotoka na kojima je došlo do narušavanja prirodnih korita.

Za svaku dionicu vodotoka koja se obrađuje, prirodno i postojeće (modificirano) stanje su prikazani kao vektorski sloj, u *shape* datoteci, kao poligon (za vodno tijelo, obje linije obale od početka do kraja dionice) odnosno polilinja (po osi vodotoka). Ukupno je definirano 124 područja. Za svako područje u pripadnoj atributnoj tablici vektorskog sloja definirani su: naziv vodotoka, lokacija, morfološka promjena (primjerice prokop, presijecanje meandra i slično), dužina (u prirodnom i postojećem stanju), te skraćeno (dužinski i postotno). Na Slici 7. dan je primjer meandra Laslovo, rijeka Vuka, usporedba prirodno - postojeće stanje (nakon izvedbe prokopa).



Slika 7. Meandar rijeke Vuke kod Laslova

Vidljivo je da je izvedbom prokopa došlo do značajnog skraćenja toka Vuke na predmetnom području. U prirodnom stanju dionica je duga 4.508 m, prokop je dug 1.367 m, čime je došlo do skraćenja od 3.141 m odnosno 70 % od prirodne duljine.

ZAKLJUČAK

Ova studija predstavlja cjelovit i sustavni pregled prirodnih poplavnih područja na razini cijele Republike Hrvatske. Kao takva, može biti dobra osnova za buduće projekte revitalizacije odnosno renaturalizacije prirodnih poplavnih područja, što je u skladu s programskom orijentacijom Europske unije u pogledu politika zaštite okoliša. Također, u ovoj studiji sistematizirani su podaci o izgrađenosti sustava obrane od poplava (nasipi, retencije, akumulacije, tuneli i slično), te je dana kvantitativna procjena onoga što se štiti - stanovništva, kućanstava, vrijednih poljoprivrednih površina i slično.

LITERATURA

- [1] Christiansen T. i drugi (2019), *Floodplains: a natural system to preserve and restore*, European Environment Agency, Copenhagen
<https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore> (pristupljeno 19.03.2021.)
- [2] Dige G. i drugi, (2017), *Green Infrastructure and Flood Management Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions*, European Environment Agency, Copenhagen
<https://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-flood-management> (pristupljeno 19.03.2021.)
- [3] Entwistle, N.S., (2018), *Recent changes to floodplain character and functionality in England*, Catena, 2019- Vol 174, str. 490-498
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816218305058?via%3Dihub> (pristupljeno 26.03.2021.)
- [4] Fernandez D. i drugi, (2012): *Quantifying the performance of automated GIS-based geomorphological approaches for riparian zone delineation using digital elevation models*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 2012-16, str. 3851–3862
<https://hess.copernicus.org/articles/16/3851/2012/hess-16-3851-2012.pdf> (pristupljeno 23.03.2021.)
- [5] Globevnik, L. i drugi, (2020), *Preliminary assessment of river floodplain condition in Europe*, European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine waters, Magdeburg
<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-icm/products/preliminary-assessment-of-river-floodplain-condition-in-europe> (pristupljeno 19.03.2021.)
- [6] Guerrero P. i drugi (2018): *Locating Spatial Opportunities for Nature-Based solutions: A River Landscape Application*, Water, 2018-10(12), str. 1869
<https://www.mdpi.com/2073-4441/10/12/1869/htm> (pristupljeno 19.03.2021.)
- [7] Günther-Diringer, D., Weller, P., (1999), *Danube Pollution Reduction Programme, Evaluation of wetlands and floodplain areas in the Danube river basin*, WWF Danube-Carpathian-Programme i WWF Auen Institut, Rastatt
<https://www.icpdr.org/main/sites/default/files/EVALUATIONWETLANDSFLOODPLAINAREAS.pdf> (pristupljeno 19.03.2021.)
- [8] Jakubinski J. i drugi, (2019): *A comparison of four approaches to river landscape delineation: The case of small watercourses in the Czech Republic*, Moravian geographical reports, 2019-27(4), str. 229-240.
https://www.researchgate.net/publication/338767638_A_comparison_of_four_approaches_to_river_landscape_delineation_The_case_of_small_watercourses_in_the_Czech_Republic (pristupljeno 23.03.2021.)

- [9] Koenzen, U. i drugi, (2009), *Auenzustandsbericht Flussauen in Deutschland*, Ministarstvo okolišta, zaštite prirode i sigurnosti reaktora Savezne Republike Njemačke, Berlin
<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/Auenzustandsbericht.pdf> (pristupljeno 19.03.2021.)

OKRUGLI STOL

Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE ZELENE INFRASTRUKTURE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POPLAVA

GUIDELINES FOR DESIGNING GREEN INFRASTRUCTURE TO REDUCE FLOOD RISK

Tanja Sliško, mag. ing. aedif.^a, Goran Lončar, mag. oecol., mag. geogr.^b,
Domagoj Vranješ, mag. ing. prosp. arch., univ. spec. oecoling.^c

SAŽETAK

U okviru projekta VEPAR izrađene su *Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture za smanjenje rizika od poplava*, koje pružaju sustavan prikaz i tehničku razradu mogućnosti primjene zeleno - infrastrukturnih rješenja. Katalog se sastoji od 18 mjera zelene infrastrukture koje direktno doprinose smanjenju opasnosti od poplava, te 8 pratećih mjera koje mogu uključivati „zelena“ i „siva“ rješenja, te kombinaciju istih, a implementiraju se radi osiguravanja visoke funkcionalnosti mjera zelene infrastrukture u sustavu obrane od poplava. Smjernice služe kao temeljni stručni dokument za poticanje implementacije mjera zelene infrastrukture, sa ciljem smanjenja rizika od poplava, ali i ostvarivanja dodatnih koristi u području upravljanja vodama i zaštite vodnih ekosustava.

Zelena infrastruktura sve se više prihvaća kao integrirani, održiv i višefunkcionalan pristup upravljanju rizicima od štetnog djelovanja voda, nadopunjujući tradicionalne „sive“ hidrotehničke sustave poput nasipa, armiranobetonskih kanala, ustava i sličnog. U smjernicama su predstavljene ključne mjere, njihove funkcije u ublažavanju rizika od poplava, te dodatne dobrobiti koje uključuju očuvanje bioraznolikosti i unaprjeđenje usluga ekosustava.

^a Vita projekt d.o.o., Ilica 191C, 10 000 Zagreb, Hrvatska, tanja.slisko@vitaprojekt.hr

^b Vita projekt d.o.o., Ilica 191C, 10 000 Zagreb, Hrvatska, domagoj.vranjes@vitaprojekt.hr

^c Vita projekt d.o.o., Ilica 191C, 10 000 Zagreb, Hrvatska, goran.loncar@vitaprojekt.hr

Zaključno, ističe se važnost daljnjeg razvoja, promicanja i primjene ovih mjera kao ključnog elementa jačanja otpornosti na klimatske promjene i smanjenja ukupnih šteta od poplava.

KLJUČNE RIJEČI: Zelena infrastruktura, Upravljanje poplavama, Klimatske promjene, Bioraznolikost

ABSTRACT

As part of the VEPAR project, *Guidelines for the Technical Design and Socio-Economic Feasibility Assessment of Green Infrastructure Measures for Flood Risk Reduction* were developed. These guidelines provide a systematic overview and technical elaboration of the possibilities for implementing green infrastructure solutions. The catalogue consists of 18 green infrastructure measures that directly contribute to reducing the flood risk and 8 accompanying measures, which can include green and grey solutions as well as a combination of both. They serve as a key professional document aimed at encouraging the implementation of green infrastructure measures, with the primary goal of reducing flood risk, while also achieving additional benefits in the field of water management and aquatic ecosystem protection.

Green infrastructure is increasingly being recognized as an integrated, sustainable, and multifunctional approach to managing water-related risks, complementing traditional grey hydraulic engineering systems such as levees, reinforced concrete channels, sluices, etc. The guidelines present the core measures, their functions in mitigating flood risks, and additional benefits including biodiversity conservation and the enhancement of ecosystem services.

In conclusion, the guidelines emphasize the importance of further development, promotion, and implementation of these measures as a key component in strengthening climate resilience and reducing overall flood-related damages.

KEYWORDS: Green infrastructure, Flood management, Climate change, Biodiversity

1. UVOD

Poplave su među najčešćim i najštetnijim prirodnim pojavama koje pogađaju Republiku Hrvatsku. Prema planovima upravljanja vodnim područjima i poplavnim rizicima, više od polovice teritorija Hrvatske izloženo je umjerenom do vrlo visokom riziku od poplava (*Plan upravljanja vodnim područjima do 2027.*, 2023). U kombinaciji s projekcijama klimatskih promjena, koje ukazuju na porast učestalosti i intenziteta ekstremnih oborinskih događaja, jasno je da su potrebni novi integrirani pristupi upravljanju rizicima od poplava.

Tradicionalni pristupi temeljeni na „sivoj infrastrukturi“ (nasipi, kanali, retencije i ostale hidrotehničke građevine) osigurali su zaštitu, ali često uz značajne negativne

posljedice na vodne ekosustave, hidromorfologiju i bioraznolikost. U tom kontekstu, koncept zelene infrastrukture i prirodnih mjera za zadržavanje voda (engl. *Natural Water Retention Measures, NWRM*) sve više dobiva na važnosti kao održiv odgovor koji objedinjuje obranu od poplava sa ciljevima očuvanja prirode i prilagodbe klimatskim promjenama.

2. MJERE ZELENE INFRASTRUKTURE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POPLAVE

2.1. Zelena infrastruktura i rješenja temeljena na prirodi u upravljanju rizicima od poplava

Zelena infrastruktura predstavlja strateški planiranu mrežu prirodnih i doprirodnih područja, ekoloških značajki i krajobraznih elemenata koji zajedno pružaju širok raspon usluga ekosustava, uključujući regulaciju voda, otpornost klimatskim promjenama i smanjenje rizika od poplava (European Commission, 2013). Rješenja temeljena na prirodi su mjere posebno usmjerene na korištenje prirodnih procesa za zadržavanje i infiltraciju voda u tlu, čime se smanjuju vršni protoci i opterećenje nizvodnih obrambenih sustava. Primjeri takvih „zelenih“ mjera su obnova poplavnih područja, močvara i jezera, restauracija meandara i rukavaca, izgradnja retencijskih bazena i bara, očuvanja i obnove riparijske vegetacije i slično (European Commission, 2014).

Primjena mjera zelene infrastrukture i rješenja temeljenih na prirodi posebno je učinkovita unutar područja značajnije bioraznolikosti, poput područja ekološke mreže i/ili zaštićenih područja. Mjere zelene infrastrukture mogu doprinijeti postizanju ili održanju ciljeva očuvanja ciljnih vrsta i staništa područja ekološke mreže kao i očuvanju temeljnih vrijednosti zaštićenih područja. Smjernice stoga predstavljaju dokument koji pridonosi očuvanju bioraznolikosti Republike Hrvatske.

Učinkoviti primjeri mjera implementiranih u Republici Hrvatskoj su zahvati izgrađeni u sklopu projekata „DRAVA LIFE - Integralno upravljanje rijekom“ (oznaka LIFE14NAT/HR/000115-DRAVA LIFE) i „WISEDRAVALIFE“ (oznaka LIFE17 NAT/HU/000577). Projektom DRAVA LIFE obnovljeni su stari rukavci i stvoreni novi na sedam lokacija duž rijeke Drave, izgrađene modificirane „zelené“ obaloutvrde te uklonjeni pragovi. Projektom WISEDRAVALIFE obnovljen je rukavac Heresznye koji se manjim dijelom nalazi i u Republici Mađarskoj. Navedeni projekti osim doprinosa smanjenju rizika od poplava pozitivno utječu na bioraznolikost područja.

2.2. „Zelene“ mjere za smanjenje rizika od poplava

U okviru projekta VEPAR izrađene su Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture koje predstavljaju katalog od 18 mjera zelene infrastrukture i 8 pratećih mjera (Vita projekt d.o.o., 2022). U izradi

kataloga mjera okosnicu su činile takozvane prirodne mjere za zadržavanje voda (eng. *Natural Water Retention Measures, NWRM*) koje su osmišljene za potrebe Europske komisije, a usklađene su s konceptima zelene infrastrukture i usluga ekosustava. 18 mjera zelene infrastrukture podijeljeno je u tri skupine:

- Mjere za povećanje kapacitet okoliša za prihvat vode:
 - obnova meandara,
 - obnova i reintegracija rukavaca i mrtvaja s vodotokom,
 - obnova poplavnog područja,
 - retencijski bazeni i bare,
 - ponorske zone,
 - obnova jezera,
 - obnova močvara,
 - šumski pokrivač u izvorišnim područjima,
 - obrana obalnih područja od poplava,
- Mjere za upravljanje intenzitetom fluvijalne erozije i neželjenih taloženja nanosa:
 - revitalizacija korita vodotoka,
 - revitalizacija obala vodotoka,
 - riparijska vegetacija,
 - sedimentacijski bazeni,
- Mjere uređenja bujičnih slivova:
 - šumski pokrivač u zoni prikupljanja,
 - bujične pregrade,
 - drenažne fašine,
 - stabilizacijsko - retencijske konturne strukture,
 - pokosi jaruga ojačani ozelenjivanjem.

Osim 18 mjera zelene infrastrukture *Smjernice* se sastoje i od 8 pratećih mjera koje mogu uključivati „zelena“ i „siva“ rješenja te kombinaciju istih, a grade se kako bi dodatno ojačali funkcionalnosti mjera zelene infrastrukture u sustavu obrane od poplava. Radi se o primjerima obaloutvrde, regulacijskih pera, pragova, paralelnoj građevini i traverzi, stepenicama, propustima, ribljim stazama i ustavama.

Za svaku mjeru zelene infrastrukture u katalogu dan je tehnički opis koji uključuje informacije relevantne za projektiranje mjere, projektne parametre, podatke o primjenjivosti i ograničenjima, vrste radova i održavanje te povezane troškove kao i relevantne ekološke aspekte mjere, zatim pregled koristi od mjere sa stanovišta upravljanja rizicima od poplava, upravljanja stanjem voda te ostalih usluga ekosustava i na kraju primjeri implementacije te mjere u hrvatskom i/ili svjetskom kontekstu (Vita projekt d.o.o., 2022).

Sve predstavljene mjere potrebno je razmatrati i analizirati u kontekstu prostora na kojem su planirane. Svakako je bitno napomenuti kako se ne radi o tipskim rješenjima koja su primjenjiva neovisno o specifičnostima područja implementacije. Iako se generalno radi o okolišno pozitivnim zahvatima u prostoru, mjere je potrebno prilagoditi specifičnim ekološkim uvjetima koji su prisutni na danom području. Drugim riječima, bez detaljnog razmatranja prošlog, postojećeg i željenog stanja ekosustava i ekoloških karakteristika na području implementacije mjere nije moguće kvalitetno implementirati mjeru niti postići koristi čija nužnost proizlazi iz same definicije zelene infrastrukture. Iz navedenog proizlazi važnost bliske suradnje prirodnih, tehničkih i biotehničkih struka u planiranju mjera.

2.3. Šire koristi mjera zelene infrastrukture

Osim primarne uloge u smanjenju rizika od poplava kroz povećanje retencijskog kapaciteta i infiltraciju, predstavljene mjere pružaju i brojne dodatne koristi koje ih čine posebno vrijednima u kontekstu održivog upravljanja vodama, okolišem i prostornim razvojem. Ove koristi ne proizlaze isključivo iz tehničke funkcije mjera, već iz njihove multifunkcionalnosti i sposobnosti da istovremeno odgovore na više društvenih, ekoloških i ekonomskih izazova. Dodatne koristi su (European Environment Agency, 2017):

- poboljšanje kvalitete voda uslijed filtracije voda putem prirodnih procesa infiltracije, sedimentacije i biološke razgradnje,
- očuvanje i povećanje bioraznolikosti kroz stvaranje i obnovu staništa,
- sekvestracija ugljika sadnjom vegetacije, pošumljavanjem i obnovom staništa, što doprinosi ublažavanju klimatskih promjena,
- poboljšanje mikroklimе, smanjenje toplinskih otoka i povećanje krajobrazne vrijednosti prostora,
- stvaranje novih prostora za rekreaciju i edukaciju lokalne zajednice.

Na taj način, zelena infrastruktura ne samo da povećava otpornost naselja i gospodarstva na rizike od poplava, nego istodobno doprinosi širokom spektru ekoloških i društvenih ciljeva, stoga se sve više prepoznaje kao strateški okvir za održiv teritorijalni razvoj u skladu s europskim politikama.

ZAKLJUČAK

S obzirom na trendove klimatskih promjena i ograničenja tradicionalnih mjera za obranu od poplava, zelena infrastruktura i prirodne mjere za zadržavanje voda nameću se kao nužan element suvremenog upravljanja rizicima od poplava, posebno unutar područja ekološke mreže i/ili zaštićenih područja prema Zakonu o zaštiti prirode. Smjernice projekta VEPAR pružaju vrijedan okvir za implementaciju ovih mjera u Hrvatskoj, naglašavajući njihovu višestruku funkciju u zaštiti ljudi, imovine

i okoliša, stoga postaju novi „mainstream“ pristup u projektiranju hidrotehničkih sustava za obranu od poplava. Za postizanje pune učinkovitosti potrebno je ove pristupe sustavno integrirati u prostorne planove i politike upravljanja vodama, uz jačanje svijesti i suradnje svih relevantnih dionika.

LITERATURA

- [1] *Plan upravljanja vodnim područjima do 2027.*, Narodne novine, br. 84/23, 2023.
- [2] European Commission (2013): *Green Infrastructure (GI) - Enhancing Europe's Natural Capital: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*, Brussels, COM/2013/0249 final
- [3] European Commission (2014): *EU policy document on natural water retention measures* by the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM), Technical Report – 2014-082
- [4] Vita projekt d.o.o. (2022): *Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture za smanjenje rizika od poplava*, Knjiga 1 - Uvod, 15
- [5] European Environment Agency (2017): *Green Infrastructure and Flood Management: Promoting Cost-Efficient Flood Risk Reduction via Green Infrastructure Solutions*, Luxembourg

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**AKTUALNI PROJEKTI REVITALIZACIJE
VODOTOKA VGO-a ZA DUNAV
I DONJU DRAVU**

**CURRENT RIVER RESTORATION PROJECTS OF
THE VGO FOR THE DANUBE AND THE LOWER
DRAVA**

**Ena Grčić, univ. mag. ing. aedif^a, Sanda Kolarić Buconjić, dipl. ing. građ.^b,
Mile Kunac, mag. ing. aedif.^c, Svjetlana Lozančić, dipl. ing. građ.^d**

SAŽETAK

Degradacija riječnih ekosustava uslijed hidromorfoloških promjena predstavlja ključni europski izazov, potaknuvši usvajanje strateških dokumenata poput Europskog zelenog plana s ciljem revitalizacije 25.000 km rijeka. Ovim radom predstavlja se šest aktualnih projekata revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj sufinanciranih sredstvima Mehanizma za oporavak i otpornost. Provedbom planiranih revitalizacijskih projekata približit ćemo se postizanju proglašanih ciljeva očuvanja prirodnih staništa i vrsta ovisnih o slatkovodnim ekosustavima. Pet projekata koji su još u tijeku - revitalizacija rukavca rijeke Drave - Halaševo, restauracija starog toka Dunava - Zmajevački dunavac, revitalizacija Starog korita rijeke Drave u Osijeku, restauracija Biljskog rita te uređenje sliva Ođenice na području Virovitice - opisani su okvirno, s naglaskom na zajedničke probleme poput zamuljivanja i prekida povezanosti s matičnim rijekama. Nasuprot njima, projekt revitalizacije retencije Stara Drava - Bilje, dovršen 2024. godine, obrađen je kao detaljna studija slučaja. Višegodišnjim radovima uklonjen je značajan nanos, čime je zaustavljen proces ekološke sukcesije, povećan retencijski kapacitet i poboljšani uvjeti za očuvanje slatkovodnih ekosustava.

^a Hrvatske vode, Splavarska 2a, Osijek, 31000, Hrvatska, ena.grcic@voda.hr

^b Hrvatske vode, Ul. Grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska, sanda.kolaricbuconjic@voda.hr

^c Hrvatske vode, Splavarska 2a, Osijek, 31000, Hrvatska, mile.kunac@voda.hr

^d Hrvatske vode, Splavarska 2a, Osijek, 31000, Hrvatska, svjetlana.lozancic@voda.hr

KLJUČNE RIJEČI: Revitalizacija vodotoka, Mehanizam za oporavak i otpornost, Eutrofikacija, Uklanjanje nanosa, Obrana od poplava

ABSTRACT

Degradation of river ecosystems caused by hydromorphological changes is a major European challenge, which has prompted the adoption of strategic frameworks, such as the European Green Deal aiming to revitalize 25.000 km of rivers. This paper presents six current river restoration projects in Croatia, financed through the Recovery and Resilience Facility. The implementation of the planned restoration projects will bring us closer to achieving the conservation objectives for natural habitats and species dependent on freshwater ecosystems. The five projects still in progress - Revitalization of the Drava River Channel (Halaševo), Restoration of the old Danube Riverbed (Zmajevački dunavac), Revitalization of the Drava River Channel in Osijek, Restoration of Biljski rit and Improvement of the Ođenica watercourse in the Virovitica area - are described in broad terms, with an emphasis on common challenges, such as sedimentation and a loss of connectivity with main river channels. In comparison, Revitalization of the Stara Drava - Bilje retention, project completed in 2024, is analyzed as a detailed case study. Through years of work, a significant amount of sediment was removed, which halted the process of ecological succession, increased retention capacity, and improved conditions for the conservation of freshwater ecosystems.

KEYWORDS: River restoration, Recovery and Resilience Facility, Eutrophication, Sediment removal, Flood protection

1. UVOD

Intenzivno korištenje riječnih dolina značajno je narušilo riječne ekosustave. Dok su se prve obnove fokusirale prvenstveno na smanjenje kemijskog onečišćenja, suvremena paradigma usmjerena je na revitalizaciju hidromorfoloških značajki rijeke, odnosno vraćanje njihove prirodne dinamike (Jähnig i dr., 2011; Palmer i dr., 2010). Rijeke su globalno ugrožene izgradnjom brana, regulacijom i promjenama u korištenju zemljišta (Urbanič i dr., 2021), što je dovelo do alarmantnog stanja: danas je samo 37 % rijeka duljih od 1.000 km zadržalo nesmetan tok, a unutar europskih zemalja nalazi se više od milijun barijera, što u prosjeku iznosi 0,74 barijere po kilometru (Grill i dr., 2019; Belletti i dr., 2019). Kao odgovor, Europski zeleni plan i Strategija za bioraznolikost do 2030. obvezuju države članice na obnovu najmanje 25.000 km rijeka, čime se potiču projekti revitalizacije usmjereni na povećanje raznolikosti staništa.

Kao odgovor na ekonomske i društvene posljedice pandemije koronavirusa, Europska unija je uspostavila instrument "EU sljedeće generacije" sa ciljem ubrzanja gospodarskog oporavka te poticanja zelene i digitalne tranzicije. Ključni alat za korištenje tih

sredstava je Mehanizam za oporavak i otpornost, a temeljni dokument za njegovu provedbu u Republici Hrvatskoj je Nacionalni plan oporavka i otpornosti (dalje u tekstu: NPOO) za razdoblje 2021. - 2026. godine (<https://mzozt.gov.hr>; <https://plano-poravka.gov.hr/dokumenti-113/113>).

U okviru NPOO-a, značajna sredstva dodijeljena su Hrvatskim vodama za unaprjeđenje vodnog gospodarstva. Kroz ovaj mehanizam financiranja, Vodno-gospodarski odjel za Dunav i donju Dravu odgovoran je za provedbu ukupno šest projekata. Ovi projekti, dio su komponente "Gospodarstvo", podkomponente C.1.3. "Unaprjeđenje vodnog gospodarstva i gospodarenja otpadom" podpodkomponente C.1.3. R1-I3 Program smanjenja rizika od katastrofa u sektoru upravljanja vodama, razdjela „Postizanje okolišnih ciljeva prema Okvirnoj direktivi o vodama (2000/60/EC) i ciljeva zaštite prirode prema Direktivi o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEC) fokusirani su na revitalizaciju vodenih ekosustava“.

Obzirom je priprema ovih projekata bila vrlo izazovna zbog zahtjeva i uvjeta koje je pred nas stavila Europska unija, provedba istih je time značajnija. Dodanu vrijednost pripremi i provedbi ovih projekata predstavlja i činjenica da su, sukladno Direktivi o staništima, dorađeni ciljevi očuvanja za predmetna područja ekološke mreže Natura 2000.

Stoga ovaj rad predstavlja šest aktualnih NPOO projekata revitalizacije vodenih ekosustava. Pet projekata koji su još uvijek u tijeku - revitalizacija rukavca rijeke Drave - Halaševo, restauracija starog toka Dunava - Zmajevački dunavac, revitalizacija Starog korita rijeke Drave u Osijeku, restauracija Biljskog rita te uređenje sliva Odenice na području grada Virovitice - predstavljeni su okvirno, s naglaskom na njihove zajedničke probleme, ciljeve i planirane intervencije. Nasuprot njima, projekt revitalizacije retencije Stara Drava - Bilje obrađen je kao detaljna studija slučaja. S obzirom na to da je njegova provedba u potpunosti dovršena 2024. godine, on pruža jedinstven i cjelovit uvid u sve faze projektnog ciklusa - od početne problematike i ekološke degradacije, preko opisa konkretnih izvedenih radova, do analize ostvarenih ekoloških i hidroloških rezultata.

2. OKVIRNI PREGLED AKTIVNIH PROJEKATA REVITALIZACIJE

Zajednički uzrok problema na većini lokacija potječe iz prošlosti - Zmajevački dunavac, nekadašnji glavni tok Dunava, odsječen je od rijeke još u 19. stoljeću radi skraćivanja plovnog puta, dok su rukavci Stara Drava kod Osijeka i Halaševo također izgubili vezu s maticom zbog regulacijskih radova. S obzirom na to da je nestala dinamika toka, bili su izloženi ubrzanom zamuljivanju i prirodnoj sukcesiji - procesu u kojem se vodene površine postupno smanjuju i pretvaraju u kopno obraslo vegetacijom. Dramatičan primjer ovog procesa je područje Biljskog rita, gdje se nekadašnjih 295 hektara vodenih površina (prema kartama iz 1974.) svelo na svega 21 hektar. Degradaciju su dodatno ubrzali specifični lokalni problemi: dugogodišnja miniranost

područja Halaševa onemogućavala je održavanje, dok je bujični potok Odenica opterećen velikim količinama vučenog nanosa, koji se nizvodno odlaže duž toka. Osnovna aktivnost u većini projekata jest uklanjanje nakupljenog sedimenta kako bi se koritima i jezerima vratila njihova nekadašnja dubina i protočnost. Time se, s jedne strane, izravno poboljšava hidrološki režim, a s druge, povećanjem volumena vodenih tijela stvara se ključni retencijski prostor za prihvat velikih vodnih valova. Primjerice, revitalizacijom Zmajevačkog dunavca u duljini od 4.260 m i uklanjanjem 465.428,7 m³ nanosa ponovno će se uspostaviti veza s Dunavom. Projekt uređenja sliva Odenice obuhvaća rekonstrukciju postojeće i izgradnju nove akumulacije čije će zapremnine zajedno iznositi 1.330.000 m³, dok se istovremeno revitalizira lanac od 10 zapuštenih jezera. Dva jezera se ostavljaju netaknutima jer služe kao mrijestilišta riba. Slično tome, uređenjem Starog korita Drave kod Osijeka, ne samo da se obnavlja stanište, već se povećava i sposobnost sustava da primi vode iz čak dva pritoka, Poganovačko - Kravičkog kanala i Crnog foka. Iskopani materijal se, gdje je to primjenjivo, koristi za ojačavanje postojećih nasipa.

Budući da se sve lokacije nalaze unutar zaštićenih područja ekološke mreže Natura 2000, projekti su od presudne važnosti za očuvanje staništa i vrsta zaštićenih Direktivom o staništima i Direktivom o pticama. Kroz projekt restauracije Biljskog rita revitalizirat će se 14.500 m bara i kanala, dok će se na području Halaševa obnoviti ukupno 23,90 ha vodenih površina. Pored ekoloških i sigurnosnih benefita, projekti otvaraju vrata novim prilikama za lokalno stanovništvo, stvarajući atraktivne prostore za rekreaciju, sportski ribolov i turizam.

Projekti poput Zmajevačkog dunavca, Biljskog rita i Stare Drave kod Osijeka koncipirani su u više faza, pri čemu se sredstvima NPOO-a financira ključna prva faza koja obuhvaća opsežno uklanjanje sedimenta i uspostavu osnovne hidrološke funkcije. Time se stvaraju preduvjeti za buduće radove, poput izgradnje ustava ili dodatnog proširenja vodenih površina. U sklopu projekta Stara Drava Osijek, osim produbljivanja korita, planirano je i formiranje dviju novih, proširenih vodenih površina od oko 2.200 m² i 2.400 m² za povećanje heterogenosti staništa te uređenje poučne staze duljine 1.230 m. Svaka mjera u navedenim projektima precizno je prilagođena hidrološkim i biološkim uvjetima svake lokacije.



1.a Zmajevački dunavac

1.b Radovi na Odenici

1.c Biljski rit

Slika 1. Projekti u tijeku: Zmajevački dunavac (1.a), sliv Odenice (1.b) i Biljski rit (1.c)
- (autor fotografija: Hrvatske vode.)

3. STUDIJA SLUČAJA: REVITALIZACIJA RETENCIJE STARA DRAVA - BILJE

3.1. Geografski i ekološki kontekst

Lokacija zahvata pripada općini Bilje i Osječko - baranjskoj županiji, a zemljopisno je dio cjeline Baranje, smještene na krajnjem sjeveroistoku Republike Hrvatske. Budući da se Park prirode Kopački rit prostire na značajnom dijelu općinskog područja (66,74 %), njegov prirodni krajolik bio je glavni čimbenik u formiranju naselja i prometnih veza među njima.

Lokacija zahvata nalazi se unutar područja ekološke mreže Natura 2000. Prema Uredbi o ekološkoj mreži (Narodne novine, broj 80/19), na lokaciji se preklapaju dva zaštićena područja: Podunavlje i donje Podravlje (HR1000016), kao područje očuvanja značajno za ptice (POP) i Donji tok Drave (HR2001308), kao područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS). Ovo područje dio je Regionalnog parka Mura - Drava, koji obuhvaća donji tok rijeke Drave do ušća u Dunav. Prije početka radova, tijekom 2020. godine provedeno je detaljno istraživanje biljnog i životinjskog svijeta. Istraživanjem su identificirane ukupno 222 vrste iz taksonomskih skupina. Kod životinjskih vrsta, posebna je pažnja posvećena onima koji su ciljevi očuvanja ekološke mreže NATURA 2000.

3.2. Analiza stanja i tijek revitalizacijskih radova

Ključni problemi vodnog sustava Stare Drave proizlaze iz kombinacije triju faktora: taloženja nutrijenata, sedimenta i drugog organskog zagađenja, zatim nepostojanje izvora svježe vode te vrlo sporog protoka vode.

Takva opterećenost vode nutrijentima, u uvjetima gdje gotovo nema tečenja, omogućava intenzivan rast močvarnog bilja te ubrzano nakupljanje mulja. Kanalska mreža koja okružuje Staru Dravu ima dvojaku ulogu: dok navodnjava poljoprivredne površine Kovačkih livada, istovremeno u Staru Dravu donosi vode bogate hranjivima s tretiranih polja, čime se ubrzava njezina eutrofikacija. Proces eutrofikacije uzrokuje posljedice za biljni i životinjski svijet. Jedan od mnogih primjera za ovu lokaciju je vrsta ribe bolen (*Aspius aspius*), koja preferira originalno šljunkovito i pjeskovito tlo, a naslage nanosa ugrožavale su prirodna staništa i mrijestilišta. Kontinuirano taloženje nanosa i organskog materijala uzrokovalo je zatrpavanje i podizanje dna retencije. Prije početka radova procijenjeno je da će se zahvatom ukloniti približno 110.000 m³ nanosa kako bi se kapacitet retencije obnovio.

Cilj revitalizacije Stara Drava - Bilje je zaustavljanje daljnje sukcesije vodnog tijela te uspostava povoljnijeg vodnog režima, čime se poboljšavaju uvjeti za riblje vrste i ptice. Zahvatom se također planira povećati retencijski kapacitet za prihvatanje voda, što doprinosi smanjenju rizika od poplava za okolno područje, koje se prema Glavnom provedbenom planu obrane od poplava nalazi na dionici B.16.8. branjenog područja 16 - područja maloga sliva Baranja.

Projekt revitalizacije obuhvatio je značajan vodni sustav retencije Stara Drava, koja se prostire na površini od približno 40 hektara. Radovi su se protezali duljinom od 5.380 metara, od početne stacionaže 0+000 pa sve do željezničkog mosta na stacionaži 5+380, a strateški su bili organizirani u četiri međusobno povezane faze koje su obuhvatile i lijevu i desnu obalu. Ovakav fazni pristup odabran je s ciljem smanjenja potencijalnog negativnog utjecaja na okoliš. Na takav način minimizirala se smetnja ciljnim vrstama, a posebice se vodilo računa o periodima hibernacije određenih vrsta. Raspored faza prikazan je na slici 2. Državna cesta D7 na dionici Osijek - Beli Manastir presijeca retencijsko područje, čime je ono fizički podijeljeno na istočni i zapadni dio. Funkcionalna cjelovitost ovog vodnog sustava osigurana je tehničkim rješenjem - cijevnim propustom s ustavom.



Slika 2. Prikaz obuhvata pojedinih faza na lokaciji retencije Stara Drava - Bilje
(Izvor podloge: Geoportal)

Prije početka postupka revitalizacije retencije Stara Drava, kao prvi korak obavljeno je geodetsko snimanje korita radi utvrđivanja količine nanosa predviđenog za iskop. Temeljem projekta, na terenu je obilježeno područje s kojeg se uklanja nanos iz korita te su pripremljeni deponiji na način da su od postojećeg zemljanog materijala izgrađeni nasipi koji su spriječili razlijevanje žitkog nanosa. Uklanjanje nanosa izvodilo se refulerom, a strojari su kontinuiranim praćenjem na dubinomjeru osigurao točnu dubinu iskopa. Po završetku uklanjanja nanosa, provedena je kontrola ponovnim geodetskim snimanjem. Nakon što je tekući materijal odložen na pripremljene deponije, ostavljen je da se osuši te je buldožerima rasprostranjen na predviđenom području. Detaljniji opis radova po fazama slijedi u nastavku.

3.2.1. Prva faza

U prvoj fazi obrađen je dio dugačak 3 km uz koji se protezala postojeća ribička staza. Početni dio dionice bio je obrastao gustom močvarnom vegetacijom, dok je preostali dio dionice bio bez visokog raslinja, ali s vidljivim znakovima erozije obale. Radovi

u ovoj fazi bili su usmjereni na rješavanje tri problema: eroziju obale, uklanjanje nakupljenog mulja i sprječavanje bujanja močvarne vegetacije uz samo stazu. Prvo se uklanjala vegetacija, a potom je cijelom duljinom izgrađen potporni zid (Slika 3.c) od bagremovih trupaca (promjera 25 - 30 cm). Vertikalni trupci duljine 4,0 m (Slika 3.c) postavljeni su u tlo do dvije trećine svoje duljine, a razmak između njih iznosi od 1,0 - 2,0 m. Prostor između vertikalnih trupaca pregrađen je horizontalno postavljenim trupcima (Slika 3.b i Slika 3.c) i fašinskim kobama (Slika 3.a i Slika 3.c), čime je stvorena stabilna kazeta.



3.a Fašinske kobe



3.b Horizontalni trupci



3.c Potporni zid

*Slika 3. Prikaz elemenata potpornog zida
(autor fotografije: 3.a i 3.c - Hrvatske vode, 3.b - Bimihold d.o.o.)*

Kazeta formirana uz potporni zid (Slika 4.) poslužila je kao primarno odlagalište za mulj izvađen iz korita. Nakon što se mulj slegao, formirana je nova površina uz stazu. Vrh konstrukcije definiran je na koti 82,00 m n.m., što je maksimalna kota punjenja retencije. Dno korita profilirano je uklanjanjem nanosa u nagibu 1 : 3, čime je postignuta planirana kota dna od 79,20 m n.m. Višak iskopanog materijala koji nije stao u kazete, trajno je zbrinut odlaganjem u obližnje prirodne depresije i ravnanjem terena.



Slika 4. Prostor iza zida predstavlja kazetu (autor fotografije: Hrvatske vode)

3.2.2. Druga faza

Druga faza bila je usmjerena na jugoistočnu obalu retencije u duljini od 3 km, koju je karakterizirala gusta vegetacija trske i iznimno jako zamuljenje. Glavni cilj bio je uklanjanje nakupljenog nanosa i produbljivanje korita do projektirane kote od 79,20 m n.m. Prije samih radova, vegetacija je uklonjena samo na nužnim koridorima za transport iskopanog materijala. Iskopani materijal dijelom je odložen u obližnje prirodne depresije, a ostatak u kazetama koje su formirane pomoću nasipa.

3.2.3. Treća i četvrta faza

Završne faze projekta, treća i četvrta, bile su usmjerene na najkritičnije i najzapuštenije dijelove retencije: jugozapadnu (treća faza) i nasuprotnu sjeverozapadnu obalu (četvrta faza). Zatečeno stanje na obje obale bilo je gotovo identično - gusto obrasle trskom koja je na pojedinim mjestima stvarala pojas širine i do 130 metara te izrazito zamuljenje koje je gotovo u potpunosti prekidalo protok vode. Zbog takve razine degradacije, pristup u ovim fazama bio je intenzivniji nego u prethodnima. Uklanjanje većeg dijela močvarne vegetacije bilo je nužno kako bi se uopće mogla vratiti osnovna protočnost. Na najširem dijelu korita primijenjen je specifičan pristup gdje, umjesto čišćenja cjelokupnog dna, produbljen samo središnji dio u širini od 12 metara kako bi se uspostavio glavni protočni profil. Vegetacija je odložena na deponij biorazgradivog otpada, dok je iskopani nanos iskorišten za popunjavanje lokalnih depresija kao u prethodnim fazama.



*Slika 5. Čišćenje vegetacije na desnoj obali tijekom treće faze
(autor fotografije: Hrvatske vode)*

3.3. Rezultati

U razdoblju od 2021. do 2024. godine, uspješno je proveden projekt revitalizacije Stara Drava - Bilje. Uklanjanjem čak 128.148 m³ nanosa iz korita, izravno je povećan kapacitet retencije za prihvata vode, čime je znatno poboljšana obrana od poplava na branjenom području. Čišćenjem korita od mulja poboljšani su uvjeti za vodeni ekosustav. Uređenjem korita i usmjeravanjem toka vode spriječena je daljnja erozija po-

kosa i osiguran je stabilniji dotok vode prema Biljskom ritu. Provedba aktivnosti revitalizacije Stare Drave stvara ključne preduvjete za održivi razvoj lokalnog područja, u vidu jačanja kontinentalnog turizma u Baranji kroz uređenje izletišta, izgradnju pješačkih i biciklističkih staza uz vodu te zaokruživanje cikloturističke rute Osijek - Dravski nasip - Bilje, uz istovremeno jačanje ponude sportskog ribolova.

ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavio je šest aktualnih projekata revitalizacije vodotoka koje Hrvatske vode provode uz sufinanciranje sredstvima iz Mehanizma za otpornost i oporavak. Okvirni pregled pet projekata u koji su trenutno u tijeku pokazao je da se, unatoč geografskoj raznolikosti, ovi zahvati suočavaju sa zajedničkim izazovima poput zamuljivanja, eutrofikacije i prekinute hidrološke povezanosti s matičnim vodotocima. Njihova rješenja temelje se na integriranom pristupu koji kroz opsežno uklanjanje nanosa i druge hidrotehničke mjere istovremeno ostvaruje dva ključna cilja: poboljšanje ekološkog stanja i povećanje retencijskih kapaciteta radi smanjenja rizika od poplava. Detaljna studija slučaja dovršenog projekta revitalizacije retencije Stara Drava - Bilje pruža konkretan prikaz uspješnosti provedenih radova. Uklanjanjem nanosa na dionici dugoj 5.380 metara, ne samo da je zaustavljen proces ekološke sukcesije i poboljšano stanje staništa za ciljane vrste, već je i značajno povećan retencijski volumen, čime je unaprijeđena funkcija obrane od poplava na branjenom području. Uspjeh ovog projekta potvrđuje da su ciljane revitalizacije, kakve se provode i na ostalim lokacijama, ključan alat za obnovu degradiranih riječnih ekosustava u skladu sa strateškim ciljevima Europskog zelenog plana. Uz nužno poštivanje načela „Ne činiti značajnu štetu“ osiguranje dotoka svježe vode predstavlja preduvjet očuvanju biljnih i životinjski vrsta.

PRAVNI OKVIR

Analiza usklađenosti sagledanih utjecaja i/ili utvrđenih mjera ublažavanja za zahvate u odnosu na doradene ciljeve očuvanja područja ekološke mreže NATURA 2000 (<https://mzozt.gov.hr>)

Direktiva 2009/147/EZ o očuvanju divljih ptica (SL L 20, 26.1.2010.)

Direktiva Vijeća 2013/17/EU od 13.05.2013. (SL L 158, 10.6.2013.)

Direktiva Vijeća 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (SL L 206, 22.7.1992.)

Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC (SL L 327, 22.12.2000.)

Pravilnik o ciljevima očuvanja i mjerama očuvanja ciljnih vrsta i stanišnih tipova u područjima ekološke mreže („Narodne novine” br. 111/22), doradeni ciljevi s atributima i mjerama očuvanja <https://mzozt.gov.hr> (pristupljeno: 20.08.2025.)

Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti za ekološku mrežu („Narodne novine”, br. 146/2014)

Pravilnik o popisu stanišnih tipova i karti staništa („Narodne novine” br. 27/21, 101/22)

Tehnički vodič za primjenu principa „Ne nanosi značajnu štetu” u okviru Uredbe o uspostavi Mehanizma za oporavak i otpornost, („Narodne novine”, br. 153/2009, 63/2011, 130/2011, 56/2013, 14/2014, 46/2018, 66/2019, 84/2021)

Uredba o ekološkoj mreži RH („Narodne novine”, br. 124/13, 105/15 i 80/19)

Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš („Narodne novine” br. 61/14 i 3/17)

Uredba o taksonomiji o uspostavi okvira za olakšavanje održivih ulaganja utvrđivanjem sustava klasifikacije za okolišno održive gospodarske djelatnosti (EU 2020/852)

Zakon o vodama („Narodne novine” br. 66/19, 84/21, 47/23)

Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine” br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18 i 118/18)

Zakon o zaštiti prirode („Narodne novine” br. 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23)

LITERATURA

- [1] Belletti, B. i ostali (2020): More than one million barriers fragment Europe’s rivers, *Nature*, 588(7838), 436-441
- [2] Geoportal Državne geodetske uprave Republike Hrvatske, <https://geoportal.dgu.hr/> (pristupljeno: 12.08.2025.)
- [3] Grill, G. i ostali, (2019): Mapping the world’s free-flowing rivers, *Nature*, 569(775), 215-221
- [4] Jähnig, S. C. i ostali, (2011): River restoration success: a question of perception, *Ecological Applications*, 21(6), 2007-2015.
- [5] Palmer, M. A. i ostali, (2010): River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice?, *Freshwater biology*, 55(1), 205-222
- [6] Urbanič, G. i ostali, (2021): Back to Ecology: Reference Conditions as a Basis for Assessment, Restoration and Sustainable Management of Large Rivers, *Water*, 13(18), 2596-2615.

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

URBANE POPLAVE
URBAN FLOODS

doc. dr. sc. Danko Holjević, dipl. ing. građ. ^a,
dr. sc. Toni Holjević, mag. aedif. ^b, Marinko Galiot, dipl. ing. građ. ^c

SAŽETAK

Urbane poplave predstavljaju rastući infrastrukturni rizik u kontekstu klimatskih promjena i sve veće urbanizacije. Radi se o pluvijalnim poplavama koje nastaju uslijed intenzivnih i kratkotrajnih oborina, kada kapacitet postojećih sustava oborinske odvodnje postane nedostatan za prihvata i odvodnju oborinskih voda. Za razliku od riječnih i obalnih poplava, ove se pojave događaju neovisno o vodotocima i izravno su povezane s hidrauličkim ograničenjima urbanih sustava. Temeljni uzroci obuhvaćaju antropogene zahvate poput neplanske urbanizacije, smanjenja prirodnih retencijskih kapaciteta i povećanja vodonepropusnih površina, uz sve izraženije ekstremne vremenske uvjete. Infrastrukturna nepokrivenost, zastarjeli i hidraulički nedovoljni cjevovodi, te neodržavani slivnički sustavi dodatno pogoršavaju stanje. Primjeri iz europskih gradova kao što je Valencia, potvrđuju potrebu za integriranim pristupom u planiranju i projektiranju sustava oborinske odvodnje, koji uključuje kombinaciju sivih (retencijski bazeni, preljevi, sabirni kolektori) i zelenih (kišni vrtovi, perivi kolnici, zeleni krovovi) infrastrukturnih rješenja. S aspekta prostornog i infrastrukturnog planiranja, nužna je revizija važećih GUP-ova, izrada karata ugroženosti i plavljenja, te uvođenje regulatornih mehanizama koji će omogućiti implementaciju održivih urbanih drenažnih sustava (SUDS). Također, potrebna je edukacija dionika, multidisciplinarna suradnja i financijski poticaji za zelenu infrastrukturu. Uspješna prevencija i ublažavanje urbanih poplava temelji se na optimizaciji hidrauličkog kapaciteta sustava, povećanju infiltracijskih površina i integraciji adaptacijskih mjera u sve faze planiranja i izgradnje urbanih sredina.

^a Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, Hrvatska, danko.holjevic@voda.hr

^b Hidroprojekt-ing d.o.o., Draškovićeva 35/1, 10000 Zagreb, Hrvatska, tholjevic@hp-ing.hr

^c Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, Hrvatska, marinko.galiot@voda.hr

*KLJUČNE RIJEČI: Urbane poplave, Klimatske promjene, Zelena infrastruktura, Prostorno planiranje***ABSTRACT**

Urban floods represent a growing infrastructural risk in the context of climate change and increasing urbanization. These are pluvial floods that occur due to intense and short-term precipitation, when the capacity of existing stormwater drainage systems becomes insufficient to receive and drain rainwater. Unlike fluvial and coastal floods, these events occur independently of watercourses and are directly linked to the hydraulic limitations of urban systems. The fundamental causes include anthropogenic interventions such as unplanned urbanization, the reduction of natural retention capacities, and the increase of impervious surfaces, alongside increasingly pronounced extreme weather events. Infrastructural deficits, outdated and hydraulically insufficient pipelines, and unmaintained catchment systems further exacerbate the situation. Examples from European cities, such as Valencia, confirm the need for an integrated approach in the planning and design of stormwater drainage systems, which includes a combination of grey (retention basins, overflows, collector sewers) and green (rain gardens, permeable pavements, green roofs) infrastructure solutions. From the perspective of spatial and infrastructural planning, it is necessary to revise current General Urban Plans (GUPs), develop hazard and flood maps, and introduce regulatory mechanisms that will enable the implementation of sustainable urban drainage systems (SUDS). Furthermore, stakeholder education, multidisciplinary collaboration, and financial incentives for green infrastructure are required. Successful prevention and mitigation of urban floods are based on the optimization of the system's hydraulic capacity, an increase in infiltration surfaces, and the integration of adaptation measures into all phases of planning and construction in urban areas.

KEYWORDS: *Urban floods, Climate change, Green infrastructure, Spatial planning*

1. UVOD

U posljednjim desetljećima sve su učestalije ekstremne vremenske pojave koje imaju utjecaja na urbane sredine. Među njima, urbane poplave postaju sve prominentniji izazov za inženjere, urbaniste, lokalne vlasti i stanovništvo. Za razliku od riječnih i obalnih poplava koje se povezuju s prelijevanjem prirodnih vodnih tijela, urbane poplave najčešće nastaju kao rezultat intenzivnih oborina koje se javljaju u kratkom vremenskom roku, a koje urbana infrastruktura ne može dovoljno brzo prihvatiti i odvesti.

Razvoj urbanih područja često je pratio proces betonizacije i smanjenja zelenih površina, čime su izgubljene prirodne upojne zone koje bi omogućile infiltraciju vode. Osim toga, postojeći sustavi oborinske odvodnje u mnogim gradovima su

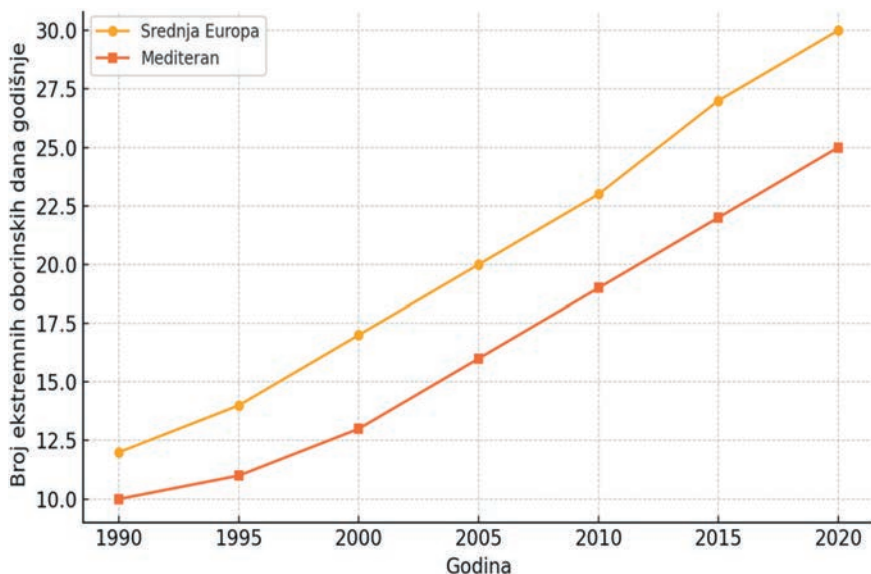
nedovoljno kapacitirani, zastarjeli ili loše održavani, što dodatno povećava rizik od nastanka plavljenja ulica, podrumskih prostora, prometnica i objekata. Klimatske promjene dodatno pogoršavaju situaciju - zabilježena je sve češća pojava kišnih ekstrema, pri čemu unutar nekoliko sati može pasti količina kiše jednaka mjesečnom pa i godišnjem prosjeku. To predstavlja ogroman pritisak na urbanu infrastrukturu, ali i na sustave civilne zaštite te prostorno planiranje. U ovom se radu obrađuju uzroci, posljedice i moguće mjere za prevenciju urbanih poplava s posebnim naglaskom na integrirano upravljanje oborinskim vodama, zelenu infrastrukturu i prilagodbu klimatskim promjenama u kontekstu urbanog razvoja.

2. URBANE POPLAVE

Urbane poplave predstavljaju specifičan oblik pluvijalnih (kišnih) poplava koje se javljaju u gusto izgrađenim urbanim područjima kada sustavi za odvodnju oborinskih voda (primjerice kišna kanalizacija, slivnici, retencijski bazeni) ne mogu kapacitetom, konfiguracijom ili stanjem održavanja učinkovito prihvatiti i odvesti naglo nadošle količine oborinske vode. Ova pojava rezultat je visokog stupnja površinske urbanizacije, gdje dominiraju vodonepropusni materijali (asfalt, beton, kamene ploče, krovne površine), što značajno povećava volumen i brzinu otjecanja te smanjuje mogućnost prirodne infiltracije. Za razliku od riječnih (fluvijalnih) i obalnih (obalno - plimnih) poplava koje nastaju uslijed porasta vodostaja rijeka, jezera ili mora, urbane poplave nastaju kao izravan odgovor na intenzivne oborinske događaje, neovisno o blizini vodotoka. Često se javljaju tijekom ekstremnih meteoroloških situacija (primjerice oluje ili lokalne superćelije) koje donose kratkotrajne, ali vrlo obilne oborine. Takvi događaji značajno premašuju projektne kapacitete postojećih kanalizacijskih sustava, osobito ako su oni projektirani prema starijim hidrotehničkim normama (primjerice 5 ili 10 - godišnji povratni period). Uzroci i faktori rizika pojave urbanih poplava mogu se identificirati kao utjecaji:

- klimatskih promjena: sve češće i intenzivnije oborine, s nepravilnom sezonskom raspodjelom,
- urbanizacije: širenje vodonepropusnih površina bez istovremenog razvoja oborinske infrastrukture,
- zapuštenost ili potkapacitiranost sustava odvodnje: poddimenzionirani kolektori, ispunjeni kanali, začepljeni slivnici,
- gubitak prirodnih retencijskih prostora: isušivanje močvara, zatrpavanje jaraka, krčenje vegetacije,
- neodgovarajuće prostorno planiranje i odsustvo integriranih sustava za upravljanje oborinskim vodama.

Trend povećanja intenziteta oborina u okviru klimatskih promjena najbolje ilustriraju rezultati provedenih analiza ekstremnih oborinskih događaja u Europi danih na Slici 1.



Slika 1. Trendovi ekstremnih oborinskih događaja u Europi za razdoblje 1990. - 2020.godine

Posljedice urbanih poplava najčešće su:

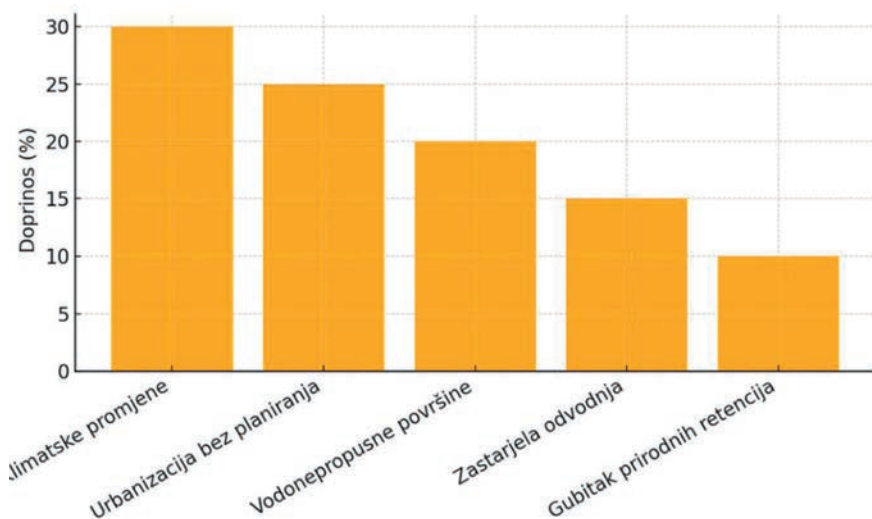
- zadržavanje vode na prometnicama,
- plavljenje podruma, garaža i prizemnih etaža objekata,
- kolaps prometa i zastoji u funkcioniranju infrastrukture,
- štete na komunalnim instalacijama i sustavima javne namjene.

Na Slici 2. dan je prikaz najčešćih posljedica urbanih poplava.



Slika 2. Primjeri posljedica urbanih poplava

Na slici 3. dan je prikaz procijenjenog doprinosa pojedinih uzroka u pojavi urbanih poplava.



Slika 3. Prikaz procijenjenih doprinosa pojedinih uzroka urbanim poplavama

Primjeri urbanih poplava iz bliske prošlosti potvrđuju prethodno navedene doprinosa pojedinih uzroka urbanih poplava. Tako je u slučaju poplava na širem području Valencije krajem listopada 2024., kada je istočnu obalu Španjolske pogodila iznimno jaka oluja. Najkritičnije razdoblje bilo je 29. i 30. listopada 2024., kada je u nekim dijelovima pokrajine Valencia palo preko 300 mm kiše u jednom danu, što je višestruko više od mjesečnog prosjeka. U mjestu Chiva zabilježeno je gotovo 500 mm oborina u samo 8 sati, dok je u gradu Turís u jednom satu palo rekordnih 184,6 mm kiše, što je novi španjolski rekord. Glavni uzrok poplava bila je meteorološka pojava DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos), poznata i kao “gota fría” ili izolirana visinska ciklona. Riječ je o atmosferskom fenomenu gdje se hladna zračna masa na visokoj nadmorskoj visini odvaja od uobičajenog strujanja i smjesti iznad područja toplog i vlažnog zraka. Uz meteorološke uzroke, važan faktor bila je i klimatska promjena. Znanstvenici ističu da sve toplije Sredozemno more povećava isparavanje i vlažnost zraka, što pridonosi jačim oborinama kada dođe do ovakvih hladnih kišnih razdoblja. Dugotrajna suša koja je prethodila ovoj poplavi također je odigrala ulogu - isušeno tlo slabije upija vodu, a vegetacija oslabljena sušom manje zadržava oborine. Tako je kombinacija prirodnih fenomena (DANA), geografskih čimbenika i utjecaja klimatskih promjena stvorila uvjete za katastrofalne poplave. Poplave su, nažalost, imale i tragične posljedice po ljudske živote. Smatra se da je ovo bila najsmrtonosnija poplava u modernoj povijesti Španjolske - život je izgubilo više od 220 ljudi. Mnoge nestale odnijeli su siloviti vođeni valovi ili su zatrpani pod ruševinama. Scenariji spašavanja bili su dramatični. Stanovnici su bili prisiljeni penjati se na krovove automobila ili katove zgrada kako bi izbjegli nadolazeću bujicu. Voda je u nekim gradovima narasla i

preko 2 metra visine u urbanim područjima, iznenadivši stanovnike koji do tada nisu doživjeli takav potop. Ukupno je u akcijama spašavanja evakuirano i spašeno preko 36.000 ljudi s poplavljenih područja. U danima nakon poplava pronađena su i tijela unesrećenih kilometrima nizvodno od njihovih mjesta stanovanja, što svjedoči o snazi vodenog udara. Oko 190.000 stanovnika bilo je izravno pogođeno (evakuirano, ozlijeđeno ili im je imovina uništena) ovom katastrofom. Uslijed poplava došlo je do prekida opskrbe strujom i vodom. Oko 150.000 korisnika u valencijskoj regiji ostalo je bez električne energije kada su trafostanice poplavljene ili preventivno isključene. Ekonomske posljedice ovih poplava osjetit će se još dugo. Osim direktne štete na imovini, prekid gospodarskih aktivnosti u danima nakon poplave rezultirao je gubicima za brojne tvrtke. Analitičari procjenjuju da je ova katastrofa smanjila BDP Španjolske za 0,1 do 0,2 postotna boda u četvrtom kvartalu 2024. godine. Poplava u Valenciji 2024. pokazala je svu razornu moć ekstremnih vremenskih prilika, ali i ukazala na potrebu sustavnog pristupa upravljanju rizicima.

3. PREVENCIJA URBANIH POPLAVA

Prevenција urbanih poplava zahtijeva integrirani pristup koji uključuje suvremene metode upravljanja oborinskim vodama, poput primjene zelene infrastrukture (kišni vrtovi, zelene krovne površine, infiltracijski rovovi), povećanja retencijskih kapaciteta, te revizije projektnih normi za dimenzioniranje sustava odvodnje u skladu s novim klimatskim realnostima. Građevinska rješenja kao zelena infrastruktura (kišni vrtovi, zeleni krovovi), retencijski bazeni i podzemni spremnici, te pametni sustavi odvodnje s automatizacijom i senzorima samo su dio sustava zaštite od urbanih poplava (Slika 4.).



Slika 4. Primjeri zelene infrastrukture kao dijela građevinskih mjera za prevenciju urbanih poplava

Vrlo važnu ulogu imaju i regulatorni te osobito planski aspekti upravljanja urbanim prostorom. Ograničenja koja se postavljaju su u smislu uvjeta nove izgradnje, a prvenstveno kroz definiranje minimalnih infiltracijskih koeficijenta, kao i infiltracijskih površina unutar građevinskih parcela. Nastavno potrebno je unutar urbanog prostora osigurati slobodne koridore za evakuaciju ekstremnih voda te omogućiti retencioni- ranje vode unutar zasebnih cjelina urbanih područja (osiguranjem zelenih površina i prostora čiju funkciju povremeno plavljenje ne može trajno ugroziti (parkirališta, igrališta, parkovi i slično). Urbanističko planiranje mora uključivati ugrađivanje mjera za zaštitu od urbanih poplava u sve razine prostornih planova. Zakonodavni i regulatorni okviri trebaju podržavati integrirano upravljanje oborinskim vodama,

te omogućiti cjeloviti pristup zaštiti od poplava, bujica i riječnih tokova koji se nalaze unutar urbanih područja, opcionalno i zaštiti od poplava mora (podizanje razine mora) te mjera zaštite od urbanih poplava.

ZAKLJUČAK

Urbane poplave su sve veći infrastrukturni rizik, nastao kao rezultat klimatskih promjena, intenzivne urbanizacije i zastarjelih sustava odvodnje. One se razlikuju od riječnih poplava jer su izravno povezane s hidrauličkim ograničenjima u urbanim područjima.

Ključni uzroci urbanih poplava uključuju:

- povećanje vodonepropusnih površina zbog neplanske urbanizacije,
- gubitak prirodnih retencijskih kapaciteta, poput močvara i vegetacije,
- nedostatne i zastarjele sustave odvodnje,
- sve češće i intenzivnije oborine uslijed klimatskih promjena.

Prevenција urbanih poplava zahtijeva integrirani pristup koji kombinira siva i zelena infrastrukturna rješenja. Sive mjere uključuju retencijske bazene i sabirne kolektore, dok zelene mjere obuhvaćaju kišne vrtove, propusne pločnike i zelene krovove. Uspješna borba protiv urbanih poplava temelji se na optimizaciji hidrauličkog kapaciteta, povećanju infiltracijskih površina i integraciji adaptacijskih mjera u sve faze urbanog planiranja i izgradnje. Nužno je revidirati urbanističke planove, uvesti regulatorne mehanizme za održive drenažne sustave (SUDS), educirati sve dionike i poticati financiranje zelene infrastrukture. Sinergija između stručnjaka, lokalnih vlasti i građana ključna je za učinkovitu prevenciju i ublažavanje urbanih poplava.

LITERATURA

- [1] Ashley, R., Garvin, S., Pasche, E., Vassilopoulos, A., Zevenbergen, C. (2007): *Advances in Urban Flood Management*. London: Taylor & Francis
- [2] Zevenbergen, C., Cashman, A., Evelpidou, N., Pasche, E., Garvin, S., Ashley, R. (2011): *Urban Flood Management*. Boca Raton: CRC Press
- [3] Kundzewicz, Z. W. et al. (2018): Urban flood risk in a changing climate. *Hydrological Sciences Journal*, 63(9), str. 1337 - 1352
- [4] Maksimović, Č. et al (2009): *Urban flood management in Europe*. Dordrecht: Springer
- [5] UNISDR. (2015): *Making Cities Resilient Report 2015: My city is getting ready*. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction
- [6] OECD. *Water and Cities: Ensuring Sustainable Futures*. Paris: OECD Publishing
- [7] European Environment Agency (EEA) (2020): *Urban adaptation to climate change in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union

- [8] Hrvatske vode (2024): Godišnje izvješće o stanju voda. Zagreb: Hrvatske vode, 2020 - 2024.
- [9] Vlada Republike Hrvatske (2020): Nacionalni plan prilagodbe klimatskim promjenama,. Narodne novine, broj 46/20

OKRUGLI STOL

Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

STUDIJA ZA DEFINIRANJE UPRAVLJANJA POPLAVNIM RIZICIMA U MINSKI SUMNJIVIM PODRUČJIMA

STUDY FOR DEFINING FLOOD RISK MANAGEMENT IN MINE – SUSPECTED AREAS

Vlatko Kadić, dipl. ing. građ. ^a, izv. prof. dr. sc. Damir Bekić, dipl. ing. građ. ^b,
Save Španja, dipl. ing. građ. ^c, Bojan Papić, deminer u mirovini ^d

SAŽETAK

Studija za definiranje upravljanja poplavnim rizicima u minski sumnjivim područjima se bavi upravljanjem kombiniranim rizikom od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava (MES) koja su posljedica ratnih zbivanja u Hrvatskoj. Unatoč značajnom napretku u razminiranju, preostala minski sumnjiva područja (MSP) i dalje predstavljaju prijetnju, osobito u blizini rijeka i poplavnih zona. Poplave, kao česte i opasne prirodne nepogode u Hrvatskoj, mogu uzrokovati pomicanje mina erozijom ili snažnim vodenim tokovima, čime se ugrožavaju i ranije sigurna područja. Studija koristi GIS analize i postojeće podatke Hrvatskog centra za razminiranje te predlaže metodologiju procjene kombiniranog rizika kroz načela „izvora“ (lokacije mina) i „puta“ (potencijalni prijenos vodom). Rezultati pokazuju da je pokretanje mina rijetko, ali opasnost nije zanemariva, osobito zbog mogućeg otplavljivanja oznaka upozorenja. Predložene su dopune metodologije procjene rizika od poplava, uključivanje MSP u karte rizika te specifični cilj u Plan upravljanja rizicima od poplava: smanjenje utjecaja MES na posljedice poplava. Također, preporučene su izmjene operativnih planova obrane od poplava i izrada posebnih dopunskih karata, namijenjenih isključivo

^a Hidrokonzalt projektiranje d.o.o. Hvarska 11, Zagreb, 10000, Hrvatska, vlatko.kadic@hidrokonzalt.hr

^b Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, 10000, Hrvatska, damir.bekic@grad.hr

^c IDT d.o.o., Kralja Petra Svačića 16, Osijek, 31000, Hrvatska, save.spanja@idt-os.hr

^d bojan.papic@gmail.com

stručnim službama. Ukupni troškovi dopunskih mjera procjenjuju se na oko 80.000 eura jednokratno te oko 13.500 eura godišnje, a studija se planira novelirati u šestogodišnjim ciklusima.

KLJUČNE RIJEČI: Poplava, Mine, Kombinirani pristup

ABSTRACT

The Study for defining flood risk management in mine - suspected areas addresses the management of combined risks from floods and mine-explosive devices (MED), which are a consequence of war activities in Croatia. Despite significant progress in demining, remaining mine-suspected areas (MSA) continue to pose a threat, particularly near rivers and flood zones. Floods, as frequent and dangerous natural hazards in Croatia, can cause the displacement of mines through erosion or strong water currents, thereby endangering areas that were previously considered safe. The study uses GIS analyses and existing data from the Croatian Mine Action Centre and proposes a methodology for assessing combined risk based on the principles of the "source" (mine locations) and the "pathway" (potential transport by water). Results show that mine movement is rare, but the danger cannot be ignored, especially due to the possible washing away of warning signs. Proposed measures include supplements to the flood risk assessment methodology, incorporating MSA into risk maps, and defining a specific objective in the Flood Risk Management Plan: reducing the impact of MED on the consequences of floods. Changes to operational flood defense plans are also recommended, along with the creation of special supplementary maps intended exclusively for professional services. The total costs of supplementary measures are estimated at about 80.000 euro one-time and about 13.500 euro annually, with the study planned to be updated in six - year cycles.

KEYWORDS: Flood, Mines, Combined approach

1. UVOD

Studijom za definiranje upravljanja poplavnim rizicima u minski sumnjivim područjima obrađena je problematika upravljanja kombiniranim rizikom od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava (MES), koja su i dalje prisutna u Republici Hrvatskoj nakon ratnih zbivanja u devedesetim godinama prošlog stoljeća.

Zbog duge djelotvornosti, čak i preko 50 godina, mine prijete generacijama ljudi, usporavaju ekonomski razvoj i društveni napredak uzrokujući zdravstvene i ekološke posljedice. Poplave su prirodni fenomeni čije se pojave ne mogu izbjeći. Poplave potencijalno ugrožavaju oko 15 % državnog kopnenog teritorija Republike Hrvatske koja je zbog geografskog prostora u kojem se nalazi, kulturnih dobara i nedovoljno izgrađenih zaštitnih sustava u velikoj mjeri ranjiva od poplava.

Zapažanja posljedica poplava na minskim poljima u novije vrijeme postoje u Bosni i Hercegovini gdje je 2014. godine poplava širokih razmjera aktivirala cijeli niz minski

sumnjivih područja na kojima se još nisu provele aktivnosti razminiranja. Elaborat koji na tu temu postoji, „Razmjere uticaja poplava, bujica i klizišta na minska polja u BiH“ Centra za uklanjanje mina u BiH, jasno ističe problematiku seljenja minsko - eksplozivnih sredstava tijekom trajanja poplava i djelovanja sila uzgona na iste. Potpuno je jasno da za pouzdano hidrodinamičko modeliranje kompleksnih procesa ispiranja i pronosa minsko - eksplozivnih sredstava na području cjelokupne Hrvatske ne postoje dovoljno kvalitetni podaci ni ostali resursi te da se ono može provesti samo za relativno ograničene lokalitete. Radi toga su korištene jednostavne ali robusne GIS analize, bazirane na informacijama iz literature i stručnom iskustvu a koje se mogu aplicirati na širem području i za koje postoje potrebni podaci.

Pristup unaprjeđenju Prethodne procjene rizika od poplava je u mnogome definiran postojećom metodologijom koja se namjerava zadržati u budućnosti uz eventualne manje dorade kao što je ova. Analizom metodologije uočena su tri osnovna koraka i to: određivanje preliminarnog rizika, korekcija preliminarnog rizika i verifikacija rezultata.

Prijedlog karata za potrebe operativne obrane od poplava i karata za potrebe planova upravljanja rizicima od poplava usklađen je sa zahtjevima i viđenjima Hrvatskih voda. Objektivna metoda definiranja prijedloga izgleda karata ne postoji pa su ispitane potrebe Hrvatskih voda putem sastanaka i putem ciljanog anketiranja ograničenog broja djelatnika Hrvatskih voda.

Metodologija za procjenu kombiniranog rizika od minsko - eksplozivnih sredstava i poplava za osnovu ima literaturne podatke, postojeće stručno iskustvo te postojeću praksu i načela u postupanju sa minsko - eksplozivnim sredstvima koja vrijede u Hrvatskoj.

Prijedlog dopune plana upravljanja rizicima od poplava usklađen je za zahtjevima Hrvatskih voda, odnosno objektivnim potrebama za informacijama koje su rezultat ove studije u vidu dopune ciljeva upravljanja rizicima od poplava, prijedloga programa mjera za postizanje ciljeva te indikatora za praćenje postignutih ciljeva.

Prijedlog dopune dokumenata operativne obrane od poplava usklađen je sa zahtjevima Hrvatskih voda, a čine ga prijedlog dopune planskih dokumenata obrane od poplava, dakle, Državnog plana obrane od poplava, Glavnog provedbenog plana obrane od poplava te provedbenih planova obrane od poplava branjenih područja.

2. UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA U MINSKI SUMNJIVIM PODRUČJIMA

2.1. Procjena potencijalne rasprostranjenosti minsko - eksplozivnih sredstava za potrebe upravljanja rizicima od poplava

Hrvatska je jedna od minama najonečišćenijih zemalja u svijetu ali se smatra “minski - sigurnom” u smislu da postoji sigurnost prometne infrastrukture, turističkih desti-

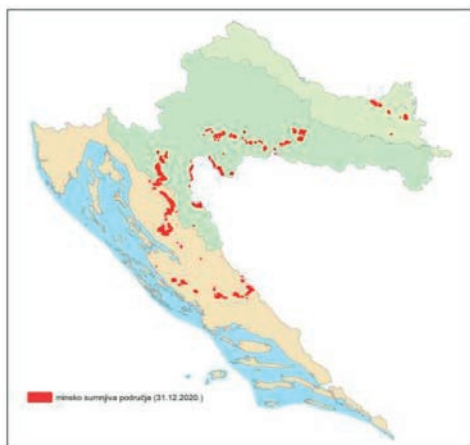
nacija, područja obnove, kućnih dvorišta i područja oko građevina za različite javne potrebe. Smatra se da je nakon Domovinskog rata zaostalo više od 70.000 mina i nepoznat broj neeksploziviranih ubojnih sredstava, uglavnom na lokacijama sukoba, najčešće na područjima pokrivenim šumama i poljoprivrednim površinama.

Prema dokumentu „UNDP Procjena potreba oporavka za protuminsko djelovanje u poplavljenim područjima istočne Hrvatske“ (UNDP, 2015), postoji velika zabrinutost u Hrvatskoj koja se temelji na vjerovanju da mine mogu erodirati iz tla, a potom ‘plivati’ nošene poplavnim vodama onečišćujući velika područja koja prethodno nisu bila minski potvrđena ili sumnjiva područja, a to je i razlog zašto je rađena ova studija.

Prema Planu razminiranja za 2019. godinu (Vlada Republike Hrvatske, 2019), u razdoblju od 1991. do kraja 2018. godine u 1.372 minska incidenta i nesreća stradalo je 2.006 osoba, od čega 523 osobe smrtno. Iz podataka je očigledno naglo smanjenje broja žrtava tijekom godina što navodi na zaključak da se opasnost od ove ugroze bitno smanjuje.

Tijekom provođenja dijela mjera neposredne redovite i izvanredne obrane od poplava može se dogoditi potreba žurnog djelovanja na područjima izvan sigurnih koridora pa čak i na minski sumnjivim područjima.

Za potrebe definiranja prostornog sloja „Potencijalno minski sumnjivih područja“ korišteni su podaci o minsko sumnjivim područjima na području Republike Hrvatske dobiveni od Hrvatskog centra za razminiranje (HCR) 17. ožujka 2021. godine. Sastoje se od 999 područja ukupne površine 249,4 km² od čega oko 7 % na području podslivova rijeka Drave i Dunava, oko 52 % na slivu Save, a preostalih 41 % na jadranskom vodnom području.



Slika 1. Minski sumnjiva područja, stanje 31. prosinca 2020. godine

- načelu predostrožnosti u postupanju sa minsko - eksplozivnim sredstvima,
- različitim stupnjevima detaljnosti i točnosti podataka,
- usuglašenosti sa službenim kartama opasnosti od poplava i rizika od poplava,
- potrebi korištenja rezultata za Prethodnu procjenu rizika od poplava i Program mjera Plana upravljanja rizicima od poplava,
- potrebama operativne obrane od poplava i ostalih grana vodnog gospodarstva,
- zadanom konceptu „izvor“ - „put“,
- transparentnosti i mogućnosti redovitog dopunjavanja na jednostavan način uz korištenje alata koje posjeduju Hrvatske vode.

- „izvor“ su potencijalne lokacije na kojima su vjerojatno zaostala minsko - eksplozivna sredstva i lokacije sa kojih otvorenim vodenim tokovima minsko - eksplozivna sredstva mogu biti pokrenuta poplavama.
- „Put“ potencijalnog pronosa minsko - eksplozivnih sredstava vodama.

Tablica 1. Minski sumnjiva područja

POVRŠINA MINSKI SUMNJIVIH PODRUČJA						
PODRUČJE	POVRŠINA (km ²)					UKUPNO
	UZ VODENE POVRŠINE	NA POPLAVNOM PODRUČJU			IZVAN POPLAVNOG PODRUČJA	
		VV	SV	MV		
Područje podslivova rijeka Drave i Dunava	0,54	16,98	0,03	0,06	0,00	17,61
Područje podsliva rijeke Save	6,29	3,09	0,59	1,11	120,64	131,72
Vodno područje rijeke Dunav	6,83	20,07	0,62	1,17	120,64	149,33
Jadransko vodno područje	1,12	0,17	0,05	0,01	98,71	100,06
Hrvatska	7,95	20,24	0,67	1,17	219,35	249,38

VV – na poplavnom području velike vjerojatnosti bez pojasa uz vodene površine
SV – na poplavnom području srednje vjerojatnosti bez pojasa koji pripada poplavama velike vjerojatnosti i pojasu uz vode
MV – na poplavnom području male vjerojatnosti bez pojasa koji pripada poplavama srednje vjerojatnosti i pojasu uz vode

2.2. Prijedlog dopune Prethodne procjene rizika od poplava informacijama o minski sumnjivim područjima

Treba imati u vidu da su informacije o kombiniranom riziku od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava vrlo rijetke. Budući da se Prethodna procjena rizika od poplava izrađuje na temelju raspoloživih podataka ili lako dostupnih informacija moguće je korištenje:

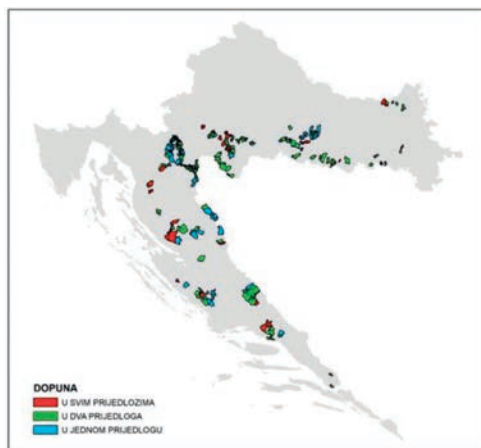
- informacija o minski sumnjivim područjima,
- rezultata ove studije (potencijalno minski sumnjivih područja) te
- ostalih općih podloga koje budu dostupne u trenutku rada na dokumentu.

U Studiji su razrađene i testirane dvije varijante prijedloga dopune Prethodne procjene rizika od poplava bazirane na korekcijama intenziteta štetnih posljedica na potencijalno minski sumnjivim područjima za određene kategorije korištenja zemljišta, kao što su područja namijenjena kupanju i rekreaciji na vodi, brdske akumulacije i retencije i poljoprivredno zemljište.

Rezultati su kako slijedi:

- dopuna metodologije za procjenu preliminarnih rizika je rezultirala sa povećanjem broja područja potencijalno značajnih rizika od poplava za 128,
- dopuna metodologije za korekciju preliminarnih rizika je rezultirala sa povećanjem broja područja potencijalno značajnih rizika od poplava za 75,
- pretpostavka drugačijeg donošenja stručne procjene pri verifikaciji područja potencijalno značajnih rizika od poplava rezultirala je sa povećanjem broja područja potencijalno značajnih rizika od poplava za 227.

Od toga 32 elementa su postala područja potencijalno značajnih rizika od poplava svim prijedlozima, 136 u dva prijedloga i 77 u jednom prijedlogu.



Slika 2. Dopuna područja potencijalno značajnog rizika prema prijedlozima

Različitim prijedlozima je broj područja potencijalno značajnih rizika promijenjen za između 1 i 3 % ukupnog broja elemenata pa se može reći da uvrštavanje kombiniranog rizika od poplava i minsko eksplozivnih sredstava ne utječe puno na rezultate Prethodne procjene rizika od poplava.

Predlaže se dopuna metodologije za procjenu preliminarnih rizika jer je zasnovana na teorijski najjasnijim postavkama i rezultira s umjerenim povećanjem broja područja potencijalno značajnih rizika od poplava.

2.3. Prijedlog dopune karata rizika od poplava i procjena rizika od poplava na minski sumnjivim područjima

U slučaju kombiniranog rizika od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava, za potrebe postojećih vodnogospodarskih potreba u upravljanju rizicima od poplava, prvenstveno Planova upravljanja rizicima od poplava i studija izvodljivosti predlaže se sljedeći pristup:

- nepovoljni događaj je poplava na potencijalno minsko sumnjivom području a vjerojatnost pojave poplave odgovara vjerojatnosti nepovoljnog događaja,
- s obzirom na senzibiliziranost javnosti na stradavanje od minsko - eksplozivnih sredstava te princip o „neprocjenjivosti“ ljudskog života, intencija društva je da se izbjegnu takvi neželjeni događaji prvenstveno preventivnim aktivnostima ne ulazeći u detaljne financijske analize troškova i koristi.

Takav pristup u potpunosti odražava situaciju kakva se događa na terenu u praksi jer se preventivne aktivnosti vezane za minsko - eksplozivna sredstva provode prije nego što dođe do stradavanja stanovništva. Stradavanje stanovništva od minsko - eksplozivnih sredstava tijekom poplave je vrlo rijedak slučaj, pa ga se ne može kvantificirati.

Prema zakonskoj regulativi najznačajnije aktivnosti koje se provode na minsko sumnjivim područjima su:

- opći izvid,
- tehnički izvid,
- razminiranje.

Nadalje, studijom je predviđeno:

- predložiti izgled i definirati predložak za karte rizika od poplava za kombinirani rizik,
- razmotriti opravdanost uvrštavanja informacija o minsko - eksplozivnim sredstvima u karte rizika od poplava dostupne javnosti.

Karte koje se prilažu uz provedbene planove branjenih područja nisu standardizirane i razlikuju se između pojedinih sektora za obranu od poplava. U nekim slučajevima karte se izrađuju za pojedine dionice, a ponekad za cijelo branjeno područje.

Karte opasnosti i rizika od poplava su standardizirane i sadrže informacije koje se

zahtijevaju EU Direktivom o poplavama. Izgled karata je definiran ranijim Twinning projektom.

Nastavno je prikazan prijedlog koji najvećim dijelom obuhvaća prevladavajuća mišljenja djelatnika Hrvatskih voda. Prijedlog se zasniva na kartama koje su izrađene za potrebe provedbenih planova obrane od poplava branjenih područja na slivu VGO-a za srednju i donju Savu kojima su dodani traženi sadržaji.

Jedna od mogućnosti informiranja javnosti o kombiniranom riziku od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava je putem karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava iz Planova upravljanja rizicima od poplava. Predlaže se:

- da se informacije o minsko - eksplozivnim sredstvima ne uvrštavaju u opće karte opasnosti i rizika od poplava,
- da se u suradnji vodnog gospodarstva i institucija nadležnih za minsko - eksplozivna sredstva izrade usklađene specijalne karte s manjim brojem sadržaja koje bi također bile podloga za Plan upravljanja rizicima od poplava, ali bi bile prilagodljivije potrebama (češće dopunjavanje) te mogle sadržavati jasnija upozorenja i objašnjenja,
- na tim kartama se prikazuju:
 - Varijanta 1: minsko sumnjiva područja koja još nisu razminirana i putevi pronosa minsko - eksplozivnih sredstava vodama,
 - Varijanta 2: samo minsko sumnjiva područja koja još nisu razminirana.

U odnosu na osnovne karte rizika od poplava iz ovih posebnih karata su izostavljeni:

- broj ugroženih stanovnika, jer se on odnosi na ugroženost od poplava a ne od kombiniranog rizika,
- broj ugroženih kulturnih dobara iz istog razloga,
- Natura 2000 zaštićena područja i zone sanitarne zaštite radi bolje preglednosti.

Prijedlog tumača i izgleda takvih karata je prikazan u studiji i pratećem elektronskom mediju. Predlaže se korištenje prve varijante jer sadrži više informacija.

2.4. Prijedlog dopune Plana upravljanja rizicima od poplava na minski sumnjivim područjima

Planiranje upravljanja rizicima od poplava se provodi sukladno Direktivi 2007/60/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (Tekst značajan za EGP) (SL L 288, 6.11.2007., u daljnjem tekstu: Direktiva o procjeni i upravljanju rizicima od poplava) i Zakonu o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23). Plan upravljanja vodnim područjima - Komponenta II. Upravljanje rizicima od poplava izrađuje se prema člancima 124., 125., 126. i 127. Zakona o vodama vezano uz provedbu Direktive o poplavama.

Nakon analize ciljeva upravljanja rizicima od poplava iz PURP-a za razdoblje 2016. - 2021., predlaže se sljedeći dopunski specifični cilj upravljanja kombiniranim rizikom od poplava i MES:

Otkloniti utjecaj minsko - eksplozivnih sredstava na potencijalne štetne posljedice od poplava i na taj način doprinijeti smanjivanju rizika od poplava.

S obzirom da u trenutku izrade ove studije nisu poznati financijski aspekti PURP-a nije moguće dati program mjera koji bi se u potpunosti uklopio u PURP. Koje mjere će se uvrstiti u plan treba odlučiti u trenutku sastavljanja financijske konstrukcije plana vodeći računa kako o općem redoslijedu, prioritetima, kapacitetima i fazama realizacije plana tako i onim koji su specifični za kombinirani rizik od minsko - eksplozivnih sredstava i poplava. Iz tog razloga, kao i iz razloga što se poplavni događaji ne mogu predvidjeti, ovdje će se dati specifični prioriteti, indikatori, redoslijed te prema mogućnostima ukupni ili jedinični troškovi. Dakle, može se zaključiti da ukupni troškovi prijedloga programa iznose (bez aktivnosti na razminiranju i bez aktivnosti tijekom obrane od poplava) oko 80.000 eura jednokratno te oko 13.500 eura godišnje. Programom mjera je predviđena novelacija ove studije u redovnim planskim ciklusima, svakih 6 godina. Na taj način bi se stvorila novelirana podloga koja bi omogućila uključivanje ovog aspekta upravljanja rizicima od poplava na primjeren način u PURP te provođenje optimalnih mjera u sljedećem planskom ciklusu.

2.5. Prijedlog dopune dokumenata operativne obrane od poplava u minsko sumnjivim područjima

Dokumenti operativne obrane od poplava se sastoje od:

- Državni plan obrane od poplava (Narodne novine, br. 84/10) (DPOP),
- Glavni provedbeni plan obrane od poplava (GPPOP),
- Provedbeni planovi obrane od poplava branjenih područja (PPOPBP).

Ovi dokumenti su detaljno analizirani da bi se utvrdila potrebe i mogućnosti izmjena i dopuna kojima bi se adresirao kombinirani rizik od poplava i MES. Sažetak prijedloga dopuna operativnih dokumenata obrane od poplava je kako slijedi.

1. Ukoliko bi Vlada Republike Hrvatske razmatrala izmjene i dopune DPOP-a, predlaže se razmatranje dopune popisa mjera iz čl. XIII. vezano na kombinirani rizik od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava u svakoj od grupa mjera kako slijedi:
 - mjere planiranja, studijskih poslova i praćenja vodnog režima,
 - mjere uređenja voda,
 - preventivne pripremne radnje,
 - neposredne mjere redovite i izvanredne obrane od poplava,
 - radnje nakon prestanka redovite obrane od poplava.

2. Ukoliko bi Hrvatske vode razmatrale izmjene i dopune GPOP-a, predlažu se dopune sadržaja svih izvješća o provedenim mjerama obrane od poplava specificiranih u Privitku 4 kako slijedi:
 - a) dnevna izvješća,
 - b) povremena izvješća,
 - c) cjelovita izvješća,
 - d) konačna godišnja izvješća.
3. S obzirom da se provedbeni planovi obrane od poplava branjenih područja ne ažuriraju redovito, a da se obuhvat MSP-ova kontinuirano smanjuje, „službene“ informacije o MSP-ovima u sklopu PPOPBP-ova bi u danom trenutku vjerojatno bile zastarjele. Stoga se predlaže da se tekstualni i grafički dio službenih, javno dostupnih PPOPBP-ova ne dopunjava informacijama vezanim na kombinirani rizik od poplava i minsko - eksplozivnih sredstava u smislu prikaza MSP-ova na branjenom području u određenom trenutku, ali da se za potrebe obrane od poplava izrađuju i kontinuirano ažuriraju dopunske karte koje neće biti formalno sastavni dio PPOPBP-ova i koje neće biti javno dostupne.
4. Predlaže se da dopunske karte zasnivaju na kartama koje su izrađene za potrebe provedbenih planova obrane od poplava branjenih područja na području VGO-a za srednju i donju Sava, na kojima bi se dodali sljedeći sadržaji vezani na minsko - eksplozivna sredstva:
 - a. obuhvat minski sumnjivih područja,
 - b. potencijalni pronos minsko - eksplozivnih sredstava vodotokom,te da ih prati popis dionica na kojima se mogu očekivati MSP. Ove priloge treba obnavljati redovito jednom godišnje.

ZAKLJUČAK

Studija o definiranju upravljanja poplavnim rizicima u minski sumnjivim područjima (MSP) predstavlja važan doprinos integriranju dvaju kompleksnih sigurnosnih izazova: poplava i zaostalih minsko - eksplozivnih sredstava (MES). Unatoč značajnom napretku u protuminskom djelovanju, Hrvatska se i dalje suočava s problemom MSP, posebice u riječnim slivovima i poplavnim zonama koje čine 15 % državnog teritorija. Poplave, kao jedna od najopasnijih prirodnih nepogoda u zemlji, mogu potaknuti eroziju i pomicanje mina, čime se ugrožavaju i ranije sigurni prostori.

Studija jasno pokazuje da je premještanje mina uslijed poplava rijetka, ali potencijalno vrlo opasna pojava, koja zahtijeva ciljne i stručne mjere. Predložena metodologija temelji se na GIS analizama i načelima „izvora“ i „puta“, a omogućuje pouzdano uključivanje MSP u procjene i planove upravljanja poplavnim rizicima. Uvođenje kombiniranog rizika u karte i planove, iako statistički ne mijenja značajno ukupne procjene, donosi dodatnu razinu sigurnosti i specifično odgovara hrvatskom kontekstu.

Preporuča se dopuna postojećih planova obrane od poplava te izrada posebnih, stručnih karata MSP-a i potencijalnog pronosa mina, koje neće biti javno dostupne, već namijenjene operativnim službama. Time se osigurava bolja koordinacija, brže reagiranje i smanjenje rizika po stanovništvo i infrastrukturu.

Konačno, naglašava se da su preventivne aktivnosti, razminiranje te pravovremeno uključivanje kombiniranog rizika u planove obrane i upravljanja poplavama ključni za zaštitu ljudskih života, okoliša i društveno - gospodarskog razvoja Hrvatske. Sustavno praćenje, ažuriranje podataka i redovita novelacija studije osiguravaju održivost i dugoročnu učinkovitost predloženog pristupa.

LITERATURA

- [1] Studija za definiranje upravljanja poplavnim rizicima u minski sumnjivim područjima (VEPAR), HidroKonzalt projektiranje d.o.o., Zagreb; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb; IDT d.o.o., Osijek; 2021.; <https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/PUVP3%20-%20URP%20-%200008.pdf>
- [2] Procjena potreba oporavka za protuminsko djelovanje u poplavljenim područjima istočne Hrvatske; UNDP; 2015.

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

**MOGUĆNOSTI PRIMJENE DALJINSKIH
ISTRAŽIVANJA U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD
POPLAVA**

**APPLICATION OF REMOTE SENSING IN FLOOD
RISK MANAGEMENT**

Ana Jelka Graf, dipl. ing. građ. ^a, Damir Matić, mag. ing. geod. et. geoinf. ^b

SAŽETAK

Pretpostavka za učinkovito upravljanje vodama jest raspolaganje podacima i informacijama koje se odnose na vodne resurse i sustave te korisnike tih resursa. Hrvatske vode zadužene su za prikupljanje podataka iz svih izvora plavljenja pa tako i onih u kojima ne sudjeluju u operativnom smislu, primjerice poplave izazvane pojavom obilnih oborina ili visokih razina mora. Samim time javila se potreba za prikupljanjem podataka o poplavnim događajima iz različitih izvora plavljenja, usklađivanjem načina obrade i prikaza prikupljenih podataka, dopunom Registra poplavnih događaja te prilagodbom načina prikaza pojedinih podataka za potrebe njihova izdavanja. Kako bi se ispunili svi ovi zahtjevi te pružila što relevantnija informacija, nameće se potreba uspostave sustava prikupljanja podataka koji može pružiti informacije u svim uvjetima. Kroz projekt „Analiza mogućnosti primjene daljinskih istraživanja u upravljanju rizicima od poplava - VEPAR” testirana je mogućnost primjene različitih tehnologija te su dani prijedlozi unaprjeđenja sustava za prikupljanje informacija o poplavama i prijedlozi dopune Registra poplavnih događaja novim slojevima informacija.

KLJUČNE RIJEČI: *Upravljanje rizicima od poplava, Daljinska istraživanja*

^a VPB, Ulica grada Vukovara 271, Zagreb, 10000 Hrvatska, ana.tomic@vpb.hr

^b List Labs, Palinovečka 49, Zagreb, 10000 Hrvatska, damir.matic@listlabs.net

ABSTRACT

An effective water management presupposes the availability of comprehensive data related to water resources and water associated systems. Croatian Waters (Hrvatske vode), as the national body responsible for water management, is mandated to collect flood related data for different types of floods, including those that are not under their direct operational jurisdiction (e.g. pluvial or coastal floods). A systematic approach to data acquisition, processing and visualization that will lead to enhancement of The Flood Event Register and data dissemination that meets stakeholders specific requirements is therefore essential. Within the framework of VEPAR project, the applicability of remote sensing and geospatial technologies in flood risk management has been tested for each type of flood and recommendations related to the optimization of the flood information acquisition system given.

KEYWORDS: *Flood risk management, Remote sensing*

1. UVOD

Pretpostavka za učinkovito upravljanje vodama jest raspolaganje podacima i informacijama koje se odnose na vodne resurse i sustave te njihove korisnike. Informacije o poplavnim događajima služe kao podrška različitim analizama, prognozama, predviđanjima, optimalizaciji resursa, i općenito u donošenju upravljačkih odluka, kako pojedinih službi Hrvatskih voda, tako i drugih sektora iz domene upravljanja rizicima (sustav civilne zaštite, ministarstvo financija, ministarstvo nadležno za prostorno planiranje i slično).

Hrvatske vode u sklopu operativne obrane od poplava za svaki velikovodni ili poplavni događaj prikupljaju niz podataka koji se odnose na njihovu nadležnost. Od stupanja na snagu Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava (Direktiva 2007/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2007.) sustav prikupljanja informacija se kontinuirano dorađuje i dopunjava novim informacijama te pohranjuje u Registar poplavnih događaja, koji predstavlja osnovu za izradu i donošenje svih planskih dokumenata Hrvatskih voda. Registar je javno dostupan (<https://voda.hr/hr/registar-poplavnih-dogadaja>) i povezan s geoportalom Hrvatskih voda (<http://geoportal.voda.hr/>).

Hrvatske vode imaju obvezu prikupljati podatke o poplavama iz svih izvora plavljenja pa tako i onih u kojima ne sudjeluju u operativnom smislu, primjerice poplave izazvane pojavom obilnih oborina ili visokih razina mora. U pogledu značajnosti poplavnih događaja, značajnim se smatraju i u Registar poplavnih događaja uvrštavaju svi poplavni događaji koji su prouzročili štetne posljedice, bez obzira na njihovu veličinu, trajanje, lokaciju i ostale karakteristike. Kako bi se ispunili svi zahtjevi vezani za prikupljanje i distribuciju podataka te pružila što relevantnija informacija o poplavnim događajima, nameće se potreba uspostave sustava prikupljanja koji može pružiti informacije u svim uvjetima, a koji će uvažiti prednosti novih tehnologija.

Već dugi niz godina kao jedna od efikasnih metoda za prikupljanje informacija o zabilježenim poplavama navode se metode daljinskog motrenja, a naročito interpretacija satelitskih snimki. U praksi se ovaj pristup često pokazao efikasnim i priuštivim, ali u pojedinim situacijama neprimjenjiv ili ograničenih mogućnosti u prikupljanju i povezivanju drugih informacija vezanih za poplavne događaje (trajnost, vjerojatnost pojave, štetne posljedice, provedene aktivnosti na obrani od poplava i slično). Kako bi se odredio optimalan sustav prikupljanja podataka kroz projekt „Analiza mogućnosti primjene daljinskih istraživanja u upravljanju rizicima od poplava - VEPAR” (VPB, 2023.) razmotrena je mogućnosti primjene inovativnih tehnologija i tehnologija daljinskog motrenja u određivanju prostornog obuhvata poplava i drugih značajki poplava.

2. MOGUĆNOSTI PRIMJENE DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA U UPRAVLJANJU RIZICIMA OD POPLAVA

Primjena određene metode prikupljanja podataka ovisi o dostupnim resursima, geografskim karakteristikama promatranog područja te ciljevima istraživanja. Uobičajene metode prikupljanja podataka o poplavama baziraju se na praćenju vodostaja i protoka na referentnim vodomjernim postajama, prognostičkim modelima i terenskom radu nadležnih službi, prvenstveno djelatnika Hrvatskih voda u sklopu operativne obrane od poplava. Tom prilikom se prikuplja niz informacija - o hidrometeorološkim uvjetima, dionicama za koje se provode mjere, vrsti provedenih mjera, stanju i tendenciji vodostaja i protoka, stanju regulacijskih i vodozaštinskih građevina i građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju, aktivaciji objekata za rasterećenje velikih voda, angažiranim ljudima i sredstvima i slično. Međutim, ovakav način rada ima i svoja ograničenja, prvenstveno kada su poplavama obuhvaćena velika ili teško pristupačna područja.

Glavne prednosti daljinskih istraživanja nad drugim metodama odnose se na nenarušavanje objekta ili područja promatranja, mogućnost istraživanja teško pristupačnih ili gotovo nepristupačnih terena, različitih prostornih objekata i njihovih međusobnih odnosa, njihovo identificiranje i klasificiranje te primjena u različitim disciplinama (analiza klimatskih promjena, upravljanje prostorom, navigacija, poljoprivreda i šumarstvo i slično).

Prema Oštir i Mulahusić (2014.), daljinska istraživanja mogu se definirati kao „znanost o dobivanju informacija o površini Zemlje, a da se s njom ne dođe u neposredni dodir (kontakt). Pri tome se opaža i zapisuje odbijeno ili emitirano elektromagnetsko zračenje, a potom se obrađuje, analizira i koristi u različitim aplikacijama“. Svaki entitet, poput različitih vrsta vegetacije, tla ili vode, reflektira svjetlost na jedinstven način preko nekoliko spektralnih kanala ili valnih duljina (takozvani spektralni potpis objekta), što omogućuje njihovo razlikovanje i identificiranje pomoću različitih senzora.

2.1. Pregled dostupnih tehnologija

Za snimanje i praćenje poplava na raspolaganju je niz fotografskih i nefotografskih postupaka: korištenje satelitskih snimki, bespilotnih letjelica i aviona te LIDAR, a mogućnost primjene pojedine tehnologije ovisi o karakteru poplave i fazi upravljanja rizikom.

U praksi se vrlo često koriste satelitske snimke odnosno podaci sa satelita prikupljeni kroz program Copernicus, koji je pokrenula Europska komisija u partnerstvu s Europskom svemirskom agencijom (Sentinel - 1 i Sentinel - 2; dostupni na Copernicus Open Access platformi) te podaci Američke svemirske agencije NASA (Landsat, SWOT; pristup putem USGS Earth Explorer platforme). Također, dostupan je velik broj komercijalnih satelitskih misija koje pružaju velike količine podataka različitih prostornih, spektralnih, radiometrijskih i vremenskih razlučivosti (primjerice PlanetScope).

Prednost satelitskih snimki proizlazi iz njihove mogućnosti pokrivanja vrlo velikog prostora u kratkom vremenu i mogućnosti povijesne analize, a mogu se kombinirati i s AI alatima za automatsku detekciju poplavljenih područja. Osnovni nedostatak korištenja satelitskih snimki je njihova rezolucija, kako vremenska (ne snimaju kontinuirano već ovisno o orbiti i prioritetima snimanja), tako i prostorna, što može otežati identifikaciju manjih objekata i detalja. Kvaliteta snimki ovisi i o primijenjenoj tehnologiji: optičke satelitske snimke su podložne vremenskim uvjetima pa se u uvjetima kada su prisutni oblaci, kiša ili magla preporuča korištenje snimki satelita s aktivnim radarom (engl. Synthetic Aperture Radar - SAR). Budući da radarski sustavi koriste elektromagnetske valove koji su manje osjetljivi na atmosferske uvjete, mogu pružiti informacije o poplavama čak i u uvjetima loše vidljivosti. Također, radarski signali imaju visoku osjetljivost na vodne površine, što omogućuje precizno identificiranje i praćenje poplavnih područja. Nedostatak radarskih snimki je ograničena vremenska rezolucija (vrijeme između dva preleta).

Kada je potrebna veća prostorna razlučivost i snimanje manjeg područja, a satelitske snimke nisu dostupne ili dostatne, moguća je kombinacija s bespilotnim letjelicama s mogućnošću geodetskog snimanja. Prednost korištenja bespilotnih letjelica su fleksibilnost, ekonomska učinkovitost u usporedbi s tradicionalnim metodama snimanja iz zraka i brza implementacija, a nedostaci ograničen domet letenja i baterijsko trajanje te osjetljivost na vremenske uvjete, posebno na jak vjetar, kišu ili oluje. Ako je važno brzo pokriti veće područje, bespilotna letjelica s fiksnim krilima je bolji izbor zbog veće nosivosti, veće stabilnosti kod vjetrovitog vremena, duljeg vremena leta i bržeg leta. Za uska, teško dostupna područja prikladnija je bespilotna letjelica s pokretnim krilima. Bespilotne letjelice smatraju se pogodnima za detekciju poplava uzrokovanih prekoračenjem kapaciteta sustava odvodnje uslijed oborina velikog intenziteta, za detekciju plavljenja izravno oborinskim vodama koje padaju ili se prelijevaju na tlo te za detekciju ispunjenosti manjih retencija.

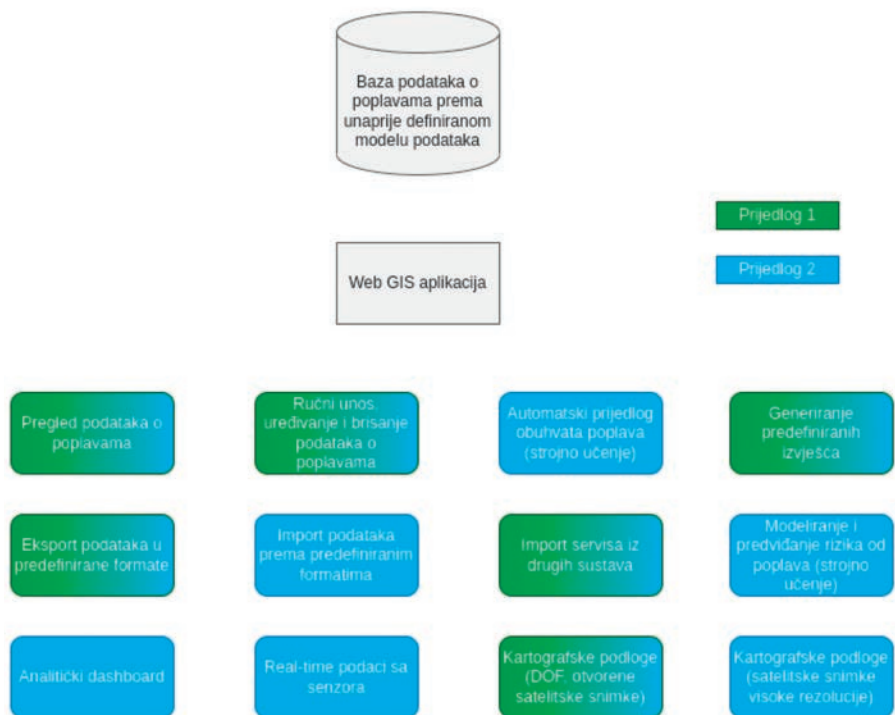
LIDAR tehnologija (eng. Light Detection And Ranging) se koristi za trodimenzionalno

modeliranje terena s visokom preciznošću te je pogodna za detekciju poplava uzrokovanih plimnim valovima jer omogućuje procjenu razlike između normalne razine mora i razine plime. Međutim, riječ je o uglavnom skupoj metodi koja zahtijeva specijalizirane resurse.

2.2. Analiza mogućnosti primjene daljinskih metoda u identifikaciji poplavnih događaja

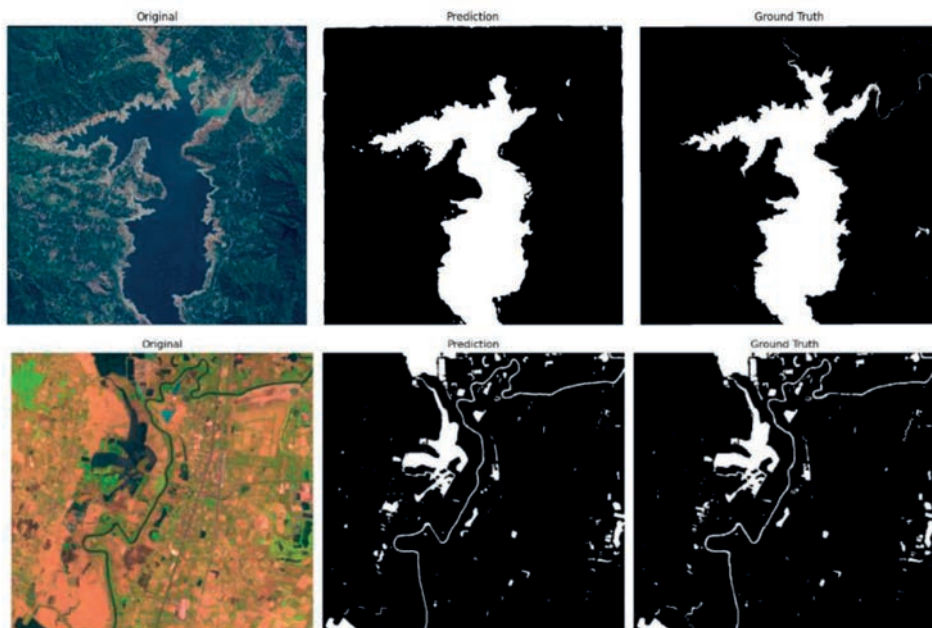
Mogućnost primjene različitih tehnologija testirana je na nizu povijesnih poplavnih događaja iz različitih izvora plavljenja (fluvijalne i pluvijalne poplave, poplave mora i slično). Pokazalo se da je za optimalne rezultate potrebno koristiti različite tehnologije i njihove kombinacije. Za detekciju većine poplava pogodne su nekomercijalne optičke satelitske snimke Sentinel - 2 sustava prostorne razlučivosti 10 metara i Landsat 8 - 9 sustava prostorne razlučivosti 30 metara te radarske satelitske snimke Sentinel - 1 sustava. Pri tome je za bolju vizualizaciju i lakšu detekciju na temelju preuzetih snimki moguće izračunati spektralne indekse NDWI i NDSI odnosno klasifikator snijega u slučaju detekcije leda. U slučaju nedostupnosti optičkih satelitskih snimki, moguće je korištenje nekomercijalnih / otvorenih radarskih satelitskih snimki Sentinel - 1 sustava VV i VH polarizacije. Ako nekomercijalne optičke satelitske snimke nisu dostupne ili dostatne, alternativu predstavlja korištenje snimki komercijalnog sustava, prostorne razlučivosti 3 metra ili korištenje bespilotnih letjelica. Međutim, za detekciju pluvijalnih poplava trebalo bi koristiti komercijalne snimke veće prostorne razlučivosti (primjerice 50 cm) ili bespilotne letjelice.

Za pretragu, preuzimanje, vizualizaciju i analizu velikog broja optičkih i radarskih snimki postoji niz otvorenih i komercijalnih alata (primjerice Sentinel Hub, Copernicus Data Space Ecosystem, Google Earth Engine). Sa ciljem automatizacije, uštede resursa i unaprjeđenja upravljanja rizicima od poplava, u okviru projekta su dana dva prijedloga sustava za prikupljanje informacija o poplavama - osnovni i napredni (Slika 1.). Osnovni sustav se fokusira na jednostavnu web GIS aplikaciju i indekse izračunate iz satelitskih snimki odnosno bespilotnih letjelica s mogućnošću geodetskog snimanja. Napredni sustav uz navedeno predviđa korištenje senzore s terena (primjerice kamere), metode strojnog učenja i napredne analitičke alate za preciznije praćenje i analizu poplava. U oba sustava naglašena je važnost educiranja osoblja i korisnika, kao i implementacija standardnih operativnih procedura kako bi se osiguralo dosljedno i učinkovito korištenje sustava.



Slika 1. Funkcionalnosti sustava za prikupljanje informacija o poplavama

Nadalje, kroz integraciju geoprostornih analiza s umjetnom inteligencijom (primjerice primjena alata GeoAI) omogućeno je automatizirano prepoznavanje obrazaca i klasifikacija različitih prostornih podataka pa tako i poplavnih događaja te elemenata koji na njih utječu. Prednost korištenja ovakvih alata su brzina i skalabilnost te primjenjivost u različitim segmentima upravljanja rizicima (primjerice analiza mogućih ruta za spašavanje, detekcija šteta i slično). Osnovna pretpostavka za primjenu ovakvih modela je da su trenirani i testirani na dovoljno velikim i raznolikim skupovima podataka (Slika 2.), pri čemu nije neophodno da su ti podaci georeferencirani, ali je važno da su trenirani za specifične lokalne uvjete koji se razmatraju (primjerice modeliranje otjecanja u kršu), što ujedno predstavlja najveći izazov u daljnjem razvoju ovakvih modela.



Slika 2. Rezultati procesa treniranja modela (izvor: AWS)

ZAKLJUČAK

Analize mogućnosti primjene različitih tehnologija za detektiranje poplava (satelit, bespilotne letjelice, LIDAR) pokazala je da se najbolji rezultati postižu kombinacijom više tehnologija, ovisno o konkretnim vremenskim i prostornim uvjetima te ovisno o tome u kojoj se fazi upravljanja rizikom primjenjuju (pripremna faza, faza reakcije ili faza oporavka).

Povezivanje podataka prikupljenih daljinskim metodama s podacima klasičnog hidrološkog i meteorološkog monitoringa te nizom drugih prostornih informacija omogućuje uvid u proces otjecanja (primjerice dinamiku kolebanja razina podzemnih voda u kršu, kretanje vodnih valova i slično) i provedbu dodatnih hidroloških i hidrauličkih analiza (primjerice određivanje dana u kojima je postojalo površinsko tečenje, a koje nije zabilježeno na vodomjernim postajama, definiranje histograma učestalosti pojava, praćenje trendova i slično). Također, moguće je uočiti koje reperkusije pojedine promjene u prostoru (primjerice urbanizacija, potres, klizišta, havarije i slično) imaju na parametre koji utječu na rizik od poplava. Ovaj proces znatno se ubrzava primjenom metoda strojnog učenja i umjetne inteligencije. Iako za sada postoje izazovi u razvoju alata za integraciju geoprostornih analiza s umjetnom inteligencijom, očekuje se da će isti u skoro vrijeme biti prevladani i da će se prikupljeni podaci obrađivati većom brzinom i točnošću, što će unaprijediti sustav praćenja poplavnih događaja i omogućiti svrsishodnije upravljanje poplavnim rizicima.

LITERATURA

- [1] VPB d.d., Hidrokonzalt projektiranje Zagreb d.o.o., LIST LABS d.o.o., 2023.: Analiza mogućnosti primjene daljinskih istraživanja u upravljanju rizicima od poplava (VEPAR)
- [2] Oštir, K., Mulanović, A., 2014: Daljinska istraživanja, Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo i Ljubljana
- [3] <https://www.sentinel-hub.com>
- [4] <https://scihub.copernicus.eu>
- [5] <https://dataspace.copernicus.eu>
- [6] <https://awschool.com.au/training/satellite-ai-tools-mapping> (21.07.2025.)
- [7] <https://opengeoai.org> (22.08.2025.)

OKRUGLI STOL
Upravljanje rizicima od poplava u Hrvatskoj

Vinkovci, 25. - 27. rujna 2025.

ZAŠTITA OD POPLAVA
U KONAVOSKOM POLJU
FLOOD PROTECTION OF KONAVLE FIELD

Enes Obarčanin, dipl. ing. građ. ^a, Dario Kolarić, dipl. ing. građ. ^a,
Joško Erceg, dipl. ing. građ. ^b, Mario Obuljen, mag. ing. aedif. ^b

SAŽETAK

Rad se bavi problematikom zaštite od poplava u Konavoskom polju, smještenom na krajnjem jugoistoku Hrvatske. Zbog ograničenog kapaciteta prirodnih ponora i postojećeg odvodnog tunela, polje je i dalje izloženo poplavama pri velikim dotocima. Analizirani su hidrološki podaci i vodni valovi, a modeli su pokazali da bi rekonstrukcija tunela mogla povećati kapacitet evakuacije s postojećih 65 m³/s na 100 m³/s, čime bi se značajno smanjile površine i trajanje plavljenja. Međutim, s obzirom na to da naselja nisu ugrožena jer su smještena na višim kotama, naglašava se da je s poljoprivrednog aspekta povoljnije provesti hidromelioracijske mjere. To uključuje obnovu i nadogradnju kanalske mreže, uvođenje drenaže i poboljšanje infrastrukture, čime bi se povećala iskoristivost polja za poljoprivredu. Rekonstrukcija tunela predložena je kao dugoročnija opcija.

KLJUČNE RIJEČI: Obrana od poplava, Konavosko polje, Tunel, Melioracije

ABSTRACT

The paper addresses the issue of flood protection in the Konavle field, located in the far southeast of Croatia. Due to the limited capacity of natural chasms and the existing drainage tunnel, the area remains exposed to flooding during high inflows. Hydrological data and flood wave analyses show that reconstruction of the tunnel could increase the evacuation capacity from the current 65 m³/s to 100 m³/s, thereby

^a Vodoprivredno-projektni biro, Ulica grada Vukovara 271, Zagreb, 10000, Hrvatska,

^b Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, 10000, Hrvatska

enes.obarcanin@vpb.hr; dario.kolaric@vpb.hr; josko.erceg@voda.hr; mario.obuljen@voda.hr

significantly reducing flood extent and duration. However, due to their location on higher ground settlements are not threatened by floods, the paper emphasizes that from an agricultural perspective, priority should be given to hydro-melioration measures. These include restoring and expanding the drainage canal network, introducing underground drainage, and improving field infrastructure, which would enhance the agricultural potential of the area. Tunnel reconstruction is considered as a long-term solution.

KEYWORDS: *Flood protection, Konavle field, Tunnel, Melioration*

1. UVOD

Konavosko polje se nalazi na krajnjem jugoistoku Republike Hrvatske, oko 25 km udaljeno od Dubrovnika. Predstavlja izduženu i brdima okruženu kršku kotlinu čije se strane strmo spuštaju prema ravnijem dijelu polja, naročito sa sjeveroistoka. Prostire se na oko 22 km dužine i 2,0 - 2,5 km širine i pruža se u smjeru sjeverozapad - jugoistok. Nadmorska visina polja se kreće od 47 do 200 m n.m, dok se nizinski dio polja nalazi na kotama od 47 do 50 m n.m. (Slika 1.).

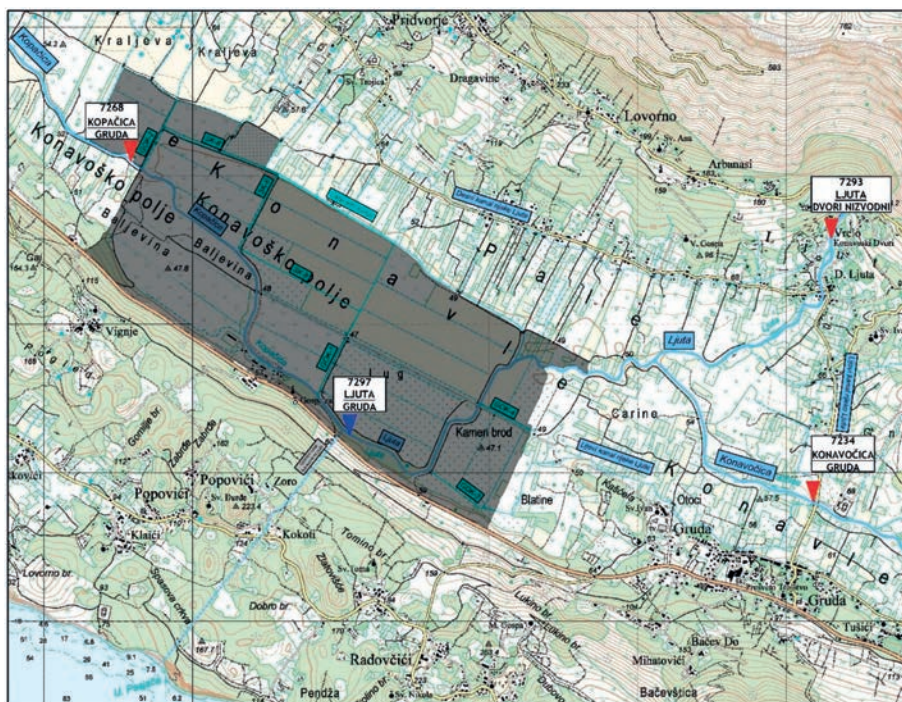
Prirodni vodotoci polja su rječica Ljuta, te bujice Konavočica (lijevi pritok Ljute) i Kopačica. Ovi se vodotoci zajedno sa ostalim manjim bujicama i vododerinama slijevaju sa brdskog dijela sliva (uglavnom s flišnog dijela sliva), na ravni dio polja, uzrokujući poplave, prekomjerno vlaženje i zadržavanje vode na najnižem dijelu polja. Do 1958. godine Konavosko polje je bilo izloženo učestalim poplavama obzirom da se odvodnja istog vršila isključivo putem postojećih ponora ograničenog kapaciteta. Radi brže evakuacije poplavnih voda iz polja, 1958. godine izgrađen je odvodni tunel dužine oko 2 km, koji je u kasnijem razdoblju (1973. - 1977.) rekonstruiran. Današnja propusna moć prirodnih ponora i odvodnog tunela iznosi približno 65 m³/s.



Slika 1. Situacijski prikaz Konavoskog polja

2. HIDROLOŠKE ANALIZE

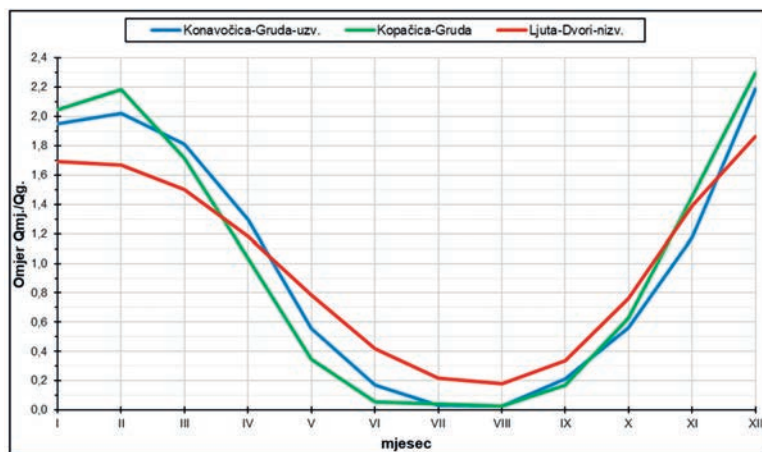
Na području Konavoskog polja aktivne su četiri hidrološke stanice, a podaci su raspoloživi za niz od 27 godina, odnosno za razdoblje od 1994. do 2020. godine. Podaci o protocima su obrađeni na tri postaje (Ljuta - Dvori nizvodni, Kopačica - Gruda i Konavočica - Gruda), a za određivanje karakterističnih razina vode u polju obrađena je postaja Ljuta - Gruda. Svi potrebni podaci su prikupljeni iz baze hidroloških podataka Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske, HIS2000 i baze podataka Hrvatskih voda. Sve visinske kote (m n.m.) referirane su u visinskom sustavu HVR571.



Slika 2. Lokacije hidroloških stanica na području Konavoskog polja

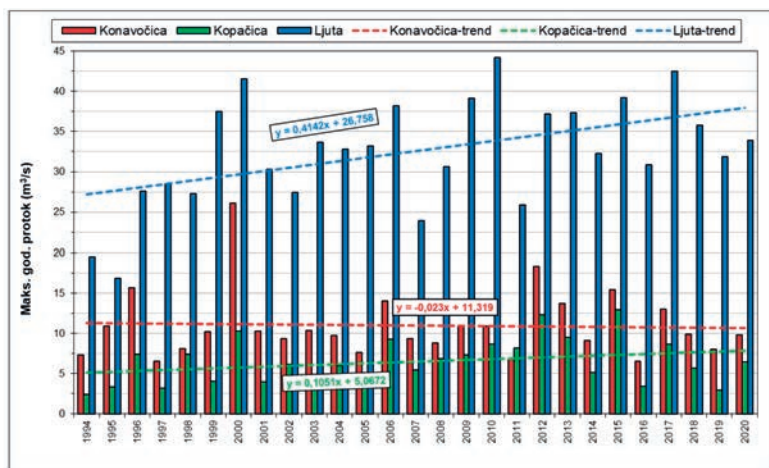
2.1. Obrada podataka

Srednji godišnji protoci su relativno niski, $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ na Kopačici, $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ na Konavočici, dok vodotok Ljuta ima nešto veće vrijednosti od $3,57 \text{ m}^3/\text{s}$. Vodotoci Kopačica i Konavočica redovito presušuju što može potrajati i nekoliko mjeseci ovisno o trajanju razdoblja siromašnog oborinama. Male vode karakteristične su za razdoblje od lipnja do listopada, a ponekad se mogu pojaviti i zimi. Velike vode se javljaju iznenada, traju kratko i uzrokuju visoke vodostaje. Ove pojave su karakteristične za zimsko razdoblje i najčešće se javljaju od studenog do siječnja, a rjeđe u razdoblju od veljače do travnja.



Slika 3. Raspodjela srednjih mjesečnih protoka

Slika 4. prikazuje hod maksimalnih godišnjih protoka. Najveći protok zabilježen na vodotoku Ljuta je iz prosinca 2010. godine, a iznosi 44,20 m³/s. Na Konavočici je u listopadu 2000. godine zabilježen maksimalni protok od 26,20 m³/s, a na Kopačici 2015. godine u ožujku od 12,90 m³/s.



Slika 4. Hod maksimalnih godišnjih protoka

Pred ulazom u evakuacijski tunel se nalazi vodomjerna stanica Ljuta - Grude na kojoj se bilježe samo vodostaji, jer je mjerenje protoka nepouzđano. Kota „0“ na letvi iznosi 41,45 m n.m. Ispred tunela se nalazi prag na koti 43,70 m n.m. što odgovara vodostaju na vodomjernoj letvi od 225 cm. Znači voda počinje teći u tunel tek iznad vodostaja 225 cm na vodomjernoj postaji Ljuta - Gruda. To približno odgovara sumarnom dotoku od 6,80 m³/s.

Legend: Maks. Tunel-Ulaz (blue bars), Trend (black line)

Regression equation: $y = 0,0034x + 44,63$
 $R^2 = 0,0009$

Year	Maks. god. vodostaj (m n.m.)
1994	43.8
1995	43.9
1996	46.3
1997	44.0
1998	44.1
1999	44.1
2000	47.7
2001	44.4
2002	44.2
2003	44.4
2004	44.2
2005	44.3
2006	45.0
2007	44.0
2008	44.4
2009	44.6
2010	44.6
2011	44.6
2012	46.4
2013	44.5
2014	44.4
2015	46.3
2016	44.1
2017	44.5
2018	44.2
2019	44.4
2020	44.6

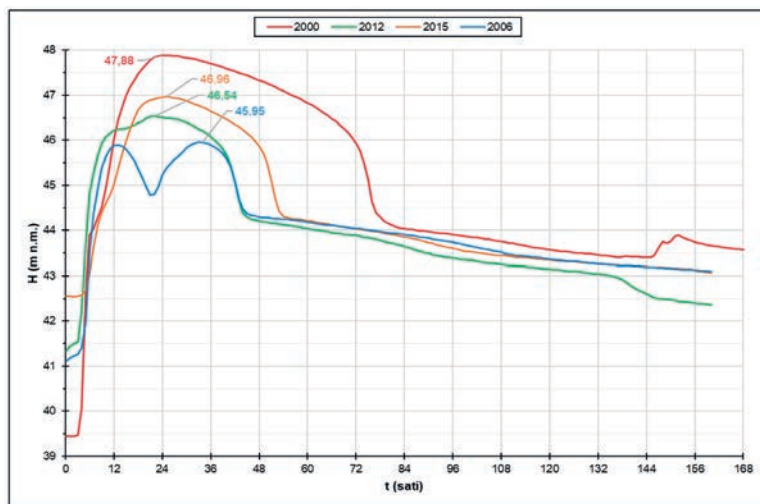
Tablica 1. prikazuje trajnosti vodostaja na hidrološkoj postaji Ljuta - Gruda. Sivom bojom su označena polja u kojima je razina vode iznad kote praga ispred tunela (43,70 m n.m.). Tunnel je tijekom godine najviše aktivan u studenom, prosincu i siječnju. Na godišnjoj razini trajnost razine vode iznad kote praga iznosila je 2,8 %, odnosno oko 10 dana.

[illegible]

Na temelju obrađenih hidroloških podataka, osnovni zaključak glede hidrološke slike na području Konavoskog polja je da izvan vegetacijskog perioda ima viška vode, koju je potrebno na adekvatan način odvesti s poljoprivrednih površina, dok u vegetacijskom periodu nedostaje vode, te ju je potrebno dovesti na polje i osigurati u dovoljnim količinama.

2.2. Analiza vodnih valova

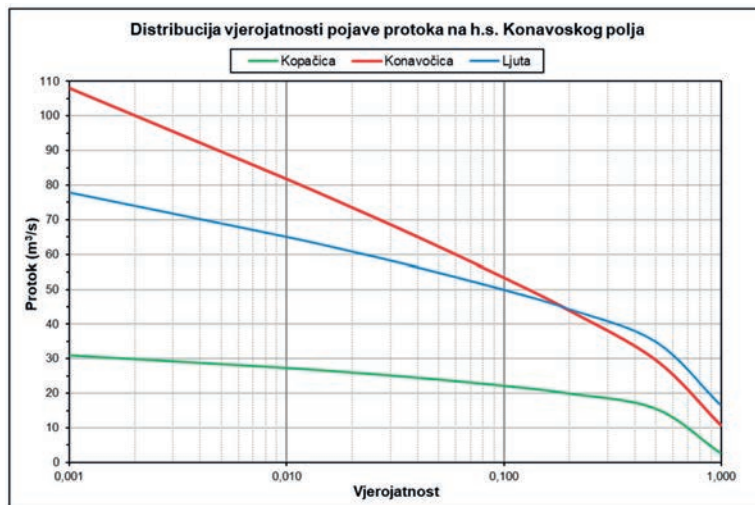
Obradom maksimalnih vodostaja na hidrološkoj postaji Ljuta - Gruda, zabilježena su četiri značajna velikovodna događaja (Slika 6.). Najvišu razinu vode u Konavoskom polju od 47,88 m n.m. izazvao je vodni val ukupnog volumena 20,5 milijuna m³ sa sumarnim dotokom od 75,17 m³/s. Najveći zabilježeni dotok pojavljuje se u vodnom valu iz 2006. godine od 81,42 m³/s, ali volumen ovog vodnog vala je za 4 milijuna m³ manji u odnosu na vodni val iz 2000. godine, zbog čega uzrokuje 193 cm niži vodostaj u polju. Dakle najveći zabilježeni dotok nije uzrokovao i najviši vodostaj u polju.



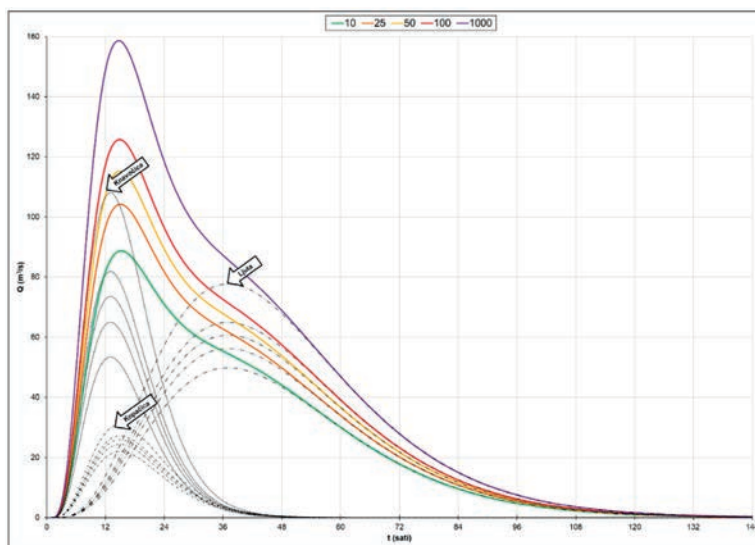
Slika 6. Nivogrami značajnih velikovodnih događaja

2.3. Vjerojatnost pojave velikih voda

Vjerojatnost pojave velikih voda proračunata je za svaku postaju pojedinačno (Slika 7.). Teoretska Pearson funkcija najbolje opisuje empirijsku raspodjelu vjerojatnosti prekoračenja maksimalnih godišnjih protoka na sve tri postaje. Budući da se godišnji maksimumi ne pojavljuju uvijek istovremeno na svim postajama, određeni su teoretski vodni valovi ukupnog ulaza u Konavosko polje za povratna razdoblja 10, 25, 50, 100 i 1.000 godina (Slika 8.).



Slika 7. Distribucija vjerojatnosti pojave maksimalnih godišnjih protoka



Slika 8. Teoretski vodni valovi odgovarajućih povratnih razdoblja

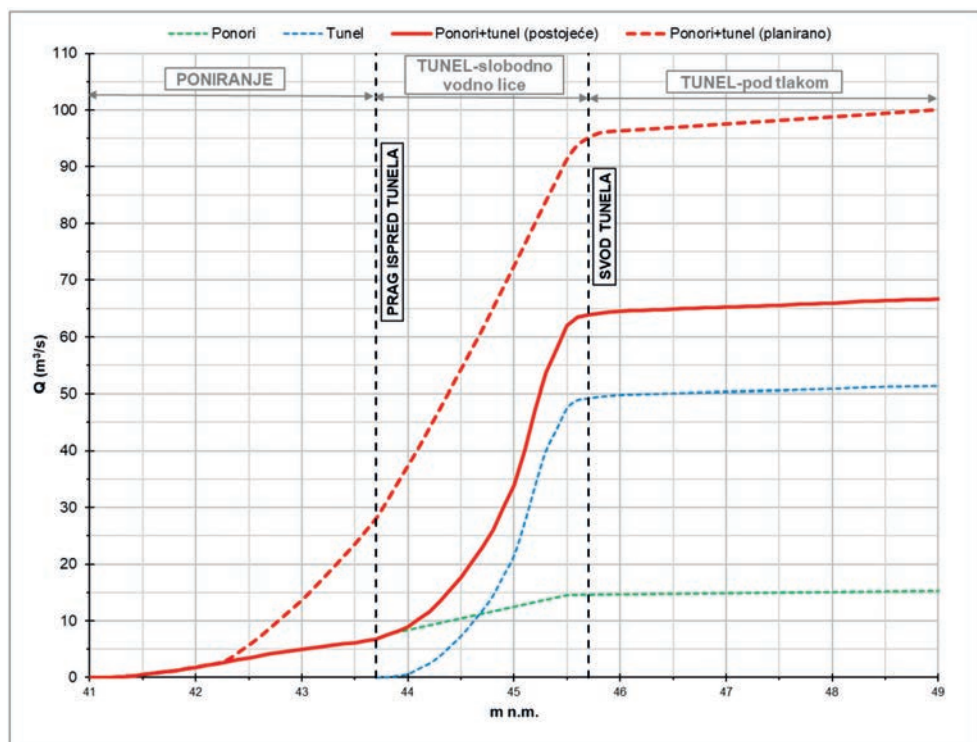
3 ANALIZA PLAVLJENJA U POLJU

3.1. Ulazne postavke

Evakuacija velikih voda iz Konavoskog polja prema moru danas se vrši putem prirodnih ponora i odvodnog tunela, što znači da polje funkcionira kao jedna velika retencija s evakuacijskim objektima. Jedina poboljšanja postojećeg stanja sustava

obrane od poplava moguća su u smislu povećanja kapaciteta evakuacijskih objekata, čime bi se smanjilo vrijeme zadržavanja velikih voda u polju. Spomenuto povećanje evakuacijskih kapaciteta Konavoskog polja moguće je postići uređenjem odvodnog tunela na konstantni promjer od 3,6 m te oblaganjem unutarnjeg plašta tunela sa ciljem smanjenja hidrauličke hrapavosti tunela.

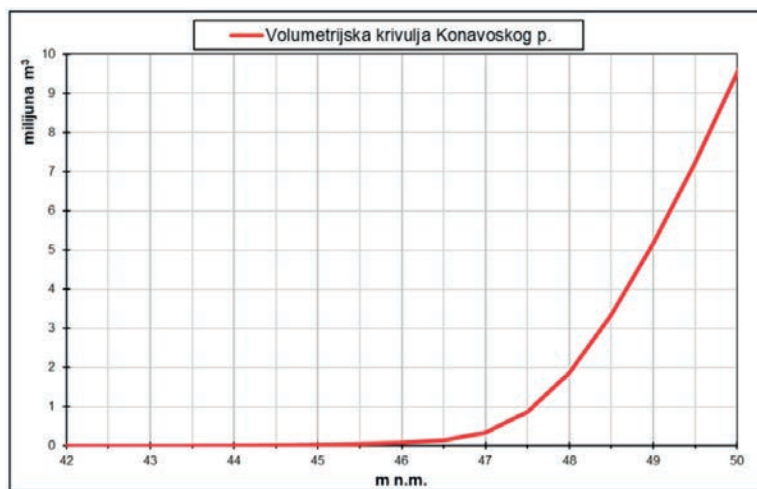
Slika 9. prikazuje krivulju odnosa razine vode u polju i kapaciteta istjecanja na evakuacijskim objektima. U postojećem stanju do kote 43,70 m n.m. (prag ispred tunela), sva odvodnja polja se odvija isključivo preko ponora, što odgovara otprilike kapacitetu istjecanja od 6,0 m³/s. Od kote 43,70 do 45,60 m n.m. istjecanje vode iz polja se odvija kroz ponore i odvodni tunel kroz koji voda teče slobodnim vodnim licem. Iznad kote 45,60 m n.m. tunel je potopljen i voda istječe pod tlakom. Prema prikazanoj krivulji u postojećem stanju maksimalni kapacitet evakuacije velikih voda iz polja iznosi oko 65,0 m³/s. Radovima ujednačenja promjera tunela i oblaganja s unutarnje strane ukupni kapacitet evakuacije vode iz polja bi se mogao povećati do maksimalnih 100,0 m³/s.



Slika 9. Krivulja odnosa razine vode u polju i istjecanja na evakuacijskim objektima za postojeće i planirano stanje

Kako bi bilo moguće analizirati utjecaj rekonstrukcije tunela kroz usporedbu poplavnih površina postojećeg i planiranog stanja, osim prethodno konstruiranih teoretskih vodnih valova i krivulje protoka evakuacijskih objekata, bitna je volumetrija prostora Konavoskog polja. Slika 10. prikazuje krivlju volumena Konavoskog polja. Pri maksimalnoj koti 50,00 m n.m. volumen polja iznosi oko 9,5 milijuna m³.

Kako bi se modelski rezultati proračuna što bolje prilagodili podacima hidroloških mjerenja na terenu proveden je postupak kalibracije i verifikacije modela transformacije vodnih valova u polju za karakteristične povijesne velikovodne događaje (2000., 2012., 2015. i 2006.).



Slika 10. Krivulja volumena Konavoskog polja

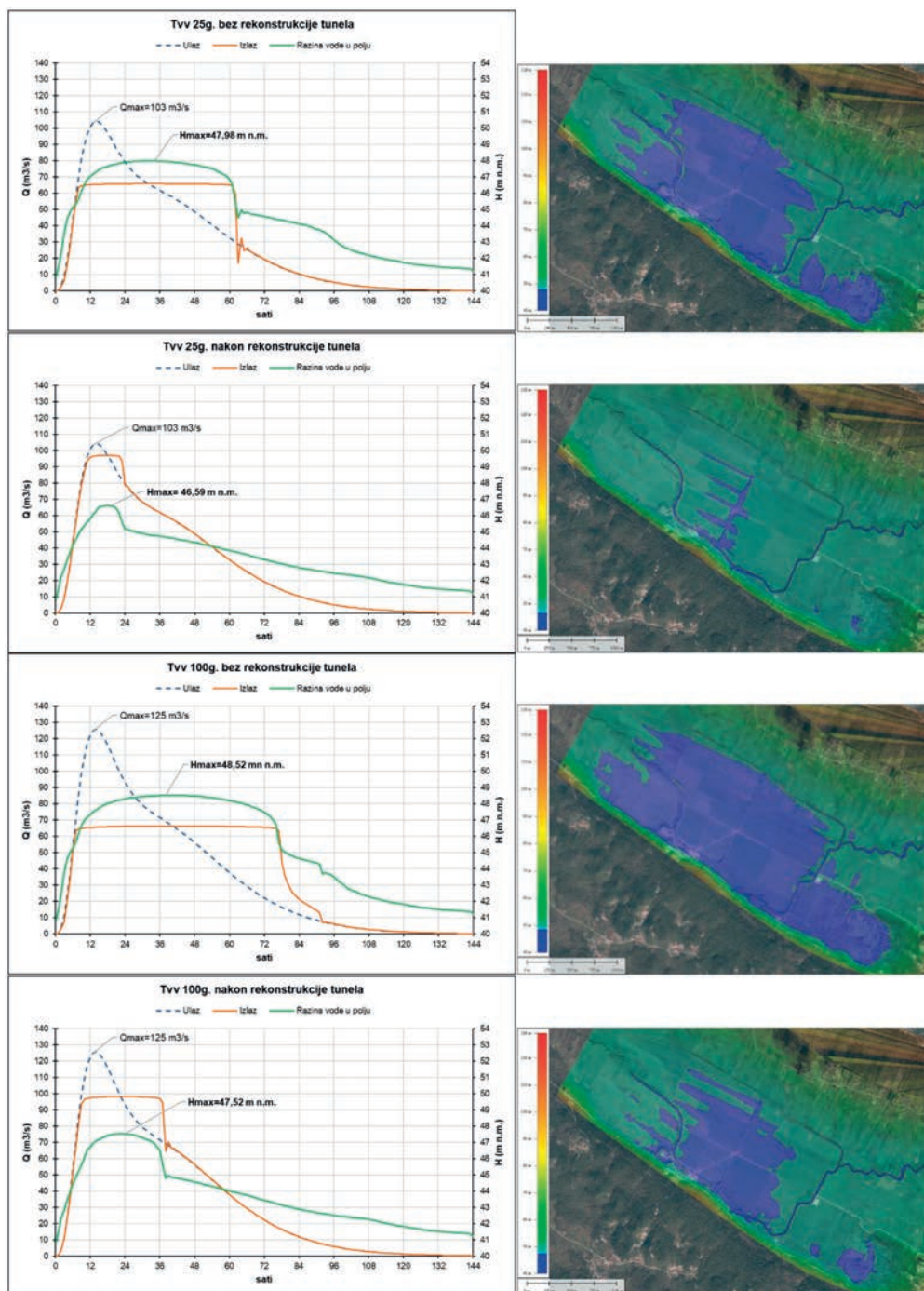
3.2. Identifikacija plavljenja u polju

U nastavku su prikazani rezultati identifikacije plavljenja u polju za postojeće i planirano stanje pri prolasku velikih vodnih valova različitih povratnih razdoblja. Proračunato je trajanje poplave i maksimalna kota uspora pri nailasku vodnog vala određenog povratnog razdoblja, zatim je na temelju te kote identificirana dubina i površina plavljenja. Slika 11. prikazuje rezultate transformacije vodnih valova 25 i 100 - godišnjeg povratnog razdoblja, a Tablica 2. rezultate proračuna za sva povratna razdoblja.

Pri nailasku vodnog vala 25 - godišnjeg povratnog razdoblja, u postojećem stanju, ponori i tunel su aktivirani već nakon 10 sati od početka podizanja vodnog vala. Maksimalni protok 25 - godišnjeg povratnog razdoblja iznosi 103 m³/s, što je više od postojećeg evakuacijskog kapaciteta polja, te dolazi do podizanja razine vode u polju do maksimalne kote 47,98 m n.m. U ovom slučaju je poplavljena površina od 210 ha, a poplava u polju traje 2,6 dana.

Pri nailasku vodnog vala 100 - godišnjeg povratnog razdoblja, u postojećem stanju je situacija puno gora. Maksimalna kota vode u polju je 48,52 m n.m., poplavljena je površina od 291 ha, a višak vode u polju se zadržava 3,3 dana.

Rekonstrukcijom tunela, odnosno povećanjem evakuacijskih kapaciteta polja približno do maksimalnog protoka 25 - godišnjeg povratnog razdoblja, značajno bi se ubrzala odvodnja vode iz polja, pri nailasku vodnog vala 25 - godišnjeg povratnog razdoblja samo bi najniži dijelovi uz glavni odvodni kanal bili plavljeni, i to s neznatnih 11 cm vodnog stupca. Kod 100 - godišnjeg povratnog razdoblja, plavljena površina bi se prepolovila, dubina vode bila bi niža čak za 100 cm, a višak vode dubine 52 cm bi se zadržao u polju 1,6 dana.



Slika 11. Rezultati transformacije vodnih valova 25 i 100 - godišnjeg povratnog razdoblja za postojeće i planirano stanje

Tablica 2. Poplavna površina, trajanje i dubina vode za postojeće i planirano stanje

Povratno razdoblje	(god.)	Bez rekonstrukcije tunela					Nakon rekonstrukcije tunela				
		10	25	50	100	1000	10	25	50	100	1000
Površina	(ha)	127	210	253	291	343	0	12	72	127	253
Trajanje	(dani)	2,0	2,6	3,0	3,3	4,0	0,0	1,0	1,3	1,6	2,5
Dubina vode	(cm)	52	98	125	152	227	0	11	16	52	125
Kota vode	(m n.m.)	47,52	47,98	48,25	48,52	49,27	45,42	46,61	47,16	47,52	48,25

ZAKLJUČAK

Poplavama u Konavoskom polju podrazumijeva se zadržavanje vode u nizinskom dijelu polja, i to kod protoka koji premašuju kapacitet prirodnih ponora i odvodnog tunela. Dakle, i nakon izgradnje odvodnog tunela u postojećem stanju se događaju poplave. Dokazano je da povećanjem evakuacijskog kapaciteta tunela možemo značajno poboljšati situaciju odvodnje polja. Međutim, upitna je opravdanost investicije u rekonstrukciju tunela, iz razloga jer su naselja kroz povijest prirodnim odabirom smještena na više kote, čime je minimalizirana šteta koju poplave mogu uzrokovati.

U poljoprivrednom smislu Konavosko polje se smatra vrijednim obradivim tlom, čiji potencijal nije u potpunosti iskorišten. Obzirom da se na najnižim plavljenim površinama nalaze teška tla, evakuiranje vode poniranjem je otežano, te je rješavanje detaljne površinske odvodnje jedini put evakuacije viškova vode. Izgrađeni dijelovi detaljne kanalske mreže su tijekom vremena zapušteni, te ih je potrebno ponovno vratiti u funkciju i nadograditi detaljnu kanalsku mrežu.

U smislu rješavanja plavljenja Konavoskog polja, a kako bi se mogao koristiti puni njegov poljoprivredni potencijal, prioritetno je provesti hidromelioracijsko uređenje polja. A to bi podrazumijevalo čišćenje i produbljenje postojećih odvodnih kanala, obnovu ustava na kanalima, uvođenje podzemne drenaže na pojedinim dijelovima tabli, ravnanje poljoprivrednih tabli (baulacija), uređenje putne mreže s propustima preko kanala te sadnja adekvatnog vjetrozaštitnog pojasa uz odvodne kanale. Rekonstrukciju odvodnog tunela trebalo bi razmatrati kao dugoročni plan.

LITERATURA

- [1] (198/1987): Idejno rješenje melioracionog uređenja Konavoskog polja, VRO za vodno područje dalmatinskih slivova OOUR 'Projekt', Split
- [2] (2004): Studija novelacije projektnih rješenja uređenja Konavoskog polja, Hrvatske vode VGO za vodno područje dalmatinskih slivova, Split
- [3] Babić, M, (2011): Preliminarna procjena poplavnih rizika na slivu Konavoskog polja, Institut za elektroprivredu i energetiku d.d, i Institut IGH d.d., Zagreb
- [4] Beraković, M, (2020): Hidrološke značajke Konavoskog polja, Hrvatska vodoprivreda, listopad/prosinac 2020., str.40 - 43
- [5] Obarčanin, E, (2022): Predinvesticijska studija melioracijskog uređenja Konavoskog polja, Vodoprivredno projektni biro d.d., Zagreb

KAZALO AUTORA

B

1	R 5.	Barbalić Darko	57
2	R 5.	Barbalić Sanja	57
3	R 7.	Bekić Damir	77
4	R 12.	Bekić Damir	125
5	R 5.	Biondić Danko	57

Č

6	R 1.	Čulinović Holjevac Marija	9
---	------	---------------------------	---

Ć

7	R 3.	Ćosić Ivan	31
---	------	------------	----

Đ

8	R 2.	Đuroković Zoran	21
---	------	-----------------	----

E

9	R 14.	Erceg Joško	145
---	-------	-------------	-----

G

10	R 11.	Galiot Marinko	115
11	R 13.	Graf Ana Jelka	137
12	R 10.	Grčić Ena	105

H

13	R 4.	Holcinger Nataša	43
14	R 11.	Holjević Danko	115
15	R 11.	Holjević Toni	115

K

16	R 12.	Kadić Vlatko	125
17	R 10.	Kolarić Buconjić Sanda	105
18	R 14.	Kolarić Dario	145
19	R 1.	Kos Elizabeta	9
20	R 10.	Kunac Mile	105

M

21	R 1.	Macan Miro	9
22	R 8.	Marojević Želimir	87
23	R 13.	Matić Damir	137
24	R 2.	Milaković Goran	21

N

25	R 2.	Novosel Tomislav	21
----	------	------------------	----

O

26	R 14.	Obarčanin Enes	145
27	R 14.	Obuljen Mario	145

P

28	R 12.	Papić Bojan	125
----	-------	-------------	-----

R

29	R 6.	Rajković Oliver	67
30	R 7.	Rončević Luka	77

S

31	R 9.	Sliško Tanja	99
32	R 1.	Sokolić Sandra	9

Š

33	R 4.	Šimac Zaviša	43
34	R 12.	Španja Save	125
35	R 8.	Šustić Diana	87

V

36	R 9.	Vranješ Domagoj	99
37	R 5.	Vukmanić Luka	57
38	R 6.	Vukmanić Luka	67
49	R 6.	Vujnović Tatjana	67



www.hdon.hr

ISBN 978-953-7672-32-4



9 789537 672324