



R 1.03.

## UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA USLIJED JAKIH OBORINA - PROJEKT RAINMAN

**Alan Cibilić, Darko Barbalić, Josip Rubinić,  
Barbara Karleuša, Nino Krvavica**

**SAŽETAK:** U sklopu Interreg Central Europe programa u tijeku je projekt Integrirano upravljanje rizikom od jakih kiša, Rainman kojim se nastoji unaprijediti integralno upravljanje u javnom sektoru u svrhu ublažavanja rizika od kišnih događaja jakih intenziteta, a u njemu sudjeluje šest zemalja središnje Europe, uključujući i Hrvatsku. Projekt će rezultirati novim alatima i metodama za procjenu, kartiranje i smanjenje rizika od jake oborine, alatima za brzo predviđanje i upozoravanje u slučaju takvih događaja te prijedlogom mjera za smanjenje šteta koje nastaju kao posljedica jake oborine.

Rizik od oborine jakog intenziteta se iz godine u godinu povećava, a broj stanovnika pogođenih tim događajima u konstantnom je porastu. Posljedice se očituju u materijalnim i nematerijalnim štetama, a nerijetko i ljudskim žrtvama. Sve veći negativni učinci obilnih oborina su zajednički europski izazov. Upravo je radi toga i pokrenut EU projekt Rainman (2017. - 2020). Glavni cilj projekta je poboljšati kapacitete za cjelovito upravljanje kako bi se smanjili rizici i gubici od obilnih oborina u prirodnom i izgrađenom okolišu. U projekt je uključeno deset partnera među kojima su i Hrvatske vode, a projektne aktivnosti odvijaju se u Hrvatskoj na pilot područjima Grada Zagreba i Istre (šire područje Umaga). Za razliku od riječnih, fluvijalnih poplava, obilne oborine, pogotovo na malim slivovima i u urbanim sredinama, izazivaju poplave koje se javljaju vrlo brzo i njihovo prognoziranje je suočeno s velikim nepouzdanostima. Dok su za riječne, fluvijalne poplave dostupne karte rizika, ne postoji „procjena rizika od obilnih oborina“ ili tome odgovarajuće karte za pluvijalne poplave. Hrvatske vode kao partner na projektu daju svoj doprinos zajedničkim rezultatima i ostvarenju zadanih ciljeva na projektu Rainman.

**KLJUČNE RIJEČI:** oborina jakog intenziteta, karte rizika od poplava, pluvijalne poplave, alati, mjere

### HEAVY RAIN FLOOD RISK MANAGEMENT – RAINMAN PROJECT

**ABSTRACT:** Within the Interreg Central Europe Programme, a project under the title of *Integrated Heavy Rain Risk Management (RAINMAN)* is implemented with the aim of improving integrated management in the public sector in order to mitigate the risks of heavy rain events. Six Central European countries are taking part, including Croatia. The

project will result in new tools and methods for the assessment, mapping and reduction of heavy rain risks, tools for prompt forecasting and alarming in case of such events, and a proposal of measures to reduce the damage caused by heavy rain.

Heavy rain risks are increasing every year, with the number of people affected by such events constantly on the rise. Their consequences are reflected in material and non-material damage, and often in casualties. Increasing negative effects of heavy rain events are a common European challenge. That was precisely the reason why the EU RAINMAN Project was launched (2017-2020). Its main purpose is to improve the capacities for integrated management in order to reduce heavy rain risks and losses in the natural and built environment. There are ten project partners, including Hrvatske vode, with the project activities in Croatia taking place in the pilot regions of the City of Zagreb and Istria (wider Umag area). Unlike river (fluvial) floods, heavy rain events especially in small basins and in urban areas cause pluvial floods that occur very quickly and their forecasts face high uncertainties. While for river (fluvial) flooding risk maps are available, a “heavy rain risk assessment” or adequate pluvial flood maps do not exist. Hrvatske vode as a project partner contributes to the common results and to the achievement of the defined RAINMAN Project objectives.

**KEYWORDS:** Heavy rain, flood risk maps, pluvial floods, tools, measures

## 1. UVOD

Pojave obilnih oborina prepoznate su, kako u Europi tako i u Hrvatskoj, kao jedan od ključnih recentnih problema upravljanja vodama, a rizici od poplava i poplavnih šteta izazvanih obilnim oborinama postaju sve izraženiji kako zbog izgradnje urbanih prostora i infrastrukture koja ne udovoljava cjelovitom upravljanju vodama i njima izazvanim rizicima, tako i uslijed sve izraženijeg utjecaja klimatskih promjena/varijacija. Riječne su poplave i puno više proučavane te se za njih izrađuju i karte rizika, a rasprostranjeni su i prikladni modeli za prognoziranje njihove pojave. Nasuprot tome, na području EU ne postoje čak ni elementarne procjene rizika od obilnih oborina. Stoga je i pokrenut EU projekt RAINMAN, Integrirano upravljanje rizikom od jakih kiša, u sklopu EU Interreg Central Europe programa (logo projekta prikazan je na slici 1.). Projekt je započeo polovinom 2017. godine, traje 3 godine (do 30.6.2020.), a ukupna vrijednost projekta iznosi 3.045.287 €.



*Slika 1. Logo projekta RAINMAN*

Glavni cilj projekta Rainman je poboljšati kapacitete za cjelovito upravljanje kako bi se smanjili rizici od pojava obilnih količina oborine te smanjili gubici u prirodnom i izgrađenom okolišu (uključujući gospodarstvo, ljudske živote, okoliš i kulturnu baštinu). Svrha projekta je uspostaviti zajedničke cjelovite alate za upravljanje rizicima od obilne oborine i ojačati upravljačke kapacitete regionalnih i lokalnih javnih tijela. Projekt će rezultirati novim alatima i metodama za procjenu, kartiranje i smanjenje rizika od jake oborine, alatima za prognoziranje i upozoravanje u slučaju mogućnosti pojave takvih događaja te prijedlogom mjera za smanjenje šteta koje nastaju kao posljedica jake oborine. Zbog specifičnosti i velike prostorne i vremenske varijabilnosti pojava obilnih oborina i njima izazvanih otjecanja, a nerijetko i poplava, procjena, izrada modela i karata rizika od obilnih oborina su još daleko od svakodnevne prakse. Realizacija projekta Rainman uvjetuje brojne sinergije s tekućom provedbom aktivnosti Europske komisije (EK) u kontekstu Direktive o poplavama, pri čemu je ključno pitanje kako rizike od obilnih oborina integrirati u upravljanje rizicima od poplava.

Projekt Rainman orijentiran je na ublažavanje problema uvjetovanih pojavom jakih kratkotrajnih oborina na manjim slivovima i urbanim područjima, a koje stvaraju sve veće probleme i štetne posljedice. Dijelom je to posljedica mogućih utjecaja klimatskih promjena/varijacija za koje se očekuje da će se pojačano manifestirati i u budućnosti, a dijelom neodgovarajućih koncepata oborinske odvodnje urbanih područja, sa značajnom koncentracijom i ubrzavanjem oborinskih otjecanja.

U projekt je uključeno deset partnera koji su odabrali pilot područja u Njemačkoj, Austriji, Poljskoj, Češkoj, Mađarskoj i Hrvatskoj. Svako je pilot područje specifično, i na njemu će se provoditi ciljana istraživanja. Na području Hrvatske odabrana su dva pilot područja, Grad Zagreb i Umag. Pri izboru pilot područja vodilo se računa da se testiranja provedu na prostorno i klimatski različitim područjima, s vrlo različitim zakonitostima pojava kratkotrajne jake oborine, te različitim stupnjem izgrađenosti područja.

Za razliku od riječnih, fluvijalnih poplava, obilne oborine izazivaju poplave koje se javljaju vrlo brzo i njihovo prognoziranje je suočeno s velikim nepouzdanostima. Dok su za riječne poplave dostupne karte rizika, ne postoji „procjena rizika od obilnih oborina“ ili tome odgovarajuće karte za pluvijalne poplave.

Prisutne su i sličnosti koje se očituju u sve učestalijim pojavama intenzivne oborine i njima izazvanih poplava, s vrlo izraženim bujičnim karakterom vodotoka, te pojavama sve intenzivnijih i učestalijih ugroženosti urbanih područja bujičnim i vlastitim oborinskim vodama. Karakteristični su i trendovi smanjenja srednjih, a povećanja maksimalnih godišnjih protoka.

Početni dio sagledavanja oborinskih značajki na pilot područjima u Hrvatskoj proveden je tijekom 2018. - 2019. godine, a njegovi rezultati sadržani su u studiji Građevinskog fakulteta u Rijeci i DHMZ-a (2019). Dana podloga, u kojoj su sadržane osnovne značajke režima kratkotrajnih oborina (HTP i ITP krivulje, oblik „pljuska za projektiranje“ te regionalna sagledavanja pojavnosti obilnih oborina) predstavljaju podlogu kako za planirani nastavak realizacije projekta Rainman na odabranim pilot područjima, tako i za buduće cjelovitije analize oborinskog režima pojava kratkotrajnih jakih oborina na području Hrvatske. Rezultati provedenih istraživanja u spomenutoj studiji sadržani su u još dva rada pripremljena za predmetnu Konferenciju o vodama – u radovima „Projekt Rainman - regionalne specifičnosti mjerodavnih kratkotrajnih jakih oborina na pilot

područjima u Hrvatskoj” (Krvavica i Rubinić, 2019), te „Projekt RAINMAN - Usporedba HTP krivulja ombrografskih postaja na pilot područjima Istre i Zagreba” (Rubinić i drugi, 2019). Zbog toga je u ovom radu dan samo projektni okvir po kome se odvija realizacija aktivnosti koje, osim u domeni analize oborinskog režima, još nisu zaključene. Za očekivati je da će daljnja realizacija projekta, kao i implementacija njegovih rezultata u praksi, pridonijeti smanjenju rizika od štetnih posljedica obilnih oborina kako na odabranim pilot područjima u Istri i Zagrebu, tako i na širem regionalnom prostoru.

## **2. OPIS PROJEKTA**

Rezultati projekta pridonijet će poboljšanju cjelovitog upravljanja okolišem u sektorima upravljanja vodama i rizicima od poplava, urbanog i krajobraznog planiranja, poljoprivrede, civilne zaštite te niza drugih sektora.

U sklopu projekta Rainman predviđeni su sljedeći Radni paketi (RP):

- RP1 - Alati i metode za procjenu i izradu karata rizika od obilnih oborina.
- RP2 - Mjere smanjivanja rizika radi smanjivanja šteta od obilnih oborina.
- RP3- Pilot aktivnosti za provjeru i unaprijeđenje metoda razvijenih za procjenu i prevenciju rizika
- RP4 - Komplet alata “Rainman-Toolbox” za smanjenje rizika.

U nastavku su navedeni Radni paketi opširnije opisani.

### **2.1. Alati i metode za procjenu i izradu karata rizika od obilnih oborina (RP1)**

Potrebno je razviti alat i metode za procjenu rizika od obilnih oborina u različitim kategoriziranim uvjetima i načinima korištenja zemljišta na pilot područjima (Rainman, Tool 1). Alat je temelj za ostvarivanje specifičnog cilja projekta: unaprijediti sposobnosti upravljanja rizicima i smanjiti rizike od obilnih oborina u budućnosti. Bez takvih alata ne mogu se donijeti pouzdane odluke i provesti efikasne mjere smanjivanja rizika (poput prilagođavanja korištenja zemljišta ili pojedinih građevina, uzbunjivanja, evakuacije).

Potrebno je analizirati preduvjete, polazišta i zahtjeve za razvoj metodologije u procesu određivanja opsega, pristupa i metoda za izradu modela opasnosti, procjenu i izradu karata rizika.

U drugom, koraku, razvija se analitički okvir za procjenu rizika od obilnih oborina, uključujući metode primjenjive u regionalno specifičnim uvjetima. Metode se prilagođavaju različitim razinama složenosti i različitim geografskim i fizičkim preduvjetima pilot područja. Tako će se npr. specificirati metode prilagođene za urbana i ruralna područja. Neposredni očekivani rezultat je alat za izradu karata rizika od obilnih oborina. Zajednički, cjeloviti i praksi orijentirani alat će omogućiti identificiranje, procjenu i izradu karata različitih razina rizika za određena područja. Njime se postavlja temelj za jačanje sposobnosti upravljanja rizicima, uključujući zaštitu, pripravnost, jačanje svijesti, uzbunjivanje i hitne intervencije.

## **2.2. Mjere smanjivanja rizika radi smanjivanja šteta od obilnih oborina (RP2)**

Planiran je razvoj alata (Rainman, Tool 2) i strategije za smanjivanje rizika od obilnih oborina za pilot područja. Alat će uključivati katalog mjera smanjivanja rizika za različite situacije i uvjete, vodič za odabir najboljih opcija za mjere te vodič za primjenu i provedbu mjera. Osim toga, projektni partneri razvijaju strategiju zajedničkog upravljanja rizicima od obilnih oborina na urbanim i ruralnim područjima.

Strategija ima dva cilja: prvi je, izrada vodiča za lokalne i regionalne aktivnosti na suočavanju sa sve većim rizicima od obilnih oborina koje će se provoditi lokalno i regionalno, a drugi je, stručni doprinos na unapređivanju politike na području upravljanja poplavama, naročito Direktive o poplavama.

Prema tome, cilj je unapređenje strategija cjelovitog upravljanja okolišem u javnom sektoru. Uz to, cilj je i smanjivanje rizika od obilnih oborina jačanjem prevencije te povećanjem kapaciteta za upravljanje rizicima.

Prvi korak je prikupljanje i evaluacija raspoloživih pristupa i iskustava. Drugi korak je izrada kataloga mjera i primjera, uključujući vodič za odabir i provedbu te regionalne specifikacije za različite uvjete. Planiran je i razvoj mjera poput sustava uzbunjivanja. Alatu za smanjivanje rizika biti će pridodan vodič za primjenu u specifičnim uvjetima. Plan je da strategija upravljanja rizicima od obilnih oborina ugrađuje spomenuti alat u lokalne i regionalne akcijske planove.

Neposredni očekivani rezultati su:

- Alat za smanjivanje rizika u svrhu odabira i provedbe mjera ublažavanja rizika od obilnih oborina (Rainman, Tool 2),
- Strategija upravljanja rizicima od obilnih oborina i vodič za provedbu, kao mjera unapređivanja provedbe Direktive o poplavama.

## **2.3. Pilot aktivnosti za provjeru i unaprjeđenje metoda razvijenih za procjenu i prevenciju rizika (RP3)**

Pilot aktivnosti svih uključenih partnera se provode kako bi se testirale razvijene zajedničke metode i alati te kako bi se provjerila njihova izvedivost i primjenjivost. U projekt je uključeno sedam pilot aktivnosti s različitim karakteristikama kako bi se dobio širok raspon uvjeta primjene. Aktivnosti imaju različite fokuse kako bi se testirala raznolikost metoda, sve su usmjerene na procjenu i izradu karata rizika od obilnih oborina (s različitim specifičnostima) te na različite mjere u urbanim i ruralnim područjima. Pri tome intenzivne konzultacije na terenu s lokalnim dionicima trebaju osigurati prilagođenost zajedničkih rezultata potrebama lokalnih i regionalnih ciljnih skupina.

Na svakom se pilot području testira odabir mjera upravljanja rizicima razvijenim u RP2. Neposredni očekivani rezultati su testiranje razvijenih metoda i alata u cilju utvrđivanja njihove primjenjivosti.

## **2.4. Komplet alata “RAINMAN-Toolbox” o smanjivanju rizika (RP4)**

Glavni neposredni rezultat RP4 je izrada i provedba kompleta alata „RAINMAN-Toolbox“ koji sadrži pet alata za smanjivanje rizika od obilnih oborina i unapređivanje kapaciteta

regionalnih i lokalnih administracija u središnjoj Europi za cjelovito upravljanje rizicima za okoliš.

Komplet alata sadrži:

1. Alat za procjenu i izradu karata rizika od obilnih oborina,
2. Provedbeni vodič za mjere smanjivanja rizika, upozoravanje i hitne intervencije,
3. Preporuke za Planove upravljanja rizicima od poplava,
4. Jačanje svijesti i uključivanje dionika,
5. Katalog primjera dobre prakse za smanjivanje rizika od obilnih oborina.

Razvoj kompleta alata u ovom radnom paketu služi i kao platforma za cjelokupnu koordinaciju projekta, jer u njemu treba povezati sve pojedinačne elemente projekta.

Neposredni rezultat je: Stvaranje i provedba kompleta od pet alata Rainman-Toolbox za smanjivanje rizika od obilnih oborina koji bi kao web aplikacija bili od pomoći lokalnim i regionalnim vlastima na procjeni i izradi karata rizika od poplava uzrokovanih obilnim oborinama i akcijskom planiranju, kao i komuniciranju o rizicima i jačanju javne svijesti.

U okviru ovog glavnog cilja cjelokupnog projekta Rainman, planirana je i provedba aktivnosti na pilot područjima čime Hrvatske vode kao partner na projektu daju, između ostaloga, svoj doprinos zajedničkim rezultatima i ciljevima na projektu Rainman. To u kontekstu planiranih aktivnosti u Hrvatskoj podrazumijeva izradu karata rizika od kratkotrajne oborine visokih intenziteta na pilot područjima u Gradu Zagrebu i širem području Umaga u Istri, uz provedbu hidrološko-hidrauličkog modeliranja.

Treba napomenuti da je područje Zagreba ugroženo također i bujičnim vodama s Medvednice i vlastitim oborinskim vodama, a ugroženost velikim vodama od rijeke Save u ovom projektu neće se razmatrati. Područje Istre pod utjecajem je sredozemnih atmosferskih strujanja i ima naglašenije pojave intenzivne oborine. Tu su u značajnoj mjeri prisutne i krške površine na kojima velike količine oborine imaju drugačiji karakter površinskih i podzemnih otjecanja.

## ZAKLJUČAK

Za razliku od riječnih, fluvijalnih poplava, obilne oborine izazivaju poplave koje se javljaju vrlo brzo i njihovo prognoziranje je suočeno s velikim nepouzdanostima. Dok su za riječne, fluvijalne poplave dostupne karte rizika, ne postoji pouzdana „procjena rizika od obilnih oborina“ ili tome odgovarajuće karte za pluvijalne poplave. Stoga je planirano da će provedba projekta Rainman rezultirat novim alatima i metodama za procjenu, kartiranje i smanjenje rizika od obilnih oborina, alatima za prognoziranje i upozoravanje u slučaju mogućnosti pojave takvih događaja, te prijedlogom mjera za smanjenje šteta koje nastaju kao posljedica jake oborine. Pri tome će se predstaviti moguće građevinske i upravljačke mjere kojima je za cilj smanjivanje poplavnih rizika i šteta, što uključuje mjere vezane uz preventivno i operativno djelovanje, za vrijeme i neposredno prije događaja.

Hrvatske vode u okviru glavnog cilja, cjelokupnog projekta Rainman, između ostaloga provode i aktivnosti koje će rezultirati izradom karata rizika od kratkotrajne oborine visokih intenziteta na pilot područjima Grada Zagreba i širem području Umaga, i tako daju partnerski doprinos testiranju zajedničkih rezultata projekta Rainman.

**LITERATURA**

- [1] Građevinski fakultet u Rijeci i DHMZ (2019): *Analiza oborina na pilot područjima u Istri i Zagrebu - Projekt Rainman* (nositelj zad. Rubinić J.). Rijeka-Zagreb.
- [2] Krvavica N; Rubinić J, (2019): *Projekt Rainman - regionalne specifičnosti mjero-davnih kratkotrajnih jakih oborina na pilot područjima u Hrvatskoj*, u pripremi za 7. Hrvatsku konferenciju o vodama
- [3] Rubinić J; Cindrić Kalin K; Radišić M; Güttler I; Krvavica N; (2019): *Projekt RAINMAN - Usporedba HTP krivulja ombrografskih postaja na pilot područjima Istre i Zagreba*, u pripremi za 7. Hrvatsku konferenciju o vodama
- [4] RAINMAN (2017): Application Form (Interreg Central Europe Program, Projekt Rainman, CE 968)
- [5] Radni materijali na projektu Rainman

**AUTORI**

Alan Cibilić, dipl. ing. građ.<sup>a</sup>

dr. sc. Darko Barbalić, dipl. ing. građ.<sup>a</sup>

doc. dr. sc. Josip Rubinić, dipl. ing. građ.<sup>b</sup>

prof. dr. sc. Barbara Karleuša, dipl. ing. građ.<sup>b</sup>

doc. dr. sc. Nino Krvavica, dipl. ing. građ.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, Hrvatska [acibilic@voda.hr](mailto:acibilic@voda.hr), [dbarbalic@voda.hr](mailto:dbarbalic@voda.hr)

<sup>b</sup> Građevinski fakultet u Rijeci, Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka, Hrvatska [jrubic@uniri.hr](mailto:jrubinic@uniri.hr), [barbara.karleusa@uniri.hr](mailto:barbara.karleusa@uniri.hr), [nino.krvavica@uniri.hr](mailto:nino.krvavica@uniri.hr)