

VODANI MI

ČASOPIS AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE

Broj 114, DECEMBAR-PROSINAC 2024.

**OBILNE KIŠE I BUJICE U NOĆI 4. OKTOBRA:
ZASTRAŠUJUĆI PRIZORI
IZ HERCEGOVINE I SREDNJE BOSNE**

**ZAVRŠENA REKONSTRUKCIJA SAVSKOG
ODBRAMBENOG NASIPA U SREDNJOJ POSAVINI**

**PREVENTIVNI RADOVI NA
ODBRANI OD POPLAVA
U SLIVU RIJEKE SAVE**

**WB: ULAGANJA U OTPORNOST
MOGU POMOĆI BiH DA SE
ZAŠTITI OD KLIMATSKIH ŠOKOVA**



www.voda.ba

Sadržaj

HIDROLOŠKO STANJE NA VODNOM PODRUČJU JADRANSKOG MORA OD 2. DO 5. oktobra 2024. GODINE	6
BUJIČNE POPLAVE U SREDNJOJ BOSNI	8
PANEL DISKUSIJA „SMANJENJE RIZIKA OD KATASTROFA“	11
SVJETSKA BANKA: IZVJEŠTAJ O KLIMATSKIM PROMJENAMA I RAZVOJU	15
REKONSTRUKCIJA SAVSKOG ODBRAMBENOG NASIPA NA PODRUČJU SREDNJE POSAVINE, DIONICA KM 31+315 – KM 32+950	20
Emir Isaković, dipl. inž. građ.	
PREVENTIVNI RADOVI NA ODBRANI OD POPLAVA	24
AKTIVNOSTI AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE NA RIJECI BOSNI U ZENIČKO-DOBOJSKOM KANTONU I PLANOVI ZA NAREDNI PERIOD	27
<i>Mirza Bezdrob, dipl. ing. građ.</i>	
ULAZNI PODACI ZA DEFINIRANJE LINIJE DOPIRANJA VELIKIH VODA RIJEKE SANICE	31
doc. dr. Ajla MULAOMEROVIĆ-ŠETA, dipl. ing. građ.	
DEFINIRANJE LINIJE DOPIRANJA VELIKIH VODA RIJEKE SANICE PRIMJENOM NUMERIČKOG 2D MODELIRANJA	39
<i>doc. dr. Nerma LAZOVIĆ, dipl. ing. građ.</i>	
EVALUACIJA REZULTATA MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE	47
mr. sci. Amila Ibrulj, dipl. ing. građ.	
RESTAURACIJA RIJEKE ISAR U MINHENU	54
mr. sci. Amila Ibrulj, dipl. ing. građ. mr. Nusmir Pašić, dipl. ing. građ.	
AKTUELNOSTI U SEKTORU VODA	59

Autori su u cijelosti odgovorni za sadržaj i kvalitet članaka

„VODA I MI“

Časopis Agencije za vodno
područje rijeke Save Sarajevo
<http://www.voda.ba>

Izdavač:

Agencija za vodno područje
rijeke Save Sarajevo
Hamdije Čemerlića 39a
Tel: + 387 33 72 64 58
Fax: + 387 33 72 64 23
e-mail: info@voda.ba

Glavna urednica: Deniza Džaka

Redakcioni odbor Časopisa: predsjednica Deniza Džaka i
članovi Amila Ibrulj, Azra Rizvanović, Maja Radić-Čaušević,
Aldin Hadžalić, Selma Merdan, Ajdin Hasičić i Anesa Pita-
Bahto.

Lektorica: Elirija Hadžiahmetović

Priprema za štampu: GRAFIKA ŠARAN SARAJEVO

Štampa: GRAFIKA ŠARAN



Fojnica, oktobar 2024.



Jablanica, oktobar 2024.

Poštovani čitatelji,

Godinu na izmaku cijeli svijet, sigurno je, pamtit će po prirodnim katastrofama. Dramatični su bili prizori iz svih dijelova Planete koji su bili na udaru katastrofalnih poplava, bujica, klizišta, dugotrajnih suša... Rezultirale su ogromnim patnjama, gubitkom ljudskih života i materijalnom štetom. Nažalost, ovakvi ekstremni klimatski događaji nisu zaobišli ni Bosnu i Hercegovinu. Osim Jablanice i Konjica, nezapamćene padavine u noći 4. oktobra izazvale su razorne bujične poplave i pokrenule klizišta i u Kiseljaku, Visokom, Fojnici, Kreševu. Nakon dugotrajnih suša, za nepunih 15 sati na području sliva Neretvice palo je 411 l/m² kiše. Dan poslije u Federaciji Bosne i Hercegovine proglašeno je stanje prirodne katastrofe. Strahota koju je ostavila vodena bujica u ovim općinama ledi krv u žilama. Najbolnija činjenica jeste gubitak 27 života. Brojne porodice ostale su bez najbližih, prijatelja, komšija, ali i krova nad glavom. Nakon zahtjeva za pomoć, aktiviran je Mehanizam Civilne zaštite EU. Spasilačke ekipe na terenu, humanitarne akcije, uplašena i zbunjena lica preživjelih!

Na hitno djelovanje u suočavanju s izazovima koje donose sve izraženije klimatske promjene i meteorološki ekstremi ukazano je i na 4. BH kongresu o vodama. Prezentiran je niz panela i diskusija o poplavama, bujicama, klizištima i upravljanju vodama. Struka je mišljenja da će u nadolazećim godinama klimatske promjene rezultirati dodatnim povećanjem prosječnih temperatura, promjenama u količini padavina, povećanju broja ekstremnih vremenskih događaja. U zaštitu stanovništva, imovine i privrede od štetnih i rastućih utjecaja klimatskih promjena, u narednoj deceniji treba uložiti 6,8 milijardi \$. Kaže se to u posljednjem Izvještaju Svjetske banke o klimatskim promjenama i razvoju za Bosnu i Hercegovinu, objavljenom neposredno nakon razornih poplava u oktobru. I ovo je bila jedna od tema 4. BH kongresa o vodama. Cijeli Izvještaj Svjetske banke možete pročitati u ovom broju časopisa Voda i mi. Pažnju prisutnih na Kongresu posebno je privukla panel diskusija "Smanjenje rizika od katastrofa". Naglašena je neophodnost interdisciplinarnog, timskog rada u rješavanju problema u oblasti upravljanja vodnim resursima i redukciji rizika od katastrofa.

Agencija za vodno područje rijeke Save je na Kongresu prezentirala rezultate studije "Procjena terete zagađenja vodnih resursa koja potiču s deponija/odlagališta rudarskog i industrijskog otpada", o čemu smo pisali u 113. broju našeg časopisa. U ovom broju o rezultatima elaborata "Evaluacija rezultata monitoringa podzemnih voda na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH s analizom usklađenosti s Direktivom EU" također prezentiranom na Kongresu.

Rješenja za klimatske krize tražena su i na dvosedmičnoj konferenciji u Azerbejdžanu. Rezultati su za mnoge razočaravajući. Presudna je bila uloga novca za spas Planete. Konferencija je rezultirala obećanjem razvijenih zemalja o 300 milijardi dolara godišnje pomoći za borbu protiv klimatskih promjena. Uvredljivo nizak iznos, smatraju zemlje u razvoju. Za kritičare, najvažnija pitanja ostala su bez odgovora i pomaka. A cilj je nemoguć bez učešća svih država. Jer klimatske promjene su globalni problem, ne poznaju državne granice!

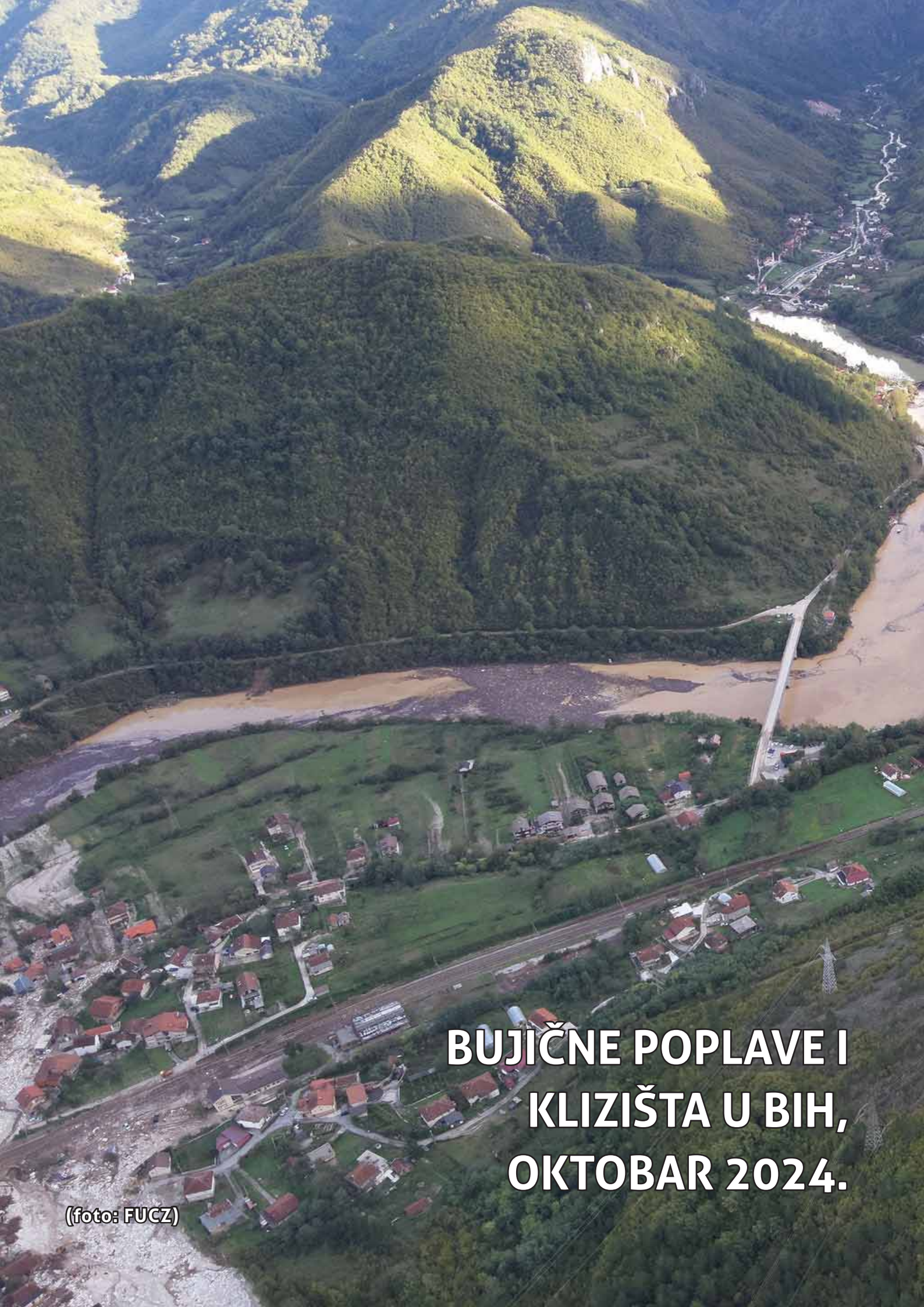
Grupa međunarodnih naučnika otkrila je da su klimatske promjene uzrokovane ljudskim aktivnostima udvostručile vjerovatnoću ponovnih poplava koje su u oktobru zadesile srednju Evropu i u kojima su stradale 24 osobe.

Predviđa se da će, zbog porasta temperature, obilne olujne kiše u Evropi postati uobičajenije i intenzivnije, a bujice češće. S aspekta rizika od poplava, definirani su i dijelovi toka Sanice, bosanskohercegovačke rijeke I. kategorije. Da bi bile definirane preciznije linije dopiranja i napravljene mape opasnosti od poplava, izrađen je Elaborat definiranja linije dopiranja velikih voda Sanice povratnog perioda 100 godina. Sastoji se iz dva dijela: hidrološke i hidrauličke analize. Obje analize, između ostalog, predstavljamo u ovom broju časopisa "Voda i mi".

I na kraju 2024. i početku 2025. godine, je li previše, ili iluzorno, ili optimistično očekivati da će u periodu pred nama biti više poštovanja resursa koje nam je priroda nesebično dala i zbog kojih se u nekim dijelovima svijeta danas ratuje? Jer, balans čovjeka s prirodom nikada nije bio važniji!

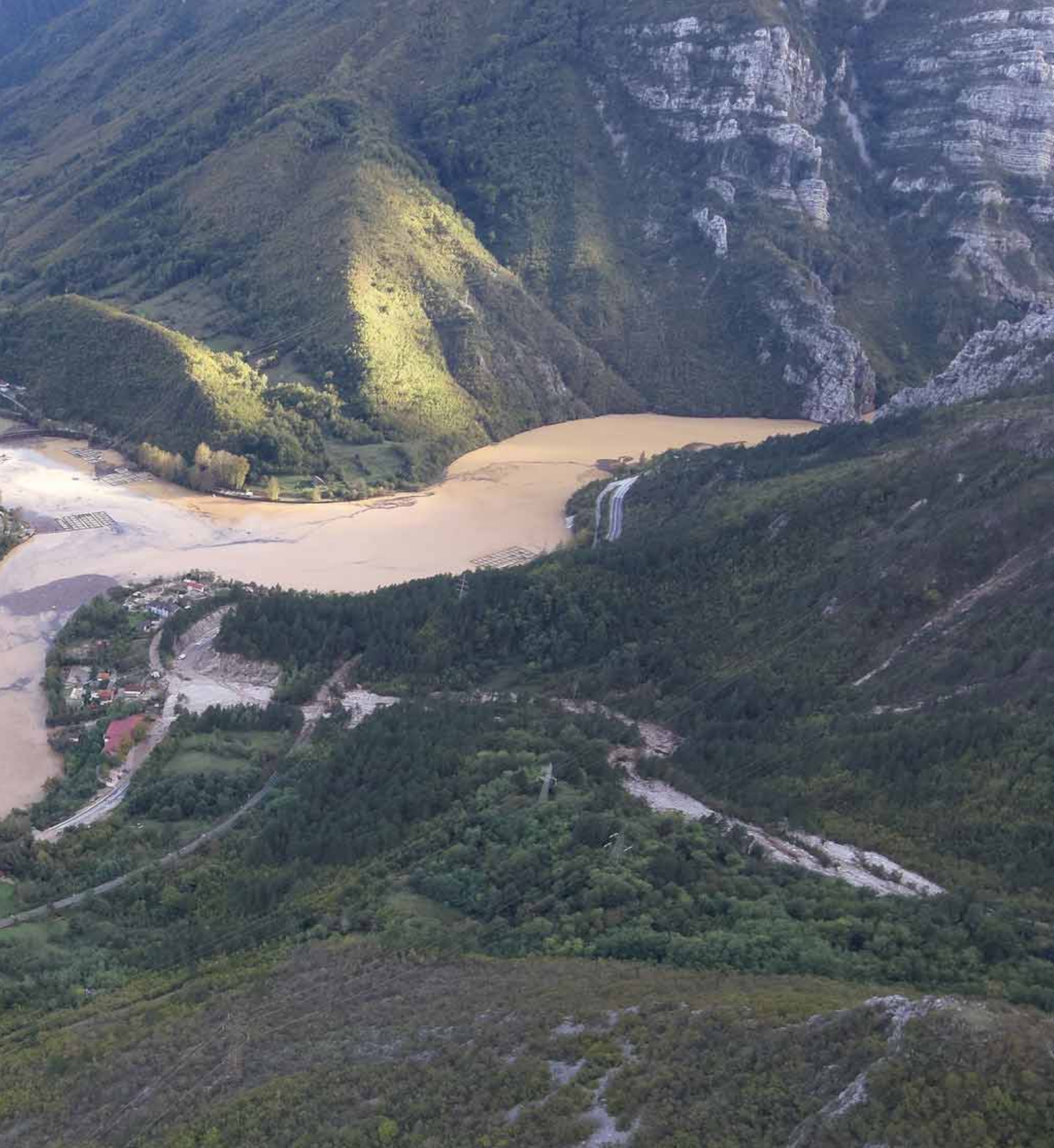
Ili ćemo nastaviti gdje smo stali?

Vaša urednica



**BUJIČNE POPLAVE I
KLIZIŠTA U BIH,
OKTOBAR 2024.**

(foto: FUCZ)



Jablanica, Kiseljak, Fojnica, Konjic ...

Obilne padavine u noći s 3. na 4. oktobar pogodile su sjevernu Hercegovinu i centralnu Bosnu. Bujice i poplave, odroni i klizišta uništavali su sve pred sobom, a stanje je posebno bilo teško u Jablanici, potpuno odsječenom od svijeta. Voda je prelazila krovove kuća, putne i telefonske komunikacije su bile prekinute, a broj nestalih i povrijeđenih rastao. Danima poslije spasilačke ekipe su tražile preživjele. Materijalna šteta je ogromna, ali ona nenadoknadiva je 27 života, stanovnika naselja pogođenih razornim bujičnim poplavama.

HIDROLOŠKO STANJE NA VODNOM PODRUČJU JADRANSKOG MORA OD 2. DO 5. OKTOBRA 2024. GODINE

(foto: Federalna uprava civilne zaštite)



Donja Jablanica nakon katastrofalnih poplava

Za nepunih 15 sati na području sliva Neretvice palo je 411 l/m² kiše. Za isti period, prema podacima hidrološke stanice EP BiH, na HE Jablanica palo je 323 l/m² kiše. Proticaj Drežnice u 22 sata iznosio je 10-15 m³/s. Već tri sata poslije ponoći proticaj je bio 240 m³/s.

Najveći dio padavina na pojedinim stanicama na slivnom području Neretve registriran je od 3.10. u 18:00 sati do 4. 10. u 8:00 sati. Na web stranici Agencije za vodno područje Jadranskog mora objavljene su izmjerene vrijednosti:

Konjic: 121 l

(max. 3. 10. 2024. u 22:45 sati za 1 sat 22 l),

Gorani-Neretvica: 411 l

(max. 4. 10. 2024. u 02:15 sati za 1 sat 31 l),

Jablanica: 279 l

(max. 4. 10. 2024. u 00:30 sati za 1 sat 28,2 l),

Drežnica: 197 l

(max. 4. 10. 2024. u 01:15 sati za 1 sat 20 l),

Jasenjani: 108 l

(max. 3. 10. 2024. u 22:00 sati za 1 sat 61,9 l),

Mostar: 24 l

(max. 4. 10. 2024. u 4:00 sati za 1 sat 5 l),

Široki Brijeg: 58 l

(max. 3. 10. 2024. u 22:00 sati za 1 sat 42,7 l).

Navedeno je da su ove količine padavina prouzrokovale ekstremne bujične poplave na manjim vodotocima na području srednje Neretve. Na hidrološkoj stanici Mostar na Carinskom mostu, Neretva je dosegla maksimalan vodostaj +900 cm 4. 10. 2024. god. u 12:15 sati. Ovaj vodostaj odgovara proticaju od 853 m³/s, nakon čega je u konstantnom opadanju i u 21:00 sat iznosio je +747 cm. Dan poslije, petog oktobra u 08:00 sati izmjeren je vodostaj 626 cm, što odgovara proticaju od 464 m³/s.



Buturović polje



Spasilačke ekipe traže preživjele

- Sve prognoze prema Evropskoj platformi za hidrološku prognozu (EFAS) za ovo područje ukazivale su da je moguće očekivati 150-200 litara kiše po m² u razdoblju od 5 do 10 dana. Sve se desilo u vrlo kratkom vremenskom periodu i u noćnim satima. Nije bilo nikakvih naznaka da će biti toliko padavina. Na osnovu prognoze Federalnog hidrometeorološkog zavoda i obavijesti o mogućim bujicama i klizištima te nakon analize podataka, Agencija za vodno područje Jadranskog mora obavještenjem je pozvala nadležne institucije da postupaju u skladu s ovlastima pridržavajući se Operativnog plana odbrane od poplava u Federaciji Bosne i Hercegovine - pojasnio je za časopis Voda i mi Damir Mrđen, v.d. direktor Agencije za vodno područje Jadranskog mora.

Na drugim pritokama Neretve nizvodno od Mostara (Jasenica, Buna, Bunica i Bregava) također je došlo do povećanja vodostaja, ali bez ikakvih prijetnji njihovog izlivanja iz korita.

Vodostaji na hidrološkim stanicama na području donje Neretve nisu dosegli vrijednosti pri kojima se proglašavaju mjere odbrane od poplava.

- U istom periodu, uzvodno od Konjica stanica Glavatičevo, Neretva nije ni blizu dosegla nivo zbog kojeg bismo imali potrebu da uvodimo mjere odbrane od poplava. Raspored ovih padavina bio je takav da je u Mostaru, na udaljenosti približno 30 kilometara zračne linije, palo 30-ak litara kiše - kazao je Mrđen.

U periodu od 3. 10. u 12 sati do 4. 10. u 12 sati na meteorološkim stanicama na slivnom području Neretve od Konjica do Mostara registrirane su sljedeće količine padavina:

Konjic 167 l,
Gorani-Neretvica 430 l,
Jablanica 323 l,
Drežnica 231 l,
Jasenjani 123 l,
Mostar 29 l i
Široki Brijeg 87 l.

U istom periodu, na slivnom području rijeke Trebižat registrirane su manje količine padavina:

- Imotski 73 l,
- Posušje 59 l i
- Ljubuški 61 l.

Petog dana oktobra u 6:30 sati zabilježeno je sljedeće stanje na akumulacijama i hidroelektranama:

- HE Jablanica radila je s 80 m³/s bez otvorenih evakuacionih organa/preljeva (kota akumulacije bila je 261,67 mnm i blago je rasla iako je ukupni dotok bio u opadanju);
- HE Grabovica radila je s 250 m³/s bez otvorenih evakuacionih organa/preljeva;
- HE Salakovac" radila je s 350 m³/s bez otvorenih evakuacionih organa/preljeva i
- HE Mostar" radila je s 200 m³/s te preko evakuacionih ograna/preljeva ispuštala 200 m³/s (jedan agregat u remontu), ukupno ispuštanje 400 m³/s.

Na rijeci Trebižat 4. 10. 2024. godine u 10:00 sati proglašene su redovne mjere odbrane od poplava kada je vodostaj na VS Humac iznosio +281 cm. Proglašenje redovnih mjera odbrane od poplava odnosi se na branjeno područje u Ljubuškom polju. Maksimalan vodostaj na ovoj VS dostigao je +293 cm 4. 10. 2024. godine u 18:00 sati, a 5. 10. u 8:00 izmjeren je vodostaj +290 cm. HE Peć-Mlini je 5. 10. u 6:30 sati radila s 15 m³/s s kotom u akumulaciji Nuga 250,01 m.n.m (nivo vode u akumulaciji opada).

- Ono što možemo uraditi jeste razmišljati u fazi definiranja korištenja prostora kako određene lokacije detaljno ispitivati, pomjerati se od vodotoka, što sada nije slučaj. Neke stvari trebalo bi mijenjati i u zakonskoj regulativi, jer nama i danas stoji da je zabranjena gradnja u liniji stogodišnjih voda koja postaje na neki način promjenljiva veličina u vrijeme sve izraženijih klimatskih promjena - kazao je Mrđen.

Način korištenja prostora je ono što definira naredna dešavanja, dodaje Mrđen. Pogotovo uzme li se u obzir činjenica i upozorenja stručnjaka da će zbog klimatskih promjena poplave biti učestalije i katastrofalnije.



BUJIČNE POPLAVE U SREDNJOJ BOSNI

Osim na sjeveru Hercegovačko-neretvanskog kantona, bujične poplave početkom oktobra uzrokovale su veliku štetu i u dijelu Srednjobosanskog kantona, u općinama Kiseljak, Kreševo i Fojnica. Nakon obilnih kiša, desne pritoke Fojnice, Željeznica, Lepenica i Kreševka izlile su se iz korita i potopile naselja, blokirale ceste, prekinule putne komunikacije. Cijela naselja su bila saobraćajno odsječena, a mnogima su prijetila i klizišta. Općine Fojnica i Kiseljak 14. 10. 2024. godine, a Općina Kreševo 17. 10. 2024, donijele su odluke o proglašenju prestanka stanja nesreće uzrokovane obilnim padavinama

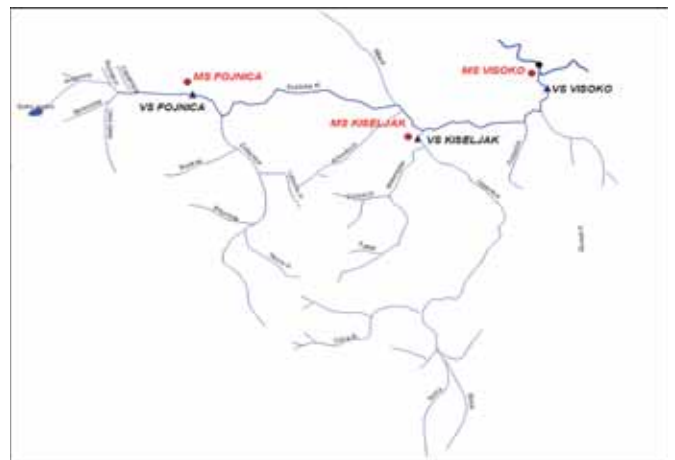


Fojnica, put prema Dusini, Gojevići

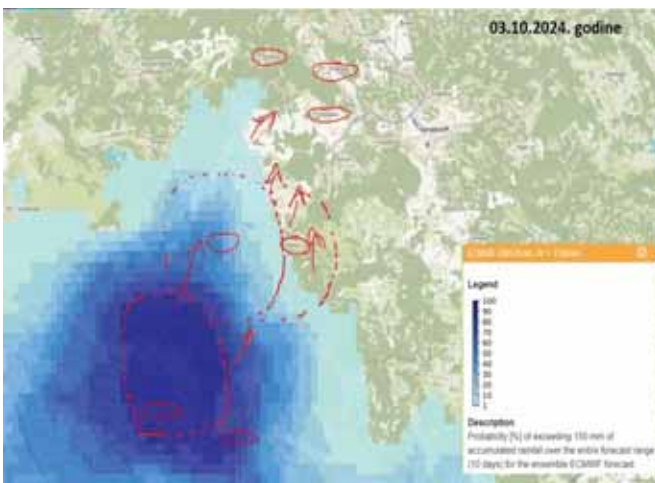


Kreševo, 5. oktobar 2024.

Ekstremni događaj 4. 10. 2024. godine u slivu rijeke Bosne bilo je gotovo nemoguće prognozirati u hidrološkom smislu, odnosno dati prognozu bujica u toj mjeri ni prostorno ni količinski. Na Slici 1. prikazane su padavine prognozirane numeričkim modelom (ECMWF-Evropski centar za srednjoročne vremenske prognoze), gdje se može vidjeti prikaz vjerovatnoće padavina većih od 150 mm.



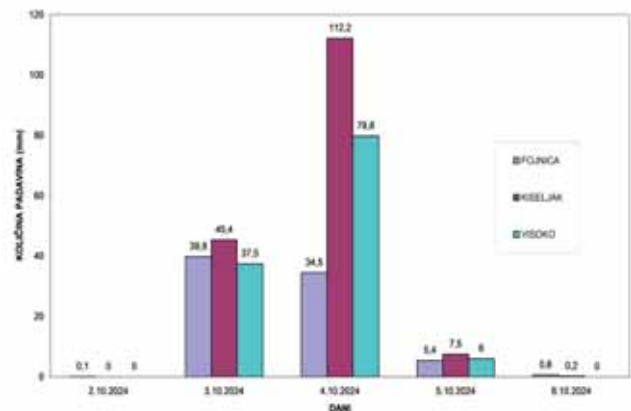
Hydrografska mreža sliva Fojničke rijeke



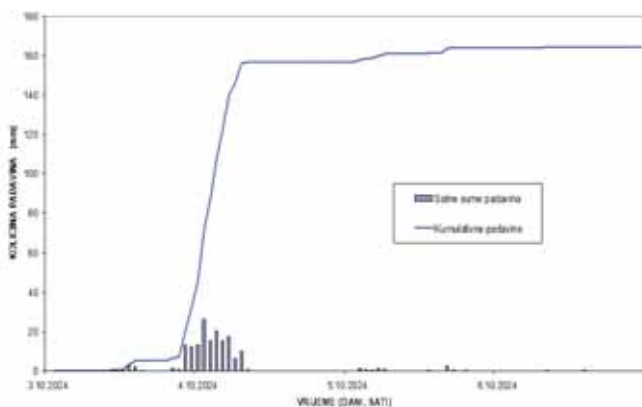
Slika 1. Prikaz vjerovatnoće padavina prema prognoznom numeričkom modelu ECMWF

Prostorno gledano, prognozni numerički modeli prognozirali su da će padavine dominantno pasti na planinskom području Hercegovine, odnosno planine Čvrsnice. Bilo je više od 300 mm padavina, a prostorno su, u odnosu na prognozu sliku, translatorno pomjerene prema Jablanici i Konjicu, čime su zahvaćeni i slivovi Lepenice, Kreševke i Željeznice, koji pripadaju vodnom području rijeke Save. Prema osmotrenim podacima s padavinske stanice u Kiseljaku, palo je približno 150 mm kiše.

Agencija za vodno područje rijeke Save na slivu Fojničke rijeke ima hidrološku stanicu na rijeci Dragači - HS Fojnica i hidrološku stanicu HS Visoko na ušću Fojničke rijeke u Bosnu. Osim hidroloških, na istim lokacijama su i padavinske stanice kojim upravlja Agencija za vodno područje rijeke Save. Na rijeci Lepenici su i hidrološka i meteorološka stanica Kiseljak. Na gornjim dijelovima sliva nema meteoroloških stanica.

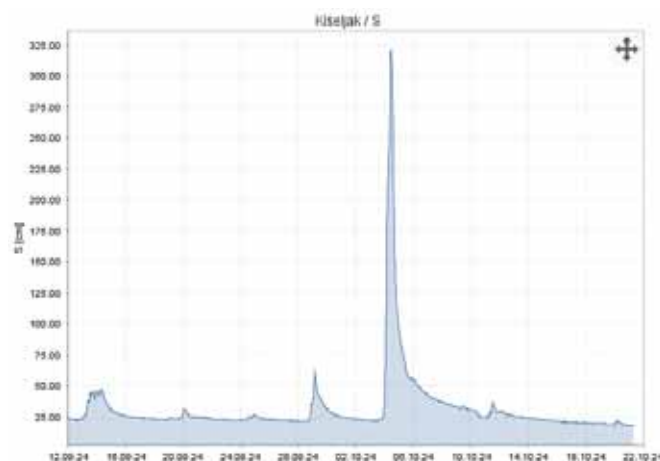
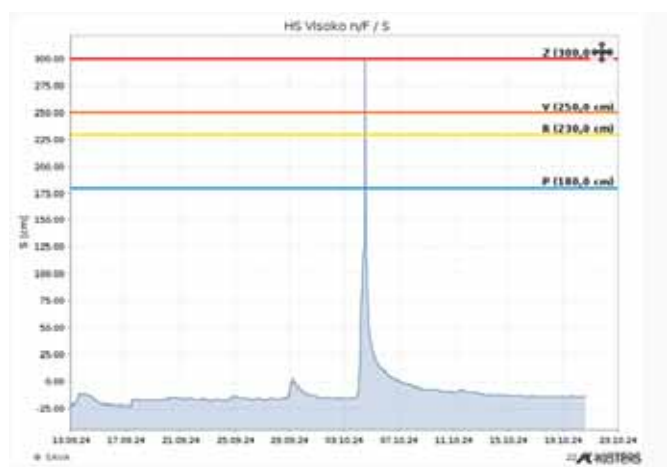
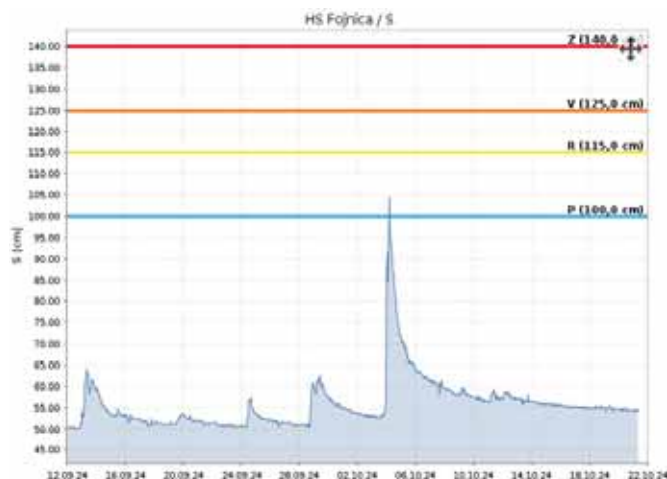


Dnevne sume padavina s meteoroloških stanica na slivu rijeke Fojnice



MS Kiseljak – satne sume padavina i kumulativne padavine (od 3. do 7. oktobra 2024. godine)

Na nivogramima na hidrološkim stanicama HS Fojnica, HS Visoko i HS Kiseljak vidljivo je ekstremno povećanje vodostaja 4. 10. 2024. godine.



Prognoza pojave bujica je nezahvalna i teško ostvariva, jer bi modeli trebalo da budu detaljno razvijeni na znatno manjem obuhvatu kako bi se prostorno mogla locirati njihova eventualna pojava. Drugi aspekt nepouzdanosti prognoze je količina padavina koja izaziva pojavu bujica. Ulazni podatak svih prognoznih modela je numerički matematski model padavina, odnosno prognoza padavina (prostorna i količinska). Rezultati simulacija hidroloških i hidrauličkih modela zavise isključivo od prognoznog modela padavina. S obzirom na to da Bosna i Hercegovina još nije članica međunarodnih platformi koje koriste numeričke modele padavina, AVP Sava u okviru svojih sistema za prognozu poplava koristi razvijene numeričke modele u Hrvatskoj, Sloveniji i Evropi (Aladin i ECMWF).

- Razvili smo prognozne modele za vodotoke I. kategorije i nastojimo uraditi određena poboljšanja i za bujične vode te tako smanjiti rizik od poplava. Naredni korak je izrada katastra bujičnih vodotoka koji će omogućiti detaljno proučavanje njihovih prirodnih karakteristika i sagledavanje uvjeta u kojima se odvijaju erozioni procesi - objasnio je rukovodilac Sektora za upravljanje vodama AVP Sava Almir Prljača.

- Urađeno je 278 karata razmjere 1:25.000 gdje su definirana područja izložena riziku. Dostupni su lokalnim zajednicama kako bi ih koristili prilikom izrade prostornih planova - kazao je Prljača.

Rukovodilac Sektora za upravljanje vodama dodaje da Agencija nastoji razviti i nove aplikacije koje bi omogućile da građani i putem mobitela mogu dobiti obavještenje o vanrednom hidrološkom stanju. Ovakvo obavještenje Agencija šalje nadležnim službama i javnosti nekoliko dana ranije, tačnije 3-5 dana, odnosno koliko je to u mogućnosti na osnovu raspoloživih prognoznih modela. Nadležne institucije vrše uzbunjivanje tj. izdaju upozorenja stanovništvu koje bi moglo biti ugroženo, a sve u skladu s propisima o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća.

PANEL DISKUSIJA „SMANJENJE RIZIKA OD KATASTROFA“

Četvrti BH kongres o vodama okupio je stručnjake i naučne radnike iz regija EU, predstavnike institucija iz oblasti voda te nevladinih organizacija s osnovnim ciljem: širenje znanja i iskustava u svim aspektima upravljanja vodnim resursima. Organizator je Udruženje konsultanata/ inženjera Bosne i Hercegovine. Bila je to prilika za razmjenu ideja i upoznavanje s inovacijama i dostignućima u svim aspektima upravljanja vodama. Posebno je bilo riječi o utjecaju klimatskih promjena na vodne resurse. Panel-diskusija "Smanjenje rizika od katastrofa" okupila je eksperte iz Ministarstva sigurnosti BiH, agencija za vode, hidrometeoroloških zavoda te profesore Univerziteta u Sarajevu. Moderatori, prof. dr. Emina Hadžić i prof. dr. Tarik Kupusović, istakli su neophodnost interdisciplinarnog, timskog rada u rješavanju problema u oblasti upravljanja vodnim resursima i redukciji rizika od katastrofa, što je potvrda kompleksnosti i složenosti ove teme.



Kongres o svim aspektima upravljanja vodama

Godišnje u svijetu, u bujicama, poplavama i klizištima strada 40.000 do 50.000 ljudi. Najveće posljedice trpe manje razvijene zemlje i to je realnost današnjice. Kazao je to u uvodnom obraćanju moderator prof. dr. Tarik Kupusović.

- Ipak nismo bespomoćni. Kroz rezultate u posljednjih više od 100 godina, zbog napretka tehnologije i suočavanja s posljedicama, učinjeni su pomaci iako još mnogo toga treba unaprijediti. Očigledna eskalacija klimatskih promjena je nešto što dovodi do povećanja rizika od ekstremnih događaja i na nama je da se sučimo s tim - kazao je Kupusović.

Nakon razornih bujica u noći 4. oktobra, Bosna i Hercegovina je prvi put od pristupanja 2022. godine uputila službeni zahtjev za aktiviranje

Mehanizma civilne zaštite EU. Samira Hunček iz Ministarstva sigurnosti BiH pojasnila je da je riječ o evropskom okviru solidarnosti za pomoć zemljama pogođenim katastrofama. Objasnila je način njegovog djelovanja.

- Uloga Ministarstva sigurnosti BiH je da koordinira aktivnosti u oblasti zaštite i spašavanja. U skladu s ustavnim uređenjem, operativni dio je na nivoima entiteta i Brčko-distrikta BiH - pojasnila je Hunček.

Najava obilnih padavina i mogućnosti za pojavu poplava kreće od informacija hidrometeoroloških zavoda. Informacija se dalje dostavlja nadležnim institucijama, civilnim zaštitama i agencijama za vode. Važno je da stigne do građana i da oni shvate ozbiljnost svake najave.



Panel diskusija "Smanjenje rizika od katastrofa"

- Trudimo se da informacija RHMZ bude korisna i jednostavna, ali opet da budemo fokusirani na tačnu lokaciju gdje se poplave mogu desiti i u kom periodu. Gdje najčešće nastaju problemi? Građani i nadležne institucije često ne shvataju šta su mogućnosti prognoza. S velikim poplavama i rijekama i nije teško prognozirati. Najava bujičnih poplava je nešto drugo: moguće je reći u kojoj regiji će se desiti, kojem dijelu zemlje, ali da li će ih biti u nekom gradu ili naselju - jednostavno je nemoguće kazati. Ne postoji mogućnost prognoze bujičnih poplava na tom nivou tačnosti ili preciznosti. Nijedna prognoza u svijetu to ne može uraditi - kazala je Milica Đorđević iz Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike srpske.

Đorđević je istakla i da je potrebno razviti sistem meteoradara u Bosni i Hercegovini, finalizirati ili pokrenuti učlanjenje Bosne i Hercegovine u međunarodne organizacije, kao što je Centar za srednjoročnu prognozu. Unapređenje je u razvoju novih modela za prognozu od poplava, privlačenju novog kadra, ali i jačanju komunikacije kako s građanima tako i s nadležnim institucijama.

Napravili smo protokole i procedure o postupanju kako bi smanjili rizik ne samo od poplava već i svih elementarnih nepogoda - istakao je direktor Federalnog hidrometeorološkog zavoda Almir Bijedić pojašnjavajući ulogu ove institucije u smanjenju rizika od katastrofa.

- Kada prognostički modeli ukazuju na opasnost od poplava, Federalni hidrometeorološki zavod šalje obavještenje nadležnim institucijama. Bitno je da imamo i Meteoalarm – evropski sistem za upozoravanje na opasne meteorološke pojave. Također smo dio Evropskog centra za poplave. To su veoma dobri alati i sistemi za rano upozoravanje na opasne meteorološke i hidrološke pojave - kazao je Bijedić.

Napominje da je FHMZ realizirao desetke domaćih i međunarodnih projekata u oblasti zaštite i spašavanja. Problem su finansijska sredstva, nedostak kadra te učlanjenje u evropske institucije, a s druge strane neplanska i gradnja na rizičnim mjestima bez saglasnosti i dozvola.

Na pitanje koje su trenutne aktivnosti za upravljanje rizicima od prirodnih katastrofa, posebno poplava i kako ih prilagoditi klimatskim promjenama, v.d. direktor Agencije za vodno područje Jadranskog mora Damir Mrđen naglasio je da su pokrenute određene aktivnosti, doneseni Planovi upravljanja rizikom od poplava (2024-2029) u skladu s principima EU Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava:

- Pokrenuli smo aktivnosti za ažuriranje preliminarne procjene rizika od poplava, dvogodišnje faze u šestogodišnjem periodu primjene Plana. Važno je napomenuti da agencije pripremaju planove i upućuju

ih u redovnu proceduru usvajanja Vladi Federacije BiH. Sve je urađeno u skladu s principima EU. Važno je i to da se radi o procjenama poplavnih događaja sa značajnijim štetnim posljedicama. Događaji poput oktobarskih poplava u Jablanici i Konjicu ranije se nisu dešavali, iako je bilo bujičnih poplava, ali ne u tom obliku.

Mjere koje treba implementirati nisu samo iz sektora voda. Naglašena je važnost prostornog planiranja, odnosno definiranja korištenja zemljišta i uzimanje u obzir rizika od poplava te izbjegavanja rizičnih prostora. Iz tog razloga urađene su i karte erozije.

- Uradili smo karte erozije za FBiH i Brčko-distrikt BiH. Karte erozije pokazuju koja su područja u FBiH podložna erozionim procesima. Procjene su da je više od 20% teritorije Federacije BiH u potencijalnoj opasnosti od erozije. Cilj je pomoći lokalnim zajednicama na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH da, uključivanjem rezultata ovog projekta u planske dokumente, izbjegnju mjesta rizična s aspekta erozije. U narednom periodu više ćemo se fokusirati na bujične poplave. Moramo raditi da te informacije dođu do što većeg broja stanovnika - pojasnio je rukovodilac Sektora za upravljanje vodama AVP Sava Almir Prljača.

Nema apsolutne zaštite od poplava, moguće je raditi na smanjenju rizika, što i radimo, dodao je Prljača. Izgrađeni su prognozni modeli za sve glavne podslivove na vodnom području Save. Agencija za vodno područje rijeke Save u svom radu, s ciljem prognoze vanrednih hidroloških stanja, koristi četiri platforme: nacionalnu, regionalnu za sliv Save, regionalnu platformu za rijeku Drinu te Evropsku platformu za hidrološku prognozu (EFAS).



Prljača: Više od 20% teritorije FBiH u potencijalnoj opasnosti od erozije

Iako su postignuti značajni rezultati u zaštiti od riječnih poplava, bujične poplave i dalje predstavljaju izazov koji zahtijeva dugoročnu prilagodbu i međusektorsku saradnju za održiva rješenja.

Velika količina padavina pokreće ne samo aktivna, već i klizišta koja su u mirovanju. Penzionirani stručnjak za klizišta Fuad Babić ističe da bez obzira na to što je bespravna gradnja prvi uzrok pojave klizišta - ona ne jenjava. Drugi uzrok je sječa šume.

- Svako klizište je opasno, bilo da je riječ o malom ili velikom, a sanacija nije jeftina. Treba zainteresirati posebno studente da se bave ovim ogromnim problemom - kazao je Babić.

Prof. dr. Emina Hadžić podsjetila je da je na Građevinskom fakultetu u Sarajevu uveden smjer Geotehnike, koji se bavi ovom problematikom. Ključno je razviti domaću bazu znanja za pripremu i implementaciju budućih projekata.

Preventivne mjere protiv bujica trebalo je provesti prije 50-ak i više godina. Prevencije se ne rade samo u koritu, već i u bujičnim slivovima. Pojasnio je to prof. dr. Muhamed Bajrić sa Šumarskog fakulteta u Sarajevu:

- Po staroj karti erozije, 25% od ukupne površine BiH ima karakter bujičnog sliva. Ogromna je to površina. Neophodno je dograditi kartu erozije ažuriranjem i izdvajanjem svih bujičnih slivova, katastrom bujičnih tokova i kategorizacijom rizika svakog pojedinačnog toka. Zatim postaviti i uvezati u sistem automatske mjerne stanice na tom području.

Govoreći o trenutnom stanju sistema odbrane od poplava u Republici Hrvatskoj i smjernicama EU koje se primjenjuju u realizaciji takvih projekata, Mario Šiljeg iz Instituta za vode "Josip Juraj Strossmayer" naglasio je da je većina infrastrukturnih projekata realizirana ili se realizira zahvaljujući EU sredstvima:



Edukacija lokalnih zajednica o rizicima i preventivnim mjerama mora postati prioritet

- Hrvatska je donijela strategiju prilagodbe klimatskim promjenama i procijenila da je u ovom desetljeću potrebno utrošiti približno 3,5 milijarde eura da bi se donekle odbranili, odnosno ublažili posljedice klimatskih promjena. Taj novac smo adresirali u sektore poljoprivrede, šumarstva, turizma i energetike. Kada smo ušli u EU, imali smo 67% stanovništva obuhvaćenog projektima odbrane od poplava, danas smo na 77%. Namjera je da se 87% stanovništva zaštiti da bude relativno sigurno od poplava.

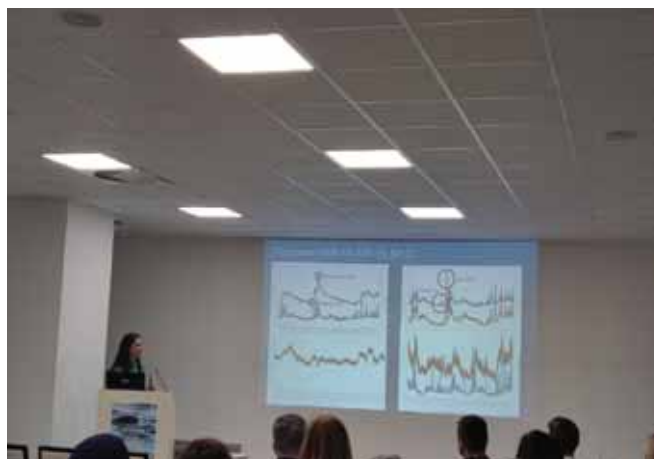
Među odlučujućim mjerama države za efikasniju realizaciju ovih projekata Šiljeg je naveo donošenje Zakona o zaštiti od poplava u slivu Kupe:

- Tim zakonom omogućili smo da za parcelizaciju zemljišta nije nužna lokacijska dozvola, već elaborat usklađen s planovima prostornog uređenja lokalne razine. Postupak izvlaštenja mogao je biti pokrenut bez lokacijske dozvole na temelju idejnog, odnosno glavnog projekta. Takvo rješenje znatno je ubrzalo pripremu projekata i početak njihove realizacije.

On se slaže s ostalim učesnicima panel-diskusije da su bujične poplave, uz klimatske promjene, direktna posljedica nereda u strateškom planiranju:

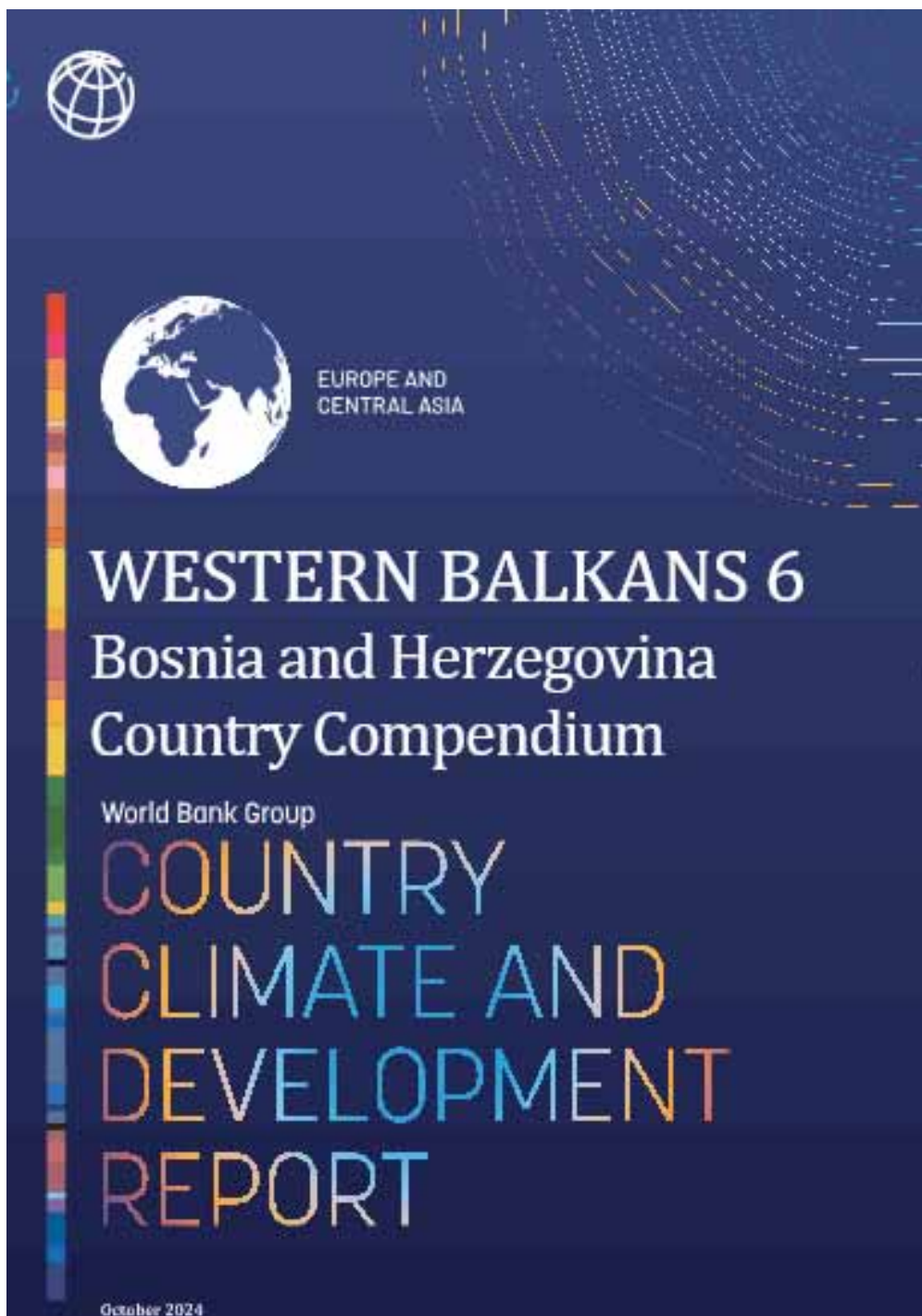
- Odgovori su na prirodi bazirana rješenja. Veliki gradovi trebaju voditi puno više računa o prostornom planiranju, uspostaviti zelena područja u gradskim središtima kako bi tlo imalo mogućnost upijanja takvih voda. To je jedan interdisciplinarni pristup rješenju problema.

Učesnica u panel-diskusiji bila je i prof. dr. Aida Pilav. Prirodne nesreće utječu i na zdravlje zajednice i potrebne su mjere za minimiziranje rizika. Zbog toga su u Zakonu o zdravstvenoj zaštiti neophodni planirani programi psihološke pomoći, odnosno planovi pripravnosti u slučaju katastrofe.



Kongres okupio 124 stručnjaka iz BiH i regiona

SVJETSKA BANKA: IZVJEŠTAJ O KLIMATSKIM PROMJENAMA I RAZVOJU



Bosna i Hercegovina je u protekloj deceniji održavala ekonomsku stabilnost bez obzira na značajne šokove, ali se taj razvoj odrazio na okoliš i zdravlje. U Bosni i Hercegovini je sačuvana makroekonomska stabilnost - čak i tokom pandemije COVID-a 19 i nakon nje - uz jednocifrenu inflaciju, fiskalni suficit i mali deficit deviznog računa, ali se zemlja ipak suočila s razarajućim posljedicama po prirodu i ljudsko

zdravlje. Gradovi u BiH postaju žarišta aerozagađenja, gdje niski standardi kvaliteta zraka uzrokuju povećanje povezanih stopa smrtnosti za 140 posto većih od prosjeka Evropske unije (EU). Sa 22 posto ukupnih emisija u regiji, BiH je po emisijama na drugom mjestu među zemljama Zapadnog Balkana (ZB6). BiH je također jedna od ugljično i energijski najintenzivnijih zemalja u Evropi, s ugljičnim intenzitetom tri puta većim od prosjeka EU. Visok energijski intenzitet ukazuje na ekonomiju čiji razvoj uvelike ovisi o energiji, što povećava bojazni od energijskog siromaštva najugroženijih domaćinstava. Ekonomska stabilnost BiH dijelom se može pripisati izvozu energije, jeftine struje koja se proizvodi iz uglja, ali starenje infrastrukture i smanjenje zaliha uglja povod su zabrinutosti za održivost ovog sektora u budućnosti. Negativni, kako okolišni tako i zdravstveni utjecaji naglašavaju potrebu za zelenom tranzicijom, ali je potrebna njena strateška provedba kako bi se osiguralo da to bude Pravedna tranzicija za sve.

Vanjski faktori i međunarodne obaveze određuju pravac politike klimatskih promjena u BiH, ali je potreban daljnji napredak kako bi bile povećane klimatske ambicije zemlje te unaprijedio njen kapacitet za ostvarivanje tih ambicija. BiH je potpisnica Okvirne konvencije Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama (UNFCCC) i Pariškog sporazuma, kao i ugovorna strana u Sporazumu Energetske zajednice. Obavezala se na usklađivanje svog energetskeg i klimatskog zakonodavstva s pravnom stečevinom EU, doprinoseći time ostvarivanju ambicije cijelog kontinenta da postigne klimatsku neutralnost. BiH je u nacrtu svog Nacionalnog energetskeg i klimatskog plana (NECP) eksplicitno navela „neto nula emisija do 2050“, ali taj cilj još uvijek nije uključen u primarno zakonodavstvo. Dugoročne strategije BiH sadrže obavezu ublažavanja utjecaja klimatskih promjena i prilagođavanja na njihove posljedice, a zakonska osnova za ove aktivnosti priprema se i donosi na nivou entiteta.

U pogledu prilagođavanja provode se aktivnosti na procjeni potencijalnog rizika od poplava i utvrđivanju mjera prilagođavanja, ali je malo šta urađeno u vezi s drugim klimatskim i okolišnim rizicima. Prema Institucionalnoj procjeni klimatskih promjena (CCIA) Svjetske banke - iako su mjere BiH koje se odnose na javno finansiranje i odgovornost naprednije od većine zemalja ZB6 - sveukupan institucionalni kapacitet za suočavanje s klimatskim promjenama tek se uspostavlja. Iako institucije pojedinačno rade na rješavanju specifičnih aspekata klimatskih mjera, nedostaje koordinacija između ministarstava i entiteta. Treba istaći i značaj ljudskog kapitala, s obzirom na to da niski obrazovni ishodi i dugotrajno prisutne nejednakosti u obrazovanju smanjuju sposobnost BiH za provedbu zelene tranzicije. Razvoj ljudskog kapitala bit će od ključnog značaja za osiguranje vještina neophodnih za pružanje odgovora na promjenjive potrebe na putu prema neto nultoj emisiji.

Zbog geografskog položaja i klime u BiH, može se javiti više prirodnih opasnosti. Opasnosti kao što su poplave, klizišta, zemljotresi, šumski požari i toplotni valovi u proteklih nekoliko godina značajno su utjecale na zemlju. Ponajprije razorne poplave 2014. godine, izazvane dotad nezabilježenim padavinama, pogodile su milion ljudi u 70 administrativnih jedinica, stradalo je 25 ljudi i pričinjena je šteta od 2,14 milijardi US \$, što je 16% bruto domaćeg proizvoda (BDP) zemlje. Prema Indeksu klimatskih rizika, BiH je 2014. bila treća u svijetu po ukupnim gubicima i štetama uzrokovanim klimatskim nepogodama. Naredne poplave (2020, 2021. i 2023. godine) naglasile su postojanje trajnog rizika i potencijalnih razaranja od poplava. Također, porasli su kako učestalost tako i intenzitet šumskih požara, zahvatajući približno 350.000 hektara zemljišta (7% površine države) i gubitke koji se mjere desetinama miliona dolara. Te klimatske opasnosti povećavaju izazove u svim sektorima od vitalnog značaja. Poljoprivreda, koja čini 7,6% BDP-a i zapošljava 20% radne snage, suočava se s gubicima zbog ekstremnih temperatura i vrućina, pri čemu su suše 2012. uzrokovale gubitke od 1,65 milijardi US \$ u poljoprivredi, a uništeno je gotovo 70% uroda povrća i kukuruza i smanjena proizvodnja energije za oko 25%. Vodni resursi i upravljanje vodama također su pod pritiskom, pošto povećanje temperature i smanjenje padavina dovode do učestalijih suša i poplava, remeteći proizvodnju električne energije i turizam. Po svim Reprezentativnim koncentracijskim putevima (RCP) stakleničkih gasova (GHG), BiH može zbog klimatskih promjena pretrpjeti značajne ekonomske štete. U nedostatku investiranja u prilagođavanje klimatskim promjenama, potencijalni utjecaji na BDP iznosili bi približno 7% u 2030. i 16% u 2050. – prema RCP 2,6, 4,5 i 8,5 – što se može smatrati konzervativnim procjenama. Treba naglasiti da modeliranje efekata prirodnih opasnosti i klimatskih promjena na BDP nije jednostavno, a očekivani prosječni utjecaji mogu prikriti koliko dramatični mogu biti utjecaji pojedinačnih pojava. Konačno, na tu osjetljivost na klimatske promjene nadovezuju se smanjenje stanovništva i pretežnost ruralnog krajolika, stvarajući socio-ekonomske ranjivosti koje utječu na sposobnost stanovništva da se suočava s klimatskim promjenama.

Troškovi djelovanja u smislu ulaganja u prilagođavanje su veliki, ali su koristi od takvoga djelovanja čak i veće. U sljedećoj deceniji Bosna i Hercegovina trebalo bi da uloži 6,8 milijardi US \$ (u dolarima iz 2020, bez diskonta) u zaštitu ljudi i imovine od šteta i rastućih utjecaja klimatskih promjena (Slika ES. 1). Troškovi tog sveobuhvatnog paketa ulaganja u prilagođavanje iznosili bi 0,6–1% BDP-a godišnje do 2050. Ulaganje u prilagođavanje donijelo bi „trostruku dividendu“, što uključuje tri tipa koristi: izbjegnute gubitke, ubrzan ekonomski potencijal i povećane dodatne socijalne i okolišne koristi.

Provođenje aktivnosti prilagođavanja klimatskim promjenama širom zemlje u velikoj mjeri smanjuje ljudske i ekonomske gubitke i štetne klimatske pojave te olakšava razvoj ljudskog kapitala.

Slika ES.1. Sažetak narativa ulaganja u prilagođavanje



Izvor: Analiza Svjetske banke

Napomena: BDP = bruto domaći proizvod, RCP = reprezentativni koncentracijski put, BCR = omjer koristi i troškova.

* Makroekonomski model daje procjene godišnjih šteta na osnovu očekivanih godišnjih gubitaka uzrokovanih svakom klimatskom opasnošću. Projicira se da će očekivane štete tokom vremena rasti kao odraz sve nepredvidljivijih i nestabilnijih klimatskih uvjeta. Kombinirane štete od utjecaja suše na kukuruz i pšenicu, toplotnog pritiska na produktivnost radne snage i riječnih poplava, za BiH se procjenjuju na 14% BDP-a po RCP 4,5 u 2050.

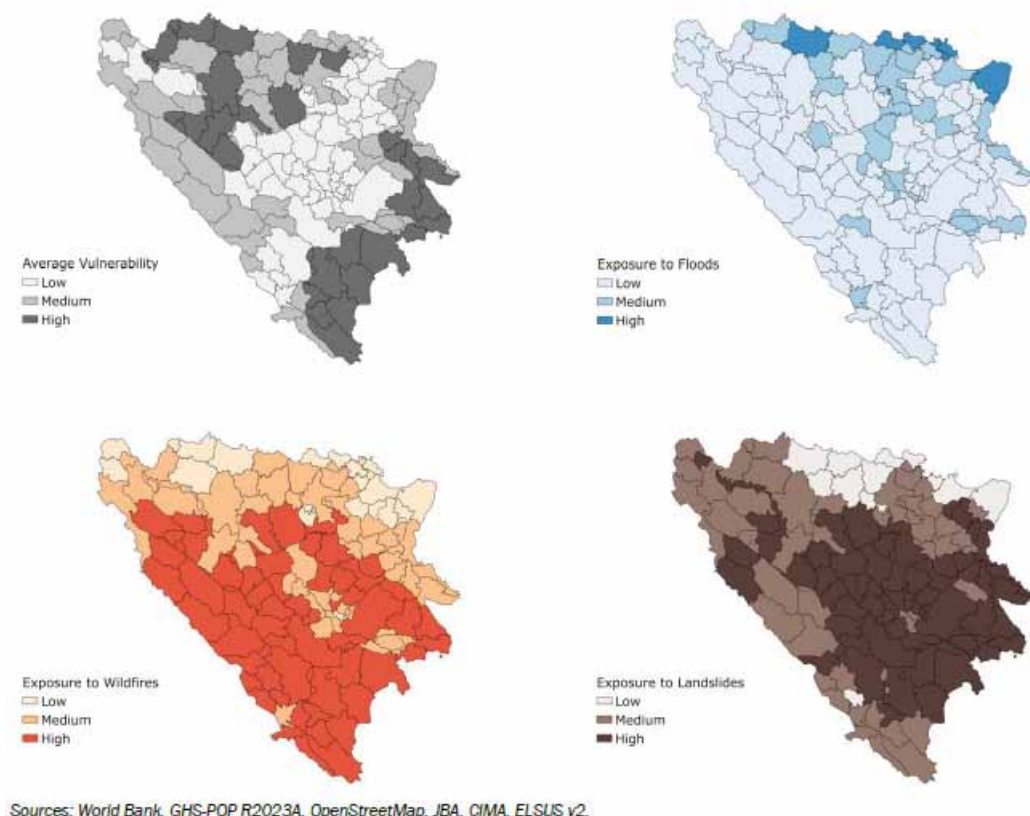
Ulaganja u prilagođavanje mogu potaknuti rast zapošljavanja i unapređenje vještina te povećati prilike za trgovinu po osnovu tih projekata, što dalje potkrepljuje opravdanost proaktivnog pristupa klimatskoj otpornosti. Provedbom inicijativa za klimatsku otpornost u BiH ostvaruje se značajan povrat. Svaki euro uloženi u te mjere daje povrat u rasponu od 1,06 do 14,15 €, što ističe snažnu ekonomsku održivost prilagođavanja na klimatske promjene. Te strateške investicije ne samo da potiču ekonomski rast nego i povećavaju mogućnosti zapošljavanja i stvaranje održivih i klimatski otpornih urbanih centara. Treba promovirati integraciju informacija o riziku tokom stadija planiranja, projektiranje i održavanje svih infrastrukturnih investicija. Štaviše, ulaganje u rješenja zasnovana na prirodi (NBS) unapređuje prilagođavanje i istovremeno donosi značajne dodatne koristi za ekosistem i lokalne zajednice, naročito za ranjive i zajednice u planinskim i nizvodnim područjima. NBS za zaštitu od poplava mogu donijeti velike neto koristi, gdje su omjeri koristi i troškova (BCR) generalno iznad 2, a mogu ići do 12 u slučaju obnove tresetišta i do 18 u slučaju obnove plavnih ravnica. Konačno, ulaganje u ljudski kapital pomaže prilagođavanju sistema kroz bolje obrazovanje i proizvodne vještine, ranu identifikaciju zdravstvenih pitanja i sprečavanje osiromašenja ugroženog stanovništva.

U BiH je moguće ubrzati energijsku tranziciju da bi se do 2050. ostvarila neto nula emisija na nivou cijele ekonomije, ali će to iziskivati radikalne promjene i odlučno djelovanje. U sklopu Izvještaja o klimi i razvoju zemalja (CCDR) ZB6 sačinjena je analiza modeliranja energetske sistema kako bi se izvršila procjena putanje sektorske dekarbonizacije zemalja ZB6. Postojeće mjere klimatske politike BiH, navedene u Nacionalnom energetske i klimatskom planu (NECP), već su u određenoj mjeri ambiciozne, ali treba učiniti mnogo više da bi se do 2050. dostigla neto nulta emisija. U neto nultom svijetu elektrane na uglj treba da prestanu raditi do 2050, solarne i vjetroelektrane iziskuju velika ulaganja u kratkoročnom periodu, a hidroelektrane i baterije za skladištenje osiguravaju balansiranje nestalnosti izvora obnovljive energije (IOE). Osim toga, od ključnog će značaja biti unapređenja energetske efikasnosti transporta, zgradarstva i industrijskih sektora, kako bi se smanjile potrebe za energijom, zajedno sa elektrifikacijom i prelaskom na izvore čistije energije.

Klimatske promjene također su izazvale niz utjecaja na upravljanje vodnim resursima u BiH. Uprkos tome što se nalazi među vodom najbogatijim zemljama na Zapadnom Balkanu i što je jedna od 10

najbogatijih zemalja u Europi, BiH se suočava s izazovima vezano za svoje vodne resurse. Otprilike 57% tih resursa ostaje neiskorišteno, a došlo je i do smanjenja kvalitete pitke vode. Sve veće temperature i smanjenje ljetnih padavina uzrokovali su duža sušna razdoblja, što je dovelo do češćih suša, osobito u kraškim područjima. S druge strane, jesen sada donosi veći rizik od ekstremnih poplava. Ovakvi uvjeti, s periodom ponavljanja procijenjenim na 5 do 10 godina, ugrožavaju stabilnost vodostaja i snižavaju nivo podzemnih voda, što značajno utječe na proizvodnju električne energije, vodosnabdijevanje i sektor turizma. Nažalost, ograničeni hidrološki podaci dodatno usložnjavaju napore za procjenu i rješavanje ovih promjena u upravljanju vodnim resursima.

Opasnosti povezane s klimom, kao što su suše, šumski požari i toplinski valovi, brzo se uvećavaju, što rezultira kaskadnim utjecajima na različite sektore. Sektori koji su najosjetljiviji na klimatske promjene u Bosni i Hercegovini su poljoprivreda, upravljanje vodnim resursima, šumarstvo, energetika, turizam, bioraznolikost i osjetljivi ekosustavi te zdravlje ljudi.



Slika 2. Ranjivosti koje se preklapaju i dovode do kaskadnog utjecaja u BiH

U pogledu makroekonomskog fiskalnog utjecaja, cilj neto nulte emisije do 2050. može se ostvariti, ali s obzirom na sadašnje ekonomske trendove u BiH - to će imati određene nepovoljne utjecaje na ekonomiju. Stope ekonomskog rasta za BiH do 2050. jedva ostaju pozitivne, s približno samo 2%, čak i po optimističnom scenariju rasta. Sveukupno, u poređenju s referentnim scenarijem, bit će potrebno 0,5 milijardi US \$ (u US \$ iz 2020.) do 2030. i 5,8 milijardi US \$ (u US \$ iz 2020.) do 2050. (izraženo u sadašnjoj vrijednosti), da bi se postigla neto nula emisija na nivou cijele ekonomije, što predstavlja prosječno 1,8% BDP-a godišnje do 2050. Ulaganja bi bila prvenstveno u elektroenergetski sektor, uz razvoj dodatnih solarnih i vjetrokapaciteta. Ulaganjima u električna vozila (EV) u velikoj mjeri bila bi zamijenjena ulaganja u nova vozila s motorom s unutrašnjim sagorijevanjem. Utjecaj ulaganja u dekarbonizaciju na domaću proizvodnju bio bi umjeren u odnosu na značajna smanjenja emisija do kojih bi ona dovela, uz prosječno 1,2% manji BDP po stanovniku u odnosu na Referentni scenarij.

U privatnom sektoru poslovne banke i firme mogu dati veliki doprinos aktivnostima, kako ublažavanja tako i prilagođavanja u BiH. Očekuje se da će na privatni sektor otpasti većina (88,3%) ulaganja u dekarbonizaciju BiH na putu prema neto nultoj emisiji, naročito u sektorima transporta, zgradarstva i energije. Što se tiče ulaganja u prilagođavanje, BiH u javnom sektoru treba izgraditi bolje kapacitete za procjenu rizika i privlačenje privatnog finansiranja, uz istovremeno jačanje svojih kapaciteta za korištenje finansiranja EU i međunarodnih donatora, kao što su Fond za prilagođavanje, Zeleni klimatski fond i Specijalni fond za klimatske promjene. Međunarodne finansijske institucije (MFI) i domaće

razvojne banke mogle bi u partnerstvu s poslovnim bankama uspostaviti specijalne kreditne linije pod povoljnim uvjetima za ulaganje u niskougljične tehnologije. Naprimjer, strane banke s podružnicama u BiH mogle bi koristiti instrumente za optimalizaciju kapitala i garancije za smanjenje ponderiranja regulatornog rizika, koji se primjenjuju na obavezne i dobrovoljne rezerve na konsolidiranom nivou i tako osloboditi kapital za finansiranje projekata klimatskog ublažavanja i prilagođavanja. Osim toga, BiH može, putem javno-privatnog partnerstva, promovirati ulaganja u komunalne usluge (kao što su pilot-projekti daljinskog grijanja) i tražiti međunarodnu tehničku pomoć od MFI-ja za pripremu tih projekata. BiH treba osigurati konkurencijsku neutralnost i potaknuti klimatske aktivnosti unutar javnih preduzeća (JP). BiH je druga, iza Srbije, među zemljama Zapadnog Balkana po pitanju javnog, državnog udjela u sektorima s visokom emisijom. Velika zastupljenost države povezuje se s niskom poslovnom dinamikom, obeshrabrivanjem ulaska novih firmi na tržište, istiskivanjem privatnih investicija i potencijalnim usporavanjem tranzicije prema zelenijoj i održivijoj ekonomiji. Jačanjem okvira konkurentnosti i osiguranjem konkurencijske neutralnosti, BiH može izjednačiti uvjete za poslovanje javnih i privatnih preduzeća i privući privatne investicije u klimatske mjere. Nadalje, BiH može potaknuti klimatske mjere unutar javnih preduzeća unapređenjem njihovog korporativnog upravljanja i jačanjem saradnje između javnih preduzeća i privatnih firmi.

BiH treba razviti tržište zelenog duga za podršku klimatskim ulaganjima. Tržište tematskih (zelenih, socijalnih, održivih i s održivošću povezanih) obveznica na Zapadnom Balkanu, a naročito u BiH, još uvijek je u ranom stadiju razvoja. BiH treba implementirati okvir održivog finansiranja (u skladu s EU) sa zelenom taksonomijom, što može pomoći investitorima da jasno identificiraju prilike za zelena ulaganja i omogućiti finansijskim institucijama razvijanje odgovarajućih novih instrumenata.

Zelena tranzicija treba biti osmišljena i provedena na pravedan način. Tranzicija na neto nula imat će distributivni efekat na potrošnju domaćinstava zbog varijacija troškova proizvodnje i isporuke, što može dovesti do promjena cijena energije i neenergetskih proizvoda. Vlasti bi se trebale usmjeriti na ciljanu podršku domaćinstvima, uključujući recikliranje prihoda¹, kako bi bile ublažene potencijalne posljedice po stanovništvo u nepovoljnijem položaju. Stoga je potrebno pažljivo razmatranje da bi se osigurala pravedna tranzicija za sve i spriječilo povećanje energijskog siromaštva.

Tokom posljednjeg desetljeća, BiH je proaktivno implementirala niz projekata za rješavanje ranjivosti povezanih s klimom i poboljšanje upravljanja katastrofama. To je uvelike bilo potaknuto nizom značajnih ekstremnih vremenskih događaja koji su naglasili hitnost klimatske prilagodbe. Osim toga, BiH je napravila značajne korake u modernizaciji sektora vodnih usluga kroz Water Alliance, ujedinjujući napore nekoliko razvojnih partnera, uključujući Delegaciju EU u BiH, EBRD, EIB, UNDP, Svjetsku banku i bilateralne partnere iz Švicarske, Švedske i Češke.

Što se tiče daljnjih aktivnosti u sektoru voda, najveći prepoznati prioriteti su:

- dovršiti pripremu integralnih planova upravljanja rizicima od poplava uključujući sveobuhvatne programe mjera;
- izraditi programe za integraciju BiH u EU u sektoru upravljanja vodama i
- prenijeti direktive vezano za vode u zakonodavstvo FBiH i RS kako bi se osigurala usklađenost s pravnom stečevinom EU o vodama, uzimajući u obzir saradnju između nadležnih institucija u BiH i među entitetima.

Kada govorimo o potrebnim investicijama u sektoru, prioriteti su:

- ulagati u modernizaciju, obnovu i proširenje infrastrukture za navodnjavanje i odvodnju kako bi se povećala otpornost poljoprivrednog sektora;
- ulagati u provedbu Programa mjera Planova upravljanja vodnim područjima i infrastrukturnih mjera obrane od poplava;
- ulagati u sektor vodnih usluga, kako bi bili smanjeni visoki nivoi neprihodovane vode (NRW) u sistemima vodosnabdijevanja, povećana otpornost i stepen prečišćavanja otpadnih voda.

Izveštaj se završava sažetkom detaljnih preporuka za reforme politika i investicije, a navedeni su i prateći izazovi i vremenski rokovi za preporuke. Preporuke se fokusiraju na ono što bi se moglo i trebalo uraditi u kratkom roku (do 2030), uz osvrt na postavljanje temelja za proširivanje klimatskih mjera u narednim decenijama. Preporuke obuhvataju otpornost i prilagođavanje, dekarbonizaciju i ublažavanje, makroekonomiju i finansiranje te institucionalnu i regulatornu spremnost za klimatske mjere.

¹ (nap. prev) – prihod ostvaren naplatom ugljične takse vraća se društvu

REKONSTRUKCIJA SAVSKOG ODBRAMBENOG NASIPA NA PODRUČJU SREDNJE POSAVINE, DIONICA KM 31+315 – KM 32+950

Piše: Emir Isaković, dipl. inž. građ.

Rijeka Sava protiče duž sjeverne granice Bosne i Hercegovine u dužini cca 330 km, od čega je cca 110 km na području Federacije Bosne i Hercegovine. Zaštitnu odbrambenu liniju u Federaciji Bosne i Hercegovine na teritoriji Posavskog kantona čine savski odbrambeni nasip dužine 60 km i bosanski odbrambeni nasip dužine 7,8 km (zona ušća rijeke Bosne u Savu).

Nakon katastrofalnih poplava koje su zadesile Bosnu i Hercegovinu (vodno područje rijeke Save) i zemlje regiona, maja 2014. godine, donesen je Akcioni plan za zaštitu od poplava i upravljanje rijekama u BiH 2014-2017. Između ostaloga, planirao je dovođenje svih zaštitnih vodnih objekata u Posavskom kantonu (poplavna područja Srednje i Odžačke Posavine) na potreban stepen zaštite od velikih voda.

Savski odbrambeni nasipi projektirani su za zaštitu od velikih voda ranga pojave 1/100 godina (vode koje se javljaju jednom u sto godina), uz dodatno zaštitno nadvišenje od 1,2 m, koje nije bilo realizirano na pojedinim dionicama.

Na području Srednje Posavine na teritoriji FBiH, savski odbrambeni nasip je dužine cca 33 km, od čega je 20,5 km zadovoljavalo kriterij nadvišenja velikih voda. Potrebno je bilo izvršiti rekonstrukciju i nadvišenje cca 12,5 km nasipa.

Na području Odžačke Posavine na teritoriji FBiH, savski odbrambeni nasip je dužine cca 27 km, od čega je 16,5 km zadovoljavalo kriterije nadvišenja velikih voda. Potrebno je bilo izvršiti rekonstrukciju i nadvišenje cca 10,5 km nasipa.

U okviru poplavnog područja Odžačke Posavine nalazi se i bosanski odbrambeni nasip dužine 7,8 km. Ovdje je bilo potrebno izvršiti rekonstrukciju i nadvišenje cca 6,9 km nasipa.



Rekonstruirani savski odbrambeni nasip na lokalitetima Tursinovac i Prud

U 2015. godini započeta je, a u 2016. godini okončana rekonstrukcija savskog obrambenog nasipa na lokalitetima Prud – općina Odžak (područje Odžačke Posavine) i Tursinovac – općina Domaljevac-Šamac (područje Srednje Posavine) u ukupnoj dužini cca 6,1 km. Radovi su većim dijelom financirani zahvaljujući projektu FERP, odnosno sredstvima Svjetske banke. Manji iznos financiran je sredstvima AVP Sava.

Zaključno s 2018. godinom, u potpunosti je okončana i rekonstrukcija bosanskog obrambenog nasipa. Navedeni radovi financirani su sredstvima AVP Sava – I faza (dionica od km 0+000 – km 1+250). Druga faza financirana je sredstvima projekta FERP (dionica od km 1+250 – km 6+900).

Naredna faza radova u Posavskom kantonu, planirana i Akcionim planom, bila je rekonstrukcija četiri dionice savskog obrambenog nasipa ukupne dužine približno 16 km.

U okviru izrade Akcionog dokumenta Delegacije Evropske unije u BiH, osigurana su sredstva za sljedeće projekte:

- rekonstrukcija savskog obrambenog nasipa na poplavnom području Srednja Posavina, dionica Kopanice - Vidovice, dužine cca L=5,5 km, km 9+650 – km 15+196;
- rekonstrukcija savskog obrambenog nasipa na poplavnom području Srednja Posavina, dionica Donja Mahala, dužine cca L=2,5 km, km 26+856 – km 29+370;
- rekonstrukcija savskog obrambenog nasipa na poplavnom području Odžačka Posavina, dionica Svilaj, dužine cca L=4,8 km, km 22+272 - km 27+117 i
- rekonstrukcija savskih popratnih nasipa uz obodni kanal Svilaj - Potočani (lijevi i desni nasip, ukupne dužine 3,2 km), km 0+000 – km 1+600.

Nakon završenog postupka eksproprijacije za sve četiri dionice, kao i pribavljanja potrebnih odobrenja za građenje, pripremljena je tenderska dokumentacija za navedene radove, kao i za nadzor.

Nakon provedenih postupaka javne nabavke (provedene prema EU procedurama), u toku 2018. godine započeti su, a u 2019. okončani radovi na svim navedenim lokalitetima.

Preostala dionica s nedovoljnim zaštitnim nadvišenjem bio je parapetni zid na potezu Grebnice-Bazik u dužini od cca 1,4 km, uz koji prolazi magistralna saobraćajnica Orašje-Šamac. Nakon provedenih procedura i pribavljanja dozvola, ugovori za sanaciju, odnosno nadvišenje parapetnog zida na potezu Grebnice-Bazik te nadzor nad istim, potpisani su 2021. godine. Svi ugovorom predviđeni radovi okončani su 2022. Kompletne radovi financirani su sredstvima AVP Sava.

Ovim je okončana rekonstrukcija dionica obrambenog nasipa uz rijeke Savu i Bosnu u zoni ušća, koje prema dotadašnjoj evidenciji i informacijama iz dokumentacije kojom je raspolagala Agencija za vodno područje rijeke Save Sarajevo (GOP i tehnički prilozi GOP-a, FOP i tehnički prilozi FOP-a, kao i ostala dokumentacija koja je predata prilikom primopredaje ovih objekata JP za vodno područje slivovi rijeke Save) nisu imale potrebno zaštitno nadvišenje.

Nakon naznaka da još neke dionice savskog obrambenog nasipa na području Srednje Posavine nemaju adekvatno zaštitno nadvišenje, odnosno da bi se provjerila tačna kota krune savskog obrambenog nasipa na navedenim dionicama, angažirana je ovlaštena geodetska firma koja je sačinila Elaborat. Jedan od zadataka bio je i geodetsko snimanje s ciljem provjere kota krune savskog obrambenog nasipa na pomenutim dionicama, tj. da li imaju dovoljan stepen zaštitnog nadvišenja iznad velikih voda rijeke Save ranga pojave 1/100.

Nakon geodetskog snimanja u okviru Elaborata, utvrđeno je da na dionici km 31+315 – km 32+950 nema adekvatnog zaštitnog nadvišenja (nedostaje od 0,20 m do 0,90 m) iznad kote velike vode rijeke Save ranga pojave 1/100.

Kako bi se i na ovoj dionici postiglo potrebno zaštitno nadvišenje i dovela u puno funkcionalno stanje, sredstvima AVP Sava prvobitno je izrađen i revidiran Glavni projekt rekonstrukcije navedene dionice.

Glavnim projektom izvršena je analiza postojećeg stanja tijela nasipa (provođenjem adekvatnih geoloških i geomehaničkih ispitivanja), izvršeni su svi potrebni proračuni (analiza stabilnosti, proračun procjeđivanja itd.) te odabir najoptimalnijeg tehničkog rješenja rekonstrukcije nasipa s ciljem postizanja potrebnog zaštitnog nadvišenja, dugoročne i kvalitetne zaštite branjenog područja od velikih voda rijeke Save, uz evši u obzir da je cijelom dužinom predmetne dionice berma nasipa na branjenoj strani ujedno i magistralna saobraćajnica. Shodno navedenom, tehničko rješenje rekonstrukcije navedene dionice savskog obrambenog nasipa koncipirano je na način da se proširenje tijela nasipa izvrši isključivo s vodne strane, čime je branjena zadržana u približno postojećem stanju.

Također, projekt je obuhvatio i sve postojeće prelazne putne rampe na predmetnoj dionici savskog obrambenog nasipa, odnosno situativno su locirane na istim stacionažama kao u trenutnom stanju te adekvatno povezane s ostalim saobraćajnicama.



Izvođenje pripremnih radova

Na osnovu urađenog Glavnog projekta, provođenja postupka eksproprijacije te pribavljanja ostale neophodne dokumentacije, AVP Sava je osigurala sredstva za njegovu realizaciju u 2023. godini te pokrenula postupke javne nabavke za odabir ovlaštenih firmi koje će vršiti izvođenje, odnosno nadzor radova. Nakon provedene nabavke, krajem avgusta 2023, potpisan je ugovor za izvođenja radova na rekonstrukciji i nadzoru nad pomenutim radovima.

U toku septembra 2023. godine počela je realizacija ugovorenog, odnosno izvođenje pripremnih radova (iskolčavanje trase projektovanog nasipa, sječenje stabala i šiblja u pojasu od nožice postojećeg nasipa do vanjske linije nivelacije, pronalazak adekvatnih pozajmišta, mašinsko skidanje humusa itd.).



Prekid radova zbog velike vlažnosti tla

Usljedili su zemljani radovi, odnosno iskopi postojećeg materijala, kao i izrada nasipa predviđenog za rekonstrukciju kvalitetnim materijalom iz iskopa postojećeg nasipa i iz adekvatno odabranih pozajmišta. U toku 2023. godine radovi su izvođeni u skladu s povoljnim vremenskim uvjetima. Obustavljeni su tokom zimskih mjeseci zbog niskih temperatura, odnosno velike vlažnosti u tlu koja nije pogodna za izvođenje radova.





Izvođenje zemljanih radova

Nakon sticanja povoljnih uvjeta za nastavak, u maju 2024. godine nastavljena je izrada nasipa predviđenog za rekonstrukciju s odgovarajućim materijalom iz pozajmišta.

Nakon završetka zemljanih radova, odnosno nasipanja zemljanom materijalom (s planiranjem kosina) do krune nasipa, što je rezultiralo njegovim nadvišenjem, izvedeni su i preostali radovi (humuziranje i zatravljanje nasipa, izrada šljunčanog kolovoza na nasipu i putu uz nožicu nasipa itd.). Svi ugovorom predviđeni radovi okončani su u septembru 2024. godine.

Prvi put od gradnje odbrambenih nasipa (70-ih godina 20. stoljeća) postignuto je da kompletna odbrambena linija na poplavnim područjima Odžačke i Srednje Posavine ima isti stepen zaštite – na proračunate velike vode rijeka Save i Bosne ranga pojave 1/100, uz dodatno zaštitno nadvišenje od 1,20 m. Time se, uz pravilno i pravovremeno provođenje mjera aktivne odbrane od poplava, osigurava zaštita od velikih voda rijeka Save i Bosne ranga pojave 1/1000 godina (vode koje se javljaju jednom u hiljadu godina).

Osim rekonstrukcije nasipa, odnosno dovođenja na adekvatno zaštitno nadvišenje, AVP Sava svake godine iz svog plana izdvaja značajna sredstva za finansiranje poslova tekućeg održavanja svih zaštitnih vodnih objekata na područjima Srednje i Odžačke Posavine (odbrambeni nasipi, pumpne stanice, centri za odbranu od poplava, čuvarske kuće, gravitacioni ispusti, dovodni i obodni kanali, brane Hazna i Vidara itd.) te finansira i ostale projekte bitne za normalno funkcioniranje sistema (sanacija oštećenja tijela nasipa, produženje bosanskog nasipa, sanacija klizišta, sanacija pristupnih cesta uz nasip, izgradnja centara za odbranu od poplava, sanacija i remont pumpnih postrojenja, opremanje COP-a i čuvarskih kuća, kao i mnoge druge).



Nasip nakon okončanja radova

PREVENTIVNI RADOVI NA ODBRANI OD POPLAVA

Preventivne aktivnosti na odbrani od poplava na vodotocima I. kategorije neki su od zadataka koje provodi Agencija za vodno područje rijeke Save u skladu sa Zakonom o vodama Federacije BiH. Naime, pripreme za izradu godišnjeg plana u Agenciji počinju već u petom mjesecu tekuće godine. Zahtjevi za dostavljanje prijedloga projekata budu upućeni nadležnim ministarstvima, kantonima, gradovima i općinama, koji predlažu projekte čiju realizaciju smatraju neophodnom. Putem posebnih obrazaca, ove institucije predlažu projekte uređenja vodotoka i zaštitu od štetnog djelovanja velikih voda na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH. U nastavku je kratak pregled realiziranih preventivnih aktivnosti na odbrani od poplava od oktobra 2024. godine.

NASTAVLJENA REGULACIJA KORITA ŽELJEZNICE U NASELJU OTES



Regulacija novih 150 metara korita

Nastavljena je regulacija korita Željeznice u ilidžanskom naselju Otes. Riječ je o novih 150 metara korita ove rijeke I. kategorije u naseljenom području, gdje je propusna moć vodotoka znatno manja u odnosu na uzvodno regulirani dio. Za ovu dionicu ranije je urađena i revidirana projektna dokumentacija, riješeni su imovinskopravni odnosi i izdato odobrenje za građenje. Ugovorena vrijednost radova, koje finansira Agencija za vodno područje rijeke Save, iznosi gotovo 600.000 KM.

U 2023. godini urađena je prva dionica dužine 170 metara. Ukupna potrebna dužina regulacije Željeznice od mosta u Otesu do ušća u Bosnu iznosi 950 metara. Izvedenim radovima na kompletnoj dionici bit će postignuta zaštita od plavljenja velikim vodama Željeznice povratnog perioda



Regulirano 3,5 km korita u urbanom dijelu

1/100 godina u naseljima Otes, Riverina i Osjek.

Tehničke karakteristike aktuelnih radova su sljedeće: Normalni profil je trapeznog poprečnog presjeka sa minor i major koritom sa širinom u dnu $B = 36,0$ m, nagibima kosina 1:2,5 i bermom $b = 6,0$ m. Za rijeku Željeznicu visina korita je 3,65 m (nivo stogodišnje vode 3,35 m i nadvišenje 0,30 m). Kosine minor korita oblažu se heksagonalnim betonskim prizmama s visinom oblaganja H obloga = 1,35 m, što je visina minor korita. Ispod betonskih heksagonalnih prizmi je filterski sloj od pjeskovito-šljunkovitog materijala debljine 20 cm i služi kao zaštita od ispiranja materijala. Berma i kosina (major korito) štite se slojem humusa sa zatravljanjem.

Željeznica trenutno ima 3,5 km reguliranog korita u urbanom dijelu. Od toga je Agencija finansirala izgradnju od Mosta Alije Izetbegovića do Mosta spasa u Butmiru na dužini 1,3 km, a uređenje od mosta na zapadnom prilazu gradu u Otesu do Mosta Alije Izetbegovića na dužini 2,2 km izvedeno je prije 1992. godine. Za dionicu od Mosta spasa do entitetske linije u Vojkovićima na dužini 1,95 km urađena je novelacija projektne dokumentacije kako bi se projektno rješenje uskladilo s planovima višeg reda (Regulacioni plan Nova Ilidža III).

SDIP projekat Svjetske banke

U 2025. godini trebalo bi da počne realizacija prve faze SDIP projekta Svjetske banke "Integrirano upravljanje i razvoj riječnog bazena Sava", odnosno njegova komponenta "Zaštita od poplava i upravljanje okolišem". Za Kanton Sarajevo osigurano je 5,47 miliona eura. Projekti koji bi bili realizirani uz pomoć ovih sredstava su:

1. nastavak regulacije rijeke Bosne u Sarajevskom polju u naselju Rajlovac, nizvodno od petlje Butile (od P62 do P41) dužine 1.050 m;
2. nastavak uređenja korita Željeznice na Ilidži i
3. nastavak uređenja desne obale rijeke Bosne u Vogošći u naselju Svrake.

Svjetska banka je ove projekte ocijenila perspektivnim i u toku su pripreme za njihovu realizaciju.

Svi ovi projekti predstavljaju nastavak aktivnosti koje je Agencija započela u ranijem periodu. Rijeka Bosna i njene pritoke su od 2015. do danas regulirane na dužini većoj od 6 km, i za to je utrošeno 13 miliona KM iz sredstava Plana i Finansijskog plana Agencije i granta IPA 2011. Tokom novembarskih poplava 2021. godine, u Kantonu Sarajevo najveću štetu je pretrpila upravo privredna zona Rajlovac. Do trajne regulacije na ovom području neophodna je bila intervencija na prirodnom koritu, kao preventivna mjera s ciljem osiguranja proticajnog profila rijeke Bosne na više lokacija na područjima općina Novi Grad i Vogošća. Uklanjanjem uskih grla nastoji se smanjiti mogućnost izlivanja rijeke iz korita i plavljenja okolnih objekata. S obzirom na to da izgradnja trajne regulacije na kompletnom području iziskuje značajna finansijska sredstva koja u ovom trenutku Agencija nema - uz višegodišnje izvođenje radova na terenu, a s ciljem zaštite od poplava - kao prelazno rješenje urađen je projekt preventivnih mjera na osiguranju proticajnog profila. Tretirano je područje dužine 6,5 km, od mosta u Krivoglavcima do petlje Butila na Sarajevskoj obilaznici na području općina Novi Grad-Sarajevo i Vogošća. Svi predviđeni radovi završeni su u tri faze tokom 2022. i 2023. godine. Za tu namjenu utrošeno je 1,25 miliona KM.

REGULACIJA KORITA BOSNE NA PODRUČJU OPĆINE NOVI GRAD



Prolaz distributivnog gasovoda ispod korita

U toku je regulacija korita Bosne na području općine Novi Grad-Sarajevo, nizvodno od petlje Butila na Sarajevskoj zaobilaznici. Riječ je o dionici dužine 350 metara od P62 do P69. Radovi su bili obustavljeni zbog rješavanja problema izmještanja gasne instalacije ispod riječnog korita kod petlje Butila. S predstavnicima KJKP Sarajevogas usaglašeno je da je za rješenje ovog problema potrebno izvršiti podbušivanje ispod riječnog korita s HDD tehnologijom. Riječ je o usmjerenom bušenju s provlačenjem PEHD DN 315 mm zaštitnom cijevi obloženoj bentonitom kroz koju bi bila provučena gasna polietilenska cijev Ø 225 x 12,8 mm. Na ovaj način bila bi osigurana gasna instalacija od vanjskih utjecaja. Za ove radove provedena je posebna javna nabavka. Ugovorena vrijednost projekta je približno 130.000 KM.

OSIGURANJE PROTICAJNOG PROFILA RIJEKE BOSNE U OPĆINI ILIJAŠ



Završeni radovi u Malešićima

Završeni su radovi na osiguranju proticajnog profila rijeke Bosne dužine 550 metara u naselju Malešići u općini Ilijaš. Podrazumijevali su sječu drveća i šiblja koje je ometalo proticaj vode, uklanjanje panjeva, iskop viška istaloženog materijala i formiranje proticajnog profila

vodotoka koji se uklapa u prirodno stanje korita, čime je povećana njegova propusna moć. Ono što je karakteristično za ovu dionicu je često odnošenje konkavne obale rijeke Bosne prilikom nailaska velikih voda i plavljenje okolnih kuća, poljoprivrednih površina i lokalne saobraćajnice. Ukupna vrijednost izvedenih radova je gotovo 120.000 KM. Pribavljena je i saglasnost nadležnog sportsko-ribolovnog društva. Radovi su izvođeni u hidrološki najpovoljnijem godišnjem terminu, a završeni su prije ugovorom predviđenog roka.

UREĐENO NOVIH 225 METARA LIJEVE OBALE RIJEKE BOSNE U ŽEPČU



Uređenje dijela korita Bosne u Žepču

Zvaničnom primopredajom radova okončano je uređenje 225 metara lijeve obale Bosne u Žepču. Riječ je o dionici nizvodno od već uređenog dijela, od profila P25 do profila P16. Agencija za vodno područje rijeke Save je za ove radove izdvojila gotovo 460.000 KM. Izgradnja preostalog dijela dionice, ukupne dužine 550 metara, planirana je za naredni period. Cilj je osigurati nesmetan protok vode, zaštititi obale Bosne od erozije i poboljšati njihove hidromorfološke karakteristike te time smanjiti mogućnost plavljenja okolnih objekata.

ČIŠĆENJE KORITA SPREČE



Kontinuirani radovi na teritoriji Grada Lukavca

Završeno je čišćenje 1.500 metara korita Spreče na području MZ Krtova. Vrijednost izvedenih radova je 280.000 KM. Korito je očišćeno od nanesenog materijala, oborenih stabala, smeća i sl. U isto vrijeme, očišćene su i obale koje su bile obrasle šikarom i drvećem. Na ovaj način povećana je propusna moć korita te značajno smanjena mogućnost izlijevanje rijeke na okolne poljoprivredne površine.

SANACIJA DESNE OBALE KRIVAJE U NASELJU SOLUN, OPĆINA OLOVO



Završetkom radova u naselju Solun, okončana je realizacija projekta „Sanacija desne obale rijeke Krivaje na lokaciji Solun i lijeve obale na lokaciji Čuništa u općini Olovo“. Ukupna vrijednost izvedenih radova je približno 195.000 KM. Sanacioni radovi su provedeni s ciljem zaštite obala od erozije i smanjenja opasnosti od poplava. U Čuništima je izgrađena kamena obaloutvrda, dok je u naselju Solun, zbog terenskih uvjeta, zaštita obale ostvarena postavljanjem žičanih gabiona ispunjenih kamenom.



Okončan projekt u naseljima Solun i Čuništa

AKTIVNOSTI AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE NA RIJECI BOSNI U ZENIČKO-DOBOJSKOM KANTONU I PLANOVI ZA NAREDNI PERIOD

Piše: Mirza Bezdob, dipl. ing. građ.

Sliv rijeke Bosne najnaseljeniji je podsliv Save i s najrazvijenijom industrijom u BiH. Trenutni status objekata za zaštitu od poplava je nezadovoljavajući, sa samo djelimičnom zaštitom od velikih voda u urbanom dijelu nekoliko gradova i općina. Dužina vodotoka Bosne na području Zeničko-dobojskog kantona iznosi 165,3 km i prolazi kroz 8 općina/gradova. Od toga dužina po pojedinim lokalnim zajednicama je sljedeća: Visoko 22 km, Kakanj 21,2 km, Zenica 47,1 km, Žepče 25,6 km, Zavidovići 11,3 km, Maglaj 30,4 km, Tešanj 3,9 km i Doboj Jug 3,8 km. Uređenje korita rađeno je u Visokom, Kaknju, Zenici, Žepču, Zavidovićima i Maglaju.

U ovom broju časopisa o regulaciji u Visokom, Kaknju i Zenici.

Regulacija rijeke Bosne u Visokom

U ranijem periodu rijeka Bosna bila je uređena samo na dijelu desne obale nizvodno od gradskog mosta na dužini 300 metara. Značajni radovi izvedeni su u Visokom sredstvima Agencije za vodno područje rijeke Save.

Što se tiče centralnog dijela kod zgrade Gradske uprave Visokog, na dijelu uzvodno od gradskog mosta uređena je lijeva obala Bosne na dužini 200 metara te 350 metara desne obale. Uređeno je 150 metara lijeve obale Bosne uzvodno od ušća Fojnice u Bosnu i regulirana Fojnica na ušću u Bosnu na dužini 200 m. Također, uređeno je 90 metara lijeve obale Bosne nizvodno od gradskog mosta, a u toku je provođenje postupka za uređenje dodatnih 200 metara.

Obloga kosine lijeve i desne obale Bosne uzvodno od gradskog mosta sastoji se od betonskog zida visine 1,50 m na koji je oslonjena obloga od betonskih prizmi položenih na tamponski sloj u nagibu 1:2,5 i to do visine nivoa vode povratnog perioda jednom u 100 godina. Do vrha kosine, u istom nagibu, vrši se humuziranje.

Na dijelu uređenja lijeve obale Bosne nizvodno od gradskog mosta, gdje je u nasipu izveden kanalizacioni kolektor, normalni profil određen je na proračunati nivo stogodišnjih voda s dodatim nadvišenjem od 80 cm. Na kruni nasipa predviđena je pješачko-biciklistička staza širine dva metra popločana betonskim prizmama s betonskim ivičnjacima i zeleni pojas širine 40 cm.



Lijeva obala Bosne u Visokom uzvodno od mosta

Nagib kosina je 1:1,5. Na visini 1,80 m ispod krune nasipa, izvedeno je humuziranje i ozelenjavanje, koje završava betonskom gredom i oblogom od šestougaoanih betonskih prizmi debljine $d=20$ cm. Kosina se završava nožičnom gredom za stabilizaciju, uz koju je predviđen krupni kameni nabačaj. Visina oblaganja određena je prema proračunu vučnih napona. Trasa većinski prati trasu prirodne obale. Oborinske vode se prihvataju u prefabricirane betonske elemente širine 50 cm, položene na podlogu od pijeska debljine 10 cm.

Oborinske vode se uvode u AB šahtove pokrivene rešetkom iz kojih se putem PVC cijevi voda uvodi u vodotok. Kanalizacioni kolektor se nastavlja od gradskog betonskog mosta polaganjem PE rebrastih kanalizacionih cijevi s profiliranim stijenkama i glatkom unutrašnjosti tjemene nosivosti SN8 kN/m² vanjskog prečnika 1.200 mm. Situativni položaj cijevi je u osovini projektirane pješačke staze, a za ispiranje i kontrolu predviđena su revizionna okna.

Osim u centralnom dijelu općine, izvršena je sanacija i 50 metara desne obale Bosne u naselju Ozrakovići, gdje je sanirano klizište, kao i izgrađena obaloutvrda na desnoj obali Bosne u naselju Mulići na dužini 350 m. U Ozrakovićima je uređenje izvedeno kao na lijevoj obali nizvodno od gradskog mosta, dok je u Mulićima izveden gravitacioni kameno-betonski zid s bermom od kamena i osiguranjem dijela puta iznad zida.



Ušće Fojnice u Bosnu u Visokom



Lijeva obala Bosne u Visokom nizvodno od mosta



Desna obala Bosne u Visokom

Regulacija rijeke Bosne u Kaknju

U kakanjskom naselju Povezice uređeno je 750 metara lijeve obale, čime se ovo naselje štiti od velikih voda rijeke Bosne. Zbog blizine kuća i lokalnog puta, urađena je kombinacija izgradnje nasipa i parapetnog zida. Parapetni zid je visine 50 cm i po njemu su postavljene drvene klupe od borovih dasaka (dimenzija 12 x 4 x 200 cm) na razmaku od 10 m. Nadvišenje iznad kote velikih voda ranga pojave jednom u 100 godina iznosi 80 cm. Na dionici između stacionaža 0+000,00 i 0+407,54 izgrađen je nasip i parapetni zid. Kosina nasipa prema vodnoj strani iznosi 1:2, a prema branjenoj 1:1,5. Kosine nasipa su humuzirane, a po kruni je izvedena šetnica širine tri metra. Šetnica je od betonske galanterije, a postavljena je na sloj pijeska debljine 4 cm. Ispod se nalazi tamnonski sloj drobine debljine 20 cm. Između stacionaža 0+407,54 i 0+493,58 također je izvedena zaštita lijeve obale s izgradnjom nasipa i zidova, ali je zbog blizine lokalnog puta



Lijeva obala Bosne u Kaknju

na branjenoj strani izgrađen potporni zid. Visina potpornog zida iznosi 2,10 m. Od stacionaže 0+493,58 do 0+593,61 lokalni put se djelimično udaljava od obale i izgrađen je nasip i parapetni zid bez potpornih zidova. Kosina nasipa prema vodnoj strani iznosi 1:2, a prema branjenoj 1:1,5. Između stacionaža 0+593,61 i 0+632,15 nalazi se zona u kojoj je izgrađen individualni stambeni objekat.

Potporni zidovi nasipa su uklopljeni na objekat kako bi zaštita od velikih voda imala kontinuitet, a na ovoj dionici šetnica je prekinuta dok ne bude pronađeno rješenje za navedeni objekat. Navedeno rješenje je usaglašeno na sastanku održanom u Općini Kakanj.



Desna obala Bosne u Kakanju

Između stacionaža 0+625,91 i 0+747,76 (kraj regulacije) izvedeno je rješenje s novom kosinom korita rijeke Bosne, pored radova predviđenih kao i na prethodnoj dionici. Na toj dionici, lokalni put na lijevoj obali koji prolazi ispod Mosta mladosti približava se postojećoj obali. Radi očuvanja puta na predmetnoj dionici i mogućnosti planiranja šetnice, lijeva obala je pomjerena prema koritu za cca 3,5 m. Ovakvo pomjeranje obale dovelo je do izdizanja visokih voda povratnog perioda jednom u 100 godina u koritu u odnosu na postojeće stanje za 3 cm, što je malo izdizanje nivoa vode. Na ovom potezu, izvedena je obloga kosine korita od betona sa završnim slojem od poluobrađenog kamena. Na kosini se postavljaju sljedeći slojevi: tkani geotekstil, šljunak i beton debljine 20 cm i završni sloj poluobrađeni kamen u betonu (10 cm). Nožica obaloutvrde je dimenzija 0,45 x 0,80 m i zaštićena je kamenom naslagom srednjeg prečnika 27,50 cm. Dužina oblaganja kosine iznosi 9 metara i odabrana je prema dijagramu vučnih napona u koritu. Iznad obloge je kosina nagiba 1:1,75 koja je humuzirana i zatravljena. Na branjenoj strani između stacionaža 0+625,91 i 0+747,76 (kraj regulacije) radi blizine lokalnog puta, projektiran je potporni zid konstruktivne visine 2,10 – 2,50 m.

Prilikom uređenja desne obale Bosne u Kakanju, od Cementarinog mosta do ušća Zgošće u Bosnu, dužine 700 metara, vodilo se računa o tome da se

ta dionica nalazi u urbanom području i da je pojas koji treba osigurati ograničen saobraćajnicom i nizom stambenih objekata. Kruna nasipa je izvedena kao šetnica, a ribarska kruga se nalazi na inundaciji. Raspoloživa širina desne obale Bosne (cesta-dno korita) varira na razmatranoj dionici i nije bilo moguće cijelom dužinom zadržati isti oblik profila. U zavisnosti od raspoloživosti prostora, rješenje uređenja desne obale je mijenjano tako da je ribarska staza širine 3 metra izvedena na dužini 240 metara (profil P5-P16). Silazne stepenice do ribarske staze su na profilu P9, i projektirana širina je dva metra. Potporni betonski zid na najužoj dionici (profil P19-P36) je ukupne dužine 219 metara. Zid je promjenljive visine (najveća 6.2 m), a najmanja je 0,5 metara.

Kao zaštita šetnice, uz postojeću saobraćajnicu, projektiran je zaštitni zid koji prema cesti završava ivičnjakom. Zid počinje na profilu P0 i pruža se do profila P18. Najviši je na najnižvodnijoj dionici 1,75 metara, a prema P18 visina se smanjuje, na kraju je 0,8 metara. Šetnica (kruna nasipa) je promjenljive širine od 2,8 do 3 metra. Na šetnici je izveden parapetni zid visine 0,5 metara koji osigurava zaštitu od plavljenja velikim vodama povratnog perioda jednom u 100 godina na mjestima gdje je kota ceste znatno niža od kote šetnice. Zid je mjestimično obložen drvetom, tako da gornja ploha služi kao klupa. Šetnica je obložena betonskim pločama koje se polažu na sloj pijeska. Širina korita u dnu je 50 metara od profila P0 do P19 i sužava se na 46,50 metara. Korito se oblaže kamenom u betonu do visine ribarske staze. Ukupna debljina obloge iznosi 30 cm. Ispod obloge je filterski sloj debljine 20 cm. Na kosini između ribarske staze i šetnice postavljena je geomreža, kao podloga za humuziranje i zatravljanje.

Za naredni period planiran je nastavak regulacije rijeke Bosne u Kakanju i to uređenje uzvodne dionice od Mosta Alije Izetbegovića do mosta za naselje Doboju dužine 1,9 km te 1,2 km desne obale Bosne nizvodno od Cementarinog mosta.



Ušće Zgošće u Bosnu u Kakanju

Regulacija rijeke Bosne u Zenici



Lijeva obala Bosne u Zenici na lokaciji Bojin vir

Na početku srednjeg dijela toka, rijeka Bosna teče kroz Zenicu. U urbanom dijelu Zenice značajnim dijelom je izvršena regulacija. U ranijem periodu je uređen kilometar desne obale na dionici Kamberovića Polje – ušće Babine rijeke i 3,2 km lijeve obale od petlje u Blatuši do drvenog mosta na Bilmišću.

U periodu 2013-2020. godina, uz podršku Grada Zenice i Razvojnog programa Ujedinjenih nacija u BiH (UNDP), obostrano je uređena dionica rijeke Bosne od drvenog mosta Bilmišće do kolskog mosta u Lukovom Polju na dužini od 1,8 km. Taj potez je bio ugrožen poplavama uslijed nedovoljnog kapaciteta i neuređenog korita vodotoka koje pri intenzivnim padavinama nije u stanju da primi i bezbjedno odvede vode sa slivnog područja. Voda se izlivala iz korita i plavila okolni teren (naselja, poljoprivredne površine, industrijske i infrastrukturne objekte i dr.), čime su nastajale značajne materijalne štete. S obzirom na to da na najvećem dijelu razmatranog područja rijeka Bosna protiče kroz naseljen i urbaniziran prostor, projektom je predviđena zaštita od plavljenja velikim vodama ranga pojave jednom u stotinu godina. Na iste vode je predviđeno i osiguranje – oblaganje reguliranog korita kamenom u betonu. Izvedeno je i nadvišenje od 80 cm u odnosu na stogodišnje velike vode.

Zbog terenskih uvjeta, ovaj potez možemo posmatrati kao dvije dionice. Uvažavajući zahtjeve lokalne zajednice i uvjete od Drvenog mosta Bilmišće do Bojinog Vira, usvojen je promjenljivi normalni profil najširi kod mosta Bilmišće i iznosi 138 metara. Uzvodno se smanjuje, tako da na Bojinom Viru iznosi 73 metra. Na lijevoj obali je izveden betonski zid promjenljive visine od metar do šest metara. Širina u kruni je 60 cm, a vanjska strana je u nagibu 1:5. Kosina iznad zida je planirana i humuzirana. Kosina na desnoj obali izvedena je u nagibu 1:2, pješačkom (ribarskom) stazom na kruni kamene obloge širine 3 metra, dok je kosina iznad staze u nagibu 1:1,5. Na dionici od Bojinog Vira do kolskog mosta Lukovo Polje, širina korita u dnu se postepeno smanjuje sa 73 metra na Bojinom Viru na 67 metara na lokalitetu kolskog mosta. Uređenje



Desna obala Bosne Poslovna zona Zenica Jug

obala identično je za lijevu i desnu i izvedeno je s kosinom u nagibu 1:2. Na visini 3,35 metra od vrha temelja obložena je krupnom kamenom oblogom sa sitnozrnim betonom i cementnim malterom. Na kruni obaloutvrde je pješačka staza širine 3 metra, a iznad nje je zaštitni nasip s kosinom u nagibu 1:1,5.

Prilikom izvođenja radova vodilo se računa o postojećim uvjetima i objektima na terenu te ranije izvedenoj nizvodnoj regulaciji. Osiguran je i povećan proticajni profil Bosne za dionicu kroz Zenicu s ciljem zaštite od plavljenja okolnog zemljišta, stambenih i privrednih objekata, putne infrastrukture te spriječena erozija zemljišta.

Radovi na zaštiti od velikih voda u Zenici bit će nastavljeni. Aktuelno je osiguranje obale na prostoru buduće Poslovne zone Zenica-Jug, od željezničkog mosta u Lukovom Polju do mosta na magistralnom putu M-17 u Drivuši dužine 1,9 km. Do sada je izvedena dionica na desnoj obali dužine 150 metara. Također, planirano je da se u narednom periodu izvode i radovi na uređenju lijeve obale Bosne na lokaciji Poslovne zone Zenica Sjever – Banlozi dužine 900 metara.

U toku je i regulacija 3 km rijeke Bosne kroz naselje Nemila. Radovi se izvode u okviru izgradnje Autoceste A1, poddionica Nemila – Vranduk.



Desna obala Bosne u Zenici na lokaciji Bilmišće

ULAZNI PODACI ZA DEFINIRANJE LINIJE DOPIRANJA VELIKIH VODA RIJEKE SANICE

doc. dr. Ajla MULAOMEROVIĆ-ŠETA, dipl. ing. građ.

1. UVOD

Sastavni dio mapa opasnosti i rizika od poplava koje propisuje Evropska direktiva o poplavama i upravljanju poplavnim rizikom [1] čine i granice dopiranja velikih voda različitih rangova pojave. Mape rizika od poplava rezultat su hidroloških i hidrauličkih analiza koje se provode za određene scenarije (rangove pojave) velikih voda (uobičajeno 20, 100 i 200 godina), pri čemu se kao rezultat, osim granica dopiranja velikih voda, prikazuje raspored brzina i dubina poplavnog područja. U ovu svrhu koriste se različite vrste podloga: geodetske, hidrauličke, podaci o namjeni zemljišta (npr. *Corina Land Cover*) te hidrološke koje su fokus ovog rada.

Dijelovi toka rijeke Sanice klasificirani su kao značajni s aspekta rizika od poplava [2]. Prethodno su izrađene studije koje su primjenom 1D hidrauličkog modela definirale linije dopiranja velikih voda. Međutim, 1D modeli nisu adekvatni za opisivanje poplavnih događaja u kojima druga dimenzija nije zanemariva. Da bi bile definirane preciznije linije dopiranja i napravljene mape opasnosti od poplava, izrađen je Elaborat definiranja linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda 100 godina, koji se sastoji od dva dijela: hidrološke i hidrauličke analize. Rezultati hidrološke analize prikazani su u ovom radu, dok su rezultati hidrauličke predstavljeni u narednom tekstu (autorica doc. dr. Nerma Lazović).

2. HIDROLOŠKE ANALIZE

Hidrološke analize, koje se provode s ciljem izrade mapa opasnosti i rizika od poplava, podrazumijevaju definiranje velikih voda različitih rangova pojave, a sve češće i ukupnog hidrograma. Za analize koje se provode u svrhe, naprimjer, određivanja oblika poprečnog profila, tangencijalnih napona za potrebe definiranja obaloutvrda - a pri čemu val ostaje u osnovnom koritu - dovoljno je poznavati samo vrh vodnog vala. Međutim, za definiranje mapa opasnosti i rizika za rangove pojave velikih voda, pri kojima

dolazi do izlivanja vode iz osnovnog korita, neophodno je poznavati kompletan hidrogram.

Metode koje se koriste za definiranje karakterističnih hidroloških vrijednosti zavise od količine ulaznih podataka (Slika 1). Na izučanim slivovima uobičajeno se koriste metode godišnjih ekstrema koje podrazumijevaju sljedeće korake:

- formiranje niza maksimalnih godišnjih proticaja;
- ispitivanje podobnosti niza za statističku obradu;
- određivanje statističkih parametara niza;
- određivanje empirijske i odabir teorijske funkcije raspodjele (na osnovu testova saglasnosti);
- određivanje parametara funkcije raspodjele i
- definiranje funkcije raspodjele velikih voda (tj. određivanje kvantila velikih voda).

Kada je riječ o nedovoljno izučanim slivovima, i kod njih je moguća upotreba statističkih metoda. U ovim slučajevima koristi se metoda pikova pri kojoj se biraju sve vrijednosti protoka iznad vrijednosti praga (baze) Q_b . Procedura se sastoji od:

- formiranja niza pikova (vrijednosti iznad Q_b);
- definiranja statističkog modela broja pojave pikova (modeli za diskretne slučajne promjenljive, kao, naprimjer, Poasonova ili binomni zakon raspodjele);
- definiranja statističkog modela visine pikova (npr. Vejbulovala raspodjela) i
- definiranja funkcije raspodjele ekstremnih vrijednosti (tj. određivanja kvantila).

Rezultati statističkih analiza (metoda godišnjih ekstrema ili metoda pikova) su teorijska funkcija raspodjele maksimalnih godišnjih proticaja, iz koje se očitavaju vrijednosti za željene rangove pojave (kvantili) samo maksimalne vrijednosti protoka, bez konstruiranja kompletnog hidrograma. Oblik hidrograma najčešće se određuje na osnovu

osmotrenih valova velikih voda iz kojih se analizira uobičajeno trajanje vala (baza hidrograma T_B), vrijeme podizanja i retardacije. Na osnovu nekoliko odabranih valova (najčešće iz reda najvećih) odabire se karakteristično trajanje vala i/ili vrijeme podizanja, nakon čega se hidrogrami skaliraju. Skaliranje se može vršiti prema obje ose kada se osa x (vrijeme) skalira prema vremenu podizanja (t_p) ili bazi hidrograma (T_B), a osa y (proticaj) prema piknu vala (Q_{max}). Skaliranje ose x može se izostaviti ukoliko se uoči da svi karakteristični valovi jednako traju i imaju sličan oblik. Na ovaj način dobijaju se bezdimenzionalni hidrogrami koji se mogu predstaviti na jednom crtežu za vizuelnu inspekciju slaganja te po potrebi osrednjiti (ili definirati gornju anvelopu kao nepovoljniji slučaj). Premnožavanjem bezdimenzionalnog hidrograma s maksimalnim godišnjim proticajem željenog ranga ($Q_{max,T}$) i uobičajenim vremenom podizanja (ili bazom hidrograma), ukoliko je skaliranje vršeno i po osi vremena, dat će hidrogram istog ranga pojave koji predstavlja ulaz u hidraulički model (Slika 2).



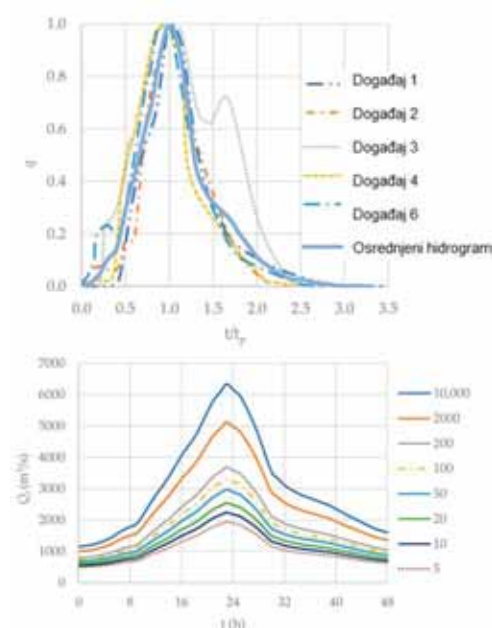
Slika 1. Prikaz metoda za određivanje velikih voda u zavisnosti od količine dostupnih podataka (N- broj godina osmatranja)

Na neizučeniim slivovima moguće je korištenje regresionih krivih koje se najčešće predstavljaju oblikom:

$$Q_{max,T} = \alpha_T \cdot A^{b_T} \text{ ili } q_{max,T} = \alpha_T \cdot A^{b_T-1} \quad (1)$$

gdje je $Q_{max,T}$ – kvantil velikih voda povratnog perioda T , $q_{max,T}$ specifični proticaj povratnog perioda T , A površina sliva, α_T i b_T regresioni koeficijenti koji se obično određuju metodom

najmanjih kvadrata odstupanja. Međutim, na ovaj način moguća su značajna precjenjivanja ili podcjenjivanja pikova vala, a osim toga nije moguće definiranje oblika hidrograma, kao što je to slučaj i kod korištenja mapa, anvelope dijagrama specifičnih otjecanja itd.



Slika 2. Definiranje bezdimenzionalnog i hidrograma velikih voda željenih rangova pojave (modificirano prema [3])

Definiranje kompletnog hidrograma moguće je upotrebom hidroloških modela. Treba znati da njihova upotreba podrazumijeva uvođenje određenih pretpostavki, u prvom redu o trajanju kiše i jednakostima povratnih perioda uroka (kiše) i posjednica (proticaja). Istraživanja na ovu temu sve češće dovode u pitanje ove pretpostavke [4], [5]. S druge strane, upotreba modela na potpuno neizučeniim slivovima zahtijeva poseban oprez. Svaki model daje preporučene (literaturne) vrijednosti za pojedine parametre koji se nalaze u širokim rasponima, zbog čega se mogu dobiti značajno različiti hidrogrami. Osim toga, parametri za specifične slučajeve nisu niti definirani (kao što je, naprimjer, slučaj karsta koji je raširen u BiH). Prenos parametara sa susjednog sliva ili korištenje regresionih zavisnosti koje parametre modela dovodi u vezu s morfološkim osobinama - može dati nepouzdanu ocjenu. Definiranje parametara modela - i kada postoje mjerenja - može biti pravi izazov, jer dio njih zavisi od prethodnih uvjeta na slivu koje je teško kvantificirati, zbog čega prenos s jednog događaja na drugi može biti neuspješan [6] u pripremi.

3. DEFINIRANJE VELIKIH VODA RIJEKE SANICE

Za potrebe definiranja linija plavljenja Sanice izrađen je Elaborat Definiranje linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda 1/100 godina". Očekivani rezultati Elaborata su:

1. izrada hidrauličkog modela Sanice od ušća u Sanu do izvorišta;
2. definiranje poplavnog obuhvata za poplavne scenarije povratnog perioda Q20, Q100 i Q200;
3. izrada rastera dubina i brzina za poplavne scenarije Q20, Q100 i Q200.

U prvom dijelu Elaborata - Hidrološka analiza [7] obuhvaćeno je sljedeće:

- Prikupljanje i analiza podataka o vodostajima i proticajima na hidrološkim stanicama (HS) Sanica i Hrustovo i
- Analiza velikih voda na HS Sanica i HS Hrustovo.

3.1. Ulazni podaci

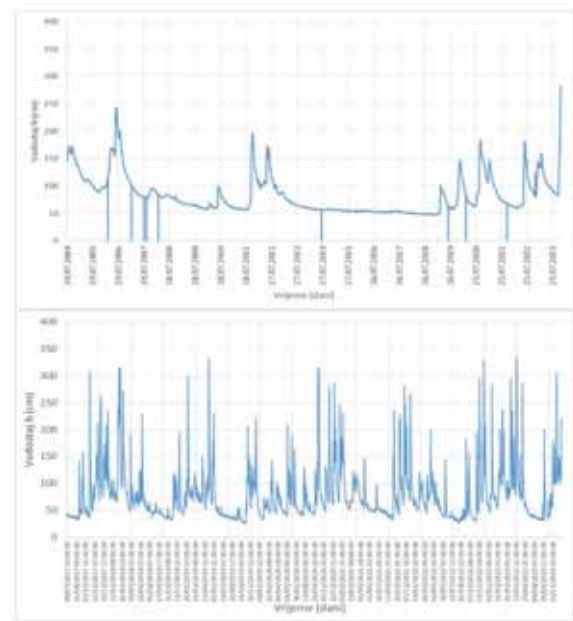
Ulazni podaci prikupljeni za potrebe Elaborata prikazani su na Slici 3. Podaci o visinskoj predstavi terena i hidraulički podaci korišteni su u hidrauličkom modelu, dok su preostali bili potrebni za dio hidroloških analiza.

VISINSKA PREDSTAVA TERENA	PROSTORNI PODACI	HIDRAULIČKI PODACI
<ul style="list-style-type: none"> • Lidar snimci • Terenska geodetska snimanja • Digitalni model terena (20x20 m) 	<ul style="list-style-type: none"> • Položaj hidroloških stanica • Riječna mreža • Karta karsta 	<ul style="list-style-type: none"> • Podaci o velikim vodama • Poprečni profili na hidrološkim stanicama

Slika 3. Ulazni podaci za potrebe izrade mapa opasnosti u slivu Sanice

Hidrološki podaci s periodima na koji se odnose, kao i vremenska rezolucija, prikazani su Elaboratu [7]. Dio podataka na HS Hrustovo iz perioda 1967-1990. i 2005-2008. nadopunjeni su na osnovu korelacije sa HS Ključ na rijeci Sani [8]. Što se tiče podataka novijeg perioda preuzetih od AVP Sava (period 2009-2023), uočeni su prekidni koji nisu popunjavani, ali za većinu se može ustanoviti da nisu od značaja za analizu velikih voda s obzirom na to da se radi o kratkim prekidima (jedan sat ili dio dana) pri niskim vodostajima. Jasno je da se podaci koji nedostaju duži vremenski period u ovoj fazi ne mogu rekonstruirati te je moguće da u sebi kriju maksimalnu godišnju vrijednost. Podaci o vodostaju s

automatskih stanica prikazani su na Slici 4, iz kojih se dio prekida može jasno uočiti (skok u dijagramu).



Slika 4. Prikaz vodostaja na HS Hrustovo (29. 7. 2004-14. 12. 2023. (gore) i HS Sanica (8. 7. 2017-14. 12. 2023. (dolje); izvor baza podataka AVP Sava

Krive proticaja i poprečni profili analiziranih stanica poslužile su za detekciju vodostaja pri kojima dolazi do plavljenja, dok su podaci o proticajima preuzeti direktno iz HIS-a [8] i podataka automatskih stanica. Izlivanje vode iz osnovnog korita za HS Sanica počinje od vodostaja 242 cm, što je vrijednost koja se svake godine prevazilazi, dok na HS Hrustovo izlivanje počinje pri vodostaju 340 cm, što je dostignuto 2014. (zabilježen vodostaj 356 cm).

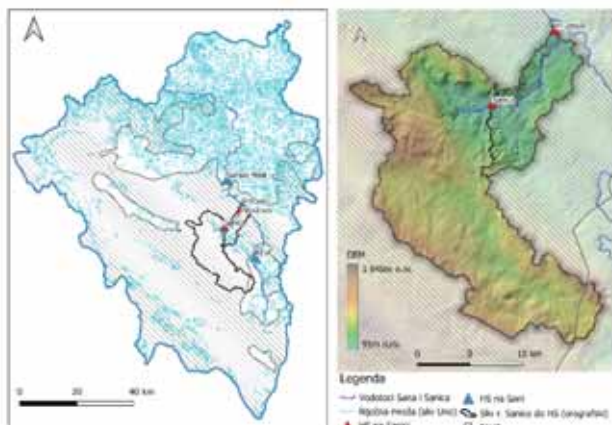
3.2. Opis lokacije

Hidrološka stanica Hrustovo počela je raditi 1966. godine. Postavljena je na lijevoj obali Sanice u selu Hrustovo, uzvodno od ušća u Sanu oko 4 km. Stanica tokom rada nije mijenjala položaj ni kotu nule vodomjerne letve. Do 1990. godine podaci su prikupljeni jednokratnim očitavanjima, a 2005. postavljena je automatska stanica koja je prikupljala satne podatke o vodostajima. Poprečni profil je sniman u više navrata (izvor AVP Sava), na osnovu čega se zaključuje da korito ne mijenja značajnije svoj oblik, tj. da je stabilan (izuzev promjene 2005. godine na desnoj obali kao posljedice antropogenih utjecaja [8]). Sličan zaključak može se izvesti i na osnovu krivih proticaja koje uglavnom prate isti trend [8].

Hidrološka stanica Sanica nalazi se oko 5 km od izvora istoimene rijeke, na kojoj se satni podaci o proticajima prikupljaju od 2017. godine.

Položaji stanica prikazani su na slici na kojoj je i orografska granica sliva, kao i položaj karsta u širem

regionu (slivu rijeke Une).



Slika 5. Prikaz orografske granice sliva i karsta na širem području hidroloških stanica na rijeci Sanici (lijevo) te visina terena (desno)

3.3. Hidrološka analiza

Dužina osmatranja na HS Hrustovo iznosi 43 godine, što je svrstava u red izučenih slivova (Slika 1), dok HS Sanica spada u red neizučenih. Za procjenu velikih voda zahtijevanih rangova pojave na HS Hrustovo korišten je statistički pristup, odnosno metoda godišnjih ekstrema, dok će se kvantili za HS Sanicu odrediti indirektno putem uspostavljene regresione zavisnosti sa HS Hrustovo. Tačnost ocjene kvantila velikih voda zavisit će u prvom redu od tačnosti ulaznih podataka (tačnosti u očitavanju vodostaja, krive proticaja, načina mjerenja) i dužine niza. Osnovni statistički parametri originalnog i logaritamskog niza maksimalnih godišnjih protoka (Q_{max}) HS Hrustovo prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Statistički parametri orig. i log. uzorka Q_{max} rijeke Sanice na HS Hrustovo (196 -1990. i 2005 -2023)

STATISTIČKI PARAMETAR	ORIG. NIZ		LOG. NIZ
$Q_{max,sr}$ (m^3/s)	133.05		2.111
St devijacija (m^3/s)	30.18		0.1129
Cs	-0.40		-1.3583
Cv	0.23		0.0535

Nakon formiranja uzorka na HS Hrustovo ispitana je podobnost za statističku obradu (Slika 6, Tabela 2). Pokazano je da uzorak zadovoljava kriterije na nivou 5% značajnosti (p vrijednosti veće od 5% - crvena linija na slici 6), tj da se radi o slučajnom i nezavisnom nizu, homogenom u smislu srednje vrijednosti i varijanse.

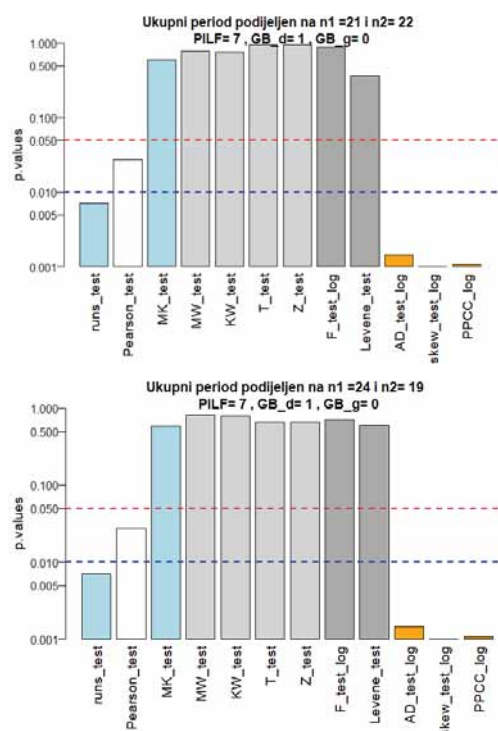
Osim navedenih testova ispitano je i da li nizovi sadržavaju gornje i donje izuzetke. Korišten je jednostruki Grubbs-Beck test na nivou 10% značajnosti (prema procedurama iz B17B [9]) i višestruki Grubbs-Beck test (Multiple Grubbs-Beck Test – MGBT) prema procedurama Biltena B17C [10] koji je važeći pravilnik za određivanje velikih voda u SAD-u. Jednostruki GB test potvrdio je da postoji donji izuzetak u uzorku velikih voda na HS Hrustovo, što je navedeno u

naslovu Slike 5. GB test je osmišljen s ciljem otkrivanja jednog donjeg izuzetka (koji je detektiran) i nije namijenjen otkrivanju višestrukih izuzetaka. Zbog toga je primijenjen MGBT koji je otkrio čak 7 potencijalno malih vrijednosti (vrijednosti koje značajno utiču na desni kraj raspodjele).

Tabela 2. Pregled provedenih testova za ocjenu podobnosti za statističku obradu

CILJ ISPITIVANJA	TEST	Vrsta testa	
Slučajnost	Runs-test	2-str	Nepar.
	Mann-Kandall test (MK)	2-str	Nepar.
	Pearson	1-str	Par.
Homogenost srednje vrijednosti	Menn-Whitney MW	2-str	Nepar.
	Kruskall-Wallis KW	2-str	Par.
	T test	2-str	Par.
	Z test	2-str	Par.
Homogenost varijanse	F test	2-str	Par.
	Levene test	2-str	Nepar.
Normalnost niza	Anderson-Darling AD	2-str	Par.
	Skew	2-str	Par.
	PPCC	2-str	Par.
Izuzeci	BG test 5%	1-str	Par.
	BG test 10%	1-str	Par.
	MGBT	1-str	Par.

Oznaka: 1-str - jednostrani, 2-str - dvostrani test, Pa r- parametarski, nepar - neparametarski test



Slika 6. Rezultati statističkih testova: uzorak podijeljen na približno jednaka 2 dijela (gore), uzorak podijeljen prema prekidu u mjerenju (dolje)

Tabela 3. Teorijske funkcije i metode ocjene parametara korištene za ocjenu velikih voda na HS Hrustovo

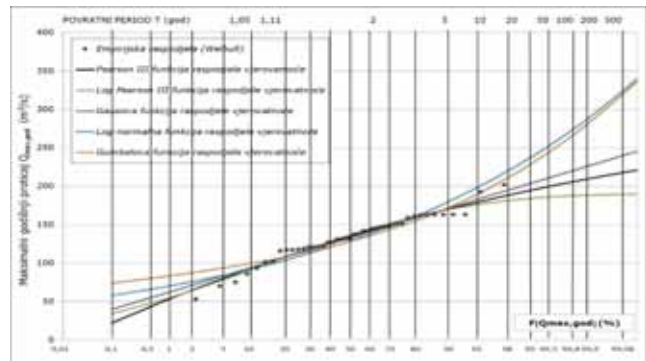
TEO. FIJIE	OCJENA PARAM.	TEST SAGLASNOSTI
<p>Uobičajeno korištene to fije:</p> <p>2-param.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ NORM, ✓ LN ✓ GUM <p>3-param.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ P3 ✓ LP3 	MOM	Kolomorov test
<p>2-param.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ NORM ✓ GUM ✓ EXP <p>3-param.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ P3 ✓ GEV ✓ GLO 	L-MOM	Vizuelni, dijagram Lmom (Slika 8), PPCC test
<p>3-param.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ LP3 	EMA	-

Oznake: MOM – metoda običnih (konvencionalnih) momenata; LMOM - L momenti; NORM - Normalna fija; GUM - Gumbelova; LN (log-Normalna); P3 (Pearson 3), LP3 (log-Pearson 3);

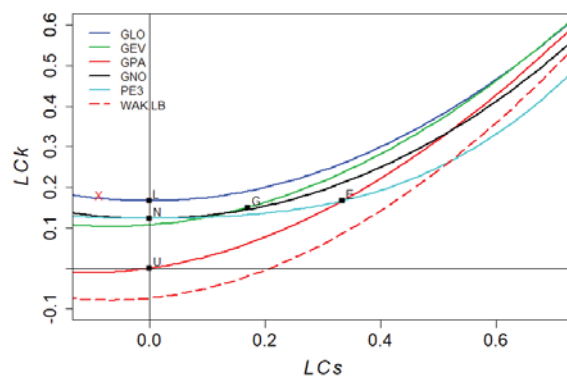
Nakon što je utvrđeno da uzorak zadovoljava kriterije za statističku obradu, nastavljena je procedura određivanja kvantila velikih voda. Idući korak porazumijeva izbor teorijske funkcije i metode za ocjenu njenih parametara. Za analizu su korišteni različiti pristupi od klasičnih funkcija sa parametrima određenim metodom običnih momenata (MOM, slika 6), do novijih funkcija s parametrima određenim metodom L-momenata (LMOM), preko važećih procedura za velike vode u SAD-u.

S obzirom na značajan broj potencijalno malih vrijednosti (Potentially Influential Low Flows PILF), koje u velikoj mjeri mogu utjecati na desni kraj raspodjele, velike vode su određene prema važećim procedurama u SAD-u primjenom LP3 funkcije i algoritma očekivanih momenata (Expected Moments Algorithm EMA) za proračun njenih parametara i intervala povjerenja (gornja i donja granica 95% intervala povjerenja). EMA algoritam omogućava proračun za nizove sa detektiranim potencijalno malim vrijednostima i/ili prekidima u mjerenjima (oba slučaja su se desila na HS Hrustovo) primjenom pragova percepcije. U slučaju bez prekida i potencijalno malih vrijednosti, EMA algoritam je istovjetan metodi običnih momenata (MOM). Analizirana su 3 slučaja:

- Primjenom pragova percepcije u periodu bez mjerenja, pri čemu su odabrana dva slučaja praga bliska maksimalnoj vrijednosti protoka u periodu mjerenja i to:
 - prag percepcije od 200 m³/s
 - prag percepcije 250 m³/s.
- Jedinostveni niz (zanemarujući prekide u mjerenjima (period 1991-2004)



Slika 7. Empirijska i teorijske fije raspodjele sa param. određenim MOM na HS Hrustovo (1967-1990. i 2005-2023)



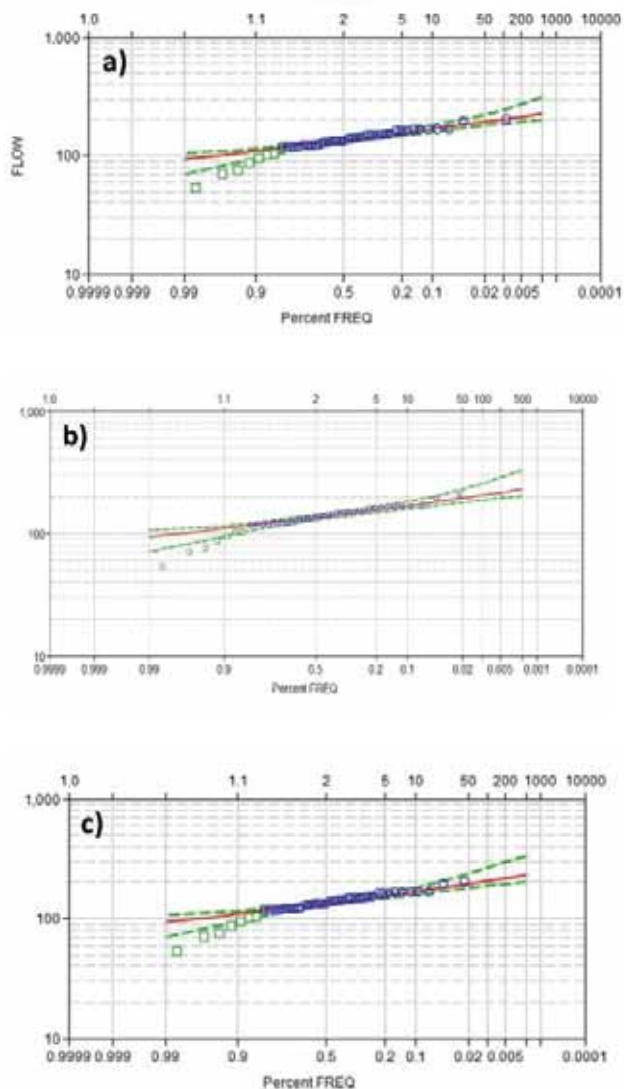
Slika 8. Dijagram L-momenata sa ucrtanim vrijednostima za prikazane teorijske funkcije i L-momente uzorka velikih voda na HS Hrustovo (označeno x)

Primjenom pragova percepcije daje se do znanja da su vrijednosti proticaja u periodu bez mjerenja nepoznate, ali manje od praga percepcije. Na ovaj način prevaziđen je problem prekida u mjerenjima.

Proračun je proveden u HEC-SSP 2.2 softveru namijenjenom za ovu svrhu [11]. Rezultati su prikazani grafički, (crvena linija LP3 fija, s granicama 90% intervala povjerenja označenim crtkanim zelenim linijama, Slika 9) i numerički (Tabela 4). Potencijalno male vrijednosti prikazane su zelenim kvadratićima, ukupno ih je 7 za sve analizirane slučajeve.

S obzirom na značajne koeficijente asimetrije, odustalo se od 2-parametarskih te su dalje birane funkcije iz reda 3-parametarskih (P3, LP3, GLO) za koje su parametri određeni promjenom konvencionalnih (MOM) i L-momenata (LMOM) te LP3 funkcija za koju je

korišten EMA algoritam. Numeričke vrijednosti kvantila nekoliko povratnih perioda za analizirane teorijske funkcije prikazane su u Tabeli 4.



Slika 9. Rezultati analize velikih voda prema procedurama B17C za slučajeve pragova percepcije 200 m³/s (a), 250 m³/s (b) te slučaj zanemarenja prekida u mjerenjima (c). Empirijska raspodjela (Hirsch-Stedinger)

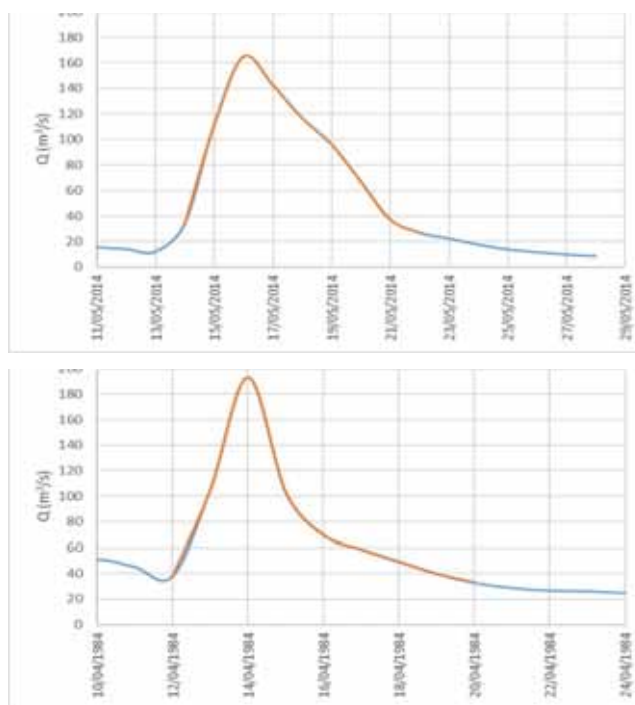
Tabela 4. Vrijednosti kvantila velikih voda na HS Hrustovo primjenom navedenih teorijskih funkcija i metoda ocjene parametara

T	MOM		LMOM		LP3 EMA (B17C)		Zanemaren prekid
	P3	LP3	GLO	P3	prag perc 200 m ³ /s	prag perc 250 m ³ /s	
10	170	170	169	169	179	181	168
20	179	176	178	177	195	200	180
50	188	181	190	186	221	229	194
100	194	184	198	191	243	255	205
200	200	186	206	195	269	285	215

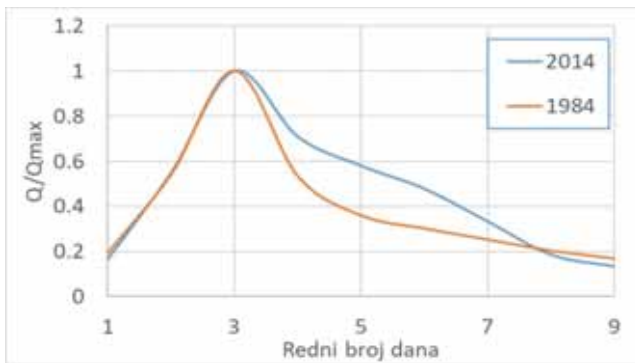
Na osnovu rezultata (Tabela 4) zaključuje se da ne postoje značajne razlike u kvantilima bez obzira na odabranu teorijsku funkciju, odnosno metodu ocjene parametara. Prema dobijenim rezultatima te do sada uobičajeno korištenim teorijskim funkcijama i metodama ocjene parametara, za potrebe hidrauličkog proračuna usvojena je vrijednost kvantila prema P3 funkciji za koju su parametri određeni metodom momenata (MOM).

Nakon definiranja pika vala, pristupilo se konstrukciji hidrograma. Oblik mjerodavnog hidrograma rijeke Sanice na HS Hrustovo određen je na osnovu hidrograma dva najveća događaja u kojima su srednji dnevni proticaji iznosili 165 m³/s s pikom vala 202 m³/s (16. 5. 2014) i 193 m³/s (14. 4. 1984), u periodu jednokratnih mjerenja u kojem su srednje dnevne vrijednosti istovjetne pikovima vala. Uzimajući malo širi vremenski okvir, izdvojeni su hidrogrami (Slika 10, plava linija). Odvajanjem baznog i direktnog otjecanja, tačka u kojoj prestaje da važi eksponencijalni zakon - isticanje iz podzemlja, poslužila je za definiranje vremena prestanka direktnog otjecanja, čime je izdvojen samo dio vala od interesa (Slika 10, narandžasta linija). Utvrđeno je da baze hidrograma traju 9 dana te da je vrijeme podizanja 3 dana. S obzirom na to da je trajanje baza i vrijeme podizanja istovjetno kod dva najveća događaja, za konstrukciju bezdimenzionalnog hidrograma izvršeno je skaliranje samo prema piku vala (Slika 11). Poređenjem bezdimenzionalnih hidrograma dva analizirana događaja, zaključuje se da su grane porasta identične, dok su manja odstupanja u retardacionom dijelu, da bi pri kraju vala ponovo slijedila jedinstvenu zavisnost. Za daljnji proračun odabran je bezdimenzionalni hidrogram iz 1984. godine.

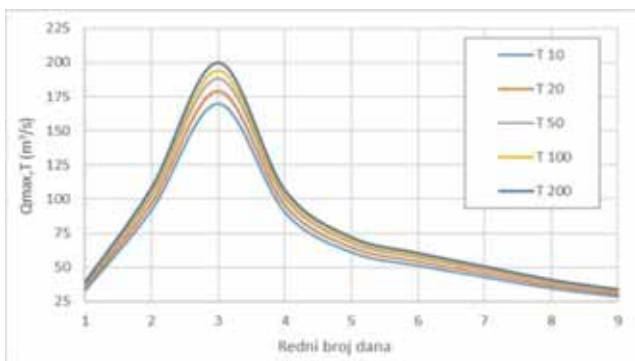
Premnožavanjem bezdimenzionalnog hidrograma s kvantilima velikih voda, dobijeni su hidrogrami koji će predstavljati ulaz u hidraulički model po pitanju dijela vodotoka u blizini HS Hrustovo 8 (Slika 12).



Slika 10. Hidrogrami velikih voda iz dva najnepovoljnija događaja: 2014. (gore) i 1984. (dolje)



Slika 11. Bezdimezionalni hidrogram velikih voda iz dva najveća događaja na HS Hrustovo



Slika 12. Hidrogrami velikih voda odabranih povratnih perioda pojave na HS Hrustovo

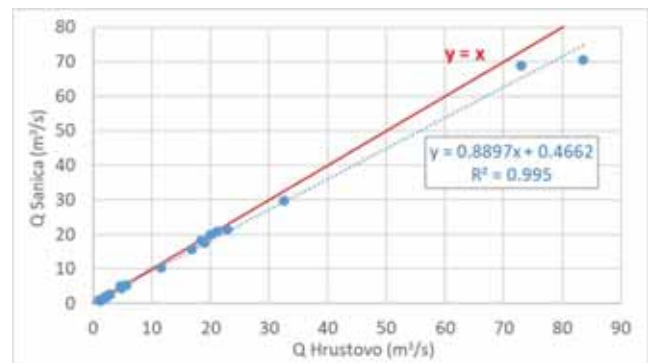
Kako dužina niza proticaja na HS Sanica nije bila dovoljna za statističku obradu, proticaji su određeni indirektno preko podataka sa HS Hrustovo. S obzirom na to da je u određenim periodima mjerenja proticaj na uzvodnoj stanici (Sanica) bio manji u odnosu na nizvodnu (Hrustovo) [7], to su za uspostavu regresije iskorišteni podaci hidrometrijskih mjerenja (HM) (Tabela 5). Podaci mjerenja prikazani su na Slici 13. na kojoj je ucrtana prava $X=Y$. Kako sve tačke leže bliže X osi (osa stanice Hrustovo), zaključuje se da su vrijednosti protoka veće na Hrustovu nego na HS Sanica. Odabrana je linearna regresija sa značajnim r^2 (0.995), za koju su koeficijenti određeni uz uvjet minimalne sume kvadrata odstupanja, a koja glasi:

$$Q_s = 0,8897 \cdot Q_H + 0,4662 \quad (2)$$

gdje je Q_H mjereni proticaj na stanici Hrustovo, Q_s mjereni proticaj na stanici Sanica.

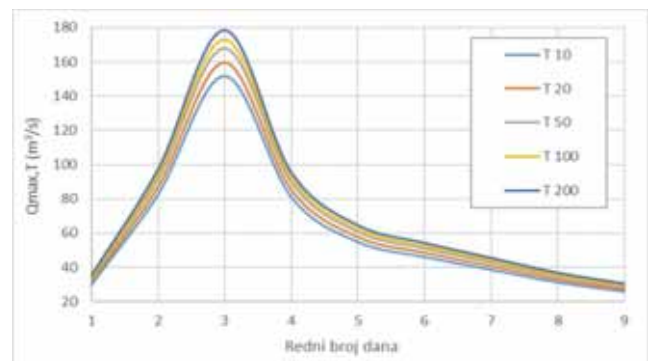
Tabela 5. Minimalne i maksimalne. vrijednosti h i Q izmjerene tokom HM na HS Hrustovo i HS Sanica

Karakteristična vrijednost	Hrustovo		Sanica	
	h (m)	Q _{HM}	h (m)	Q _{HM}
Broj mjerenja	41		22	
Period mjerenja	2011-2023		2018-2023	
min	0.48	0.57	0.28	0.87
max	2.4	83.54	2.52	70.48



Slika 13. Simultani podaci poticaja na HS Hrustovo i HS Sanica sa regresionom zavisnosti

Hidrogrami velikih voda definirani su preko bezdimezionalnog hidrograma i kvantila velikih voda stanice HS Hrustovo. Prvi korak je primjenom jednačine (2) odrediti pik vala, a zatim preko bezdimezionalnog hidrograma (Slika 11) odrediti oblik. Ovaj nestacionarni proticaj sa HS Sanica (slika 14) predstavlja ulaz u hidraulički model gornjeg toka Sanice.



Slika 14. Hidrogrami velikih voda odabranih povratnih perioda na HS Sanica

4. REZULTATI I ZAKLJUČAK

Ulazni podaci za definiranje linija velikih voda predstavljaju podatke o velikim vodama zahtijevanih rangova pojave (povratnih perioda). Izbor metode kojom će se izvršiti ocjena velikih voda zavisi od dostupnih podataka. U konkretnom slučaju korištena je metoda godišnjih ekstrema koja je uobičajena na izučanim profilima s dugogodišnjim periodom mjerenja, što je bio slučaj na HS Hrustovo. S obzirom na to da u model treba unijeti ne samo pik vala nego i kompletan hidrogram, analizirana su 2 najveća događaja, na osnovu kojih su definirani bezdimezionalni hidrogrami koji su kasnije poslužili za konstrukciju hidrograma željenih povratnih perioda.

Za analizu rijeke Sanice na HS Hrustovo raspolagalo se podacima o velikim vodama ukupne dužine 43 godine, na osnovu kojih su definirani uzorci maksimalnih godišnjih proticaja. U prvom koraku ispitana je podobnost nizova za statističku obradu, a rezultati su potvrdili da se radi o nizu bez autokorelacije i trenda (slučajan niz) te da se

može smatrati homogenim u srednjoj vrijednosti i varijansi. Testovi za analizu donjih izuzetaka pokazali su da u uzorku oni postoje (čak do 7 potencijalno malih vrijednosti), a koje značajno utiču na desni kraj raspodjele koji je od interesa.

Daljnji proračun podrazumijevao je primjenu uobičajenih funkcija raspodjele čiji su parametri određeni metodom momenata (MOM), ali su primijenjene i druge funkcije koje su dokazano dobre u analizi velikih voda s parametrima određenim metodom L-momenata (LMOM). Osim ova dva pristupa, proračun je proveden i prema važećem pravilniku za definiranje velikih voda u SAD-u (B17C), koji predviđa primjenu LP3 funkcije te EMA algoritma za proračun njenih parametara. Na ovaj način bilo je moguće prevazići periode bez mjerenja primjenom pragova percepcije te isključiti potencijalno male vrijednosti. Osim toga, proračun je proveden zanemarujući prekide.

Za odabir teorijske funkcije (izuzev procedura B17C) proračun je obavljen na osnovu testova saglasnosti (Kolmogorov i PPCC test) [7] i vizuelno (preko dijagram L-momenata). Rezultati kvantila velikih voda, koji su dobijeni za one funkcije koje su pokazale najbolje slaganje sa empirijskom, približno su isti bez obzira na usvojenu funkciju i način odabira parametara. Spovećanjem povratnog perioda razlike su veće, što je očekivano, ali opet ne prelaze 25% za $T = 200$ godina.

S obzirom na skromne dužine osmatranja na rijeci Sanici, pikovi valova određeni su primjenom regresione zavisnosti uspostavljene na osnovu simultanih pikova valova na HS Sanica i HS Hrustovo. Bezdimenzionalni hidrogram sa HS Hrustovo poslužio je za konstrukciju hidrograma željenih kvantila.

LITERATURA

- [1] 'Directive 2007/60 - Assessment and management of flood risks - EU monitor'. Accessed: Nov. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vitgbgimtmez>
- [2] 'Izveštaj o mapama rizika od polava- Podzona 4: rijeke Una i korana/Glina, Investicijski okvir za Zapadni Balkan Program podrške infrastrukturnim projektima, Tehnička pomoć 5 (IPF 5)'. funded by EIB, 2019.
- [3] O. E. Coronado-Hernández, V. S. Fuertes-Miquel, and A. Arrieta-Pastrana, 'The Development of a Hydrological Method for Computing Extreme Hydrographs in Engineering Dam Projects', *Hydrology*, vol. 11, no. 11, Art. no. 11, Nov. 2024, doi: 10.3390/hydrology11110194.
- [4] S. Grimaldi, A. Petroselli, F. Tauro, and M. Porfiri, 'Time of concentration: a paradox in modern hydrology', *Hydrological Sciences Journal*, vol. 57, no. 2, pp. 217–228, Feb. 2012, doi: 10.1080/02626667.2011.644244.
- [5] A. Efstratiadis, A. D. Koussis, D. Koutsoyiannis, and N. Mamassis, 'Flood design recipes vs. reality: can predictions for ungauged basins be trusted?', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 14, no. 6, pp. 1417–1428, Jun. 2014, doi: 10.5194/nhess-14-1417-2014.
- [6] M. Mujčić and Mulaomerović-Šeta, 'Kalibracija i validacija modela epizoda u karstnom slivu', *Vodoprivreda*.
- [7] Univerzitet u Sarajevu - Građevinski faultet, 'Elaborat definisanja linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda 1/100 godina - Hidrološka analiza'.
- [8] AVP Sava, 'HIS Una (2017)'. AVP Sava.
- [9] Geological Survey (U.S.), Ed., *Guidelines for determining flood flow frequency. Bulletin #17B of the Hydrology Subcommittee*, Editorial corrections Mar. 1982. in Bulletin of the Hydrology Committee, no. 17B. Reston, VA: U.S. Dept. of the Interior, Geological Survey, Office of Water Data Coordination, 1982.
- [10] J. England F. Jr *et al.*, 'Bulletin 17C Guidelines for Determining Flood Flow Frequency, Chapter 5 of Section B, Surface Water, Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation'. USGS, 2019.
- [11] 'HEC-SSP Downloads'. Accessed: Apr. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ssp/download.aspx>

DEFINIRANJE LINIJE DOPIRANJA VELIKIH VODA RIJEKE SANICE PRIMJENOM NUMERIČKOG 2D MODELIRANJA

Piše: doc. dr. Nerma LAZOVIĆ, dipl. ing. građ.

1. UVOD

Poplave su jedan od najčešćih i najrazornijih prirodnih fenomena, koji imaju značajan utjecaj na ljudske zajednice, infrastrukturu i ekosisteme kako u Evropi i širom svijeta, tako i u Bosni i Hercegovini.

Apsolutna zaštita od velikih voda ne postoji zbog slučajne prirode plavnih događaja, a ako bi i bila tehnički moguća, ona ekonomski sigurno ne bi bila opravdana.

Mjere zaštite koje se provode u pogledu smanjenja opasnosti i rizika od poplava mogu se svrstati u dvije kategorije: investicione (konstruktivne) i neinvesticione (nekonstruktivne, preventivne).

Investicione mjere mogu biti pasivne (npr. izgradnja dugih linijskih zaštitnih sistema, nasipa i drugih regulacionih građevina) i aktivne (npr. ublaženje poplavnih talasa pomoću akumulacija, retenzija i rasteretnih kanala).

Neinvesticione (preventivne) mjere imaju za cilj smanjenje potencijalnih šteta na ugroženom području. Obuhvataju niz mjera, od kojih su najvažnije: izrada plansko-tehničke dokumentacije, projektiranje i izgradnja sistema za ranu najavu poplava i osiguranje od šteta izazvanih poplavama.

Plansko-tehnička dokumentacija obuhvata: karte ugroženosti, šteta i rizika; prostorne planove urbanih i ruralnih područja zasnovanih na kartama rizika te tehničke propise za uvjete građenja i zaštitu objekata u plavnim zonama.

U savremenim pristupima upravljanja rizicima od poplava ključnu ulogu ima prostorno planiranje korištenja zemljišta u skladu s definiranim linijama dopiranja velikih voda.

Prema Članu 96. stav 1. tačka 16. Zakona o vodama (Službene novine FBiH, broj: 70/06) izričito je zabranjeno podizati zgrade i druge objekte koji ne služe odbrani od poplava i koji sprečavaju prilaz vodotoku na udaljenosti manjoj od 10 metara od linije dopiranja velikih stogodišnjih voda za sve površinske vode, najvišeg nivoa obalnog mora, izuzev ako je vlasniku ili korisniku uvjetovana

izgradnja objekta prethodnim preduzimanjem zaštitnih mjera kojima se onemogućuju ili smanjuju štetne posljedice od vode. U procesu vođenja upravnog postupka pri ishodovanju vodnih akata ili građevinske dozvole jedno od prethodnih pitanja je i položaj objekta ili čestice u odnosu na liniju dopiranja velikih voda povratnog perioda 1/100 godina.

Precizno definiranje linije dopiranja velikih voda vrši se primjenom numeričkog modeliranja razvijenog na temelju metoda računalne dinamike fluida (eng. Computational fluid dynamics, CFD).

Kada nema privilegiranog pravca tečenja, kao, naprimjer, pri tečenju po inundacijama pri velikim vodama, primjenjuju se računski modeli ravanskog (prostorno dvodimenzionog) tečenja.

U ovom radu su predstavljeni rezultati definiranja linije dopiranja velikih voda Sanice, od njenog izvora do ušća u Sanu (ukupna dužina toka cca 22 km). Prvi korak u definiranju poplavnih linija bila je izrada 2D numeričkog modela tečenja. Kalibracija 2D hidrauličkog modela izvršena je na osnovu osmotrenih podataka na HS Sanica i HS Hrustovo za poplavni događaj iz decembra 2022. godine, dok je verifikacija modela izvršena na osnovu osmotrenih podataka na HS Sanica i HS Hrustovo za poplavni događaj iz maja 2023. Nakon što je izvršena kalibracija i verifikacija modela, pristupilo se numeričkim simulacijama tečenja pri velikim vodama za odabrane povratne periode 1/20, 1/100 i 1/500.

Osim primarnog cilja projekta – definiranja linije dopiranja velikih voda Sanice povratnog perioda 1/100, dobijene su linije dopiranja velikih voda i za povratne periode 1/20 i 1/500, kao i rasteri dubina i brzina za velike vode povratnog perioda 1/20, 1/100 i 1/500.

2. NUMERIČKI 2D MODEL TEČENJA

Kada nema privilegiranog pravca tečenja, kao, naprimjer, pri tečenju po inundacijama, ili kada se želi preciznija strujna slika u okolini nekog objekta u koritu, primjenjuju se računski modeli ravanskog

(prostorno dvodimenzionalnog) tečenja.

Jednačine ravanskog tečenja mogu se izvesti osrednjavanjem brzine po dubini. Ove jednačine se mogu shvatiti kao rezultat proširenja originalnih San Venanovih jednačina na još jednu prostornu dimenziju (pravac y). Sistem, koji čine jednačine održanja mase i količine kretanja u pravcima (x,y) , može se prikazati u vektorskom obliku [1]:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} + S = 0 \quad (1)$$

Ili u skraćenoj notaciji:

$$U_t + E_x + F_y + S = 0 \quad (2)$$

gdje je:

$$U = \begin{pmatrix} h \\ uh \\ vh \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$E = \begin{pmatrix} uh \\ u^2h + \frac{1}{2}gh^2 \\ uvh \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$F = \begin{pmatrix} vh \\ uvh \\ v^2h + \frac{1}{2}gh^2 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$S = \begin{pmatrix} 0 \\ -gh(I_{ox} - I_{tx}) \\ -gh(I_{oy} - I_{ty}) \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$I_{dx} = \frac{\partial z_d}{\partial x} \quad I_{dy} = \frac{\partial z_d}{\partial y} \quad (7)$$

$$I_{ex} = \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \quad (8)$$

$$I_{ey} = \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

h – dubina vode; (u,v) – komponente brzine osrednjene po dubini; (uh, vh) – jedinični protoci vode u pravcima x i y .

Sistem (1), odnosno (2) rješava se po dubini h (odnosno koti nivoa Z) i jediničnim protocima uh i vh , što predstavlja rješenje strujnog polja u horizontalnoj ravni. Lokalni nagibi dna u oba pravca (I_{dx}, I_{dy}) računaju se na osnovu zadate topografije korita.

Sistem u Jednačini (1) mora se riješiti numerički zbog nedostatka analitičkog rješenja. U praktičnom dijelu ovog rada, za numeričke analize i simulacije korišten je softverski paket HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System). Postoje dvije metode za rješavanje ovog

Sistema jednačina u HEC-RAS-u: Euler-Lagrangian metoda (ELM-SWE) i Eulerova metoda (EM-SWE).

Detaljnije o algoritmu rješavanja sistema jednačina u softveru HEC-RAS nalazi se u literaturi HEC-RAS Hydraulic Reference Manual (Version 6.2, October 2022) [2].

3. DEFINIRANJE LINIJE DOPIRANJA VELIKIH VODA RIJEKE SANICE

3.1. Rijeka Sanica

Sanica je rijeka u zapadnom dijelu Bosne i Hercegovine, pritoka Sane i pripada Crnomorskom slivu (Slika 1). Duga je 22 km, a njen sliv je površine 211 km². Po njoj je mikroregija Bosanske krajine i dobila svoje ime.

Nastaje iz izvorske zone u podnožju sredogorskog masiva Grmeč, koji predstavlja podzemni kolektor voda rijeke Sanice. Izvor Sanice nalazi se na koti 225 mnm, na prostornim koordinatama 44°17'49" N i 16°8'11"E, dok je ušće u Sanu na koti 177 mnm.

Izvorska zona sastoji se od tri izvora, a najsnažniji je najizvodniji pećinski izvor u kontaktu sa Gornjosaničkom kotlinom. Srednji i donji tok Sanice je ujezeren, a u koritu su stvorene manje sedrene forme. Kod Pištanice, Sanica mijenja smjer i do Vrhpolja (ušća) teče približno meridijanskim smjerom (jug – sjever). Na dijelu Sanica Donja – Saleševići, na dužini 2,5 km, Sanica tvori kanjonsku dolinu s dubinama većim od 100 metara. Posljednjih 2,5 km, tok Sanice je približno paralelan toku Sane. Rijeka Sanica od izvora pa do ušća u Sanu kod Vrhpolja, 12 km od Ključa obiluje mnogobrojnim slapovima.

3.2. Postavka hidrauličkog modela tečenja

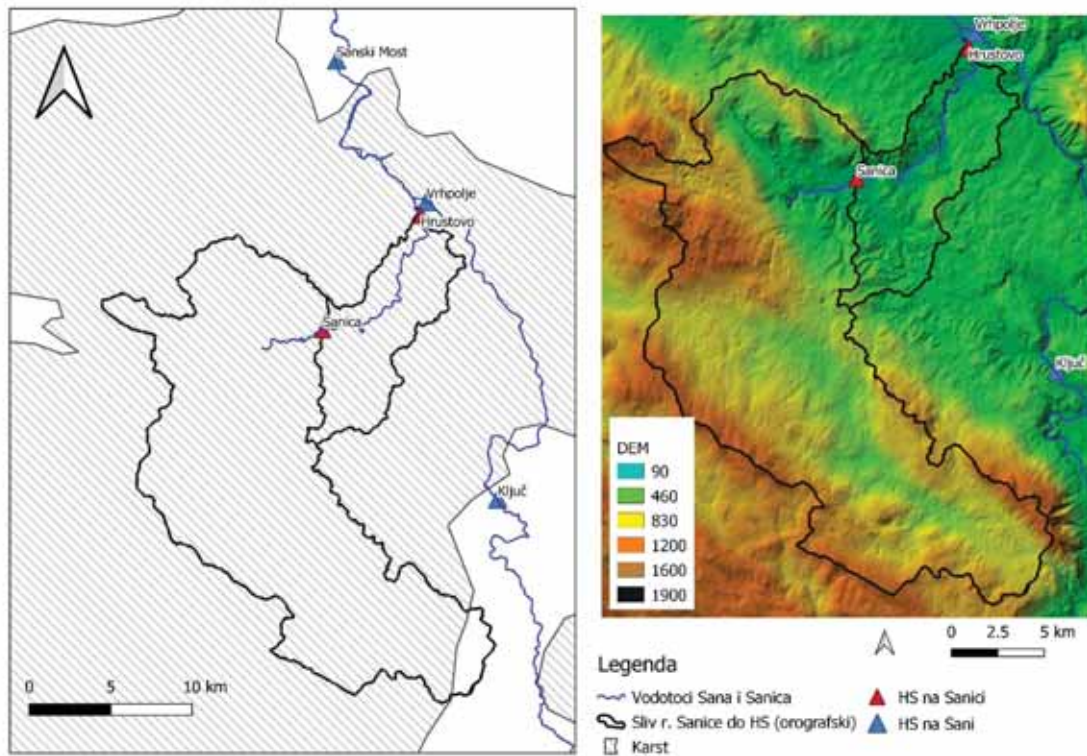
Hidrauličkim modelom tečenja Sanice obuhvaćena je ukupna dužina rijeke od njenog izvora do ušća u Sanu.

Ulazni podaci potrebni za postavku hidrauličkog modela bili su:

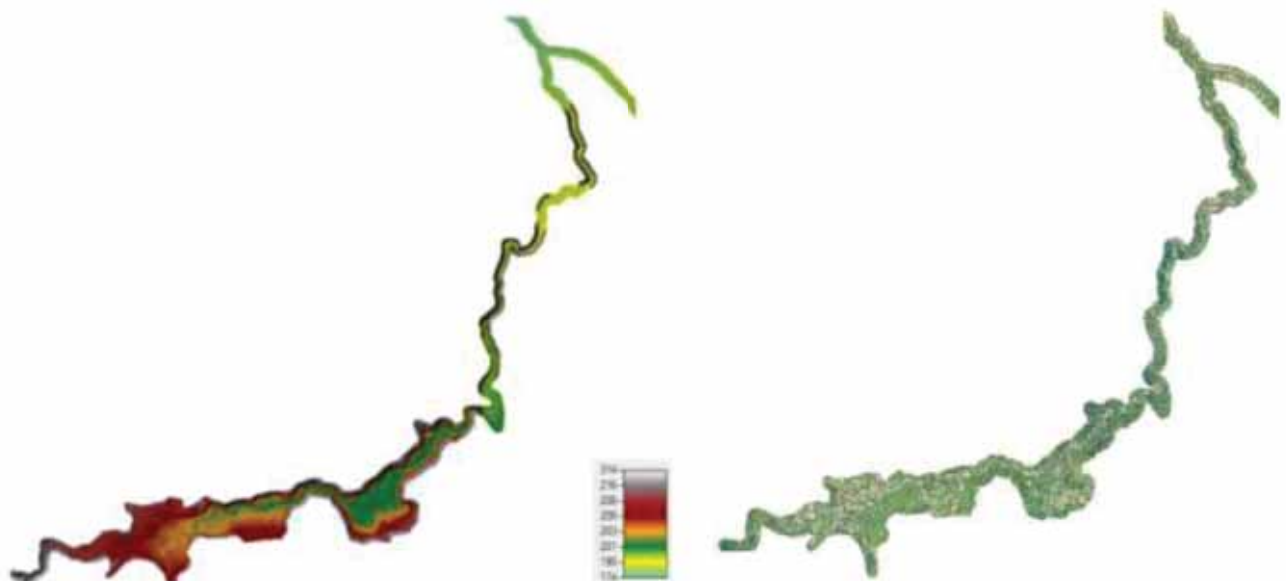
- podaci o geometriji korita i inundacionog područja;
- hidrološki podaci o karakterističnim proticajima odabranih povratnih perioda;
- hidrološki podaci o poplavnim valovima iz decembra 2022. godine i maja 2023. godine sa vodomjernih stanica Hrustovo i Sanica korišteni za kalibraciju hidrauličkog modela.

Geodetska podloga je snimak terena LIDAR tehnologijom i digitalni model terena (Slika 2), kao i digitalne ortofoto karte i fotodokumentacija

poplavnih događaja iz decembra 2022. i maja 2023. godine.



Slika 1. Prikaz orografske granice sliva i karsta na širem području hidroloških stanica na rijeci Sanici (lijevo) te visina terena (desno)

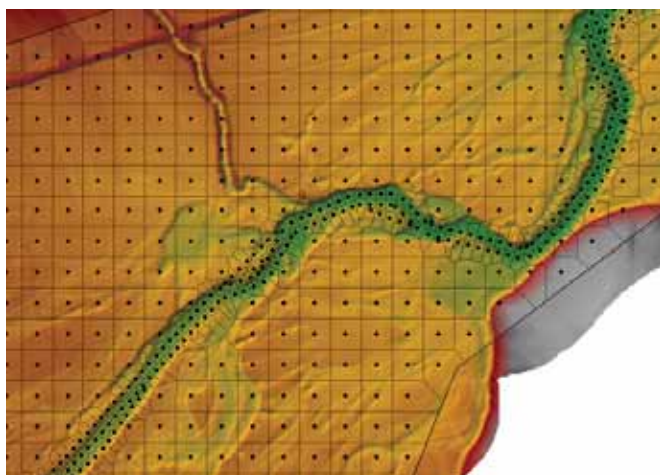


Slika 2. Digitalni model terena digitalne ortofoto karte rijeke Sanice

S obzirom na to da numeričko rješavanje diferencijalnih jednačina podrazumijeva diskretizaciju računске oblasti, odnosno traženje rješenja u konačnom broju tačaka i vremenskih presjeka, prvi korak u izradi 2D hidrauličkog modela je razvoj 2D računске mreže.

Računska mreža se definira unutar prethodno odabranog poligona 2D Flow Area.

Broj računskih ćelija za računsku mrežu 2D hidrauličkog modela rijeke Sanice iznosi 8.336.

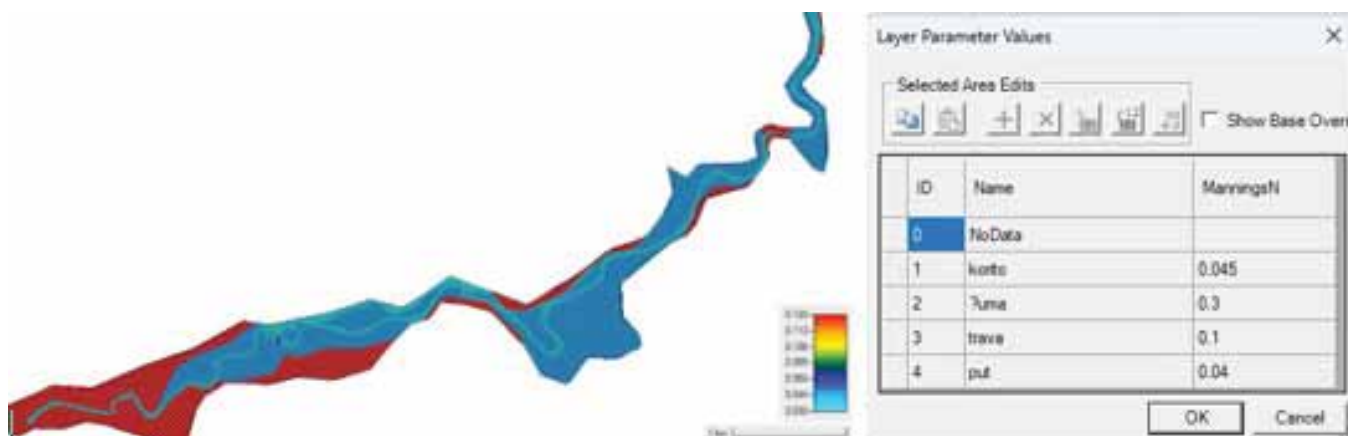


Slika 3. Definiranje računске mreže 2D hidrauličkog modela rijeke Sanice

S ciljem što preciznijeg prikaza terena, veličina računskih ćelija na inundacionom području je 30x30 m, a na području riječnog korita 10x10 m (Slika 3).

Nakon definiranja računске mreže pristupilo se odabiru Manningovog koeficijenta otpora, za što su poslužile digitalne ortofoto karte razmatranog područja, a koje su dale precizniji opis namjene terena u odnosu na druge podloge (npr. Corine Land Cover, Google satelite itd.).

Prostorni poligon 2D modela podijeljen je na različite tipove namjene i svakom tipu je dodijeljena, prema literaturnim podacima, odgovarajuća vrijednost Manningovog koeficijenta otpora tečenju. Konačne vrijednosti Manningovog koeficijenta otpora usvojene su nakon kalibracije modela (detaljnije u dijelu kalibracija hidrauličkog modela).



Slika 4. Vrijednosti Manningovog koeficijenta otpora u 2D hidrauličkom modelu rijeke Sanice

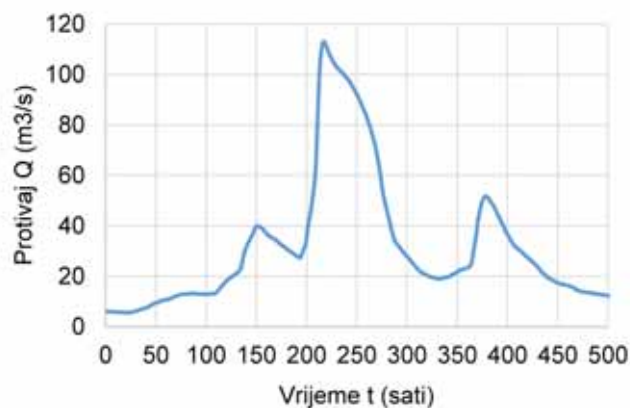
Hidrološki podaci o karakterističnim proticajima različitih povratnih perioda na vodomjernim stanicama Hrustovo i Sanica dobijeni su u prethodno urađenoj hidrološkoj analizi [3]. Njihove vrijednosti prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Karakteristični proticaji odabranih povratnih perioda na vodomjernim stanicama Sanica i Hrustovo

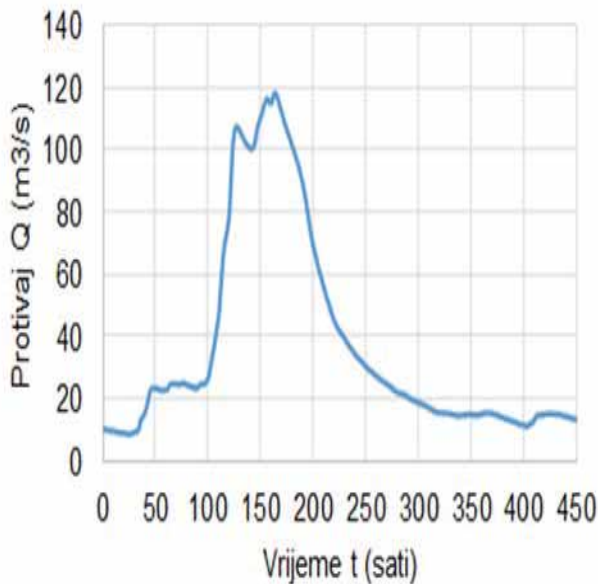
VS "SANICA"						
Povratni period T (godina)	10	20	50	100	200	500
Proticaj Q (m ³ /s)	152	160	168	173	178	184
VS HRUSTOVO						
Povratni period T (godina)	10	20	50	100	200	500
Proticaj Q (m ³ /s)	170	179	188	194	200	206

Grafični uvjeti za proračun tečenja.

Prilikom postavke hidrauličkog modela definirani su gornji i donji granični uvjet. Gornji ili uzvodni granični uvjet bili su karakteristični proticaji s vodomjerne stanice Sanica. Za nizvodni granični uvjet odabrana je normalna dubina.



Slika 5. Poplavni val na VS Sanica od 2. do 25. 12. 2022. godine



Slika 6. Poplavni val na VS Sanica u periodu 10-30.5.2023.

3.3. Kalibracija i verifikacija hidrauličkog modela

Za kalibraciju 2D hidrauličkog modela korišteni su podaci o poplavnim valovima iz decembra 2022. godine, dok su za verifikaciju modela korišteni podaci iz maja 2023. s vodomjernih stanica Hrustovo i Sanica. Parametar za kalibraciju modela bio je Manningov koeficijent otpora.

Kalibracija 2D hidrauličkog modela provedena je na način da su vršene numeričke simulacije tečenja u rijeci Sanici pri velikim vodama iz decembra 2022. godine, a vrijednosti modeliranih nivoa vode na HS Sanica i HS Hrustovo upoređene su sa osmotrenim nivoima vode. Pri svakoj od numeričkih simulacija zadavane su druge vrijednosti Manningovog koeficijenta otpora. Konačne vrijednosti koeficijenata usvojene su za

slučaj najmanjih odstupanja modeliranih i osmotrenih vrijednosti.

Model 1, 2 i 3 na cijelom računskom poligonu ima istu vrijednost Manningovog koeficijenta i to: Model 1 – n=0.06, model 2 – n=0.05 i model 3 – n=0.04.

U modelima 4-7 računski poligon je podijeljen na oblasti s različitim vrijednostima Manningovog koeficijenta.

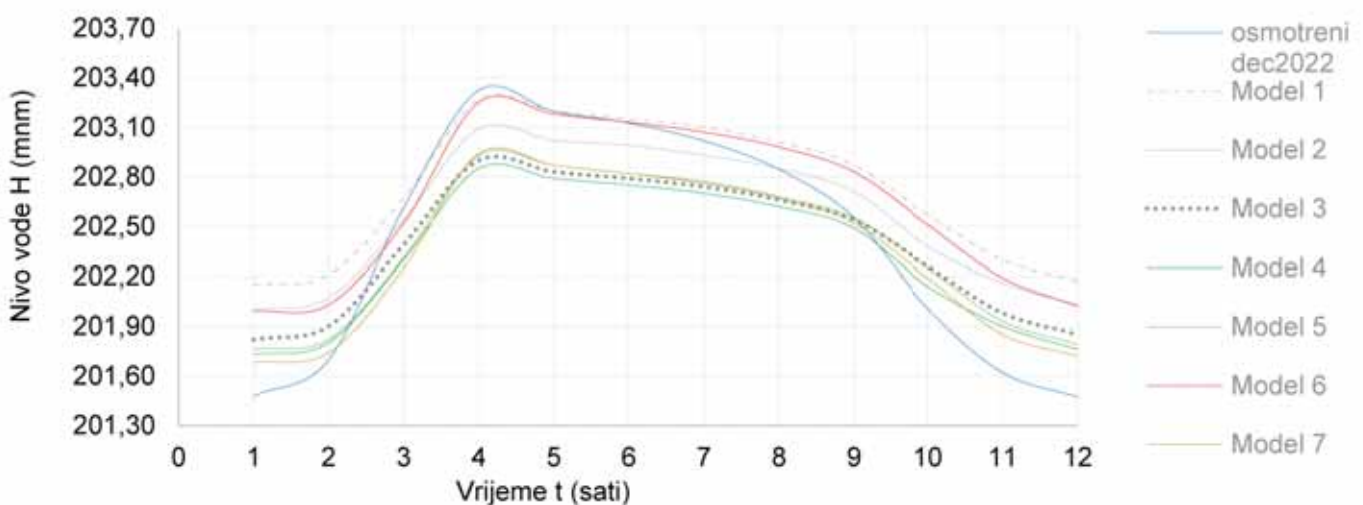
Tablica 2. Kalibracija modela – Vrijednosti Manningovog koeficijenta hrapavosti u 2D modelu

Tip	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
korito	0.035	0.035	0.045	0.03
šuma	0.12	0.25	0.3	0.3
trava	0.045	0.06	0.1	0.1
put	0.03	0.04	0.04	0.04

Odabir mjerodavne vrijednosti, tj. najmanjih odstupanja modela od osmotrene vrijednosti, izvršen je proračunom srednje kvadratne greške (eng. *The Root Mean Square Error – RMSE*). Vrijednost RMSE=0 predstavljala bi savršenu tačnost i savršeno poklapanje modela sa osmotrenim vrijednostima. U praksi se gotovo nikada ne postiže vrijednost 0 i zbog toga se kao mjerodavna usvaja niža vrijednost RSME, koja zapravo ukazuje na veću preciznost modela. RMSE se izračunava kao korijen srednje vrijednosti kvadrata razlika između modeliranih i osmotrenih vrijednosti:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H_m - H_o)^2} \tag{9}$$

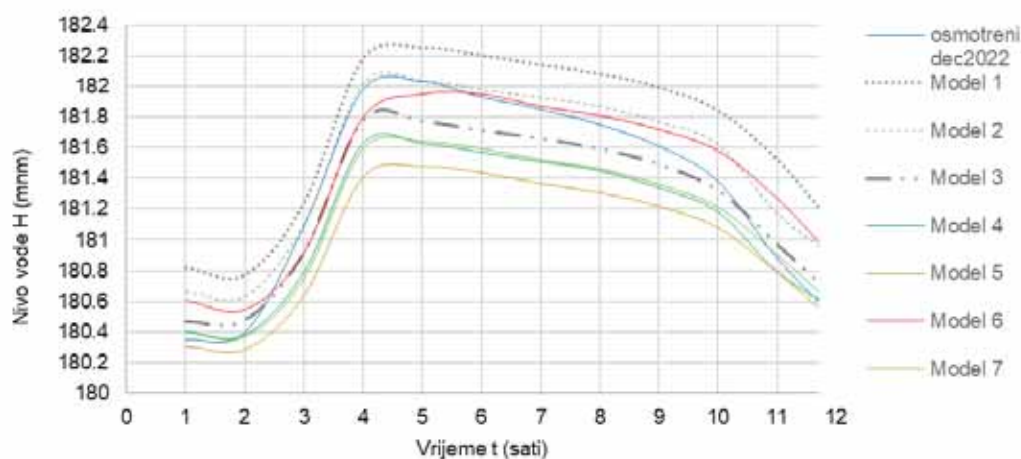
gdje je: H_m – vrijednost modeliranog nivoa vode; H_o – vrijednosti osmotrenog nivoa vode; N – broj posmatranja.



Slika 7. Kalibracija modela na HS Sanica – poplavni val iz decembra 2022. [4]

Tablica 3. Srednja kvadratna greška (RMSE) na HS Sanica (decembar 2022)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
	0.4489	0.2704	0.1156	0.0625	0.0784	0.2601	0.0400
	0.2601	0.1369	0.0400	0.0100	0.0144	0.1089	0.0016
	0.0036	0.0049	0.0484	0.0961	0.0900	0.0081	0.1296
	0.0025	0.0529	0.1764	0.2209	0.1521	0.0049	0.1444
	0.0000	0.0324	0.1369	0.1681	0.1089	0.0004	0.1089
	0.0004	0.0196	0.1156	0.1444	0.0961	0.0000	0.0961
	0.0064	0.0081	0.0784	0.1024	0.0625	0.0025	0.0676
	0.0256	0.0000	0.0361	0.0529	0.0289	0.0169	0.0324
	0.1024	0.0256	0.0001	0.0036	0.0000	0.0784	0.0009
	0.3136	0.1369	0.0625	0.0169	0.0576	0.2500	0.0324
	0.4624	0.2916	0.1296	0.0784	0.0961	0.3249	0.0529
	0.4900	0.3136	0.1444	0.0841	0.1024	0.3025	0.0625
RMSE	0.4199	0.3282	0.3006	0.2944	0.2719	0.3364	0.2532
RMSE pik vata	0.0835	0.1503	0.3297	0.3711	0.2995	0.0703	0.2998



Slika 8. Kalibracija modela na HS Hrustovo – poplavni val iz decembra 2022. [4]

Tablica 4. Srednja kvadratna greška (RMSE) na HS Hrustovo (decembar 2022)

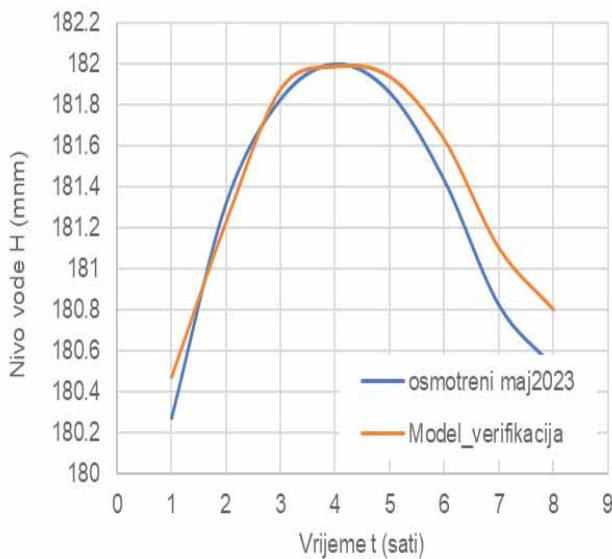
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
	0.2209	0.0676	0.0144	0.0025	0.0025	0.0961	0.0016
	0.1369	0.0225	0.0064	0.0004	0.0009	0.0529	0.0121
	0.0225	0.0289	0.0289	0.0900	0.1156	0.0001	0.2025
	0.0400	0.0324	0.0400	0.1225	0.1521	0.0016	0.3249
	0.0484	0.0064	0.0676	0.1600	0.1521	0.0001	0.3025
	0.0729	0.0004	0.0484	0.1296	0.1156	0.0025	0.2401
	0.0841	0.0004	0.0361	0.1156	0.1089	0.0064	0.2304
	0.1089	0.0036	0.0256	0.0900	0.0841	0.0144	0.1936
	0.1444	0.0121	0.0144	0.0729	0.0625	0.0256	0.1521
	0.2116	0.0400	0.0036	0.0400	0.0289	0.0576	0.0900
	0.4096	0.1521	0.0081	0.0081	0.0004	0.0841	0.0081
	0.3364	0.1369	0.0169	0.0016	0.0049	0.1444	0.0009
	0.2401	0.0784	0.0169	0.0016	0.0025	0.1089	0.0009
RMSE	0.3997	0.2115	0.1587	0.2534	0.2528	0.2139	0.3679
RMSE pik vata	0.2883	0.0960	0.1967	0.3393	0.3355	0.0918	0.4905

Vrijednosti proračuna srednje kvadratne greške (RMSE) na profilima HS Sanica i HS Hrustovo date su tabelarno (Tablice 3. i 4).

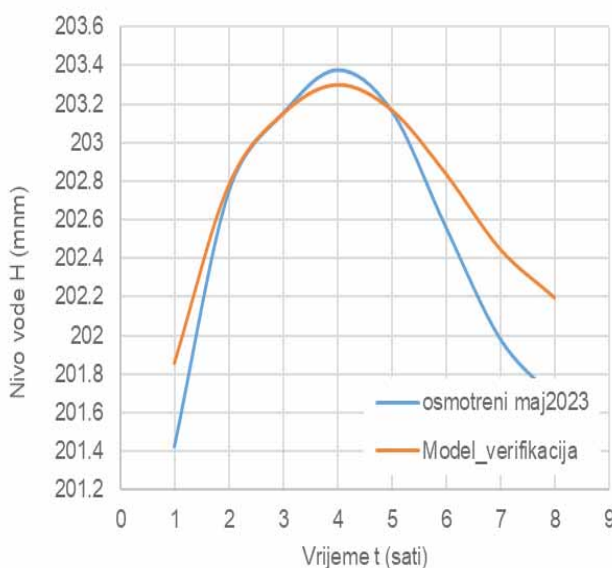
Analizirana su dva slučaja: RMSE ukupni val i RMSE u domenu pika vala velikih voda. Najbolje slaganje modeliranih i osmotrenih vrijednosti pokazao je model 6 te su njegovi parametri usvojeni za daljnju hidrauličku analizu.

Naredni korak bila je verifikacija modela na profilima HS Sanica i HS Hrustovo za osmotreni poplavni val iz maja 2023. godine.

Poređenjem modeliranih i osmotrenih nivoa vode uočeno je dobro slaganje vrijednosti nivoa vode na obje vodomjerne stanice (Slike 9. i 10).



Slika 9. Verifikacija modela na HS Hrustovo – poplavni val iz maja 2023.

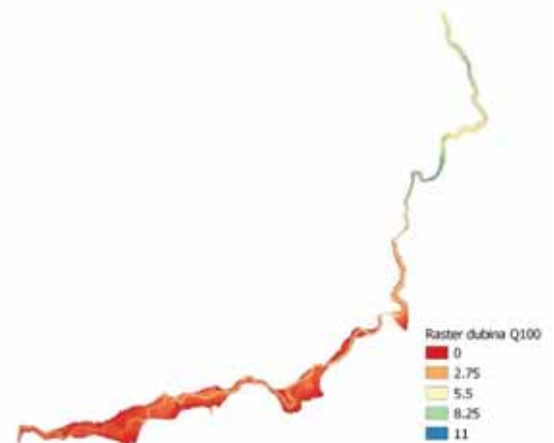


Slika 10. Verifikacija modela na HS Sanica – poplavni val iz maja 2023.

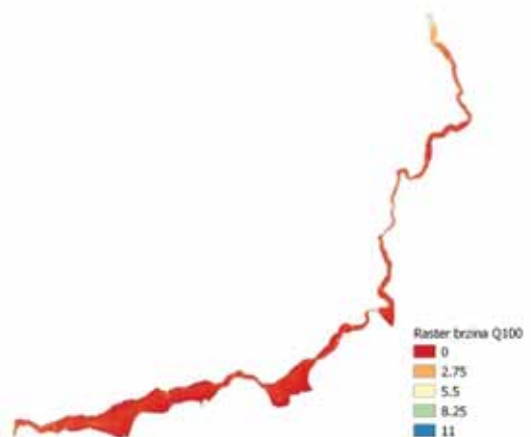
3.4. Rezultati numeričkog modeliranja

Hidraulički 2D model tečenja rijeke Sanice urađen je s ciljem praćenja propagacije poplavnog vala i prikazivanja reakcije pojedinih dijelova sliva na ekstremne padavine ranga pojave 1/20, 1/100 i 1/500.

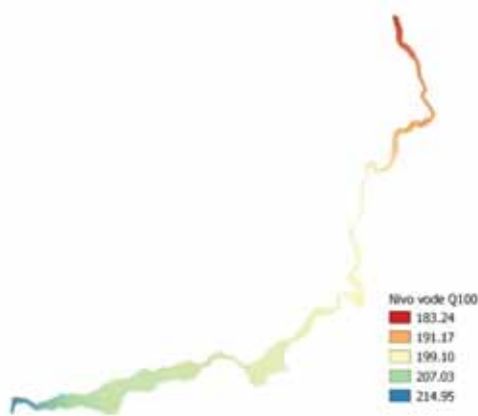
Rezultati 2D modela su linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda Q20, Q100 i Q500 te je raster dubina i brzina prikazan u nastavku:



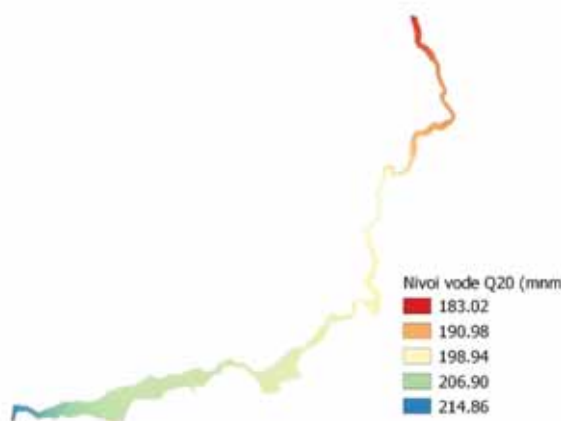
Slika 11. Rezultati numeričkog modeliranja – raster dubina za povratni period 1/100 godina



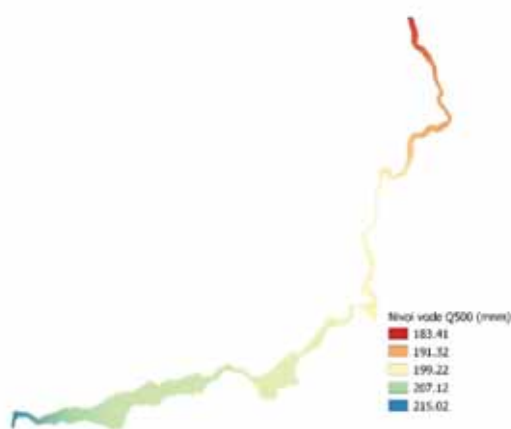
Slika 12. Rezultati numeričkog modeliranja – raster brzina za povratni period 1/100 godina



Slika 13. Rezultati numeričkog modeliranja – nivoi vode za povratni period 1/100 godina



Slika 14. Rezultati numeričkog modeliranja – nivoi vode za povratni period 1/20 godina



Slika 15. Rezultati numeričkog modeliranja – nivoi vode za povratni period 1/500 godina

4. ZAKLJUČAK

Zbog slučajne prirode plavnih događaja, apsolutna zaštita od velikih voda ne postoji. Investicione i preventivne mjere koje se provode u pogledu zaštite od štetnog djelovanja voda za cilj imaju smanjenje opasnosti i rizika od poplava. U savremenim pristupima upravljanja rizicima od poplava ključnu ulogu ima prostorno planiranje korištenja zemljišta u skladu s definiranim linijama dopiranja velikih voda.

Precizno definiranje linije dopiranja velikih voda vrši se primjenom numeričkog modeliranja, a modeli koje se koriste u slučaju poplava su ravanski, prostorno dvodimenzionalni.

U ovom radu je na primjeru rijeke Sanice pokazana metodologija definiranja linija dopiranja velikih voda za različite povratne periode. U nastojanju da se dobije pouzdan model, posebna pažnja je posvećena kalibraciji i verifikaciji modela. Kalibracija i verifikacija modela izvršena je na osmotrenim poplavnim valovima iz decembra 2022. i maja 2023. godine na profilima vodomjernih stanica HS Sanica i HS Hrustovo. Provjera slaganja osmotrenih i modeliranih vrijednosti izvršena je preko srednje kvadratne greške (RMSE). Hidraulički model je dao detaljniji prikaz propagacije poplavnih valova duž vodotoka, kao i rastere dubina i brzina za karakteristične proticaje odabranih povratnih perioda. Prikazani 2D model tečenja rijeke Sanice raspolaže velikim brojem informacija o hidrauličkim karakteristikama toka promjenjivih u prostoru i vremenu te na taj način predstavlja ulazni podatak za daljnje analize, kao što su izrade mapa opasnosti i rizika od poplava, analiza erozionih procesa na slivu, transporta nanosa u riječnom koritu te kvaliteta vode itd.

LITERATURA

- [1] M. Jovanović, *Regulacija reka – Rečna hidraulika i morfologija*, Građevinski fakultet Beograd, 2008.
- [2] US Army Corps of Engineers, *HEC-RAS - Hydraulic Rederece Manual, version 6.2, 2022.*
- [3] Institut za hidrotehniku i okolišno inženjerstvo, Univerzitet u Sarajevu – Građevinski fakultet, *Elaborat definisanja linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda 1/100 godina – I Faza – Hidrološka analiza, decembar 2023. godina.*
- [4] Institut za hidrotehniku i okolišno inženjerstvo, Univerzitet u Sarajevu – Građevinski fakultet, *Elaborat definisanja linije dopiranja velikih voda rijeke Sanice povratnog perioda 1/100 godina – II Faza – Hidraulička analiza, mart 2024. godina.*

EVALUACIJA REZULTATA MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE

Piše: mr. sci. Amila Ibrulj, dipl. ing. građ.

1. UVOD

U skladu s članom 156. tačka 2. Zakona o vodama (Sl. novine FBiH, br.70/06) propisano je da agencije za vodna područja, između ostalog, organiziraju uspostavu monitoringa podzemnih voda u nadležnom slivnom području.

Planom upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji BiH (2022-2027), promjene kvaliteta i kvantiteta podzemnih voda prepoznate su kao "značajno pitanje upravljanja vodama". Definirane su 28. mjerom: „Nastavak provođenja sistemskog monitoringa kvaliteta i kvantiteta podzemnih voda. Zadužena institucija za ovu mjeru je AVP Sava”.

Također, Strategijom upravljanja vodama Federacije BiH (2022-2032) mjerom 1.1.1. (dostizanje okolišnih ciljeva za vodna tijela definiranih u Planovima upravljanja vodnim područjima u Federaciji BiH), predviđeno je nastaviti provođenje monitoringa površinskih i podzemnih voda i godišnje izvještavati o rezultatima.

Prema Planu upravljanja vodama na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH (2022-2027), na osnovu raspoloživih podloga i podataka o geološkim, hidrogeološkim i tektonskim karakteristikama terena, a prema istovjetnoj ili sličnoj hidrogeološkoj funkciji, regionalnoj povezanosti i integralnom upravljanju, definirane su i izdvojene grupe vodnih tijela podzemnih voda (GVTPV).

Osim navedenog, činjenica je da se u Federaciji BiH stanovništvo većim dijelom snabdijeva podzemnom vodom kao osnovnim izvorom vode za piće, pa tako u okviru svojih obaveza vodovodna preduzeća osiguravaju zakonski zahtjevan kvalitativni monitoring podzemnih voda. Dinamika uzimanja uzoraka na izvorištima vodosnabdijevanja zakonski je definirana.

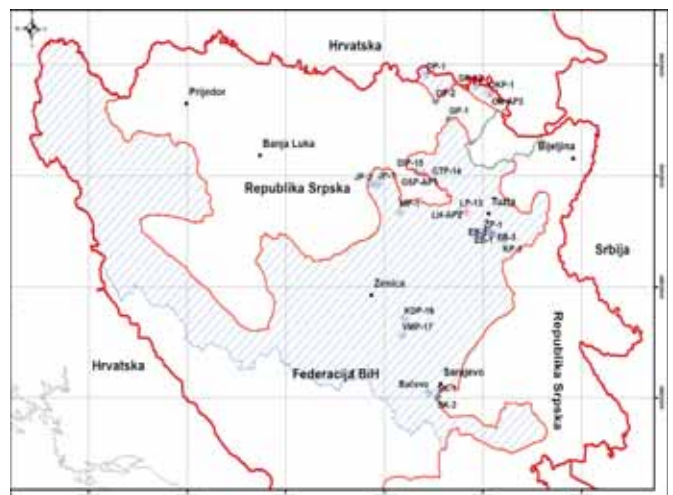
Agencija za vodno područje rijeke Save Sarajevo (AVP Sava) 2017. godine započela je aktivnosti na uspostavi monitoringa podzemnih voda u akviferima međuzrnske poroznosti sa slobodnim nivoom podzemnih voda. Aktivnosti su

nastavljene na akviferima međuzrnske poroznosti pod pritiskom. Od 2017. do danas, izvedeno je i stavljeno u funkciju 20 pijezometara za provođenje monitoringa podzemnih voda.

S obzirom na to da su podzemne vode najznačajniji resurs za piće i da, za razliku od površinskih voda, trpe usporeno samoprečišćavanje, dužni smo izvršiti mjere adekvatne zaštite ovog resursa, kao i površinskih ekosistema povezanih s podzemnim vodnim tijelima.

2. MONITORING KVANTITATIVNOG I KVALITATIVNOG STANJA PODZEMNIH VODA (MPV)

Slika 1. Prostorni položaj pijezometara na kojima se vrši monitoring podzemnih voda vodnog područja Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine



Osim 20 pijezometara (prikazani u Tabeli 1) vršena su određena mjerenja i na bunaru u Bačevu i na bunarima koji nisu u funkciji u Sprečkom polju (EB-1, EB-3 i EB-4).

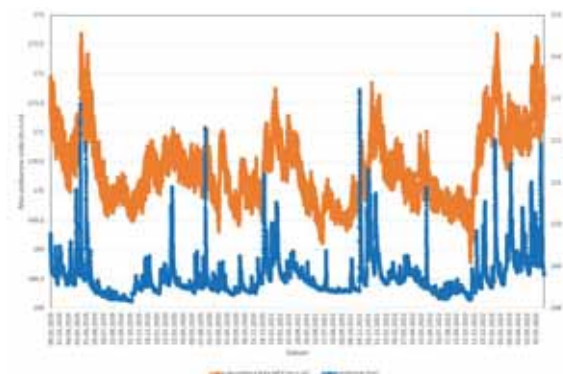
Tabela 1. Lokacije pijezometara monitoringa podzemnih voda

R. br.	Mjesto	Lokalitet	Oznaka pijezometra	Podzemno vodno tijelo
1.	Kalesija Krušik	Izvorište Krušik	KP – 1	Tuzlansko-sprečko polje
2.	Živinice Strašanaj	PPOV Živinice	ŽP - 1	Tuzlansko-sprečko polje
3.	Gradačac Okanovići	Džamija Okanovići	GP-1	Posavina
4.	Maglaj Misurići	Izvorište Misurići	MP -1	Dolina Bosne
5.	Odžak Donji Svilaj	OŠ Donji Svilaj	OP-1	Posavina
6.	Odžak Tukovi	Sejdić d.o. o. Odžak	OP-2	Posavina
7.	Orašje Kostrč	Izvorište Kostrč	OKP-1	Posavina
8.	Jelah Tešanaj	Milanovci Donji - MZ Jelah	JP - 1	Dolina Usore
9.	Jelah Tešanaj	OŠ „Abdulvehab Ilhamija“ Kalošević – Područna škola Bobare	JP - 2	Dolina Usore
10.	Ilidža Sokolović-Kolonija	Duge Njive	SK - 1	Sarajevsko –zeničko polje
11.	Ilidža Sokolović-Kolonija	Duge Njive	SK - 2	Sarajevsko –zeničko polje
12.	Domaljevac	Domaljevac nogometni stadion	DP-12	Posavina
13.	Lukavac	Lukavac Puračić	LP-13	Tuzlansko-sprečko polje
14.	Gračanica	Naselje Čelahuša	GTP-14	Tuzlansko-sprečko polje
15.	Doboj-Istok	Velika Brijesnica	DIP-15	Tuzlansko-sprečko polje
16.	Kakanj	Naselje Doboj	KDP-16	Dolina Bosne
17.	Visoko	Naselje Dobrinja	VMP-17	Dolina Bosne
18.	Gračanica	Gračanica	GSP-AP1	Tuzlansko-sprečko polje
19.	Lukavac	Naselje Hrvati, pored OŠ	LH-AP2	Tuzlansko-sprečko polje
20.	Orašje	Kod nogometnog stadiona	OR-AP3	Posavina

2.1. MONITORING KVANTITATIVNOG STANJA PODZEMNIH VODA

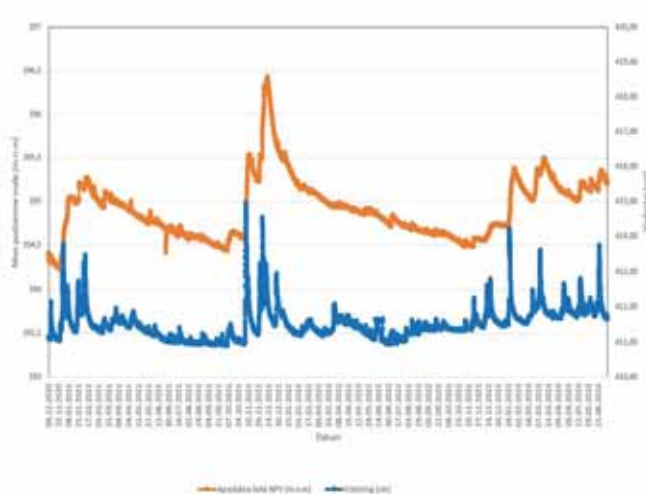
Osmatranje nivoa podzemne vode na objektima za monitoring (pijezometrima) na vodnom području Save u Federaciji BiH vrši se od 1. januara 2018. godine do danas. Kvantitativni monitoring podzemnih voda vrši se mjerenjem vrijednosti nivoa podzemne vode na lokacijama u Tabeli 1.

S uporednog dijagrama nivoa podzemne vode, proticaja na vodotocima i padavina, primjećuje se da nivo podzemne vode oscilira u zavisnosti od sezonskih hidroloških prilika.

Slika 2. Dijagram mjerenja nivoa podzemne vode na pijezometru MP-1 (m.n.m.)


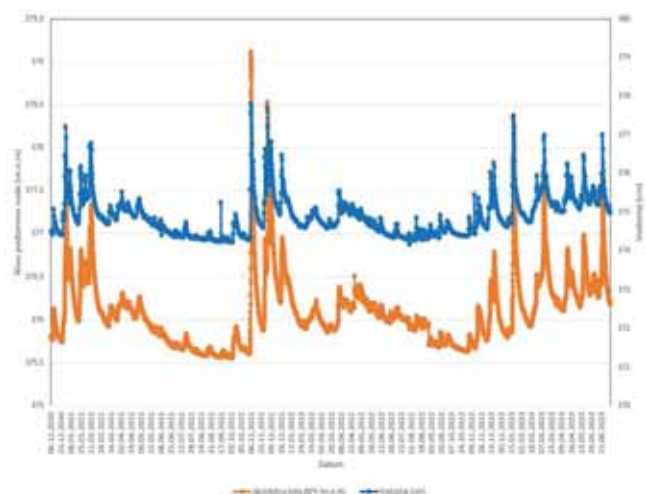
Na pijeziometrima u Bačevu, MP-1 u Misurićima kod Maglaja (Slika 2) i bunarima u Sprečkom polju, postoje i značajne i česte dnevne oscilacije nivoa podzemne vode (uvjetovane radom pumpe bunara u blizini pijeziometra).

Slika 3. Dijagram mjerenja nivoa podzemne vode na pijeziometru VMP-17 (m.n.m.)



Prikazani pijeziometri Bačevo, SK-1, SK-2, VMP-17 (Slika 3), KDP-16 (Slika 4) i MP-1 (Slika 1) nalaze se u slivu rijeke Bosne, na hidroklimatološki istom prostoru. Ta vodna tijela se prihranjuju vodom značajnim dijelom od rijeke te se uočavaju određene podudarnosti krive padavina, proticaja rijeke i nivoa podzemne vode na dijagramima. Naime, njihovi dijagrami imaju slične oblike, s trendovima koji prate jedan drugi u smislu opadanja nivoa ili njegovog porasta.

Slika 4. Dijagram mjerenja nivoa podzemne vode na pijeziometru KDP-16 (m.n.m.)



Bunari EB-1 (Slika 5), EB-3 i EB-4 stari su objekti na prostoru Sprečkog polja kod Tuzle. Prikazani i obrađeni period osmatranja nivoa podzemne vode na ovim objektima je od 1. januara 2018. do 26. jula 2023. godine.

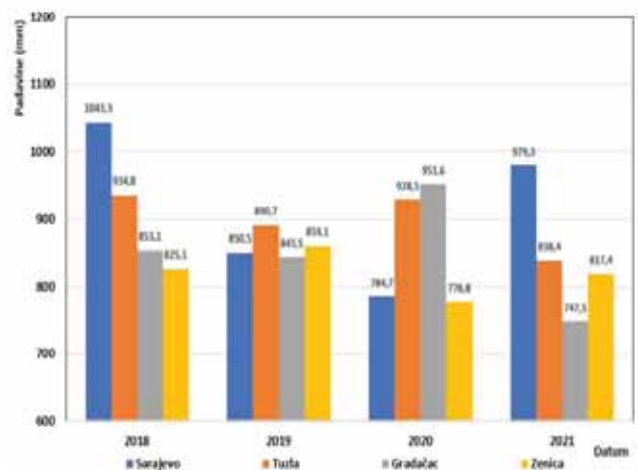
Slika 5. Dijagram mjerenja nivoa podzemne vode na EB-1 (m.n.m.)



Na dijagramima se primjećuje da postoji i trend generalnog pada nivoa podzemne vode tokom višegodišnjeg perioda osmatranja na ovim objektima. Međutim, prisutan je i višegodišnji deficit padavina u istom periodu (Slika 6) pa za sada treba isključiti antropogeni faktor kao uzrok trenda.

Dakle, dijagram godišnje količine padavina na ovom području (HMS Tuzla, ali i ostalih na prostoru sliva Save u FBiH) prikazan je na Slici 6. Ovdje se vidi istovremeni trend značajnog smanjenja godišnjih količina padavina, što je sigurno i utjecalo na kvantitativno stanje ovog podzemnog vodnog tijela.

Slika 6. Dijagram godišnje količine padavina sa HMS na prostoru sliva Save u FBiH (mm/m²)



2.1. MONITORING KVALITATIVNOG STANJA PODZEMNIH VODA

Na pijeziometrima za monitoring podzemnih voda vodnog područja rijeke Save na prostoru Federacije BiH vrši se monitoring kvalitativnog stanja primijenjenim mjerenjima na samoj bušotini, uzorkovanjem i fizičko-hemijskim analizama uzoraka vode.

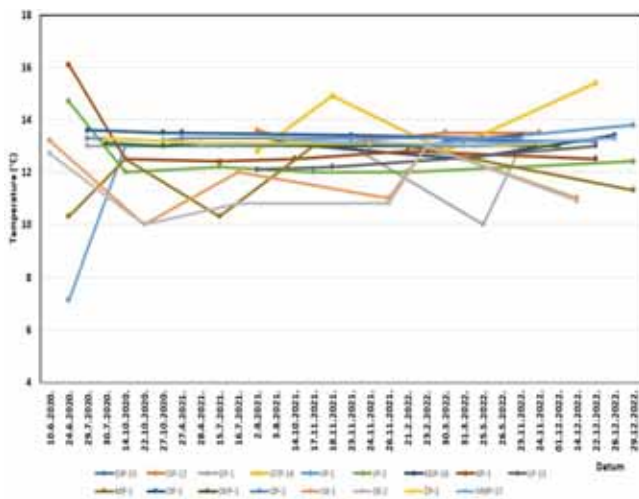
Mjerenje nivoa podzemne vode i njene temperature vrši se u piježometrima svako sat vremena, sa sondom pritiska DS(T) 22. Koristi se Dipper-PT multifunkcionalni snimač podataka sa senzorima, koji snima podatke u realnom vremenu. Svi analogni i digitalni podaci skladište se sa 32-kanalnim Data Logger Unilog.

Na osnovu fizičko-hemijskih analiza vode na piježometrima za potrebe monitoringa podzemnih voda na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH, u periodu od 10. juna 2020. do 29. decembra 2022. godine, koje je radila Laboratorija za vode AVP Sava, urađeni su dijagrami izmjerenih fizičko-hemijskih parametara. Dostupni su rezultati vrijednosti sljedećih parametara u uzorcima vode: temperatura vode, pH vrijednost, elektroprovodljivost, sadržaj nitrata, hlorida, sulfata, ukupnih rastvorenih soli, olova, arsena, željeza i mangana.

Treba naglasiti da od osnovnih parametara za nadzorni monitoring nisu bile na raspolaganju vrijednosti sadržaja kisika u vodi i nije rađena vrijednost amonijum iona, što je uključeno u naredne analize.

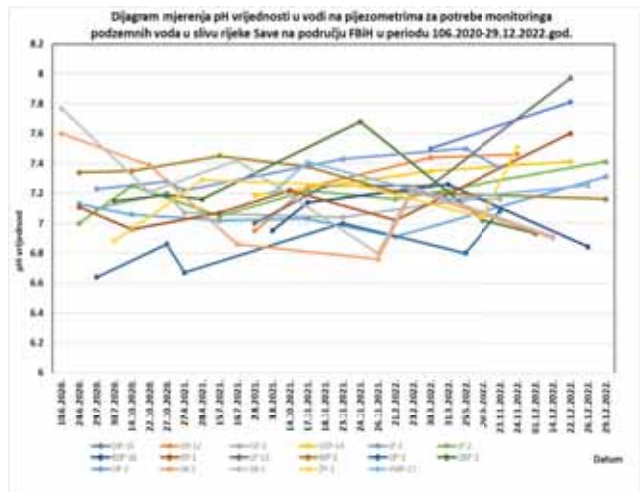
U ranije navedenom vremenskom periodu monitoringa podzemne vode, izmjerena temperatura je od 10°C do 14°C (Slika 6a). Izuzetak čine rezultati pojedinih mjerenja temperature vode na piježometru JP-1 gdje je utvrđena vrijednost 7,13°C (24. 6. 2020), piježometru JP-2 je 14,7°C (24. 6. 2020), piježometru GTP-14 je 14,9°C (18. 11. 2021) i 15,4 °C (22. 12. 2022) i na piježometru KP-1 utvrđena vrijednost 16,1 °C (24. 6. 2020).

Slika 6a. Dijagram mjerenja temperature vode na piježometrima



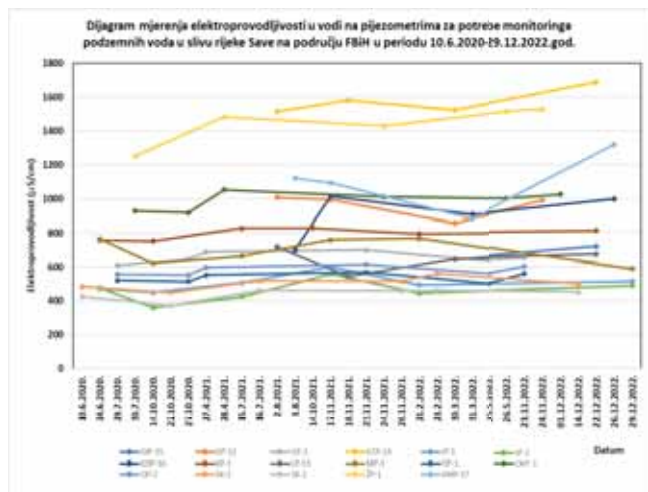
U navedenom vremenskom periodu monitoringa podzemne vode, utvrđene pH vrijednosti podzemne vode su u intervalu od 6,6 do 7,6 (Slika 7). Neznatno više pH vrijednosti utvrđene su kod vode piježometra LP-13 s 7,97 (22. 12. 2022), piježometra SK-2 s 7,77 (10. 6. 2020) i vode piježometra DIP-15 utvrđena vrijednost 7,81 (22. 12. 2022).

Slika 7. Dijagram mjerenja pH vrijednosti vode na piježometrima



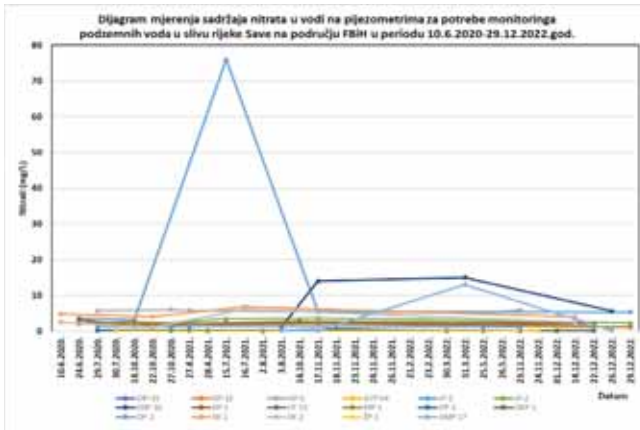
U već navedenom vremenskom periodu monitoringa podzemne vode, utvrđene vrijednosti elektroprovodljivosti (Slika 8) kreću se od 361 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Posebno se izdvajaju povišene vrijednosti elektroprovodljivosti uzoraka vode piježometara Gračanica „Terme“ d.o.o. od 1.515 do 1.688 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i piježometra ŽP-1 (Živinice) od 1.252 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 1.528 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (slika 8). Razlog tome treba provjeriti u narednim fazama, ali u svakom slučaju može biti prodor vode iz dubljih slojeva krečnjaka s termalnom vodom povišene mineralizacije, duž rasjeda ili kroz prstenasti međuprostor između zida dubokih bušotina i ugrađene bunarske cijevi. U svakom slučaju, veći broj osmatračkih objekata, koji bi se eventualno izveo u toj zoni, mogao bi dati odgovor na ovo pitanje.

Slika 8. Dijagram mjerenja elektroprovodljivosti vode na piježometrima

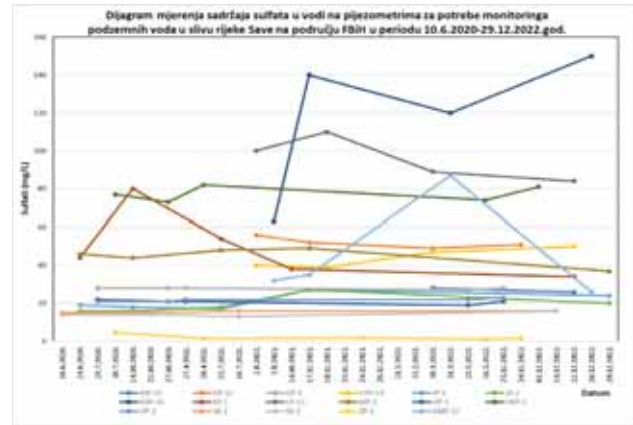


Utvrđene vrijednosti sadržaja nitrata u vodi su u intervalu od 0,012 mg/L do 6,8 mg/L. Uz napomenu da je u vodi za piće dozvoljen sadržaj do 50 mg/l nitrata, jasno je da izmjerena vrijednost 76 mg/L (15. 7. 2021) u uzorku podzemne vode piježometra JP-1 (Jelah) prelazi te granice (Slika 9).

Slika 9. Dijagram mjerenja sadržaja nitrata u vodi na pijezometrima



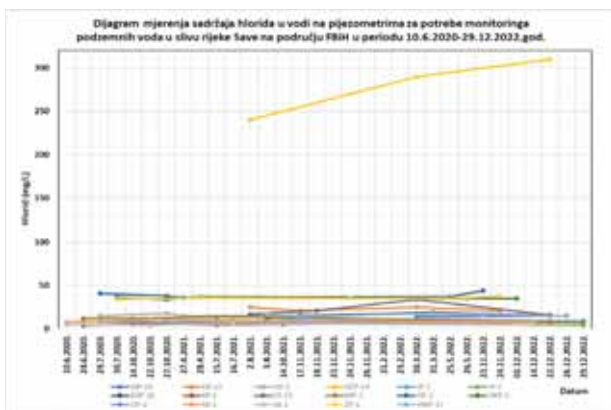
Slika 11. Dijagram mjerenja sadržaja sulfata u vodi na pijezometrima



Razlog ovome može biti antropogeni faktor, odnosno prekomjerna upotreba gnojiva za poljoprivrednu proizvodnju u neposrednoj blizini pijezometra.

Izmjerene vrijednosti sadržaja hlorida u vodi su od 4 mg/L do 50 mg/L. Izuzetak čine analize sadržaja hlorida u vodi na pijezometru GTP-14 (Gračanica, „Terme“ d.o.o.) gdje je utvrđena vrijednost 240 mg/L (2. 8. 2021), 290 mg/L (30. 3. 2022) i 310 mg/L (22. 12. 2022) (Slika 10). Uz napomenu da je u vodi za piće dozvoljen sadržaj do 250 mg/l hlorida, jasno je da utvrđene vrijednosti hlorida u uzorku podzemne vode pijezometra GTP-14 (Gračanica) prelaze tu granicu.

Slika 10. Dijagram mjerenja sadržaja hlorida u vodi na pijezometrima

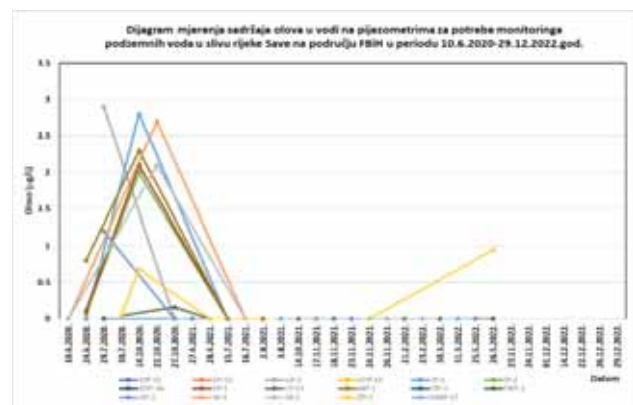


Izmjerene vrijednosti sadržaja sulfata u vodi (mg/L) su u intervalu od 1,1 mg/L do 150 mg/L (Slika 11). Na dijagramu se mogu primijetiti promjene vrijednosti sadržaja sulfata kod pijezometra KDP-16 (Kakanj), gdje je utvrđena vrijednost 140 mg/L (17. 11. 2021), 120 mg/L (31. 3. 2022) i 150 mg/L (26. 12. 2022).

Treba naglasiti da je maksimalno dozvoljeni sadržaj sulfata u vodi za piće 250 mg/l (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Službeni glasnik BiH, broj: 40/10, 43/10, 30/12 i 62/17). Znači da su utvrđene vrijednosti sulfata u podzemnoj vodi i dalje u okviru standarda kvaliteta vode za piće prema ovom parametru.

Utvrđene vrijednosti sadržaja olova u vodi su od 0,044 µg/L do 2,9 µg/L, što je u granicama dozvoljenim za piće (Slika 12). Na dijagramu se može primijetiti da svi pijezometri s mjerenjima u 2020. godini imaju raspon utvrđenih vrijednosti s 0,00 µg/L na 2,0-2,9 µg/L. Blagi rast utvrđene vrijednosti sadržaja olova u vodi možemo primijetiti i kod pijezometra ŽP-1 (Živinice), gdje je vrijednost sa 0,00 µg/L (24. 11. 2021) porasla na 0,95 µg/L (26. 5. 2022).

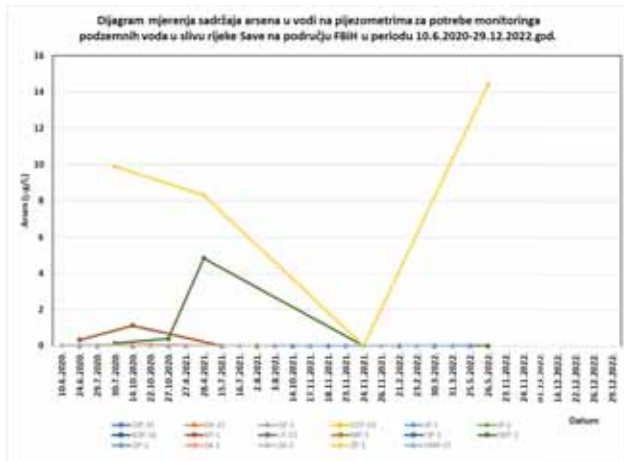
Slika 12. Dijagram mjerenja sadržaja olova u vodi na pijezometrima



Utvrđene vrijednosti sadržaja arsena u vodi (µg/L) su od 0,044 µg/L do 14,4 µg/L. Na dijagramu se mogu primijetiti određene vrijednosti na pijezometrima KP-1, OKP-1 i ŽP-1. Značajnu promjenu utvrđene vrijednosti sadržaja arsena u vodi imamo kod pijezometra ŽP-1 (Živinice, Strašanj) gdje je utvrđena vrijednost 9,89 µg/L (30. 7. 2020) pala na granice detekcije metode analize vode (24. 11.

2021). Onda imamo nagli rast utvrđene vrijednosti sadržaja arsena u vodi na 14,4 µg/L (26. 5. 2022), što se i može vidjeti na narednom dijagramu – Slika 13. Uz napomenu da je u vodi za piće dozvoljen sadržaj do 10 µg/l arsena, jasno je da utvrđena vrijednost 14,4 µg /L (26. 5. 2022) u uzorku podzemne vode pijezometra ŽP-1 (Živinice) prelazi tu granicu.

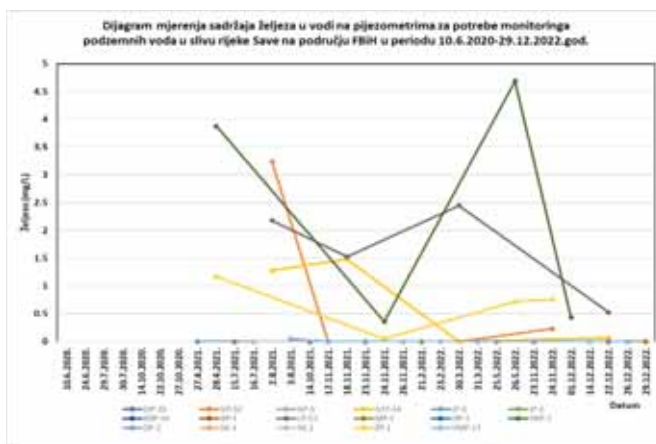
Slika 13. Dijagram mjerenja sadržaja arsena u vodi na pijezometrima



Utvrđene vrijednosti sadržaja željeza u vodi su od 0,00 mg/L do 4,69 mg/L (Slika 14). Na dijagramu se mogu primijetiti utvrđene vrijednosti sadržaja željeza preko granice MDK u vodi za piće (MDK = 0,2 mg/L) na pijezometrima DP-12, GTP-14, LP-13, ŽP-1 i OKP-1.

Najveće promjene vrijednosti sadržaja željeza u vodi imamo na sljedećim pijezometrima: OKP-1 (Orašje), gdje imamo utvrđene vrijednosti 3,88 mg/L (28. 4. 2021) i 4,69 mg/L (26. 5. 2022), zatim u Domaljevcu, na pijezometru DP-12 3,24 mg/L (2. 8. 2021), u Lukavcu na pijezometru LP-13 imamo utvrđene vrijednosti sadržaja željeza 2,18 mg/L (2. 8. 2021), 1,53 mg/L (18. 11. 2021) i 2,45 mg/L (30. 3. 2022).

Slika 14. Dijagram mjerenja sadržaja željeza u vodi na pijezometrima

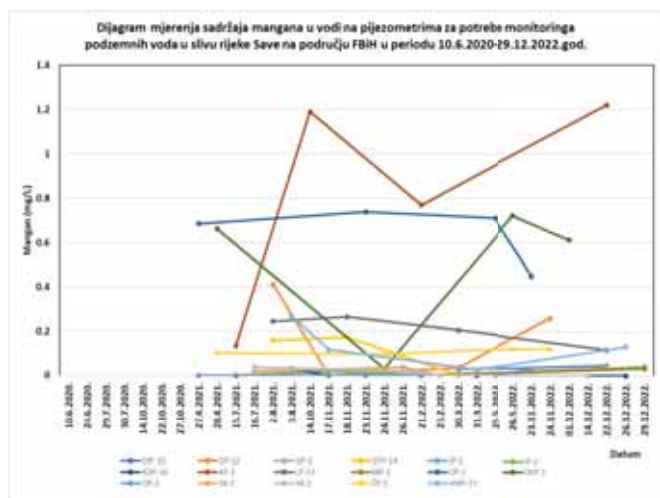


Imajući u vidu da se radi o neogenom basenu Sprečko polje i o obodu Panonske nizije, ove vrijednosti

se mogu smatrati prirodno povišenim sadržajem željeza u vodi za piće, što je direktna posljedica spore vodozamjene u dubljim sitnozrnim vodonosnicima pliocenske i pliokvartarne starosti, sa smanjenim sadržajem kiseonika u vodi, odnosno s anaerobnim uvjetima sredine. Dakle, ovdje se ne može očekivati antropogeni utjecaj kao faktor povišenog sadržaja željeza u podzemnoj vodi ovih podzemnih vodnih tijela.

U obrađenom periodu monitoringa podzemne vode, utvrđene vrijednosti sadržaja mangana u vodi su u intervalu od 0,00 mg/L do 1,22 mg/L (Slika 15). Na dijagramu se mogu primijetiti utvrđene vrijednosti sadržaja mangana preko granice MDK u vodi za piće (MDK = 0,05 mg/L) na pijezometrima DP-12, GTP-14, KP-1, LP-13, OP-1, ŽP-1, OKP-1 i VMP-17.

Slika 15. Dijagram mjerenja sadržaja mangana u vodi na pijezometrima



Kao i za povišen sadržaj željeza u vodi, imajući u vidu da se radi o neogenom bazenu Sprečko polje i o obodu Panonske nizije te određenim vodonosnicima aluvijalno-terasnih sedimenata (Visoko), ove vrijednosti se mogu smatrati prirodno povišenim sadržajem mangana u podzemnoj vodi.

Dakle, monitoring podzemnih voda na vodnom području rijeke Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, koji se organizirano provodi od 2018. godine, ukazuje da se podzemna vodna tijela na lokacijama pijezometara GTP-14 „Terme“ Gračanica, ŽP-1 (Živinice) i JP-1 (Jelah), mogu smatrati rizičnim u smislu kvalitativnog statusa.

To ne znači da nema još rizičnih vodnih tijela na vodnom području rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine, jer je mreža objekata monitoringa podzemnih voda skromna u odnosu na potrebnu, odnosno veći dio podzemnih vodnih tijela nije obuhvaćen ovom mrežom.

3. ZAKLJUČAK

Podzemne vode su najosjetljivija i najveća slatkovodna cjelina i glavni izvor zaliha vode za vodosnabdijevanje u Federaciji BiH.

Na osnovu analize do sada urađenih aktivnosti, a s ciljem usklađivanja monitoringa podzemnih voda sa Okvirnom direktivom o vodama (ODV), Direktivom o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kvaliteta, kao i važećim zakonskim i podzakonskim dokumentima i direktivama iz ove oblasti, neophodno je:

- izvršiti usklađivanje ključnih nacionalnih zakona i povezanih propisa s ODV-a u skladu s preporukama ovog elaborata i posebno Poglavlja 4;

- u budućim projektima monitoringa podzemnih voda, lokacije pijezometara treba odrediti tako da se maksimalno izbjegnju značajne i česte dnevne oscilacije nivoa podzemne vode (uvjetovane radom pumpe bunara u blizini pijezometra), a prečnici bušenja i ugrađene pijezometarske cijevi prilagoditi potrebi bržeg pročišćavanja bušotine pumpama odgovarajućeg proticaja koje, prema preporukama, treba raditi prije uzimanja uzorka podzemne vode (min. unutrašnji prečnik pijezometarske cijevi ne bi trebao biti manji od 101 mm);

- izraditi studiju stanja podzemnih voda vodnog područja rijeke Save na teritoriji FBiH i procjenu rizika po kvalitet i njene rezerve, korigirati pojedine granice nekih podzemnih vodnih tijela, izdvojiti „rizična“ vodna tijela te odrediti mrežu i učestalost monitoringa;

- s obzirom na to da ne postoji jedinstven i unificiran model monitoringa za sva podzemna vodna tijela, nego se određuje za svako posebno u skladu s njegovim specifičnostima, potrebno je planirati izradu projekta monitoringa podzemnih vodnih tijela (odvojeno za svaki podsliv) s odgovarajućim programom.

Kako zbog realizacije programa mjera (PM) iz Plana upravljanja, tako i zbog činjenice da podzemne vode u vodnim tijelima koje se koriste za zahvatanje vode za piće ili koje su namijenjene za takvo korištenje u budućnosti, moraju biti zaštićene na način da se izbjegne pogoršanje njihovog kvaliteta, AVP Sava u narednom periodu planira širenje mreže pijezometara i monitoring stanica radi uspostave adekvatnog monitoringa podzemnih voda na teritoriji Federacije BiH.

LITERATURA

IPIN d.o.o. Bijeljina "Evaluacija rezultata monitoringa podzemnih voda na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH sa analizom usklađenosti sa Direktivom EU, septembar 2023.

GeoAVAS d.o.o. Sarajevo "Elaborat uspostave monitoringa nivoa podzemne vode I-faza", Sarajevo, decembar 2017. god.

IPIN d.o.o. Bijeljina "Elaborat o izvođenju pijezometara za potrebe uspostave monitoringa podzemnih voda na prostoru Federacije BiH", Bijeljina, decembar 2018. god.

IPIN d.o.o. Bijeljina "Elaborat za nastavak monitoringa podzemnih voda-uspostava monitoringa na akviferima međuzrnske poroznosti pod pritiskom" 2022.

GeoAVAS d.o.o. Sarajevo "Elaborat – nastavak aktivnosti na uspostavi monitoring podzemnih voda na vodnim tijelima međuzrnske poroznosti, Sarajevo mart 2020. god.

Konzorcij: Ibis-inženjering d.o.o. Banjaluka i Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo, "Elaborat monitoringa podzemnih voda na vodnom području rijeke Save u Federaciji BiH (II faza)", Banjaluka, februar 2019. god.

Agencija za vodno područje rijeke Save: Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine za period 2022. – 2027. godina.

Federalna strategija zaštite okoliša 2022-2032. i Strategija upravljanja vodama u Federaciji BiH 2022-2032.

RESTAURACIJA RIJEKE ISAR U MINHENU

Pišu: mr. sci. Amila Ibrulj, dipl. ing. građ.

mr. Nusmir Pašić, dipl. ing. građ.

UVOD

Krajem proteklog stoljeća u Evropi se budi ideja o restauraciji rijeka i njihovo vraćanje u prirodno stanje. S tehničkog stajališta, provođenje ove ideje u slabije naseljenim i nenaseljenim područjima nije pretjerano zahtjevno. Međutim, kada se radi o naseljenim područjima, tu su stvari sasvim drukčije.

S tim u vezi, u Minhenu je početkom 2000. godine počela realizacija izazovnog projekta „Isarski plan“. U njegovom fokusu je unapređenje lokalne zaštite od poplava i restauracija ekološki vrijednih prirodnih staništa. Uporedo s tim, evidentna je rastuća potražnja lokalnog stanovništva za prirodnim pejzažima u centralnim urbanim sredinama koje se mogu koristiti za rekreaciju. „Isarski plan“, kao zajednički projekt Bavarske i Grada Minhena - koji se proteže preko 8 kilometara duž Minhena - više je od restauracije dijela rijeke Isar, i to je investicija u budućnost.

Ovaj koncept restauracije rijeke kombinira tehničke mjere koje su usklađene s prirodom i s urbanim stilom života. „Isarski plan“ prevazilazi jednostavne cost-benefit analize jer je od nemjerljive vrijednosti za stanovništvo.

ISAR U MINHENU

Prije nego što je počela izgradnja regulacije na ovom vodotoku sredinom 19. stoljeća, alpska rijeka Isar tekla je na području Minhena u promjenjivom riječnom koritu s mnoštvom šljunčanih obala i riječnih rukavaca. Rijeka Isar je bujičnog karaktera u gornjem toku te je donosila velike količine šljunka s Alpa, čime je redovno mijenjala riječni pejzaž. Područja Minhena koja se nalaze na nižim nadmorskim visinama redovno su bila plavljena.

Izgradnjom hidroenergetskog kanala uz pomenutu rijeku 1920. godine - širine 50 metara trapeznog poprečnog presjeka te akumulacije Sylvenstein koja je puštena u rad 1959. godine - rijeka Isar je izgubila svoj prirodni bujični karakter.

Degradacija riječnog korita je vršena postepenom izgradnjom regulacije s poprečnim pragovima. Navedeno ima negativan utjecaj na lateralno

kretanje riječnog toka, odnosno predstavlja ograničavajući faktor lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja. Dalje, smanjen protok, nepromjenjivi uvjeti tečenja i ujednačene strukture obala - imali su štetan utjecaj na biljni i životinjski svijet, kao i na pejzaž.

Samo na dijelu koji se naziva Flaucher, ostao je izvorni tok razgranate rijeke Isar s otvorenim šljunčanim obalama i ostrvima te je iz tog razloga ovo područje iskorišteno kao model za restauraciju rijeke Isar.

VIŠE PROSTORA I NOVE OBALJE

U prvim dionicama koje su restaurirane, Isar je pretrpio značajne promjene proširenjem glavnog kanala, uključujući predjele duž rijeke i poplavne ravnice te je poboljšano oticanje u slučaju poplava. Na taj način stvoren je prostor za razvojne mjere, za projektiranje i modeliranje stanja u rijeci i na njenim obalama. Strme betonske obale, osigurane betonskim blokovima, zamijenjene su blago kosim i obalama koje se prirodno razvijaju. Fiksno korito rijeke, koje je više izgledalo kao betonski kanal, postalo je riječno korito različite širine sa šljunčanim obalama i kamenim ostrvima koji se dinamički razvijaju u skladu s donošenjem i odnošenjem šljunkovitog materijala.

Postojeći dizajn regulacije rijeke je uključivao poprečne pregrade/pragove koji su bili raspoređeni na svakih 200 metara s padom od maksimalno metar između njih. Ove pregrade/pragovi su bili nesavladiva prepreka za većinu vrsta riba i drugih s vodom povezanih organizama.

Grad je raspisao konkurs za najbolju ideju restauracije rijeke Isar i odabrao dizajn koji je obuhvatio tehničke mjere zaštite od poplava koje su uključivale i restauraciju staništa, kao i zone za rekreaciju stanovništva. Ovim dizajnom pragovi su zamijenjeni ravnim grubim rampama nalik kamenim stepenicama u obliku saća s udubljenjima koja čine male bazene. Ove mjere ne samo da vraćaju gotovo prirodan izgled rijeke Isar, već i poboljšavaju uvjete života i pružaju razne tipove staništa za biljni i životinjski svijet karakterističan za rijeku Isar (Slika 1).



Slika 1. Šematski prikaz izgradnje saća

Poseban dizajn grubih rampi ključni je element za poboljšanje prirodnog razvoja riječne flore i faune. Na ovaj način kreirani bazeni i kamene stepenice nizvodno stvaraju šljunčane obale i otoke koji, osim što imaju važnu ekološku i funkciju biotopa za živi svijet, doprinose i ukupnom morfološkom razvoju riječnog korita. Osim navedenog, prirodan izgled ovih, vještački izgrađenih objekata, pruža atraktivno mjesto za rekreaciju.

Struktura saća rezultat je uzdužnih i horizontalnih kamenih blokova koji se međusobno podupiru. Konstrukcija rampi je nehomogenog dizajna, blokovi nisu raspoređeni na istoj visini niti na ravnomjernom razmaku. Ovako izgrađen sistem, nalik na saće, utječe na protok i prirodno formiranje šljunčanih obala i otoka (Slika 2).



Slika 2. Učinak izgrađenog saća na rijeku prije izvedenih radova (slika lijevo) i nakon radova (slika desno) (izvor: <https://restorerivers.eu/>)

Na ovaj način izgrađene i preuređene grube rampe poboljšale su longitudinalni kontinuitet vodenih i s vodom povezanih ekosistema.

Veći komadi drveta pa i čitava stabla ostavljena su ukopana u obale i korito rijeke s ciljem razvoja niša u strukturi rijeke koje mogu poslužiti kao utočište za mlade ribe i druge vodene organizme.

Nakon ovih zahvata povećan je diverzitet makroinvertebrata (Makrozoobenthosa) u rijeci Isar, koji imaju važnu ekološku funkciju za rijeku i izvor su hrane za ribe. Vremenom se raznovrsnost i brojnost drugih životinjskih vrsta, čiji je stanište vezano za područje kopno-voda također poboljšava, npr. *Charadrius dubius* (Slika 3) koja se gnijezdi u šljunčanim obalama.



Slika 3 *Charadrius dubius* (izvor slike Wikipedia)

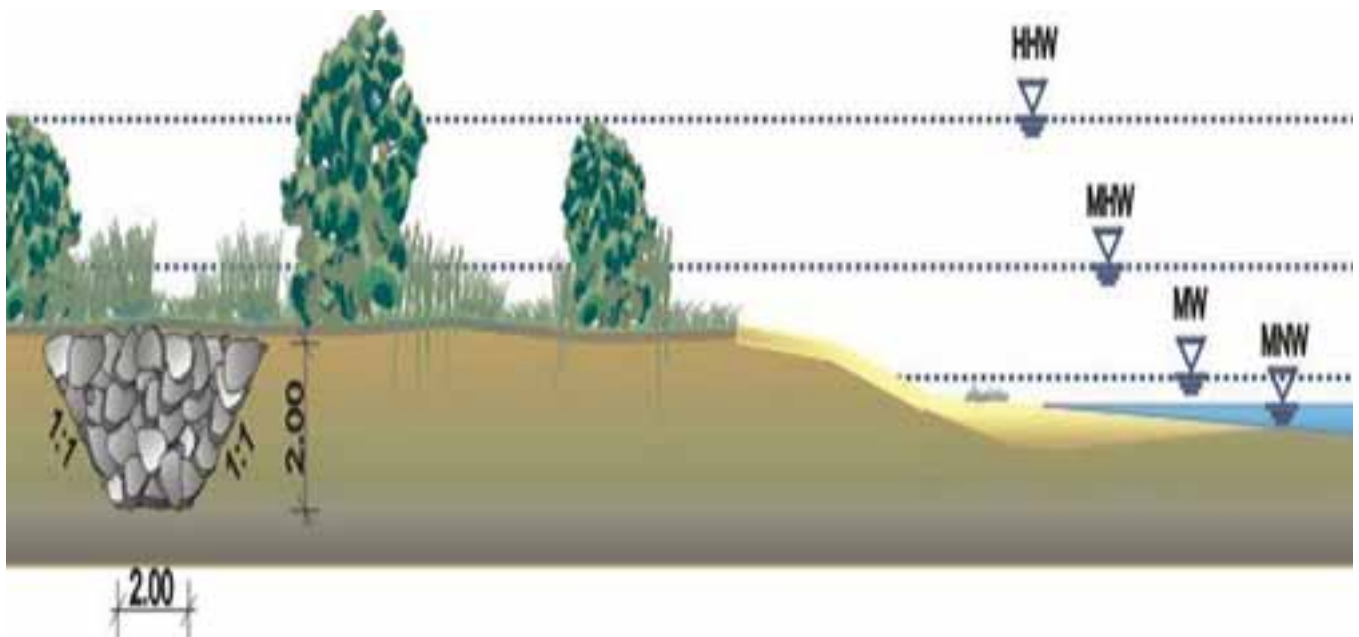
Šljunkovite obale postale su mjesta na kojima su se nastanile nove vrste biljaka za ovo područje, čije je sjeme rijeka Isar saprala i donijela s Alpa i koje su se prilagodile ovom podneblju.

Obale prirodnog vodotoka dinamično se razvijaju i mijenjaju. Da bi bila zaustavljena erozija okolnog zemljišta i ograničilo lateralno kretanje korita rijeke u željenom dijapazonu, u poplavnom području su provedene mjere zaštite.

Kanali širine i dubine cca 1,5 do 2 metra ispunjeni su materijalom koji je nastao uklanjanjem ranije izgrađenih obaloutvrda i regulacija. Pri visokim vodostajima, rijeka može da se lateralno kreće do linije ovog ojačanja kroz eroziju obale bez izazivanja štete. Na taj način korito rijeke se širi samo od sebe. Tako se dobija aktivna i nesputna promjena riječnih obala čineći ih prirodnim i privlačim za akvatične vrste (Slika 4).

Ova restauracija morala je da se nosi s nekoliko ograničenja u razvoju rijeke zbog postojeće infrastrukture. Osim mostova postoji i odvod oborinskih voda, pokretni branski sistem za hitno vodosnabdijevanje hidroelektrane te cijevni sistemi iz različitih komunalnih preduzeća koji su morali biti uzeti u obzir.

Ovakva proširenja rijeke bit će provedena gdje god je to moguće. Neke lokacije uz rijeku bit će ostavljene terasasto i dizajnirane su na način da će se značajna razlika u nadmorskoj visini okolnog zemljišta i rijeke Isar - sama od sebe, prirodnim putem - izravnati, čineći pristup vodi lakšim.



Slika 4. Kanali za ograničavanje lateralnog kretanja riječnog korita



Slika 5. rijeka Isar 2001. (slika iznad) i 2024. (slika ispod) (izvor: Google Earth)

KONTROLA POPLAVA DANAS JE VAŽNIJA NEGO IKADA PRIJE

U južnom dijelu Minhena uz rijeku su veliki nasipi nastali 20-ih godina prošlog stoljeća. Na osnovu hidrauličkih proračuna i modeliranja, utvrđeno je da bi kota velikih voda (VV) bila višija za 1m od navednih nasipa. Starim nasipima je također djelimično bila potrebna sanacija. Modelirana poplava s protokom od 1.100 m³/s korištena je za određivanje visina poplavnih nasipa za projektiranje. Ovo područje se u budućnosti planira koristiti i kao retencija koja može da zadrži više od 53 miliona m³ vode. Velike poplave, koje su se desile 1999. i 2005. godine, čiji se protok

procjenjuje na 1.500 m³/s i 1.800 m³/s, bez ovih retencija bile bi razorne za grad. Retencija bi zadržala veliku količinu vode. Procjenjuje se da bi protok nizvodno od retencije bio ispod 860 m³/s i 1.050 m³/s. Sve poplave koje su se dešavale nakon ovog zahvata na rijeci pokazale su da su poduzete mjere bile bitan dio sveobuhvatnog koncepta kontrole i upravljanja poplavama.

Zbog velikog značaja sliva rijeke Isar za rekreaciju i njenog statusa zaštićenog područja za očuvanje krajolika, odabrane su one mjere odbrane od poplava koje su uglavnom održavale postojeću šikaru na nasipima. Proticajni profil nije postignut izgradnjom novih nasipa ili nadvisivanjem postojećih, već proširenjem glavnog korita, što je istovremeno omogućilo stabilizaciju prirodnih obala rijeke.

Restaurirano korito glavnog kanala s mogućnošću promjene obala nakon manjih i prosječnih poplava doživljava određene promjene, tako da je dobijen niz šljunčanih obala i šljunčanih otoka.

„Isar plan“ bio je uspješan projekat restauracije rijeke u urbanom dijelu Minhena. Njegov potencijal tek treba da se u potpunosti iskoristi. Na ovaj način postavljena je osnova za dugoročni urbani dizajn rijeke blizak prirodi koji odlično kombinira zahtjeve zaštite od poplava i potrebe stanovništva za rekreacijom.

Vizija rijeke Isar u 21. stoljeću nije zadržavanje originalnog predalpskog riječnog pejzaža, već rijeka koja odražava alpsko porijeklo, tj. prirodno orijentiran riječni pejzaž u gradu koji građanima nudi netaknutu prirodu s jedne strane, a s druge, također, pruža stanište za autohtone biljne i životinjske vrste. Odabrane mjere restauracije i renaturacije rijeke Isar pokazuju šta može postići urbani razvoj rijeke koji se razvija u skladu s prirodom.

Utjecaj projekta već se proširio daleko izvan granica Minhena. Tome je također pomogla prva nagrada za upravljanje riječnim slivom koju je DWA (Njemačka asocijacija za vode) 2007. godine dodijelila „Isar-planu“.

LITERATURA

<https://www.yumpu.com/en/document/read/3768185/a-new-lease-of-life-for-the-isar-river-wasserwirtschaftsamt-munchen>

<https://panorama.solutions/en/solution/isar-plan-improving-flood-protection-and-recreational-opportunities-redesigning-isar>

https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3AIsar-Plan

Podaci i fotografije prikupljeni prilikom studijske posjete.

WISKI USER CONFERENCE 2024.



Upravljanje podacima o vodnim resursima

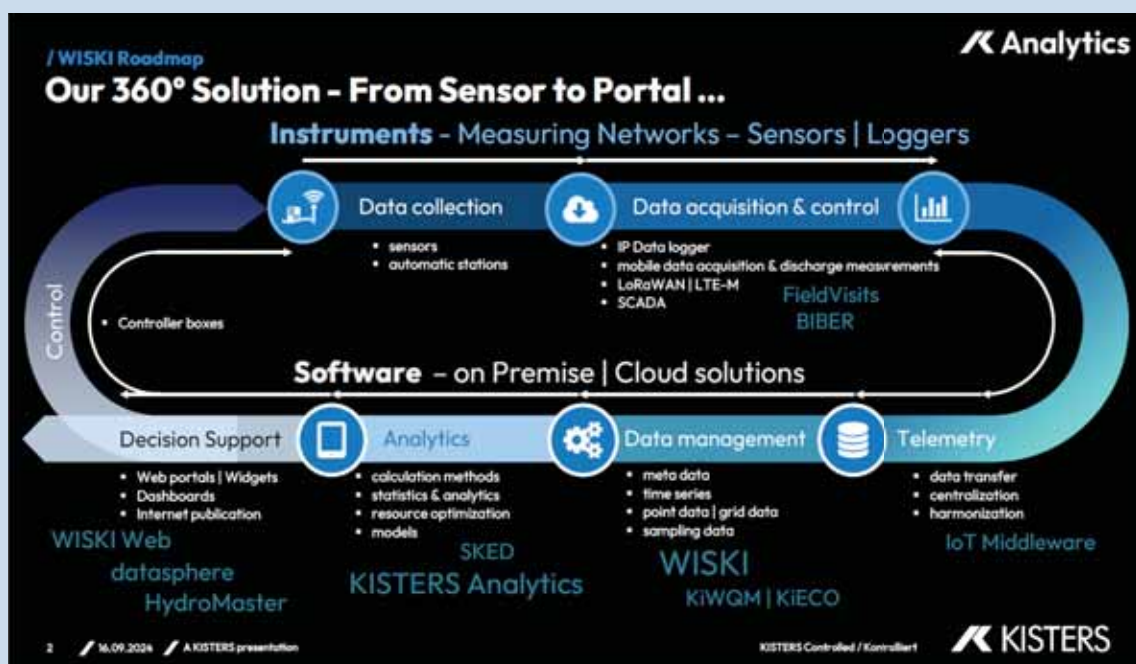
Water Information System by KISTERS (WISKI) softverska je platforma koja se koristi za upravljanje podacima i informacijama o vodnim resursima. Bosna i Hercegovina je 2018. godine, zajedno s Crnom Gorom i Srbijom, dobila bespovratna sredstva iz Globalnog fonda za okoliš i Specijalnog fonda za klimatske promjene u okviru zajedničkog regionalnog projekta West Balkans Drina River Basin Management Project (WBDRBMP). Dio tih sredstava iskorišten je za nabavku WISKI 7 softvera.

U Aachenu - sjedištu firme KISTERS, kompanije koja je lider u oblasti softverskih rješenja za upravljanje vodama i životnom sredinom - održana je konferencija koja je okupila stručnjake iz cijelog svijeta. Prisustvovali su i predstavnici Agencije za vodno područje rijeke Save: rukovodilac Sektora za informacioni sistem voda Hajrudin Mičivoda i članovi Maja Radić-Čaušević i Haris Fišeković. Bila je to prilika za razmjenu mišljenja, direktno komuniciranje s razvojnim timovima KISTERS-a i

stručnjacima koji mogu pružiti savjete i podršku o izazovima, projektima, inovacijama i tehnološkim rješenjima koja unapređuju upravljanje vodama.

Razgovarano je o brojnim temama i razvoju WISKI softverskog Sistema, uz prezentaciju praktičnih primjera efikasnog upravljanja podacima o vodnim resursima. Bilo je riječi o načinu implementacije WISKI platforme u Iranu, funkcioniranju SEPA-e, odnosno sistema upozoravanja na poplave u Škotskoj, iskustvima Ujedinjenog Kraljevstva u provedbi projekta Blue Heart, fokusiranog na jačanje otpornosti na poplave. Prezentiran je i projekt HyQuant, a riječ je o seriji naprednih radarskih senzora koji se koriste za mjerenje nivoa i brzine vode. Prilikom prezentacije o izazovima u upravljanju rizikom od poplava u promjenjivim uvjetima, pojašnjena je neophodnost prilagođavanja klimatskim promjenama i drugim izazovima. Učesnicima je predstavljen plan razvoja i nadogradnje WISKI softvera-WISKI ROADMAP. Na primjeru San Francisca predočeno je korištenje WISKI-ja za podršku operativnom donošenju odluka u vodosnabdijevanju. U okviru konferencije organizirani su i okrugli stolovi fokusirani na konkretne izazove s kojima se korisnici suočavaju te na praktične savjete i rješenja. KISTERS analitika, IT i sigurnost softvera, KiWIS i otvoreni podaci - sve su to teme kojima su se bavili učesnici konferencije. Prisutnima je prezentirana oprema za automatske hidrološke i meteorološke stanice HyQuant te instrumenti.

Iznesena iskustva poslužit će prilikom kreiranja domaćih politika u oblasti upravljanja vodama zemalja korisnica WISKI platforme. Iz zemalja regiona, osim predstavnika AVP Sava, na konferenciji su učestvovali i stručnjaci iz Hrvatske i Srbije.



Softverska rješenja za upravljanje vodama

SARADNJA S JAPANSKOM AGENCIJOM ZA MEĐUNARODNU SARADNJU



Posjeta predstavnika Agencije za međunarodnu saradnju i razvoj Japana ISV-u

U posjeti Agenciji za vodno područje rijeke Save boravili su predstavnici Agencije za međunarodnu saradnju i razvoj Japana (JICA).

Japanska agencija za međunarodnu saradnju je glavni partner u projektu „Izgradnja kapaciteta za smanjenje rizika od katastrofa – Eco DRR“. Svrha mu je jačanje kapaciteta državnih institucija u prevenciji i ublažavanju šumskih požara i ostalih prirodnih katastrofa uspostavljanjem Državnog informacionog sistema o požarima - NFFIS-a i smanjenju rizika od katastrofa zasnovanom na ekosistemu (Eco-DRR).

Na radnim sastancima koji su uslijedili odabrano je slivno područje rijeke Željeznice kao pilot područje za drugu komponentu ovog projekta. Cilj je modeliranje i izrade mapa opasnosti poplavnih područja. Stručnom timu iz Japana ustupljeni su svi potrebni i raspoloživi GIS podaci za Eco-DRR aktivnosti JICA projekta.

Tokom posjete razgovarano je o brojnim drugim pitanjima u oblasti upravljanja vodama. Gostima je prikazan kratak film o Agenciji za vodno područje rijeke Save te prezentiran razvoj ISV-a i aplikacije koje koristi.



Razgovarano o brojnim pitanjima u oblasti upravljanja vodama

NADOGRADNJA HIDROLOŠKO-HIDRAULIČKOG I PROGNOŠTIČKOG MODELA RIJEKE BOSNE I IZRADA OPERATIVNOG PROGNOZNOG MODELA SLIVA I AKUMULACIJE MODRAC

Agencija za vodno područje rijeke Save organizirala je dvodnevnu radionicu za projekte "Nadogradnja i unapređenje postojećeg hidrološko-hidrauličkog i prognostičkog modela rijeke Bosne u okviru postojećeg sistema prognoze poplava u AVP Sava" i "Izrada operativnog prognoznog modela sliva i akumulacije Modrac". Bila je to prilika za razmjenu znanja o predviđanju poplava u realnom vremenu, prognozi dotoka u višenamjenske akumulacije hidroenergetskih postrojenja s ciljem povećanja proizvodnje energije itd. Učesnicima radionice prezentiran je rad i rukovanje prognostičkim modelom baziranim na MIKE softveru Danskog instituta DHI primjenom najsavremenijih mjera za upravljanje rizikom od poplava na području sliva Save.

Osim iz AVP Sava, na radionici su učestvovali stručnjaci konsultantske kompanije PRONING DHI, Danskog instituta za vode DHI, Federalnog hidrometeorološkog zavoda, Zavoda za vodoprivredu Sarajevo i JP Spreča d.o.o.



Dvodnevna radionica u prostorijama AVP Sava

SARADNJA AGENCIJE ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE I GRAĐEVINSKOG FAKULTETA UNSA



Potpisan Memorandum o saradnji

Dugogodišnja saradnja Građevinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu i Agencije za vodno područje rijeke Save rezultirala je brojnim projektima iz oblasti upravljanja vodama. Potpisani Memorandum o saradnji osiguraće njen nastavak, razmjenu informacija i znanja u društveno korisnim i edukativnim projektima od obostranog interesa. Memorandum predviđa podršku i zajedničku realizaciju nacionalnih, regionalnih i međunarodnih stručnih, naučno-istraživačkih i razvojnih projekata, organizaciju radionica, stručnih praksi, treninga, konferencija, seminara i kurseva kao i ostalih aktivnosti iz oblasti rada Građevinskog fakulteta i Agencije za vodno područje rijeke Save.



Studenti Građevinskog fakulteta UNSA u posjeti AVP Sava, obilazak dionice u Otesu gdje je u toku regulacija korita Željeznice

SPORAZUM O SARADNJI PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA UNSA I AVP SAVA

Primjenom savremenih metoda istraživanja, Agencija za vodno područje rijeke Save Sarajevo i Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, sarađivat će u realizaciji aktivnosti čiji je cilj zaštita i korištenje voda, zaštita od njenog štetnog djelovanja, racionalnije korištenje vodnih resursa te očuvanje okoliša. Sporazumom o saradnji predviđene su brojne aktivnosti od obostranog interesa, prije svega u oblasti visokog obrazovanja, a s ciljem poboljšanja naučno-nastavnog i naučno-istraživačkog rada. Uključuju saradnju u realizaciji naučno-istraživačkih, razvojnih i inovativnih projekata na nacionalnom i međunarodnom nivou, angažiranje kadrova i organizacionih resursa u osavremenjavanju nastavnih i vannastavnih aktivnosti studenata te organiziranje praktične nastave. Također, Sporazum predviđa i zajedničko učešće na domaćim i međunarodnim kongresima, okruglim stolovima te prezentacijama o temama od zajedničkog interesa.



Predviđene brojne aktivnosti od obostranog interesa

BUDUĆNOST ČISTE VODE: KAKO DO ODRŽIVOG RAZVOJA VODNIH USLUGA U BiH



Razvoj sektora vodnih usluga u Bosni i Hercegovini

Konferencija "Razvoj sektora vodnih usluga u Bosni i Hercegovini" okupila je predstavnike nadležnih ministarstava, međunarodnih organizacija, komunalnih preduzeća, kao i mlade stručnjake iz sektora vodnih usluga, s ciljem jačanja saradnje i predstavljanja postignuća u sektoru vodosnabdijevanja i tretmana otpadnih voda.



Goran Štefatić, menadžer MEG2 projekta

Organizaciju konferencije, održane u Doboju 27. i 28. novembra 2024. godine, pomogao je Projekat općinskog okolišnog upravljanja (MEG2), kojeg zajednički finansiraju vlada Švicarske, Švedska, vlada Češke Republike, kao i Evropska unija, a provodi Razvojni program Ujedinjenih nacija (UNDP) u BiH. Učesnici su se upoznali s ključnim rezultatima MEG2 projekta, uključujući napredak u poboljšanju finansijskog i operativnog učinka javnih komunalnih preduzeća i unapređenje zakonodavnog okvira za njihov rad. Također su imali priliku saznati više o modernim tehnologijama koje su isporučene u okviru realiziranih projekata, kao i o rješenjima koja nude kompanije u Bosni i Hercegovini. Organiziran je niz sesija o različitim temama, poput zakonodavnih reformi, finansijskog i operativnog unapređenja vodovodnih preduzeća u BiH te međunarodnih iskustava i podrške. Naglasak je stavljen na predstavljanje programa koji podržavaju ambasade Češke i Švicarske te inicijative Svjetske banke i WBIF. Mladi eksperti iz partnerskih komunalnih preduzeća predstavili su svoje projekte i doprinose unapređenju usluga u lokalnim zajednicama. Interaktivnim diskusijama i prezentacijama, učesnici su razmijenili znanja i dobre prakse koje će doprinijeti dugoročnoj održivosti i efikasnosti u sektoru vodnih usluga širom zemlje. Predstavljena su iskustva iz Gradačca, Žepča, Teslića, Gračanice i Gradiške, koji su primjerima prikazali konkretne rezultate postignute uz podršku MEG2 projekta i drugih međunarodnih partnera. Osim prezentacija,

organizirana je i terenska posjeta filter stanici za preradu pitke vode u Tesliću, obnovljenoj uz podršku Češke razvojne agencije, saopćeno je iz UNDP-ija.



Korak prema održivosti sektora vodnih usluga

ODRŽANO JAVNO PREDAVANJE "KRAŠKA VRELA U DINARIDIMA BOSNE I HERCEGOVINE"



prof. dr. Ferid Skopljak

Centar za istraživanje i održivi razvoj krša i Odbor za prirodne resurse Odjeljenja prirodnih i matematičkih nauka ANU BiH organizirali su javno predavanje pod nazivom "Kraška vrela u Dinaridima Bosne i Hercegovine". Predavač je bio prof. dr. Ferid Skopljak.

Dinarski krš pokriva približno 60% teritorije Bosne i Hercegovine, a njegova specifična geološka struktura mnogostruko utječe na hidrološke procese i prirodne resurse. Predavač se osvrnuo na proces evolucije krša, objašnjavajući formiranje kraških vrela, što je ključno za razumijevanje njihove funkcije i značaja. Predstavljene su karakteristike i lokacije kraških vrela, kao i njihova uloga u ekosistemima i društvenim zajednicama. Istaknuta su postojeća stanja korištenja i zaštite ovih resursa, naglašavajući neophodnost održivog pristupa. Predstavljen je i podatak da je na 37.

svjetskom geološkom kongresu, održanom 2024. godine u Južnoj Koreji, Vrelo Bune uvršteno na listu 100 najznačajnijih kraških vrela u svijetu, što dodatno potvrđuje njegovu vrijednost.



Upućen poziv za zaštitu kraških vrela

Kako se moglo čuti tokom predavanja, zaštita kraških vrela u dinarskom kršu Bosne i Hercegovine provodi se samo djelimično i često na nedovoljan način. Mnogi izvori koji se koriste ili planiraju koristiti za piće nisu pravilno zaštićeni, a mjere zaštite se ne provode u skladu sa zakonskim propisima. Mnoge prirodne, ekološke, estetske ili historijske vrijednosti kraških vrela nisu adekvatno zaštićene, poput spomenika prirode ili zaštićenih pejzaža. Potrebno je planirati i provoditi hidrogeološka istraživanja kraških područja s ciljem korištenja i zaštite kraških vrela za vodosnabdijevanje, kao i prognoze potencijala podzemnih voda. Ovo je ključno za rješavanje pitanja dugoročnog vodosnabdijevanja. Hidrološki režim brojnih kraških vrela ugrožen je izgradnjom hidroenergetskih objekata, dok su mnoga vrela već potopljena akumulacijama hidroelektrana. Predavač je istaknuo važnost pravilne izgradnje objekata na kraškim vrelima kako bi se očuvala njihova estetska vrijednost i potencijali za turizam.

Predavanje profesora Skopljaka otvorilo je važnu diskusiju o stanju i budućnosti kraških vrela u Bosni i Hercegovini. Učesnici su izrazili zabrinutost zbog nedovoljne zaštite i upravljanja ovim prirodnim resursima te se složili o važnosti daljnjeg istraživanja i zaštite kraških područja. Predavanje je zaključeno pozivom na akciju za zaštitu kraških vrela i unapređenje svijesti o njihovoj važnosti. (ANUBiH)

EVROPSKA POVELJA O VODI

Bez vode nema života. Ona je dragocjeno dobro, prijeko potrebno u svakoj ljudskoj djelatnosti.

Slatkovodni resursi vode nisu neiscrpn.

Mijenjati kvalitetu vode znači ugrožavati život čovjeka i ostalih živih bića koja od vode zavise.

Kvaliteta vode mora se čuvati do nivoa prilagođenog njenom korištenju koji predviđa i zadovoljava posebne zahtjeve zdravlja stanovništva.

Ako se voda poslije upotrebe vraća u prirodnu sredinu, to ne smije biti na štetu drugih korisnika, javnih ili individualnih.

Održavanje odgovarajućeg biljnog pokrivača, prvenstveno šumskog, od velike je važnosti za očuvanje vodenih resursa.

Vodeni resursi se moraju stalno kontrolirati.

Dobro upravljanje vodama mora se planirati i registrirati zakonom preko nadležnih institucija.

Zaštita voda traži značajan napor u znanstvenom istraživanju i u stvaranju specijalista za javno informiranje.

Voda je zajedničko nasljedstvo i njenu vrijednost moraju svi poznavati. Zadatak je svakoga da vodu racionalno koristi.

Upravljanje vodenim resursima mora se prije svega vršiti u sklopu sliva, a ne unutar upravnih i političkih granica.

Voda ne zna granice. To je jedan, zajednički izvor, koji traži međunarodnu suradnju.



ISSN 1512-5327



9 771512 532006