



Financed under specific grant agreement no.2015/368-253 from the EU IPA II Multi-Beneficiary Programme for Albania, Bosnia and Herzegovina, North Macedonia, Kosovo*, Montenegro and Serbia

* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/199 and the ICJ opinion on the Kosovo declaration of independence.

Investicijski okvir za Zapadni Balkan - Program podrške infrastrukturnim projektima, Tehnička pomoć 5 (IPF5)

TA2015030 R0 IPA/

WB12-BIH-ENV-04C1 i WB19-BIH-ENV-01

Projekat Mape opasnosti i mape rizika od poplava u Bosni i Hercegovini

Izvještaj o mapama opasnosti od poplava

Podzona 4: Rijeke Una i Korana/Glina

Oktobar 2019



• IPF 5

A project implemented
by the WYG : IPF 5 Consortium

Zapadni Balkan (WBIF) koji je rezultat zajedničke inicijative Evropske unije, Međunarodnih finansijskih institucija, bilateralnih donatora i vlada zemalja Zapadnog Balkana. Cilj Programa je poticanje socio-ekonomskog razvoja u zemljama Zapadnog Balkana i pružanje podrške u procesu pristupanja Evropskoj uniji kroz financiranje i pružanje tehničke pomoći za strateška infrastrukturna ulaganja. Ova tehnička pomoć finansira se iz sredstava Evropske unije.

Izjava o ograničenju odgovornosti

Autori preuzimaju punu odgovornost za sadržaj ovog izvještaja. Izražena mišljenja ne odražavaju nužno stanovište Europske unije ili Europske investicijske banke.

Ovaj dokument izdan je za naručitelja i sa specifičnom svrhom vezanom isključivo za gore navedeni projekat. Nijedna druga strana ne smije se pozivati na predmetni dokument niti ga koristiti u bilo koju drugu svrhu.

Postignuta tačnost modeliranja je dovoljna za svrhu mapiranja opasnosti i rizika od poplava u skladu s EU Direktivom o poplavama.

Sadržaj ovog izvještaja isključiva je odgovornost WYG-IPF5 vodećeg Konzorcija i ni u kojem slučaju ne odražava stanovišta Europske unije.

Ne prihvaćamo nikakvu odgovornost za posljedice koje mogu nastati kao rezultat pozivanja drugih strana na ovaj dokument ili korištenja istog u druge svrhe, kao ni za eventualne pogreške ili propuste u sadržaju dokumenta, a koji su posljedica pogreške ili propusta u podacima koji su nam dostavljeni od drugih strana.

Ovaj dokument sadrži povjerljive informacije i zaštićeno intelektualno vlasništvo. Ne smije se davati na uvid drugim stranama bez našeg pristanka i pristanka naručitelja dokumenta.

Važno je naglasiti da za bilo koju drugu svrhu, osim za potrebe mapiranja opasnosti i rizika od poplava, mogu biti potrebni dodatni podaci specifični za pojedinu lokaciju kako bi se postigla dovoljna tačnost za predmetnu svrhu. Ovo se posebno odnosi na glavne projekte objekata za upravljanje poplavama, čija će izrada zahtijevati dodatne analize specifične za datu lokaciju.

Kontrolni list izvještaja

Naziv projekta: Mape opasnosti i rizika od poplava u BiH - Investicijski okvir za Zapadni Balkan, Program podrške infrastrukturnim projektima, Tehnička pomoć 5 (IPF5)
Ref. br. projekta: TA2015030 R0 IPA / WB12-BIH-ENV-04C1 i WB19-BIH-ENV-01
Naziv Izvještaja: Izvještaj o mapama opasnosti od poplava za Podzonu 4 (rijeke Una i Korana/
Glina)
Verzija br.: 01

Kontrola	1	2	3	4
Datum	02. Oktobar 2019.			
Status	Nacrt			
Pripremio	Projektni tim			
Interna kontrola	Ian Hogg			
Odobrio	Michael Jacobsen			

Sadržaj

Sažetak.....	10
1 Uvod	12
1.1 Projektni zadatak.....	12
1.2 Direktiva EU o poplavama	13
2 Pristup mapiranju opasnosti od poplava.....	15
2.1 Metodologija	15
2.2 Određivanje AFAs područja.....	16
2.3 LiDAR snimanja	17
2.4 Geodetska snimanja.....	17
2.5 Hidrologija.....	18
2.6 Hidrauličko modeliranje.....	18
3 Mape opasnosti od poplava	21
3.1 Model 1: Rijeke Una, Klokot i Krušnica	22
3.1.1 Rijeka Una - Od Ripača do Bosanske Otoke (UNA_UNA_P02),.....	22
3.1.2 Rijeka Klokot - od izvora do ušća u rijeku Unu (UNA_KLO_P01)	22
3.1.3 Rijeka Krušnica - od Zvizdana do ušća u rijeku Unu (UNA_KRU_P01)	22
3.2 Model 2: Rijeke Una i Unac	25
3.2.1 Rijeka Unac - od Drvara do Martin Broda (UNA_UNA_P03)	25
3.2.2 Rijeka Una - od Martin Broda do Kulen Vakufa (UNA_UNA_P03)	25
3.3 Model 3: Rijeke Sana i Sanica	27
3.3.1 Rijeka Sana - od Ključa do Sanskog Mosta (UNA_SAN_P03).....	27
3.3.2 Rijeka Sanica - od Sanice do ušća u rijeku Sanu (UNA_SNC_P01)	27
3.4 Model 4: Rijeka Sana - od Sane do entitetske granice (UNA_SAN_P02).....	29
3.5 Model 5: Rijeke Sana i Gomjenica.....	31
3.5.1 Rijeka Sana - od entitetske granice do ušće u rijeku Unu (UNA_SAN_P01).....	31
3.5.2 Rijeka Gomjenica - od Saničana do ušća u rijeku Sanu (UNA_GOM_P01)	31
3.6 Model 6: Rijeka Gomjenica – od Niševića do Saničana (UNA_GOM_P01).....	33
3.7 Model 7: Rijeka Tavija Mačkovac na dionici Tavije (UNA_TAM_P01).....	35
3.8 Model 8: Rijeka Mlječanica – od ušća u rijeku Unu do Međuvodja (UNA_MLJE_P01)	36
3.9 Model 9: Rijeka Strigova – od Mrakodola do ušća u rijeku Unu (UNA_STR_P01).....	38
3.10 Model 10: Rijeke Una, Mačkovac, Moštanica i Gornji obodni kanal.....	40
3.10.1 Rijeka Una – od Novog Grada do Kozarske Dubice (UNA_UNA_P01).....	40
3.10.2 Gornji Obodni Kanal (GOK) (UNA_GOK_P01)	40
3.10.3 Rijeka Mačkovac – od Mrakodola do ušća u rijeku Unu (UNA_MAC_P01)	40
3.10.4 Rijeka Moštanica – od ušća u GOK do Božića (UNA_MOS_P01)	40
3.11 Model 11: Rijeka Vojskova – od ušća u rijeku Unu do Arapuše (UNA_VOJ_P01)	43

3.12 Model 12: Rijeke Puharska i Miloševac.....	45
3.12.1 Rijeka Puharska – od Gornje Puharske do saobraćajnice za Novi Grad (UNA_PHR_P01)	45
3.12.2 Rijeka Miloševac – od Orlovače do ušća u rijeku Gomjenicu (UNA_MIL_P01)	45
3.13 Model 13: Rijeka Japra – od Gornjih Agića do ušća u rijeku Sanu (UNA_JAP_P01).....	47
3.14 Model 14: Rijeka Mutnica – od Jušića do Tržca (KGL_MUT_P01)	49
3.15 Model 15: Rijeke Glina, Graborska i Kladušnica	51
3.15.1 Rijeka Glina – od Miljkovića do ušća u rijeku Kladušnicu (KGL_GLI_P01)	51
3.15.2 Rijeka Graborska – od Velike Kladuša do ušća u rijeku Kladušnicu (KGL_GRA_P01).....	51
3.15.3 Rijeka Kladušnica – od Velike Kladuše do ušća u rijeku Glinu (KGL_KLA_P01)	51
Annex A: Izračun opasnosti od poplava.....	53
A 1: Fluvijalne poplave i krška polja.....	53
A 1: Bujice	53
Annex 1: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu, Klokoč i Krušnicu	56
Annex 2: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu i Unac.....	56
Annex 3: Mape opasnosti od poplava za rijeke Sanu i Sanica	56
Annex 4: Mape opasnosti od poplava za rijeku Sanu	56
Annex 5: Mape opasnosti od poplava za rijeke Sanu i Gomjenicu	56
Annex 6: Mape opasnosti od poplava za rijeku Gomjenicu	56
Annex 7: Mape opasnosti od poplava za Taviju Mačkovac.....	56
Annex 8: Mape opasnosti od poplava za rijeku Mlječanicu	56
Annex 9: Mape opasnosti od poplava za rijeku Strigovu.....	56
Annex 10: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu, Mačkovac, Moštanici i GOK	56
Annex 11: Mape opasnosti od poplava za rijeku Vojskovu	56
Annex 12: Mape opasnosti od poplava za rijeke Puharsku i Miloševac	56
Annex 13: Mape opasnosti od poplava za rijeku Japru.....	56
Annex 14: Mape opasnosti od poplava za rijeku Mutnicu	56
Annex 15: Mape opasnosti od poplava za rijeke Kladušnicu, Graborsku i Glinu.....	56

Slike

Slika 2-1	AFAs područja i riječne dionice za modeliranje unutar Podzone 4	17
Slika3-1	Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Una, Klokot, i Krušnica (Model 1) 22	
Slika3-2	Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100	23
Slika3-3	Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 duž Klokota	24
Slika3-4	Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 duž Krušnice	24
Slika3-5	Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Una i Unac (Model 2)	25
Slika3-6	Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 - Una Kulen Vakuf	26
Slika3-7	Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 - Unac .	26
Slika3-8	Hidrološke stanice na rijekama Sana i Sanica i pozicije AFA područja (Model 3) .	27
Slika3-9	Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 – Sanica 28	
Slika3-10	Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 – Sana uzvodno od Sanskog Mosta	28
Slika3-11	Modelirana dionica rijeke Sane (Model 34)	29
Slika3-12	Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 na rijeci Sani (Model 4)	30
Slika3-13	Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Sani i Gomjenici (Model 5)	31
Slika3-14	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 na rijeci Sani	32
Slika3-15	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100- Gomjenica ribnjak 32	
Slika3-16	Pozicija dionice UNA_GOM_P01.....	33
Slika3-17	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 – Niševići - Saničani	34
Slika3-18	Pozicija dionice UNA_TAM_P01	35
Slika3-19	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Tavije.....	35
Slika3-20	Pozicija dionice UNA_MLJE_P01	36
Slika3-21	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu povratnog perioda Q100 – Mlječanica- uzvodno od Komlenca	37
Slika3-22	Pozicija dionice UNA_STR_P01	38
Slika3-23	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Strigove	39
Slika3-24	Hidrološke stanice na rijeci Uni i AFAs područja u Modelu 10	40
Slika3-25	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za rijeku Unu	41
Slika3-26	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Mačkovac	41
Slika3-27	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Moštanice	42
Slika3-28	Pozicija dionice UNA_VOJ_P01	43
Slika3-29	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu povratnog perioda Q100 – Vojskova	44
Slika3-30	Pozicija dionice (UNA_PHR_P01) i (UNA_MIL_P01)	45
Slika3-31	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Puharsku rijeku 46	
Slika3-32	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Miloševac	46
Slika3-33	Pozicija dionice (UNA_JAP_P01).....	47
Slika3-34	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 - Japra	48
Slika3-35	Pozicija dionice (KGL_MUT_P01).....	49
Slika3-36	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Mutnice	50
Slika3-37	Pozicija dionica (KGL_KLA_P01), (KGL_GRA_P01) i (KGL_GLI_P01)	51
Slika3-38	Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100	52

Tabele

Tabela 2-1	Kategorije opasnosti od poplava	15
Tabela 2-2	Opasnost od poplava (O) kao funkcija dubine i brzine vode	16
Tabela 2-3	Modelirane dionice vodotoka unutar Podzone 4	19
Tabela 3-1	Osnovne informacije za (UNA_UNA_P02), (UNA_KLO_P01) i (UNA_KRU_P01) ...	22
Tabela 3-2	Osnovne informacije za (UNA_UNA_P03) i (UNA_UNC_P01).....	25
Tabela 3-3	Osnovne informacije za (UNA_SAN_P03) i (UNA_SNC_P01)	27
Tabela 3-4	Osnovne informacije za (UNA_SAN_P02)	29
Tabela 3-5	Osnovne informacije za (UNA_SAN_P01) i (UNA_GOM_P01)	31
Tabela 3-6	Osnovne informacije za (UNA_GOM_P01)	33
Tabela 3-7	Osnovne informacije za (UNA_TAM_P01).....	35
Tabela 3-8	Osnovne informacije za (UNA_MLJE_P01)	36
Tabela 3-9	Osnovne informacije za (UNA_STR_P01)	38
Tabela 3-10	Osnovne informacije: (UNA_UNA_P01), (UNA_GOK_P01), (UNA_MAC_P01) i (UNA_MOS_P01)	40
Tabela 3-11	Osnovne informacije za (UNA_VOJ_P01)	43
Tabela 3-12	Osnovne informacije za (UNA_PHR_P01) i (UNA_MIL_P01)	45
Tabela 3-13	Osnovne informacije za (UNA_JAP_P01).....	47
Tabela 3-14	Osnovne informacije za (KGL_MUT_P01)	49
Tabela 3-15	Osnovne informacije za (KGL_KLA_P01), (KGL_GRA_P01) i (KGL_GLI_P01) ...	51

Skraćenice

Skraćenica	Značenje
AFAs	Područja od posebnog značaja (<i>Areas for Further Assessment</i>)
APSFR	Područja potencijalno značajnog rizika od poplava (<i>Area of potentially significant flood risk</i>)
BD	Brčko Distrikt
BiH	Bosna i Hercegovina
DTM	Digitalni model terena
EC	Evropska komisija
EIB	Evropska investicijska banka
EU	Evropska unija
EUD	Delegacija Evropske unije
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
FHM	Mapa opasnosti od poplava (<i>Flood hazard map</i>)
FHRMP	Projekat Mape opasnosti i mape rizika od poplava
FRM	Mapa rizika od poplava (<i>Flood risk map</i>)
GIS	Geografski informacijski sustav
HDTM	Hibridni digitalni model terena
HE	Hidroelektrana
HS	Hidrološka stanica
IPA	Instrument prepristupne pomoći
IPF	Program podrške infrastrukturnim projektima
IPF5	Program podrške infrastrukturnim projektima – Tehnička pomoć 5, 5. (tekući) ugovor
ISRBC	Međunarodna komisija za sliv rijeke Save (<i>International Sava River Basin Commission</i>)
JUP	Jedinica za upravljanje projektom
LIDAR	Laserski pulnsi mjerni uređaj za mjerjenje promjenjivih udaljenosti (<i>Light Detection and Ranging</i>)
PPPR	Preliminarna procjena poplavnog rizika
RS	Republika Srpska
TA	Tehnička pomoć
ToR	Projektni zadatak (<i>Terms of Reference</i>)
UNDP	Program Ujedinjenih naroda za razvoj (<i>United Nations Development Programme</i>)
WBIF	Investicijski okvir za Zapadni Balkan

Skraćenica	Značenje
WIS	Vodni informacijski sustav

Sažetak

1. Svrha projekta *WB12-BIH-ENV-04C1 Mape opasnosti i mape rizika od poplava u Bosni i Hercegovini* (FHRMP) je izrada mapa opasnosti od poplava i mapa rizika za područja potencijalno značajnog rizika od poplava (APSRs - područja za daljnju procjenu (AFA) u Bosni i Hercegovini (BiH)). Projektni zadatak navodi da mape opasnosti i rizika od poplava trebaju biti izrađene za sva AFAs područja koja su identificirana u rezultatu Aktivnosti 3: Preliminarna procjena poplavnog rizika.
2. Tokom Aktivnosti 3, institucije nadležne za upravljanje poplavama u BiH identificirale su i potvrdile ukupno 181 AFAs područje. Za izradu mapa opasnosti i rizika od poplava svih AFA-a bilo je potrebno oko 130 hidrauličkih modela. Za učinkovito upravljanje ovim velikim zadatkom, modeli i skupovi ulaznih podataka organizirani su u četiri podzone LiDAR koje odgovaraju glavnim riječnim slivovima u BiH:
 - LiDAR Podzona 1: Slivovi Neretve, Krke Cetine i Trebišnjice,
 - LiDAR Podzona 2: Sliv rijeke Bosne,
 - LiDAR Podzona 3: Sliv rijeke Drine,
 - LiDAR Podzona 4: Sliv rijeke Une.
3. Za svaku podzonu pripremit će se zaseban Izvještaj o mapama opasnosti od poplava. Ovaj dokument je Izvještaj o izradi mapa opasnosti za 20, 100 i 500-godišnje poplavne događaje u AFAs područjima u slivovima rijeke Une i rijeke Korana/Glina (Podzona 4) u slivnom području rijeke Save u Bosni i Hercegovini. U Podzoni 4 se nalazi 20 AFAs područja, od čega 11 u FBiH i 9 u RS.
4. U Poglavlju 1 prikazan je opis projekta u odnosu na izradu mapa opasnosti od poplava. Projektnim zadatkom predviđena je izrada tiskanih mapa velike razmjere (1: 10000) u PDF formatu te digitalnih mapa u GIS formatu. Međutim, Korisnici i Konsultant prepoznali su problem u stvaranju nekoliko tisuća tiskanih mapa, što bi bilo nezgodno i neizvodljivo. Prema tome, dogovoreno je da će se tiskati samo mape male razmjere (1:100000) u PDF formatu, dok će se mape velike razmjere (1:10000) isporučiti kao digitalne PDF slike za opći pregled te u GIS formatu za detaljnu prostornu analizu i procjenu opasnosti.
5. Projektnim zadatkom također se zahtijeva integracija mapa opasnosti i mapa rizika od poplava sliva rijeke Vrbas, izrađenih u sklopu UNDP-ovog projekta *Integriranja klimatskih promjena u smanjenje rizika od poplava u slivu rijeke Vrbas (2015-2020)* te mapa poplavnog područja rijeke Save u BiH koje je izradila Međunarodna komisija za sliv rijeke Save (ISRBC) sa mapama koje će biti proizvedene kao rezultat ovog projekta. Shodno tome, budući da se rijeke iz Podzone 4 nalaze u slivnom području rijeke Save, ovaj zahtjev se odnosi na mape obrađene u ovom dokumentu.
6. Poglavlje 1 također razmatra i zahtjeve Direktive EU o poplavama po pitanju mapiranja opasnosti od poplava, koji uključuju i opseg poplava te dubinu i brzinu za svaku od računskih poplava.
7. U Poglavlju 2 je opisan pristup Konsultanta pri izradi mapa opasnosti od poplava u odnosu na pripremne aktivnosti koje su provedene u cilju (i) izrade metodologije za procjenu opasnosti od poplava i njihovo predstavljanje na mapama, (ii) određivanja AFAs područja za koja će biti izrađene mape, (iii) provođenja LiDAR i zemaljskih snimanja AFAs područja, (iv) pripreme topografskih i hidroloških skupova podataka koji su neophodni kao ulazni podaci za hidrauličke modele i (v) izrade, kalibracije i verifikacije modela, nakon čega slijedi njihova validacija od strane Radne skupine za hidrauličko modeliranje koju čine predstavnici entitetskih institucija za upravljanje poplavama u BiH i Konsultanta.
8. Poglavlje 2.1 prikazuje postojeću metodologiju proračuna mapa opasnosti od poplava koja je usvojena u BiH 2013. godine i korištena na projektu UNDP-a u slivu rijeke Vrbas, čiji će rezultati biti dodani rezultatima FHRMP projekta. Ova metodologija mapira jedinstveni numerički koeficijent opasnosti od poplava, koji je aritmetički proizvod dubine i brzine poplavne vode, dok Direktiva EU o poplavama navodi odvojene mape dubine i brzine. Izračunate vrijednosti opasnosti od poplava svrstavaju se u četiri različito obojene kategorije opasnosti po život ljudi, od zanemarive do ozbiljne opasnosti. Kategorije opasnosti od poplava prikazane su na mapama opasnosti od poplava. Ova vrsta mape smatra se korisnjom u kontekstu BiH od zasebnih mapa dubine i brzine.
9. Za bujična AFAs područja, izračun koeficijenta opasnosti od poplava se mijenja uključivanjem funkcije brzine reakcije otjecanja, predstavljene vremenom koncentracije predmetnog sliva i uključivanjem

funkcije erozije koja se procjenjuje iz karata erozije tla. U BiH su karte erozije tla trenutno dostupne samo za Republiku Srpsku (RS). Stoga, za bujice u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) i Brčko distriktu (BD), kao privremena mjera pretpostavlja se srednja vrijednost erozivnosti. Ako karte erozije tla ovih područja budu dostupne tijekom budućih proračuna mapa opasnosti od poplava za ova bujična AFAs područja, biti će moguće poboljšati vrijednosti erozivnosti.

10. Kada je riječ o hidrauličkom modeliranju, u Poglavlju 2.6 objašnjeno je da su se Korisnici i Konsultant dogovorili da više pojedinačnih modela riječnih dionica u AFAs područjima i drugim područjima koje su odredili Korisnici, a koji se protežu duž iste rijeke, trebaju biti spojeni u jedan model rijeke. Slijedom toga, u mnogim slučajevima, modelirane riječne dionice su dulje od riječnih dionica unutar pojedinih AFAs područja i mape opasnosti od poplava pripremljene su ne samo za AFAs područja, već i za dionice koje se protežu između njih. U Podzoni 4 je korišteno je petnaest hidrauličkih modela za predstavljanje 20 AFAs područja. Jedanaest modela je 1D, a četiri su 2D. Modeli obuhvataju 25 riječnih dionica, od kojih su dvije bujične, a 23 fluvijalne rijeke.
11. Pojedinosti o ovim pripremnim aktivnostima navedene su u Konačnom početnom izvještaju (FHRMP projekat, novembar 2017. godine), *Radnom dokumentu LiDAR Faza I* (FHRMP projekat, septembar 2018. godine), *Radnom dokumentu LiDAR i ortofotografije – Faza II* (FHRMP, juni 2019. godine), *Izvještaju o DTM-u, hibridnom DTM-u i ortofotografijama Faza I* (FHRMP projekat, april 2019. godine), *Izvještaju o DTM-u i hibridnom DTM-u Faza II* (FHRMP projekat, septembar 2019. godine), *Radnom dokumentu o hidrologiji* (FHRMP projekat, mart 2018. godine) i *Izvještaju o hidrauličkom modeliranju Podzone 4* (FHRMP projekat, septembar 2019. godine).
12. U Poglavlju 3 opisan je svaki od hidrauličkih modela pojedinačno te je dat primjer izgleda mape opasnosti od poplava, u razmjeri 1:10,000, u PDF formatu iz svakog modela. Prilozi sadrže sve mape opasnosti od poplava za modelirane riječne dionice u PDF formatu. Mape su također dostupne i u GIS formatu u geo-bazi podataka.
13. Mape opasnosti temelje se na najboljim dostupnim hidrološkim, hidrauličkim i topografskim podacima. Općenito gledano, ovi su podaci bili adekvatni za potrebe projekta, iako su neka od hidroloških osmatranja kratka. Stoga će biti prostora za poboljšanje proračuna računskih poplava u budućnosti kada bude više hidroloških podataka. Iako hidraulički modeli daju rezultate u mreži gustine 1x1m, utvrđeno je da za mape opasnosti od poplava nije potrebna ovako velika rezolucija za Podzonu 4. Ovisno o površini poplavnih ravnica, manje rezolucije, npr. 10x10 m, s prosječnom dubinom i brzinom za svaku ćeliju, su optimalne. Također, utvrđeno je da su nestacionarni 1D modeli adekvatni za većinu rijeka, osim onih s izraženim vijuganjem/meandrima u ravničarskim dijelovima, gdje 2D modeliranje daje bolje rezultate.

1 Uvod

1.1 Projektni zadatak

14. U Projektnom zadatku FHRMP projekta navedeno je 15 aktivnosti, kako slijedi:
- Aktivnost 1: Početna faza
 - Aktivnost 2: Procjena postojeće situacije
 - Aktivnost 3: Preliminarna procjena poplavnog rizika
 - Aktivnost 4: Potvrda Metodologije za izradu mapa opasnosti i mapa rizika od poplava – Utvrđivanje područja koja će biti obrađena
 - Aktivnost 5: LiDAR snimanja odabranih područja riječnih dolina – potrebnih za izradu mapa poplava
 - Aktivnost 6: Generiranje poprečnih presjeka iz LiDAR podataka
 - Aktivnost 7: Terenska snimanja riječnih poprečnih presjeka i hidrauličkih objekata na rijekama
 - Aktivnost 8: Priprema i pregled hidroloških podataka
 - Aktivnost 9: Izrada hidrauličkih modela
 - Aktivnost 10: Kalibracija hidrauličkih modela
 - Aktivnost 11: Hidrauličke analize za karakteristične proticaje Q20, Q100 i Q500
 - Aktivnost 12: Priprema mapa opasnosti od poplava za odabrana područja
 - Aktivnost 13: Prikupljanje, procjena i konsolidacija ulaznih podataka za mape rizika od poplava
 - Aktivnost 14: Priprema mapa rizika od poplava za odabrana područja
 - Aktivnost 15: LiDAR snimanja preostale teritorije BiH – koja nisu potrebna za izradu mapa poplava
15. Ovaj izvještaj odnosi se na *Aktivnost 12: Priprema mapa opasnosti od rizika za odabrana područja* u Brčko distriktu.
16. Aktivnost 12 Projektnog zadatka je:
- "Mape opasnosti od poplava generirat će se na temelju rezultata hidrauličkih proračuna i sukladno usvojenoj metodologiji. Važan element mapa opasnosti od poplava je domena validnosti. Prilikom definiranja područja validnosti mape potrebno je procijeniti područje utjecaja neanaliziranih pritoka na glavne vodotoke i uključiti u izračun konačnog područja validnosti mape. Stoga je područje validnosti obično manje od područja hidrauličkog modela i područja za koje su izrađene karte opasnosti od poplava. Područje validnosti treba prilagoditi analiziranim dionicama rijeke. Područje vallidnosti može se naknadno proširiti dodatnom hidrauličkom analizom ostalih dijelova rijeke na tom području (koji nisu uključeni u ovaj projekt); LIDAR podaci potrebni za ovo proširenje su (većinom) već generirani u ovom projektu."*
- Mape opasnosti od poplava proizvedene u okviru projekta Savske komisije, kao i u okviru projekta Vrbas, trebale bi se integrirati kako bi se obuhvatilo cijelo područje Bosne i Hercegovine.*
- Rezultati: Dokumentacija pripremljena u papirnatom i digitalnom obliku. Dokumentacija u papirnom obliku mora, uz kartografsku građu, sadržavati i odgovarajuću razmjeru, koja ovisi o veličini područja od interesa itd., Ali općenito može biti 1: 10000, a zatim izvještaj koji se sastoji od opisa ili sažetka bitnih značajki prethodnih izvještaja, provedene i poduzete aktivnosti (Aktivnost 5-11) i sažeti opis poplavnih režima u području interesa, što je ilustrirano rezultatima hidrauličkih modela. Ovaj izvještaj (tekst i grafika) treba biti u *.pdf formatu; mape opasnosti od poplava također bi trebale biti dostupne u aktivnom formatu (*.shp)".*
17. Printanje svih mapa opasnosti od poplava i poplavnih rizika u prikladnoj velikoj razmjeri, u skladu sa zahtjevima iz Projektnog zadatka, proizvest će ogromnu količinu dokumentacije. Ne samo da će to biti vrlo nepraktično za korištenje od strane Korisnika, nego je i vrlo nepovoljno za okoliš. Stoga je tijekom uvodne faze projekta Konsultant preporučio da se, kako se to zahtjeva i Projektnim zadatkom, sve mape (i drugi podaci) dostavljaju u geo-bazu podataka, koja je ujedno i najpraktičnija za korištenje mapa od strane korisnika. Slijedom toga, nema potrebe za printanjem velikih mapa. Umjesto toga,

Konsultant je preporučio printane mape manje razmjere (npr. 1:100,000) i digitalne mape velikih razmjera u PDF-u (npr. 1:10,000) za pregled od strane korisnika koji nisu upoznati sa korištenjem GIS alata.

18. Projektni zadatak također navodi da mape opasnosti i rizika od poplava trebaju biti izrađene za sva AFAs područja utvrđena u prethodnoj Preliminarnoj procjeni poplavnog rizika (PPPR) Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH) i Republike Srpske (RS). U slučaju Brčko distrikta (BD), Projektni zadatak navodi da bi bilo potrebno izraditi PPPR. AFAs područja biti će potvrđena od strane Korisnika Projekta, a dodatna AFAs područja identificirana prema potrebama.
19. Projekat FHRMP je identificirao ukupno 181 AFAs područje koje su Korisnici potvrdili. Za izradu mapa opasnosti i mapa rizika od poplava svih navedenih AFAs područja, potrebno je oko 130 hidrauličkih modela. Za učinkovito upravljanje ovim velikim zadatkom, modeli i ulazni skupovi podataka organizirani su u sljedeće četiri podzone koje odgovaraju glavnim riječnim slivovima u BiH:
 - LiDAR podzona 1: Slivovi rijeka Neretve, Krke Cetine i Trebišnjice,
 - LiDAR podzona 2: Sliv rijeke Bosne,
 - LiDAR podzona 3: Sliv rijeke Drine,
 - LiDAR podzona 4: Slivovi rijeke Une i rijeke Korane/Gline.
20. Za svaku podzonu pripremit će se poseban Izvještaj o mapama opasnosti od poplava. Ovaj dokument je Izvještaj o mapama opasnosti od poplava za 20 AFAs područja u Podzoni 4 koja obuhvata slivove rijeka Une i Korane/Gline u vodnom području rijeke Save u BiH.

1.2 Direktiva EU o poplavama

21. Evropska unija usvojila je Direktivu o procjeni i upravljanju poplavama (2007/60/EC) 2007. godine. Svrha ove Direktive je uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima s ciljem smanjenja štetnih posljedica poplava na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i privrednu djelatnost. Definirane su mjere i aktivnosti koje nadilaze isključivo pristup kontrole opasnosti od poplava s ciljem upravljanja i smanjenja rizika od poplava.
22. Ključni članovi Direktive o poplavama su:
 - Član 4: Preliminarna procjena poplavnih rizika (PPPR)
 - Član 5: Utvrđivanje područja potencijalno značajnog rizika od poplava (ASPFRs)
 - Član 6: Priprema mapa opasnosti i mapa rizika od poplava za poplave male, srednje ($>=$ vjeratnost da će se ponoviti u razdoblju od $>= 100$ godina) i velike vjeratnosti.
 - Član 7: Plan upravljanja poplavnim rizicima (FRMP)
 - Član 14: Revizije, izvještaji i završne odredbe; PPPR, mape i FRMP revidiraju se i ažuriraju svakih šest godina, uključujući i učinke klimatskih promjena.
23. Preliminarne procjene poplavnih rizika (Član 4) FBiH i RS izrađene su 2013. godine i identificirana AFAs područja u sa značajnim ili veoma značajnim rizicima od poplava u Podzoni 4. Broj AFAs područja za koja će biti izrađene mape sveden je na 20 područja u okviru Konačnog početnog izvještaja FHRMP projekta (novembar 2017. godine).
24. Prema članu 6. stavak 3. EU Direktive o poplavama, „*mape opasnosti od poplava (FHM) moraju biti pripremljene u najprikladnijoj razmjeri za područja na kojima postoji rizik od poplava za sljedeće vjeratnosti poplavnih događaja*“:
 - (a) *poplave s malom vjeratnošću scenarija ekstremnih događaja;*
 - (b) *poplave srednje vjeratnosti (vjeratno povratno razdoblje ≥ 100 godina);*
 - (c) *poplave s velikom vjeratnošću, gdje je to prikladno.”*
25. Prema članu 6. stav 4. EU Direktive o poplavama: “*Za svaku vjeratnost poplava na mapama će se prikazati sljedeći elementi:*

 - (a) *opseg poplave;*
 - (b) *dubina ili nivo vode, šta je pogodnije;*
 - (c) *gde je potrebno, brzina toka ili protok vode.”*

26. Mape opasnosti od poplava na kojima je prikazana dubina i opseg poplave koriste se u velikom broju evropskih zemalja. Vrijednosti dubine, ili nivoa vode, mogu se izvesti iz hidrauličkih modela (2D i 1D), iz statističkih analiza podataka o protoku ili iz opažanja historijskih poplava. Obično se za rijeke koriste hidraulički modeli, dok se za jezera i obalne vode koriste statističke metode za plavljenja, ukoliko su podaci dostupni.
27. Detaljne informacije o brzini protoka mogu se izvesti samo iz 2D hidrauličkih modela. 1D modeli protoka pružaju samo približne vrijednosti brzina koje su osrednjene duž kanala i poplavnog područja.
28. Direktiva o poplavama predviđa da priprema mapa opasnosti od poplava za područja koja su zajednička sa drugim zemljama, podliježe prethodnoj razmjeni informacija između dotičnih zemalja.
29. U cilju omogućavanja ispravnog korištenja i primjene mapa opasnosti od poplava u procesima planiranja i kampanjama za podizanje svijesti, mape moraju uključivati osnovne informacije i podatke, kako slijedi:
- Naziv mape uz navođenje imena rijeke, imena modeliranih/AFA riječnih dionica, naziv entiteta u BiH, vjerojatnost poplave;
 - Legenda uz jasno navođenje sadržaja mape kao što su:
 - Poplavni parametri: opseg poplave, dubina, brzina protoka, historijski poplavni događaj;
 - Vjerojatnost poplave: tačno određivanje odabranih malih, srednjih i velikih vjerojatnosti poplavnog događaja;
 - Izvor bazne mape
 - Položaj mape prikazan na maloj umetnutoj mapi u sklopu riječnog sliva ili države.

2 Pristup mapiranju opasnosti od poplava

2.1 Metodologija

30. U odobrenom Početnom izvještaju projekta FHRMP (novembar 2017. godine), tijekom Aktivnosti 4, potvrđeno je da će se koristiti postojeća metodologija mapiranja poplava koje je pripremljena za FBiH 2013. godine (HEIS, 2013. godina). Ova metodologija također je korištena za pripremu mapa opasnosti i mapa rizika od poplava za sliv rijeke Vrbas u FBiH i RS u okviru UNDP-ovog projekta *Integriranja klimatskih promjena u smanjenje rizika od poplava u slivu rijeke Vrbas (2015-2020)* za mapiranje poplava u slivu rijeke Vrbas.
31. Metodologija se primjenjuje na fluvijalne, bujične i poplave u krškim poljima. U skladu sa Direktivom o poplavama definirane su tri vjerovatnoće za BiH:
 - Ekstremne poplave male vjerovatnoće pojave (povratni period 500 godina);
 - Poplave srednje vjerovatnoće pojave (povratni period 100 godina);
 - Poplave velike vjerovatnoće (povratni period 20 godina).
32. Teorija i postupci izračuna za procjenu opasnosti od poplava detaljnije su opisani u Početnom izvještaju projekta FHRMP (novembar 2017. godine) i još jednom su navedeni u Prilogu A ovog izvještaja.
33. Stupanj opasnosti od poplava podijeljen je u četiri različito obojene kategorije (Tabela 2-1) u rasponu od 'zanemariva' (žuta) do 'opasnost za sve' (crvena). Vrijednosti opasnosti od poplava za raspon dubina i brzina prikazane su Tabela 2-2. Te su vrijednosti prikazane na mapama opasnosti od poplava (vidi Poglavlje 3).

Tabela 2-1 Kategorije opasnosti od poplava

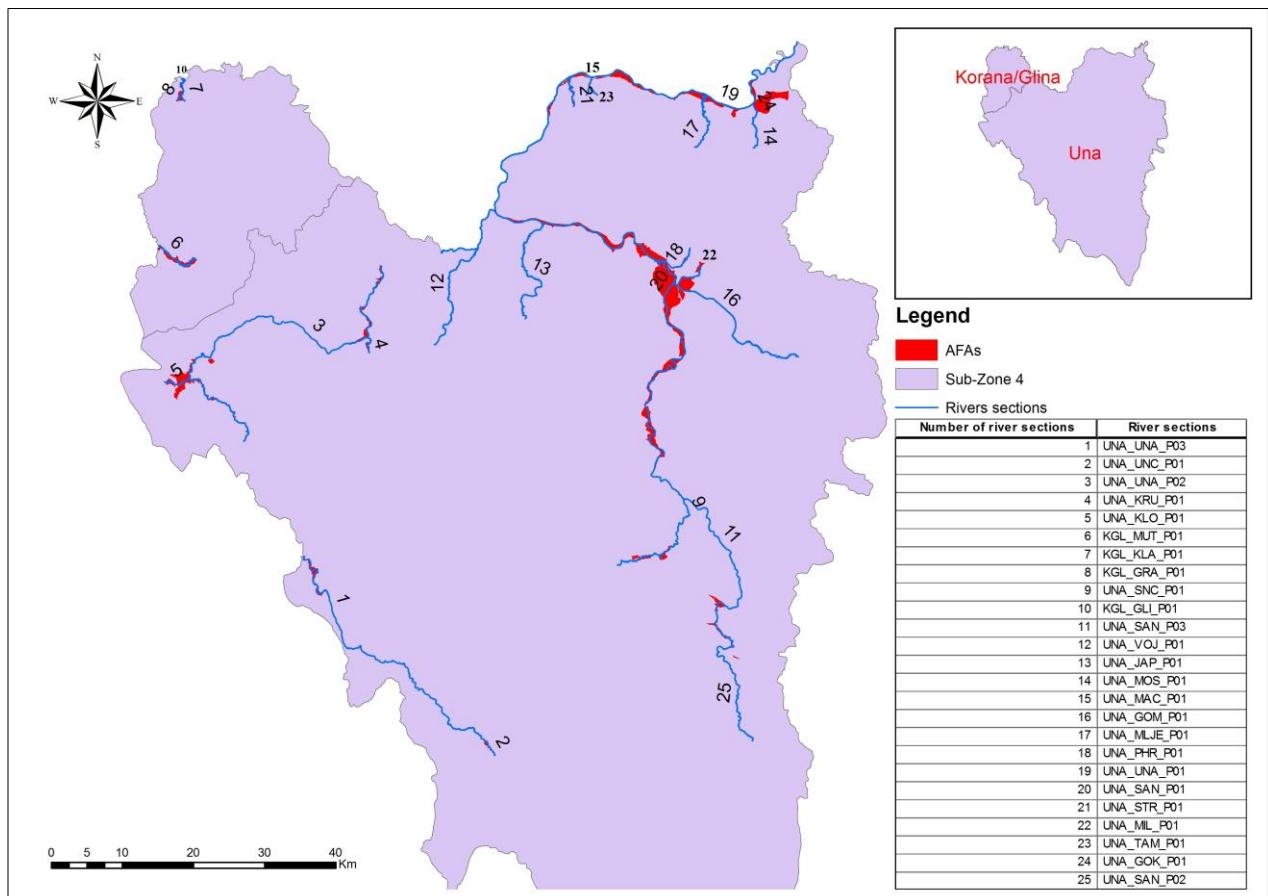
Kategorija	Opasnost od poplava O	Stepen opasnosti
Kategorija 0	0.00 – 0.75	Zanemariva opasnost
Kategorija 1	0.75 – 1.50	Opasnost po neke (djeca, stariji, bolesni, neplivači)
Kategorija 2	1.50 – 2.50	Opasnost po većinu
Kategorija 3	>2.50	Opasnost za sve

Tabela 2-2 Opasnost od poplava (O) kao funkcija dubine i brzine vode

		Dubina (m)									
		0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5
Brzina (m/s)	0	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
	0.25	0.19	0.38	0.56	0.75	0.94	1.13	1.31	1.50	1.69	1.88
	0.5	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
	0.75	0.31	0.63	0.94	1.25	1.56	1.88	2.19	2.50	2.81	3.13
	1	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75
	1.25	0.44	0.88	1.31	1.75	2.19	2.63	3.06	3.50	3.94	4.38
	1.5	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
	1.75	0.56	1.13	1.69	2.25	2.81	3.38	3.94	4.50	5.06	5.63
	2	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00	5.63	6.25
	2.25	0.69	1.38	2.06	2.75	3.44	4.13	4.81	5.50	6.19	6.88
	2.5	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50
	2.75	0.81	1.63	2.44	3.25	4.06	4.88	5.69	6.50	7.31	8.13
	3	0.88	1.75	2.63	3.50	4.38	5.25	6.13	7.00	7.88	8.75
	3.25	0.94	1.88	2.81	3.75	4.69	5.63	6.56	7.50	8.44	9.38
	3.5	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
	3.75	1.06	2.13	3.19	4.25	5.31	6.38	7.44	8.50	9.56	10.63
	4	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	10.13	11.25
	4.25	1.19	2.38	3.56	4.75	5.94	7.13	8.31	9.50	10.69	11.88
	4.5	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
	4.75	1.31	2.63	3.94	5.25	6.56	7.88	9.19	10.50	11.81	13.13
	5	1.38	2.75	4.13	5.50	6.88	8.25	9.63	11.00	12.38	13.75

2.2 Određivanje AFAs područja

34. Projektni zadatak FHMRP-a navodi da je mape opasnosti i mape rizika od poplava potrebno izraditi za sva AFAs područja koja su identificirana u okviru Preliminarnih procjena poplavnog rizika (PPPRs), kao i za sva dodatna AFAs područja koja identificiraju Korisnici.
35. U okviru Aktivnosti 4, u Početnom izvještaju projekta FHRMP identificirano je ukupno 181 AFAs područje i ova AFAs područja su potvrđili Korisnici. U Podzoni 4 identificirana su 20 AFAs područja (Slika 2-1), od čega 11 u FBiH i 9 u RS.



Slika 2-1

AFAs područja i riječne dionice za modeliranje unutar Podzone 4

2.3 LiDAR snimanja

36. LiDAR snimanja poplavnih ravnica u Podzoni 4 provedena su tokom snimanja iz Faze I u martu 2018. godine u sklopu Aktivnosti 5. Više detalja navedeno je u *Radnom dokumentu LiDAR Faza I* (FHMRP projekat, septembar 2018. godine).
37. Izvođači LiDAR snimanja su dostavili Konsultantu neobrađene podatke (neklasificirani oblak tačaka) radi detaljne kontrole i osiguranja kvalitete. Zračne fotografije obrađene su kako bi proizvele digitalne 1:10000 ortofoto mape u skladu sa državnom raspodjelom listova razmjere 1:2500 koristeći koordinatni referentni sustav balkanske MGI zone 6.
38. Kako bi se uskladili geodetski horizontalni i vertikalni datumi BiH (horizontalni MGI 1901; vertikalni NVT-I) bilo je potrebno transformirati LiDAR podatke sa posebno naručenim softverom za transformaciju. Podaci oblaka tačaka su podvrgnuti procesu kontrole kvalitete i transformirani, a zatim klasificirani nakon čega je pripremljen LiDAR DTM terena iz kojeg su mogli biti izvedeni poprečni presjeci u okviru Aktivnosti 6.

2.4 Geodetska snimanja

39. U okviru Aktivnosti 7, izvođači terenskih radova snimili su ukupno 2902 poprečnih profila i objekata (uglavnom mostova) na dijelovima vodotoka koji će se modelirati u FBiH (Faza I i Faza II) i 2259 poprečnih profila u RS i Brčko Distriktu (Faza I i Faza II). Interpolirani su dijelovi vodotoka između snimljenih poprečnih profila korištenjem posebnog softvera kako bi se kreirali 3D modeli riječnih korita prije integracije u DTM-ove i napravili HDTM-ovi. Tačnost hibridnih DTM-ova je testirana postupcima kontrole kvalitete dogovorenim s predstavnicima nadležnih geodetskih institucija FBiH i RS. Ispitivanja su potvrdila da je postignuta tačnost u HDTM-ovima unutar granica tolerancije, tj. $\pm 10\text{cm}$ vertikalno; $\pm 20\text{cm}$ horizontalno.

40. Detaljan opis pripreme DTM-ova, HDTM-ova i ortofoto snimaka AFAs područja i rijeka u BD dostupni su u Izvještaju o DTM-u, HDTM-u i ortofotografijama Faza I (FHRMP projekat, april 2019. godine).

2.5 Hidrologija

41. Hidrološke analize provedene su kako bi se procijenile 20, 100 i 500-godišnje računske poplave kao ulaz u hidrauličke modele vodotoka sa AFAs područjima. Podaci o padavinama, protocima i vodostajima prikupljeni su od hidrometeoroloških službi u FBiH i RS i analizirani su za standardno razdoblje (1961-1990) i nestandardno razdoblje (1961-2016) kako bi se uključile poplave iz 2014. i 2010. godine.
42. Računske poplave proračunate su iz raspodjele vjerojatnosti za serije godišnjeg maksimalnog protoka na vodomjernim stanicama u Podzoni 4. Za neizučene slivove primjenjeni su modeli oborina-otjecanja ili regionalna ovisnosti, koji se temelje na korelacijama između protoka i slivne površine u izučenim slivovima.
43. Računski protoci povratnog perioda za 20, 100 i 500 godina za svaku dionicu vodotoka koja će se modelirati, te pojedinosti o pripremi, pregledu i analizi hidroloških podataka, dostupne su u *Radnom dokumentu o hidrologiji* (FHRMP projekat, *Radni dokument o hidrologiji*, mart 2018. godine). U Radnom dokumentu o hidrologiji je zaključeno da su, za neke dijelove vodotoka, vrijednosti procjena računskih poplava bile približne te da je moguće da zahtijevaju korekciju tijekom hidrauličkog modeliranja, zbog ograničenja raspoloživih podataka (npr. zastarjele krivulje protoka, slaba rasprostranjenost meteoroloških stanica, nedostatak - krivulja dubine-trajanja-učestalosti padalina, ograničeni podaci na krškim poljima, nedostatak serije AMAX duže od 30 godina) i neizbjegljive nesigurnosti u proračunu. Konačne vrijednosti računskih poplava navedene su u prilozima Radnog dokumenta o hidrologiji.

2.6 Hidrauličko modeliranje

44. Izvještaj o hidrauličkom modeliranju za Podzonu 4 (FHRMP projekat, septembar 2019. godine) obuhvaća pripremu (u okviru Aktivnosti 9) i kalibraciju (u okviru Aktivnosti 10) hidrauličkih modela i simulaciju računskih poplava povratnog perioda 20, 100 i 500 godina (u okviru Aktivnosti 11) za 20 AFAs područja koja su identificirana u ovoj podzoni (Slika 2-1).
45. Izrađeno je petnaest modela kojima je obuhvaćeno 25 riječnih dionica (Tabela 2-3 i Slika 2-1). U slivu rijeke Une je trinaest modela, dok su dva modela u slivu rijeke Korana/Glina. Objektivni i subjektivni kriteriji, prethodno dogovorenji sa korisnicima projekta, na temelju duljine modela, lateralnog opsega poplavnih područja i dubina poplava primjenjeni su kako bi se olakšale brze sustavne odluke između modeliranja 1D i 2D. U dogovoru s korisnicima projekta utvrđeno je da jedanaest modela treba modelirati u 1D, a četiri u 2D. Dvije riječne dionice su bujične, dok su njih 23 fluvijalne rijeke (Tabela 2-3).
46. Kalibracija modela izučenih vodotoka izvršena je u odnosu na prosječne dnevne proticaje na hidrauličkim stanicama, a modelirani računski poplavni vodostaji povratnog perioda Q20, Q100 i Q500 verificirani su u odnosu na krivulje protoka i sve dostupne podatke o historijskim poplavnim vodostajima na vodomjernim stanicama i oznakama tragova poplava.
47. Nije bilo moguće izvršiti kalibraciju modela neizučenih rijeka niti verifikaciju rezultata ovih računskih poplava povratnog perioda Q20, Q50 i Q500 u odnosu na izučene protoke. Stoga su rezultati ovih modela indirektno verificirani u odnosu na trase glavnih saobraćajnica, opseg AFA poligona i sve dostupne oznake tragova historijskih poplava.
48. Ciljna tačnost modeliranja, utvrđena u Početnom izvještaju FHRMP projekta (novembar 2017. godine), je da u izučenim slivovima s fluvijalnim poplavnim režimima, razine vode trebaju biti unutar ± 10 cm za promatrane srednje protoke i unutar ± 50 cm za ekstremne računske poplavne protoke koji su izvan raspona osmotrenih, npr. 500-godišnje. Za rijeke sa strmim nagibima i/ili izraženim morfološkim promjenama, kao što su bujice i krška polja, modelirane razine vode trebale bi biti unutar ± 20 cm osmotrenih vodostaja.
49. Hidrauličkim modeliranjem dobivene su dubine i brzine za poplavne vode osrednjene na čelijama mreže gustoće 1x1m. Utvrđeno je da ovi rezultati pružaju više od dovoljne gustoće površine i kvaliteta da bi se koristili kao ulazni podaci za mape opasnosti od poplava. Stoga je zaključeno da nije

neophodna fina rezolucija mreže 1x1m i da su, ovisno o područjima poplavnih područja, grublje rezolucije (npr. 10x10 m) optimalne.

50. Zaključeno je, također, da je modeliranje 1D stacionarnog stanja adekvatno za većinu modela, osim onih s izraženim vijuganjem/meandriranjem u ravničarskim dijelovima vodotoka, gdje je 2D modeliranje dalo bolje rezultate.

Tabela 2-3 Modelirane dionice vodotoka unutar Podzone 4

Model br.	Modelirana rijeka	Riječna dionica	Entitet	Duljina (km)	Kod vodotoka	Tip modela	Karakteristike poplave
1	Klokot	Izvor rijeke Klokot – ušće rijeke Une	FBiH	4.52	UNA_KLO_P01	1D	Fluvijalna
	Krušnica	Zvizdan - ušće rijeke Une		3.04	UNA_KRU_P01		
	Una 2	Ripač - Bosanska Otoka		65.13	UNA_UNA_P02		
2	Una 3	Martin Brod - Kulen Vakuf	FBiH	18.24	UNA_UNA_P03	1D	Fluvijalna
	Unac	Drvar - Martin Brod		33.49	UNA_UNC_P01		
3	Sanica	Sanica - ušće u rijeku Sanu	FBiH	20.72	UNA_SNC_P01	1D	Fluvijalna
	Sana	Ključ - Sanski most		54.37	UNA_SAN_P03		
4	Sana	Sana-entitetska linija	RS	17.75	UNA_SAN_P02	2D	Fluvijalna
5	Sana	Entitetska linija - ušće rijeke Une	RS	59.82	UNA_SAN_P01	2D	Fluvijalna
	Gomjenica	Saničani - ušće u rijeku Sanu		21.18	UNA_GOM_P01		
6	Gomjenica	Saničani - ušće u rijeku Sanu	RS	13	UNA_GOM_P01	1D	Fluvijalna
7	Tavija Mačkovač	Tavija	RS	1.75	UNA_TAM_P01	1D	Fluvijalna
8	Mlječanica	ušće rijeke Une - Međuvođe	RS	13.57	UNA_MLJE_P01	1D	Fluvijalna
9	Strigova	Mrakodol - ušće rijeke Une	RS	6.54	UNA_STR_P01	1D	Fluvijalna
10	Gornji obodni kanal	Gornji obodni kanal	RS	1.28	UNA_GOK_P01	2D	Fluvijalna
	Mačkovač	Mrakodol - ušće rijeke Une		2.95	UNA_MAC_P01		
	Moštanica	ušće u GOK - Božići		6.49	UNA_MOS_P01		
	Una 1	Novi Grad - Kozarska Dubica		83.94	UNA_UNA_P01		
11	Vojskova	ušće rijeke Une - Arapuš	RS	21.94	UNA_VOJ_P01	1D	Fluvijalna
12	Miloševac	Orlovača – ušće rijeke Gomjenice	RS	5.97	UNA_MIL_P01	1D	Fluvijalna
	Puharska	Gornja Puharska – saobraćajnica za Novi Grad		5.43	UNA_PHR_P01		
13	Japra	ušće u rijeku Sanu – Gornji Agići	RS	24.97	UNA_JAP_P01	2D	Fluvijalna

Model br.	Modelirana rijeka	Riječna dionica	Entitet	Duljina (km)	Kod vodotoka	Tip modela	Karakteristike poplave
14	Mutnica	Jušići - Tržac	FBiH	11.35	KGL_MUT_P01	1D	Fluvijalna
15	Glina	Miljkovići - ušće u rijeku Kladušnicu	FBiH	1.22	KGL_GLI_P01	1D	Bujična
	Kladušnica	Velika Kladuša – ušće u rijeku Glinu		4.49	KGL_KLA_P01		Fluvijalna
	Graborska	Velika Kladuša - ušće u rijeku Kladušnicu		1.61	KGL_GRA_P01		Bujična

3 Mape opasnosti od poplava

51. Mape opasnosti od poplava za AFAs područja u Podzoni 4 prikazuju bojama kodirane kategorije opasnosti od poplava zasnovane na klasificiranoj vrijednosti opasnosti od poplava za svaku ćeliju mreže kombinirajući dubinu i brzinu poplavnih protoka. Ova vrsta mape koja se temelji na kombiniranoj opasnosti od poplava smatra se korisnom za primjenu u BiH, npr. za planiranje korištenja zemljišta; planiranje hitnih intervencija, planiranje obrane od poplava, podizanje svijesti, itd.
52. Mape opasnosti od poplava prikazane su na ortofoto snimcima AFAs područja i modeliranih riječnih dionica. To omogućuje jednostavnu identifikaciju potencijalno opasnih područja tijekom ekstremnih poplavnih događaja i pruža učinkovite informacije osobama koje prve reagiraju na poplavni događaj kao i stanovnicima. Mape opasnosti temelje se na najboljim dostupnim hidrološkim, hidrauličkim i topografskim podacima. Općenito, podaci su bili prikladni za projekt, iako su neki hidrološki zapisi kratki i stoga će u budućnosti biti prostora za poboljšanje računskih poplava kada bude dostupno više hidroloških podataka. Budući hidraulički modeli će se temeljiti na dužim hidrološkim nizovima i usporedba tih rezultata s rezultatima ovog projekta će ukazati na opseg budućih poboljšanja mapa opasnosti od poplava.
53. Primjeri tipičnih mapa opasnosti od poplava u razmjeri 1: 10000 za 100-godišnje računske poplave iz svake modelirane riječne dionice prikazani su u PDF formatu u Poglavljima 3.1 do 3.15. Cjeloviti setovi mapa za 20, 100 i 500-godišnje računske poplave dati su u PDF formatu u Prilozima. GIS verzije mapa su date u geodatabazi.

3.1 Model 1: Rijeke Una, Klokot i Krušnica

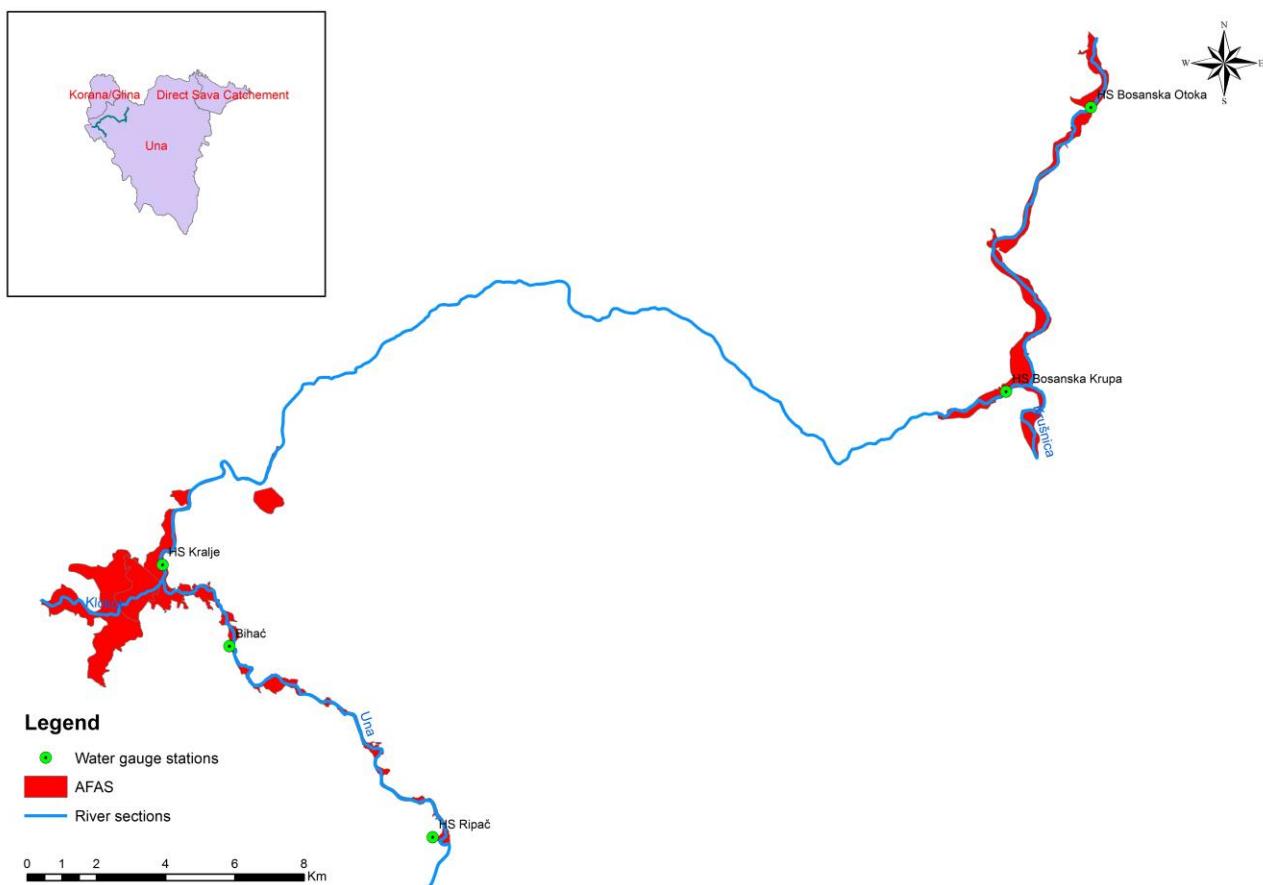
3.1.1 Rijeka Una - Od Ripača do Bosanske Otoke (UNA_UNA_P02),

3.1.2 Rijeka Klokot - od izvora do ušća u rijeku Unu (UNA_KLO_P01)

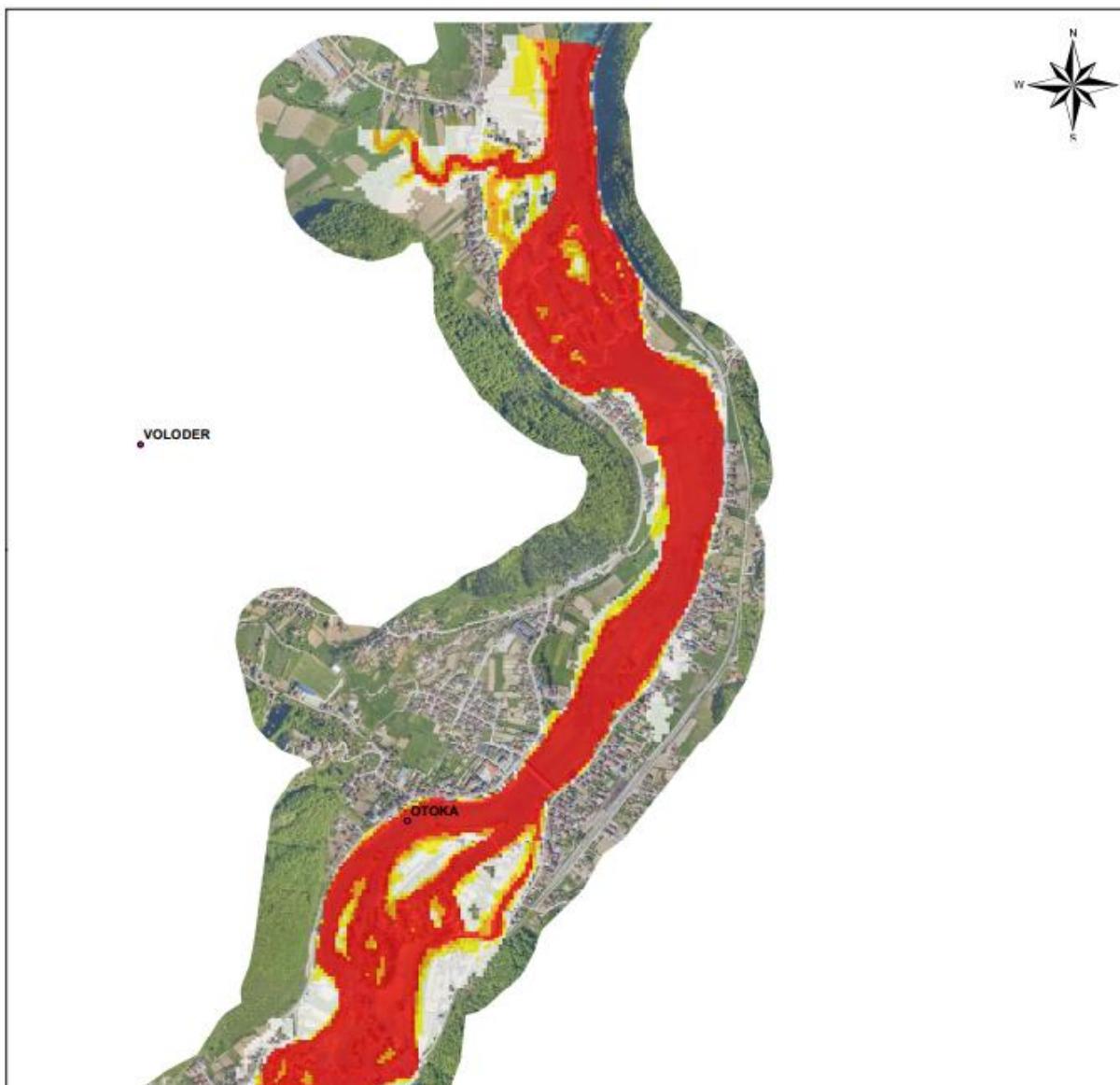
3.1.3 Rijeka Krušnica - od Zvizdana do ušća u rijeku Unu (UNA_KRU_P01)

Tabela 3-1 Osnovne informacije za (UNA_UNA_P02), (UNA_KLO_P01) i (UNA_KRU_P01)

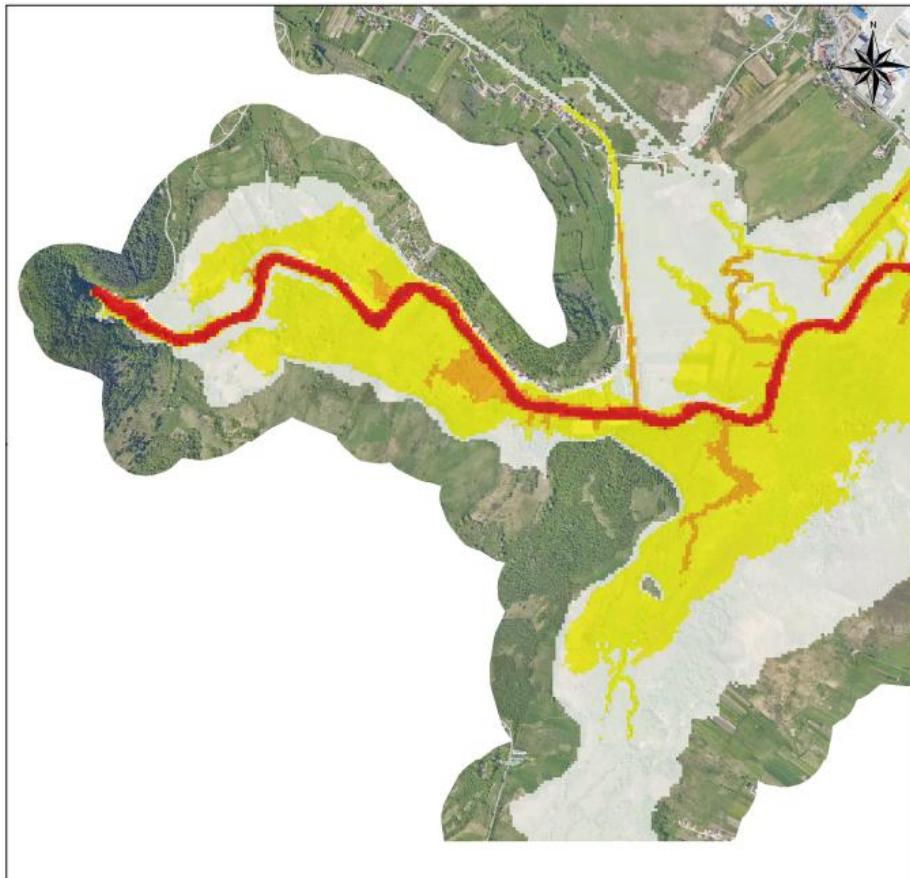
Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Una2	UNA_UNA_P02	Izučeni	1D	HS Ripač
Klokot	UNA_KLO_P01		2D	HS Kralje
Krušnica	UNA_KRU_P01			HS Bosanska Krupa HS Bosanska Otoka HS Klokot HS Krušnica HS Bihać



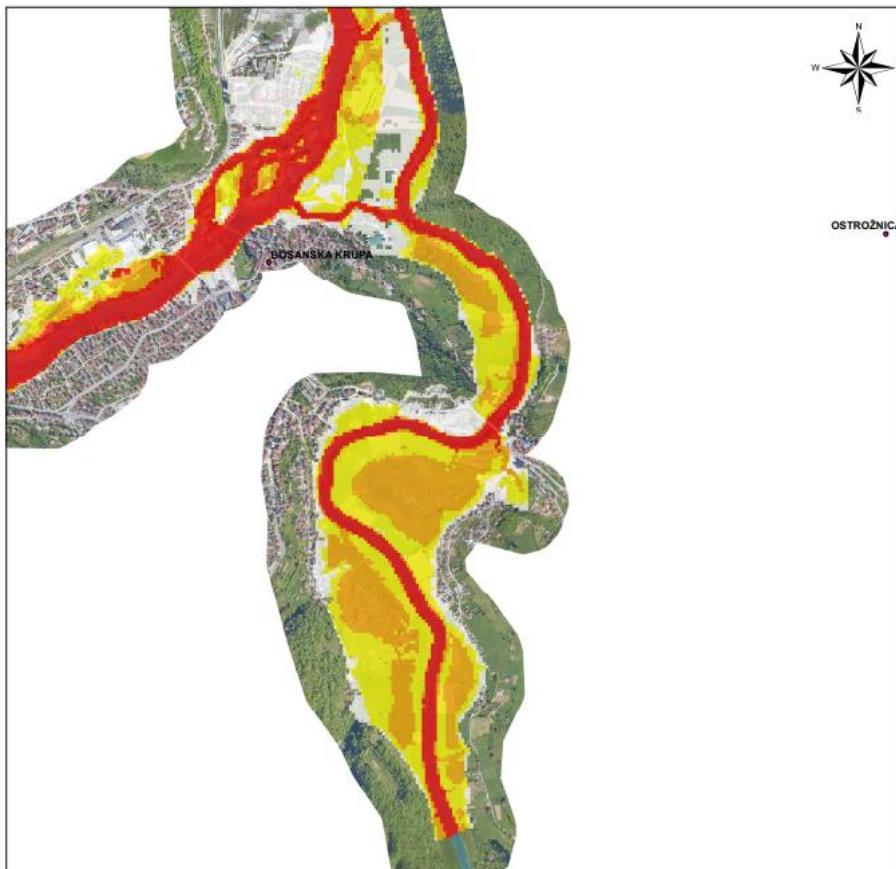
Slika3-1 Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Una, Klokot, i Krušnica (Model 1)



Slika3-2 Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100



Slika3-3 Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 duž Klokota



Slika3-4 Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 duž Krušnice

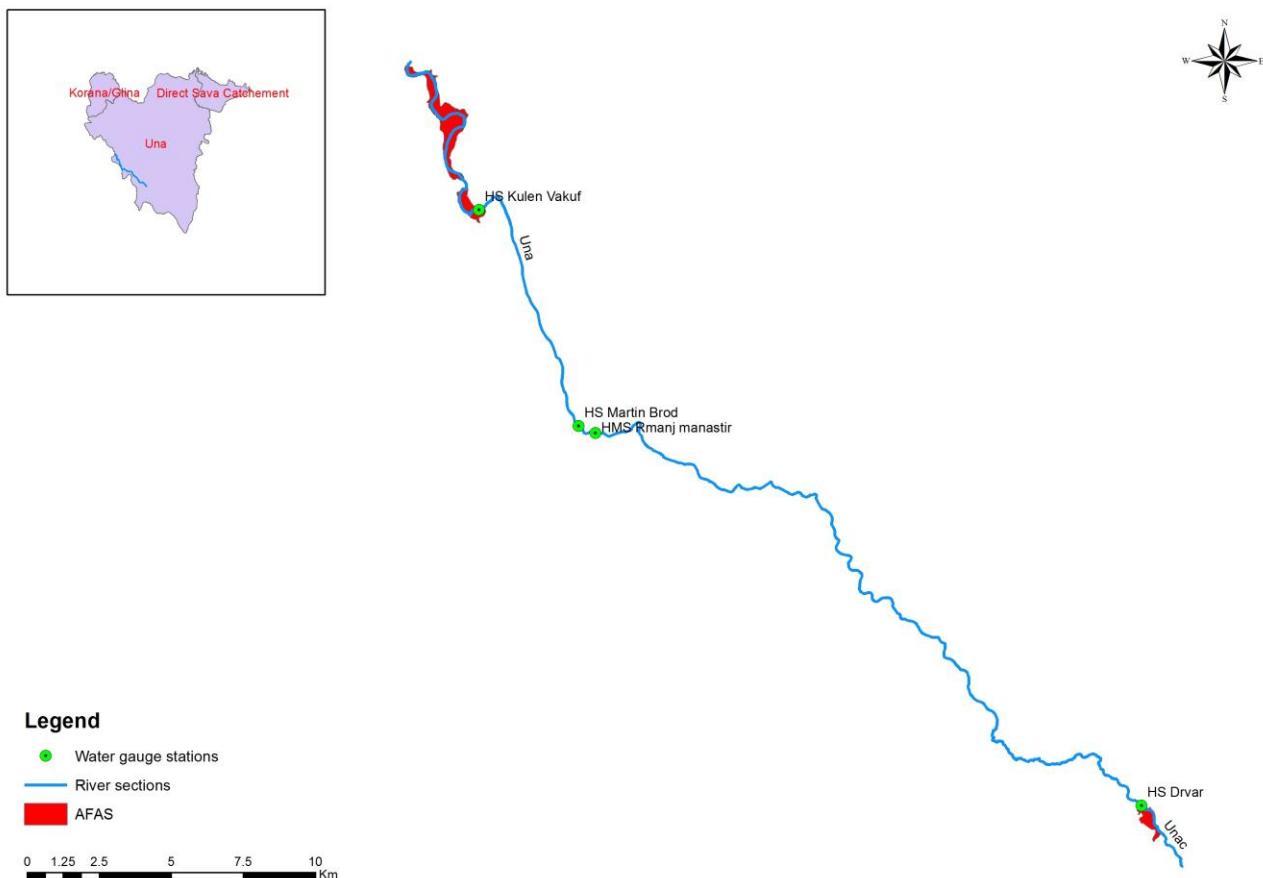
3.2 Model 2: Rijeke Una i Unac

3.2.1 Rijeka Unac - od Drvara do Martin Broda (UNA_UNA_P03)

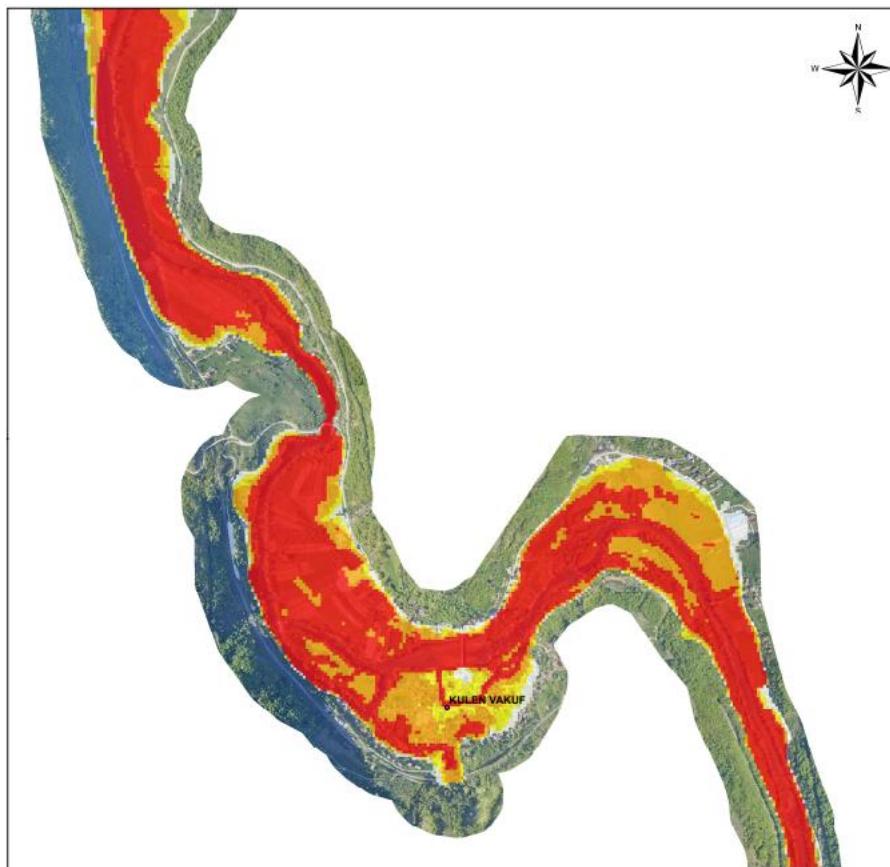
3.2.2 Rijeka Una - od Martin Broda do Kulen Vakufa (UNA_UNA_P03)

Tabela 3-2 Osnovne informacije za (UNA_UNA_P03) i (UNA_UNC_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Una3 Unac	UNA_UNA_P03 UNA_UNC_P01	Izučeni	1D	HS Martin Brod HS Kulen Vakuf HS Drvar HS Rmanj Manastir

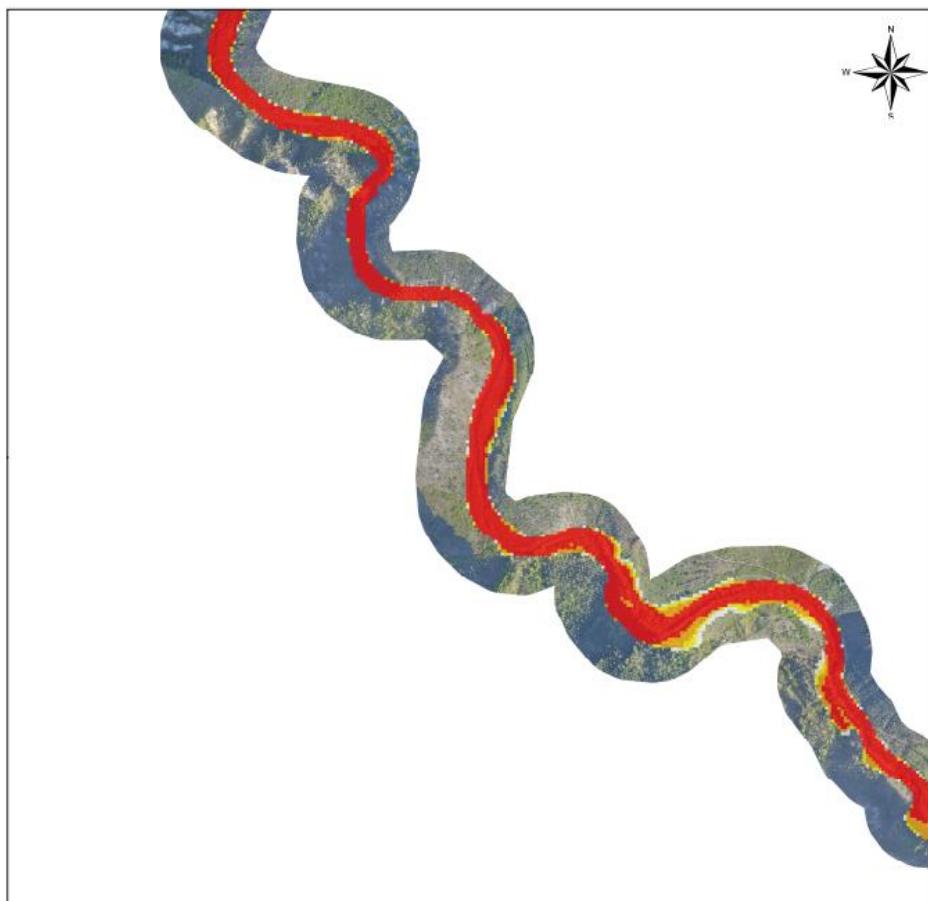


Slika3-5 Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Una i Unac (Model 2)



Slika3-6

Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 - Una Kulen Vakuf



Slika3-7

Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 - Unac

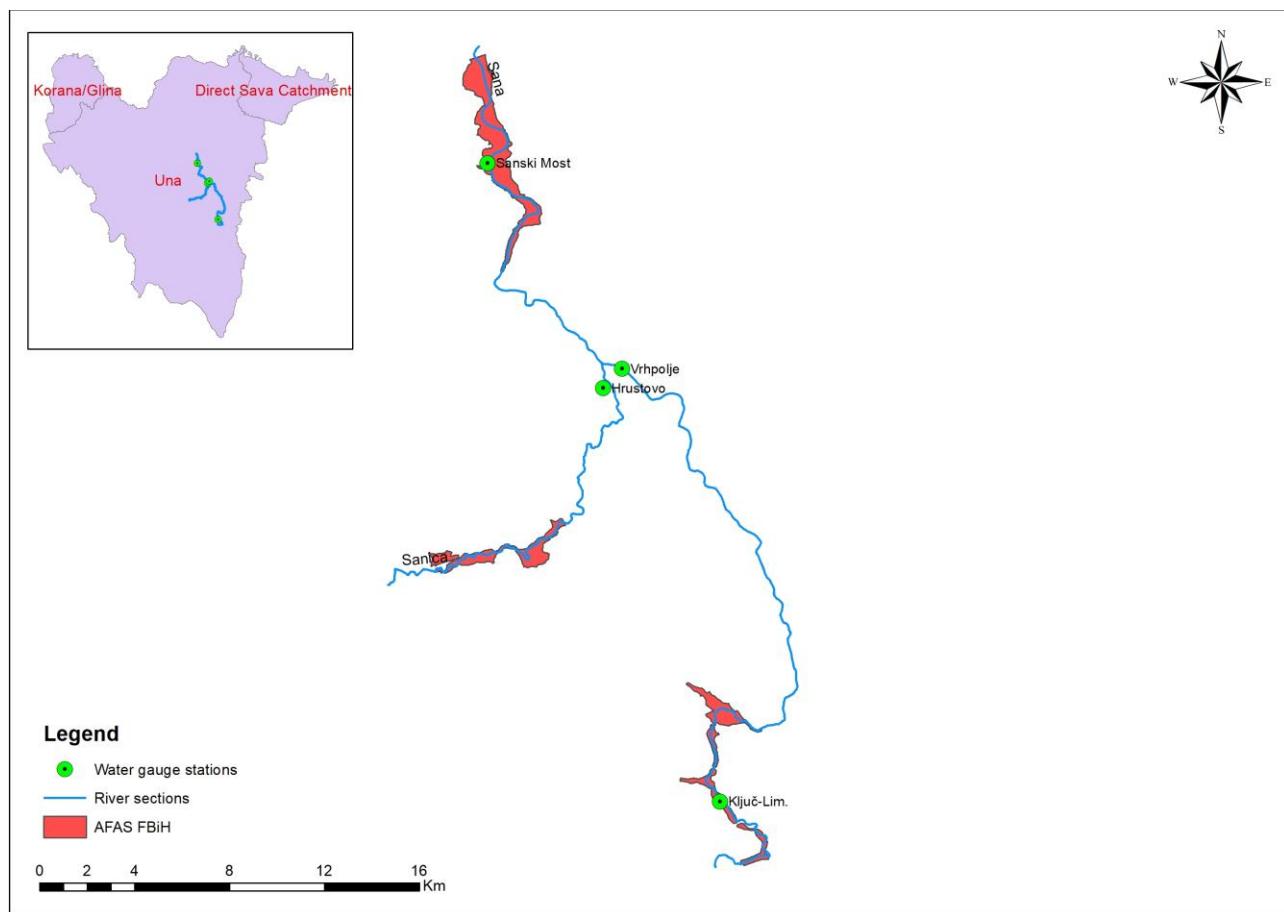
3.3 Model 3: Rijeke Sana i Sanica

3.3.1 Rijeka Sana - od Ključa do Sanskog Mosta (UNA_SAN_P03)

3.3.2 Rijeka Sanica - od Sanice do ušća u rijeku Sanu (UNA_SNC_P01)

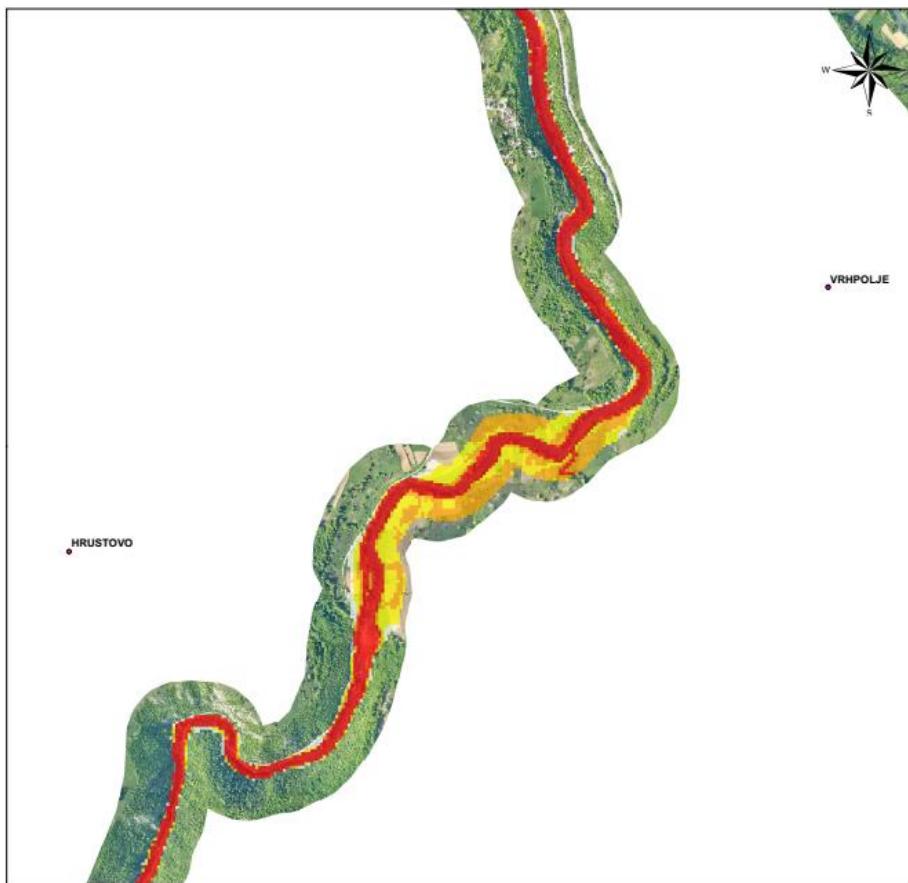
Tabela 3-3 Osnovne informacije za (UNA_SAN_P03) i (UNA_SNC_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Sana3 Sanica	UNA_SAN_P03 UNA_SNC_P01	Izučeni	1D	HS Ključ HS Vrhopoje HS Sanski Most HS Hrustovo



Slika3-8

Hidrološke stanice na rijekama Sana i Sanica i pozicije AFA područja (Model 3)



Slika3-9 Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 – Sanica

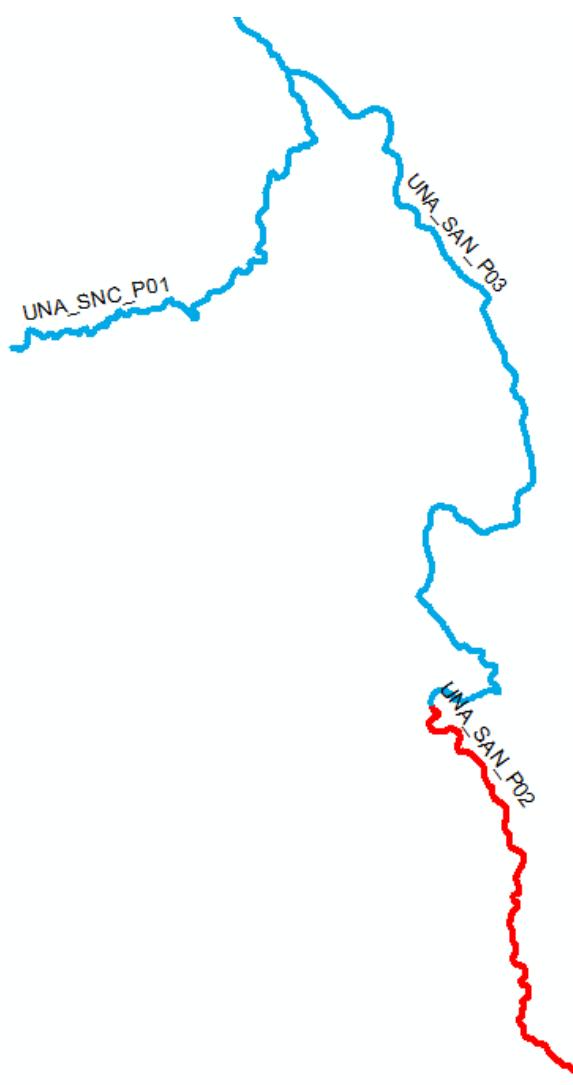


Slika3-10 Primjer mape opasnosti od poplava za poplave povratnog perioda Q100 – Sana uzvodno od Sanskog Mosta

3.4 Model 4: Rijeka Sana - od Sane do entitetske granice (UNA_SAN_P02)

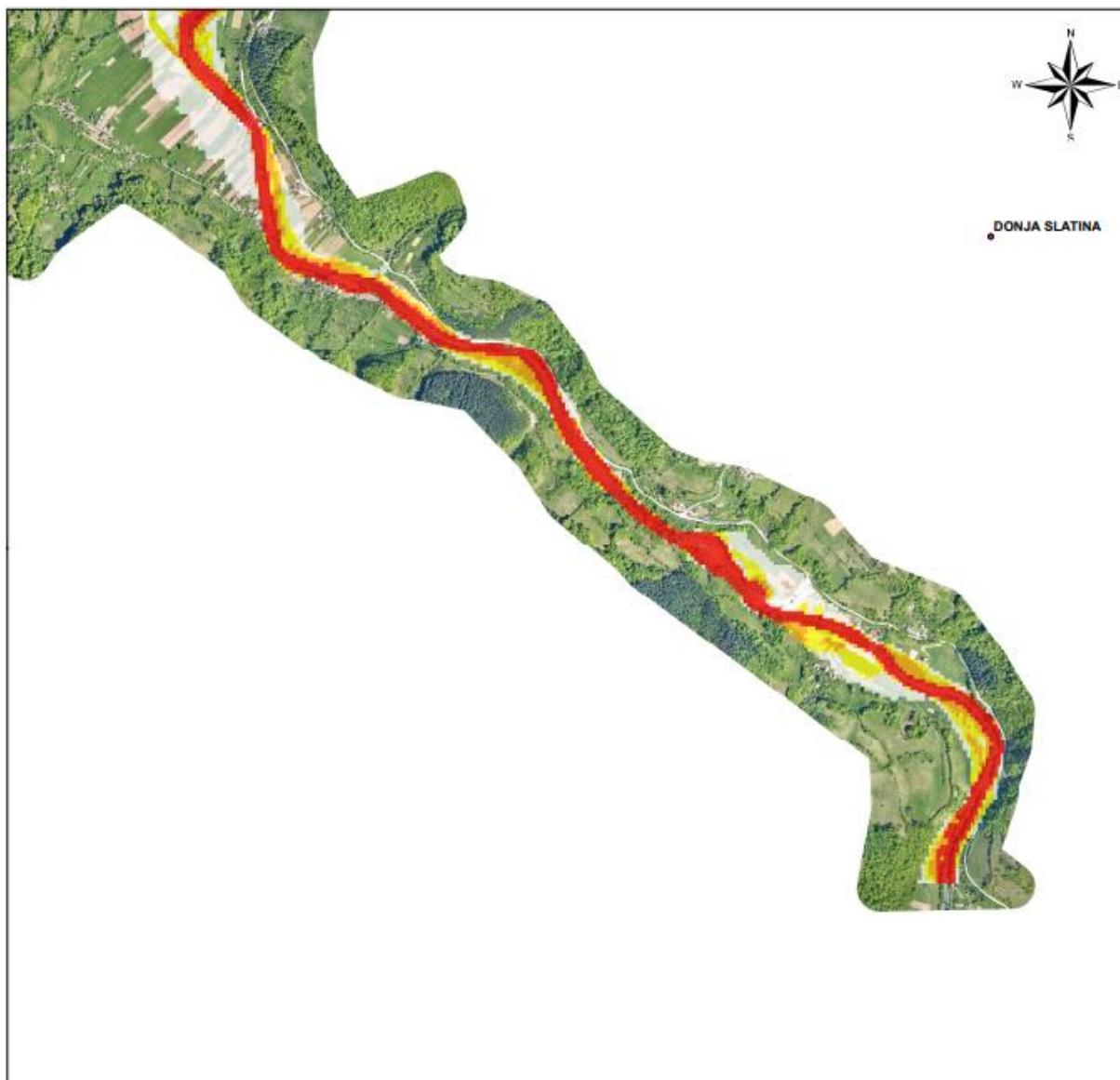
Tabela 3-4 Osnovne informacije za (UNA_SAN_P02)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Sana2	UNA_SAN_P02	Neizučeni	2D	(nema)



Slika3-11

Modelirana dionica rijeke Sane (Model 34)



Slika3-12 Primjer mape opasnosti za računsku poplavu Q100 na rijeci Sani (Model 4)

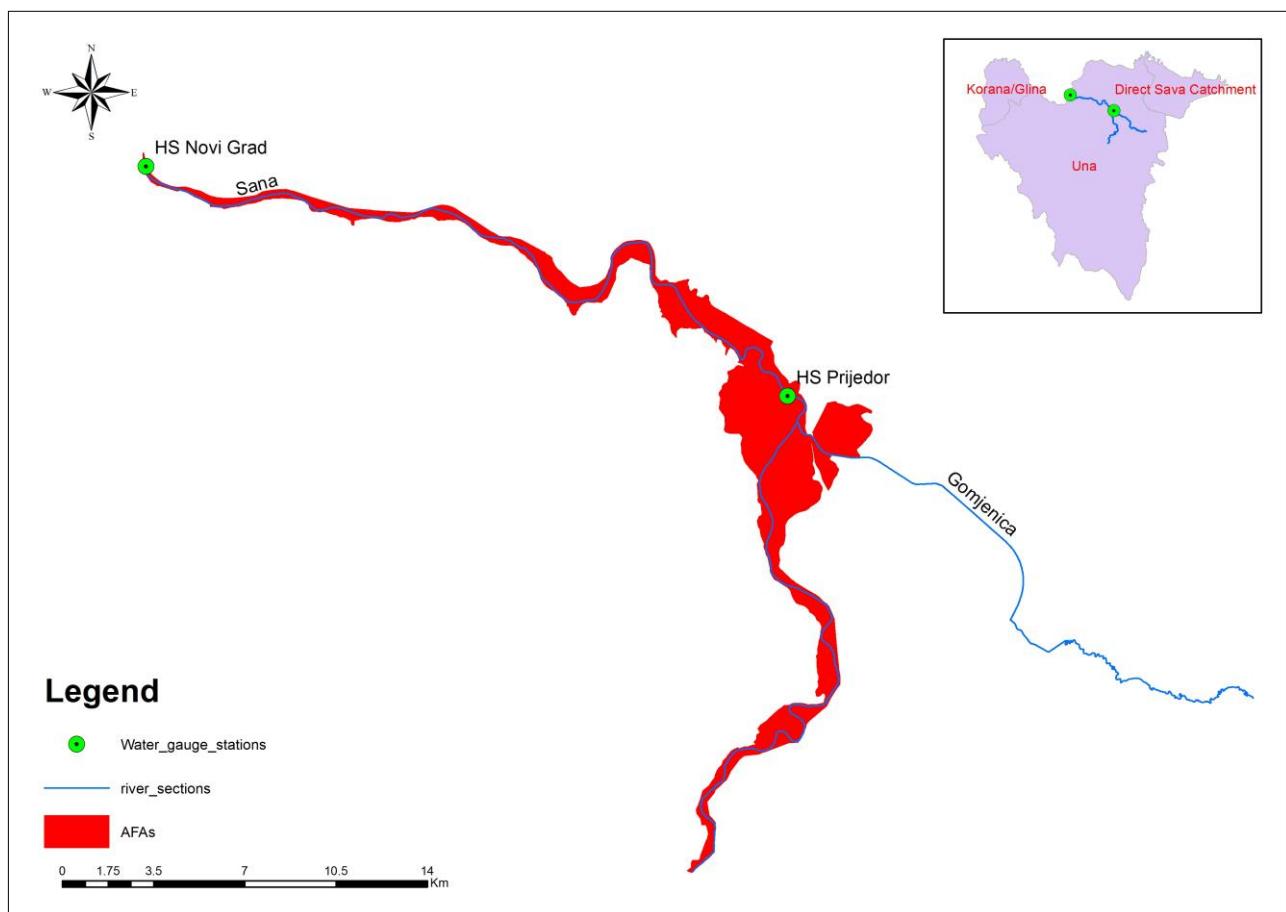
3.5 Model 5: Rijeke Sana i Gomjenica

3.5.1 Rijeka Sana - od entitetske granice do ušće u rijeku Unu (UNA_SAN_P01)

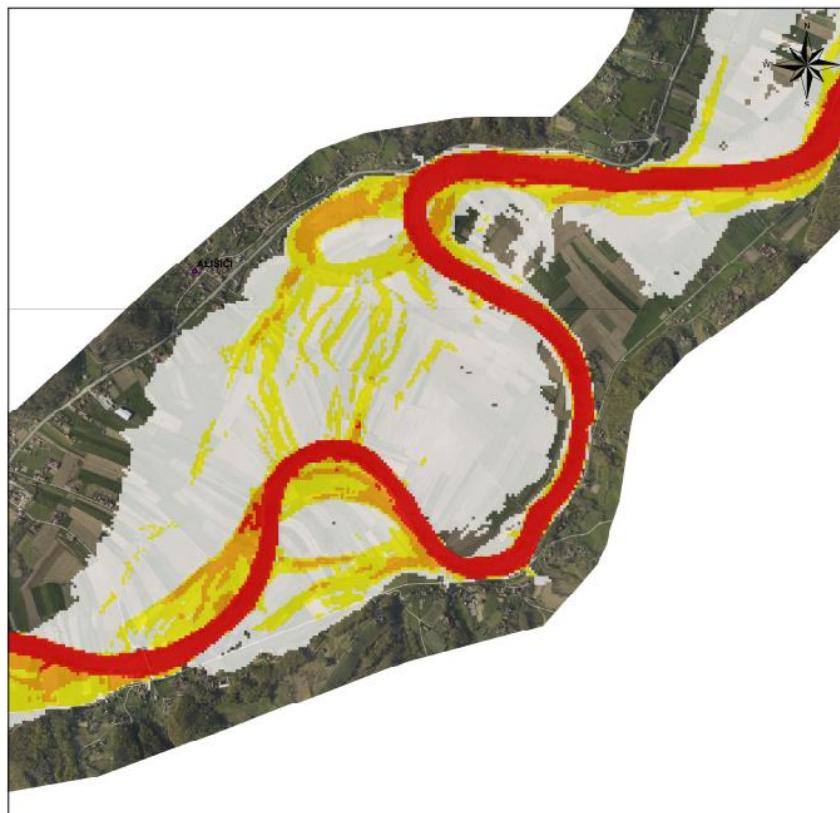
3.5.2 Rijeka Gomjenica - od Saničana do ušća u rijeku Sanu (UNA_GOM_P01)

Tabela 3-5 Osnovne informacije za (UNA_SAN_P01) i (UNA_GOM_P01)

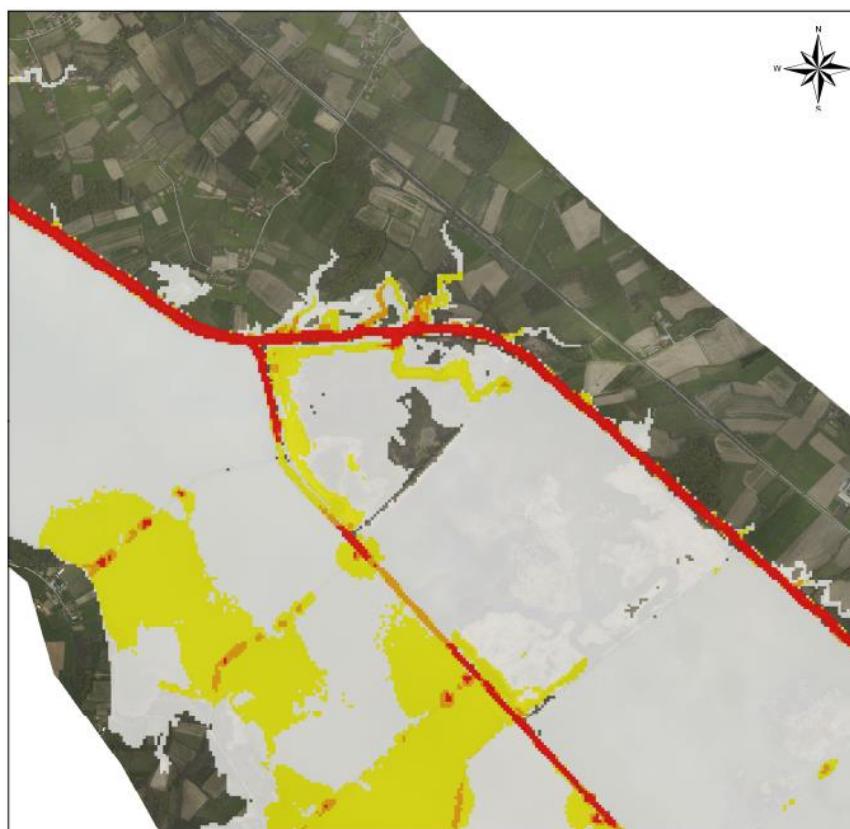
Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Sana1 Gomjenica	UNA_SAN_P01 UNA_GOM_P01	Izučeni	2D	HS Prijedor HS Novi Grad (obje na rijeci Sani)



Slika3-13 Hidrološke stanice i AFAs područja na rijekama Sani i Gomjenici (Model 5)



Slika3-14 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 na rijeci Sani

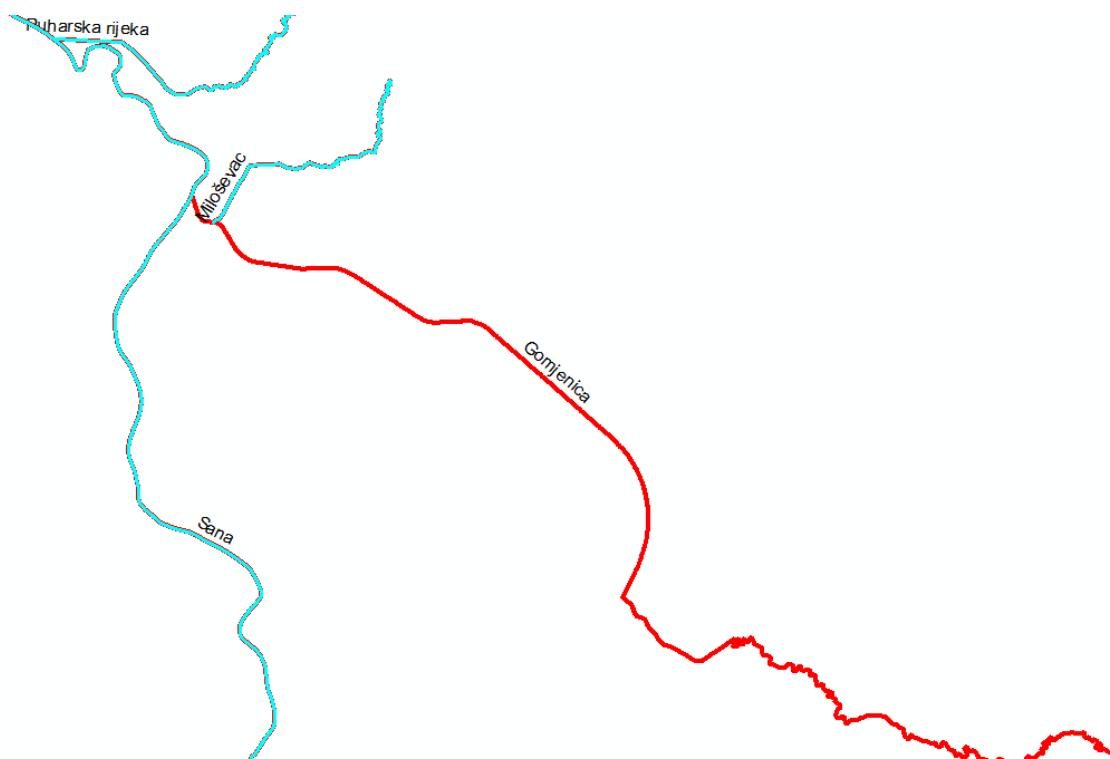


Slika3-15 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100- Gomjenica ribnjak

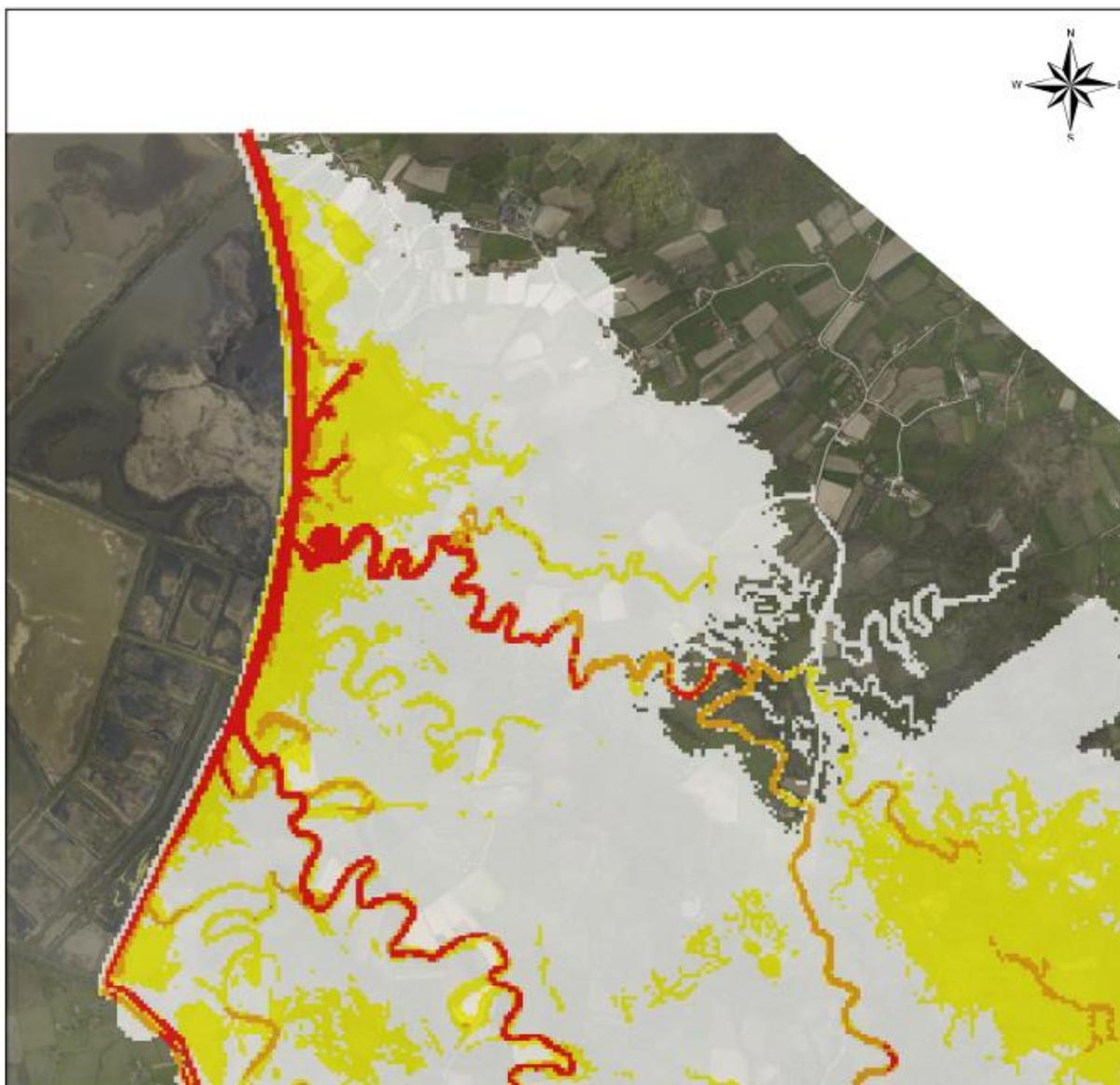
3.6 Model 6: Rijeka Gomjenica – od Niševića do Saničana (UNA_GOM_P01)

Tabela 3-6 Osnovne informacije za (UNA_GOM_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološka stanica
Gomjenica	UNA_GOM_P01	Neizučeni	1D	HS Omarska (neaktivna)



Slika 3-16 Pozicija dionice UNA_GOM_P01

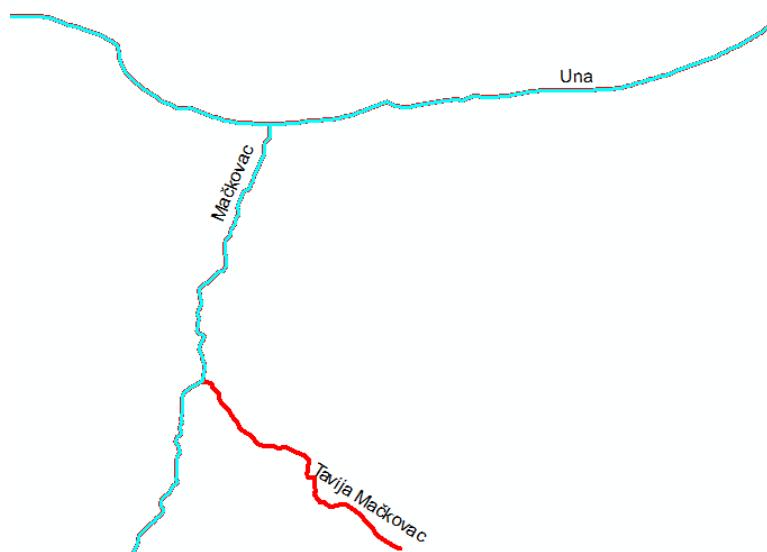


Slika3-17 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 – Niševići - Saničani

3.7 Model 7: Rijeka Tavija Mačkovac na dionici Tavije (UNA_TAM_P01)

Tabela 3-7 Osnovne informacije za (UNA_TAM_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Tavija Mačkovac	UNA_TAM_P01	Neizučeni	1D	(nema)



Slika3-18 Pozicija dionice UNA_TAM_P01

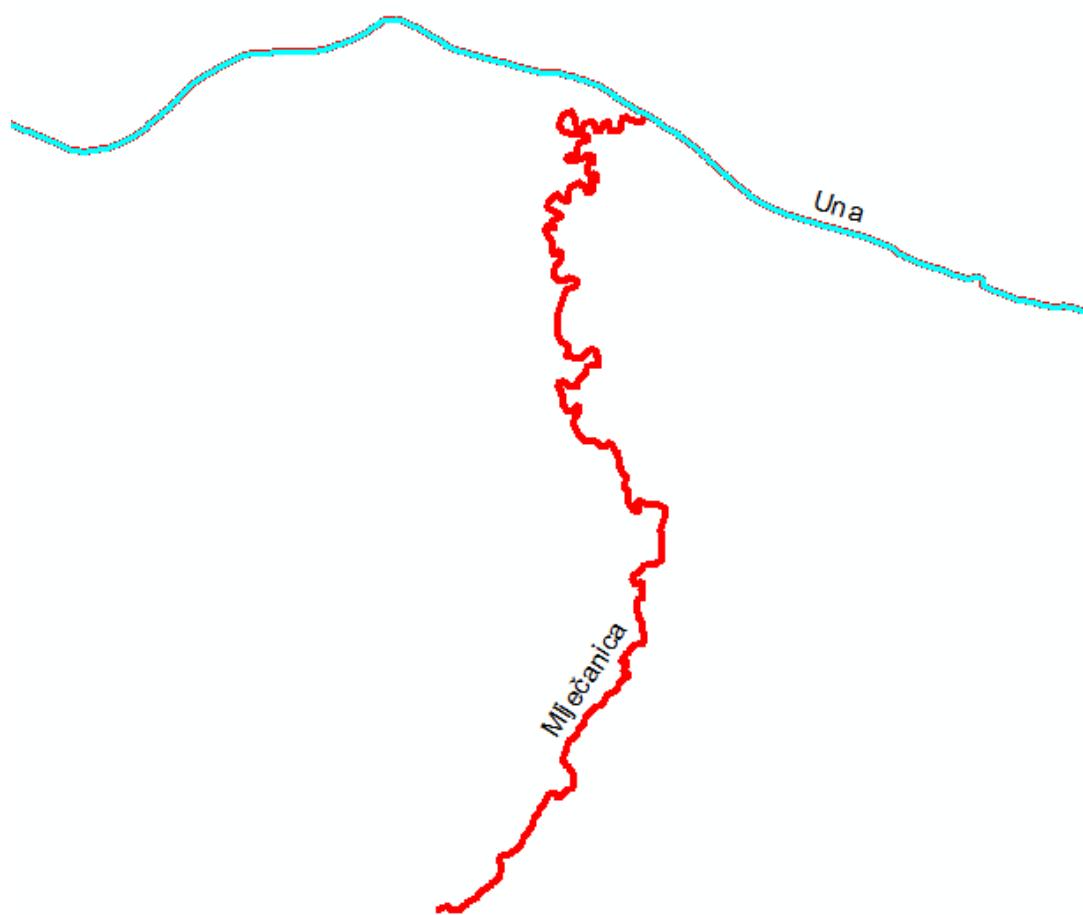


Slika3-19 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Tavije

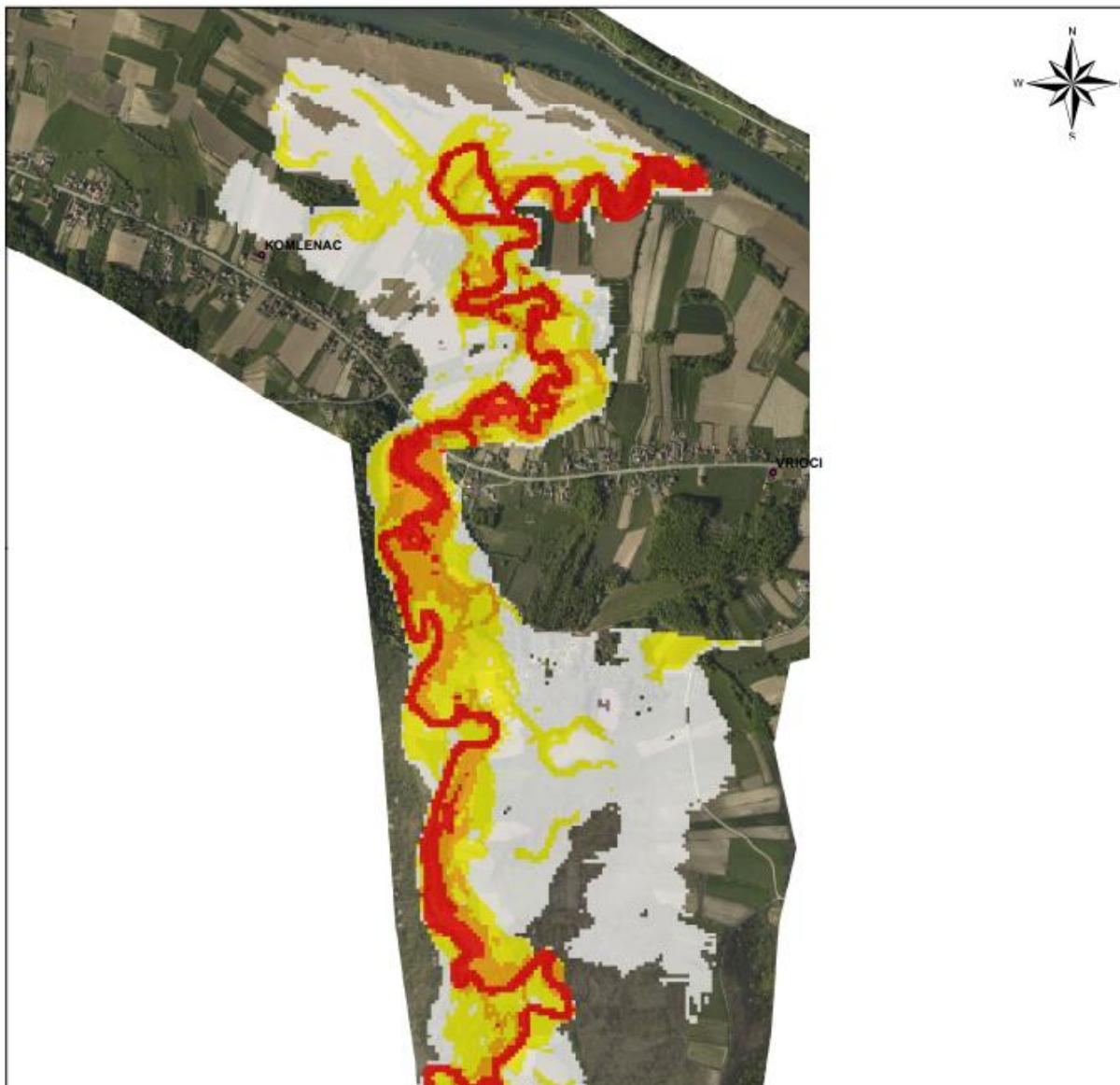
3.8 Model 8: Rijeka Mlječanica – od ušća u rijeku Unu do Međuvodja (UNA_MLJE_P01)

Tabela 3-8 Osnovne informacije za (UNA_MLJE_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Mlječanica	UNA_MLJE_P01	Neizučeni	1D	(nema)



Slika3-20 Pozicija dionice UNA_MLJE_P01



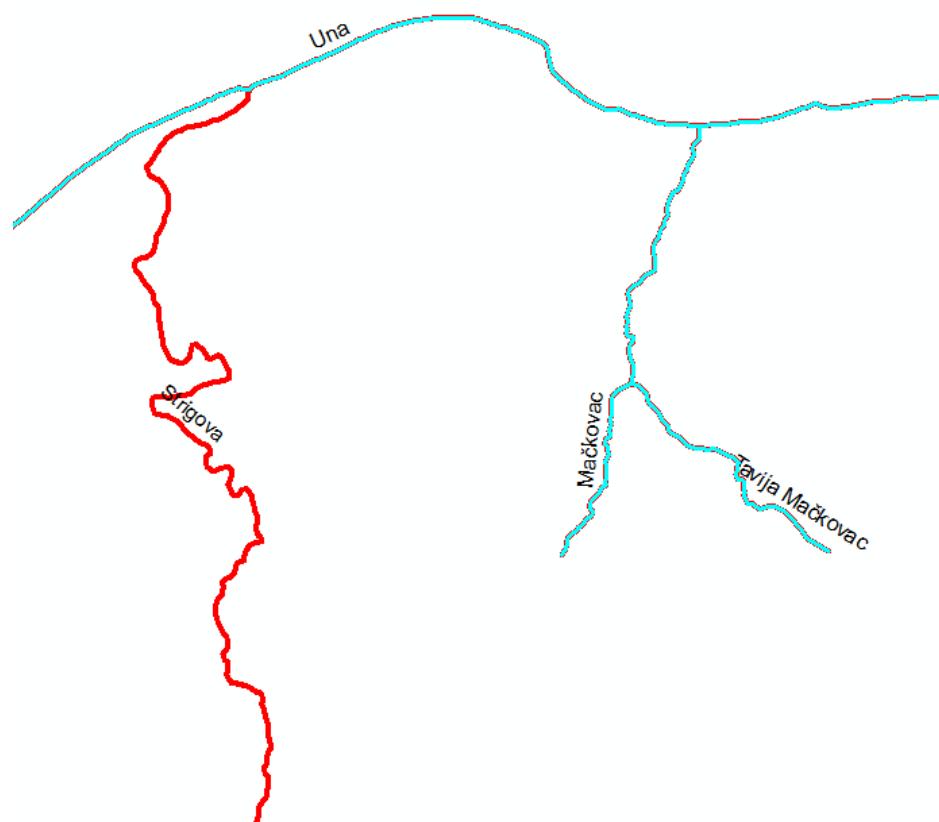
Slika3-21

**Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu povratnog perioda Q100 –
Mlječanica- uzvodno od Komlenca**

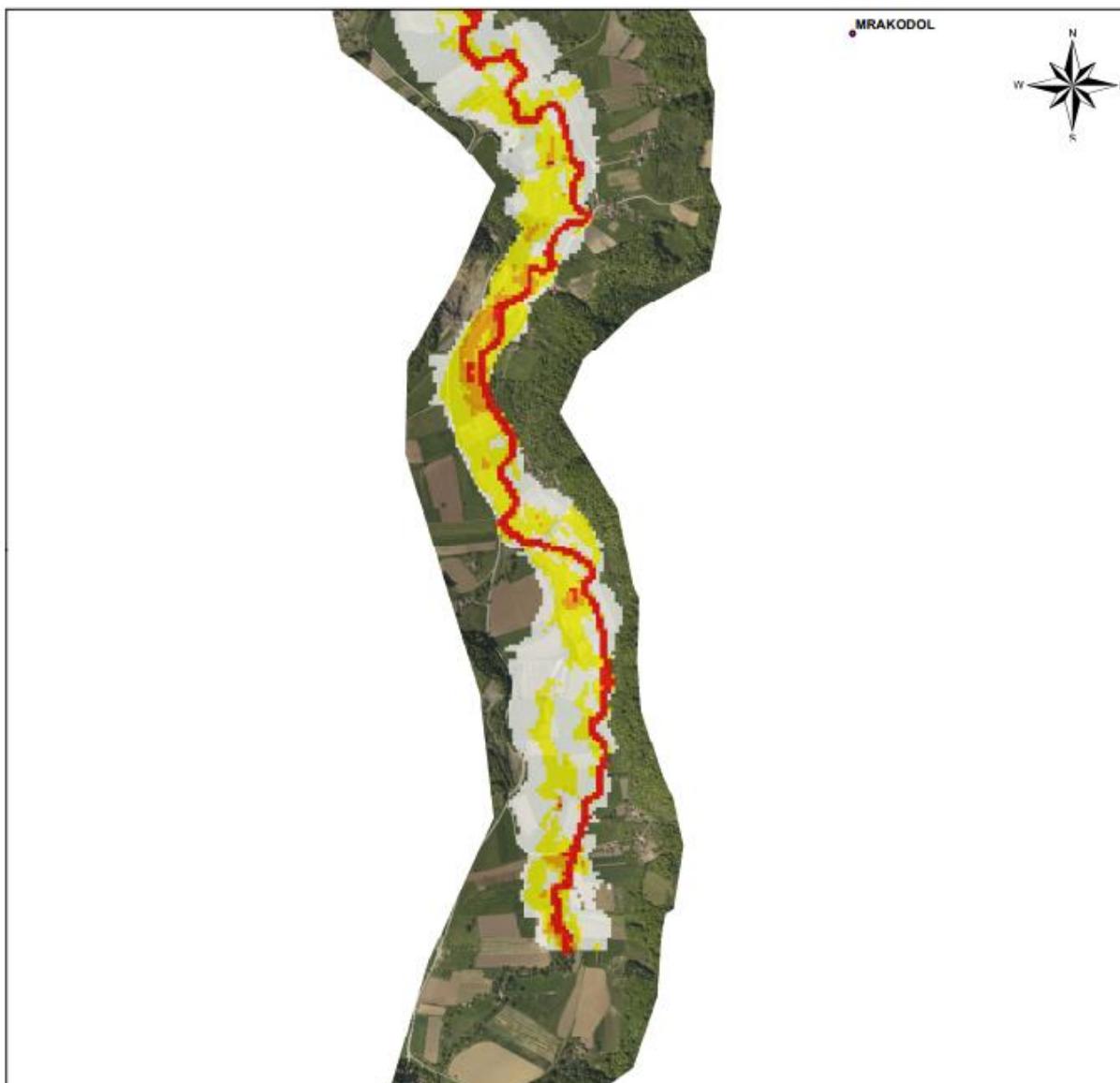
3.9 Model 9: Rijeka Strigova – od Mrakodola do ušća u rijeku Unu (UNA_STR_P01)

Tabela 3-9 Osnovne informacije za (UNA_STR_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Strigova	UNA_STR_P01	Neizučeni	1D	(nema)



Slika3-22 Pozicija dionice UNA_STR_P01



Slika3-23 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Strigove

3.10 Model 10: Rijeke Una, Mačkovac, Moštanica i Gornji obodni kanal

3.10.1 Rijeka Una – od Novog Grada do Kozarske Dubice (UNA_UNA_P01)

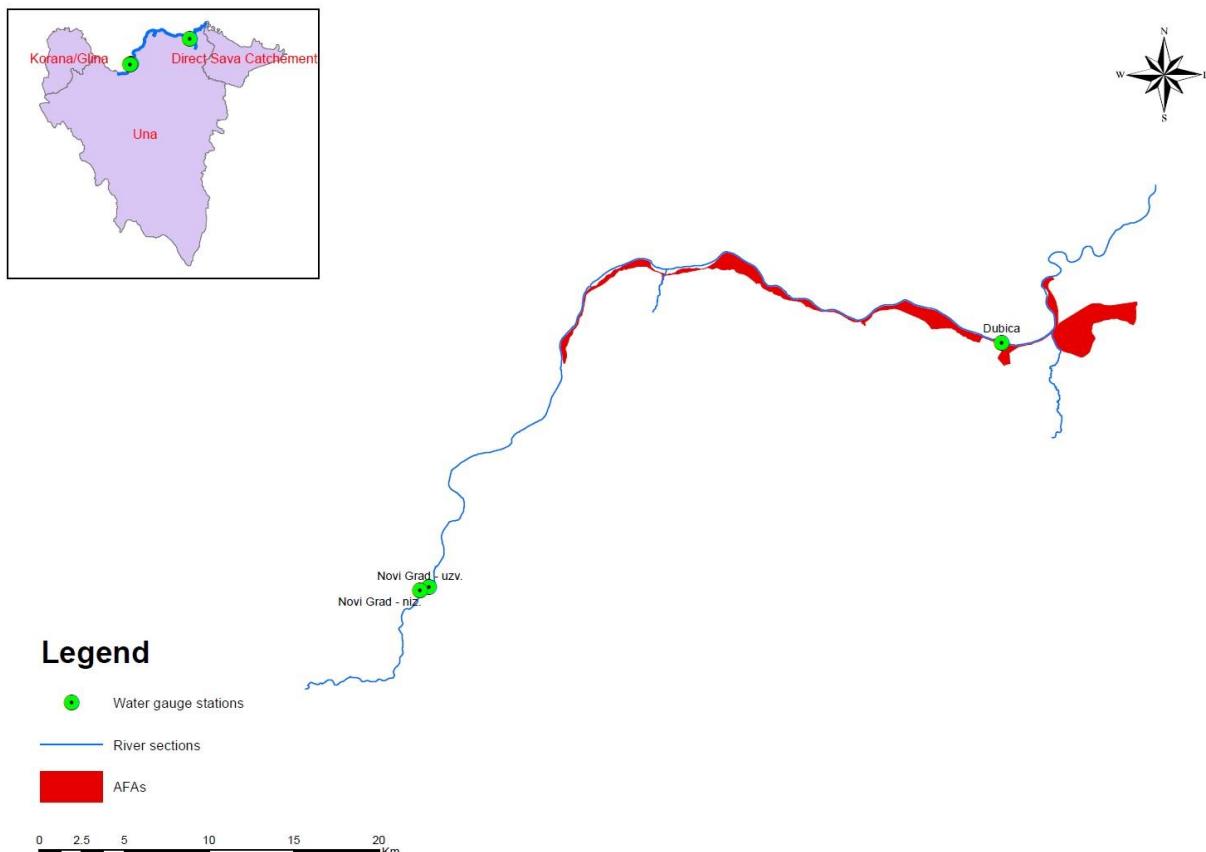
3.10.2 Gornji obodni kanal (GOK) (UNA_GOK_P01)

3.10.3 Rijeka Mačkovac – od Mrakodola do ušća u rijeku Unu (UNA_MAC_P01)

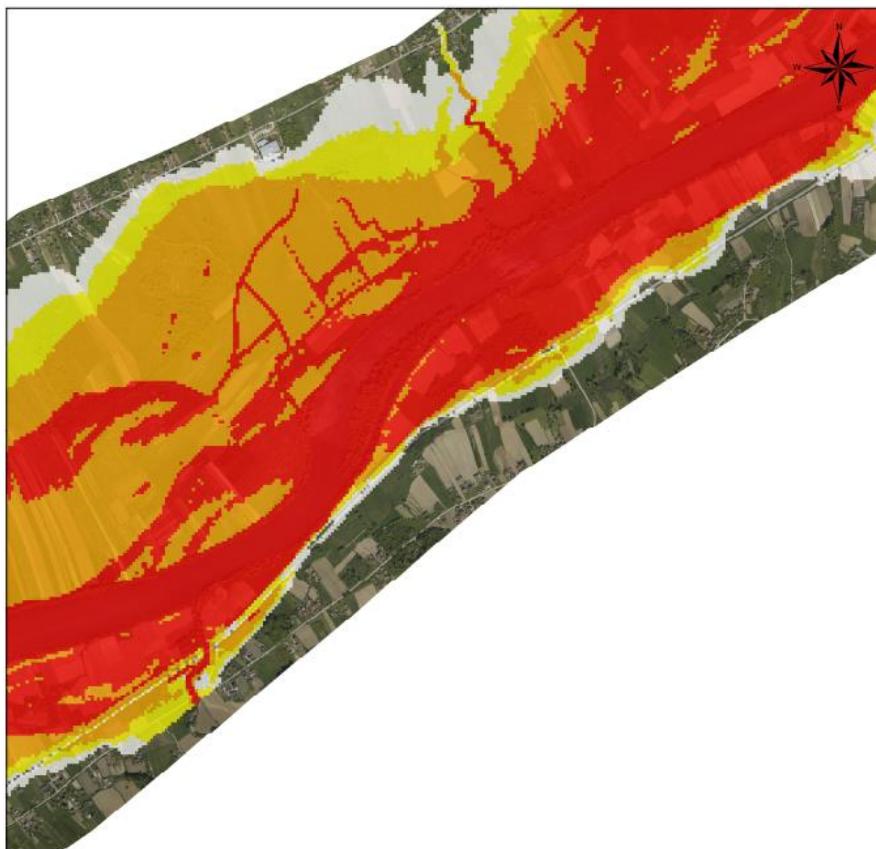
3.10.4 Rijeka Moštanica – od ušća u GOK do Božića (UNA_MOS_P01)

Tabela 3-10 Osnovne informacije: (UNA_UNA_P01), (UNA_GOK_P01), (UNA_MAC_P01) i (UNA_MOS_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Una1	UNA_UNA_P01	Izučeni	2D	HS Novi Grad Niz HS Novi Grad Uzv HS Dubica
Gornji obodni kanal (GOK)	UNA_GOK_P01	Neizučeni		(nema)
Mačkovac	UNA_MAC_P01	Neizučeni		(nema)
Moštanica	UNA_MOS_P01	Neizučeni		(nema)



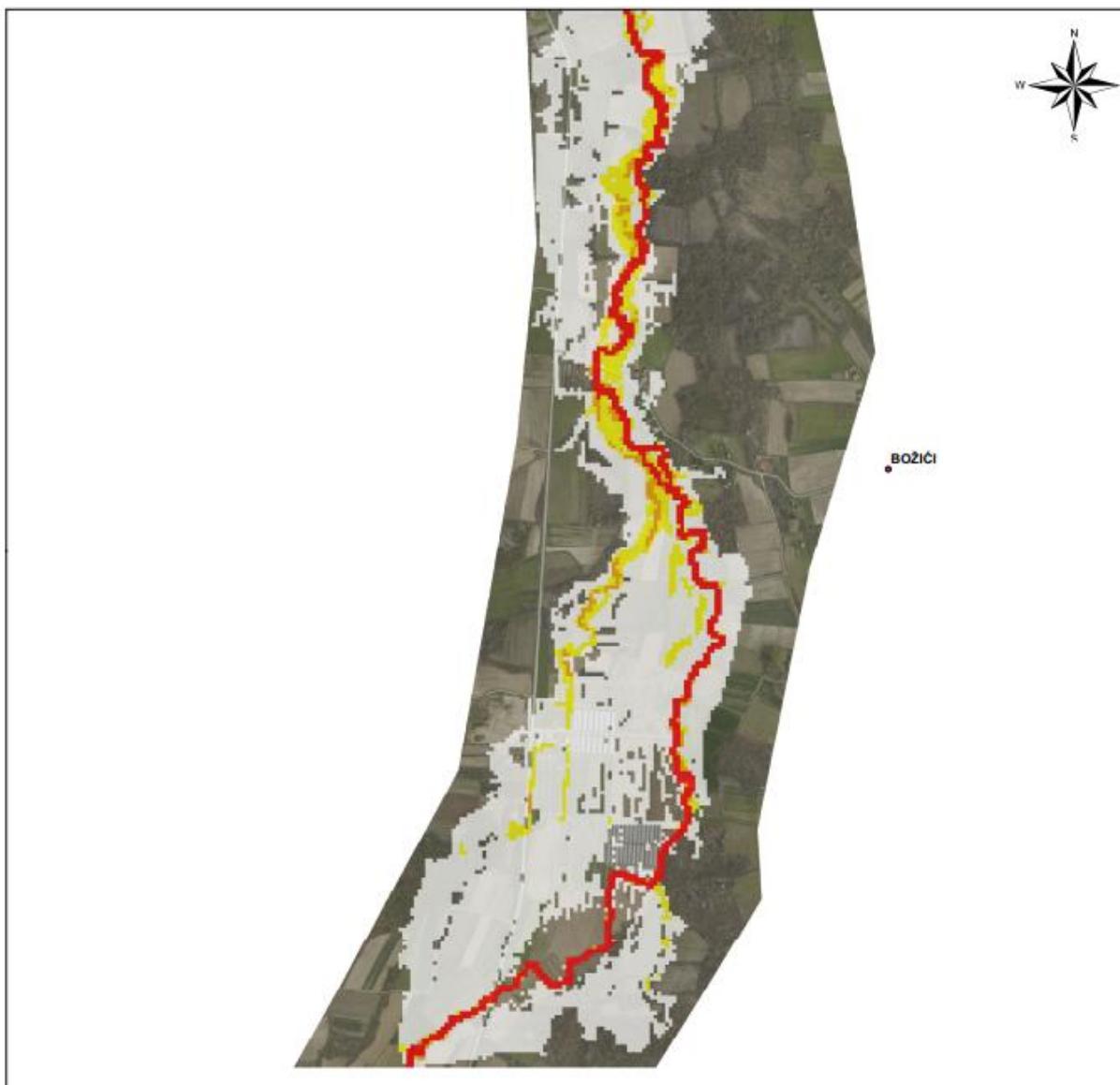
Slika3-24 Hidrološke stanice na rijeci Uni i AFAs područja u Modelu 10



Slika3-25 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za rijeku Unu



Slika3-26 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Mačkovac

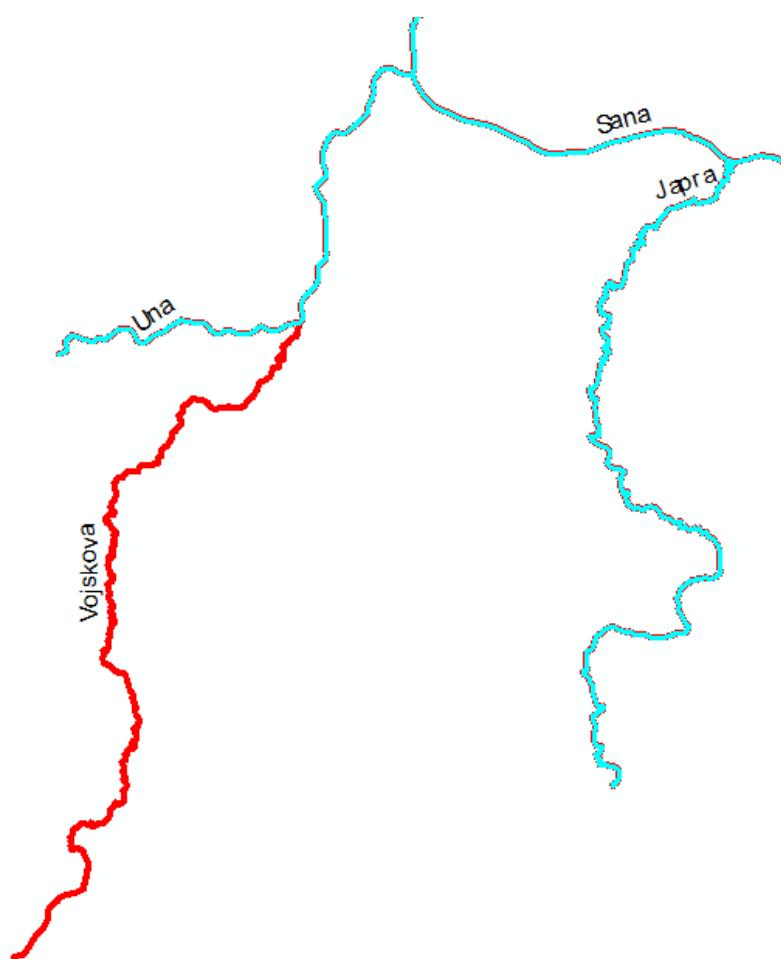


Slika3-27 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Moštanice

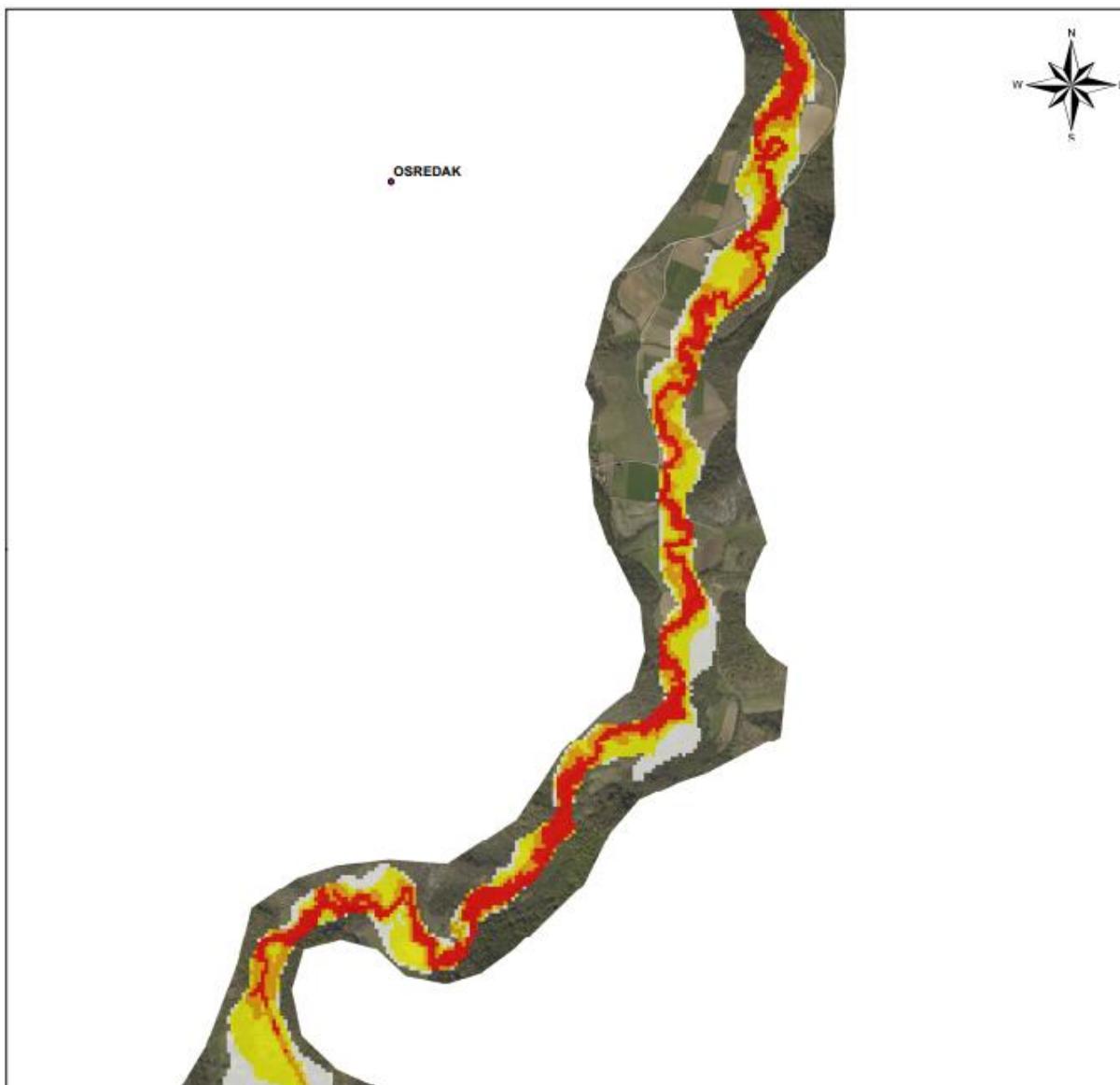
3.11 Model 11: Rijeka Vojskova – od ušća u rijeku Unu do Arapuše (UNA_VOJ_P01)

Tabela 3-11 Osnovne informacije za (UNA_VOJ_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološke stanice
Vojskova	UNA_VOJ_P01	Neizučeni	1D	(nema)



Slika 3-28 Pozicija dionice UNA_VOJ_P01



Slika3-29 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu povratnog perioda Q100 – Vojskova

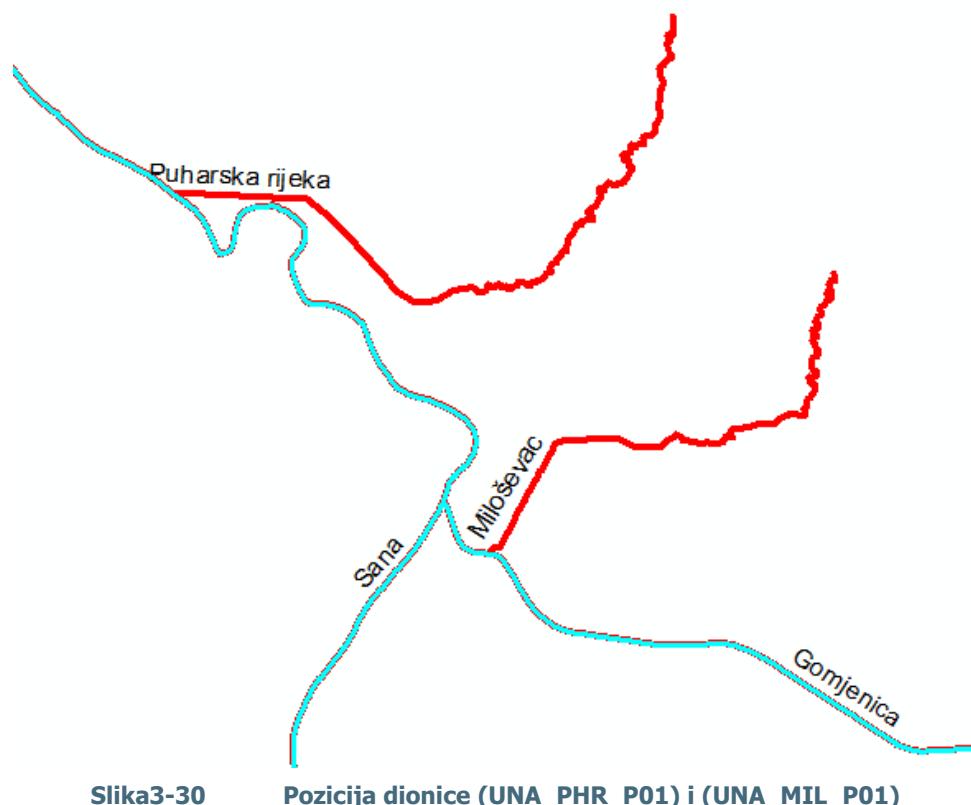
3.12 Model 12: Rijeke Puharska i Miloševac

3.12.1 Rijeka Puharska – od Gornje Puharske do saobraćajnice za Novi Grad (UNA_PHR_P01)

3.12.2 Rijeka Miloševac – od Orlovače do ušća u rijeku Gomjenicu (UNA_MIL_P01)

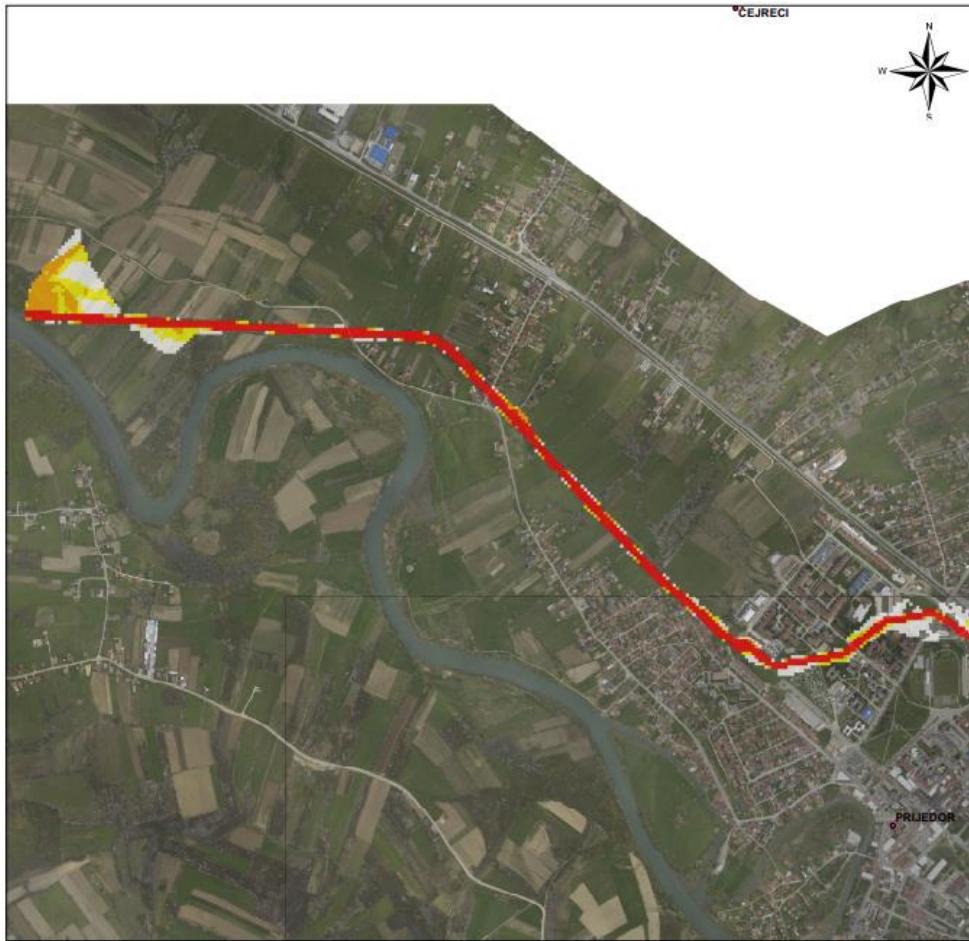
Tabela 3-12 Osnovne informacije za (UNA_PHR_P01) i (UNA_MIL_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Referentne hidrološke stanice
Puharska	UNA_PHR_P01	Neizučeni	1D	(nema)
Miloševac	UNA_MIL_P01	Neizučeni	1D	(nema)

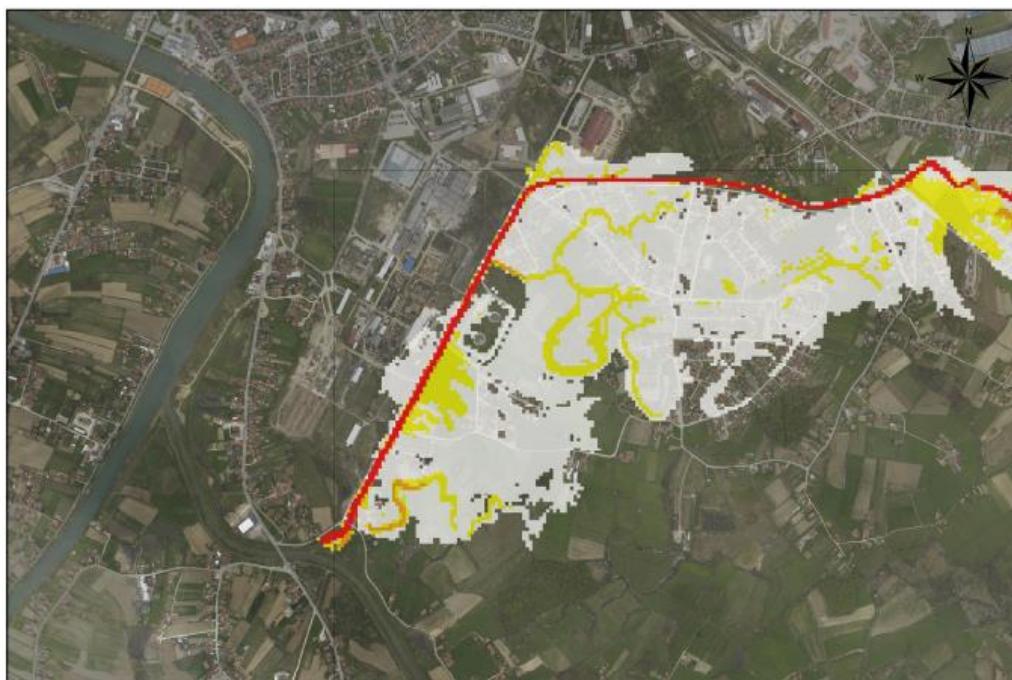


Slika3-30

Pozicija dionice (UNA_PHR_P01) i (UNA_MIL_P01)



Slika3-31 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Pugarsku rijeku

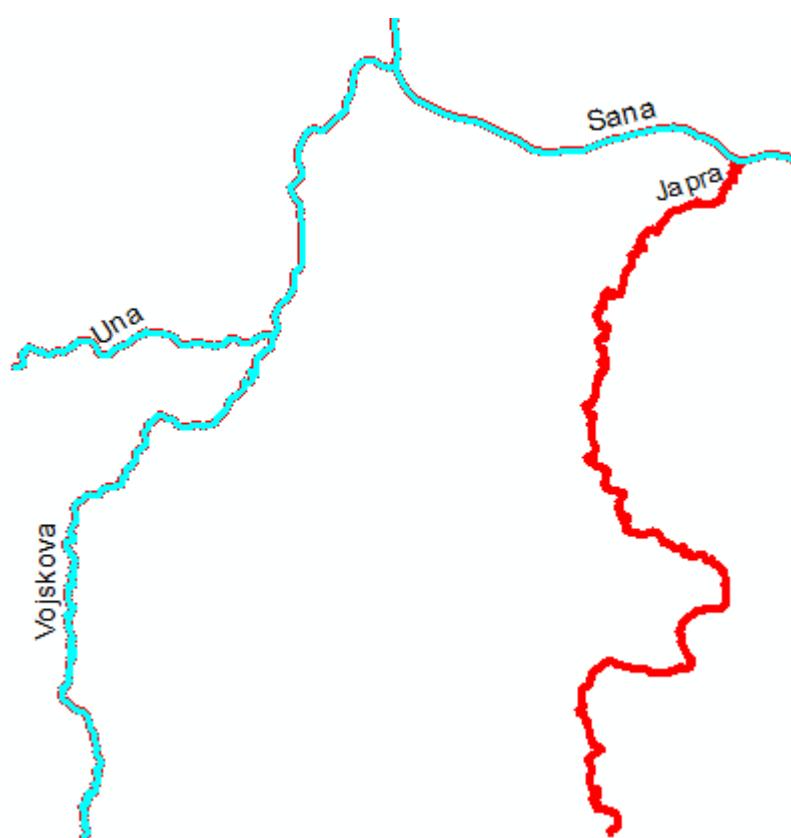


Slika3-32 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 za Miloševac

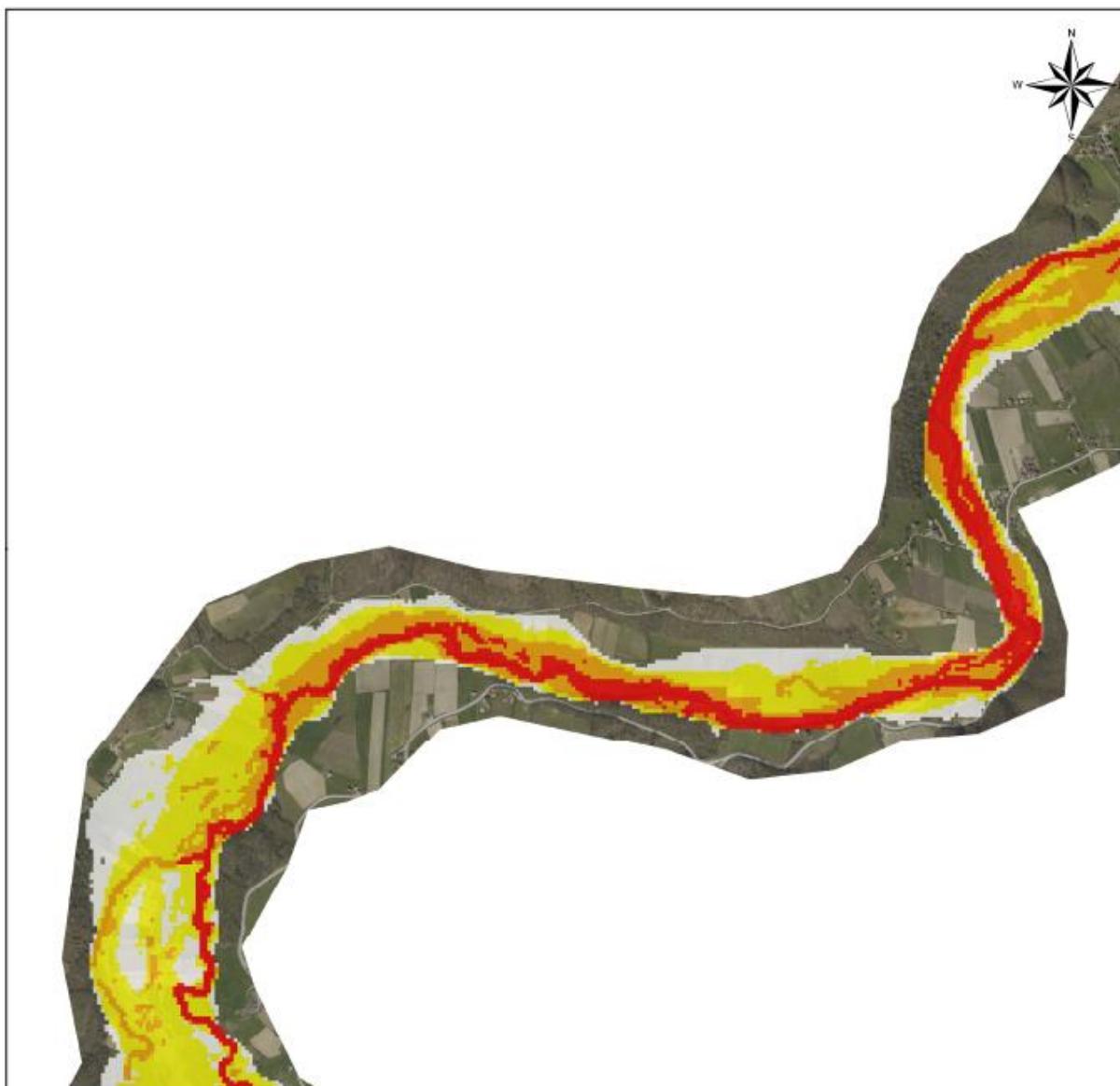
3.13 Model 13: Rijeka Japra – od Gornjih Agića do ušća u rijeku Sanu (UNA_JAP_P01)

Tabela 3-13 Osnovne informacije za (UNA_JAP_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Referentna hidrološka stanica
Japra	UNA_JAP_P01	Neizučeni sliv	2D	(nema)



Slika 3-33 Pozicija dionice (UNA_JAP_P01)



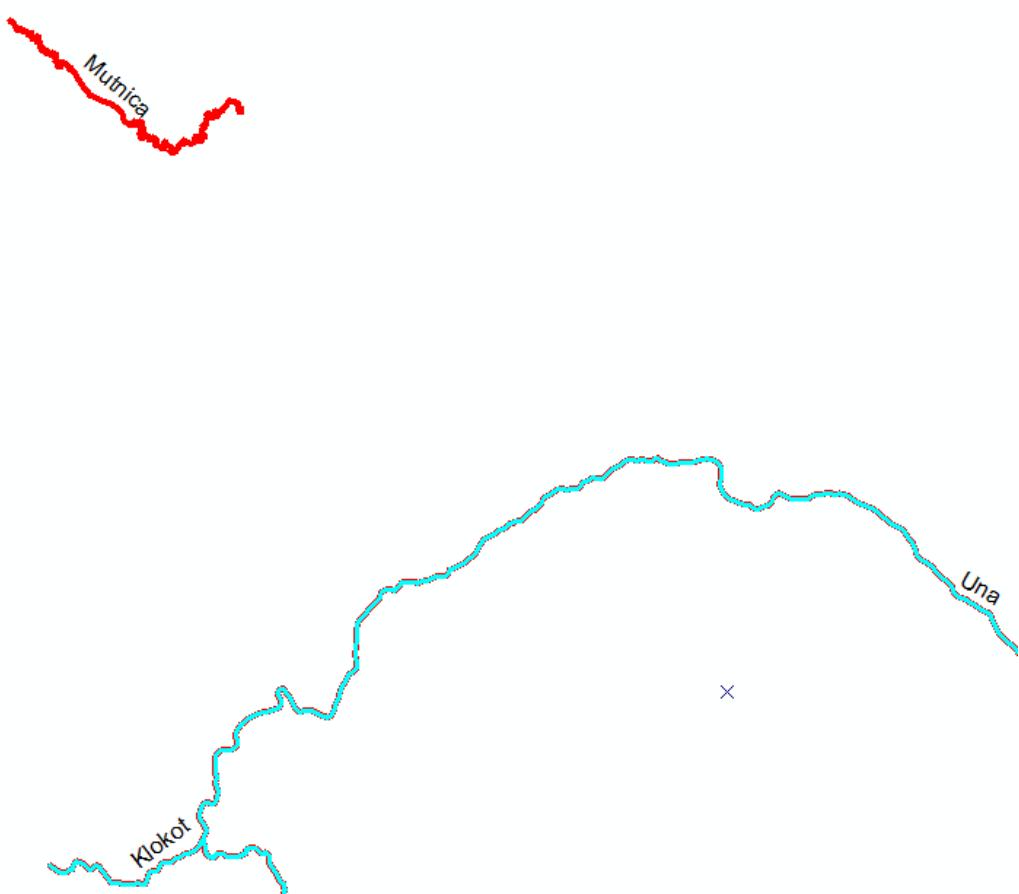
Slika3-34

Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 - Japra

3.14 Model 14: Rijeka Mutnica – od Jušića do Tržca (KGL_MUT_P01)

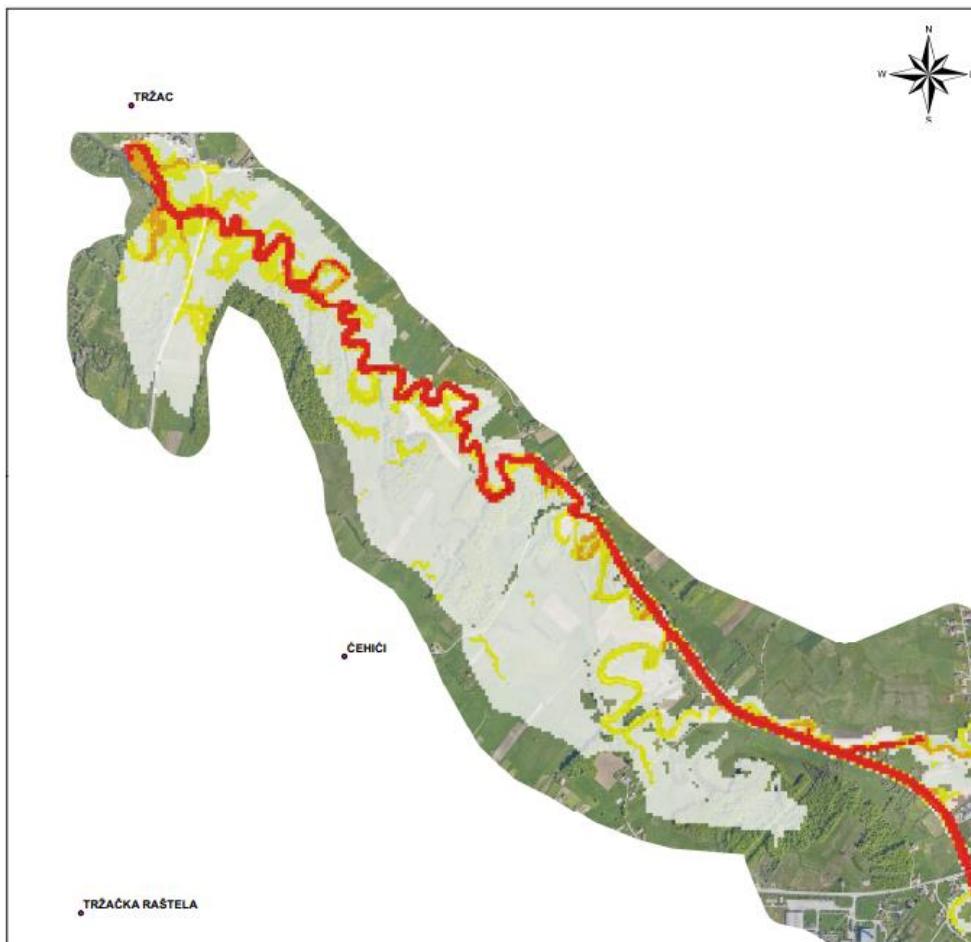
Tabela 3-14 Osnovne informacije za (KGL_MUT_P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološka stanica
Mutnica	KGL_MUT_P01	Neizučeni	1D	(nema)



Slika 3-35

Pozicija dionice (KGL_MUT_P01)



Slika3-36 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100 duž Mutnice

3.15 Model 15: Rijeke Glina, Graborska i Kladušnica

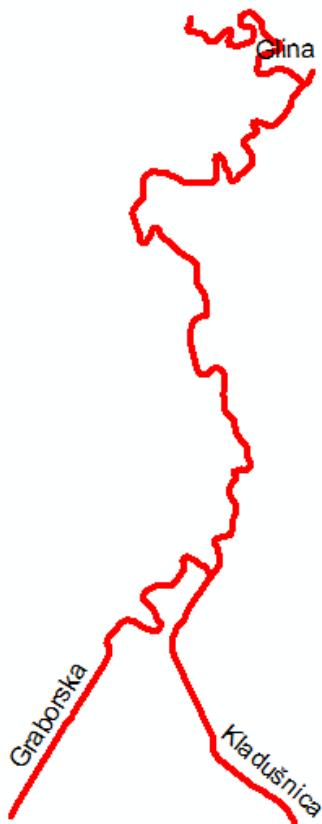
3.15.1 Rijeka Glina – od Miljkovića do ušća u rijeku Kladušnicu (KGL,GLI,P01)

3.15.2 Rijeka Graborska – od Velike Kladuša do ušća u rijeku Kladušnicu (KGL,GRA,P01)

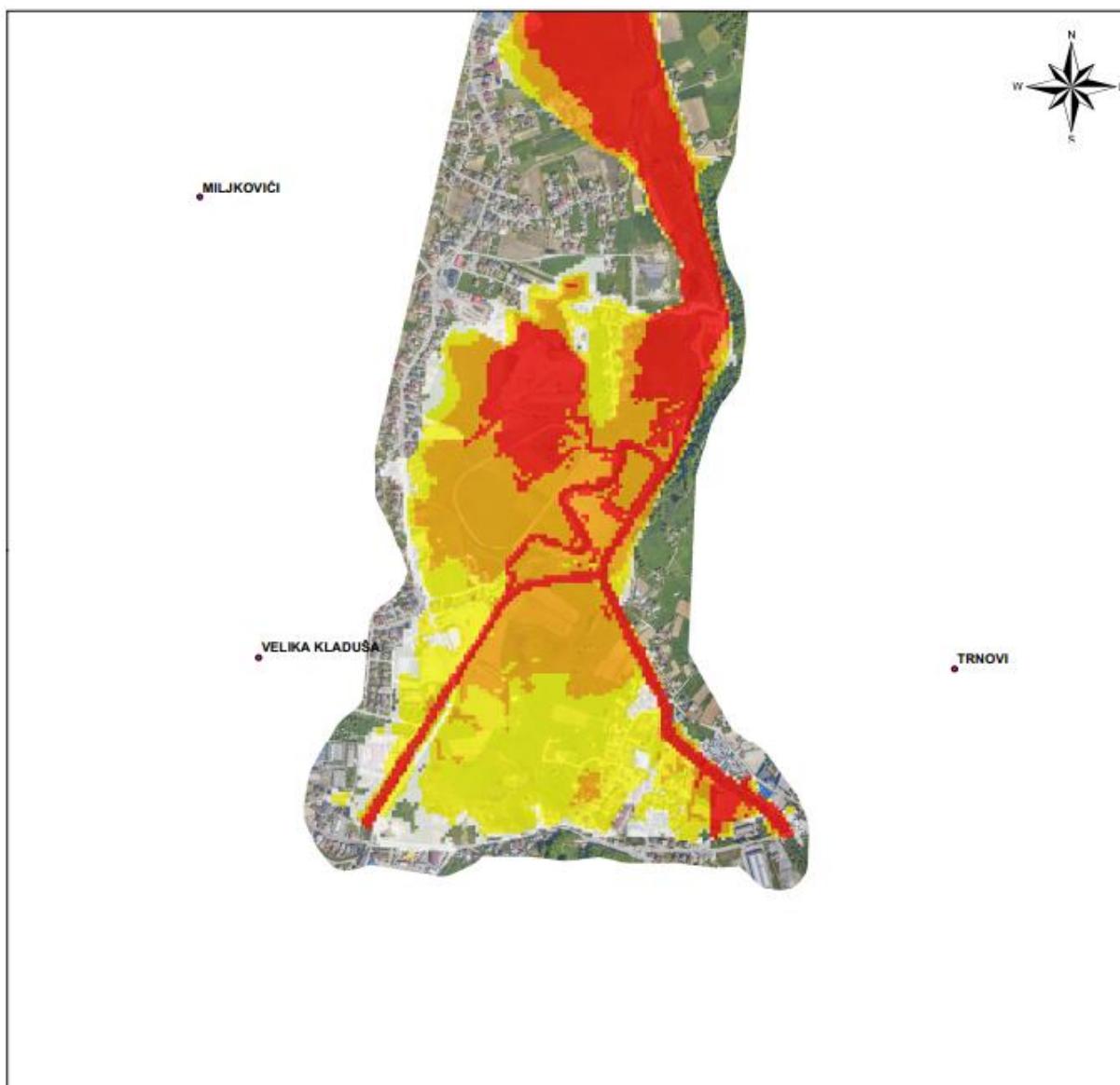
3.15.3 Rijeka Kladušnica – od Velike Kladuše do ušća u rijeku Glinu (KGL,KLA,P01)

Tabela 3-15 Osnovne informacije za (KGL_KLA_P01), (KGL_GRA_P01) i (KGL,GLI,P01)

Naziv modela	Kod dionice	Vrsta sliva	Tip modela	Hidrološka stanica
Glina	KGL,GLI,P01	Neizučeni	1D	(nema)
Graborska	KGL,GRA,P01	Neizučeni		(nema)
Kladušnica	KGL,KLA,P01	Neizučeni		(nema)



Slika3-37 Pozicija dionica (KGL_KLA_P01), (KGL_GRA_P01) i (KGL,GLI,P01)



Slika3-38 Primjer mape opasnosti od poplava za računsku poplavu Q100

Annex A: Izračun opasnosti od poplava

A 1: Fluvijalne poplave i krška polja

54. Za fluvijalne poplave i poplave u krškim poljima opasnost od poplava predstavljena je sljedećom formulom:

$$O = h \bullet (v + 0.5) \quad (1)$$

gdje je:

O – opasnost od poplava;
 h – dubina poplave (m);
 v – brzina poplave (m/s);
0.5 – korektivna konstanta.

A 1: Bujice

55. Za bujične poplave, formula (1) izmijenjena je s dva faktora korekcije:

$$O_T = h \bullet (v+0.5) \bullet F_T \bullet F_E \quad (2)$$

gdje je:

O_T je opasnost od poplava za bujice
 $F_T = f(\text{vrijeme koncentracije } T_c)$
 $F_E = f(\text{erozivnost } Z)$

56. U okviru projekta FHRMP, F_T je izračunat na sljedeći način:

$$F_T = 1 + \frac{\ln\left(\frac{e}{T_c}\right)}{e} \quad (3)$$

57. FT vrijednosti dobijene na ovaj način kreću se u opsegu od 1 za veće bujične slivove (do otprilike 150 km², u zavisnosti od karakteristika drugog sliva koji utiče na T_c) do 2.7 do 2.7 za izuzetno male slivove veličine otprilike 10 ha. Izuzetno mali slivovi neće biti obrađeni u okviru ovog projekta. Odnos $FT = f(T_c)$ prikazan je na Slici A-1.

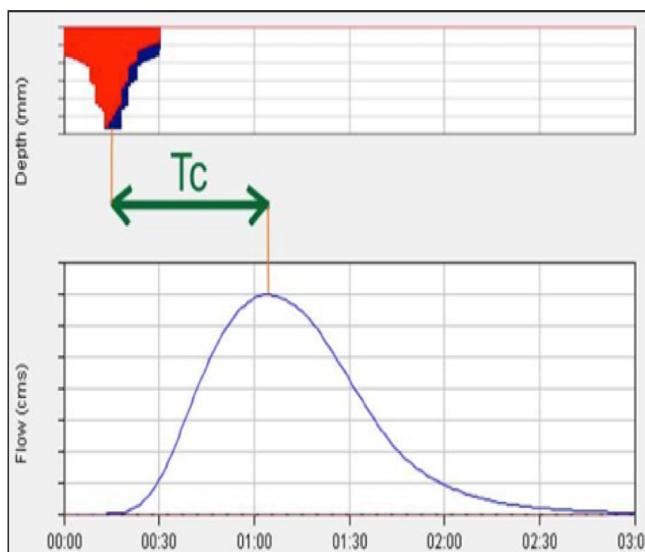


Figure A-1 Tc izведен iz SCS jediničnog hidrograma

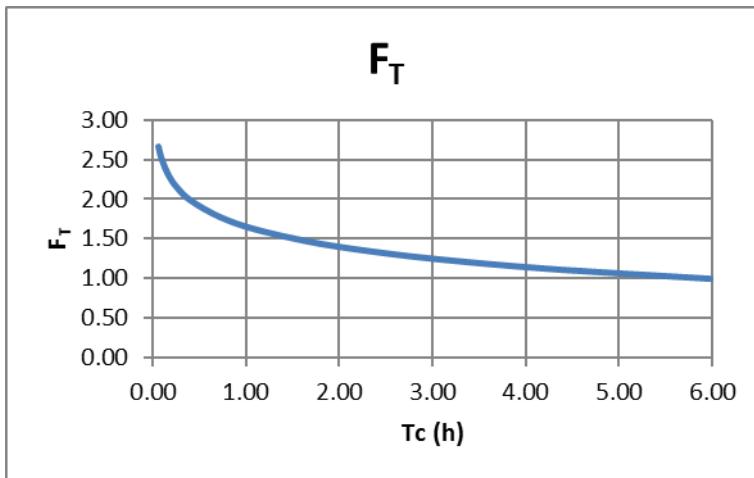


Figure A-2 Odnos korektivnog faktora za bujice FT i Tc

58. F_E vrijednosti se računaju po formuli:

$$FE = f(Z) = 1 + Z$$

gdje je Z dobiveno iz Gavrilovićevog izraza:

$$Z = Y \cdot X \cdot (\phi + \sqrt{S})$$

gdje je:

Y – otpornost tla (u rasponu 0.1-1.0)

X – zaštita zemljišta (u rasponu 0.1-1.0)

ϕ - koeficijent tipa erozije (u rasponu 0-1.5)

S – Nagib se definiše kao: $S = \frac{h \cdot \Sigma L}{A}$

gdje je h visinska razlika unutar sliva, L je dužina i A je sливno područje.

59. Vrijednost Z izračunata je kao ponderirani prosjek parcijalnih vrijednosti erozije Z_p koje odgovaraju dijelovima sliva unutar određene kategorije potencijalne erozije kako je definirao Gavrilović:

Kategorija	Z_p
I	1.00 - 1.50
II	0.70 - 0.99
III	0.40 - 0.69
IV	0.20 - 0.39
V	0.0 - 0.19

60. FE vrijednosti dobijene na ovaj način kreću se od 1 do 2.5.

61. Ukratko, predložena metodologija za procjenu opasnosti od poplava za bujične slivove je sljedeća:

- i. Prvo provjeriti da li je $\text{Max}Q_{20}/Q_{\text{average}} > 50$ i $T_c < 6 \rightarrow$ ako jeste, izračunati:

- a. $T_c \rightarrow F_T$
b. $Z \rightarrow F_E$

- ii. Izračunati O_T , korištenjem F_T i F_E

62. Karte erozije mogu se koristiti za izračunavanje vrijednosti Z. Karta erozije dostupna je za RS¹, ali ne i za FBiH ili BD. Stoga se predlaže da se za ovaj prvi ciklus mapiranja opasnosti od poplava u BiH, faktor korekcije FE u RS izračuna iz dostupne karte erozije, a da se na drugim mjestima koristi srednja

¹ Kartu erozije izradio je R. Lazarević et al. 2013. godine za Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, koja je poboljšala (ne postoji više) prethodno pripremljene kartu za Jugoslaviju od iste skupine autora (1974-85).

vrijednost FE = 1,0 sve dok podaci o eroziji ne budu dostupni u FBiH i BD (eventualno u sljedećem šestogodišnjem ciklusu plana upravljanja poplavama u BiH).

**Annex 1: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu,
Klokot i Krušnicu**

**Annex 2: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu i
Unac**

**Annex 3: Mape opasnosti od poplava za rijeke Sanu i
Sanica**

Annex 4: Mape opasnosti od poplava za rijeku Sanu

**Annex 5: Mape opasnosti od poplava za rijeke Sanu i
Gomjenicu**

**Annex 6: Mape opasnosti od poplava za rijeku
Gomjenicu**

Annex 7: Mape opasnosti od poplava za Taviju Mačkovac

**Annex 8: Mape opasnosti od poplava za rijeku
Mlječanicu**

Annex 9: Mape opasnosti od poplava za rijeku Strigovu

**Annex 10: Mape opasnosti od poplava za rijeke Unu,
Mačkovac, Moštanicu i GOK**

Annex 11: Mape opasnosti od poplava za rijeku Vojskovu

**Annex 12: Mape opasnosti od poplava za rijeke Puharsku i
Miloševac**

Annex 13: Mape opasnosti od poplava za rijeku Japru

Annex 14: Mape opasnosti od poplava za rijeku Mutnicu

**Annex 15: Mape opasnosti od poplava za rijeke
Kladušnicu, Graborsku i Glinu**