

DETALJNA PROCJENA RIZIKA OD POPLAVA I KLIZIŠTA ZA
URBANA PODRUČJA TUZLE I DOBOJA

PROJEKTNO PODRUČJE TUZLA

KNJIGA 1

FINALNI IZVJEŠTAJ

April, 2016. godine

Sadržaj

IZVRŠNI SAŽETAK	4
DETALJNE METODOLOGIJE I REZULTATI PROCJENE RIZIKA OD POPLAVA I KLIZIŠTA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE.....	6
1. PROCJENA RIZIKA OD POPLAVA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE	6
a. Uvod i metodologija	6
b. Rezultati procjene poplavnih rizika	15
2. PROCJENA RIZIKA OD KLIZIŠTA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE.....	17
a. Uvod i metodologija	17
b. Rezultati procjene rizika od klizišta	20
3. FAZA URBANISTIČKOG PLANIRANJA KOJE OBEZBJEĐUJE INVENTAR ELEMENATA POTENCIJALNOG RIZIKA	30
a. Uvod i metodologija	30
b. Ljudske aktivnosti osjetljive na izloženost riziku	36
4. METODOLOGIJA ZA KLIMATSKE PROMJENE	40
a. Uvod i metodologija	40
b. Rezultati modeliranja klimatskih promjena za posmatrano područje Tuzle.....	41
PREDLOŽENE MJERE	45
1. PREPORUKE / MJERE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POPLAVA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE	45
a. Uvod	45
b. Sistemi zaštite od poplava – opća razmatranja.....	45
c. Zaštita od poplava na lokalnom nivou – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu.....	50
d. Specifični proizvodi za zaštitu od poplava.....	53
e. Predložene preporuke / mjere za smanjenje rizika od poplava za urbano područje Tuzle	60
2. PREPORUKE ZA SMANJENJE RIZIKA OD KLIZIŠTA/MJERE ZA URBANO PODRUČJE TUZLE.....	72
a. Nestrukturne mjere	72
b. Strukturne mjere	73
3. PRIJEDLOG NESTRUKTURNIH MJERA ZA SEGMENT URBANOG PLANIRANJA	76
4. MJERE ZA SEGMENT KLIMATSKIH PROMJENA	78
SOCIO-EKONOMSKA ANALIZA.....	79
1. UVOD I METODOLOGIJA.....	79
2. REZULTATI SOCIO-EKONOMSKE ANALIZE	82
INFORMACINI SISTEM RIZIKA.....	86
PRILOZI	88

Lista akronima

BiH	Bosnia i Hercegovina
DOF	Digitalna ortofoto karta
DEM	Digitalni model terena
EU	Evropska unija
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
GIS	Geografski informacioni sistem
INSPIRE	Direktiva Evropskog parlamenta i Vijeća za infrastrukturu prostornih podataka (<i>eng. INnovation in Science Pursuit for Inspired Research</i>)
RS	Republika Srpska
Shp	Shape files

IZVRŠNI SAŽETAK

Izrada Studije procjene rizika od poplava i klizišta za stambeni sektor u Bosni i Hercegovini je pokazala da općine Tuzla (FBiH) i Doboj (RS) predstavljaju područja sa najvišim rizikom opasnosti uzrokovanih poplavama i klizištima.

Stoga je cilj ove Studije provesti detaljnu procjenu rizika od poplava i klizišta (razmjera 1:5000) za urbano područje odabranih općina; Studija obuhvata glavna urbana područja, što obuhvata do 100 kvadratnih kilometara (100 km²) za svaku općinu.

Studija za razmatrano područje Tuzla podijeljena je u dvije knjige:

- Knjiga 1 – Izvještaj;
- Knjiga 2 – Mape opasnosti i rizika za stambeni sektor.

Ovaj izvještaj se odnosi na Knjigu 1 posmatranog područja u gradu Tuzla. Sastoji se od detaljnog opisa korištenih metodologija i postignutih rezultata za svaki segment projekta.

Obzirom na cilj i opis zadatka, postignuti su sljedeći rezultati:

SEGMENT PROJEKTA	POSTIGNUTI REZULTATI
Procjena rizika od poplava Urbano planiranje	Mape opasnosti od poplava sa prikazom događaja za malu (ekstremni događaj), srednju (povratni period ≥ 100 godina) i visoku (povratni period ≤ 20 godina) vjerovatnoću pojave;
	Mape rizika od poplava za razmatrano područje u gradu Tuzla s obzirom na različite scenarije opasnosti od poplava;
	GIS baza podataka sa popisom elemenata pod rizikom za razmatrano područje u gradu Tuzla;
	Mapa elemenata pod rizikom za razmatrano područje u gradu Tuzla;
	Set preporuka/mjera koji obuhvata strukturne i nestrukturne mjere, za smanjenje i/ili sprječavanje nastanka novih poplavnih rizika u području obuhvaćenim studijom;
Procjena rizika od klizišta Urbano planiranje	Karte podložnosti ka kliženju za različite vrste procesa/klizišta;
	Karte podložnosti/hazarda od kliženja za različite vrste procesa/klizišta na kojima je prikazan uticaj projekcije promene klimatskih faktora na klase podložnosti ka kliženju;
	Karta rizika od klizišta;
	GIS baza podataka sa katalogom elemenata rizika na područjima istraživanja;
	Karta elemenata rizika na područjima istraživanja;
	Skup preporuka koji obuhvata strukturne i nestrukturne mjere, za smanjenje i/ili sprječavanje nastanka novih rizika od klizišta u području obuhvaćenim studijom;
Klimatske promjene	Izrada i analiza karata promjene akumuliranih padavina za periode 2011-2040, 2041-2070 i 2071-2100. (godišnji nivo i godišnja doba);
	Izrada i analiza karata promjene indeksa padavina RR20, RR20 t i RR20dt (godišnji nivo i sezone proljeće (MAM) i ljeto (JJA));
	Izrada i analiza karata promjene indeksa RR95, RR95t, RR95dt (godišnji nivo i sezone proljeće (MAM) i ljeto (JJA));
	Izrada i analiza karata promjene indeksa RR60, RR60t, RR60dt (godišnji nivo i sezone proljeće (MAM) i ljeto (JJA)).

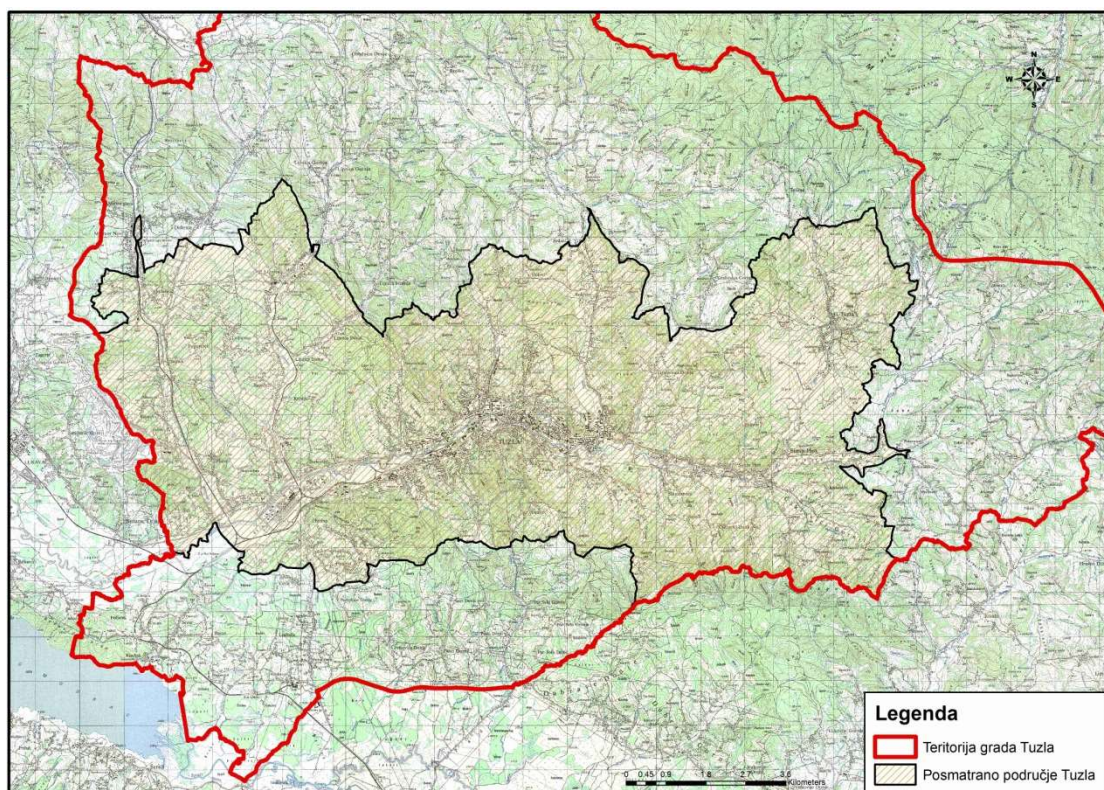
Svi podaci i informacije prikupljeni ili nastali kao rezultat postavljenog zadatka su smješteni u GIS bazi podataka. Web aplikacija MangoMap je platforma na kojoj će kreirani podaci/karte biti dostupni. Ova platforma je opremljena sa alatima kao što su: alatke za mjerenje, za zumiranje odnosno približavanje/udaljavanje, uključivanje/isključivanje različitih podloga izlistanih na legendi, kako bi se olakšalo korištenje potrebnih podataka. Također, postoji opcija za preuzimanje podloga (layer-a) u PDF-u, shape fajl ili KML fajl, te za podešavanje boje nacrti i situacija, itd.

U skladu sa općim ciljem zadatka, relevantne zainteresirane strane su bile uključene kroz sve faze izrade projekta, te garantovale odgovarajući prijenos znanja i iskustva o razmatranim pitanjima.

Osnovne informacije o posmatranom području Tuzla

Teritorija grada Tuzla se nalazi u krajnjem sjeveroistočnom dijelu Tuzlanskog kantona u Federaciji Bosne i Hercegovine i zauzima površinu od 302.55 km² (30,255 ha). U okviru grada Tuzla postoji 65 naseljenih mjesta organizovanih u 40 mjesnih zajednica. Prema Popisu stanovništva 2013. godine, ukupan broj stanovnika grada iznosi 120,441 stanovnika.

Urbana područja na prostoru jedinice lokalne samouprave - grada Tuzla - su definisana u prostornom planu predmetnog grada. Grad Tuzla ima ažuran prostorni plan koji je usvojen krajem 2014. godine. Prostornim planom Grada Tuzla za period 2010. - 2030. godine je definisano 18 urbanih područja sa površinom oko 13,709 ha (137.09 km²). Samo urbano područje Tuzla Grad ima površinu od 11,324 ha (113.24 km²). Ovo urbano područje je modifikovano sa plavnim područjima (posebno u sjeverozapadnom dijelu), pri čemu su se u obzir uzele granice naseljenih mjesta i prihvaćeno kao posmatrano područje u ovom dokumentu sa površinom koja iznosi oko 115 km².



Slika 1 Posmatrano područje u gradu Tuzla (P=115.4 km²)

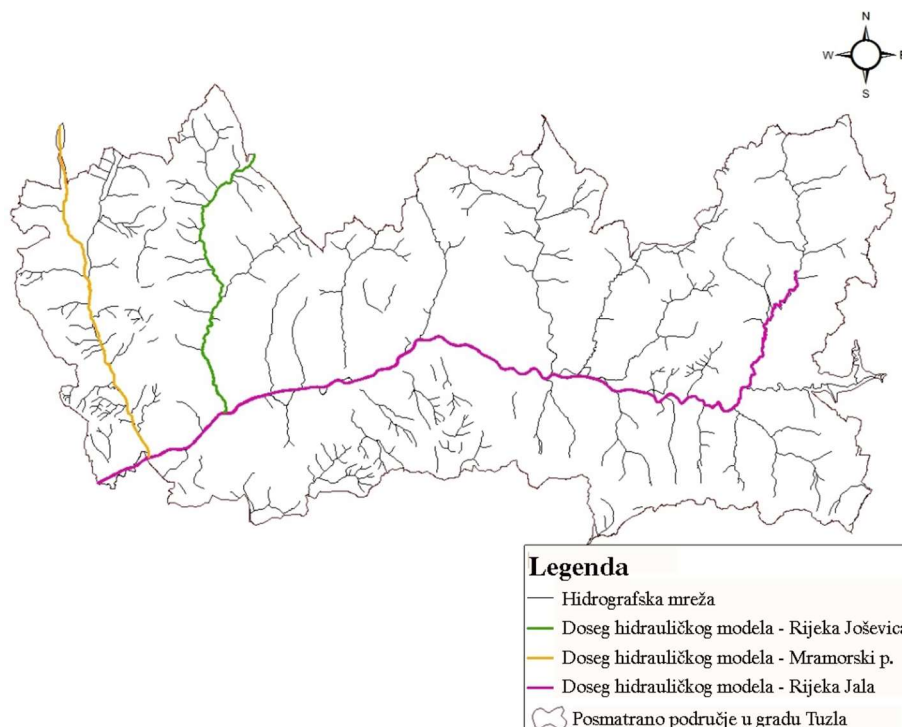
DETALJNE METODOLOGIJE I REZULTATI PROCJENE RIZIKA OD POPLAVA I KLIZIŠTA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE

1. PROCJENA RIZIKA OD POPLAVA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE

a. Uvod i metodologija

Izrada Studije za procjenu rizika od poplava i klizišta za stambeni sektor u Bosni i Hercegovini je pokazala da općine Tuzla (FBiH) i Doboj (RS) predstavljaju područja sa najvišim rizikom opasnosti uzrokovanih poplavama i klizištima. Stoga je cilj ove Studije da provede detaljnu procjenu rizika od poplava i klizišta (razmjera 1:5000) za urbana područja odabranih općina; uključujući glavna urbana područja, što iznosi do 100 kvadratnih kilometara (100 km²) za svaku općinu.

Za potrebe detaljne procjene poplavnih rizika za urbano područje Tuzle, razmatrane su rijeke Jala i njene pritoke, rijeka Joševica i Mramorski potok.



Slika 2 Analizirane sekcije rijeke Jala, rijeke Joševica i Mramorskog potoka

S obzirom na cilj i opis zadatka, procjena rizika od poplava rezultirala je sa sljedećim:

- Mape opasnosti od poplava koje pokazuju malu (ekstremni slučaj), srednju (vjerovatno razdoblje povratnog perioda ≥ 100 godina) i veliku (vjerovatno razdoblje povratnog perioda ≤ 20 godina) vjerovatnoću događaja;
- Mape rizika od poplava za razmatrano područje Tuzle s obzirom na različite scenarije opasnosti od poplava;
- GIS baza podataka sa popisom elemenata pod rizikom za razmatrano područje Tuzle;
- Set preporuka, uključujući strukturne i nestrukturne mjere za smanjenje i/ili sprječavanje nastanka novih rizika od poplava na razmatranom području Tuzle.

Važni koraci za izradu mapa opasnosti od poplava i mapa rizika od poplava mogu se sažeti kroz prikazani dijagram metodologije (Slika 3).



Slika 3 Dijagram toka metodologije za procjenu rizika od poplava

Hidrodinamički model za rijeke koje su analizirane u okviru ove Studije (rijeka Jala, Joševica i Mramorski potok)

Za izradu hidrodinamičkog modela, apsolutno su neophodni geodetski i hidrološki ulazni podaci. Kada su u pitanju geodetske podloge, na raspolaganju su bile sljedeće:

- Topografske karte razmatranog područja razmjere 1:25000;
- Geodetski zabilježena tačke razmatranih riječnih korita;
- Digitalni orto-foto snimci (DOF) u razmjeri 1: 5000;
- Područje obuhvata projekta (.shp fajl).

Hidrološke podloge i hidrološka analiza

Projektno područje Tuzle se nalazi unutar slivnog područja rijeke Jale. Analizirano područje je pokriveno samo jednom hidrološkom stanicom - hidrološka stanica Tuzla (u daljnjem tekstu HS Tuzla), koja sadrži podatke za referentno razdoblje 1961.-1990. i poslijeratno razdoblje. Na temelju hidrološke statističke obrade na HS Tuzla, maksimalni proticaji vjerojatnoće pojave 5%, 1% i 0,2% su prikazani u sljedećoj tabeli.

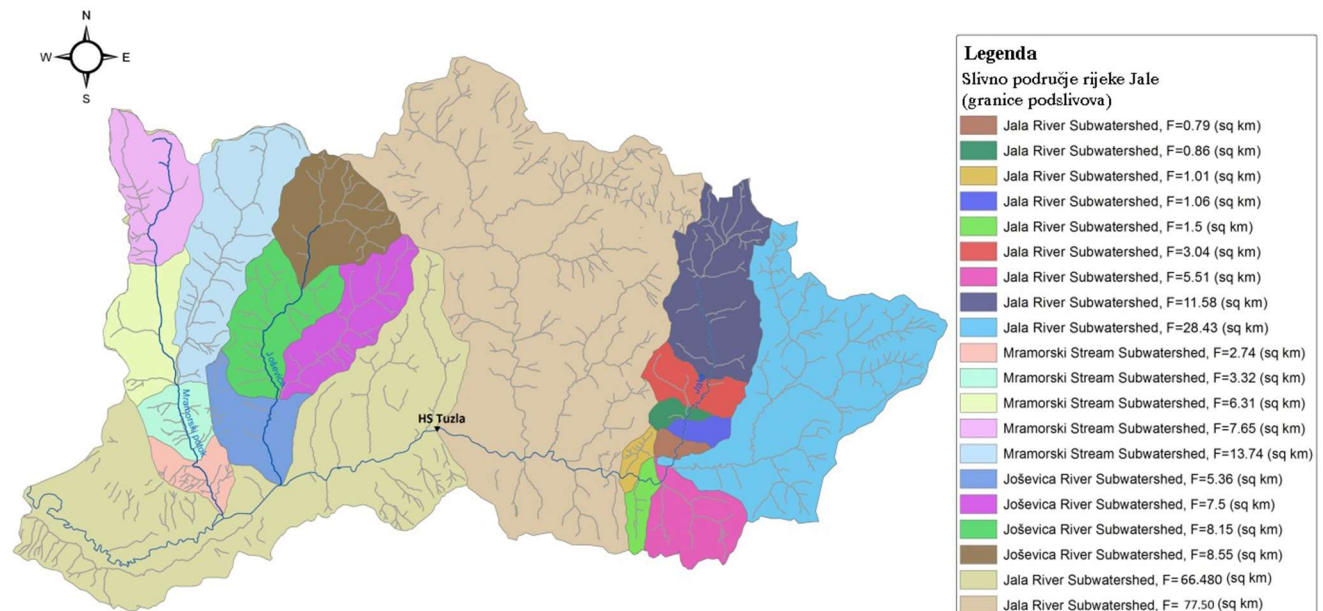
Tabela 1 Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih proticaja na HS Tuzla¹

HS Tuzla	Vodotok	Lokacija u odnosu na projektno područje	Vjerovatnoća (%)					Kota "0" vodomjera (m.n.m.)	Kooridnate	
			10	5	2	1	0.2			
			Povratni period, T (godina)							
			10	20	50	100	500			
			max.Q _T (m ³ /s)							
	Jala	Unutar projektnog područja	112	160	235	313	565	221.517	Širina	Dužina
								44°32'06"	18°41'00"	

S obzirom na postojanje tek jedne hidrološke stanice, može se reći da slivno područje rijeke Jale pripada hidrološki loše izučenom području. S tim u vezi, hidrološka analiza koja je sprovedena u okviru i prema potrebama ovog projekta zasnovana je tek djelimično na osnovu dostupnih podataka sa HS Tuzle.

Kako bi se definirali hidrološki parametri potrebni za hidrauličko modeliranje, provedena je regionalna hidrološka analiza maksimalnog specifičnog oticanja duž rijeke Jale.

Kao rezultat ovakve analize, dobivena je zavisnost između specifičnog maksimalnog oticanja različitog ranga pojave duž razmatranih vodotoka i površine slivnog područja. Uz poznavanje pripadajuće površine sliva, a korištenjem uspostavljenih zavisnosti, moguće je definirati velike vode različitog ranga pojave za bilo koji profil duž razmatranih vodotoka.



Slika 4 Slivno područje rijeke Jale

¹ Podaci dobiveni iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda

Proračunati hidrološki parametri vezani uz specifične lokacije duž rijeke Jale i njenih pritoka, a koji su korišteni za hidrauličko modeliranje (maksimalni protoci sa vjerovatnoćom pojave 5%, 1% i 0,2%), prikazani su kroz tabelu u nastavku (Tabela 2).

Detalji izvršene hidrološke analize dati su u Prilogu 1.

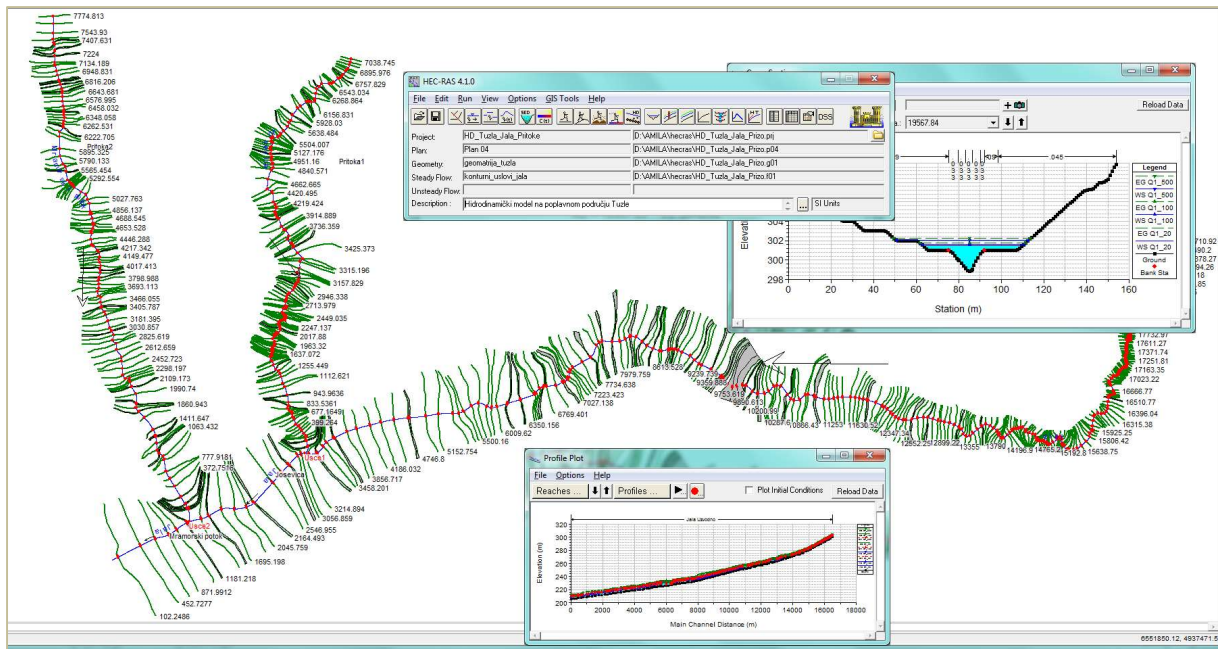
Tabela 2 Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih proticaja na karakterističnim profilima duž rijeke Jale i njenih pritoka

Vodotok	Profil br.	Specifična lokacija	Površina sliva (km ²)	max.Q _T (m ³ /s)		
				Vjerovatnoća maksimalnih godišnjih proticaja (%)		
				5	1	0.2
				Povratni period, T (god)		
				20	100	500
Rijeka Jala	19710.9	Početak poteza duž rijeke Jala	11,58	47	57	92
	18442.4	Desna pritoka_1 (ušće)	14,98	57	69	112
	17992.7	Desna pritoka_2 (ušće)	15,84	59	72	116
	17252.9	Lijeva pritoka (ušće)	16,90	61	75	122
	16231.7	Rijeka Požarnica (ušće)	45,33	115	150	236
	15637.3	Vujnovića potok (ušće)	50,84	122	162	253
	14815.6	Lugonjički potok (ušće)	52,34	124	165	258
	14348.2	Duboki potok (ušće)	53,35	126	167	261
	14034.6	Početak regulacije rječnog korita	54,64	127	170	264
	8169.48	HS Tuzla	131,28	160	275	565
	102.003	Kraj poteza duž rijeke Jala	240	205	338	608
Rijeka Joševica	7040.12	Početak poteza duž rijeke Joševica	8,55	23	32	40
	3008.28	Lijeva pritoka (ušće)	24,19	56	82	108
	107.677	Kraj poteza duž rijeke Joševica (ušće)	32,7	72	108	143
Mramorski potok	7776.14	Početak poteza duž Mramorskog potoka	7,65	21	29	36
	4248.45	Osojački potok (ušće)	27,7	63	93	123
	1851.76	Početak regulacije rječnog korita	31,02	69	103	136
	172.852	Kraj poteza duž Mramorskog potoka (ušće)	33,76	74	121	148

Izrada hidrodinamičkog modela

Hidrodinamički model je izrađen korištenjem "open source" aplikacije HEC GeORAS 4.1 koja se koristi u kombinaciji sa GIS softverskim paketom. Obrade digitalnih modela terena i ortofoto snimaka omogućile su pripremu geometrijskih podataka potrebnih za hidraulički proračun pomoću softverskog paketa HEC-RAS.

Unosom geometrijskih podataka u HEC-RAS i definiranih proticaja velikih voda na karakterističnim lokacijama pristupilo se hidrauličkoj analizi.



Slika 5 Pripremljena geometrija za hidraulički model rijeke Jale, Mramorskog potoka i rijeke Joševice

Rezultati hidrodinamičkog modela za vrijednosti protoka velikih voda povratnog perioda 1/100 uspoređeni su s podacima prikupljenim od lokalnog stanovništva za vrijeme terenske posjete. Usporedba visokih vodostaja prikupljenih od lokalnog stanovništva i rezultati hidrodinamičkog modela za protoke velikih voda povratnog perioda 1/100 dati su u Prilogu 3.

Hidraulički proračuni su također rađeni za druga dva karakteristična maksimalna protoka (1/20 i 1/500).

Osnove hidrauličkog proračuna su date u Prilogu 2.

Procjena opasnosti od poplava

Kao dio razvoja i unapređenja sistema integralnog upravljanja vodama, 23. septembra 2007. godine Evropski parlament i Vijeće Evropske unije je usvojilo Direktivu o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima 2007/60/EC. Svrha je uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima s ciljem smanjivanja štetnih posljedica poplava po zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost. Scenariji opasnosti od poplava izrađeni su slijedeći smjernice spomenute Direktive, a posebno zahtjeve definisane u poglavlju III, član 6, "Mape opasnosti od poplava i mape rizika od poplava" i "Pravilnik o vrsti i sadržaju planova zaštite od poplava u FBiH".

Za Republiku Srpsku, ne postoji pravno obavezujući dokument za scenarije opasnosti od poplava.

Međutim, u skladu sa entitetskim Zakonima o vodama, poplavni događaji koje treba uzeti u obzir za izradu scenarija opasnosti od poplava su definirani u oba entiteta, a što će biti polazna tačka:

- Poplave male vjerovatnoće, ili scenariji ekstremnih događaja, (vjerovatnoća povratnog perioda 500 godina);
- Poplave srednje vjerovatnoće (vjerovatnoća povratnog perioda 100 godina);
- Poplave velike vjerovatnoće (vjerovatnoća povratnog perioda 20 godina).

Dakle, za sve te različite scenarije, izrađene su sljedeće karte:

- Scenarij opasnosti od poplava za male (ekstremni događaj), srednje (vjerovatnoća povratnog perioda ≥ 100 godina) i velike (vjerovatnoća povratnog perioda ≤ 20 godina) vjerovatnoće događaja;
- Mape opasnosti od poplava koje pokazuju male (ekstremni događaj), srednje (vjerovatnoća povratnog perioda ≥ 100 godina) i velike (vjerovatnoća povratnog perioda ≤ 20 godina) vjerovatnoće događaja;

Za definisane specifične hidrološke ulazne podatke, (poplave s definisanim razdobljima povrata) izrađene su hidrauličke analize korištenjem DEM 5x5, dopunjene sa postojećim geodetskim snimcima poprečnih profila, a sve s ciljem kako bi se odredila dubina, brzine protoka i obim poplave za sva tri definisana povratna perioda.

Mapa opasnosti predstavlja rezultat hidrauličke analize tečenja u plavnim zonama, odnosno kombinaciju brzine i dubine dobivenih iz hidrauličkog modela.

Usvojena vrijednost opasnosti (O) od poplava u ovisnosti o brzini i dubini toka iznosi:

$$O = h * (v + 0.5)$$

Gdje je:

h – Dubina poplave (m);

v – Brzina poplave (m/s);

0,5 – Korektivna konstanta².

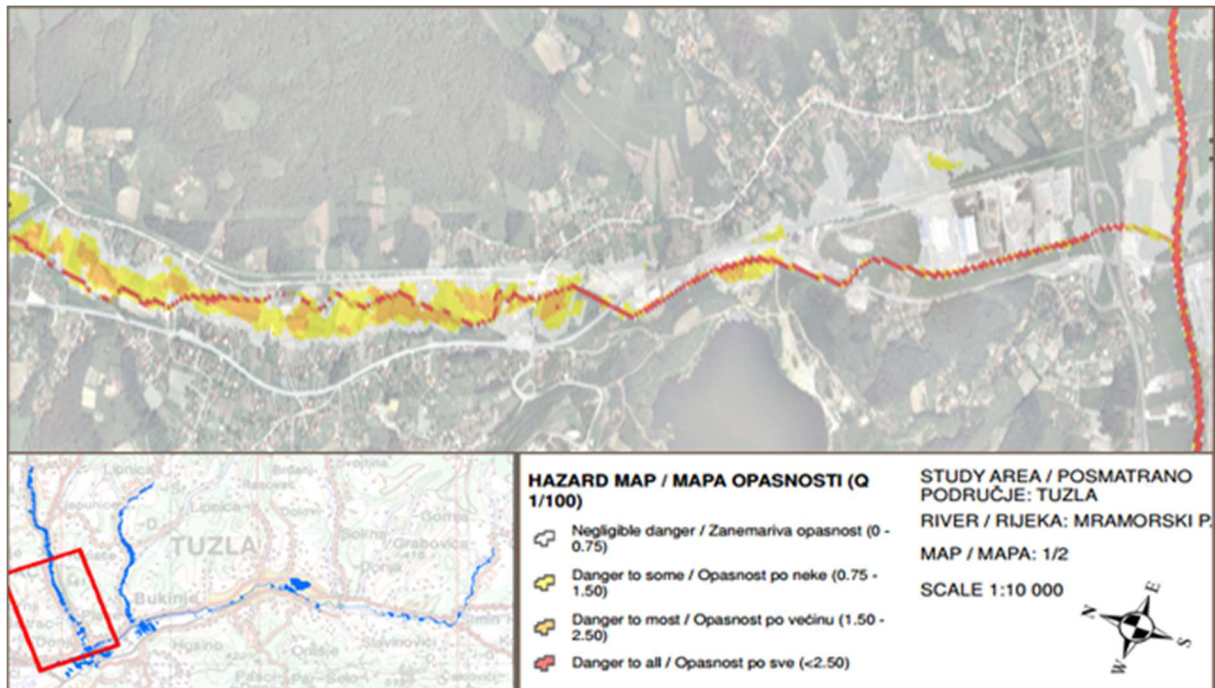
Tabela 3 Tabela opasnosti kao funkcija dubine i brzine vode

		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 Proizvod brzine i dubine vode logično se nameće kao kriterij za određivanje opasnosti: Pri istoj dubini veća je opasnost ako je brzina veća. Ako je dubina „nula“ (h=0), tada nema poplave i ne može biti niti brzine, međutim ako je brzina „nula“ (v=0) tada može postojati opasnost zbog dubine (primjer poplava u kraškom polju gdje dubina može biti desetke metara, a da se voda praktično kreće nemjerljivom brzinom). Evidentna je opasnost po ljude i objekte u takvom slučaju. U formulu je uveden korekcijski faktor (konstanta), kojim bi se izbjegla mogućnost da se, u slučaju poplave određene dubine, dobije umnožak „nula“.

Opasnost je podijeljena u sljedeće kategorije:

Kategorija	Od (>)	Do (≤)	Opis
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	25,00	Opasnost za sve



Slika 6 Mapa opasnosti od poplava za Mramorski potok (mapa prikazuje srednju vjerovatnoću događaja, T=100god)

Mape opasnosti od poplava za sve tri vjerojatnoće događaja su navedene u Knjizi 2. razmatranog područja u gradu Tuzla.

Procjena rizika od poplava

U skladu sa Direktivom EU, mape rizika od poplava moraju prikazati moguće štetne posljedice povezane s scenarijima opasnosti od poplava i izražene kao što slijedi:

- Indikativni broj stanovništva pod mogućim utjecajem;
- Vrsta privredne aktivnosti područja pod mogućim utjecajem.

Osim toga, za svaki scenarij opasnosti od poplava, date su određene informacije:

- Očekivani neposredni društveni gubici (ljudski gubici, raseljena domaćinstva uslijed gubitka stambenog stanovanja i potrebe za privremenim skloništima);
- Očekivana neposredna fizička oštećenja za razne elemente pod rizikom identifikovane u područjima studije (popis);
- Očekivani ekonomski gubici, izraženi kao godišnji prosječni gubici i najveći mogući gubici.

Na temelju različitih scenarija opasnosti, definisan je detaljni pristup za procjenu poplavnog rizika i to je rezultiralo sljedećim:

- Mape poplavnog rizika za razmatrano područje u gradu Tuzla s obzirom na različite scenarije opasnosti od poplava (kao što je definisano projektnim zadatkom). Procjena poplavnih rizika bi trebala da: “uključi identifikaciju i procjenu broja zgrada, infrastrukture i stanovništva izloženog različitim scenarijima opasnosti od poplava. Popis može takođe sadržavati podatke za bitna postrojenja, objekte (postrojenja) sa velikom mogućnošću gubitaka, odabrane transportne sisteme i sisteme za spašavanje, demografske podatke, podatke o poljoprivredi i vozilima. Stvarni sadržaj popisa može se razlikovati prema studijskom području koje se razmatra”.
- Set preporuka, uključujući strukturne i nestrukturne mjere za smanjenje i/ili spriječavanje nastanka novih poplavnih rizika na razmatranom području u gradu Tuzla.

Mape rizika, pored opsega plavljenja prikazuju i posljedice štetnog dejstva poplava. Informacije koje bi trebala sadržavati jedna mapa rizika, definirane su člankom 6. (5) EU Direktive i navedene su u prethodnom tekstu.

Na osnovu metodologije, podaci za mape rizika dobivaju se množenjem „vrijednosti“ ugroženih kategorija s vrijednošću za opasnost „O“. Prema Okvirnoj direktivi kategorije su podijeljene na slijedeći način:

- stanovništvo,
- ekonomija/gospodarstvo,
- zaštićena područja,
- kulturno-historijski spomenici,
- IPPC postrojenja.

Pojedine kategorije podijeljene su u grupe ili „potkategorije“, npr. za gospodarstvo: „devastirani“ objekti, društveni objekti, komercijalni objekti, stambeni objekti, ceste, željeznice, zemljište (poljoprivreda, šume, i sl. – prema kodovima definiranim u CORINA). Unutar grupe slijedi dalja podjela prema namjeni objekta, ceste, zemljišta i sl., kao npr.: bolnica, dom kulture, škola itd.

Sve kodirane podkategorije za privredu, zaštićena područja, kulturno-istorijsko nasljeđe i IPPC postrojenja prikazane su u dijelu ovog izvještaja pod naslovom „Ljudske aktivnosti osjetljive na izloženost riziku“.

Svakom elementu dodijeljen je težinski faktor unutar kategorije, a za izradu zbirne mape rizika, dodijeljeni su težinski faktori kategorijama i to na način da se zbirni rizik kreće od 0 do 1,0 (ili od 0% do 100%). Prilikom prezentiranja zbirnog rizika pojedinačni rizici svedeni su (prije dodjeljivanja težinskih faktora) na vrijednosti od 0-1,0 i to na način da je za svaku kategoriju određen „PRAG“ maksimalnog rizika: granična vrijednost preko koje se smatra da je rizik 100%.

Pojedinačne mape opasnosti dobivaju se množenjem broja točkica (ili broja kilometara za linijske, odnosno km² za poligonalne elemente) s težinskim faktorom i koeficijentom opasnosti „O“:

$$RF = \sum n \cdot WF \cdot O$$

Gdje je:

RF – faktor rizika

n – broj tačkaka, km ili km²

WF – Težinski faktor

O – opasnost = $h \cdot (v+0.5)$

Dobivene vrijednosti, prikazane u prostoru, daju tematske mape rizika.

Usvojene klase rizika su:

1. Stanovništvo

Faktor rizika	Klasa	Kategorija rizika
0-49	0	Zanemariv rizik
50-499	$0 < R < 0,25$	Nizak rizik
500-999	$0,25 < R < 0,50$	Umjeren rizik
1.000-1.499	$0,50 < R < 0,75$	Visok rizik
≥ 1.500	$0,75 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

2. Gospodarstvo

Faktor rizika	Klasa	Kategorija rizika
0-49	0	Zanemariv rizik
50-249	$0 < R < 0,33$	Nizak rizik
250-499	$0,33 < R < 0,67$	Visok rizik
≥ 500	$0,67 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

3. Kulturno i historijsko nasljeđe

Faktor rizika	Klasa	Kategorija rizika
0-499	0	Zanemariv rizik
500-3.499	$0 < R < 0,25$	Nizak rizik
3.500-6.999	$0,25 < R < 0,50$	Umjeren rizik
7.000-9.999	$0,50 < R < 0,75$	Visok rizik
≥ 10.000	$0,75 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

4. Zaštićena područja

Faktor rizika	Klasa	Kategorija rizika
0-499	0	Zanemariv rizik
500-1.499	$0 < R < 0,33$	Nizak rizik
1.500-2.499	$0,33 < R < 0,67$	Visok rizik
≥ 1.500	$0,67 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

5. IPPC postrojenja

Faktor rizika	Klasa	Kategorija rizika
0-149	0	Zanemariv rizik
150-299	$0 < R < 0,50$	Visok rizik
≥ 300	$0,50 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

Iz gornjih tabela se može vidjeti šta praktično znači ovako definiran „maksimalni rizik“ (=1,0). Primjer „stanovništvo“: Rizik je ekstreman (=1,0) **ako se na području najveće opasnosti potencijalno nalazi 10 ili više ljudi** (ili 50+ ljudi na području granične opasnosti).

Konačno, ovako dobiveni relativni faktori rizika, izraženi kroz brojčane „klase“ po različitim kategorijama, svode se na zbirnu mapu rizika zbrajanjem vrijednosti po rasterima uz korekciju relativnog faktora rizika za određenu kategoriju, odgovarajućim težinskim faktorom te kategorije.

Pomoću logike i analize težinskih faktora iz dostupnih metodologija za neke zemlje EU, sljedeći težinski faktori su usvojeni,:

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| 1. Stanovništvo | 0,40 (40%) |
| 2. Privreda | 0,35 (35%) |
| 3. Kulturno i historijsko nasljeđe | 0,10 (10%) |
| 4. Zaštićena područja | 0,15 (15%) |
| 5. IPPC postrojenja | bez kategorije |

Napomena: Zbrajanjem pojedinačnih faktora rizika pomnoženih s odgovarajućim težinskim faktorima dobiva se zbirni faktor rizika. IPPC postrojenja stavljena su „van kategorije“ i ne učestvuju u zbrajanju pojedinačnih faktora rizika za formiranje zbirne mape rizika – ukoliko je pojedinačni faktor rizika za IPPC postrojenje 1, on se prenosi na zbirnu mapu u svojoj punoj vrijednosti (tako da na toj površini, ostali pojedinačni faktori nemaju utjecaja jer na mogu dodatno povećati maksimalni rizik).

Na ovaj način vrijednosti prikazane na zbirnoj mapi rizika kreću se od 0-1,0 odnosno rizik je od 0 do 100%.

Klasa (RF)	Kategorija rizika
0	Zanemariv rizik
$0 < R < 0,25$	Nizak rizik
$0,25 < R < 0,50$	Umjeren rizik
$0,50 < R < 0,75$	Visok rizik
$0,75 < R < 1,0$	Ekstremni rizik

Mape rizika od poplava za različite scenarije opasnosti su navedene u Knjizi 2. Razmatranog područja Tuzle.

b. Rezultati procjene poplavnih rizika

Rezultati procjene opasnosti od poplava za razmatrano područje Tuzle

Kao što je već spomenuto, analizirani su protoci velikih voda povratnog perioda 20, 100 i 500 godina.

Kategorije opasnosti zavise od udjela dubine poplave i brzina na cijeloj dužini poplavnog područja.

Izradom mapa opasnosti, najveća kategorija opasnosti očituje se uz širi obalni pojas rijeke Jale pri pojavi 500-godišnjih voda. Razmjerno dubinama i brzinama dobivenim modelom za 20-godišnje i 100-godišnje vode na cijeloj dužini poplavnog područja, idući od korita rijeke Jale, Mramorskog potoka i rijeke Joševice prema zaobalnim područjima opasnost se smanjuje kroz kategorije od opasnosti po većinu do kategorije zanemarive opasnosti.

Mape opasnosti za poplavno područje rijeke Jale, Mramorskog potoka i rijeke Joševice koje su dobivene izradom hidrodinamičkog modela, date su u Knjizi 2. razmatranog područja Tuzle.

Rezultati procjene poplavnih rizika za razmatrano područje Tuzle

Najveći rizik u slivu rijeke Jale, definiran na osnovu postojeće metodologije, očituje se rizikom po stanovništvo i ekonomiju tj. gospodarstvo.

Na osnovu mapa poplavnog rizika, a sagledavajući proticaje velikih voda povratnog perioda 20, 100 i 500 godina, izdvojene su sljedeće lokacije sa najvećim rizikom po stanovništvo (Tabela 4).

Tabela 4 Najugroženija poplavna područja na razmatranom području Tuzle (rizik po stanovništvo)

Kategorija rizika	Proticaj (m ³ /s)			Vodotok
	Q 1/20	Q 1/100	Q 1/500	
Ekstremni rizik	Gornja Tuzla	Gornja Tuzla	Gornja Tuzla	Jala
	Simin Han	Simin Han	Kreka	
	Slavinovići	Slavinovići	Stupine	
			Simin Han	
			Slavinovići	
		Tuzla (Panonsko jezero)	Tuzla (Panonsko jezero)	
	Lipnica	Lipnica	Lipnica	Joševica
	Lipnica	Lipnica	Lipnica	
	Donja Lipnica	Donja Lipnica	Donja Lipnica	
	Rapače	Rapače	Rapače	
	Milešići	Milešići	Milešići	Mramorski potok
	Hodžići	Hodžići	Hodžići	
			Bukinje	Joševica (ušće u rijeku Jalu)
		Šići	Mramorski potok (ušće u rijeku Jalu)	

Općenito, najveći rizik po gospodarstvo je prisutan u samom urbanom području Grada Tuzla, kao i u naseljima Stupine, Slavinovići, Simin Han, Gornja Tuzla, i Bukinje. Objekti koji se nalaze bliže obali rijeke Jale su izloženi ekstremnom riziku. Nema značajnijeg rizika za većinu cesta.

Na rijeci Joševici, najveći rizik po gospodarstvo je prisutan očituje se na području: Lipnici, Lipnici Donjoj i Rapačama. Mali rizik je prisutan u Bukinjama.

Na Mramorskom potoku, najveći rizik po gospodarstvo očituje se na lokaciji Milešići, Brgule i Kalajevo. Mali rizik je prisutan na lokaciji Šići.

Nema kulturnog i historijskog nasljeđa pronađenog u slivnom području Tuzle koje je izloženo riziku od poplava. Za sve protoke velikih voda (1/20, 1/100, 1/500), rizik je zanemariv.

Takođe, ni za kategoriju zaštićenih područja nema zabilježenog rizika.

Na razmatranom području, postoji samo jedno IPPC postrojenje i to je Termoelektrana Tuzla.

Mape poplavnih rizika za različite scenarije opasnosti su navedene u Knjizi 2. Razmatranog područja Tuzle.

2. PROCJENA RIZIKA OD KLIZIŠTA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE

a. Uvod i metodologija

Procjena rizika od klizišta predstavlja proces analize raspoloživih informacija u cilju sračunavanja stepena rizika na ljude, materijalna dobra ili životnu sredinu. Generalno posmatrajući, analiza rizika obuhvata sljedeće korake: definisanje okvira procjene, definisanje hazarda, procjenu ugroženosti i procjenu rizika. Procjena rizika integriše analizu hazarda i ugroženosti elemenata rizika (analiza posljedica) s ciljem utvrđivanja stepena rizika, kroz formu opšte hazard-rizik jednačine:

$$[\text{rizik} = \text{hazard} \times \text{podložnost} \times \text{elementi pod rizikom}]$$

Ova jednostavna, a s druge strane veoma moćna jednačina, prikazuje glavne faktore rizika. Ona uključuje vjerovatnoću pojave potencijalno štetnog klizišta određene magnitude (hazard), zatim elemente pod rizikom i njihovu ugroženost od pojave klizišta date magnitude, izraženu kao odnos potencijale štete prema ukupnoj vrijednosti elementa pod rizikom.

Hazard je vjerovatnoća da dođe do neželjenih posljedica. Karakterizacija hazarda treba da obuhvati: prostornu distribuciju tj. lokaciju, magnitudu, tj. zapreminu (ili površinu) prostora zahvaćenog procesom kliženja, klasifikaciju procesa i brzinu kretanja potencijalnog klizišta (ili drugim mehanizmom pokrenutog materijala), kao i vjerovatnoću njegove pojave u okviru određenog vremenskog perioda.

Elementi pod rizikom predstavljaju sve elemente koji mogu biti izloženi uticaju procesa, a najčešće se radi o stanovništvu, različitim vrstama objekata (najčešće stambenim), infrastrukturnim objektima ili drugoj imovini.

Ugroženost je potencijalni stepen gubitka vrednosti datog elementa ili skupa elemenata izloženih procesu kliženja odgovarajućeg intenziteta/magnitude. Izloženost se pri tom odnosi na stanovništvo, imovinu ili pak druge elemente pod rizikom prisutne u području koje može biti pod uticajem. Računa se kao prostorna i vremenska vjerovatnoća da se element pod rizikom nalazi u zoni dejstva klizišta i mora biti uključena u jednačinu rizika. Procjena ugroženosti elemenata rizika uglavnom zavisi od razmjere analize i tipa elemenata koji su potencijalno izloženi određenom hazardu. Npr. procjena da li su elementi pod rizikom izloženi ili ne potencijalnom hazardnom procesu, određena je njihovom lokacijom u odnosu na zonu dejstva klizišta, koja varira zavisno od mehanizma procesa. Kada se govori o izloženosti elemenata pod rizikom bitno je razlikovati statičke elemente (zgrade, putevi, druga infrastruktura itd.) i pokretne elemente (vozila, osobe itd.).

U većini slučajeva, sveobuhvatan pristup procjene rizika od klizišta ima manjkavosti, posebno u pogledu hazarda i ugroženosti. U našem slučaju vremenska komponenta, tj. učestalost pojave klizišta, ne može biti definisana na osnovu postojećih podataka, kao i vrijednost ni konstruktivni detalji elemenata pod rizikom, što svakako za rezultat ima određen stepen improvizacije, što će kroz metodologiju biti pojašnjeno.

Stoga se primjenjena metodologija procjene rizika od klizišta sastoji od sljedećih koraka: izrade karte hazarda/podložnosti, izrade katastra elemenata pod rizikom, sračunavanja ugroženosti na osnovu njihove izloženosti potencijalnom procesu kliženja i procjeni rizika od klizišta. Ovi koraci će u daljem tekstu prvo biti ukratko objašnjeni, uz pojašnjenja i opravdanost njihove improvizacije gdje je to primenljivo.

Izrada karte rizika od klizišta prvo zahtijeva izradu karte podložnosti terena na kliženje u razmjeri 1:5000.

Kako u predmetnim općinama u bazama podataka postojećih klizišta nedostaje vremenska komponenta (datum aktiviranja, datum reaktiviranja, prethodni status aktivnosti), ocjena hazarda je urađena na nivou podložnosti na kliženje. U kombinaciji sa dinamičkim promjenjivim koje opisuju aktivatore procesa (u ovom slučaju padavine), ova procjena i rezultujuća karta dobijaju određenu vremensku dimenziju. Konkretno, karta podložnosti na kliženje izrađena je na osnovu analize stacionarnih promjenjivih, koje se ne mijenjaju značajno tokom vremena i predstavljaju suštinski uzročnike kliženja (npr. geološke karakteristike, geomorfološke karakteristike, korišćenje zemljišta i dr.). Sa druge strane, padavine predstavljaju najznačajniji aktivator procesa u obje općine i mogu biti modelirane interpoliranjem postojećih istorijskih podataka, kao i podataka dobijenih iz kratkoročnih/dugoročnih prognoza padavina. S ciljem izbjegavanja miješanja podataka sa različitom vremenskom osnovom, predloženo je da se za izradu karte podložnosti iskoriste samo stacionarne promjenjive i dopune sa tri scenarija padavina u cilju dobijanja konačne karte koja je kolokvijalno nazvana karta kvazi-hazarda.

Uticaj geološke sredine je definisan na osnovu geoloških podataka i uključuje litološke i hidrogeološke jedinice (komplekse i članove). Urađeni su odgovarajući rasteri inženjerskogeoloških jedinica i jedinica udaljenosti od hidrogeoloških granica (zbog važnosti prostornih odnosa jedinica sa različitim hidrogeološkim funkcijama stenskih masa) rezolucije 5x5m. Uticaj reljefa terena, odnosno pojedinih njegovih kvantitativnih parametara uključio je analizu visine prirodne konstrukcije, nagib terena, orijentaciju padine i zakrivljenost reljefa (pokazatelj mikroreljefnih oblika). Uz to DTM je korišten u kombinaciji sa topografskim kartama i za izradu hidrografske mreže, koja je iskorištena za kreiranje rastera sa zonama udaljenosti od vodotoka. Uticaj parametara životne sredine analiziran je kroz izradu karte korištenja zemljišta (sačinjene na osnovu raspoloživih karata i orto-foto snimaka), takođe u rasterskom formatu.

Svi podaci imaju zajedničku rezoluciju 5x5m, tj. zajednički format. Karte podložnosti ka kliženju su modelirane nakon prethodne ocjene kvaliteta podataka. Dva generalna modela su prihvaćena nakon navedene provjere.

Metodologija Analitički Hijerarhiski Proces (AHP) je razmatrana za obje općine dok je metodologija i Mašinskog učenja, konkretnije tehnika Support Vector Machines (SVM) dodatno primjenjena za općinu Tuzla.

Ukratko, SVM algoritam je korišten u standardnom binarnom klasifikacionom zadatku. Zadatak je bio odrediti koje vrijednosti stacionarnih uticajnih faktora uslovljavaju pojave klizišta, a koje ne. Odgovarajući problem može biti formulisan na sljedeći način. Neka je $P=\{\mathbf{x} \mid \mathbf{x} \in R^n\}$ skup svih mogućih piksela izdvojenih iz rasterske podloge datog područja. Svaki piksel je predstavljen kao n -dimenzionalni vektor \mathbf{x} , gdje koordinata x_i predstavlja vrijednost i -tog stacionarnog uticajnog faktora koji se odnosi na piksel \mathbf{x} . Svaki piksel je predstavljen kao $\mathbf{x}=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. To praktično znači da je svakom pikselu dodata dopunska vrijednost n uticajnih faktora (geoloških, geomorfoloških i životne sredine). Dalje, neka je $Z=\{z_1, z_2, \dots, z_l\}$ skup od l disjunktivnih, prethodno definisanih klasa klizišta (multinomialni slučaj, gdje je $l>2$, a u našem slučaju $l=3$: klizišta, uslovno stabilne padine i stabilne padine ili dijelovi bez klizišta).

Funkcija $f_c: P \rightarrow Z$ se smatra klasifikacijom ako se za svako $\mathbf{x} \in P$ može konstatovati da je $f_c(\mathbf{x}) = z_j$ kada god piksel \mathbf{x} pripada klizištu klase z_j .

U praksi, kada se raspolaze ograničenim skupom g -označenih parova (\mathbf{x}_q, z_j) , $\mathbf{x}_q \in R^n$, $z_j \in Z$; $q=1, \dots, g$, $j=1, \dots, l$ gde je g prihvatljivo mali broj slučajeva - slučajeva za treniranje, koji pripadaju skupu P_q . SVM pokušava definisati funkciju f'_c , koja je dovoljno dobra aproksimacija stvarne nepoznate funkcije f_c , korištenjem samo primjera iz probnog skupa za treniranje P_q i SVM metoda.

SVM algoritam je binarni klasifikator koji vrši klasifikaciju korištenjem jednostavne linearne regresione funkcije koja predstavlja ravan razdvajanja između klizišta i ne-klizišta. Ova klasifikaciona ravan razdvajanja ostaje stoga u formi $\mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b = 0$ (gdje je \mathbf{w} težinski koeficijent svakog pojedinačnog uticajnog faktora terena, a b je Lagranžov umnožitelj, određen za konkretnu vrednost parametra klasifikacione greške C , koji modeluje maksimalnu marginu tolerantnosti oko klasifikacione ravni).

Sa druge strane, SVM podrazumeva korištenje kernel funkcije za rješavanje nelinearnih slučajeva (primjeri postaju linearno razdvojivi u visoko-dimenzionom prostoru promenljivih, transformisani iz izvornog oblika prostora promenljivih $R^n \rightarrow R^\omega$, $\omega \gg n$, tako da su primjeri preslikani kao $\mathbf{x} \rightarrow \mathbf{x}'$). Gausova funkcija $\exp(-\gamma \|\mathbf{x} - \mathbf{x}'\|^2)$ je jedan od najčešće korišćenih kernela sa SVM-om:

$$f'_c(\mathbf{x}) = \text{sgn} \sum_{i=1}^g \alpha_i z_i (\mathbf{x} \cdot \mathbf{x}_i) + b = \text{sgn} \sum_{i=1}^g \alpha_i z_i \exp(-\gamma \|\mathbf{x} - \mathbf{x}'\|^2) + b$$

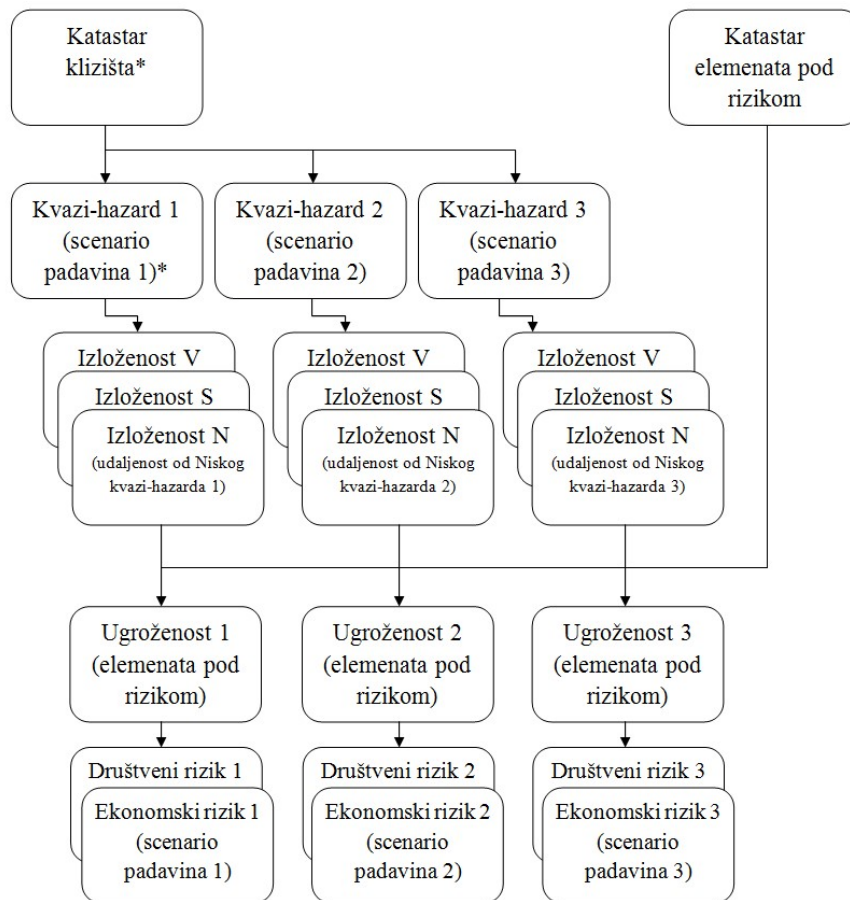
Dobijena karta podložnosti na klizanje terena preklapljen je sa tri modela padavina. Razmatrane su prosječne padavine za period 1981.-2010., projektovane srednje padavine za period 2011.-2040. i pojava ekstremnih padavina koje prelaze 60 mm/dan. Karta kvazi-hazarda dobijena je množenjem karte podložnosti sa svakom od navedenih karata padavina. Za ovu svrhu izvršena je normalizacija karata padavina. Takva improvizacija omogućava da se na osnovu vremenski zavisnih (dinamičkih) parametara – padavina i karte podložnosti kreirane na osnovu stacionarnih podataka, formiraju različite verzije (3) normalizovane karte kvazi-hazarda sa skalom od 0-1.

Detaljan katastar elemenata rizika za obje općine uključuje identifikaciju i vrednovanje fonda stanovanja sa stanovišta njihovog korištenja i precizne ocjene broja i gustine stanovnika. Usljed relativnog karaktera karte kvazi-hazarda klizanja i ugroženosti elemenata pod rizikom, gustina stanovništva po stambenim blokovima je takođe normalizovana na vrijednosti od 0 do 1.

Ugroženost pri tom uključuje samo prostornu izloženost elemenata pod rizikom, jer druge aspekte ugroženosti, kao što su očekivani gubici (šteta) prema ukupnoj vrijednosti elemenata pod rizikom, nije bilo moguće procijeniti u datom okviru, tj. datoj razmjeri (stambeni blokovi bi morali da se miješaju, pa bi objekti različite ukupne vrijednosti, pa time i različite ugroženosti ostali prostorno neodvojivi). Opseg područja koja mogu biti izložena štetama od klizišta je predstavljen kao udaljenost elemenata pod rizikom od najnepovoljnijih klasa podložnosti na klizanje - veoma visoke i visoke/srednje. Dakle, izloženost je određena u skladu sa ponderisanim rastojanjem (na relativnoj skali od 0 do 1) između elementa pod rizikom i klase podložnosti terena na klizanje.

Kada su dati nivoi ugroženosti elemenata pod rizikom i podložnost terena na klizanje, karte relativnog rizika od klizanja, dobijaju se najpre kombinovanjem podložnosti sa izloženošću, a zatim njihovim preklapanjem sa elementima pod rizikom. Ove karte pokazuju potencijalne negativne posljedice i izražavaju očekivane direktne socijalne gubitke. U daljoj analizi one omogućavaju

utvrđivanje očekivane direktne fizičke štete, kada se iste dodaju nazad u katastar elemenata pod rizikom za obje općine. Šematska procedura procjene rizika od klizišta data je na Slika 7.

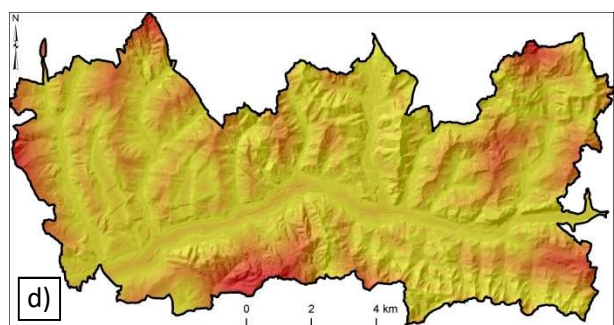
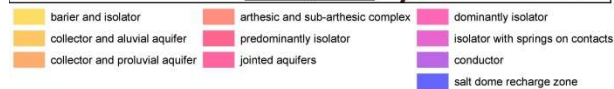
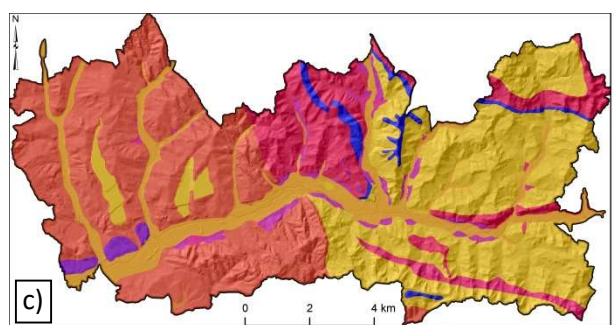
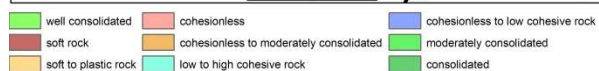
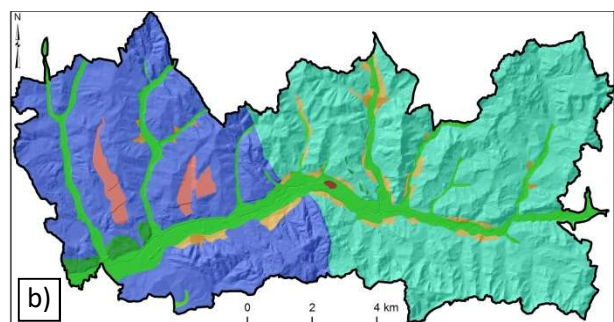
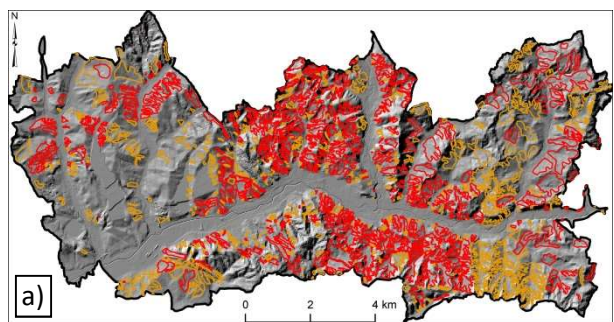


Slika 7 Dijagram ocjene rizika od klizišta, pokazuje da svaki scenario rezultira ocjenom socijalnih i ekonomskih rizika po elemente koji su pod rizikom

b. Rezultati procjene rizika od klizišta

Izrada katastra klizišta je prvi korak ka ocjeni rizika od klizišta, kojoj predhodi ocjena podložnosti terena na formiranje klizišta, kvazi-hazard, izloženost i ranjivost elemenata pod rizikom. Kako je navedeno u prethodnim izvještajima, katastar klizišta predstavlja kompilaciju istorijskih i novih terenskih podataka, s tim što se dalje prilagođavanje ka međunarodnom klasifikacionom sistemu (Varnes 1984, Cruden&VanDine, 2013), kao i razdvajanje početne zone od zone akumulacije, pokazalo kao previše zahtjevno. To bi svakako zahtjevalo mnogo duži vremenski period sa intenzivnim terenskim radovima, koji nije prihvatljiv, kako iz razloga vremenskih uslova koji su vladali tokom izrade procjene rizika od klizišta, tako i postavljenih rokova za njegov završetak. Štaviše, za većinu klizišta raspoloživi nivo nije uključivao željene meta podatke (definisan mehanizam, aktivnost i materijal). Stoga je jedino bilo izvodljivo prihvatiti postojeći katastar klizišta za općinu Tuzla (Slika 8a), gdje su kategorije klizišta date kao: klizišta (uključuje sva aktivna i umirena klizišta do momenta kompilacije katastra), relativno stabilne padine i stabilne padine. Prema katastru, na teritoriji općine Tuzla registrovano je 941 klizište, te 740 relativno stabilnih padina, koja ukupno pokrivaju 6% (oko 10km²) odnosno 14.6% (oko 17km²) teritorije, respektivno.

Manje intervencije na ovom katastru uključuju preklapanje sa klizištima sa raspoložive inženjerskogeološke karte razmjere 1:10000 i filtriranje.



Slika 8 a) Katastar klizišta općine Tuzla (crveni poligon su klizišta, narandžasti sulovno stabilne padine); b) Inženjerskogeološke jedinice; c) Hidrogeološke funkcije litoloških jedinica; d) Odstojanje od hidrogeoloških granica (tamo gdje se hidrogeološke funkcije jedinica mijenjaju)

Katastar je dobijen od Instituta za urbano planiranje Tuzla. Osim originalnog vektorskog formata, katastar je za potrebe projekta pretvoren i u rasterski format rezolucije 5m, s ciljem postizanja zahtjeva projekta. Ovo je inače rezolucija koja je primjenjena i kod svih drugih rasterskih podataka.

Ocjena podložnosti terena na kliženje zahtijeva nekoliko stacionarnih faktora koji predstavljaju ključne uticajne faktore procesa kliženja terena.

Ovo uključuje geološke, geomorfološke, morfometrijske i podatke vezane za životnu sredinu. Zatim su ovi podaci dopunjeni dinamičkim faktorima, predstavljenim sa tri scenarija padavina, a sa ciljem dobijanja modela kvazi-hazarda (kvazi iz razloga jer je vremenska komponenta izražena samo kroz dinamički karakter promjenjive, tj. modela padavina u odnosu na različit vremenski period).

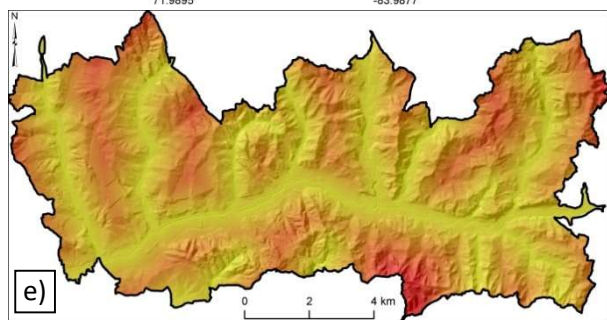
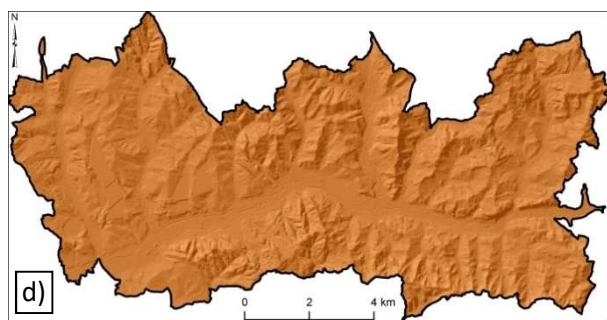
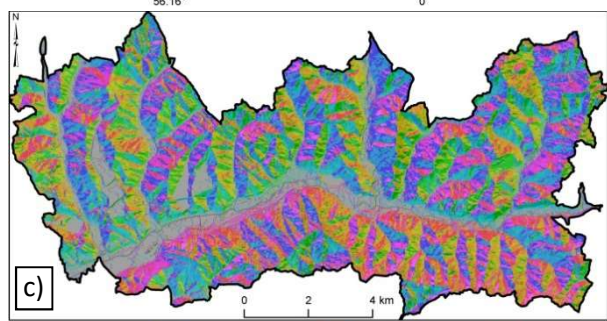
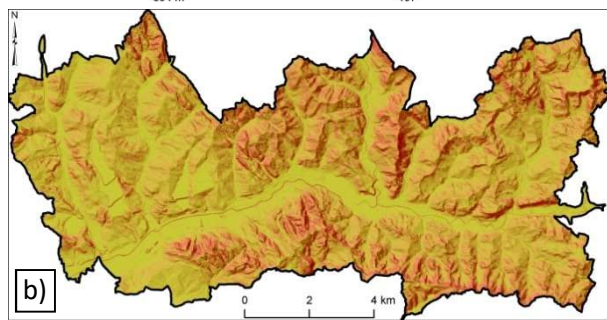
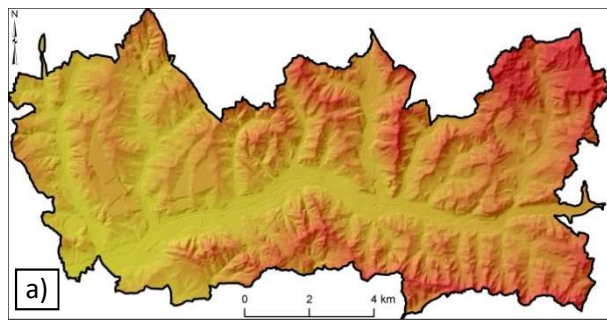
Geološki faktori

Geološki faktori definisani su na osnovu inženjerskogeološke karte razmjere 1:10000 i geološke karte razmjere 1:100000 i uključuju: inženjerskogeološke jedinice, hidrogeološke jedinice i rastojanje od hidrogeoloških granica.

Inženjerskogeološke jedinice (Slika 8b) su klasifikovane na bazi inženjerskogeoloških karakteristika stijena, prema vezanosti i kompaktnosti litoloških jedinica. U tom smislu, svi slični litološki članovi su spojeni.

Ovdje procedura određivanja značaja, koja je uobičajena za nominalne promjenjive kakva je ova, nije neophodna. Predložena tehnika Mašinskog učenja zahtijeva samo razdvajanje klasa nominalnih promjenjivih u skupove binarnih promjenjivih, tako da svaka klasa daje novu pod-promjenjivu.

Npr., inženjerskogeološke jedinice (Slika 8b) su sažete u devet pod-promjenjivih (devet novih rastera) binarnog karaktera (1=konkretna inženjerskogeološka klasa, 0=uniya svih drugih inženjerskogeoloških klasa). Ovo obezbjeđuje



Slika 9 a) Visina; b) Nagib; c) Ekspozicija; d) Zakrivljenost; e) Rastojanje od tokova (sve urađeno iz DTM 5x5m)

objektivnost u procesu rada kod Mašinskog učenja.

Geološki uticajni faktor uključuje i hidrogeološke jedinice, klasifikovane na osnovu njihove hidrogeološke funkcije (Slika 8c).

Ideja uključivanja ovog faktora bila je da se dodatno ukaže na razlike inženjerskogeoloških jedinica i doprinese što kvalitetnijoj podjeli u kontaktnim zonama, koje su smatrane podložnim na kliženje.

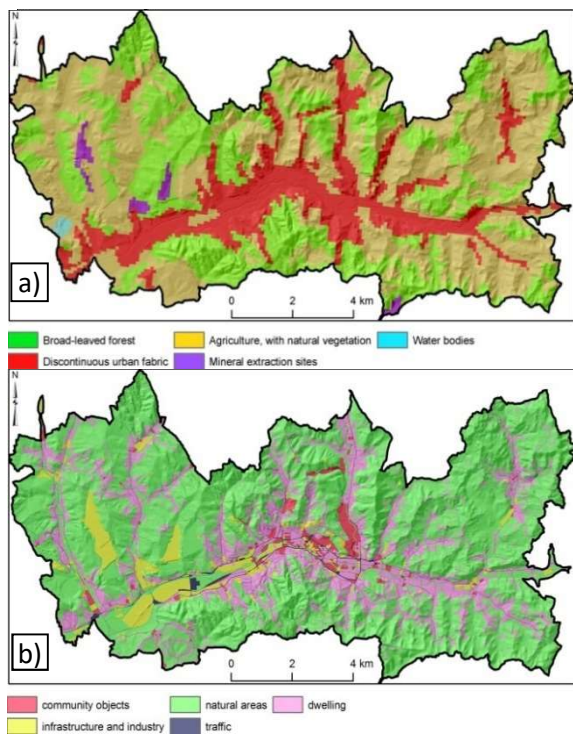
U tom kontekstu, prikupljeni su brojni rezultati terenskih istražnih radova u kontaktnoj zoni. Kontakt između jedinica sa različitim hidrogeološkim funkcijama se pokazao kao kritičan za rasterećenje pritiska vode i pojave tecišta tokom maja 2014, a takođe postoje i dokazi za ovakve pojave i ranije. Stoga je definisan i dodatni geološki uticajni faktor - udaljenost od hidrogeološke granice između jedinica sa različitim hidrogeološkom funkcijom (Slika 8d). Dobijen je računanjem euklidskog odstojanja od definisane granice.

Geomorfološki faktori

Geomorfološko-morfometrijski faktori uključuju skup uobičajeno korištenih morfometrijskih parametara (Marjanović et al. 2011), kao što su visina, nagib, aspekt i zakrivljenost (Slika 9 a-d), koji su generisani direktno iz Digitalnog Modela Terena rezolucije 5 m (direktno ili iz D8 izvoda prvog i drugog reda). Oni su prvo računati za širu pokrivenost, kako bi se greške na granicama svele na minimum, a potom su izrezane po granicama obuhvata definisanog za predmeti projekat.

Morfometrijski faktori također uključuju odstojanje od hidrografske mreže, npr. udaljenost od rijeka i potoka (Slika 9e), koji su takođe iz DTM-a u vektorskom obliku (linije), da bi dalje bilo računato euklidsko odstojanje za svaki piksel definisanog područja. Svi oni predstavljaju numeričke promjenjive koje je kao takve potrebno normalizovati na vrijednosti 0-1, s

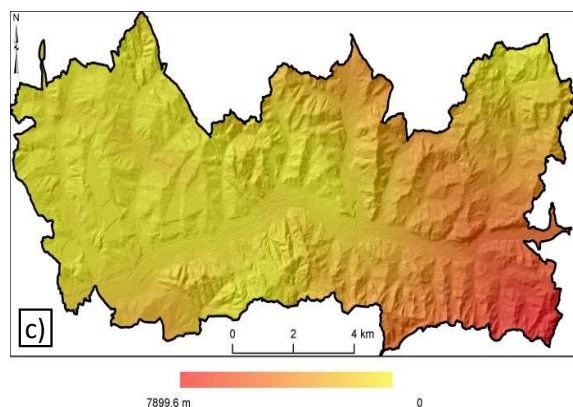
ciljem obezbjeđenja objektivnosti i računске efikasnosti u postupku Mašinskog učenja.



Faktori životne sredine

Ova grupa uključuje faktore definisane na osnovu CORINE podloge rezolucije 100m (Slika 10a), kao i klase korišćenja zemljišta definisane katastrom elemenata pod rizikom (Slika 10 b). CORINE je korišten jer grubo razdvaja različite prirodne površine (dok je katastar elemenata pod rizikom, jasno, više usmjeren na različite kategorije urbanog načina korištenja prostora i objekte stanovanja nego li prirodne površine). Uprkos veoma gruboj rezoluciji ovi podaci su korišćeni (a potom prilagođeni rezoluciji 5m i generalizovani 3x3 niskofrekventnim filterom) jer terenski podaci ukazuju na značajan broj plitkih klizišta koji mogu biti u vezi sa rasporedom područja sa niskom i visokom vegetacijom (npr. šume sa jakim i dubokim sistemima korijenja).

Oba rasterska skupa podataka su nominalna, pa je stoga isti postupak razdvajanja u pod-promenljive sproveden kao i u slučaju geoloških nominalnih faktora.

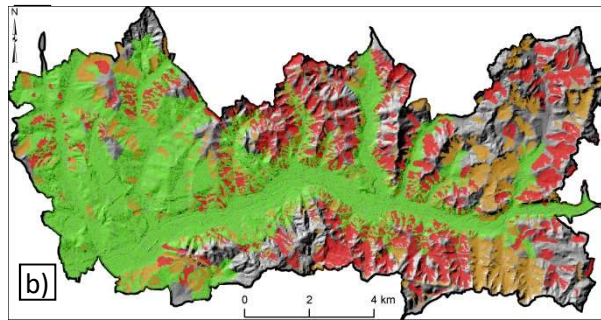
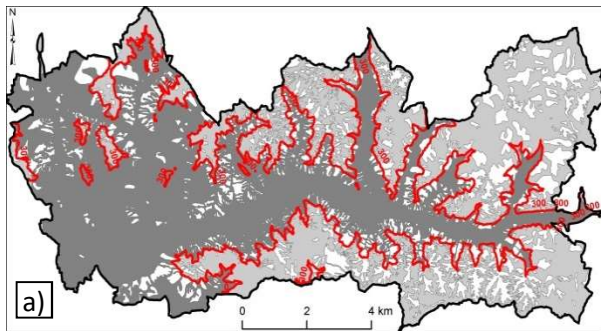


Slika 10 a) CORINE korištenje zemljišta; b) korištenje zemljišta iz katastra elemenata pod rizikom; c) Udaljenost do rudarskih radova

Na kraju, računata je i udaljenost od zona rudarskih radova (Slika 10 c) da ukaže na poremećene zone, pošto rudarska aktivnost u području Tuzle, uključuje površinsku eksploataciju uglja i podzemnu eksploataciju soli. Oba ova načina eksploatacije mogu uticati na stabilnost usljed slijeganja (metarskog reda veličine) ili deponovanja otpada koji je sitnozrn, nekohezivan ali nestabilan kada je zasićen. To je numerički faktor koji se stoga normalizovan na raspon vrijednosti 0-1.

Dalje, neophodno je razviti strategiju uzorkovanja koji će ispuniti zahtjeve predložene metodologije. Ovo zahtijeva definisanje tačaka uzorkovanja za treniranje, testiranje i validaciju. Treniranje je najkritičniji dio i on zahtijeva pravilno uzorkovane primjere. Uzorkovani primjeri uzimaju vrijednosti svakog uticajnog faktora, skupa sa zavisno promjenjivom (konkretnom klasom iz katastra klizišta) tako da je svakoj tački uzorkovanja dodijeljena klasa iz katastra klizišta i skup dodatnih atributa (vrijednosti uticajnih faktora u toj razmatranoj tački/pikselu). Dalje, oni su filtrirani od suvišnih vrijednosti koje ne utiču na model.

Za tu svrhu SVM algoritam Mašinskog učenja može biti sparen sa bilo kojom tehnikom odabira atributa.



Slika 11 a) Ograničenje uzorkovanja za stabilne padine ispod crvene linije (300m); b) sve tačke uzorkovanja za jedan od deset trening setova (zeleno = stabilne padine, narandžasto = uslovno stabilne padine, crveno = klizišta)

Uzorci za treniranje treba uravnotežiti sa aspekta zavisno promenljive, tj. da uključe jednak broj tačaka/piksela koja predstavljaju klizišta, uslovno stabilne padine i stabilne padine. Štaviše, poželjno je da ovi trening slučajevi zauzimaju samo dio svih mogući slučajeva u sklopu datog područja, po mogućstvu 5-10% područja.

U konkretnom slučaju, 100000 primjera klizišta je uzeto za treniranje. Ovo dalje nameće da isti broj uslovno stabilnih padina i stabilnih padina mora biti uzet u razmatranje, što ukupno iznosi 300000 primjera za treniranje.

Također, neophodno je da su ovi primjeri izabrani potpuno slučajno, izuzimajući primjere stabilnih padina. Uzorci stabilnih padina zahtijevaju logičnu strategiju uzorkovanja, te stoga za klizišta koja su sklona

uzlaznoj progresiji nije logično izabrati područja iznad trenutnih ožiljaka klizišta za probne tačke stabilnih padina. Stoga je trening područje stabilnih padina skraćeno do izohipse 300 m, koja se vizuelno uočava kao izražena niža granica od većine klizišta (Slika 11 a).

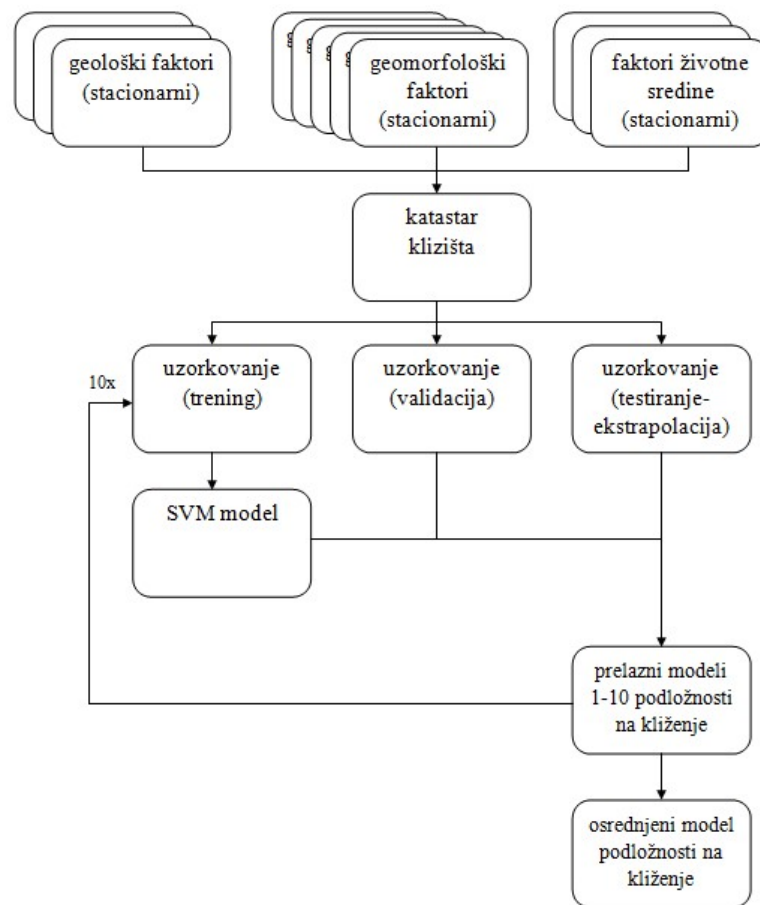
Dalje je 20% od navedenih 300000 primjera uzeti su striktno za provjeru (20000 klizišta + 20000 uslovno stabilnih padina + 20000 stabilnih padina = 60000 tačaka provjere, što u odnosu na ukupan broj tačaka od 4000000 u datoj rezoluciji 5m čini značajnih 15%). Preostalih 80% od 300000 primjera je korišteno za definisanje 10 različitih setova uzoraka, pri čemu je 30% primjera identično u svakom od 10 setova uzoraka, a 30% različito u sklopu preostalih 50% primjera u svakom od 10 setova (Slika 11 b).

Generalni prikaz postupka modeliranja prikazan je na Slika 12. Prikaz uključuje protokol treniranja i testiranja koji je ponavljan 10 puta, gde je krajnji model dobijen osrednjavanjem modela dobijenih ovim ponavljanjima. Bitno je napomenuti korak optimizacije SVM parametara, koji se provodi prije prvog u nizu ponavljanja.

Primjeri treniranja su oprobani u odnosu na skup nekoliko mogućih kombinacija SVM parametara. Uzimajući u obzir da primjenjena SVM varijanta uključuje Gausovu funkciju, potrebno je optimizirati samo dva parametra, C – tolerancija klasifikacione greške i γ – dimenzija prostora promenljivih u Gausovoj funkciji. Nakon serije testiranja, kroz fina podešavanja - da bi se dostigla najbolja moguća tačnost u okviru skupa za provjeru, kombinacija $C=15$ i $\gamma=15$ je usvojena.

Značajno je još napomenuti da je provjereno da li varijanta sa binarnim klasifikacionim zadatkom (koji razdvaja klizišta i ne-klizišta) daje tačnije rezultate od standardne varijante sa tri klase (sa klizištima, uslovno stabilnim padinama i stabilnim padinama). Ustanovljeno je da ista nije dala bilo kakva poboljšanja.

Isto tako, uklanjanje suvišnih uticajnih faktora takođe nije dovelo do značajnijeg povećanja tačnosti i to je osnovni razlog zbog koga je početni skup podataka ostao nepromjenjen kroz čitav postupak modeliranja.

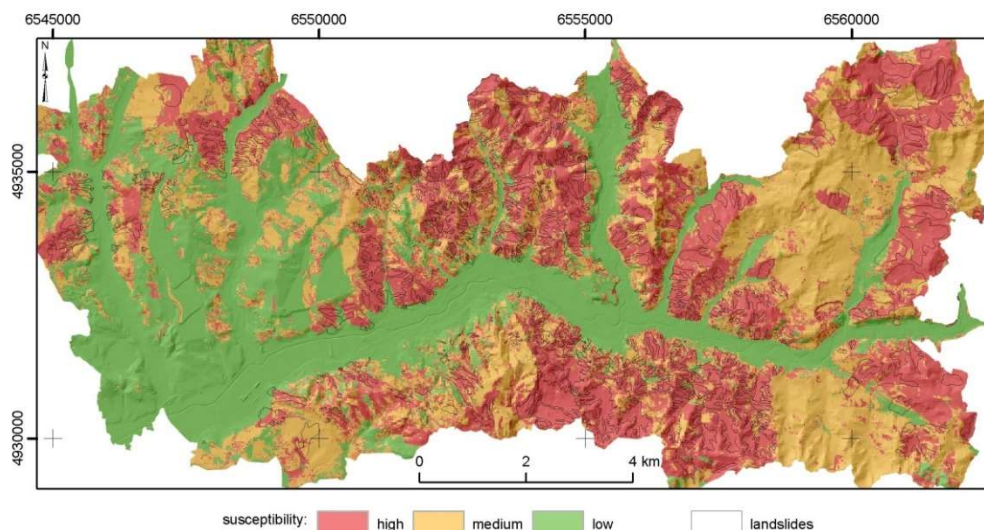


Slika 12 Dijagram modeliranja podložnosti terena na kliženje, prikazuje da se konačni model kreira osrednjavanjem deset modela dobijenih u postupku iteracija

Dobijena karta podložnosti na klizišta (Slika 13) ukazuje na dobro slaganje sa registrovanim klizištima. Mere tačnosti takođe ukazuju na tu vizuelnu konstataciju. Na primjer, u najboljim iteracijama tačnost je bila i preko 75%, pri čemu je ROC AUC klasa klizišta iznad 0.85 kao i klasa uslovno stabilnih padina, što ukazuje da je najveći broj grešaka u klasi stabilnih padina (ROC AUC=0.75).

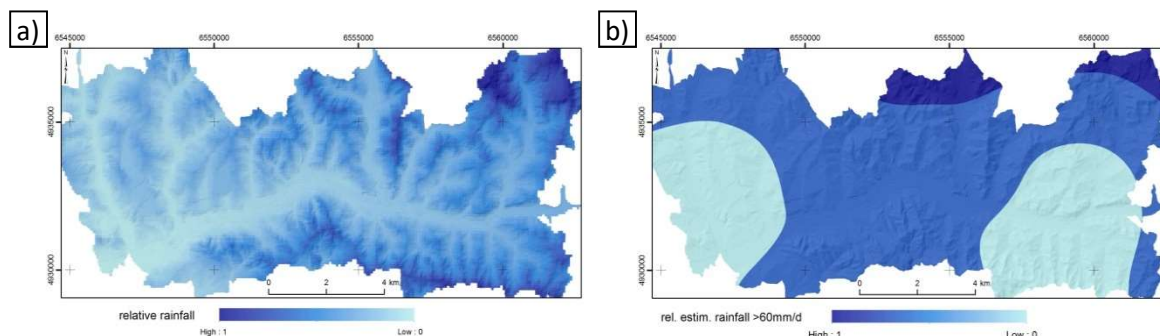
S obzirom na to da je uvek u slučaju procene klizišta najnepovoljnija greška lažnog negativa, tj. pogrešno klasifikovanog postojećeg klizišta u klasu ne-klizište, mogao bi se izvesti zaključak da su rezultati modela manje konzervativni od očekivanih.

Ipak, raspored klasa podložnosti ukazuje na konzervativnost. Svega 33% teritorije spada u klasu niske podložnosti, dok srednja i visoka podložnost pokrivaju 32%, odnosno 35 % (što čini 37km², odnosno 39,6km²), respektivno. Takvo precenjivanje je svakako posljedica početne gustine klizišta određene katastrom (8,6% ili oko 10km² klizišta i 14,6% ili oko 17km² uslovno stabilnih padina prema katastru).



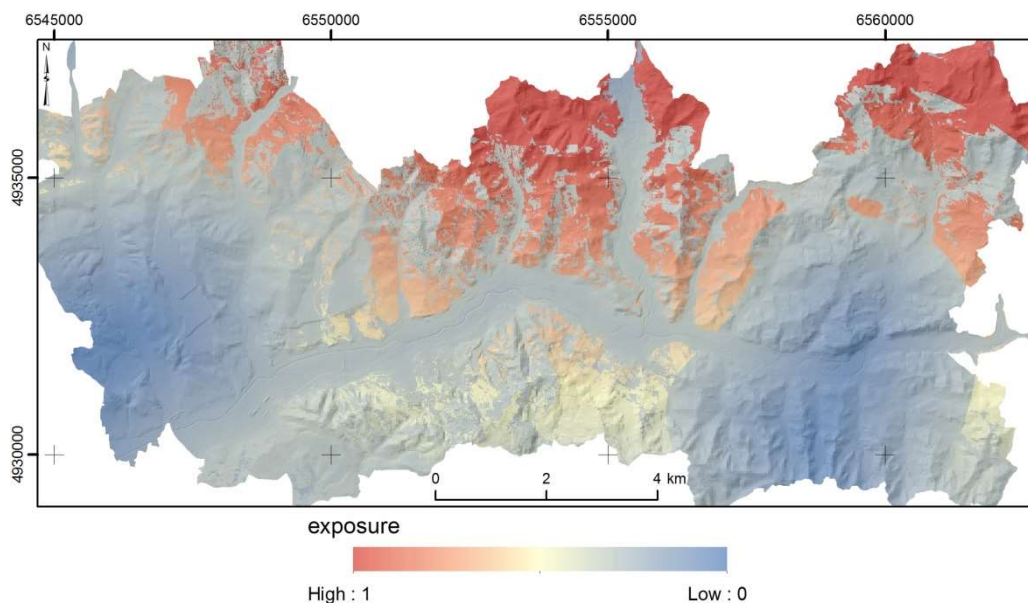
Slika 13 Model podložnosti kliženju preklopljen sa postojećim klizištima (crne konture)

Prateći shemu datu na Slika 7, izrada karte podložnost na kliženje je uslov za izradu karte kvazi-hazarda, koja se dobija množenjem karte podložnosti sa odgovarajućim scenarijima padavina. Tako se za tri različita scenarija padavina (dva su prikazana na Slika 14), dobijaju tri različite karte kvazi-hazarda. Bitno je navesti se predviđene godišnje buduće padavine ne razlikuju značajno u odnosu na istorijske padavine za period 1981-2010, tj. ta razlika je čak u okviru greške interpolacije. Stoga je jedina pouzdana ocjena kvazi-hazarda ona koja uključuje istorijske padavine (Slika 14a).



Slika 14 Primjer dva scenarija padavina: a) istorijski niz padavina za period 1981-2010 (interpoliran), b) predviđanje padavina koje prelaze 60mm/dan

Nakon dobijanja rasporeda klasa podložnosti moguće je u dalje sračunati izloženost (Slika 15), kao ponderisano odstojanje od odgovarajuće klase podložnosti na klizanje: visoke i srednje. Dobijena karta izloženosti je zatim preplopljena sa katastrom elemenata pod rizikom, radi dobijanja konačnog relativnog rizika (Slika 16 a-c). Karta prikazuje jedinice elemenata pod rizikom koje su filtrirane u skladu sa njihovim domenom korištenja zemljišta (sektor stanovanja). Kako je samo sektor stanovanja bio predmet detaljne analize, samo za njega postoje precizne ocjene stanovništva po blokovima. Konačne karte su bile osrednjene duž stambenih blokova, jer oni predstavljaju ciljne jedinice rizika. Uporedni detalj o distribuciji rizika je dat na Slika 17.



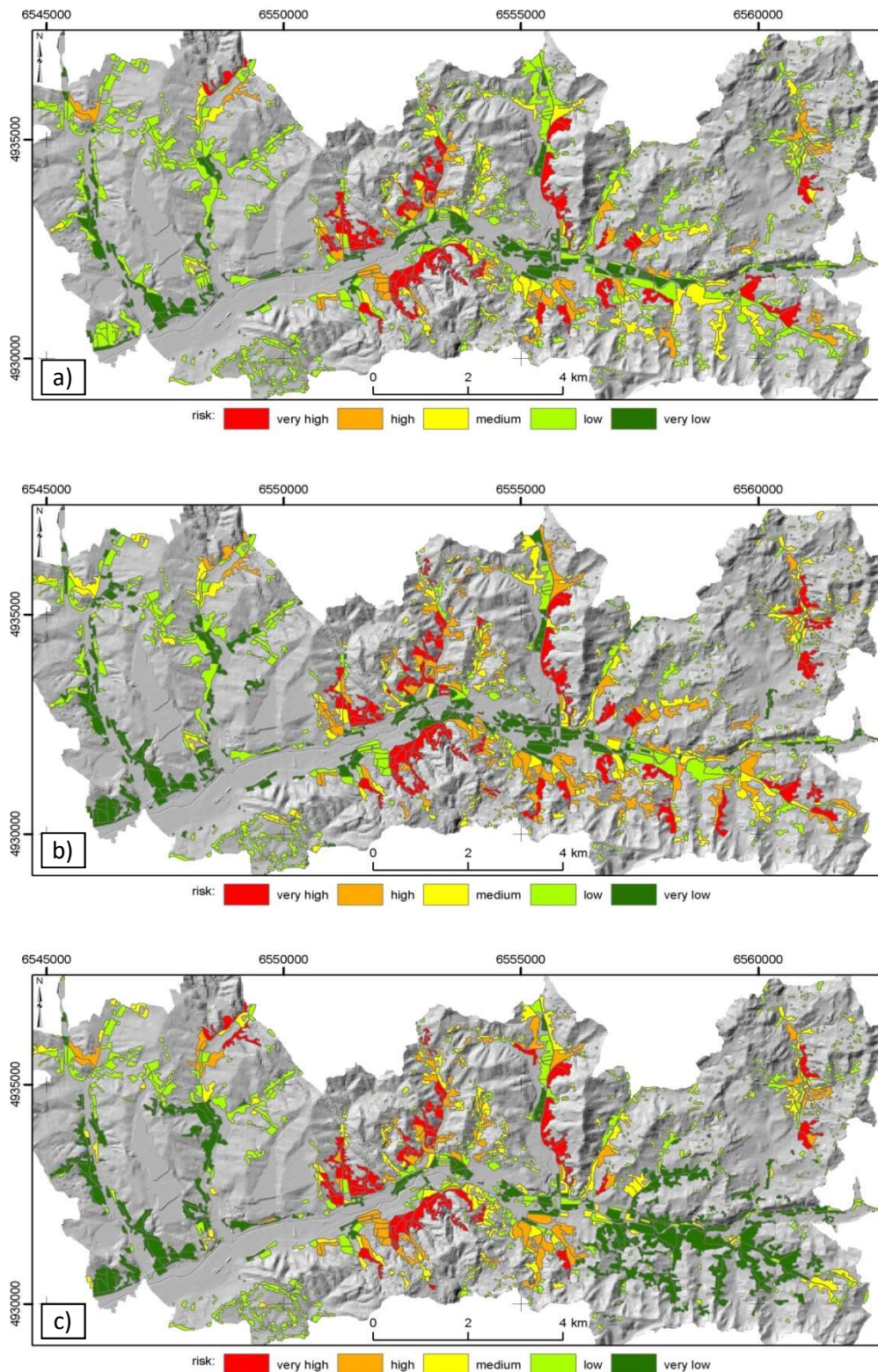
Slika 15 Mapa izloženosti klizištima prema scenariju 1 (istorijski niz padavina) kombinuje odstojanje sa visokom i srednjom podložnošću

Kako je navedeno ranije, tri primjenjena scenarija rizika ukazuju na značajnu razliku u nekim dijelovima, što mora biti uzeto i sa dozom rezerve, pošto samo prvi scenario sa istorijskim podacima padavina (referentni period) može biti smatran pouzdanim. Stoga je najpouzdanije preklopiti zone veoma visokog i visokog rizika dobijene u tri navedena scenarija i uzeti u razmatranje samo zajedničke. Uzimajući u obzir ukupno područje i procenat, rezultati sva tri scenarija ukazuju na slične odnose, koji su sumirani u narednim tabelama.

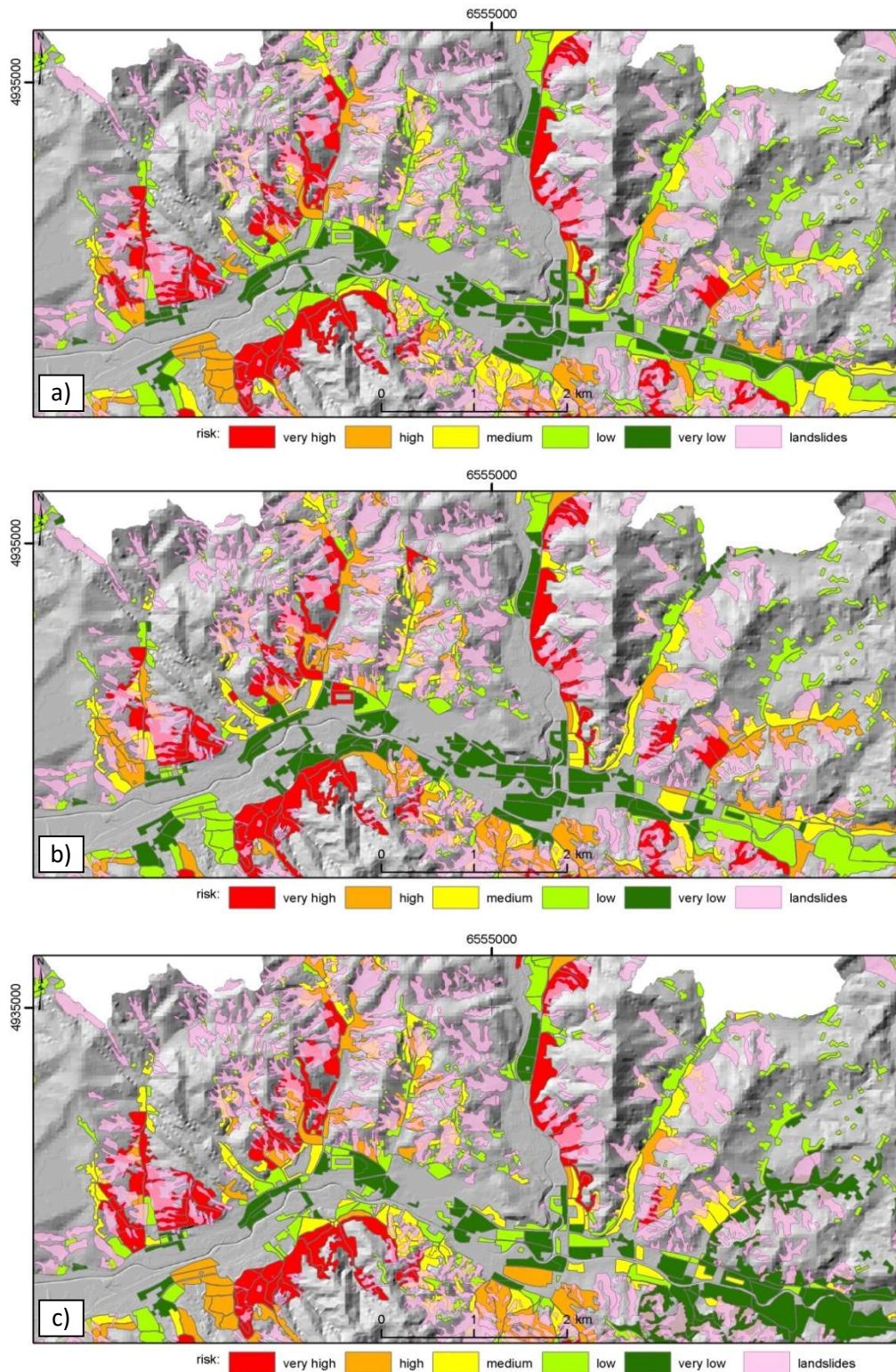
Scenario rizika 1	Broj jedinica	Površina (m ²)	Površina (km ²)	Površina (ha)	Procenat %
Veoma nizak	124495	3112375	3.112375	311.2375	12.79
Nizak	472147	11803675	11.803675	1180.3675	48.51
Srednji	135696	3392400	3.3924	339.24	13.94
Visok	99124	2478100	2.4781	247.81	10.18
Veoma visok	141709	3542725	3.542725	354.2725	14.56
Ukupno	973171	24329275	24.329275	2432.9275	100

Scenario rizika 2	Broj jedinica	Površina (m ²)	Površina (km ²)	Površina (ha)	Procenat %
Veoma nizak	191637	4790925	4.790925	479.0925	19.70
Nizak	271464	6786600	6.7866	678.66	27.91
Srednji	178106	4452650	4.45265	445.265	18.31
Visok	170286	4257150	4.25715	425.715	17.51
Veoma visok	160928	4023200	4.0232	402.32	16.54
Ukupno	972421	24310525	24.310525	2431.0525	100

Scenario rizika	Broj jedinica	Površina (m ²)	Površina (km ²)	Površina (ha)	Procenat %
Veoma nizak	317736	7943400	7.9434	794.34	32.64
Nizak	261171	6529275	6.529275	652.9275	26.83
Srednji	145342	3633550	3.63355	363.355	14.93
Visok	124797	3119925	3.119925	311.9925	12.82
Veoma visok	124125	3103125	3.103125	310.3125	12.75
*Padavine	973171	24329275	24.32928	2432.928	100



Slika 16 Karta rizika od klizišta a) prvi scenario (istorijske padavine); b) drugi scenario (projektovane prosječne padavine za 2011-2040); c) treći scenario (projektovane dnevne padavine koje prelaze 60mm/dan)



Slika 17 Detalj rizika od klizišta sa tri različite karte rizika a) prvi scenario (istorijske padavine); b) drugi scenario (projektovane prosječne padavine za 2011-2040); c) treći scenario (projektovane dnevne padavine koje prelaze 60mm/dan) Klasa visokog rizika je slična u sve tri varijante

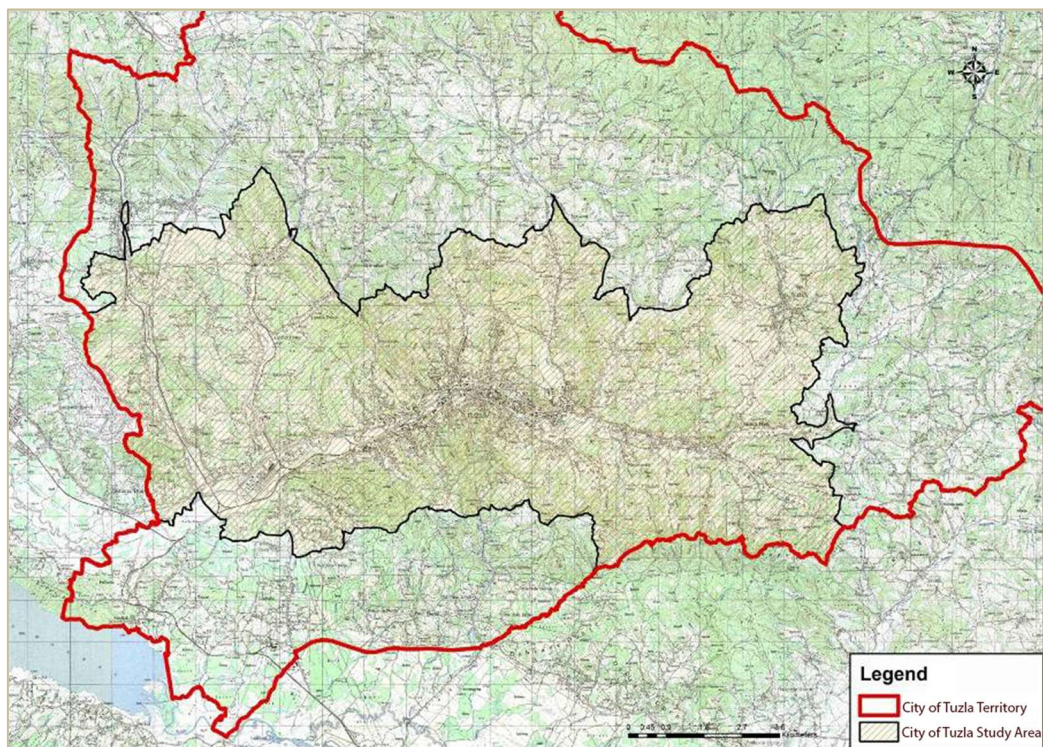
3. FAZA URBANISTIČKOG PLANIRANJA KOJE OBEZBJEĐUJE INVENTAR ELEMENATA POTENCIJALNOG RIZIKA

a. Uvod i metodologija

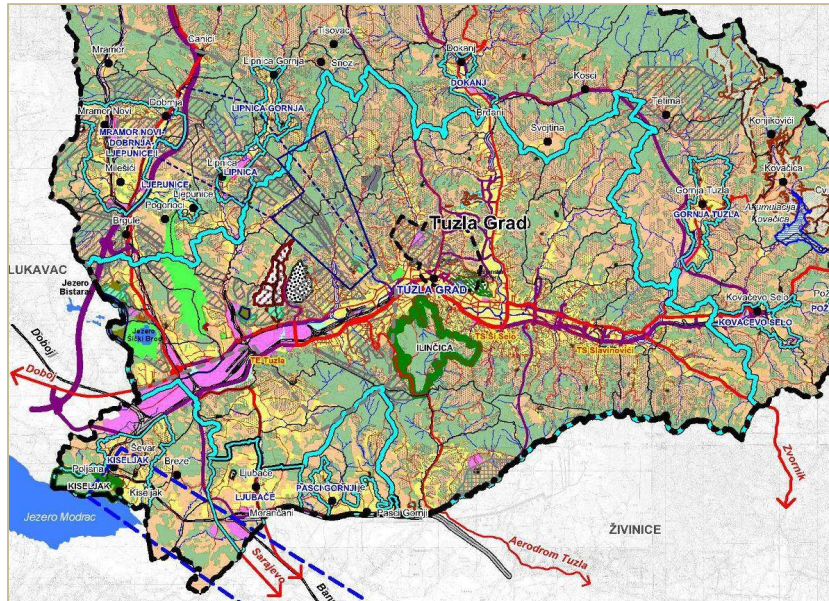
Prema zakonskoj regulativi u Bosni i Hercegovini urbano područje predstavlja prostornu cjelinu obuhvata jedno ili više naselja koja predstavljaju prostorno funkcionalnu urbanu cjelinu ili prostorno i funkcionalno međusobno povezanu cjelinu. Urbana područja predstavljaju dijelove geoprostora u kojima je koncentrisano stanovništvo, materijalna dobra i ljudske aktivnosti. Shodno tome, u okviru urbanog područja je prvenstveno prisutno građevinsko zemljište (stambene zone, stambeno - poslovne zone, radne zone, zone centralnih sadržaja, sportsko - rekreativne zone, urbano zelenilo itd.), ali i ostale vrste zemljišta koje su manje zastupljene - poljoprivredno, šumsko, rudno i vodno zemljište. Urbana područja se utvrđuju strateškim dokumentima prostornog uređenja, prvenstveno prostornim planom jedinice lokalne samouprave i dalje razrađuju urbanističkim planovima.

Teritorija grada Tuzla se nalazi u krajnjem sjeveroistočnom dijelu Tuzlanskog kantona u Federaciji Bosne i Hercegovine i zauzima površinu od 302.55 km² (30,255 ha). U okviru grada Tuzla postoji 65 naseljenih mjesta organizovanih u 40 mjesnih zajednica. Prema Popisu stanovništva 2013. godine, ukupan broj stanovnika grada iznosi 120,441 stanovnika.

Urbana područja na prostoru jedinice lokalne samouprave grada Tuzla su definisana u prostornom planu predmetnog grada. Grad Tuzla ima ažuran prostorni plan koji je usvojen krajem 2014. godine. Prostornim planom Grada Tuzla za period 2010. - 2030. godine je definisano 18 urbanih područja sa površinom oko 13,709 ha (137.09 km²). Samo urbano područje Tuzla Grad ima površinu od 11324 ha (113.24 km²). Ovo urbano područje je modificirano sa plavnim područjima (posebno u sjeverozapadnom dijelu), pri čemu su se u obzir uzele granice naseljenih mjesta i prihvaćeno kao posmatrano područje u ovom dokumentu sa površinom koja iznosi oko 115 km².



Slika 18 Posmatrano područje u gradu Tuzla (P=115.4 km²)



Slika 19 Urbano područje Tuzla Grad (P=115.4 km²)³

Prostorno planiranje daje ulazne podatke za detaljnu procjenu rizika od poplava i klizišta za odabrana urbana područja. Ovi ulazni podaci se prvenstveno odnose na utvrđivanje postojeće namjene površina u razmjeri 1:5000.

Za odabrano urbano područje u okviru jedinica lokalne samouprave Tuzle je definisana postojeća namjena površina prema metodologiji izrade urbanističkih planova, što odgovara razmjeri 1:5000.

U okviru urbanih područja su izdvojene sljedeće namjene:

- Individualno stanovanje,
- Mješano stanovanje,
- Višeporodično stanovanje,
- Stambeno - poslovne zone,
- Poslovanje centralnog tipa,
- Poslovno - skladišno - proizvodne zone,
- Spomenički kompleksi,
- Administracija,
- Školstvo,
- Socijalna zaštita,
- Zdravstvo,
- Kultura,
- Sport i rekreacija,
- Vjerski objekti,
- Groblja,
- Parkovske površine,
- Zelene površine uz javne objekte,
- Šumsko zemljište,
- Poljoprivredno zemljište,
- Rudno zemljište,
- Vodene površine,
- Saobraćajnice,
- Parking prostor,

³ Izvor: Prostorni plan Grada Tuzla za period 2010 - 2030. godine

- Autobuske i željezničke stanice,
- Infrastrukturna postrojenja.

Ostali elementi potencijalno izloženi riziku od poplava i klizišta su rezultat prostorne analize koja je urađena u skladu sa priznatom metodologijom za izradu urbanističkih planova. Tako su obezbjeđene osnovne informacije o infrastrukturi (saobraćaj, voda, energija i telekomunikacije), javnim službama (obrazovanje, zdravstvo, socijalna zaštita, administracija, sport), ekonomskim aktivnostima, prirodnom i kulturnom nasljeđu i velikim zagađivačima, i ove informacije su poslužile kao ulazni podaci za cijelo posmatrano područje obuhvata kao jedan od parametara za utvrđivanje rizika od poplava i klizišta.

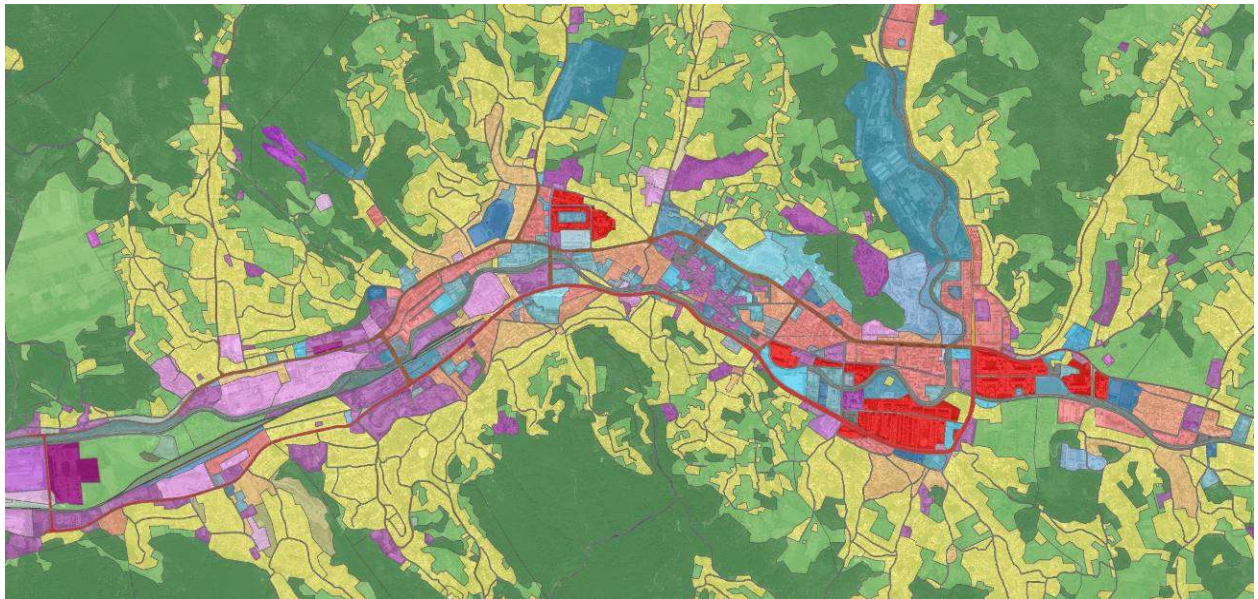
Svakom definisanom elementu je dodijeljen odgovarajući indikator u skladu sa ranjivošću određenog elementa pod rizikom u smislu njegovog značaja za funkciju stanovanja i uticaja na stanovništvo prisutno u analiziranim područjima. Predmetni indikator je onda kombinovan sa ostalim elementima da bi se kreirale mape podložnosti i mape rizika od poplava i klizišta.

Rezultat detaljne analize urbanih-stambenih zona je da su poligoni nosioci informacija u GIS bazi podataka za zone društvenih aktivnosti, područja infrastrukturnih sistema, zone proizvodnih i poslovnih aktivnosti i zone stanovanja različitih gustina, a linije su nosioci informacija u GIS bazi podataka za mrežu lokalnih, regionalnih, magistralnih i auto puteva i željeznice. Takođe su obezbijeđeni podaci o urbanim parametrima koji će biti vezani za poligone, a odnosiće se na gustine stanovanja, koeficijente izgrađenosti i procijenjenu bruto građevinsku površinu za stanovanje.

Podaci o stanovništvu su harmonizovani sa podacima iz zadnjeg popisa stanovništva i uvedeni su odgovarajući korektivni faktori koji se tiču veličine prosječnog domaćinstva za karakteristična neseljena mjesta, kao i veličine prosječne stambene jedinice u jednoporodičnom i vešeporodičnom stanovanju u skladu sa postojećom urbanom tipologijom.

Tabela 5 Prostorna distribucija funkcija (kategorije, podkategorije, GIS geometrija i težinski faktori)

Kategorija	Podkategorija	GIS geometrija	Težinski faktori
Društveni objekti	Autobuska stanica	Poligon	40
	Bolnica	Poligon	100
	Starački dom	Poligon	95
	(Centar za djecu) Socijalna zaštita u ustanovama sa smještajem	Poligon	100
	Dom kulture	Poligon	20
	Dom zdravlja	Poligon	80
	Sportska dvorana, sportsko - rekreativni centar	Poligon	30
	Škola	Poligon	80
	Pošta	Poligon	60
	Gradski park, urbano zelenilo	Poligon	20
	Sportski teren, sportski aerodrom	Poligon	20
	Trgovački centar	Poligon	50
	Vjerski objekt	Poligon	30
	Vojni objekt	Poligon	60
	Vrtić	Poligon	80
	Željeznička stanica	Poligon	45
	Zgrade državnih institucija	Poligon	50
Granični prelaz	Poligon	50	
Komunalna infrastruktura i proizvodno-poslovne djelatnosti	Benzinska stanica	Poligon	50
	Elektrana	Poligon	80
	Trafostanica (35kV, 110 kV, 220 kV, 400 kV)	Poligon	70
	Bazna stanica mobilne telefonije	Poligon	50
	Fabrika	Poligon	60
	Toplana	Poligon	70
	Veliki zagađivači	Poligon	100
	Komunalno preduzeće, deponija	Poligon	50
	Groblje	Poligon	45
	Pumpna stanica - vodosnabdijevanje	Poligon	80
	Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda	Poligon	50
	Hotel/Motel većih kapaciteta	Poligon	45
	Ugostiteljski objekat (restoran, kafeterija)	Poligon	30
	Farma	Poligon	30
	Poslovno - skladišni centri	Poligon	30
	Rudnik, eksploatacija šljunka i mineralnih sirovina	Poligon	30
Deponija, deponija pepela	Poligon	80	
Veterinarska stanica	Poligon	30	
Stanovanje	Individualno stanovanje gustina do 60 st/ha	Poligon	70
	Individualno stanovanje gustina oo 60 do 120 st/ha	Poligon	75
	Mješovito stanovanje individualno i višeporodično gustina od 100 do 300 st/ha	Poligon	80
	Višeporodično stanovanje gustina od 150 do 300 sta/ha	Poligon	90
	Višeporodično stanovanje gustina preko 300 sta/ha	Poligon	95
Saobraćaj	Autoput (60 m)	Poligon	75
	Regionalni put (25 m)	Poligon	40
	Magistralni put (40 m)	Poligon	50
	Primarna saobraćajnica	Poligon	75
	Sekundarna saobraćajnica	Poligon	50
	Nekategorirani put	Poligon	30
	Željeznice (40 m)	Poligon	80
	Autobaza	Poligon	40
	Zaštitno zelenilo saobraćajnica	Poligon	10
Saobraćajne površine	Poligon	20	
Prirodna područja	Poljoprivredno zemljište	Poligon	20
	Šume	Poligon	10
	Vodene površine	Poligon	10
	Zaštitno zelenilo obala	Poligon	10
	Neizgrađene površine i neuređene zelene površine	Poligon	10



STANOVANJE

- indiv. stanovanje gustina do 60 st/ha
- indiv. stanovanje gustina od 60-120 st/ha
- mješovito stanovanje gustina od 100 do 300 st/ha
- višeporodično stanovanje gust. od 150 do 300 st/ha
- višep. stanovanje gustina preko 300 st/ha

KOMUNALNA INFRASTRUKTURA

- benzinska stanica
- TS 35kV, 110kV i veće snage
- bazna stanica
- fabrika
- IPPC
- komunalno preduzeće
- groblje
- hotel/motel
- farma, poljoprivredno dobro
- poslovanje, poslovno-skladišni centri
- rudnik, eksploatacija šljunka i mineralnih sirovina
- deponija, deponija pepela

SAOBRAĆAJ

- magistralni put
- regionalni put
- primarne saobraćajnice
- sekundarne saobraćajnice
- saobraćajnica
- željeznica
- autobaza, autopolygon
- saobraćajne površine
- zaštitno zelenilo

DRUŠTVENI OBJEKTI

- autobuska stanica
- socijalna zaštita u ustanovama sa smještajem (centar za djecu)
- bolnica
- dom zdravlja
- socijalna zaštita u ustanovama sa smještajem (centar za djecu)
- objekti kulture
- park
- škola
- socijalna zaštita
- sportska dvorana, sportsko-rekreativni centar
- sportski teren, sportski aerodrom
- starački dom
- trgovački centar
- vjerski objekti
- vojni objekti
- vrtić
- željeznička stanica
- zgrade državnih institucija

PRIRODNA PODRUČJA

- poljoprivredno zemljište
- šume
- vodene površine
- zaštitno zelenilo obala
- neizgrađene površine i neuređene zelene površine

FID	Shape	LAYER	kategorija	podkategorija	Površina (ha)
3093	Polygon	kom_poslovanje_l_skladi	komun. infrastr. i proizvodno-posl. djelatnosti	poslovanje, poslovno-skladišni centri	0.2352
3094	Polygon	pozajmiste kamena	komun. infrastr. i proizvodno-posl. djelatnosti	rudnik, eksploatacija šljunka i mineralnih sirovina	0.8103
3095	Polygon	kom_poslovanje_l_skladi	komun. infrastr. i proizvodno-posl. djelatnosti	poslovanje, poslovno-skladišni centri	0.1345
3096	Polygon	kom_poslovanje_l_skladi	komun. infrastr. i proizvodno-posl. djelatnosti	poslovanje, poslovno-skladišni centri	0.181
3097	Polygon	kom_poslovanje_l_skladi	komun. infrastr. i proizvodno-posl. djelatnosti	poslovanje, poslovno-skladišni centri	0.3789
3098	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	0.1672
3099	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	4.9745
3100	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	1.8658
3101	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	1.5182
3102	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	1.5469
3103	Polygon	st_ind_do_60	stanovanje	indiv. stanovanje gustina do 60 st/ha	5.6913
3104	Polygon	sume	prirodna podruca	sume	8.2977
3105	Polygon	st_ind_do_60	stanovanje	indiv. stanovanje gustina do 60 st/ha	8.8267
3106	Polygon	poljoprivreda	prirodna podruca	poljoprivredno zemljište	25.6767
3107	Polygon	st_ind_do_60	stanovanje	indiv. stanovanje gustina do 60 st/ha	5.8728

Slika 20 Namjena površina - rezultati analize prve faze (detaljna namjena površina za cjelokupan prostor je data u Knjizi 2 studijskog područja Tuzla)

Metodologija za detaljnu inventuru elemenata izloženih riziku od poplave i klizišta

Nakon izdvajanja zona veoma visokog rizika od poplava i klizišta u okviru obuhvata studije, pristupilo se detaljnoj inventuri elemenata rizika za izdvojene zone da bi se procijenila potencijalna šteta i direktni ekonomski gubitak za pojedine izgrađene elemente (to jest generalni stambeni fond) ili povezani impakt na važne funkcije koje utiču na stanovanje i stanovništvo.

Predmetne aktivnosti su u metodološkom smislu rađene na nivou regulacionog plana gdje su pojedinačno analizirane karakteristike svakog izgrađenog stambenog objekta u zonama visokog rizika, što je rezultovalo vrednovanjem stambenog fonda, te identifikacijom ugroženog stanovništva u zonama visokog rizika od poplava i klizišta. Uzimajući u obzir mali broj podataka iz novih postojećih regulacionih planova, izvršen je obiman terenski rad. Terenski rad je obavljen u skladu sa validnom metodologijom za prikupljanje podataka u sektoru planiranja, koji je poznat kao planerski popis, a koji se sastoji od grupe definisanih parametara koji se analiziraju i popisuju za svaki objekat pojedinačno.

Pored broja objekata, stanovnika i domaćinstava u zonama najvećeg rizika, utvrđena je prosječna površina stambene jedinice u individualnom i višeporodičnom stanovanju tako da se mogla dedukovati prosječna cijena za bruto i neto izgrađene površine i utvrditi potencijalna materijalna šteta za sektor stanovanja koji je izložen visokom riziku od poplava i klizišta.

Komunikacija sa lokalnom upravom i komunalnim organizacijama koji su zaduženi za prostroni razvoj, prostorne podatke i upravljenje infrastrukturom je bila imperativ da bi se prikupilo što više relevantnih podataka o studijskom području. Podaci o kvalitetu objekata, spratnosti i bruto građevinskoj površini, kao i broj stanovnika su prikupljeni za svaki objekat u zonama visokog rizika. Takođe prikupiće se podaci o važnim pratećim djelatnostima i pratećoj infrastrukturi koja je neophodna za stambenu funkciju. Tako je bilo moguće identifikovati očekivani direktni društveni gubitak (žrtve, izmještena domaćinstva zbog gubitka mjesta stanovanja i potrebe za privremenim smještajem) kao i očekivana neposredna fizička oštećenja na različitim elementima (objektima) izloženim riziku u definisanom studijskom području. Rezultat ove identifikacije je niz preporuka, uključujući strukturne i nestrukturne mjere da bi se smanjili i/ili spriječili rizici od novih poplava i klizišta u posmatranom obuhvatu.

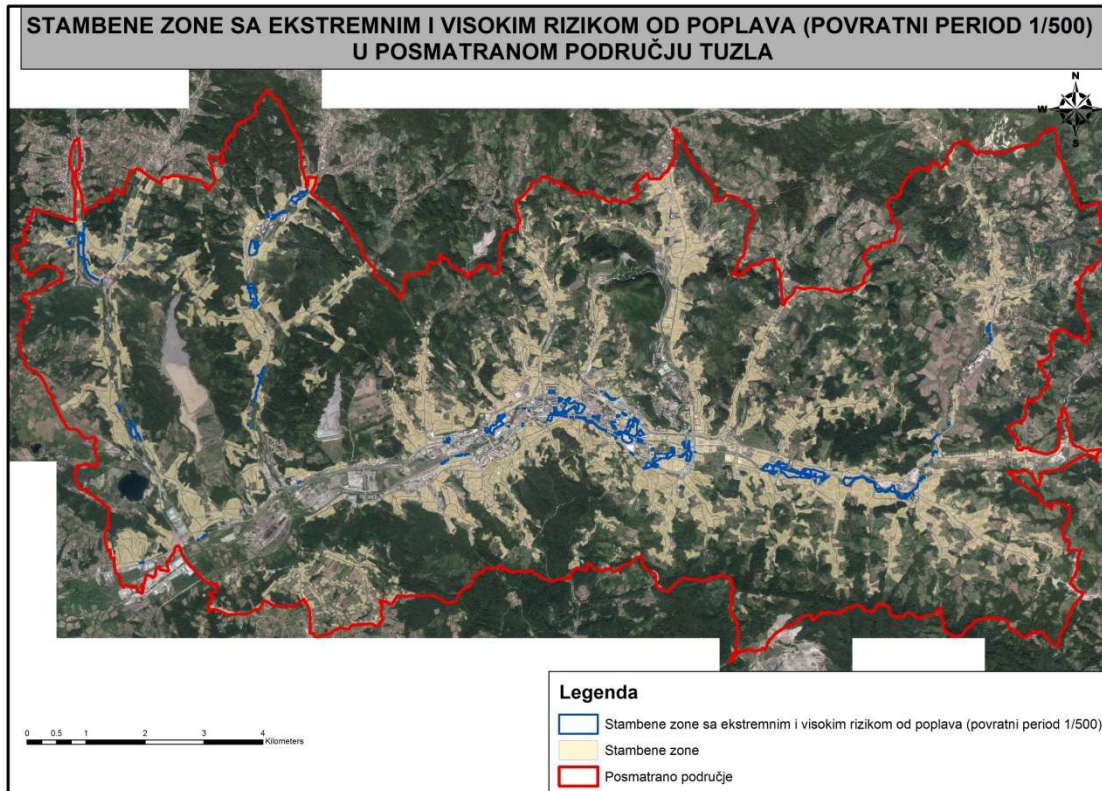
Formirana je jasna, razumljiva i detaljna GIS baza podataka koja opisuje inventar elemenata izloženih riziku, kao i mapa elemenata pod visokim rizikom od poplava i klizišta u analiziranom području.

Primjer valorizacione tabele korištene u planerskom popisu je dat u Prilog 4 .

b. Ljudske aktivnosti osjetljive na izloženost riziku

Nakon mapiranja hazarda od poplava i klizišta, detaljni podaci su produkovani za cijelu urbanu zonu izloženu riziku od poplava i klizišta. Ovi podaci su dalje analizirani još detaljnije da se odredi inventura elemenata pod potencijalnim rizikom u stambenom sektoru. U studijskom području grada Tuzla, ukupna površina pod rizikom iznosi 380 ha.

REZIDENCIJALNE ZONE SA VISOKIM I VEOMA VISOKIM RIZIKOM OD POPLAVA

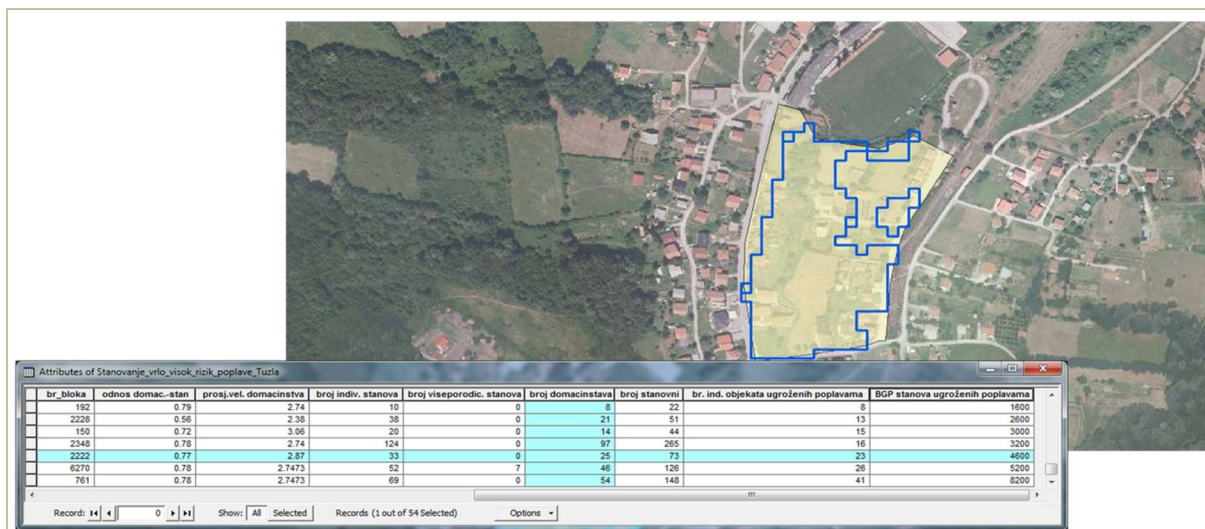


Slika 21 Stambene zone sa ekstremnim i visokim rizikom od poplava (povratni period 1/500) u posmatranom području Tuzla (P= 57 ha)

Što se tiče rizika od poplava urađena je detaljna analiza površine od 25 ha. Ova površina obuhvata stambeni fond i stanovništvo izloženo visokom i veoma visokom riziku od poplava sa povratnim periodom 1/100 godina.

Podaci o broju stambenih jedinica u jednoporodičnom i višeporodičnom stanovanju, odgovarajući broj stanovnika i domaćinstava, kao i bruto građevinska površina za svaki tip stambenog objekata su generisani i povezani su sa definisanim poligonima koji nose informacije u GIS bazi podataka.

Ovi sumarni rezultati su prikazani u tabeli koja je data ispod teksta. Takođe su planerskim popisom utvrđeni podaci o bonitetu građevinskog fonda i karakteristikama objekata u smislu vrste i materijalizacije gradnje i postojanja podrumskih etaža. Ovi podaci su vezani za odgovarajuće stambene zone koje su definisane kao poligoni u GIS bazi podataka.



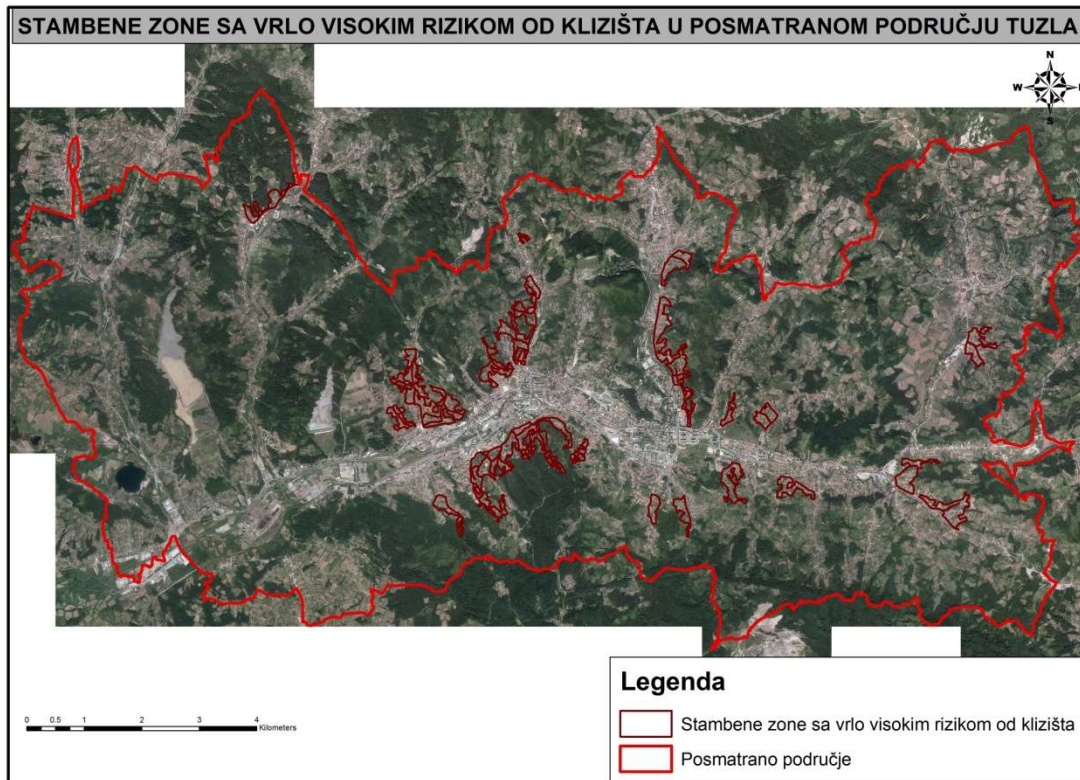
Slika 22 Detaljniji prikaz - primjer poligona ekstremnog i visokog rizika od poplava u obuhvatu Studije na području Grada Tuzle i pridružene atributne tabele

Tabela 6 Inventar elemenata pod rizikom u stambenim zonama pod ekstremnim i visokim rizikom od poplava u obuhvatu Studije na području Grada Tuzla

Broj individualnih stanova	563
Broj stanova u višeporodičnim objektima	3794
Broj domaćinstava	3386
Broj stanovnika	9324
Bruto građevinska površina (BGP) stanovanja - individualni objekti	109 075 m ²
Bruto građevinska površina (BGP) stanovanja - višeporodični objekti	265 580 m ²
Ukupna površina pod ekstremnim i visokim rizikom od poplava (rang pojave 1/500)	57 ha

Broj individualnih stambenih objekata	476
Broj individualnih stambeno - poslovnih objekata	28
Broj višeporodičnih stambenih objekata	113
Broj višeporodičnih stambeno - poslovnih objekata	76
Broj objekata čvrste gradnje	686
Broj objekata dobrog boniteta	601
Broj objekata srednjeg boniteta	71
Broj objekata lošeg boniteta	21
Broj objekata sa podrumom	61

REZIDENCIJALNE ZONE SA VISOKIM I VEOMA VISOKIM RIZIKOM OD KLIZIŠTA

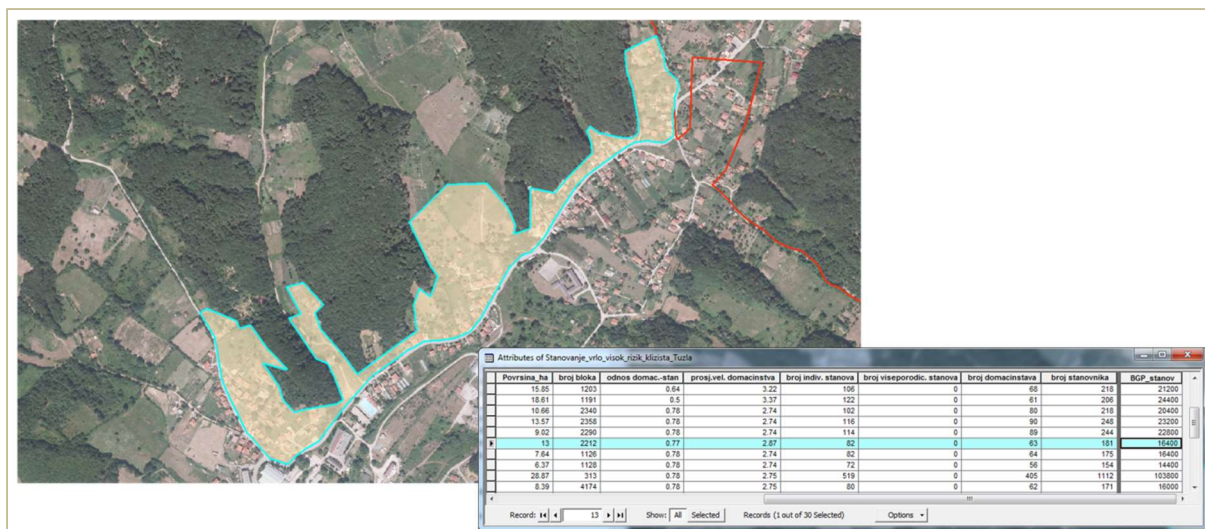


Slika 23 Stambene zone vrlo visokim rizikom od klizišta u posmatranom području Tuzla (P= 355 ha)

Što se tiče rizika od klizišta urađena je detaljna analiza površine od 355 ha. Ova površina obuhvata stambeni fond i stanovništvo izloženo visokom i veoma visokom riziku od klizišta u jednom od analiziranih scenarija . Na ovom području postoje mnoga klizišta koja je neophodno pratiti i stabilizovati.

Slično analizi rađenoj za rizik od poplava, podaci o broju stambenih jedinica u jednopodružnom i višepodružnom stanovanju, odgovarajući broj stanovnika i domaćinstava, kao i bruto građevinska površina za svaki tip stambenog objekata su generisani i povezani su sa definisanim poligonima koji nose informacije u GIS bazi podataka.

Ovi sumarni rezultati su prikazani u tabeli koja je data ispod teksta, što daje jasnu sliku kakve štete grad Tuzla može pretrpiti od klizišta u zonama visokog rizika. Takođe su planerskim popisom utvrđeni podaci o bonitetu građevinskog fonda i karakteristikama objekata u smislu vrste i materijalizacije gradnje i postojanja podrumskih etaža. Ovi podaci su vezani za odgovarajuće stambene zone koje su definisane kao poligoni u GIS bazi podataka.



Slika 24 Detaljniji prikaz - primjer poligona veoma visokog rizika od klizišta u obuhvatu Studije na području Grada Tuzla i pridružene atributne table

Tabela 7 Inventar elemenata pod rizikom u stambenim zonama pod veoma visokim rizikom od klizišta u obuhvatu Studije na području Grada Tuzla

Broj individualnih stanova	4989
Broj stanova u višeporodičnim objektima	240
Broj domaćinstava	3980
Broj stanovnika	11068
Bruto građevinska površina (BGP) stanovanja	971 650 m ²
Ukupna površina pod veoma visokim rizikom od klizišta	355 ha

Broj individualnih stambenih objekata	4135
Broj individualnih stambeno - poslovnih objekata	36
Broj višeporodičnih stambenih objekata	15
Broj višeporodičnih stambeno - poslovnih objekata	0
Broj objekata čvrste gradnje	4180
Broj objekata dobrog boniteta	3389
Broj objekata srednjeg boniteta	557
Broj objekata lošeg boniteta	240

4. METODOLOGIJA ZA KLIMATSKE PROMJENE

a. Uvod i metodologija

Za potrebe projekta "Detaljna procjena rizika od poplava i klizišta za urbana područja Tuzle i Doboja" biće korišteni rezultati više regionalnih klimatskih modela, prema RCP8.5 scenariju buduće klime (Moss et al., 2008), što je definisano petim izvještajem Međuvladinog panela za klimatske promjene (IPCC–AR5). Rezultati regionalnog klimatskog modela EBU-POM (Đurđević i Rajković, 2010) za period 2011-2100 (intervali 2011-2040; 2041-2071; 2071-2100) prema scenarijima RCP8.5 biće osnov analize buduće promjene režima ekstremnih padavina koje za posljedicu imaju moguće povećanje rizika od klizišta, poplava i drugih elementarnih nepogoda. Kao dodatni izvor podataka biće korišćeni i rezultati nehidrostatičkog regionalnog modela NMMB (Janjić i Gall, 2012) visoke horizontalne rezolucije od 8 km i vremenske rezolucije od 6 h, za period 2011-2100. dobijenih regionalizacijom scenarija RCP8.5. Korišćenje rezultata sa visokom vremenskom rezolucijom od 6 h posebno će omogućiti bolji uvid u moguće promjene kratkotrajnih intenzivnih padavina koje su najčešći uzrok navedenih elementarnih nepogoda. Regionalni modeli ovako visoke rezolucije omogućavaju bolje predstavljanje intenzivnih konvektivnih sistema koji su najčešći uzrok ekstremne akumulacije padavina u kratkim vremenskim intervalima od nekoliko sati, posebno u toku toplijeg dijela godina (Đurđević i Kržič, 2013).

Za referentni period izabran je interval 1971-2000, dok će integracija buduće klime pokrivati period 2011-2100. Za granične uslove u integraciji RCP8.5 scenarija biće korišćeni rezultati globalnog klimatskog modela CMCC-CM (Scoccimarro et al., 2011). Za integracije NMMB modela biće korišćena baza podataka iz projekta ORIENTGATE (<http://www.orientgateproject.org>, Đurđević et al., 2014).

Projektovane promjene akumuliranih padavina biće predstavljene procentualno u odnosu na referentni period (1971-2000).

Osim za analizu promjena u odnosu na uporedni period za ukupnu sumu padavina, biće analizirane i promjene odabranih indeksa ekstremne dnevne akumulacije padavina koje ukazuju na učestalost i intenzitet ekstremnih pojedinačnih epizoda. Tumač indeka i jedinica prikazan je u Tabela 8.

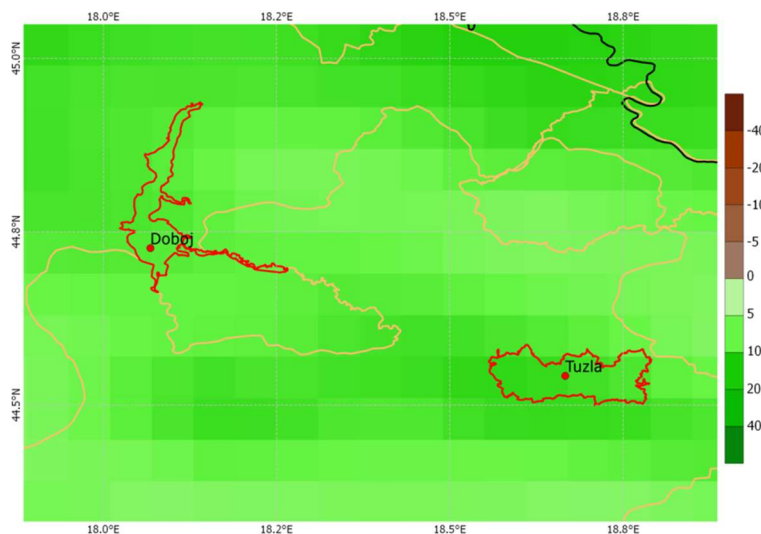
Tabela 8 Definicije indeksa korišćenih u analizi moguće promne raspodjele i učestalosti dnevnih ekstremnih padavina u odnosu na različite scenarije buduće klime

Indeks	Definicija	Jedinice
RR20	Broj dana sa dnevnim akumuliranim padavinama većim od 20 mm.	dan
RR20t	Ukupne akumulirane padavine u danima sa dnevnim akumuliranim padavinama većim od 20 mm.	mm
RR20dt	Srednje dnevne padavine u danima sa akumuliranim padavinama većim od 20 mm.	mm/dan
RR95	Broj dana sa dnevnim akumuliranim padavinama većim od 95-og percentila raspodjele dnevnih akumuliranih padavina tokom godine/sezone.	dan
RR95t	Ukupne akumulirane padavine u danima sa dnevnim akumuliranim padavinama većim od 95-og percentila raspodjele dnevnih akumuliranih padavina tokom godine/sezone.	mm
RR95dt	Srednje dnevne padavine u danima sa akumuliranim padavinama većim od 95-og percentila raspodjele dnevnih akumuliranih padavina tokom godine/sezone.	mm/dan
R5D60	Broj epizoda sa petodnevnom akumuliranim padavinama većim od 60 mm.	broj epizoda
R5D60t	Ukupne akumulirane padavine tokom epizoda sa petodnevnom akumuliranim padavinama većim od 60 mm.	mm

Indeks	Definicija	Jedinice
R5D60dt	Srednje petodnevne akumulirane padavine tokom epizoda sa petodnevnim akumuliranim padavinama većim od 60 mm.	mm/epizoda

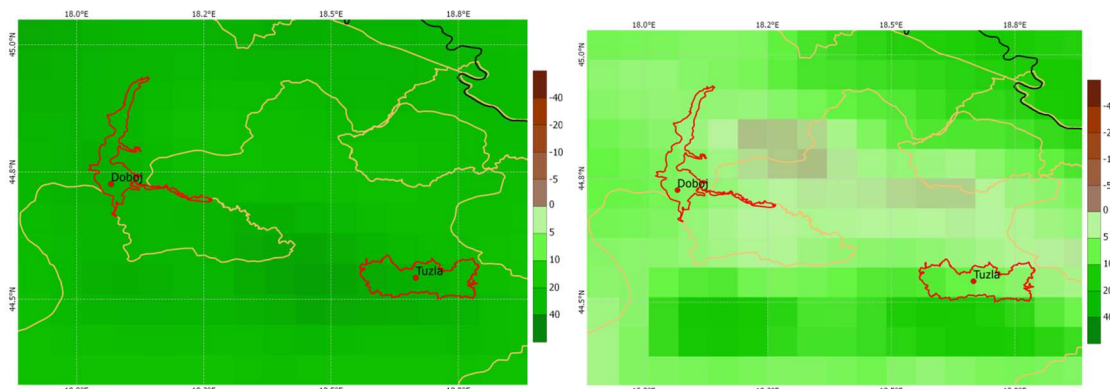
b. Rezultati modeliranja klimatskih promjena za posmatrano područje Tuzle

Prema klimatskom scenariju RCP8.5 u periodu od 2011. do 2040. godine može se očekivati povećanje srednje godišnje količine padavina. Projektovani porast padavina, u odnosu na referentni period 1971-2000, na području Tuzle iznosi do +20% (Slika 25). U periodu 2041-2070, očekuje se smanjenje padavina do -5% na godišnjem nivou, u odnosu na referentni period (1971-2000), dok se u vremenskom horizontu od 2071. do 2100. očekuje smanjenje za 20%.



Slika 25 Očekivane promjene srednjih godišnjih padavina za period 2011-2041. (scenarij RCP8.5)

Najveći rast od 2041. očekuje se u proljeće (MAM) koji na prostoru Tuzle može ići do +20% (Slika 26). Povećanje padavina tokom proljeća može se očekivati do 2070. (+10%), iako je u tom periodu predviđeno smanjenje u godišnjim padavinama.

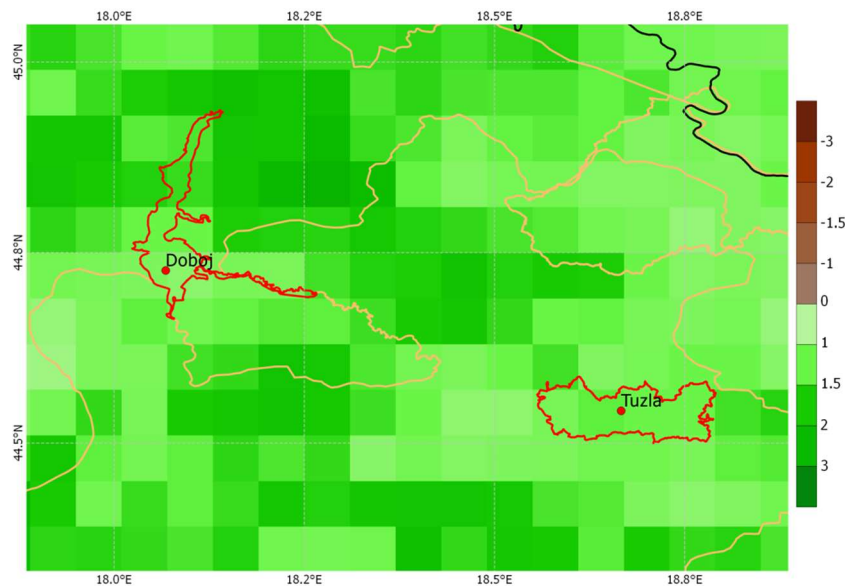


Slika 26 Očekivane promjene količine padavina za proljeće (MAM) (lijevo) i ljeto (JJA) (desno) za period 2011-2041. na bazi scenarija RCP8.5

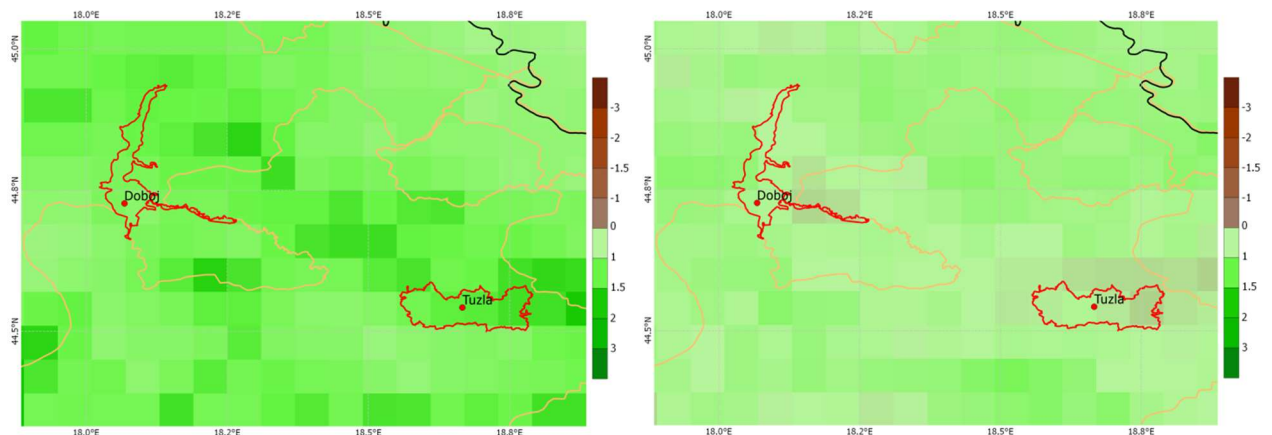
Na području Tuzle tokom ljetnje sezone, do 2040. godine očekuje se povećanje do +10%. Nakon 2040. očekuje se smanjenje ljetnjih padavina (-30%).

Na Slika 27 prikazane su moguće promjene u godišnjem indeksu vrijednosti RR20 (u danima) u posmatranom području Tuzla za naredni period 2011-2040, u odnosu na referentni period 1971-

2000. Godišnja promjena u broju dana sa akumuliranim padavinama preko 20 mm (RR20) je pozitivna. Opseg mogućih promjena je do +2 dana godišnje i za MAM sezonu. Promjena ovog indeksa u sezoni ljeta (JJA) kreće se od +1 do -1 dan po sezoni.



Slika 27 Očekivane promjene broja dana sa intenzivnim padavinama preko 20 mm (RR20mm) za period 2011-2041. (scenarij RCP8.5)

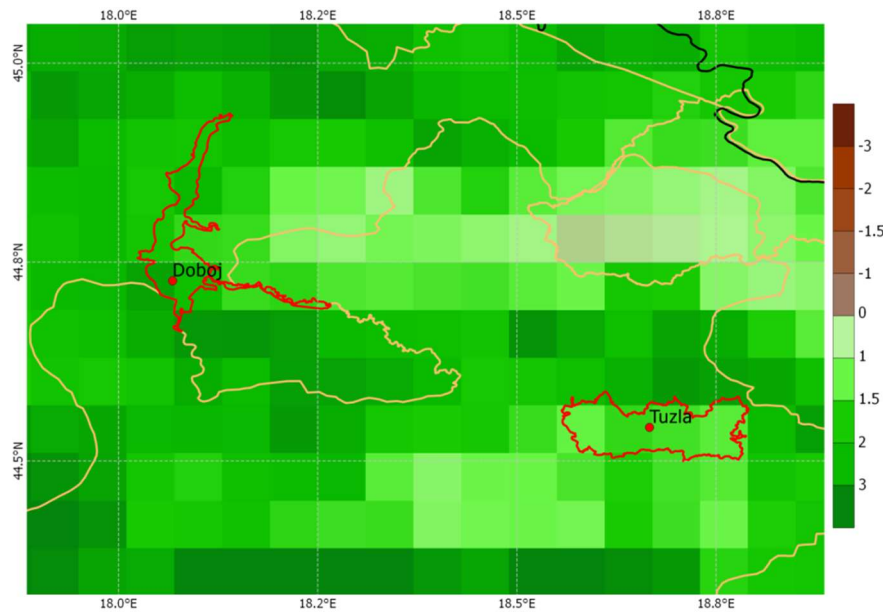


Slika 28 Očekivane promjene padavina za proljeće (MAM) (lijevo) i ljeto (JJA) (desno) za period 2011-2041. na bazi scenarija RCP8.5

Zanimljivo je da pored mogućeg smanjenja ukupne količine padavina u toku ljetnje sezone JJA za period 2041-2070, i smanjenje broja dana sa akumulacijama više od 20 mm i ukupne akumulacije padavina tokom ovih dana (indeks RR20t), promjena RR20dt indeks je pozitivna na skoro cijeloj teritoriji ukazujući na činjenicu da uprkos smanjenju ukupne količine padavina u danima ekstremnih padavina, neke epizode mogu imati veću akumulaciju, u prosjeku +5 do +10% u odnosu na referentni period. U zaključku možemo reći da ukoliko, prema ovom scenariju, dođe do smanjenja pojave ekstremnih padavina tokom ljetnjih meseci, može se povećati rizik da pojedinačne epizode budu intenzivnije u odnosu na epizode iz referentnog perioda.

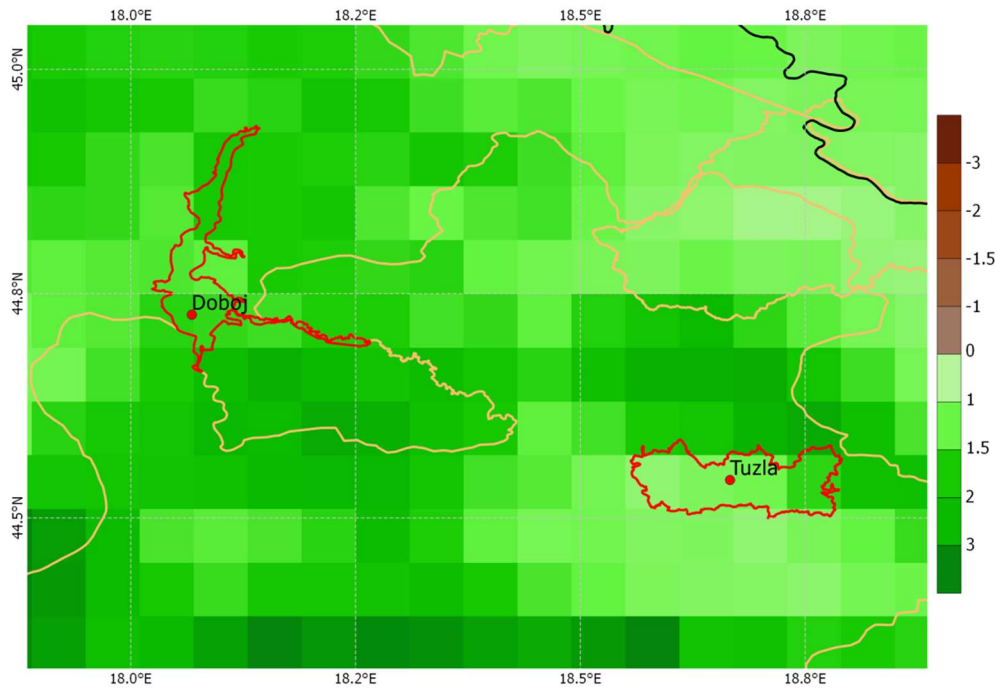
Promjene u indeksu RR95 su slične promjeni indeksa RR20, RR20t i RR20dt za analizirane periode, ali su nešto prostorno modifikovane u odnosu na indeks, u zavisnosti od praga koji je prouzrokovan geografskim položajem. Na godišnjem nivou promjena sva tri indeksa u Tuzli je pozitivna, ukazujući na mogućnost povećanja broja dana sa ukupnim ali i dnevnim akumulacijama u danima kada je

dnevna količina padavina veća od 95-og percentila. Za period 2071-2100, očekuje se povećanje u dnevnih akumulacijama sa padavinama većim od 95-og percentila do +10%. Ljetnu sezonu (JJA) odlikuje negativan indeks anomalija RR95 i RR95t za period 2041-2070. i 2071-2100, međutim, anomalija RR95dt za te periode je pozitivna.

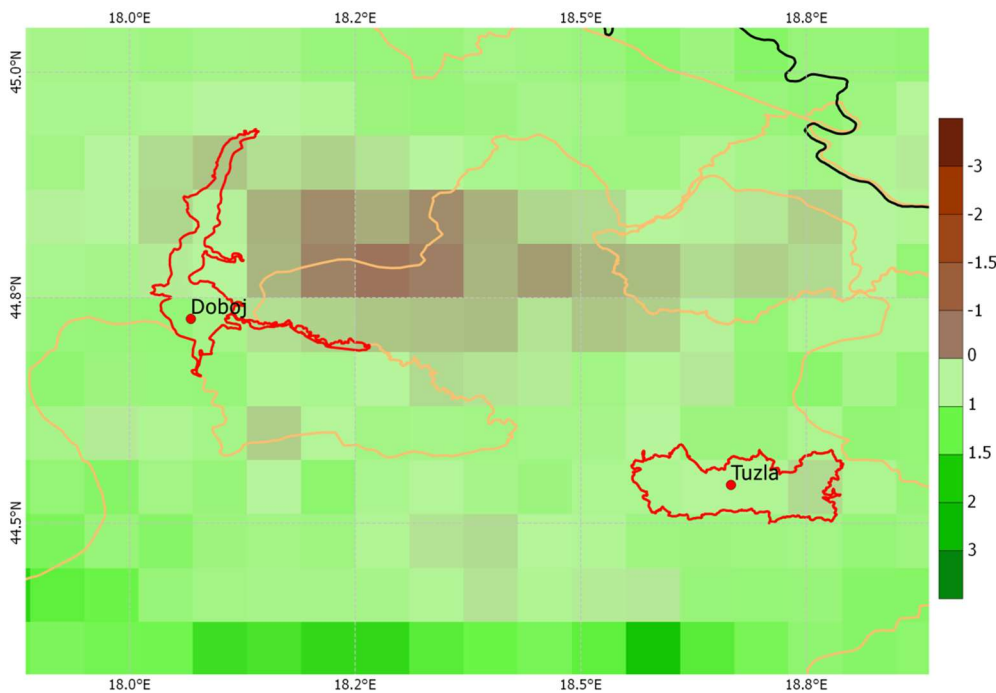


Slika 29 Očekivane godišnje promjene broja dana sa intenzivnim padavinama preko 60 mm (R5D60mm) za period 2011-2041. (scenario RCP8.5)

Na Slika 29 predstavljene su promjene indeksa petodnevnih količina padavina sa akumulacijama preko 60 mm za period 2011-2040, na godišnjem nivou u odnosu na referentni period 1971-2000. U posmatranom periodu broj promjena petodnevnih epizoda je pozitivan za cijelo područje Tuzle (do +2 dana), na godišnjem nivou i za sezonu proljeće (MAM) (Slika 30) i sezonu ljeta (JJA) (Slika 31). Ove promjene ukazuju na mogućnost povećanja ukupnih akumuliranih padavina tokom petodnevnih epizoda sa akumulacijama većim od 60 mm, ali i povećanja akumulacije koja bi bila postignuta u pojedinačnom periodu od pet dana. Povećanje ovih epizoda može dovesti do pojačane opasnosti od poplave i klizišta na području Tuzle.



Slika 30 Očekivane promjene tokom proljeća (MAM) broja dana sa intezitetima preko 60 mm (R5D60mm) za period 2011-2041. (scenario RCP8.5)



Slika 31 Očekivane ljetne promjene (JJA) broja dana sa intezitetima preko 60 mm (R5D60mm) za period 2011-2041. (scenario RCP8.5)

Za preostala dva buduća perioda očekuje se pozitivna promjena R5D60t, ili povećanje epizoda. Za periode 2041-2070. i 2071-2100. u ljetnoj sezoni (JJA) promjena u broju petodnevnih epizoda i ukupne akumulacije u ovim epizodama (R5D60t) je generalno negativna, ali sa druge strane promjena u akumulaciji epizode je pozitivna, naročito za period 2071-2100.

PREDLOŽENE MJERE

1. PREPORUKE / MJERE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POPLAVA ZA URBANO PODRUČJE TUZLE

a. Uvod

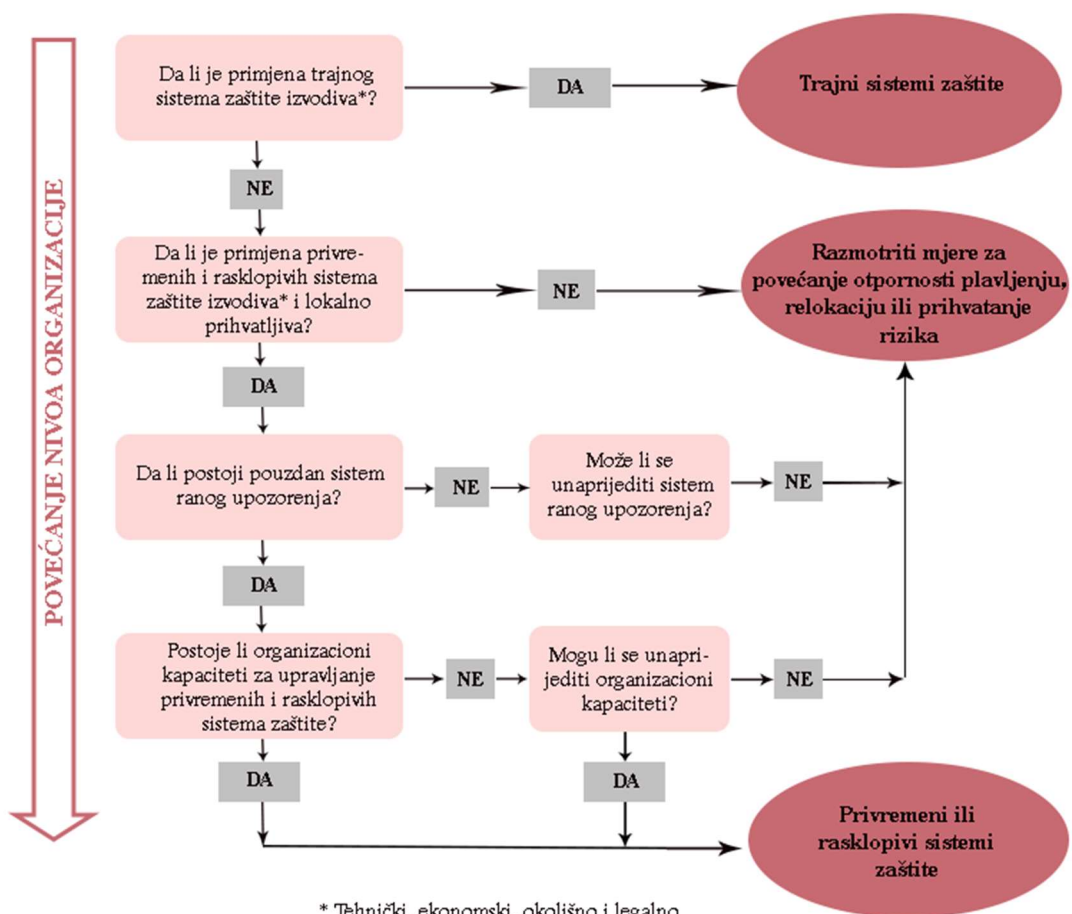
Nakon što je izvršena procjena rizika od poplava, može se početi sa analizom mjera /preporuka za smanjenje rizika u područjima obuhvaćenim studijom. Od posebne je važnosti da se priroda i dubina plavljenja analizira na odgovarajući način, prije nego se mjere za poboljšanje uzmu u razmatranje. U suprotnom, moguće je da najbolja i troškovno najefikasnija mjera za zaštićeno područje ne bude odabrana.

b. Sistemi zaštite od poplava – opća razmatranja

Postoje tri glavna tipa sistema zaštite od poplava:

- Trajni;
- Privremeni;
- Rasklopivi.

Odluka o tome da li koristiti trajni, privremeni ili rasklopivi, donosi se nakon analize različitih faktora kao što su tehnička, ekonomska i okolišna izvodljivost. Potrebno je analizirati i da li je predmetni sistem prihvatljiv za lokalnu zajednicu, koji je njegov kapacitet za predviđanje i uzbunu, organizacioni kapacitet, te relevantna pravna pitanja. Sva ova pitanja potrebno je sagledati korištenjem procesa donošenja odluka koji je prikazan na dijagramu niže.



Slika 32 Dijagram toka donošenja odluka

Treba napomenuti da u pojedinim situacijama gdje je nivo rizika manji, nije potrebno uzeti u obzir sve stavke prikazane na Slika 32 **Error! Reference source not found.**, te nivo složenosti treba da odražava nivo rizika (što je nivo rizika veći, to je postupak donošenja odluka složeniji).

Osim toga, u složenim situacijama sa visokim nivoom rizika, dodatna razmatranja i pitanja mogu biti važna.

Glavne razlike između tri generička tipa sistema zaštite od poplava

Kada razmatramo mogućnost korištenja privremenih i rasklopivih sistema zaštite od poplava, neophodno je razumjeti o kakvim se tačno sistemima radi, te kakvi su oni u odnosu na trajne sisteme zaštite.

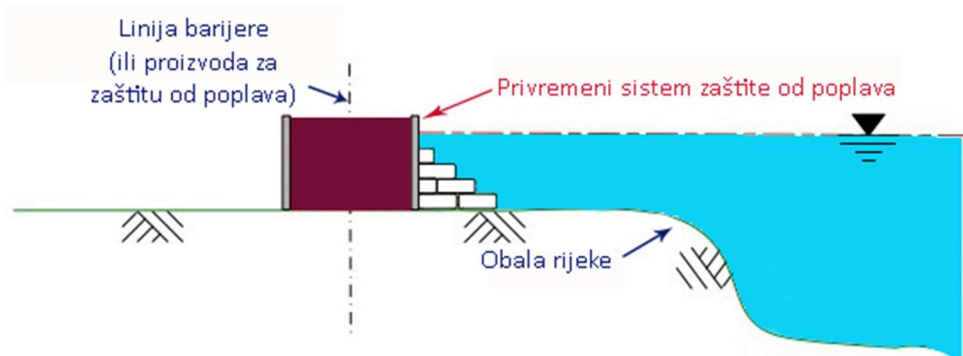
Stoga, prije definiranja specifičnih preporuka / mjera za razmatrana područja grada Tuzla i grada Doboj, bit će objašnjene generalne razlike između tri generička tipa sistema zaštite od poplava, te će biti data početna razmatranja koja su neophodna da bi se odredilo kada je adekvatno korištenje stalnih, privremenih ili rasklopivih sistema zaštite od poplava.

▪ Privremeni sistemi zaštite od poplava

Privremeni sistem zaštite od poplava sastoji se od proizvoda za zaštitu od poplava koji se mogu ukloniti, odnosno koji se instaliraju tokom poplave, a zatim potpuno uklone nakon povlačenja vode, uključujući spojeve sa podlogom, kao i one na krajevima.

Privremeni sistemi zaštite od poplava mogu biti potrebni na mjestima gdje stalni ili rasklopivi sistemi zaštite ne pružaju / nisu u mogućnosti da pruže potpunu zaštitu potrebnu za određeno područje. Razlozi za to su sljedeći:

- Nedovoljna ekonomska opravdanost za trajni ili rasklopivi sistem;
- Upravljanje rizicima od poplava iznad usvojenog standarda zaštite;
- Privremena zamjena tokom izgradnje stalnog ili rasklopivog sistema;
- Dvostruka funkcija – u slučaju potrebe za pristupom kroz sistem zaštite od poplava;
- Neprihvatljiv uticaj na životnu sredinu ili socijalni uticaj trajne zaštite.



Slika 33 Uobičajeni elementi privremenog sistema zaštite od poplava

Privremeni sistem zaštite od poplava jedino je funkcionalan ako se barijera (odnosno proizvod namijenjen za zaštitu od poplava) u potpunosti postavi prije nego se voda podigne do najnižeg sigurnog, trajnog nivoa zaštite. Ovi sistemi mogu biti projektovani za korištenje na specifičnoj lokaciji, međutim, s obzirom da ne zahtijevaju pred-instalaciju, nisu vezani ni za jednu posebnu lokaciju, te stoga pružaju veću raznovrsnost i potencijal za višestruko korištenje u scenarijima incidentnog reagovanja na poplave.



Slika 34 Privremeni sistem zaštite od poplava (cestovna barijera) – primjer iz Doboja

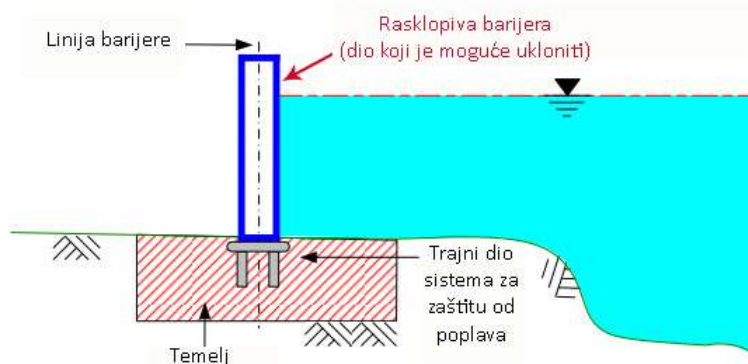
Dok su temelji za trajne i rasklopive sisteme projektovani kao dio instalacije trajnih dijelova, po svojoj prirodi, privremeni sistemi stavljaju se na bilo kakvu površinu ili postojeće temelje koji su dostupni. Površina posteljice stoga treba biti odgovarajuća i adekvatno pripremljena kako bi se spriječilo curenje vode na spoju sa objektom/proizvodom za zaštitu od poplava. Stoga se za postavljanje privremenih sistema mora osigurati pogodnost lokacije, terena odnosno zemljišta na koje se isti postavljaju. Privremeni sistemi zaštite od poplava oslanjaju se na postojeću posteljicu odnosno objekat na kojem se isti postavljaju, u cilju sprečavanja curenja ispod objekta.

▪ Rasklopivi sistemi zaštite od poplava

Rasklopivi sistemi zaštite od poplava su mobilni sistemi zaštite od poplava, koji se moraju u potpunosti instalirati prije poplave, a zahtijevaju i da neko njima upravlja dok poplava traje. Pored toga, ovo može biti i sistem koji zahtijeva djelimičnu ugradnju u prethodno instalirane vodilice ili otvore u sklopu ranije izgrađenih temelja.

Rasklopivi sistemi zaštite od poplava mogu biti potrebni kao dodatak ili alternativa trajnim sistemima zaštite od poplava, u slučajevima kada oni nisu u mogućnosti da pruže punu zaštitu koja je određenom području potrebna. Razlozi za to mogu biti:

- Dvostruka funkcija kao što je potreba za pristupom kroz sistem zaštite od poplava, ali tamo gdje zaštita može biti djelimično ili u potpunosti instalisana ranije;
- Neprihvatljiv uticaj na životnu sredinu trajnog sistema zaštite od poplava;
- Upravljanje rizikom od poplava na specifičnim lokacijama iznad usvojenog standarda zaštite;



Slika 35 Uobičajeni elementi rasklopivog sistema zaštite od poplava

Nasuprot trajnom sistemu, rasklopivi sistem je funkcionalan jedino kada je barijera u zatvorenoj poziciji prije dizanja vode do najniže tačke trajne zaštite. Rasklopivi sistem zaštite od poplava stoga uključuje:

- Privremene i trajne elemente;
- Temelje, brtve i spojnice unutar objekta;

- Spojeve na krajevima;
- Spojeve između objekta i podloge;
- Relevantne operativne procese.

Kvalitet zaštite u potpunosti postavljenog ili zatvorenog rasklopivog sistema zavisi od njegovih barijera, interakcije sa posteljicom, kao i od spojeva sa podlogom i na krajevima. Da bi se osigurao integritet sistema, ovi elementi moraju se detaljno razmotriti u okviru procesa odabira i projektovanja.

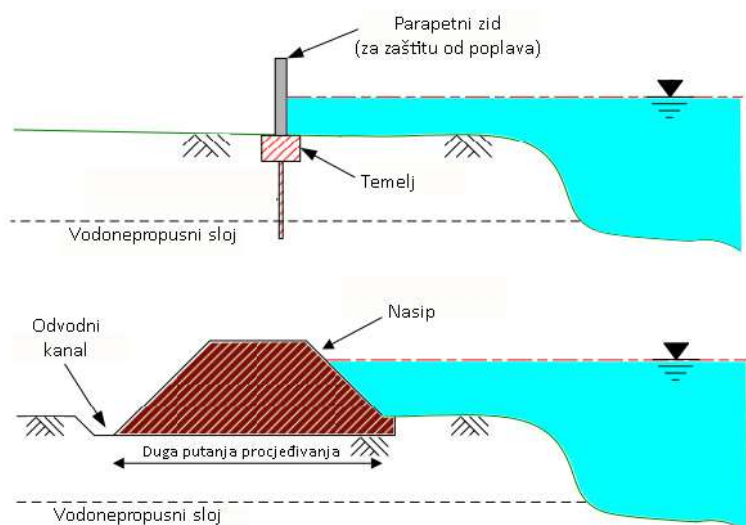


Slika 36 Rasklopivi sistem zaštite od poplava (mobilni paneli) – primjer iz Srbije, Golubac

▪ Trajni sistemi zaštite od poplava

Trajni sistem zaštite od poplava je onaj koji je u potpunosti izgrađen i ne zahtijeva da se njime upravlja tokom poplave. Ipak, za ove sisteme potrebno je provoditi redovne mjere održavanja, kao i druge mjere neophodne za održavanje njihove funkcionalnosti, a sve u cilju sprečavanja prolaska vode. U tehničkom smislu ovo je najpouzdaniji sistem zaštite od poplava, jer je uvijek tu da pruži zaštitu od poplave za koju je projektovan.

Uobičajeni primjeri trajnih infrastrukturnih objekata za zaštitu od poplava uključuju nasipe i parapetne zidove. Parapetni zid sastoji se od barijera iznad kote terena i temelja na koje se barijera oslanja, temeljnog praga ispod kote terena kojim se kontrolira infiltracija vode i uzgon (širenje do nepropusnog sloja ukoliko isti postoji), te spojeva sa podlogom i na krajevima. Nasip ima sličnu funkciju kao i zid, ali je nasip u većini slučajeva bez temeljnog praga, jer je njegova osnova obično dovoljna da spriječi značajniju infiltraciju vode i uzgon, osim kada se radi o vrlo poroznom tlu. Odvodni kanal, koji se obično gradi u blizini nožice nasipa, pomaže u sakupljanju procjednih voda u površinskom dijelu.



Slika 37 Uobičajeni elementi trajnih sistema zaštite od poplava

Kada koristiti privremene i rasklopive sisteme

Proces odlučivanja da li koristiti privremene ili rasklopive sisteme zaštite od poplava ili ne, zasniva se na riziku. Proces prati hijerarhiju upravljanja rizicima – „izbjegni, smanji i upravljaj preostalim rizikom“, uz uslov da ukoliko operativni rizik ne može biti smanjen na nivo koji će omogućiti velike šanse za uspjeh, korištenje privremenih ili rasklopivih sistema treba izbjeci.

Prvi korak u procesu upravljanja rizicima je traženje načina za eliminaciju operativnog rizika. Ukoliko trajni sistem zaštite od poplava može biti izgrađen, te je tehnički, ekonomski i ekološki izvodiv, onda se taj sistem treba i izgraditi, jer će se time operativni rizik nepostojanja trajne zaštite izbjeci.

Korištenje privremenog ili rasklopivog sistema zaštite treba se uzeti u razmatranje jedino ako:

- Nije izvodivo ili prihvatljivo graditi trajnu zaštitu koja se zahtijeva;
- Već postoji pouzdan sistem za predviđanje poplava i uzbunu;
- Lokalni uslovi su pogodni, te nema neriješenih pravnih pitanja;
- Postoji pouzdana organizacija sa dovoljnim resursima za upravljanje sistemom.

Procjena izvodljivosti

Kada se donese odluka da je privremeni ili rasklopivi sistem jedna od potencijalnih opcija, sljedeći korak je da se izradi kvalitetna studija izvodljivosti. Ta studija treba da procijeni da li postoje tehnički prihvatljiva rješenja koja se mogu primijeniti na problem. Također je potrebno proanalizirati potencijalne ekološke mogućnosti, te utjecaj na životnu sredinu. To može biti od velike važnosti, posebno ako je prihvatljivost za životnu sredinu razlog zbog kojeg određeni sistem nije izvodiv. Osim toga, potrebno je napraviti i kvalitetnu ekonomsku procjenu, kako bi se vidjelo da li su pojedine opcije i troškovno efikasne.

Prihvaćenost od strane lokalne zajednice

Ukoliko lokalna zajednica nije uključena u procjenu izvodivosti, kada se privremeni ili rasklopivi sistem zaštite identifikuje kao potencijalna opcija, potrebno je istražiti i da li će takav sistem biti prihvatljiv za lokalnu zajednicu. Osjećaj sigurnosti je vrlo važan faktor ukoliko želimo da određeni sistem bude prihvaćen od strane javnosti. Potencijal da određeni sistem bude prihvaćen od strane javnosti, te da se dobije njihov konstruktivan doprinos je njihovo uključivanje u što ranijoj fazi.

Predviđanje i uzbuna

Ukoliko su privremeni ili rasklopivi sistemi u principu prihvatljivi za lokalnu zajednicu, sljedeći korak je da se preispita pouzdanost postojećih sistema predviđanja i uzbune, te da li oni mogu pravovremeno aktivirati ugradnju privremenih ili rasklopivih sistema zaštite od poplava. Sposobnost sistema za predviđanje i uzbunu treba biti procijenjena, kako bi se vidjelo da li su pouzdani. Zahtijevani nivo pouzdanosti zavisi od prihvatljivog nivoa rizika od poplava. Tamo gdje sistemi nisu dovoljno pouzdani, potrebno je izvršiti procjenu potencijala za poboljšanje do potrebnog nivoa pouzdanosti.

Organizacioni kapacitet

Ukoliko se postojeći sistem predviđanja i uzbune smatra dovoljno pouzdanim, potrebno je na kvalitetan način procijeniti sposobnost/kapacitet organizacije(a) koja će biti odgovorna za provođenje i upravljanje operativnim procesima. Kapacitet organizacije treba razmotriti u odnosu na očekivani nivo odbrane od poplava i sve za njega vezane operacije/aktivnosti. Ono što treba razmotriti su

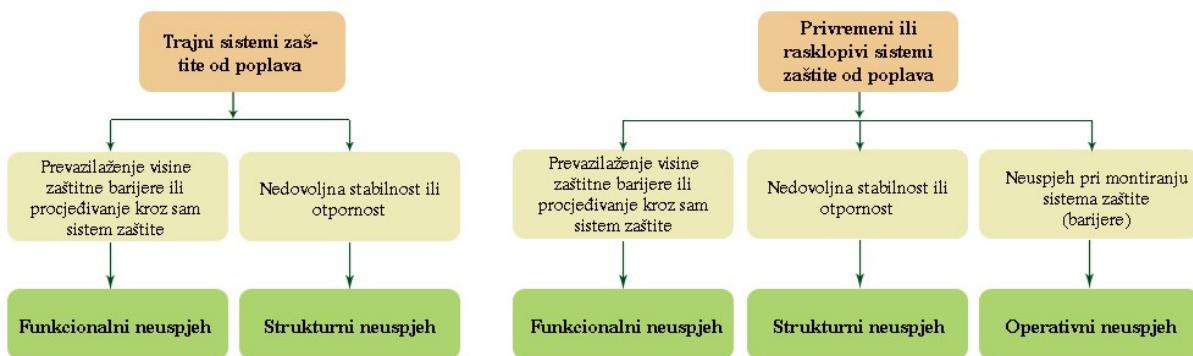
pitanja kao što je kapacitet za pružanje 24-satne pokrivenosti i pripravnosti, kao i sredstva i sisteme za podršku.

Pravna pitanja

Bilo koja organizacija da se smatra odgovornom, vrlo je važno razmotriti njihovu poziciju sa pravnog stajališta. Organizacija ili lice odgovorno za upravljanje, mora imati zakonsku dozvolu za izvođenje ili korištenje takvog sistema. Pitanja vezano za treće strane, kao što je pitanje vlasništva, pravo pristupa, uticaj barijera na rizik od poplava trećih strana, konflikti sa drugim stranama ili lokalni podzakonski akti koje je potrebno uzeti u obzir, te svi drugi uslovi vezano za planiranje ili druge dozvole i saglasnosti, moraju se provjeriti sa nadležnim lokalnim organima vlasti. Ovo je posebno važno kod rasklopljivih sistema, s obzirom da oni uključuju i stalne dijelove koji će biti postavljeni na terenu.

Nedostaci stalnog, privremenog ili rasklopljivog sistema zaštite od poplava

Pojednostavljeni dijagram nedostataka trajnog sistema zaštite od poplava i sistema zaštite koji uključuje rasklopive ili privremene dijelove, prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 38 Dijagram nedostataka trajnog, rasklopljivog ili privremenog sistema zaštite od poplava

c. Zaštita od poplava na lokalnom nivou – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu

Nedavne poplave u Bosni i Hercegovini (poplave 2014.g.), pokazale su kakve posljedice ovi događaji mogu imati po stambene objekte. S obzirom da uticaji poplava mogu biti tako ozbiljni, vrlo je važno da ljudi čija je imovina pod rizikom od poplava, poduzmu odgovarajuće mjere za odbranu od poplava, te se za njih adekvatno pripreme.

Iako nije moguće u potpunosti eliminisati rizik od poplava, mogu se poduzeti mnogi praktični koraci kojima će se smanjiti trošak sanacije štete od poplava, i ubrzati proces oporavka. Iako objekti za odbranu od poplava postoje, oni ne mogu biti projektovani za zaštitu u slučaju ekstremnih poplava. Objekti odbrane od poplava mogu biti izgrađeni samo na mjestima gdje potencijalna korist nadmašuje finansijske troškove.

Prije nego se razmotre načini zaštite pojedinačnih stambenih jedinica od poplava, neophodno je procijeniti rizik od poplava. Kada se nivo rizika od poplava procijeni, moguće je donijeti efektivnije odluke o vrsti mjera zaštite od poplava koje će se poduzeti.

Na kojim mjestima voda može ući u kuću?

Ukoliko je kuća već ranije plavila, moguće je da vlasnik već zna gdje su ulazne tačke, ali se preporučuje da se iste ponovo razmotre prije poduzimanja bilo kakvih mjera za smanjenje uticaja poplava.

Generalno, voda može naći svoj put u kuću putem različitih kanala, uključujući:

- Prolaz oko zatvorenih vrata;
- Prolaz kroz perforirane blokove za provjetravanje i dalje kroz prizemlje;
- Povratna voda iz preopterećenih kanalizacionih cijevi koja se izliva unutar kuće kroz wc šolje, lavaboe i sudopere u prizemlju.
- Infiltracija kroz vanjske zidove;
- Infiltracija kroz tlo i dalje kroz prizemlje kuće;
- Prolaz oko kablova za televiziju kroz vanjske zidove.

Da bi se smanjila vjerovatnoća ulaska plavne vode u kuću, vrlo je važno identifikovati gdje se potencijalne tačke ulaza nalaze. Putanje plavljenja zavisiće o vrsti konstrukcije, uslovima terena na kojem se objekat nalazi, te očekivane dubine poplave.

Mjere koje je moguće poduzeti kako bi se poboljšala otpornost objekta na poplave

Postoje mnoge mjere koje se mogu poduzeti kako bi se smanjio utjecaj plavljenja na stambene objekte. Ove mjere generalno spadaju u dvije glavne kategorije, one koje se poduzimaju kako bi se spriječio ulazak vode u kuću, koje se često zovu i „mjere za povećanje otpornosti na poplave“, i one kojima se poboljšava sposobnost objekta da izdrži posljedice poplave jednom kada voda uđe, koje se još zovu i „mjere prilagođavanja poplavama“.

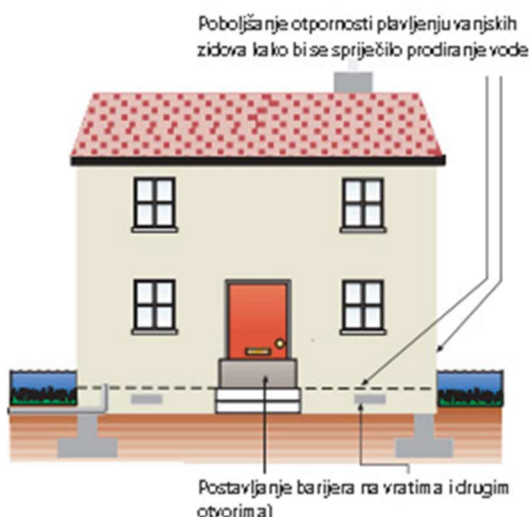
Gore navedene mjere su alat koji se koristi da bi se smanjila šteta koja nema nikakvog uticaja na opasnost od poplava. Međutim, provođenje ovih mjera zahtijeva znanje o opasnosti kao što je maksimalni nivo poplave, brzina protoka i trajanje poplave.

Provođenje odgovarajućih mjera zaštite od poplava preporučenih od strane stručnjaka može značajno smanjiti štetu i biti ekonomski održivo s obzirom da je pojedinačna investicija mala u poređenju sa strukturnim mjerama. Realizuju se individualno, na lokalnom nivou.

❖ Mjere za povećanje otpornosti na poplave

Svrha mjera za povećanje otpornosti na poplave u kući je da se ista napravi vodonepropusnom na poplave ograničenog trajanja (nekoliko sati) i dubine (obično manje od 1 metar). Ove mjere smanjuju vjerovatnoću za nastanak štete od poplava, tako što se smanjuje mogućnost da unutrašnjost kuće bude poplavljena. To može biti odgovarajuća alternativa za ublažavanje posljedica od poplava, u slučajevima kada relokacija ili podizanje objekata nije troškovno efikasno niti tehnički izvodivo.

Ove mjere podrazumijevaju mobilne barijere za zaštitu od poplava na vratima, prozorima koji se nalaze u prizemlju, te drugim otvorima, koje se mogu instalirati prije dolaska plavnog vala, postavljanje vreća sa

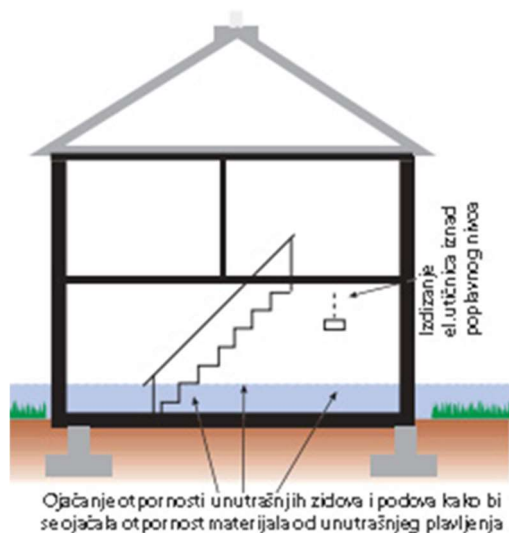


pijeskom, instalacija nepovratnih ventila na kanalizacionim cijevima kako bi se spriječilo vraćanje vode itd.

Za provođenje aktivnih mjera za povećanje otpornosti na poplave, što zahtijeva i ljudske kapacitete, potrebno je vrijeme, kao i pravovremeno upozorenje. Aktivne mjere izolacije stoga nisu adekvatne, ukoliko upozorenje za poplave nije stiglo pravovremeno. Naprimjer, ove mjere nisu adekvatne u područjima gdje je već poznato da se nivo vode diže jako brzo, jer brzo dizanje vode ostavlja malo ili nimalo vremena da se provedu aktivne mjere zaštite. Vlasnici kuća trebaju se osloniti na sistem upozorenja od poplava u svojoj lokalnoj zajednici, ukoliko ne postoji neki drugi jednostavan način da se pristupi informacijama o predviđanju poplava (kao što su procjene nivoa vode na vodomjernim stanicama na vodotocima), te vlasnici trebaju znati kako te informacije uporediti sa informacijama o koti na kojoj se kuća nalazi. Sistem upozorenja od poplava treba da osigura dovoljno vremena za pravovremenu aktivaciju svih neophodnih mjera zaštite od poplava, koje mogu uključivati ugradnju ustava, pregrada, aktiviranje pumpi za vodu, zatvaranje ručnih ventila, itd.


❖ Mjere prilagođavanja poplavama

Kao što to i njihovo ime implicira, mjere prilagođavanja poplavama pomažu u slučajevima kada je



voda već ušla u kuću. Ove mjere podrazumijevaju minimiziranje štete kada voda već uđe u kuću, odnosno modifikovanje unutrašnjosti kuće kako bi se smanjio uticaj svih eventualnih budućih poplava. To se može uraditi prilagođavanjem ili mijenjanjem nekoliko generalnih karakteristika kuće kao što je pomjeranje svih elektroničkih aparata na više spratove, stavljanje utičnica iznad visine poplave, nanošenje vodonepropusnog sloja na unutrašnje zidove kuće (korištenje građevinskih materijala otpornih na poplave unutar zidova i podova), stavljanje vodonepropusnih pločica umjesto tepiha, zatvaranje sistema vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda i slično. Mjera ili kombinacija odabranih mjera zavisit će dubine i učestalosti poplava.

d. Specifični proizvodi za zaštitu od poplava

Br.1	CIJEVI – ISPUNJENE VAZDUHOM (CIJEVNI ZID) <i>(Ime proizvoda, proizvođač: NOAQ – TW Tubewall, NOAQ Flood Protection AB)</i>
	
VRSTA: Privremena (potpuno uklonjivo nakon upotrebe)	
GENERALNI OPIS: Sistem se sastoji od napuhanih plastičnih cijevi, međusobno povezanih, koje stvaraju privremenu barijeru tzv. „cijevni zid“. Svaka cijev ima suknju okrenutu prema strani na kojoj je voda. Kada se poplavna voda diže, rastući pritisak vode gura suknju prema zemlji, te na taj način usidrava cijevi.	
DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE: Standardna dužina je 10 metara, ali i druge dužine su dostupne po narudžbi. Minimalna dužina je 5 metara. Maksimalni broj spojenih jedinica nema ograničenja. Maksimalna montirana visina: od 0,5 m do 1,0 m. Širina konstrukcije u bazi: od 1,8 m do 3,2 m. Potreban skladišni prostor po jedinici (pakirana dimenzija): od 1,6 m x 0,5 m to 3,0 m x 1,0 m.	
STRUKTURNI ASPEKTI: Maksimalna visina vode: od 0,5 m do 1,0 m. Ponašanje po pitanju curenja i nepropusnosti: Može doći do curenja (manje od 40 litara na sat po metru). Otpornost na oštećenja: U slučaju jakih vjetrova možda će biti potrebno osigurati sekcije cijevi stavljanjem tereta na suknju cijevi. Preljevanje se može desiti. Što se suknja više usidrava kao rezultat povećanja dubine vode, sigurnosne margine protiv klizanja ne dovode se u pitanje. Manji plutajućih predmeti nošeni strujom dužinom (paralelno) barijere neće oštetiti cijevni zid. Velike krhotine koje plove okomito na barijeru mogu uzrokovati puknuće cijevnog zida.	
OPERATIVNI ASPEKTI: Vrijeme potrebno za montažu (100 m dužine x 1 m visine): 1 sat. Način montaže (uključujući pripremu lokacije): ručno, sa zračnim pumpama za napuhavanje cijevi. Dizajn je vrlo jednostavan, tako da ne postoji mnogo načina da se montira na pogrešan način. Nakon što se jedna sekcija cijevi postavi na određenu lokaciji, napuše se i poveže sa prethodnim sekcijama uz pomoć običnih rajsferšlusa. Otvori za napuhavanje, te posebna zaštita za pritisak, sprječavaju pre-napuhavanje cijevi. Uslovi skladištenja: Cijevni zid čuvati na suhom mjestu dalje od direktnog sunčevog svjetla.	
FINANSIJSKI ASPEKTI: Resursi potrebni za montažu: Težina po jedinici varira zavisno od dužine i visine barijera, za lakše jedinice (ispod 50 kg) dvije osobe su potrebne za montažu. Za teže jedinice (iznad 50 kg) potrebno je od četiri do šest osoba. Za napuhavanje cijevi potreban je kompresor ili puhalo. Ako se koristi električno puhalo, također je potreban priključak na električnu energiju (iz mreže ili iz generatora). Troškovi montaže (100 m dužine x 1m visine – ne računajući sredstva): 50.000,00 EUR (približan iznos)	

Br.2

CIJEVI – ISPUNJENE VODOM (VODENA BRANA)

(Ime proizvoda, proizvođač: Aquadam, AquaDam Europe Ltd)



VRSTA:

Privremena (potpuno uklonjivo nakon upotrebe)

GENERALNI OPIS:

Vodena brana je fleksibilna struktura nalik na branu/nasip/kofer napunjenu vodom. Sastoji se od vanjske teške geotekstilno tkane cijevi koja okružuje dvije vodonepropusne unutrašnje polietilenske cijevi. Dvije unutrašnje cijevi su razdvojene suknjom/pregradom koja štiti od kotrljanja, s trostrukim šavom koji povezuje vrh sa dnom. Dostupan je do visine od 4,0 m, koji se može koristiti kao zaštita do 3,0 m visine vode. Jedinice mogu biti međusobno povezane sa okovratnikom čineći na taj način kontinuiranu dužinu.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: 30.4m duge jedinice.

Maksimalni broj spojenih jedinica je neograničen.

Visina montirane jedinice (s): 0,3 m, 0,46 m, 0,61 m, 0,76 m, 0,9 m, i 1,2 m.

Maksimalna montirana visina za odbranu od poplava: 1,2 m visoka brana koja zadržava do 0,9 m dubine vode.

Širina konstrukcije u bazi (montirano stanje): zavisi od visine brane, širina je jednaka dvostrukoj visini.

Potreban skladišni prostor po jedinici (pakovana dimenzija): brana 1,2 m visine i 30,4 m dužine je pakovana u obliku rola 4,25 m x 0,5 m.

STRUKTURNI ASPEKTI:

Maksimalna visina vode je $\frac{3}{4}$ napuhane visine npr. 1,2 m visoka brana je pogodna za dubinu vode od 0,9 m.

Ponašanje po pitanju curenja i nepropusnosti: Može doći do curenja na dnu vodene brane, zavisno od površine zemlje.

Otpornost na oštećenja: Brana napunjena vodom je otporna na vjetar. Preljevanje se ne može dogoditi, osim zapljuskivanja talasa. Vodena brana neće ostati stabilna ako dubina vode prelazi preporučenu visinu. Geotekstilno vanjsko kućište je otporno, ali može biti probušeno oštrim plutajućim krhotinama. Proizvod će oduprijeti pritisku vode do maksimalno preporučene visine brane.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (100 m dužine x 1 m visine): približno 1,5 sati, ako se koriste dvije pumpe od 7,5 cm.

Način montaže (uključujući pripremu lokacije): površinu na koju se barijera postavlja treba pripremiti uklanjanjem oštrih krhotina ili ispunjavanjem bilo kakvih velikih rupa. Šljunak se mora ukloniti ako se postavlja na vrhu nasipa.

Uslovi skladištenja: skladištiti daleko od otvorenog plamena, oštrih izbočina i od direktnog sunčevog svjetla. Može se čuvati na otvorenom. Jedinice se mogu skladištiti na temperaturama nižim od minus 60 stepeni.

FINANSIJSKI ASPEKTI:

Resursi potrebni za montažu: Montaža brane dimenzija 1.2m x 30.4m zahtijeva dvije osobe i dvije prenosne pumpe od 7 cm s fleksibilnim crijevima i priključkom na vodu. Potrebno vrijeme je manje od 1 sata.

Troškovi montaže (100 m dužine x 1 m visine - ne računajući sredstva): 250 EUR po metru (25.000,00 EUR za barijeru od 100 m) - (približan iznos)

**VRSTA:**

Privremena (potpuno uklonjivo nakon upotrebe)

GENERALNI OPIS:

Spremnici kao obrambena barijera je sistem privremene barijere i zato nema trajnih učvršćenja. Spremnici se sastoje od niza obloženih zavarenih mrežnih panela vertikalno povezanih sa žičanim spiralama formirajući niz potpuno složivih višestaničnih jedinica. Poredani su sa netkanim 200g/m² snažnim ponovno iskoristivim linijskim geotekstilom, koji je dostupan u boji pijeska ili zelenoj boji. Jedinice se sastavljaju brzo i jednostavno sa vertikalnim čeličnim iglama. Zatim se jedinice ručno ili s vozilom, pune pijeskom ili kombinacijom pijeska i šljunka.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: 1,2 m, 3 m, 6 m, 10 m.

Maksimalni broj povezanih jedinica: neograničeno.

Visina montirane jedinice (na vrhu): 0,6 m, 1 m, 1,4 m, i 2,2 m.

Maksimalna montirana visina: 3,0 m kada je naslagan.

Širina konstrukcije u bazi (montirano stanje): 0,3m, 0,6m, 1m i 2,1 m (zavisno od veličine jedne jedinice).

Potrebni skladišni prostor po jedinici (pakovana dimenzija): Spremnici mogu biti pohranjeni na paletama. Paleta sadrži između 70m do 140m jedinica. Zavisno od veličine jedinice, pakirane dimenzije su 1,0m (l) x 1,0m (W) x 1,8 m (h) 1,3m (L) x 1,4 m (w) x 1,8 m (h).

STRUKTURNI ASPEKTI:

Maksimalna visina vode: testiran do 3,0 m dubine (stil naslagane piramide).

Ponašanje po pitanju curenja i nepropusnosti: minimalno curenje dogodit će se kod prvog kontakta s vodom; za očekivati je da se stanje postepeno pogoršava tokom vremena kako zemlja postaje zasićena. Pumpanje je potrebno samo u slučajevima da se stražnja strana održi suhom u ekstremnim uslovima.

Otporan na talase i plutajuće krhotine. Spremnici su izrađeni od teških komponenata koji, kada su puni, su jaki i otporni na udarce.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (100 m dužine x 1 m visine): 3 sata i 20 minuta za tim od dvije osobe i mehaničkim uređajem za punjenje.

Način montaže (uključujući pripremu lokacije): potrebna je mala ili nikakva priprema lokacije. Jedinice se mogu podignuti i ispuniti u potpunosti ručno, bez upotrebe bilo kakvog postrojenja ili mehaničke opreme. Ljudska snaga je potrebna za postavljanje i sastavljanje jedinica, a također za nasipanje i zbijanje punjenja. Oprema za zemljane radove je idealna za punjenje materijala na brz i efikasan način. Zbijanje punjenja ne zahtijeva nikakva mehanička sredstva, s obzirom da je zbijanje punjenja nogom dovoljno. Jedinice su samostojeće, samonosive i stabilne za vrijeme punjenja. Prazna jedinica je sklopiva i može biti pohranjena do naredne upotrebe.

Uslovi skladištenja: Ako se jedinice čuvaju na paletama u originalnom pakovanju, mogu biti pohranjene na otvorenom i do 12 mjeseci. Jedinice na paletama neće propadati osim ako su duže vremena izložene ekstremnim vremenskim uslovima. Ako se čuvaju pokrivene njihov procijenjeni rok trajanja je najmanje 10 godina. Niti jedan dio jedinice neće izgubiti na vrijednosti ako je skladišten i izvan upotrebe ili dok je suh. Svi dijelovi sistema su otporni na efekte propadanja i trulež, gljivice, plijesan i koroziju.

FINANSIJSKI ASPEKTI:

Resursi potrebni za montažu: Montaža spremnika se obavlja ručno. Mogu se koristiti mehanička postrojenja za punjenje spremnika, što očito smanjuje vrijeme potrebno za montažu. Za montažu konstrukcije jedinica spremnika jedini potreban kadar su rukovaoci opreme za izvođenje zemljanih radova. Jedinice spremnika su dizajnirane na način da se mogu puniti bilo kojim lokalno dostupnim materijalom. Za najbolji rezultat, jedinice trebaju biti ispunjene pijeskom ili lomljenim kamenjem, ili drugim odgovarajućim punjenjima. Vozila su potrebna za transport neispunjenih jedinica do mjesta montaže. Vozila sa agregatima su potrebna za punjenje spremnika. Tim od 2-3 osobe je potreban za montažu.

Troškovi montaže (100 m dužine x 1 m visine - ne računajući sredstva): ovisni o veličini spremnika i ne računajući troškove materijala za punjenje: obično 5.000,00 EUR samo za jedinice.

**VRSTA:**

Privremena (potpuno uklonjivo nakon upotrebe)

GENERALNI OPIS:

Pod generalnim naslovom vreće pijeska postoji nekoliko varijacija koje su uključene u ovu listu. Najosnovniji proizvod je tradicionalna hesenska vreća koja je široko dostupna u trgovinama i uglavnom se puni oštrim pijeskom. Prazne i ispunjene vreće su dostupne na tržištu, a mogu se slagati i činiti otporne zidove. Ove vreće su biorazgradive i nakon korištenja će istrunuti i raspasti se. U novije vrijeme napravljene su vreće istkane od polipropilena koje su otpornije od hesenskih vreća. One nisu biorazgradive, a trajat će duže kada su potopljene u vodi. Međutim, izloženost suncu uzrokuje da ove vreće propadaju. Da bi se to prevazišlo, sada postoje vreće koje sadrže UV stabilizator što povećava njihovu otpornost na sunčevo svjetlo.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: približno 0,5 m.

Visina montirane jedinice: približno 0,1 m.

Maksimalna montirana visina: neodređeno, zavisi od stabilnosti izgrađenog zida od vreća s pijeskom. Državni univerzitet Sjeverne Dakote preporučuju da zidovi od vreća s pijeskom budu do visine 1,5m.

STRUKTURNI ASPEKTI:

Maksimalna visina vode: ovisi o prostoru za izgradnju stabilnog zida od vreća s pijeskom, glavni faktor je maksimalna moguća širina konstrukcije.

Može doći do prelijevanja bez potpunog kolapsa. Međutim, to može uzrokovati padanje vreća koje su na vrhu zida smanjujući pri tom visinu barijere.

Plutajuće krhotine mogu uzrokovati deranje vreća na prednjem dijelu barijere te na taj način dolazi do ispiranja pijeska iz pojedinih vreća što utiče na stabilnost cjelokupne konstrukcije. Snažniji udarci mogu probušiti barijeru.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (dužina 100 m x visina 1 m): EA 2009 procjenjuje da je potrebno sat vremena za punjenje 12 standardnih vreća s pijeskom. Prema tome, montaža je dugotrajan proces i zahtijeva veliki broj ljudi za montažu zida potrebne dužine. Potrebno vrijeme se skraćuje ako su vreća pijeska prethodno ispunjene materijalom ili postoji posebna oprema za punjenje.

Uslovi skladištenja: prazne tradicionalne vreće za pijesak zahtijevaju mali prostor za skladištenje. Međutim, ako se materijal za punjenje ne skladišti na istom mjestu, to će predstavljati operativni rizik da se pijesak ne isporuči na vrijeme na zahtijevanu lokaciju. Materijal za punjenje zahtijeva znatno veći prostor za skladištenje.

FINANSIJSKI ASPEKTI:

Resursi potrebni za montažu: 2 osobe za punjenje vreća s pijeskom, dok je jedna osoba potrebna ako se radi o vrećama koje se same napuhavaju („pametne vreće“). Međutim za izgradnju velikih zidova od vreća s pijeskom u prihvatljivom vremenskom roku potreban je veliki broj ljudi.

Troškovi montaže (dužina 100 m x visina 1 m - ne računajući sredstva) - pod pretpostavkom da je potrebno 80 vreća pijeska za izgradnju barijere visoke 60cm i široke 1m (EA vodič), dakle oko 22.400 vreća je potrebno za zid dužine 100m i visine 1m:

Otprilike od 13.000,00 EUR do 70.000,00 EUR

Br.5

OKVIRNE BARIJERE – ČVRSTE

(Ime proizvoda, proizvođač: EUR125 čelične barijere, Geodesign Barrier)



VRSTA:

Privremena (potpuno uklonjivo nakon upotrebe)

GENERALNI OPIS:

Sklopivi, ravno-pakovani nosači od pocinčanog čelika, koje podupiru ili standardne drvene Euro palete ili vodootporna šperploča ili aluminijsku foliju. Svaka ploča se proteže između dva nosača. Svaki nosač ima različit broj nosivih dijagonalnih greda, zavisno od visine brane. Horizontalni vezni štapovi tvore „podupirač“ kroz cijelu metalnu konstrukciju. Palete, ploče ili aluminijske folije su fiksirane na nosače s prednje i stražnje strane s jednostavnim sigurnim iglama. Metalni 'kostur' se zatim pokriva s vodonepropusnim, polipropilenom pojačanim membranama. Spojnice drže membrane na mjestu na vrhu barijere, dok se 5m dugi željezni lanci koriste za pridržavanje prednjeg ruba membrane na strani okrenutoj prema vodi. Svi lanci su vezani metalnim karikama, a mogu biti (povremeno) pričvršćeni i sa kopčama, kako bi se spriječilo da lanac spadne s membrane. Drugi red lanaca je smješten preko prednjeg dijela nagnute barijere. Uloga lanca je da drži ravnotežu plastičnoj membrani na početku - prije nego što pritisak vode počne djelovati. Dostupni su ugaoni elementi koji čine različite unutrašnje ili vanjske uglove. U slučaju izbočina i veoma neravnog zemljišta (tj. ograde, rasvjetne stubove, drveće, trotoare, kosine i sl.), koriste se podesive priključne šipke umjesto fiksnih. One se, zajedno s konusnim ugaonim elementima, koriste za improvizaciju i prilagođavanje bilo kakvim preprekama ili za stvaranja kraćih presjeka nego što su to uobičajeni. Takođe su dostupni posebni „podesivi setovi“, koji sadrže niz "podesivih elemenata". Barijera može biti samostojeća ili, ako je potrebno, pričvršćena na krajevima.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: 1,23 m između nosača.

Maksimalni broj povezanih jedinica: neograničeno.

Visina montirane jedinice (na vrhu): dostupni su visine 0,45 m, 0,65m, 0,85m, 1,25 m, 1,50m, 1,80m i 2,40m.

Maksimalna montirana visina: 2,40 m.

Širina konstrukcije na bazi (montirano stanje): maksimalna širina / stopa (npr. dužina nosača i dio plastične membrane na tlu) varira zavisno od odabrane visine brane: od 1,3 m (0,45 m visine brane) do 6,0 m (1,8 m visine brane).

STRUKTURNI ASPEKTI:

Mogući uzroci neuspjeha su klizanje i curenje. Da bi se izbjeglo klizanje na zemlji i travi, sistem bi trebao biti uzemljen sa sidrenim iglama do dubine od 100 mm (jedan po nosaču). Za podloge kao što su pijesak, šljunak, morena ili asfalt, trenje je dovoljno i nema potrebe za sidrenim iglama. Ako je podloga beton, sistem bi trebao biti pričvršćen šarafima za podlogu (jedan po nosaču). Curenje kroz zaštitnu membranu je gotovo ravno nuli. Čak je i prodiranje kroz tlo relativno nisko i bez velikog značaja. Međutim, curenje kroz odvodne kanale i jaruge može biti značajno i može potencijalno izazvati neuspjeh. Pumpe su uvijek potrebne.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (dužina 100 m x visina 1 m): vrijeme potrebno za montažu brane od 100m i visine od 1,25m je 1-2 sati, s timom od 8 operativaca, pod uvjetom da je na lokaciji motorizovani viljuškar, koji služi za distribuciju barijere.

Način montaže (uključujući pripremu lokacije): ručno; montaža je ručna iako je potreban transport i pristup lokaciji radi obezbjeđenja materijala za barijeru. Obično, priprema na lokaciji nije potrebna osim mogućeg uklanjanja oštih predmeta koji mogu izazvati nepotrebne štete na plastičnoj membrani.

Uslovi skladištenja: nema posebnih uslova skladištenja, osim skladištenja pod pokrivačem i čuvanjem na suhom.

FINANSIJSKI ASPEKTI:

Troškovi montaže (dužina 100 m x visina 1 m - ne računajući sredstva):

Za visinu brane od 100m i visinu do 1,25m, troškovi bi bili između **38.200 EUR – 67.100 EUR** zavisno od materijala barijere (palete, ploče ili čelik) i sistema skladištenja (drveni ili čelični sanduci).

Br.6

OKVIRNE BARIJERE – ČVRSTE

(Ime proizvoda, proizvođač: DPS 2000 Hochwasserschutz)



VRSTA:

Demontažni (dio trajno ugrađen)

GENERALNI OPIS:

Ovaj patentirani sistem zaštite od poplava je izgrađen od laganih aluminijskih greda, koje su naslagane između aluminijskih nosivih greda. Kada nivo vode raste, uglavljeni aluminijski profili se napune s vodom i time povećavaju stabilnost zida. Dužina zaštitnog zida je neograničena i mogu se dizajnirati pojedinačna rješenja koja se prilagođavaju lokalnim situacijama.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: obično 3,0m međutim moguće je i do 6,0m. Kada se uzme u obzir samo pritisak vode, 1,0 m visoka barijera može imati 4,4m duge grede, a 2,0m visoka barijera može imati 3,4m duge grede. Ako treba uzeti u obzir dodatne uticaje (oluja, sante leda ili plutajuće krhotine), grede će biti kraće, kako bi bile jače.

Maksimalna montirana visina: obično do 3,0 m, ali mogu biti i do 4,0m i 5,0m.

Širina konstrukcije na bazi (montirano stanje): trajno montirana uzemljenja su najširi elementi. Svaki nosač zahtijeva usidrene ploče koja su obično 0.27m široke (ali, zavisno od projekta i njegovih potreba, mogu biti potrebne veće usidrene ploče, do 0,4 m). Ako aluminijski nosači moraju biti ojačani leđnim čeličnim šinama, za to je potrebno cca. 0.5m dodatnog prostora na suhoj strani.

STRUKTURNI ASPEKTI:

Maksimalna visina vode: Pretpostavlja se do maksimalne visine barijere (5,0m).

Ponašanje po pitanju curenja i nepropusnosti: manja curenja (manje od 40 litara na sat po metru).

Potrebno je odmah nazidati do potpune visine zaštite. Zaštitni zid može biti povišen za vrijeme porasta nivoa poplava umetanjem dodatnih greda.

Oštećeni elementi mogu se odvojeno mijenjati.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (dužina 100 m x visina 1 m): za 4 osobe će trebati dva sata, ako su dostupni mobilni elementi. Mobilni elementi su pohranjeni na paletama koje treba transportovati iz skladišta na lokaciju, što zahtjeva dodatno vrijeme.

Način montaže (uključujući pripremu lokacije): Ručno.

FINANSIJSKI ASPEKTI:

Resursi potrebni za montažu: Za zid visine do 2.0m a dužine 100 m potrebno je 5 osoba i 2 sata. Ovo se odnosi na neobučene osobe, dok bi obuka smanjila vrijeme.

Troškovi montaže (dužina 100 m x visina 1 m - ne računajući sredstva): Oko 60.000 EUR

Br.7

POPLAVNE BARIJERE – ČVRSTE

(Ime proizvoda, proizvođač: Flood Barriers, Flood Ark Limited)



VRSTA:

Demontažni (dio trajno ugrađen)

GENERALNI OPIS:

Aluminijski i PVC sistemi po mjeri, koji se sastoje od 0,2m dubokih ploča koje mogu biti izrađene tako da odgovaraju zahtjevima kupca.

DOSTUPNA VELIČINA / DIMENZIJE:

Dužina jedinice ili sekcije: do 2,5 m u jednom rasponu.

Maksimalna montirana visina: Može biti u punoj visini vrata, ali je testiran na 1,0m

Širina konstrukcije na bazi (montirano stanje): 100 mm

STRUKTURNI ASPEKTI:

Maksimalna visina vode: do 1,0m.

Ponašanje po pitanju curenja i nepropusnosti: Manje curenje (manje od 40 litara na sat po metru).

Popravak u uslovima korištenja: mogu se obavljati privremeni popravci. Međutim, zamjena ploča u uslovima poplava ne bi bila moguća.

OPERATIVNI ASPEKTI:

Vrijeme potrebno za montažu (dužina 100 m x visina 1 m): manje od 5 minuta, za normalan sistem sa rasponom od nekoliko metara.

Način montaže (uključujući pripremu lokacije): Ručno. Pred-montaža nosača potrebna.

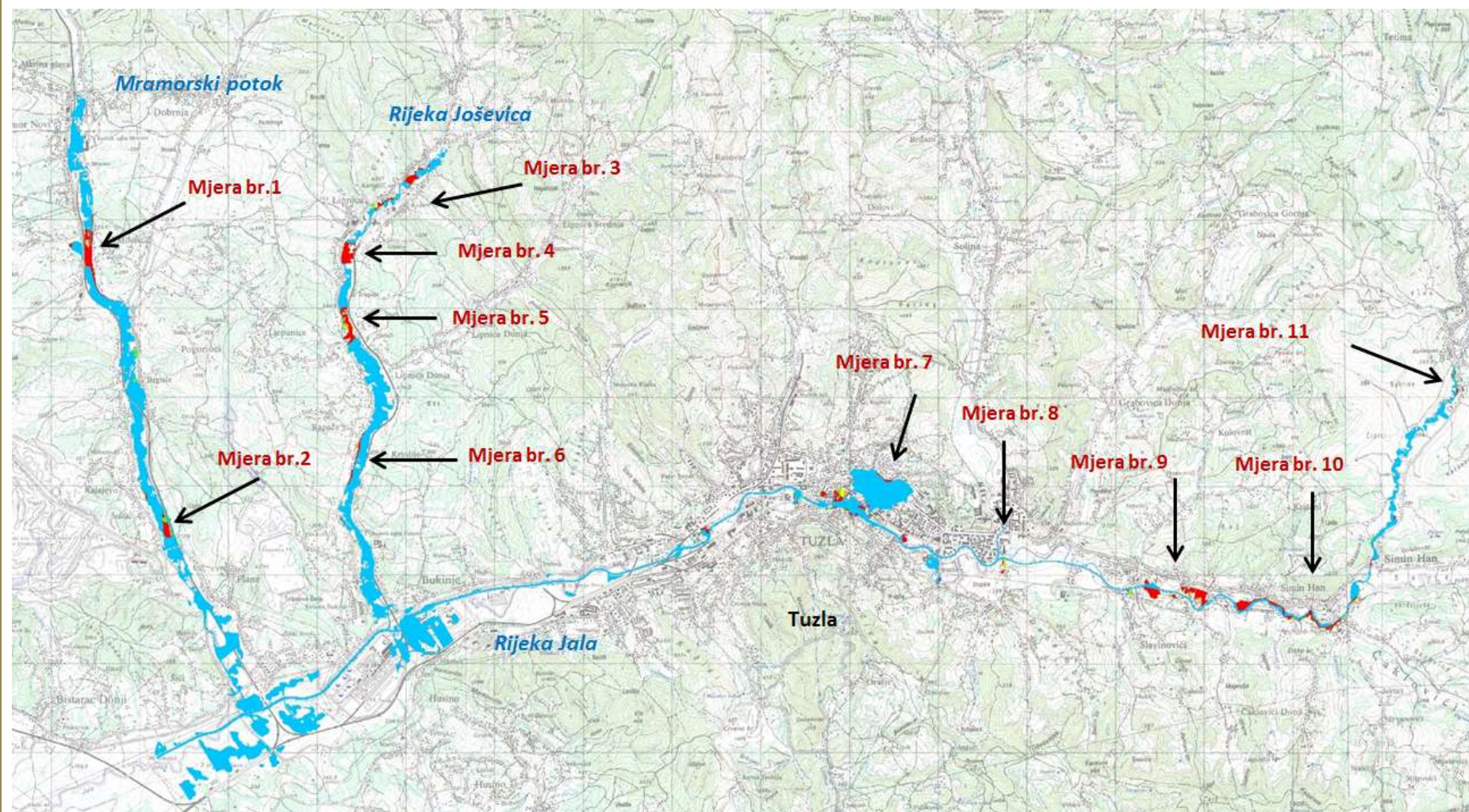
FINANSIJSKI ASPEKTI:

Resursi potrebni za montažu: 1 osoba može montirati sistem.

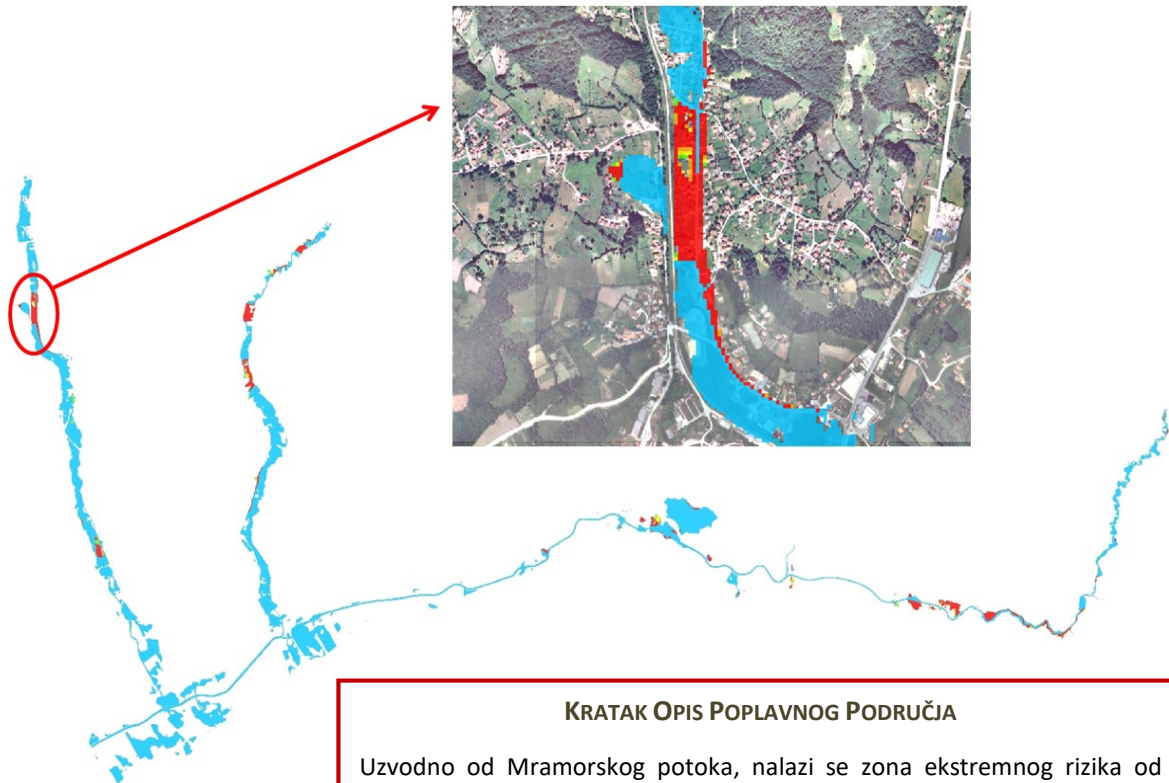
Troškovi montaže: Sistem visine od 1m sa rasponom od 0,9m s okvirom udubljenim u zemlju i uklonjivim aluminijskim pokrovnim pločama je oko **1.500 EUR**.

e. Predložene preporuke / mjere za smanjenje rizika od poplava za urbano područje Tuzle

SITUACIJA PREDLOŽENIH MJERA – POSMATRANO PODRUČJE U GRADU TUZLA



Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Potok	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
1	Milešići	Tuzla	Mramorski	100	32	3	96	9	0.41-1.75



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Uzvodno od Mramorskog potoka, nalazi se zona ekstremnog rizika od poplava za stanovništvo. 31 domaćinstvo nalazi se pod ekstremnim rizikom, dok je 6 domaćinstava pod visokim rizikom od poplava.

Na temelju rezultata hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,41 do 1,75 metara.

PREDLOŽENE MJERE

A Izrada projektne dokumentacije i implementacija – Regulacija Mramorskog potoka

Izrada projektne dokumentacije - Zaštita od procjernih i zaobalnih voda

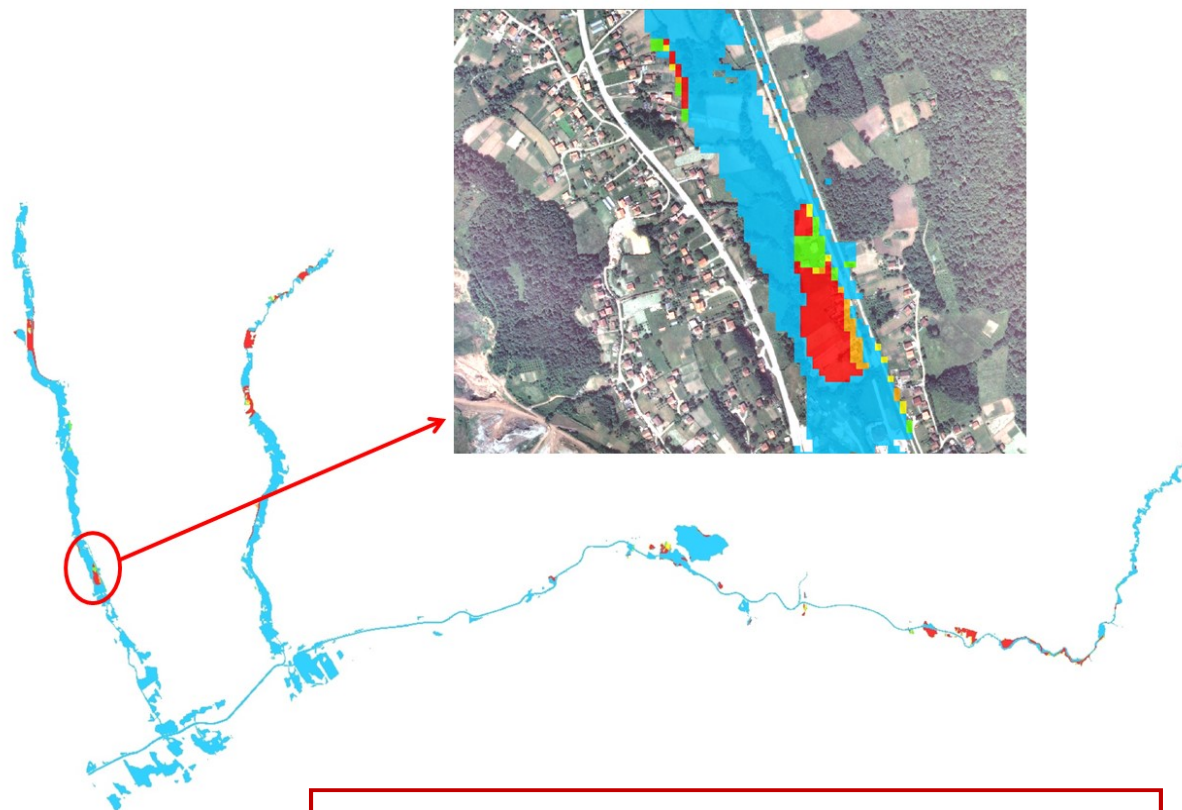
- Dužina predložene dionice za regulaciju: oko 1.000,00 (km);
- Procijenjeni trošak: 200.000,00 EUR

B Lokalna zaštita od poplava – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu

Preporuka za sve ljude čija je imovina u opasnosti jeste da poduzmu odgovarajuće mjere da se odupru poplavama.

- Podići sve aktivnosti koje nisu otporne na uticaj vode iznad visine poplave (vidi poglavlje-*Mjere prilagođavanja poplavama*);
- Koristiti panele za zaštitu od poplava za vrata i niskopoložene prozore (vidi proizvod za zaštite od poplava br.7);
- Koristiti vodootporne premaze i obloge kako bi se osiguralo da voda ne može prodrijeti kroz vanjske i unutrašnje zidove/podove;
- Procjena troškova za primjenu lokalnih mjera zaštite od poplava: 10.000 EUR po domaćinstvu, a ukupni trošak za područje bio bi: 350.000 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Potok	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
2	Hodžići	Tuzla	Mramorski	100	7	2	21	6	0.31-1.04



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Na području srednjeg toka Mramorskog potoka 9 domaćinstava nalazi se u zoni ekstremnog rizika od poplava, a 4 domaćinstva u zoni visokog rizika. Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,31 do 1,04 metra.

PREDLOŽENE MJERE

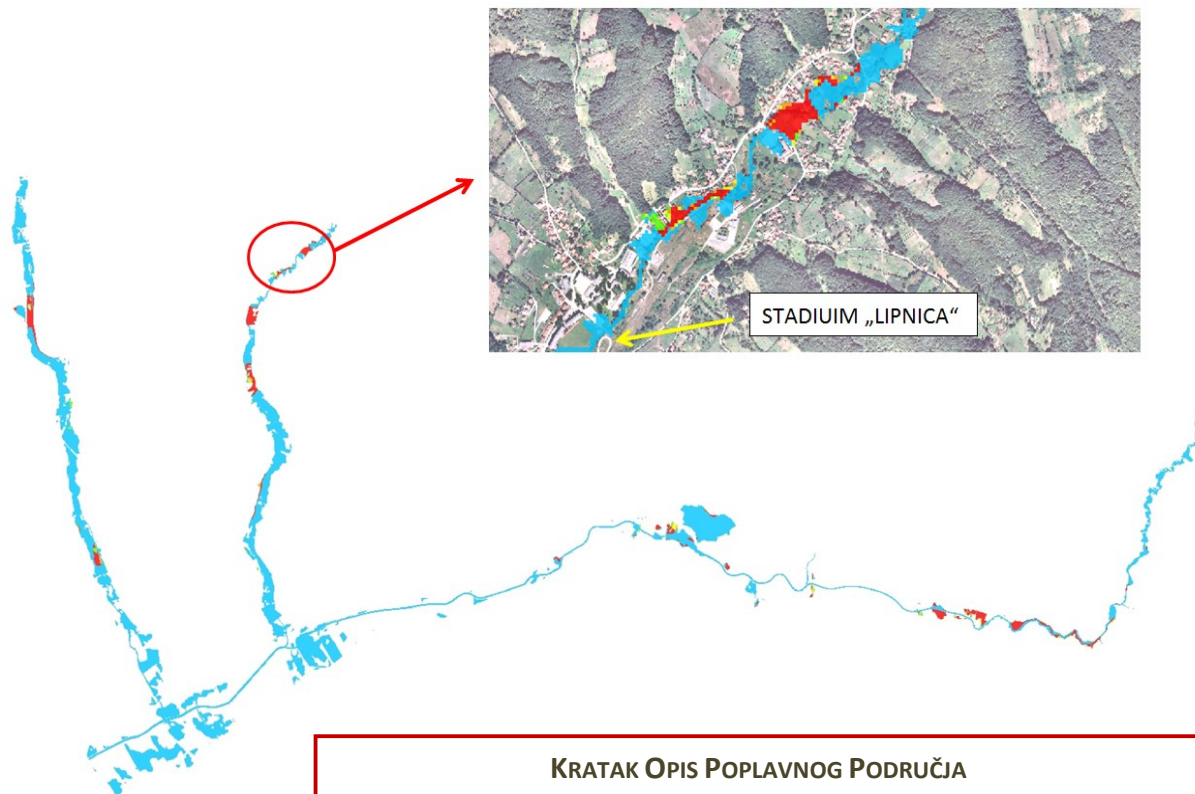
A Lokalna zaštita od poplava – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu

Preporuka za sve ljude čija je imovina u opasnosti jeste da poduzmu odgovarajuće mjere da se odupru poplavama.

- Podići sve aktivnosti koje nisu otporne na uticaj vode iznad visine poplave (vidi poglavlje-*Mjere prilagođavanja poplavama*);
- Koristiti panele za zaštitu od poplava za vrata i niskopoložene prozore (vidi proizvod za zaštite od poplava br.7);
- Koristiti vodootporne premaze i obloge kako bi se osiguralo da voda ne može prodrijeti kroz vanjske i unutrašnje zidove/podove;

Procjena troškova za primjenu lokalnih mjera zaštite od poplava: 10.000 EUR po domaćinstvu, a ukupni trošak za područje bio bi: 90.000 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
3	Lipnica	Tuzla	Joševica	100	8	1	26	3	0.30-1.25



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Lipnica se nalazi u uzvodnom dijelu toka rijeke Joševice. 9 domaćinstava se nalaze pod ekstremnim rizikom, dok ih je 11 pod visokim rizikom od poplava. Uzvodno od stadiona Lipnica, 760,00 m korita rijeke je regulirano.

Na temelju rezultata hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,30 do 1,25 metara.

PREDLOŽENE MJERE

A Izrada projektne dokumentacije – Regulacija rijeke Joševica

- Dužina predložene dionice za regulaciju: 450,0 (m);

Procijenjeni trošak: 10.000,0 EUR

Napomena: Potrebno je istaći da su predstavnici Grada Tuzla dali informacije o planiranoj regulaciji cijele rijeke Joševica u 2016. godini.

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
4	Lipnica	Tuzla	Joševica	100	22	0	66	0	0.49-1.85



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Lipnica se nalazi u uzvodnom dijelu toka rijeke Joševica. 22 domaćinstva su u zoni ekstremnog rizika od poplava, dok je 1 domaćinstvo u zoni visokog rizika.

Na temelju rezultata hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,49 do 1,85 metara.

PREDLOŽENE MJERE

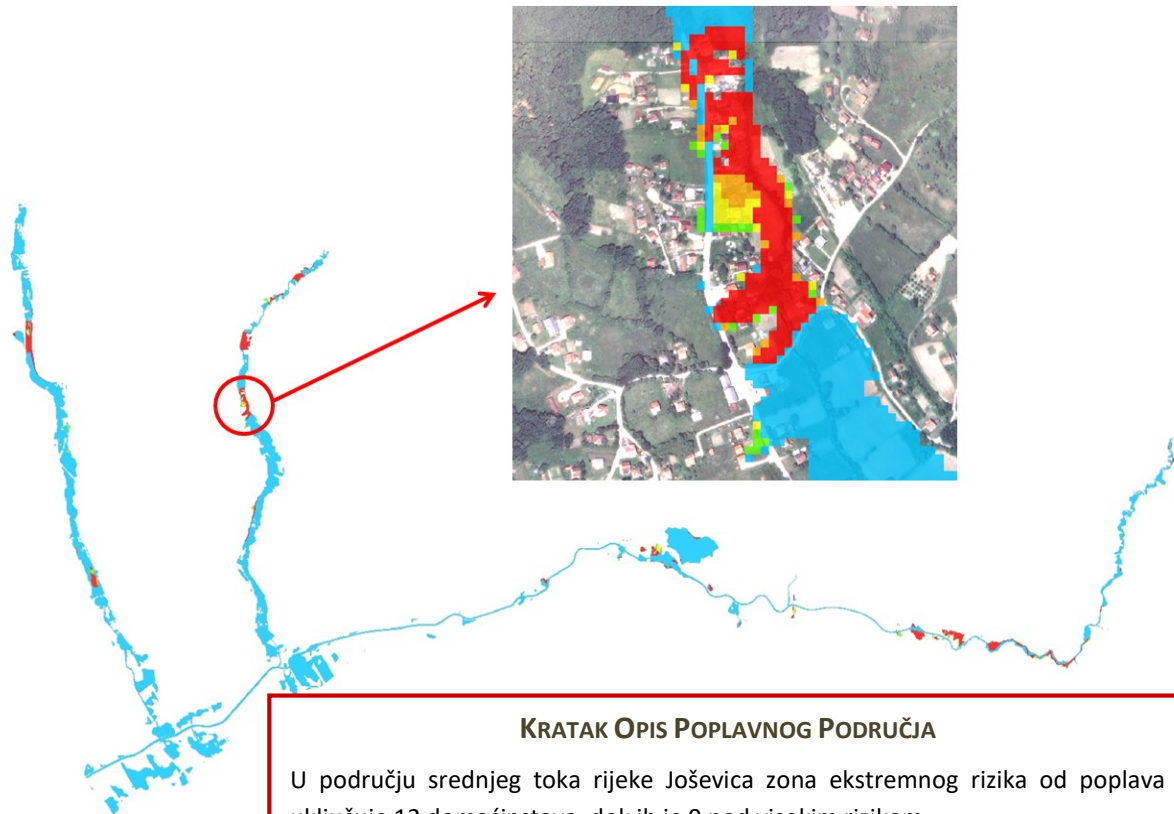
A Izrada projektne dokumentacije – Regulacija rijeke Joševica

- Dužina predložene dionice za regulaciju: 250,0 (m);

Procijenjeni trošak: 5.000,0 EUR

Napomena: Potrebno je istaći da su predstavnici Grada Tuzla dali informacije o planiranoj regulaciji cijele rijeke Joševica u 2016. godini.

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
5	Lipnica Donja	Tuzla	Joševica	100	11	4	33	12	0.34-1.00



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

U području srednjeg toka rijeke Joševica zona ekstremnog rizika od poplava uključuje 12 domaćinstava, dok ih je 9 pod visokim rizikom.

Na temelju rezultata hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,34 do 1,00 metara.

PREDLOŽENE MJERE

A Izrada projektne dokumentacije – Regulacija rijeke Joševica

- Dužina predložene dionice za regulaciju: 450,0 (m);
Procijenjeni trošak: 10.000,0 EUR

Napomena: Potrebno je istaći da su predstavnici Grada Tuzla dali informacije o planiranoj regulaciji cijele rijeke Joševica u 2016. godini.

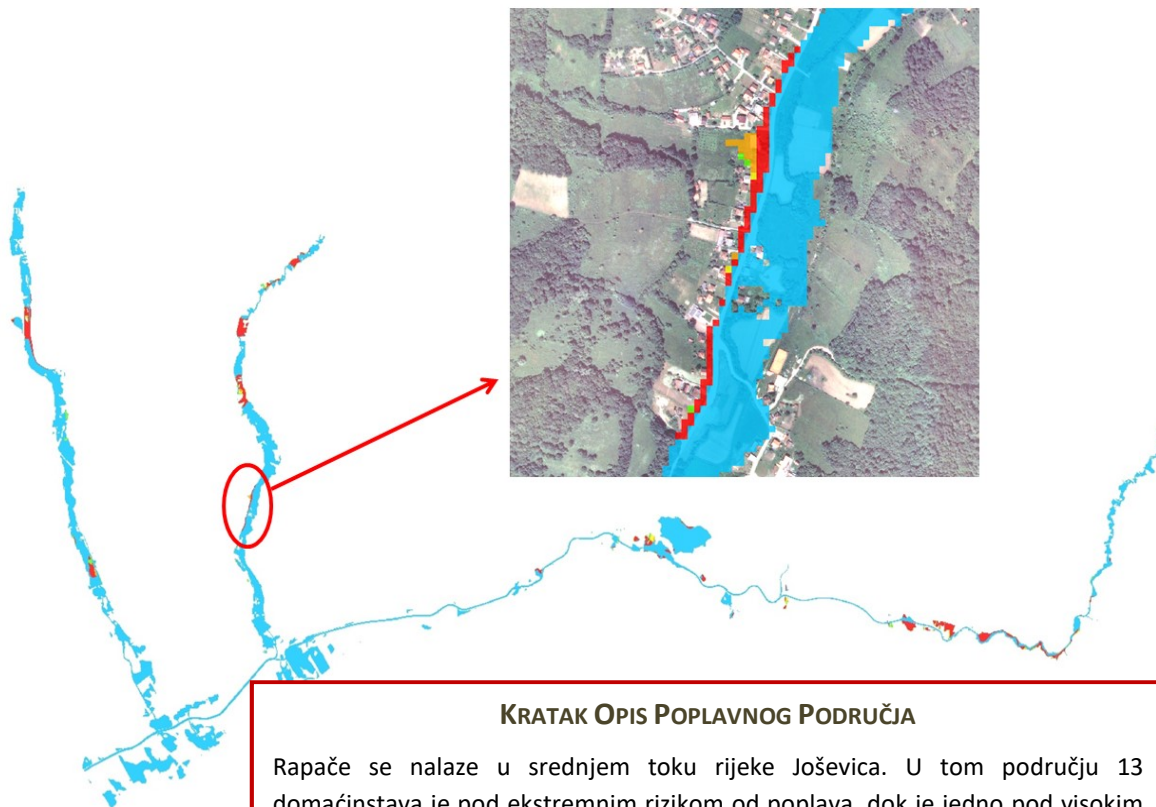
B Lokalna zaštita od poplava – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu

Preporuka za sve ljude čija je imovina u opasnosti jeste da poduzmu odgovarajuće mjere da se odupru poplavama.

- Podići sve aktivnosti koje nisu otporne na uticaj vode iznad visine poplave (vidi poglavlje-Mjere prilagođavanja poplavama);
- Koristiti panele za zaštitu od poplava za vrata i niskopoložene prozore (vidi proizvod za zaštite od poplava br.7);
- Koristiti vodootporne premaze i obloge kako bi se osiguralo da voda ne može prodrijeti kroz vanjske i unutrašnje zidove/podove;

Procjena troškova za primjenu lokalnih mjera zaštite od poplava: 10.000 EUR po domaćinstvu, a ukupni trošak za područje bio bi: 150.000 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
6	Rapače	Tuzla	Joševica	100	6	1	18	3	0.25-1.19



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

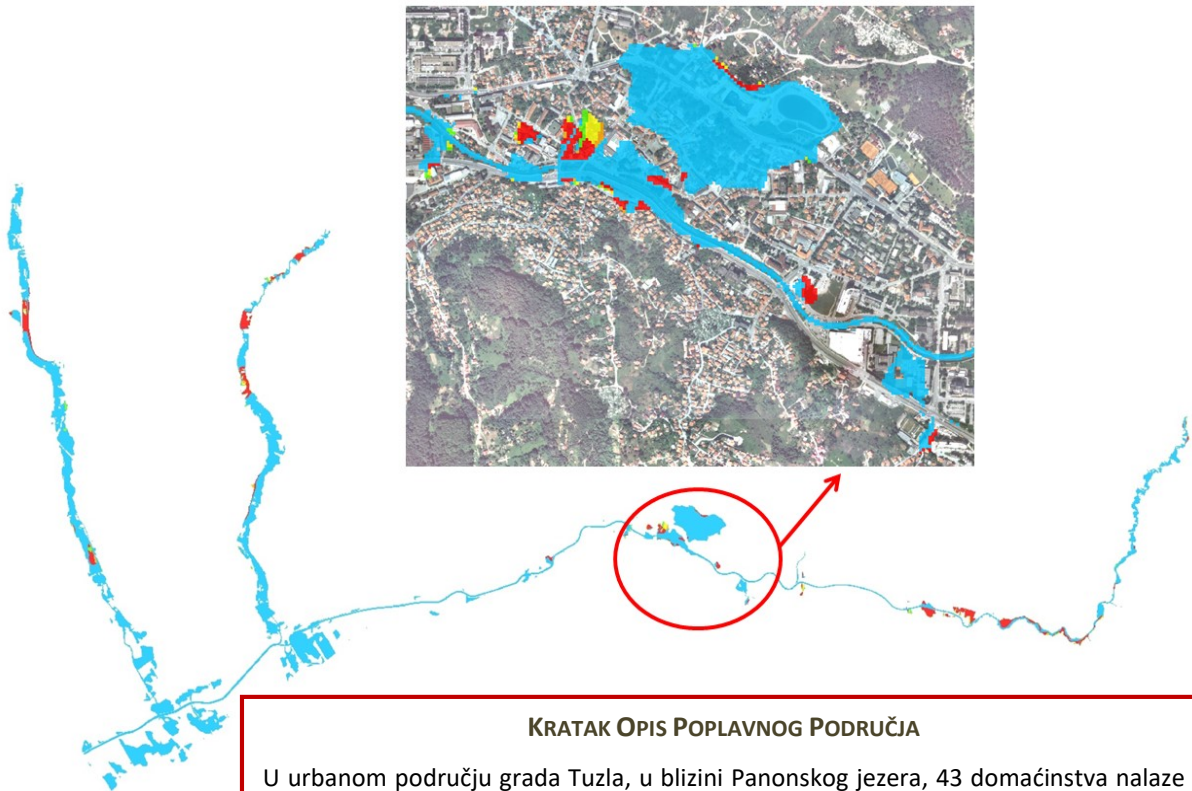
Rapače se nalaze u srednjem toku rijeke Joševica. U tom području 13 domaćinstava je pod ekstremnim rizikom od poplava, dok je jedno pod visokim rizikom.

Na temelju rezultata hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,25 do 1,19 metara.

PREDLOŽENE MJERE

- A Izrada projektne dokumentacije – Regulacija rijeke Joševica**
- Dužina predložene dionice za regulaciju: 650,0 (m);
 - Procijenjeni trošak: 15.000,0 EUR
 - Potrebno je istaći da su predstavnici Grada Tuzla dali informacije o planiranoj regulaciji cijele rijeke Joševica u 2016. godini.
- B Lokalna zaštita od poplava – lokalne mjere za sprečavanje ili smanjenje štete od poplava po imovinu**
- Preporuka za sve ljude čija je imovina u opasnosti jeste da poduzmu odgovarajuće mjere da se odupru poplavama.
- Podići sve aktivnosti koje nisu otporne na uticaj vode iznad visine poplave (vidi poglavlje-*Mjere prilagođavanja poplavama*);
 - Koristiti panele za zaštitu od poplava za vrata i niskopoložene prozore (vidi proizvod za zaštite od poplava br.7);
 - Koristiti vodootporne premaze i obloge kako bi se osiguralo da voda ne može prodrijeti kroz vanjske i unutrašnje zidove/podove;
- Procjena troškova za primjenu lokalnih mjera zaštite od poplava: 10.000 EUR po domaćinstvu, a ukupni trošak za područje bio bi: 70.000 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
7	Tuzla (Panonsko jezero)	Tuzla	Jala	100	48	10	144	30	0.26-2.32



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

U urbanom području grada Tuzla, u blizini Panonskog jezera, 43 domaćinstva nalaze se u zoni ekstremnog rizika od poplava, dok je 11 domaćinstava pod visokim rizikom. U maju 2014. godine, došlo je do plavljenja određenih dionica usljed prestanka rada pumpne stanice, odnosno gubitka električne energije.

Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,26 do 2,32 metara.

PREDLOŽENE MJERE

A Nabavka novog (rezervnog) agregata za pumpnu stanicu

Projekt zaštite od procjednih i zaobalnih voda u području Panonskog jezera postoji. Poplavna voda se kreće prema pumpnoj stanici, odakle se pumpa u rijeku Jalu.

U poplavi iz maja 2014. godine, pumpe prestale raditi zbog gubitka električne energije. U skladu sa tim, predlaže se osigurati rezervni agregat za pumpu.

Procjena troškova: 5.500,00 EUR

B Betonske barijere uz saobraćajnicu

Preporuka je da se postave betonske barijere uz saobraćajnicu.

- Potrebna duljina obrane / barijere: 1.000 km;
- Potrebna visina obrane / barijere: 1,25 m;

Procjena troškova predložene obrane: 480.000,0 EUR.

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
8	Tuzla (ušće rijeke Soline)	Tuzla	Jala	100	2	1	6	3	0.20-1.00



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Na području ušća rijeke Soline u rijeku Jala 2 domaćinstva se nalaze pod ekstremnim rizikom od poplava, dok je jedno pod visokim rizikom.

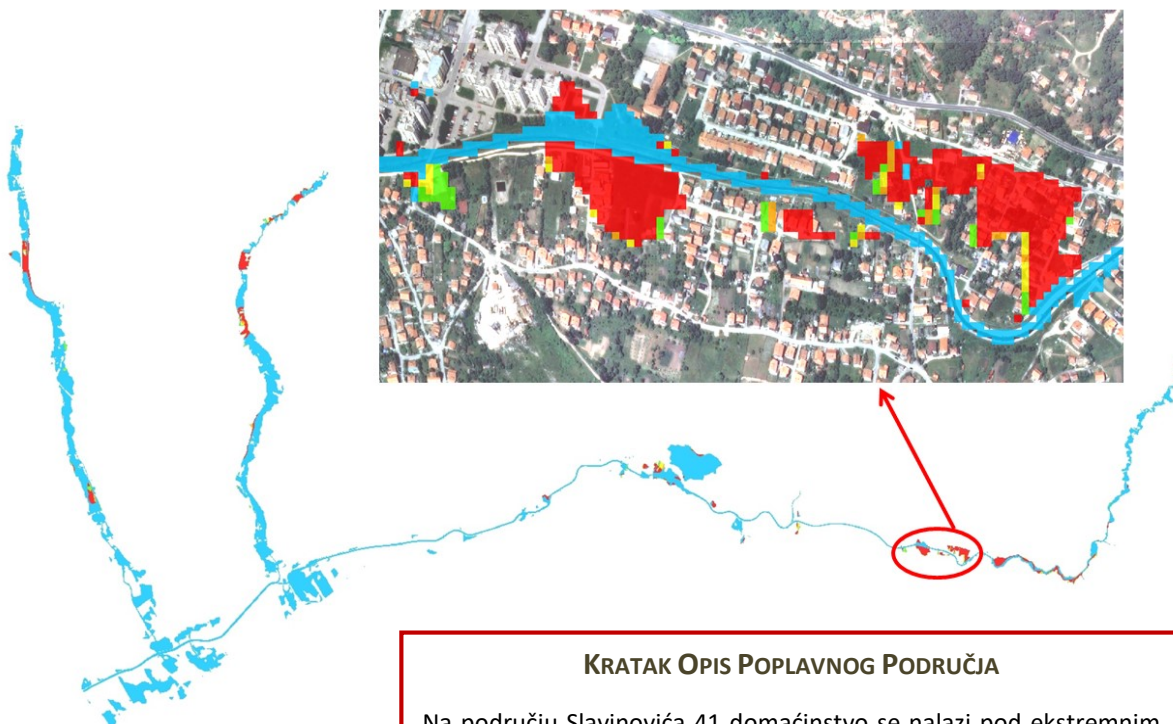
Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,20 do 1,00 metar.

PREDLOŽENE MJERE

A Izrada projektne dokumentacije - Zaštita od procjednih i zaobalnih voda

Procijenjeni trošak: 10.000,0 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
9	Slavinovići	Tuzla	Jala	100	48	4	144	12	0.16-1.34



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

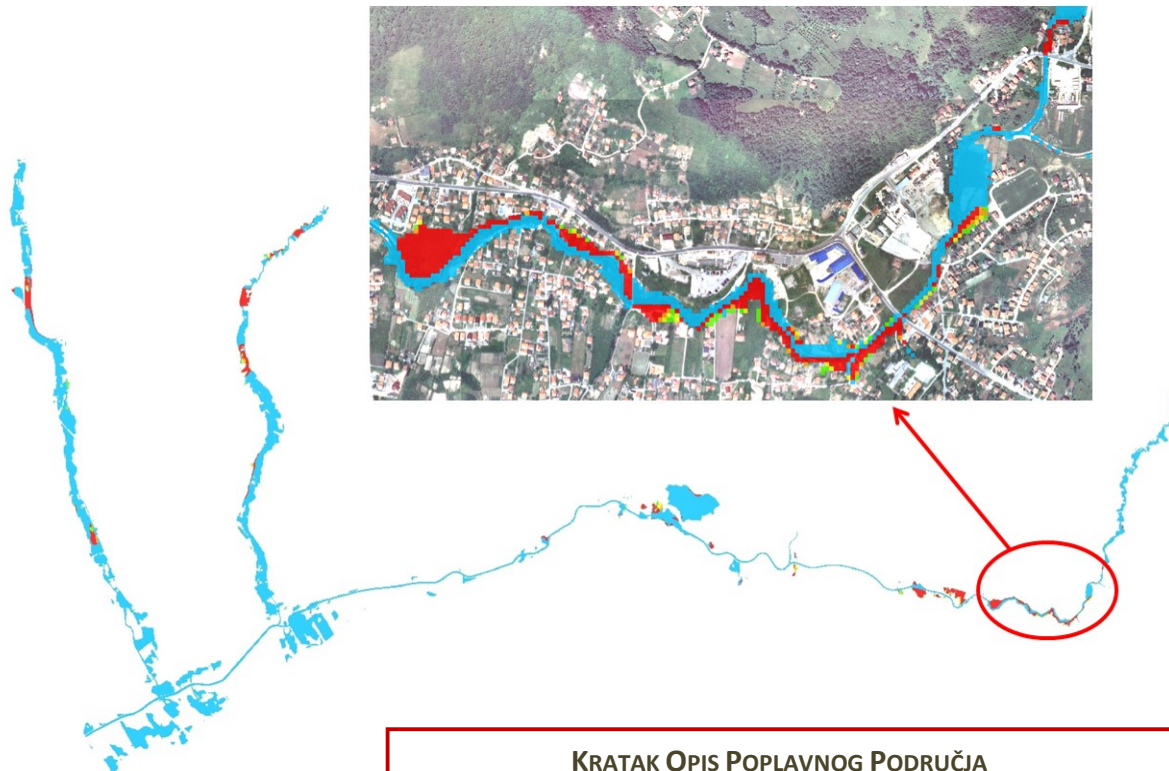
Na području Slavinovića 41 domaćinstvo se nalazi pod ekstremnim rizikom od poplava, dok ih je 9 pod visokim rizikom.

Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,16 do 1,34 metar.

PREDLOŽENE MJERE

- A Betonske barijere uz saobraćajnicu**
Preporuka je da se postave betonske barijere uz saobraćajnicu.
- Potrebna duljina obrane / barijere: 650,0 m;
 - Potrebna visina obrane / barijere: 1,25 m;
- Procjena troškova predložene obrane: 315.000,0 EUR.
- B Izrada projektne dokumentacije - Zaštita od procjednih i zaobalnih voda**
Procijenjeni trošak: 20.000,0 EUR

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
10	Simin Han	Tuzla	Jala	100	13	1	39	3	0.26-1.05



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

Simin Han se nalazi zapadno od Tuzle. Na ovom području postoji 12 domaćinstava pod ekstremnim rizikom od poplava, dok ih je 13 pod visokim rizikom.

1,200.00 km riječnog korita je regulirano. Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,26 do 1,05 metara.

PREDLOŽENE MJERE

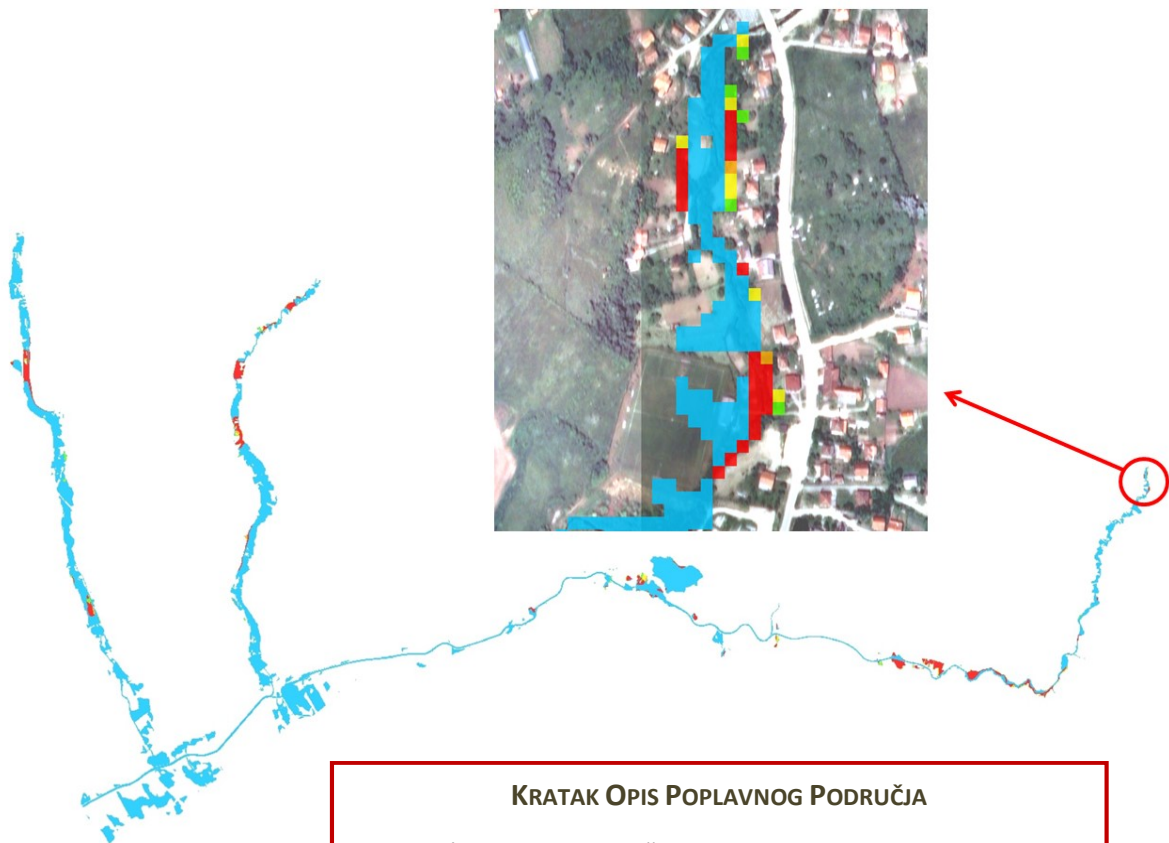
A Implementacija Projekta – Regulacija rijeke Jala

- Dužina predložene dionice za regulaciju: 1.500,00 (km);

Procijenjeni trošak: 220.000,0 EUR

Napomena: Potrebno je istaći da su predstavnici Grada Tuzla dali informacije o postojećoj projektnoj dokumentaciji neregulirane dionice rijeke Jale u 2016. godini.

Br.	Naziv poplavnog područja	Općina	Rijeka	Povratni period	Domaćinstva		Ugroženo stanovništvo		Dubina vode (m)
					Ekstremni rizik	Visoki rizik	Ekstremni rizik	Visoki rizik	
11	Gornja Tuzla	Tuzla	Jala	100	2	1	6	3	0.33 -0.75



KRATAK OPIS POPLAVNOG PODRUČJA

6 domaćinstava u području Gornje Tuzle su pod ekstremnim rizikom od poplava, dok su 2 domaćinstva pod visokim rizikom.

Na temelju hidrodinamičkog modela, dubina vode varira između 0,33 do 0,75 metara.

PREDLOŽENE MJERE

- A Implementacija Projekta - "Glavni projekat regulacije rijeke Jala od mosta u Siminom Hanu do prvog mosta u Gornjoj Tuzli"**
- Glavni projekat regulacije rijeke Jala od mosta u Siminom Hanu do prvog mosta u Gornjoj Tuzli urađen je 2008 godine.
- Troškovi izgradnje: 3.350,000,00 EUR

2. PREPORUKE ZA SMANJENJE RIZIKA OD KLIZIŠTA/MJERE ZA URBANO PODRUČJE TUZLE

U cilju smanjenja rizika od klizišta predložene su dvije vrste mjera - strukturne i nestrukturne.

a. Nestrukturne mjere

Nestrukturne mjere uključuju nekoliko preventivnih aktivnosti prije i nakon pojave klizišta, a koje su dio aktivnosti vezanih za korištenje zemljišta i urbano planiranje, hitne reakcije jedinica Civilne zaštite, edukaciju lokalnog stanovništva koje živi u području koje je pod visokim rizikom od pojave klizišta, izgradnja kapaciteta, vodič za sigurnije stanovanje, odgovarajuće vježbe i sl.

Katastar-baza podataka o klizištima

Izrada katastra klizišta grada Tuzla treba biti unaprijeđena u skladu sa inoviranom klasifikacijom klizišta (Varnes&Cruden 1986, Cruden&VanDine, 2013 ili predložene IAEG WP/WL klasifikacije, 1990-1994), a da je pri tom kreirana kao vremenski orijentisana baza u GIS okruženju.

Inženjerskogeološka karta

Inženjerskogeološka karta u razmjeri 1:10000 je integralni dio prostornog plana općine Tuzla i treba da bude konstantno inovirana u skladu sa katastrom klizišta. Takođe, karta podložnosti na kliženje treba biti urađena i za preostali dio općine Tuzla.

Edukacija i izgradnja kapaciteta

Edukacija i izgradnja kapaciteta u sklopu lokalne administracije i lokalne zajednice u pogledu klizišta i drugih pojava nestabilnosti od ključnog su značaja za primjenu Prostornog plana općine Tuzla i drugih srodnih urbanističko-planskih dokumenata. Navedena aktivnost bi trebalo biti organizovana od strane jedinice civilne zaštite. Značajno je svakako unaprijediti znanje i pripremljenost cjelokupne zajednice vezano za klizišta i klimatske promjene. Ove jedinice-odsjeci treba da budu sastavljeni od iskusnih geologa, geotehničara i građevinskih inženjera. Ovakva jedinica treba da organizuje treninge za lokalno satnovništvo u područjima koja su pod visokim rizikom od klizišta.

Jedan od najboljih načina za uključivanje ljudi koji nisu inženjeri, prije svega stanovništva i lokalnih organa, jeste izrada jednostavnih vodiča o pozitivnoj praksi stanovanja, posebno u ruralnim i suburbanim područjima. Australijski "GeoVodič za upravljanje i održavanje padina" AGS (2007e) i "Uvod u stabilizaciju i smanjenje klizišta", Dodatak C (Geološki zavod Sjedinjenih Američkih Država) veoma su ilustrativni i korisni za lokalnu administraciju i druge zainteresovane subjekte.

Geotehnički monitoring

Geotehnički monitoring klizišta treba da bude uspostavljen nakon detaljnijih geotehničkih istraživanja. Vrste i tehnologije monitringa klizišta zavise od vrste-mehanizma kretanja, faze aktivnosti, brzine kretanja i finansijskog okvira.

Klizište Boric (#383) i klizište Grabov potok (#364) su saninarana od strane UNDP i grada Tuzle tokom 2015. Lokalne vlasti predložile su konvencionalni istraživački monitoring ovih klizišta. Pravila monitoringa treba da budu definisana u skladu sa dobrom praksom za ovaj vid monitoringa.

Klizište/klizišta Badre (I-III) su veoma složena sukcesivna klizišta i neophodno je: uspostaviti integralni geotehnički osmatrački sistem projektovan kao dio geotehničkih istraživanja, projektovati mjere sanacije kao i kontrolne mjere. Automatski osmatrački sistem predstavlja najbolje rješenje za klizište Badre.

Tabela 9 Nestrukturane mere - Preporuke za geotehnički monitoring

ID	Površina (m ²)	Opis	Mjere za sprovođenje monitoringa		Procijenjena vrednost
364	130572	Klizište "Grabov potok" djelimično sanirano tokom 2015 (UNDP)	Projekat monitoringa, bušenje i ugradnja 12 inklinometarskih cijevi sa „0“-tim mjerenjem 14400 €	Merenje pomeranja minimum 12 puta godišnje + izrada izveštaja 22000 €	36400 €
383	72264	Klizište "Borić", ugrožava stambeni sektor - djelimično sprovedene sanacione mere od lokalne samouprave 2013	Projekat monitoringa, bušenje i ugradnja 6 inklinometarskih cijevi sa „0“-tim mjerenjem 7200 €	Merenje pomeranja minimum 12 puta godišnje + izrada izveštaja 5500 €	12700€

Sistem ranog upozoravanja

Koncept sistema ranog upozoravanja dio je Geotehničkog monitoringa nestabilnosti padina i treba da bude uspostavljen nakon detaljnih geotehničkih istraživanja. Sistem ranog upozoravanja treba da bude opremljen automatskim monitoring sistemom, odnosno uređajima kojima se prate različiti parametri u realnom vremenu. Klizište „Badre (I-III)“ je veoma složeno sikcesivno klizište i na njemu je potrebno obezbediti integralni geotehnički monitoring, kao deo geotehničkih istraživanja, ali i kao dio kontrolnog monitoringa (deo sanacionih mera). Automatski monitoring sistem je najbolje rješenje (u smislu monitoringa).

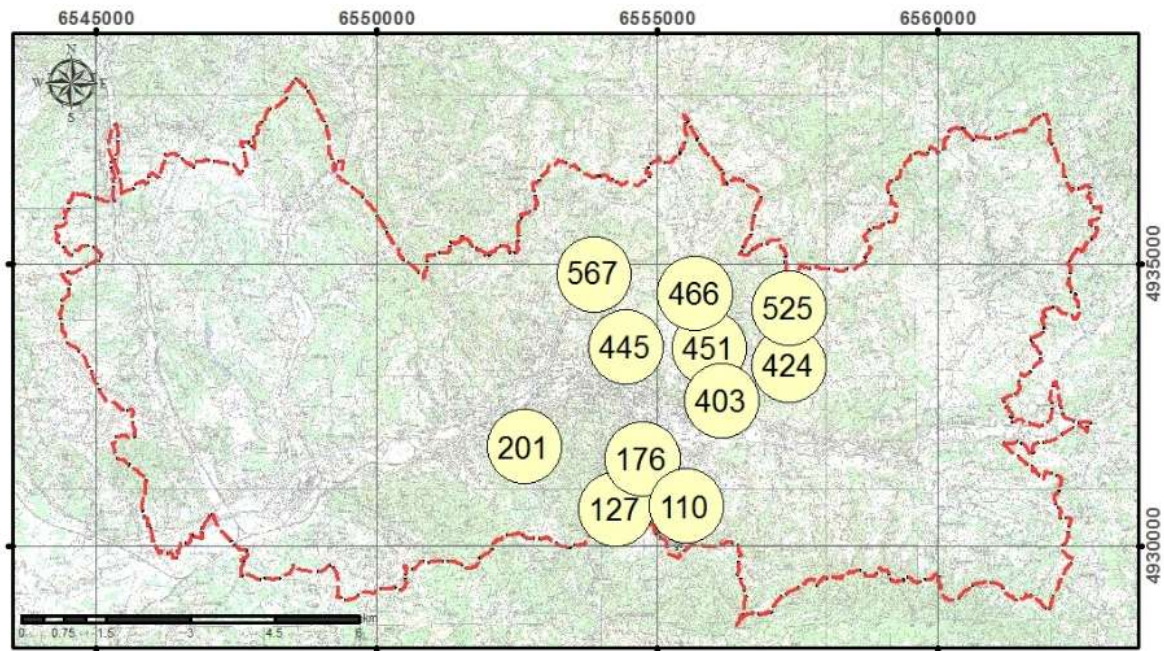
Također, sistemu ranog upozoravanja prethodi proširenje mreže kišomjernih stanica u gradu Tuzli. Trenutno u Tuzli postoji jedna kišomjerna stanica. Potrebno je takođe definisati pravila za praćenje padavina i uspostaviti dodatne automatske kišomjere kako bi se pokrila cjelokupna teritorija općine Tuzla. Provedena analiza pokazala je da su se neki tipovi klizišta pojavljuju nakon dnevnih padavina većih od 60 mm. Stoga je neophodno uvesti kontinualna merenja intenziteta padavina po satu, čime će se definisati kritične vrijednosti tzv. „okidača“ za plitka klizišta, tecišta drobine i tla. Oglašavanje crvenog meteo-alarma, koji upozorava na padavine veće od 60 mm/dan, biće ujedno i crveni alarm za jedinice civilne zaštite. Takođe, predstavljaće i alarm za lokalno stanovništvo u visoko rizičnom području da izvrši čišćenje ispusta i kanala kako bi se omogućilo brže odvođenje padavina i izvršilo smanjenje količina vode koje se mogu infiltrirati, a što dalje značajno doprinosi redukciji rizika od klizišta.

b. Strukturne mjere

Strukturne mjere su specifične građevinske aktivnosti koje obezbjeđuju trajnu stabilnost terena. Strukturne mjere su preporučene za deset klizišta u zoni obuhvata, a koja su navedena u Tabela 10. Važno je napomenuti da se realne vrste, obim i finansijski okvir sanacionih radova može preciznije dati tek nakon izvođenja detaljnih geotehničkih istraživanja. Procijenjene vrednosti istraživanja, projektovanja i izvođenja sanacionih radova date su na osnovu procene nakon rekognosciranja terena (Tabela 10). Strukturne mjere mogu biti različite i obuhvatiti različite vrste sanacionih mera u smislu izrade AB potpornih zidova, šipova, drenažnih sistema, gabiona, odnosno kombinacije dve ili više mera sanacije. Izbor najoptimalnijih mera sanacije mora i može biti sproveden tek nakon detaljnih geotehničkih istraživanja terena. Procijenjena vrijednost u tabeli data je na osnovu prosječnih cijena izvođenja istraživanja, izrade projekta sanacije, kao i izrade AB potpornih konstrukcija i drenažnih sistema. Precizniji finansijski okvir je moguć tek nakon sprovođenja detaljnih istraživanja.

Tabela 10 Strukturne mjere za deset klizišta u području Tuzle

ID	Površina (m ²)	Opis	Stepen ugroženosti (značajan)	Preporuke	Komentar
79	316867	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište "Ši Selo", intenzivna nelegalna gradnja
94	289123	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište "Orašje" ugroženo oko 50 domaćinstava i infrastruktura
139	168270	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište "Vrapče", intenzivna nelegalna gradnja
163	14864	Klizišta u ugljenoj seriji, prašinsto-glinovita osnova. Brza plitka klizišta na strmim padinama.	Stanovanje i ljudski životi	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Ilegalna izgradnja, opasnost po ljudski život
346	57819	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište „Badre I“, izvedene urgentne mere u 2014, ugroženost velikog broja objekata
389	110863	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište „Badre II“, ugroženost velikog broja objekata
404	37224	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište „Badre III“, ugroženost velikog broja objekata
459	229240	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizište "Zigici", aktivirano 2001, delimično sanirano, trenutno umireno, ugroženo preko 40 objekata
499	49410	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizištem i sleganjem je ugroženo više od 100 objekata
585	108725	Neogeni sedimenti Oligocena i Miocena, plitka do klizišta srednje dubine (7-8 m)	Stanovanje	Detaljna istraživanja, Izrada Projekta sanacije, Izvođenje sanacionih mjera	Klizištem i sleganjem je ugroženo više od 100 objekata



Slika 39 Predložene lokacije za sprovođenje strukturnih mera

Aktivnosti vezane za implementaciju strukturnih mjera treba da budu usklađeni sa sljedećim zakonima:

- Zakon o geološkim istraživanjima (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 9/10)
- Pravilnik o sadržaju programa, projekata i studija geoloških istraživanja (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 16/93 i 13/94)
- Zakon o rudarstvu (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 26/10)
- Zakon o vodama (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 18/98)
- Zakon o zaštiti životne sredine (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 33/03)
- Zakon o građenju (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 56/02)
- Zakon o prostornom planiranju (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 52/02)
- *Pravilnik o geotehničkim istraživanjima* i ispitivanjima te organizaciji i sadržaju misija geotehničkih inženjerstva (Službene Novine Federacije of Bosne i Hercegovina br. 60/09)
- Odluka o implementaciji prostornog plana za Tuzlu u periodu 2013-2030 (Službene Novine br. 3/14, Tuzla, od 02.12.2014.)

3. PRIJEDLOG NESTRUKTURNIH MJERA ZA SEGMENT URBANOG PLANIRANJA

Grad Tuzla (Gradsko vijeće Tuzle) je 2014. godine usvojio Prostorni plan (za period 2010 – 2030. godina).

Prostornim planom je vrlo detaljno urađena rejonizacija građevinskog zemljišta prema stepenu ugroženosti od prirodnih i tehnogenih pojava, procesa i aktivnosti. Integralni dio Prostornog plana je i Program mjera i aktivnosti koje treba da budu implementirane u narednih nekoliko godina.

Programom mjera i aktivnosti za provođenje plana, definisan je veći broj dokumenata koje je potrebno izraditi za sektor stanovanja (drugi planovi detaljne regulacije su takođe predviđeni za lociranje prostora sa drugim urbanim funkcijama) :

- Regulacioni plan „Slatina 1“;
- Regulacioni plan dijela nerealizirane prostorne cjeline „Pecara 2“;
- Regulacioni plan stambeno – poslovne zone „Kreka - Jug“;
- Regulacioni plan stambeno – poslovne zone „Ši Selo – Zlokovac“;
- Regulacioni plan zone kolektivnog stanovanja „Solana – Sjever“;
- Regulacioni plan „Stara kasarna sa namjenom Kampus Univerziteta u Tuzli“;
- Regulacioni plan „Solina Novo Naselje 2“ sa namjenom kolektivno stanovanje.

Neki od ovih lanova su već izrađeni i usvojeni od strane Gradskog vijeća Tuzle.

Ovi procesi daju Tuzli prominentu poziciju što se tiče postojanja velikog broja planskih dokumenata što je veoma korisno za strateško donošenje odluka.

Iako je Prostornim planom predviđena izrada većeg broja nižih prostorno – planskih dokumenata, oni nisu konkretno vezani za zone koje se nalaze pod rizikom od klizišta ili poplava. Poboljšanja se mogu ostvariti u ovoj oblasti izradom regulacionih planova za najugroženija područja koja predstavljaju morfološke i /ili tipološke urbane prostorne jedinice, tako da se rizik može tretirati na integrativan način sa ostalim planerskim segmentima u smislu ekonomske procjene izvodljivosti i rentabilnosti planerskih rješenja.

Na osnovu podataka koji su dobijeni valorizacijom u toku izrade ove Studije, predlaže se sljedeće:

- Za sve zone stanovanja koje se nalaze u područjima pod veoma visokim rizikom od poplava i klizišta, potrebno je uraditi regulacione planove.
- Izradom planova dobija se detaljniji uvid u stanje postojećih objekata na terenu; odnosno analizira se svaki objekat pojedinačno i definiše se bonitet objekata.
- Na taj način se mnogo preciznije i tačnije definišu finansijske vrijednosti za svaki pojedinačni objekat u zadatom području ili za pojedina ugrožena naselja.
- Vrlo lako se procjenjuje potencijalna šteta i direktni ekonomski gubici, te predlažu konkretne mjere za sanaciju ili neke druge mjere (kao što je naprimjer izmještanje namjene stanovanja sa određenih područja)
- Detaljno se analizira mogućnost nove izgradnje na neizgrađenim zemljištima, te je znatno lakše kontrolisati procese zabrane gradnje na nepovoljnim terenima i procese bespravne izgradnje.
- Sastavni dio svakog regulacionog plana je analiza povoljnosti za gradnju po svim prirodnim i stvorenim uslovima na terenu , te je jasno i transparentno prikazano na osnovu kojih kriterijumima se ulazi u procese izgradnje.

- Svaki regulacioni plan sadrži ekonomsku valorizaciju plana koja daje finansijske parametre isplativosti gradnje ili sanacije na određenim područjima.
- Trenutno se smatra da je trošak uređenja koji ne prelazi 400 KM po m² nove bruto građevinske površine daje adekvatnu ekonomsku isplativost za razvoj i gradnju na određenom području.
- Regulacioni plan je jeftin dokument čija se cijena kreće od 500 do 1000 KM po 1 ha površine, a daje dobru stratešku i ekonomsku osnovu za buduće investicije za organe upravljanja i daje jasnu sliku da li je isplativo ulagati u određena područja ili nije, ili koliki su troškovi da bi se određeno postojeće naselje dovelo na zadovoljavajući nivo opremljenosti da se osigura nesmetan život stanovništva.

Ekonomska valorizacija regulacionog plana mora da sadrži:

- Definisane programskog osnova za privođenje namjeni građevinskog zemljišta u skladu sa predmetnim Regulacionim planom,
- Sagledavanje svih propisanih radnji i aktivnosti na poslovima pripremanja i opremanja građevinskog zemljišta,
- Globalno sagledavanje svih troškova (izraženih u konvertibilnim markama) na pripremanju i opremanju građevinskog zemljišta u obuhvatu predmetnog Regulacionog plana,
- Utvrđivanje prosječne visine naknade za uređenje građevinskog zemljišta po 1 m² bruto građevinske površine (BGP).

Na bazi ovako definisanih ciljeva izrade i donošenja Programa, odgovarajući organi mogu definisati strategiju i donositi odgovarajuće investicione odluke vezano za izgradnju i uređenje građevinskog zemljišta, uključujući i modalitete izgradnje, odnosno modalitete finansiranja izgradnje.

U fazi pripremanja građevinskog zemljišta utvrđuju se sve neophodne aktivnosti na pripremanju građevinskog zemljišta kao i troškovi njihove realizacije podrazumijevajući izradu studijske dokumentacije, geoloških istraživanja, geodetskih podloga, urbanističko-planske dokumentacije, izradu odgovarajuće tehničke dokumentacije, kao i vođenje operativne koordinacije u pripremanju građevinskog zemljišta.

Opremanje građevinskog zemljišta podrazumijeva sanaciju zemljišta i izgradnju saobraćajne, hidrotehničke, energetske, elektroenergetske, telekomunikacione i toplifikacione infrastrukture, kao i uređenje zelenih i ostalih površina.

Programom se utvrđuju troškovi opremanja zemljišta na bazi idejnih rješenja, kao i drugih idejnih i planskih rješenja sadržanih u predmetnom Regulacionom planu ili konkretnih tehničkih dokumenata ako su već urađeni za određene inženjerske zahvate.

Ukupni troškovi uređenja građevinskog zemljišta dobijaju se kao zbir ukupnih troškova pripremanja i ukupnih troškova opremanja.

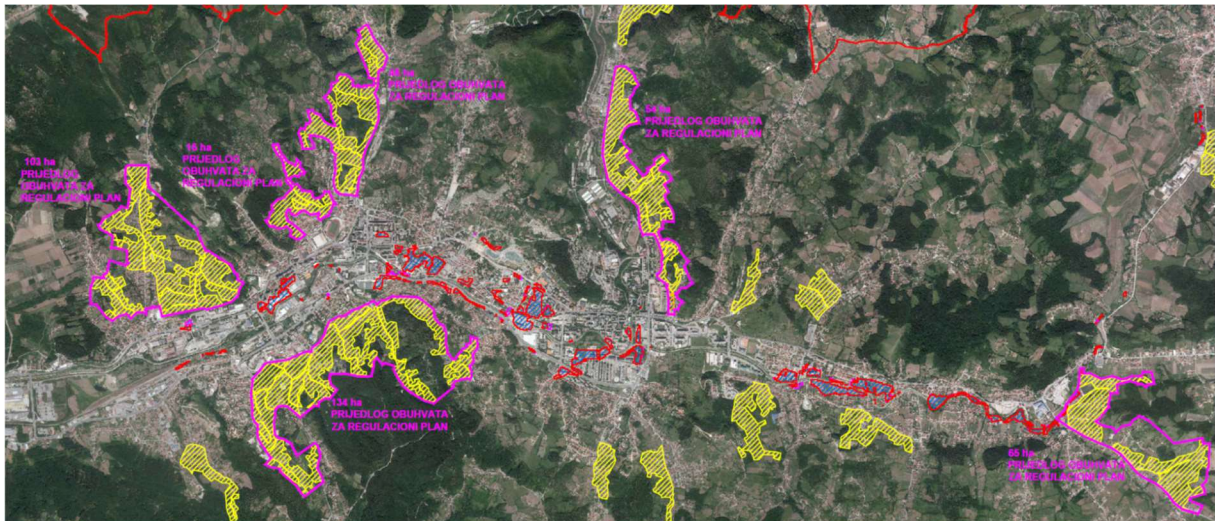
Na ovaj način se utvrđuje prosječna visina naknade za uređenje građevinskog zemljišta, odnosno utvrđuje učešće troškova uređenja građevinskog zemljišta u cijeni izgradnje 1 m² bruto građevinske površine (BGP).

Prosječna visina naknade za uređenje građevinskog zemljišta obračunata je djeljenjem ukupnih troškova uređenja građevinskog zemljišta sa ukupnom planiranom BGP objekata utvrđenom po Regulacionom planu.

Proces implementacije planova za područja pod rizikom podrazumijeva da:

- Navedene aktivnosti zahtijevaju multidisciplinarni i visoko koordinisan pristup. Svaki drugi pristup neće dati ni očekivane finansijske efekte, ni korektna tehnička i druga rješenja.
- Navedeni troškovi u cjelini trebaju predstavljati osnov za odgovarajuće procjene za investicione odluke u procesu izgradnje, posebno sa stanovišta definisanja modaliteta izgradnje i, posebno, modaliteta finansiranja izgradnje.
- Odgovarajuće stručne službe, u slučaju intenziviranja izgradnje, moraju se adekvatno organizovati na jedan od načina – formirati vlastiti stručni operativni tim koji će voditi, koordinisati i sinhronizovati sve aktivnosti na izgradnji i uređenju građevinskog zemljišta, ili te poslove, na odgovarajući način, povjeriti kvalifikovanoj i licenciranoj instituciji – preduzeću. Drugačiji pristup će dati lošije tj. slabe rezultate.

PRIJEDLOG OBUHVATA ZA REGULACIONE PLANOVE KOJE BI TREBALO URADITI U GRADU TUZLI



Imajući u vidu gore navedeni značaj integralnog pristupa poslovima prostornog menadžmenta, jedna od ključnih mjera je preporuka Gradu Tuzli da određena područja pod rizikom obradi u sklopu izrade regulacionih planova za obuhvate pod veoma visokim rizikom od klizišta. Šest obuhvata su predloženi u ovoj fazi, a koji imaju površine od 134 ha, 103 ha, 65 ha, 54 ha, 48 ha do 16 ha, za regulacione planove za stambene zone pod veoma visokim rizikom od klizišta.

4. MJERE ZA SEGMENT KLIMATSKIH PROMJENA

Ključne mjere za tretiranje klimatskih promjena su:

- Unaprjeđenje postojeće meteorološke stanice u Tuzli u meteorološku stanicu prvog reda. To bi omogućilo kontinuirano praćenje (24 sata), posebno vremenske vrijednosti intenzivnih padavina.
- Otvaranje tri nove meteorološke stanice (u gradu Tuzli) za mjerenje količine padavina.

SOCIO-EKONOMSKA ANALIZA

1. UVOD I METODOLOGIJA

Analiza troškova i efikasnosti (Cost-Effectiveness Analysis – CEA) je analiza troškova alternativnih mjera koje se predlažu za ostvarenje određenog cilja. Često se može protumačiti kao alat koji pomaže u pronalaženju najjeftinijeg rješenja za ispunjavanje postavljenog cilja, npr. smanjenje rizika od poplava/klizišta ili umanjeње šteta na imovini od plavljenja/klizanja zemljišta.

CEA je prikladna u sljedećim situacijama:

- Kada je već donesena odluka o ulaganju u neko područje, te se traži najjeftinija i/ili najefikasnija opcija;
- Kada se smatra da su koristi od različitih mjera u pravilu jednake;
- Kada su dugoročno koristi veće od troškova, ali ih je teško ili nemoguće izraziti u monetarnim terminima.

CEA se za specifične mjere u projektnim područjima provodi kroz sljedeće korake:

1. Procijeniti troškove mjera;
2. Procijeniti koristi/efikasnost tih mjera u ostvarivanju cilja zaštite od poplava/klizišta;
3. Odrediti kategoriju troškova i kategoriju efikasnosti mjera;
4. Procijeniti troškovnu efikasnost mjera, odnosno način kako uz najmanje troškove postići cilj.

Zadatak 1:

Procjena troškova mjera je već urađena u okviru poglavlja *Predložene mjere*. Da bi troškovi mjera bili međusobno uporedivi, potrebno ih je svesti na troškove po glavi stanovnika na način da se troškovi mjera dijele sa brojem stanovnika koji bi provođenjem date mjere bili zaštićeni.

Zadatak 2:

Mjere za smanjenje rizika od poplava

Procjena koristi od mjera se provodi na osnovu četiri odabrana kriterija: 1) tip mjere, 2) broj stanovništva pod direktnim utjecajem date mjere, 3) razmjera utjecaja (uzvodno i nizvodno), te 4) vrijeme utjecaja.

Svaki od navedena četiri kriterija je ocijenjen kako slijedi:

Br.	Kriterij	Klasa	Ocjena
1	Tip mjere	Izbjegavanje poplava	5
		Umanjenje šteta od poplava	3
		Projekti, planovi, politike	1
2	Broj stanovništva pod direktnim utjecajem	> 50 stanovnika	5
		20-50 stanovnika	3
		< 20 stanovnika	1
3	Razmjera utjecaja (uzvodno i nizvodno)	Visok	5
		Umjeren	3
		Nizak	1
4	Vrijeme utjecaja	Kratkoročno	3
		Srednjoročno	2
		Dugoročno	1

Obrazloženje za bodovanje mjera na temelju odabranih kriterija je sljedeće:

- Tip mjere
 - Izbjegavanje poplava – mjere koje doprinose izbjegavanju pojave poplava (mobilni paneli, nasipi, izmještanje ceste, uzdizanje mostova, itd.);
 - Umanjenje šteta od poplava – mjere koje sprečavaju ili smanjuju oštećenja imovine od poplave (zaštita kuće od prodora poplavnih voda);
 - Projekti, planovi, politike – mjere kao što je projektovanje.
- Razmjera utjecaja
 - Visok – mjere koje imaju značajan utjecaj na zaštitu šireg uzvodnog i nizvodnog područje od poplava (uklanjanje ili uzdizanja mostova);
 - Umjeren – mjere koje imaju umjeren utjecaj na zaštitu šireg uzvodnog i nizvodnog područje od poplava (mobilni paneli, nasipi, izmještanje ceste);
 - Nizak – mjere bez uzvodnog ili nizvodnog utjecaja (zaštita kuća, projektovanje)
- Vrijeme utjecaja
 - Kratkoročno - mjere koje su odmah primjenjive, kao što su zaštita kuća od voda;
 - Srednjoročno - mjere koje zahtijevaju neko vrijeme za implementaciju, kao što su barijere i projektovanje;
 - Dugoročno - mjere koje zahtijevaju značajno vrijeme za implementaciju, kao što je izgradnja nasipa, izmještanje cesta, uzdizanje mostova.

Mjere za smanjenje rizika od klizišta

Procjena koristi od mjera se provodi na osnovu tri odabrana kriterija: 1) broj stanovništva pod direktnim utjecajem date mjere, 2) razmjera utjecaja, te 3) učestalost pojave.

Svaki od navedena tri kriterija je ocijenjen kako slijedi:

Br.	Kriterij	Klasa	Ocjena
1	Broj stanovništva pod direktnim utjecajem - Tuzla	> 150 stanovnika	5
		100-150 stanovnika	3
		< 100 stanovnika	1
2	Razmjera utjecaja	Visok	5
		Umjeren	3
		Nizak	1
3	Učestalost pojave	Visoka učestalost	5
		Umjerena učestalost	3
		Niska učestalost	1

Obrazloženje za bodovanje mjera na temelju odabranih kriterija je sljedeće:

- Razmjera utjecaja
 - Visok – mjere koje imaju značajan utjecaj na zaštitu šire područje od klizanja zemljišta;
 - Umjeren - mjere koje imaju umjeren utjecaj na zaštitu šireg područja od klizanja zemljišta;
 - Nizak - mjere s niskim ili nikakvim utjecajem na širem području.

- Učestalost pojave
 - Visoka učestalost - mjere koje se provode na područjima sa visokom učestalosti klizišta;
 - Umjerena učestalost - mjere koje se provode na područjima sa srednjom učestalosti klizišta;
 - Niska učestalost - mjere koje se provode na područjima s niskom učestalošću klizišta.

Zadatak 3:

Za određivanje kategorije troškova mjera primjenjuju se sljedeće kategorije i povezani rasponi troškova:

Br.	Kategorija troškova	Jedinica mjere	Raspon troškova (poplave)	Raspon troškova (klizišta)
1	Niski troškovi	EUR/stan.	< 1000	< 5000
2	Umjereni troškovi	EUR/stan.	1000-2000	5000-15000
3	Visoki troškovi	EUR/stan.	> 2000	> 15000

Za određivanje kategorije efikasnosti mjera primjenjuju se sljedeće kategorije i povezani rasponi ocjena:

Br.	Kategorija efikasnosti	Raspon ocjene
1	Jaka efikasnosti	11 i više
2	Potencijalno jaka efikasnost	8 - 10
3	Neizvjesna efikasnost	do 7

Zadatak 4:

Troškovna efikasnost mjera se dobiva ukrštanjem kategorije troškova i kategorije efikasnosti mjera pomoću sljedeće matrice:

Troškovi	Efikasnost		
	Jaka	Potencijalno jaka	Neizvjesna
Niski	CE	CE	Low CE
Umjereni	CE	Mod CE	Non CE
Visoki	Mod CE	Low CE	Non CE

CE	Troškovno efikasne mjere
Mod CE	Umjereno troškovno efikasne mjere
Low CE	Niske troškovno efikasne mjere
Non CE	Troškovno ne-efikasne mjere

2. REZULTATI SOCIO-EKONOMSKE ANALIZE

Tabela 11 Analiza troškovne efikasnosti predloženih mjera za smanjenje rizika od poplava za urbano područje Tuzle

Br.	Lokacija	Mjera	Ocjena efikasnosti						Ocjena troškova		TROŠKOVNA EFIKASNOST
			Tip mjere 1 - 5	Stan. pod dir. utjecajem 1 - 5	Razmjera utjecaja 1 - 5	Vrijeme utjecaja 1 - 3	Ukupna ocjena	Kategorija efikasnosti	Trošak po stan.	Kategorija troškova	
1	Milešići	Izrada i provođenje projekta	5	5	5	1	16	Jaka	1,905	Umjereni	CE
2	Milešići	Lokalna zaštita od poplava ⁴	3	5	1	3	12	Jaka	3,333	Visoki	Mod CE
3	Hodžići	Lokalna zaštita od poplava	3	3	1	3	10	Pot.jaka	3,333	Visoki	Low CE
4	Lipnica 1	Izrada projekta	1	3	1	2	7	Neizvjesna	345	Niski	Low CE
5	Lipnica 2	Izrada projekta	1	5	1	2	9	Pot.jaka	76	Niski	CE
6	Lipnica Donja	Izrada projekta	1	3	1	2	7	Neizvjesna	222	Niski	Low CE
7	Lipnica Donja	Lokalna zaštita od poplava	2	3	1	3	9	Pot.jaka	3,333	Visoki	Low CE
8	Rapače	Izrada projekta	1	3	1	2	7	Neizvjesna	714	Niski	Low CE
9	Rapače	Lokalna zaštita od poplava	2	3	1	3	9	Pot.jaka	3,333	Visoki	Low CE
10	Tuzla (Panonsko jezero)	Nabavka novih (rezervnih) agregata za pumpnu stanicu	2	5	1	3	11	Jaka	32	Niski	CE
11	Tuzla (Panonsko jezero)	Betonske cestovne barijere	5	5	3	1	14	Jaka	2,759	Visoki	Mod CE
12	Tuzla (ušće rijeke Soline)	Izrada projekta	1	1	1	2	5	Neizvjesna	1,111	Umjereni	Non CE
13	Slavinovići	Betonske cestovne barijere	5	5	3	1	14	Jaka	2,019	Visoki	Mod CE
14	Slavinovići	Izrada projekta	1	5	1	2	9	Pot.jaka	128	Niski	CE
15	Simin Han	Provođenje projekta	5	3	5	1	14	Jaka	5,238	Visoki	Mod CE
16	Gornja Tuzla	Provođenje projekta	5	1	5	1	12	Jaka	372,222	Visoki	Mod CE

⁴ Lokalne mjere za sprječavanje ili smanjenje štete od poplava na imovini (mjere mokre i suhe izolacije od poplava)

Tabela 12 Rang lista predloženih mjera za smanjenje rizika od poplava za urbano područje Tuzle (na osnovu CEA)

Br.	Lokacija	Mjera	Troškovna efikasnost
1	Tuzla (Panonsko jezero)	Nabavka novih (rezervnih) agregata za pumpnu stanicu	CE
2	Milešići	Izrada i provođenje projekta	CE
3	Lipnica 2	Izrada projekta	CE
4	Slavinovići	Izrada projekta	CE
5	Slavinovići	Betonske cestovne barijere	Mod CE
6	Tuzla (Panonsko jezero)	Betonske cestovne barijere	Mod CE
7	Simin Han	Provođenje projekta	Mod CE
8	Milešići	Lokalna zaštita od poplava	Mod CE
9	Gornja Tuzla	Provođenje projekta	Mod CE
10	Hodžići	Lokalna zaštita od poplava	Low CE
11	Lipnica Donja	Lokalna zaštita od poplava	Low CE
12	Rapače	Lokalna zaštita od poplava	Low CE
13	Lipnica Donja	Izrada projekta	Low CE
14	Lipnica 1	Izrada projekta	Low CE
15	Rapače	Izrada projekta	Low CE
16	Tuzla (ušće rijeke Soline)	Izrada projekta	Non CE

Tabela 13 Analiza troškovne efikasnosti predloženih mjera za smanjenje rizika od klizišta za urbano područje Tuzle

Br.	Lokacija	Ocjena efikasnosti					Ocjena troškova		TROŠKOVNA EFIKASNOST
		Stan. pod dir. utjecajem 1 - 5	Razmjera utjecaja 1 - 5	Učestalost 1-5	Ukupna ocjena	Kategorija efikasnosti	Trošak po stan.	Kateg. troškova	
1	Klizište "Ši Selo" – intenzivna nelegalna gradnja na velikom klizištu (katastarska čestica 79)	1	3	3	7	Neizvjesna	5,556	Umjereni	Non CE
2	Klizište "Orašje", ugroženo oko 50 zgrada i infrastrukturnih objekata (katastarska čestica 94)	3	3	3	9	Pot. jaka	4,000	Niski	CE
3	Klizište "Vrapce", intenzivna nelegalna gradnja na velikom klizištu (katastarska čestica 139)	1	3	3	7	Neizvjesna	19,375	Visoki	Non CE
4	Klizište katastarska čestica 163, ubrzano klizanje pješčanog poklopca, postoji rizik za stanovništvo (nelegalna gradnja)	1	1	1	3	Neizvjesna	6,459	Umjereni	Non CE
5	Klizište Badre I - opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 346)	3	5	5	13	Jaka	6,920	Umjereni	CE
6	Klizište Badre II opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 389)	5	5	5	15	Jaka	4,617	Niski	CE
7	Klizište Badre III opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 404)	1	5	5	11	Jaka	7,667	Umjereni	CE
8	Klizište "Žigici", aktivirano u 2001. godini, privremeno rehabilitirano, trenutno miruje, ugroženo 40 objekata (katastarska čestica 459.)	3	5	5	13	Neizvjesna	22,500	Visoki	Non CE
9	Klizište katastarska čestica 499. Utjecaj klizanja i slijeganja ugrožava više od 100 objekata	5	3	5	13	Jaka	3,060	Niski	CE
10	Klizište katastarska čestica 585. Utjecaj klizanja i slijeganja ugrožava više od 100 objekata	5	3	5	13	Jaka	3,040	Niski	CE

Tabela 14 Rang lista predloženih mjera za smanjenje rizika od klizišta za urbano područje Tuzle (na osnovu CEA)

Br.	Lokacija	Troškovna efikasnost
1	Klizište Badre II opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 389)	CE
2	Klizište katastarska čestica 499. Utjecaj klizanja i slijeganja ugrožava više od 100 objekata	CE
3	Klizište katastarska čestica 585. Utjecaj klizanja i slijeganja ugrožava više od 100 objekata	CE
4	Klizište Badre I - opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 346)	CE
5	Klizište Badre III opsežne mjere rehabilitacije provedene su u 2014. godini, (zasebna pojava), ugrožen značajan broj objekata (min 200), (katastarska čestica 404)	CE
6	Klizište "Orašje", ugroženo oko 50 zgrada i infrastrukturnih objekata (katastarska čestica 94)	CE
7	Klizište "Ši Selo" – intenzivna nelegalna gradnja na velikom klizištu (katastarska čestica 79)	Non CE
8	Klizište katastarska čestica 163, ubrzano klizanje pješčanog poklopca, postoji rizik za stanovništvo (nelegalna gradnja)	Non CE
9	Klizište "Vrapce", intenzivna nelegalna gradnja na velikom klizištu (katastarska čestica 139)	Non CE
10	Klizište "Žigici", aktivirano u 2001. godini, privremeno rehabilitirano, trenutno miruje, ugroženo 40 objekata (katastarska čestica 459.)	Non CE

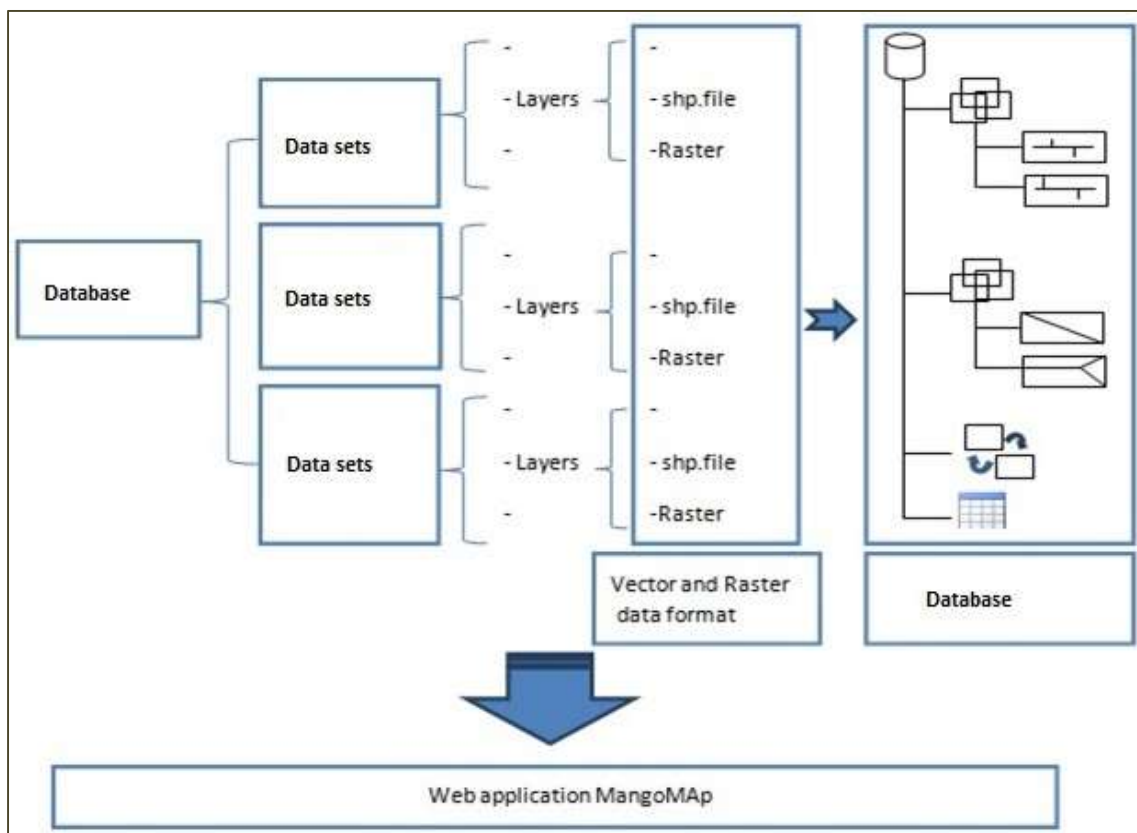
INFORMACINI SISTEM RIZIKA

Prema INSPIRE direktivi, informacijski sistem će biti uspostavljen kako bi se omogućilo sakupljanje, skladištenje, korištenje, analiza i ažuriranje podataka i informacija o rizicima od poplava i klizišta za urbanom području Tuzle i Doboja.

Dakle, informacijski sistem će uključivati:

- Bazu podataka,
- Softver predložen za korištenje;
- Web aplikaciju.

Baza podataka će se razvijati u skladu sa standardima koji se primjenjuju u entitetima. Za izradu baze podataka i pregleda prostornih podataka, prednost će imati „open source“ softverski paketi.



Slika 40 Struktura informacionog sistema

Za predstavljanje rezultata projekta i dijeljenje podataka predlaže se web aplikacija MangoMap. MangoMap je platforma koja pohranjuje sve vrste prostornih podataka, te pruža nekoliko mogućnosti i alata, te uživa određenu slobodu u prikazivanju podataka. Omogućuje prikazivanje osnovnih karata - pr Bing karta, karta ulica, itd., uključujući i atributske tabele, koji su direktno povezane s onima koje se mijenjaju u shapefile datotekama, uključujući kratak opis prikazanih podataka, kontroliše dostupnost podataka na internetu odabirom traženih ograničenja. Osim toga, ova platforma je opremljena s alatima kao što su: alati za mjerenje, uvećavanje/umanjivanje, uključivanje/isključivanje različitih prikaza navedenih u ključu, a sve kako bi se olakšalo korištenje potrebnih podataka. Također, postoji mogućnost za preuzimanje slojeva u PDF formatu, shape formatu ili KML formatu, te prilagođavanje boja na šemi i prikazu, itd.

Ova web aplikacija se koristi za predstavljanje rezultata iz I faze (eufloodsrecoveryhra.com).



Slika 41 Web portal za fazu I

Narednom tabelom prikazane su izdvojene mape koje će biti dostupne na MangoMap platformi.

Tabela 15 Izdvojene mape koje će biti dostupne na MangoMap platformi

Razmatrano područje u gradu Tuzli		
Naziv mape	Broj priloga (sadržaj Knjige 2)	Segment projekta
MAPA OPASNOSTI OD POPLAVA (Q 1/100)	Prilog 2	Procjena rizika od poplava
ZBIRNA MAPA RIZIKA OD POPLAVA (Q 1/100)	Prilog 14	
ZBIRNA MAPA RIZIKA OD POPLAVA (Q 1/500)	Prilog 15	
KARTA PODLOŽNOSTI KA KLIŽENJU/KVAZI-HAZARDA (1981-2010 REFERENTNI PERIOD PADAVINA)	Prilog 16	Procjena rizika od klizišta
SOCIJALNI RIZIK OD KLIŽIŠTA ZA SCENARIO1 (1981-2010 REFERENTNI PERIOD PADAVINA)	Prilog 17	
NAMJENA POVRŠINA	Prilog 20	Urbano planiranje
KARTA STANOVANJA SA ZONAMA VRLO VISOKOG RIZIKA OD POPLAVA I KLIŽIŠTA	Prilog 21	

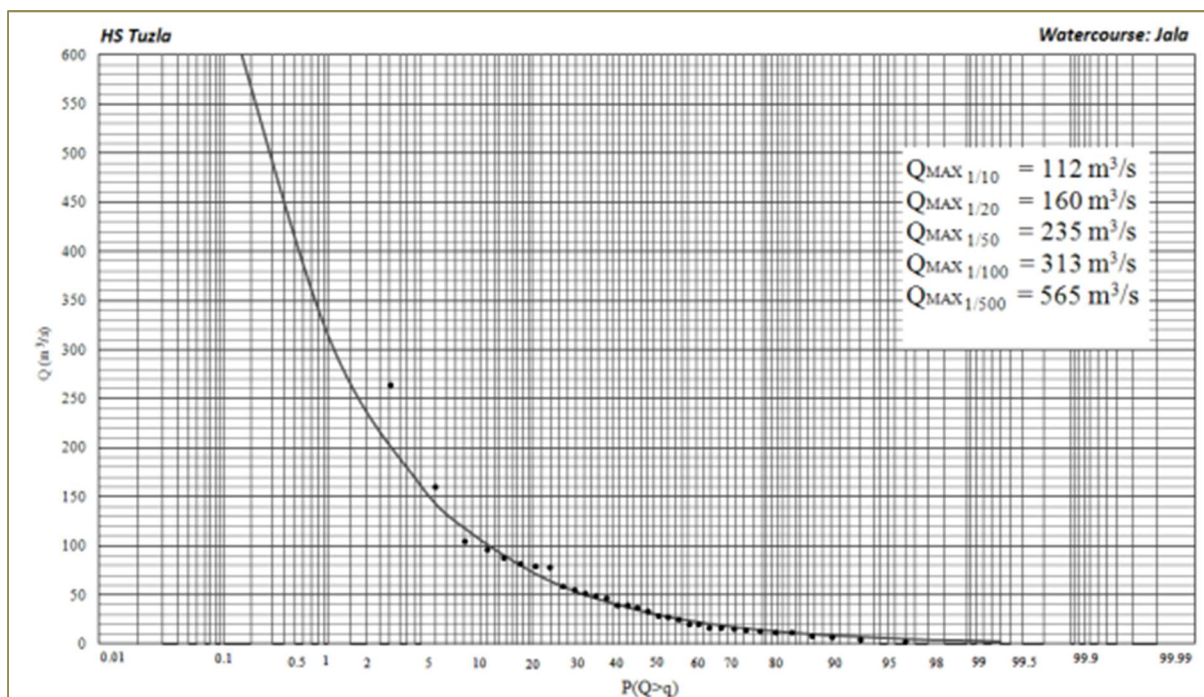
PRILOZI

Prilog 1 Hidrološka analiza

Projektno područje Tuzle se nalazi unutar slivnog područja rijeke Jale. Analizirano područje je pokriveno samo jednom hidrološkom stanicom - hidrološka stanica Tuzla (u daljnjem tekstu HS Tuzla), koja sadrži podatke za referentno razdoblje 1961.-1990. i poslijeratno razdoblje. Na temelju hidrološke statističke obrade na HS Tuzla, maksimalni proticaji vjerojatnoće pojave 5%, 1% i 0,2% su prikazani u sljedećoj tabeli.

Tabela 16 Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih proticaja na HS Tuzla ⁵

HS Tuzla	Watercourse	Location towards project catchment	Probability (%)					Elevation "0" of watermark (m.a.s.l.)	Coordinates	
			10	5	2	1	0.2			
			Return period, T (year)							
			10	20	50	100	500			
			max.Q _T (m ³ /s)							
	Jala	within project area	112	160	235	313	565	221.517	Latitude	Longitude
								44°32'06"	18°41'00"	



Slika 42 Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih protoka – HS Tuzla

S obzirom na postojanje tek jedne hidrološke stanice, može se reći da slivno područje rijeke Jale pripada hidrološki loše izučenom području. S tim u vezi, hidrološka analiza koja je sprovedena u okviru i prema potrebama ovog projekta zasnovana je tek djelimično na osnovu dostupnih podataka sa HS Tuzle.

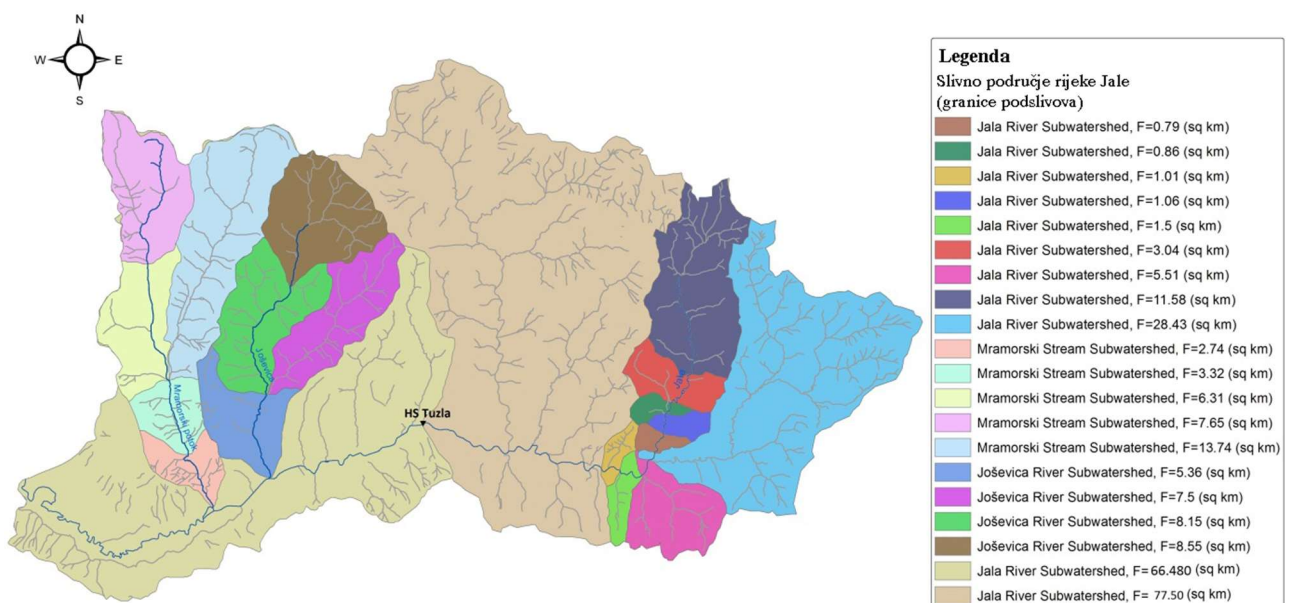
Kako bi se definirali hidrološki parametri potrebni za hidrauličko modeliranje, provedena je regionalna hidrološka analiza maksimalnog specifičnog oticanja duž rijeke Jale.

⁵ Podaci dobiveni iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda

Regionalna analiza specifičnog maksimalnog oticanja izvršena je koristeći sve dostupne podatke - podatke obrade sa HS Tuzla i hidroloških stanica iz susjednih slivova koji su sličnih karakteristika, kao i koristeći podatke iz dostupne projektne dokumentacije⁶. Prikupljeni podaci o regulisanim dionicama duž rijeke Jale i njenih pritoka, kao i odgovarajući proticaji na koje su dimenzionirani prikazani su kroz Tabela 18.

Kao rezultat ovakve analize, dobivena je zavisnost između specifičnog maksimalnog oticanja različitog ranga pojave i površine slivnog područja. Uz poznavanje pripadajuće površine sliva, a korištenjem uspostavljenih zavisnosti, moguće je definirati velike vode različitog ranga pojave za bilo koji profil duž rijeke Jale.

Slivno područje rijeke Jale podijeljeno je na manje podslivove. Granice podslivova određene su topografskom vododjelnicom. Nivo podjele sliva rijeke Jale na podslivove zavisio je od potrebe provedene regionalne analize.



Slika 43 slivno područje rijeke Jale

Proračunati hidrološki parametri vezani uz specifične lokacije duž rijeke Jale i njenih pritoka, a koji su korišteni za hidrauličko modeliranje (maksimalni protoci sa vjerovatnoćom pojave 5%, 1% i 0,2%), prikazani su kroz tabelu u nastavku (Tabela 17).

⁶ Podaci o velikim vodama na različitim profilima duž rijeke Jale i njenih pritoka preuzeti su iz različite projektno-tehničke dokumentacije uređenja vodotoka. Aktivnosti na uređenju vodotoka na urbanom području Tuzle započele su šezdesetih godina prošlog stoljeća. S obzirom na značajna ulaganja u izgradnju zaštitnih vodnih objekata, te zavisno od ukazane potrebe da se od velikih voda zaštite određeni privredni, infrastrukturni, industrijski ili drugi objekti, izvođenje vodnih objekata za zaštitu od poplava teklo je sukcesivno, a traje i danas.

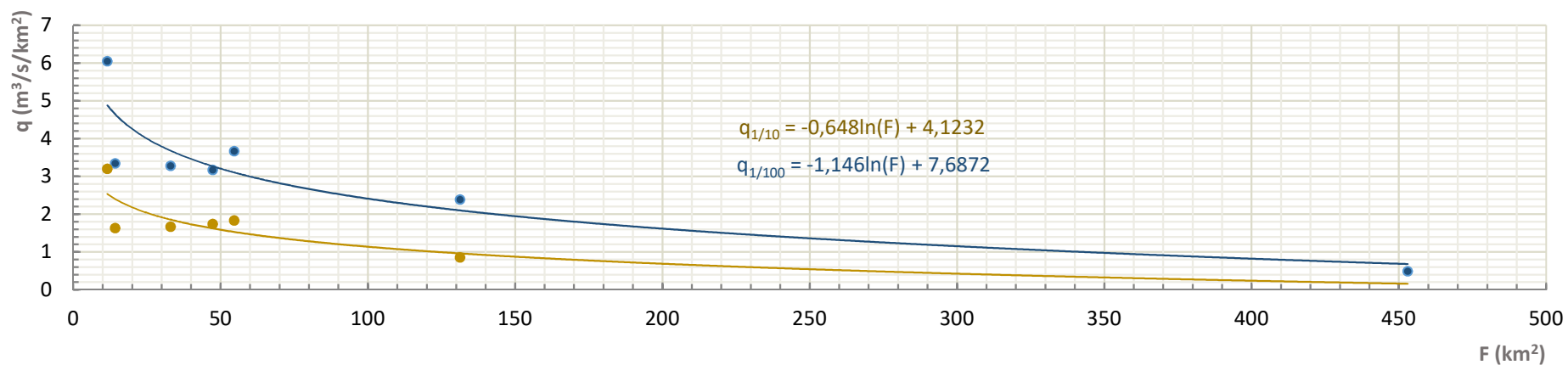
Tabela 17 Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih proticaja na karakterističnim profilima duž rijeke Jale i njenih pritoka

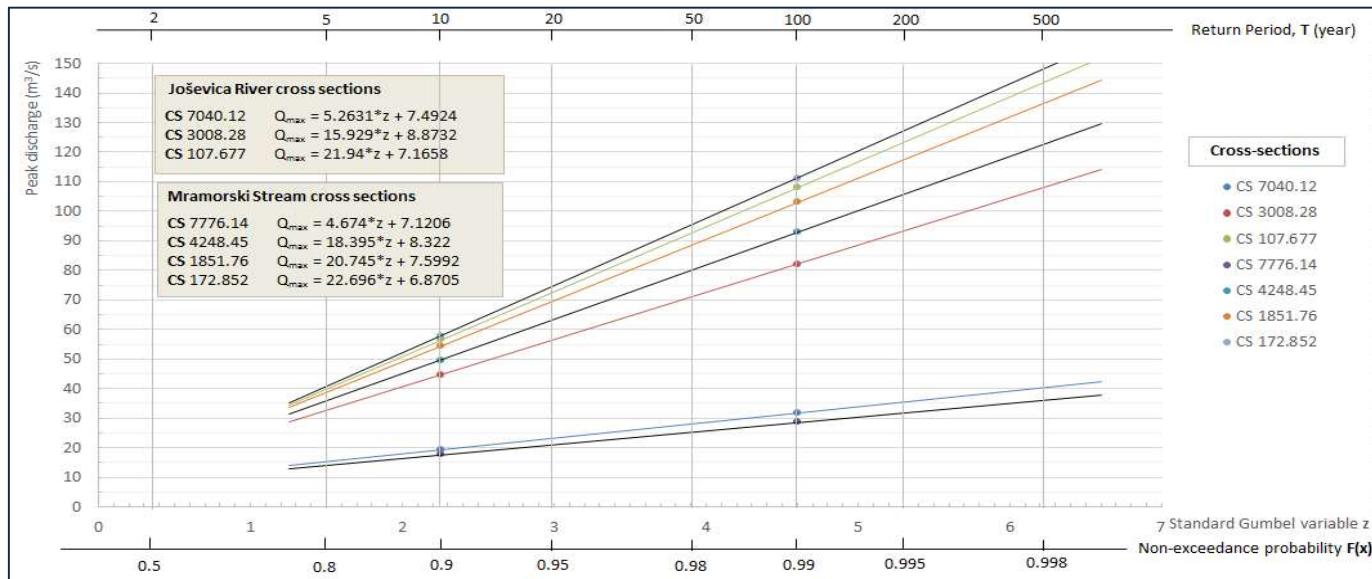
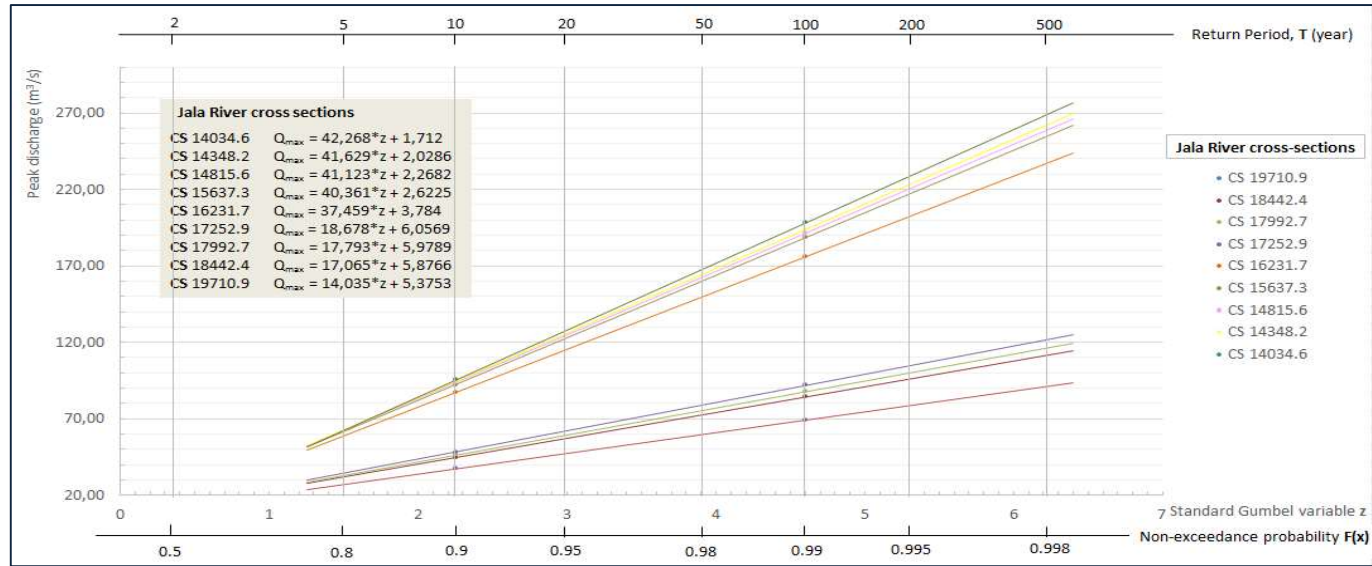
Vodotok	Profil br.	Specifična lokacija	Površina sliva (km ²)	max.Q _T (m ³ /s)		
				Vjerovatnoća maksimalnih godišnjih proticaja (%)		
				5	1	0.2
				Povratni period, T (god)		
			20	100	500	
Rijeka Jala	19710.9	Početak poteza duž rijeke Jala	11,58	47	57	92
	18442.4	Desna pritoka_1 (ušće)	14,98	57	69	112
	17992.7	Desna pritoka_2 (ušće)	15,84	59	72	116
	17252.9	Lijeva pritoka (ušće)	16,90	61	75	122
	16231.7	Rijeka Požarnica (ušće)	45,33	115	150	236
	15637.3	Vujnovića potok (ušće)	50,84	122	162	253
	14815.6	Lugonjički potok (ušće)	52,34	124	165	258
	14348.2	Duboki potok (ušće)	53,35	126	167	261
	14034.6	Početak regulacije rječnog korita	54,64	127	170	264
	8169.48	HS Tuzla	131,28	160	275	565
	102.003	Kraj poteza duž rijeke Jala	240	205	338	608
Rijeka Joševica	7040.12	Početak poteza duž rijeke Joševica	8,55	23	32	40
	3008.28	Lijeva pritoka (ušće)	24,19	56	82	108
	107.677	Kraj poteza duž rijeke Joševica (ušće)	32,7	72	108	143
Mramorski potok	7776.14	Početak poteza duž Mramorskog potoka	7,65	21	29	36
	4248.45	Osojački potok (ušće)	27,7	63	93	123
	1851.76	Početak regulacije rječnog korita	31,02	69	103	136
	172.852	Kraj poteza duž Mramorskog potoka (ušće)	33,76	74	121	148

Detalji provedene regionalne analize maksimalnog specifičnog oticaja duž rijeke Jale i njenih pritoka, kao i Gumbel-ova vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih proticaja prikazani su kroz slike/tabele u nastavku.

Vodotok	Karakteristične lokacije	Površina sliva F (km ²)	PODACI IZ DOSTUPNE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE				PODACI NAKON PROVEDENE REGIONALNE ANALIZE			
			Velike vode ranga pojave Q (m ³ /s)		Specifično oticanje ranga pojave q (m ³ /s/km ²)		Velike vode ranga pojave Q (m ³ /s)		Specifično oticanje ranga pojave q (m ³ /s/km ²)	
			10	100	10	100	10	100	10	100
Jala	Početak modela	11,58	37	70	3,195	6,045	29	57	2,536	4,880
	Početak izvedene regulacije rijeke Jale	54,64	100	200	1,830	3,660	84	170	1,531	3,102
	HS Tuzla	131,28	112	313	0,853	2,384	126	275	0,963	2,098
Spreča	HS Strašanj (na Spreči)	453,00	-	219	-	0,483	73	307	0,160	0,678
Solina	Lokacija ušća	47,34	82	150	1,732	3,169	77	155	1,624	3,267
Mramorski p.	Lokacija ušća	33,00	55	108	1,667	3,273	61	121	1,857	3,680
Joševica	Lokacija Inkubator centar	14,25	23,2	47,6	1,628	3,340	34	66	2,402	4,643
Jala	Desna pritoka_1 (nizvodno od ušća)	14,98	<p style="text-align: center;">Rezultati regionalne analize na karakterističnim lokacijama →</p>				35	69	2,369	4,585
Jala	Desna pritoka_2 (nizvodno od ušća)	15,84					37	72	2,333	4,521
Jala	Lijeva pritoka (nizvodno od ušća)	16,9					39	75	2,291	4,447
Jala	Požarnica (nizvodno od ušća)	45,33					75	150	1,652	3,316
Jala	Vujnovića potok (nizvodno od ušća)	50,84					80	162	1,577	3,185
Jala	Lugonjički potok (nizvodno od ušća)	52,34					82	165	1,559	3,152
Jala	Duboki potok (nizvodno od ušća)	53,35					82	167	1,546	3,130
Jala	Kraj modela	240					137	338	0,572	1,406

ODNOS SPECIFIČNOG MAKSIMALNOG OTICANJA I POVRŠINE SLIVA (RAZMATRANO PODRUČJE GARADA TUZLA)





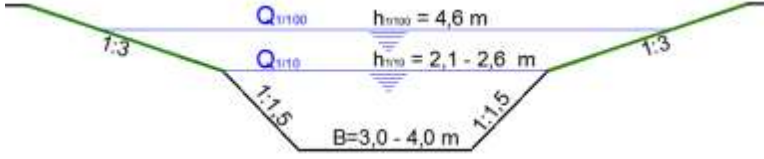
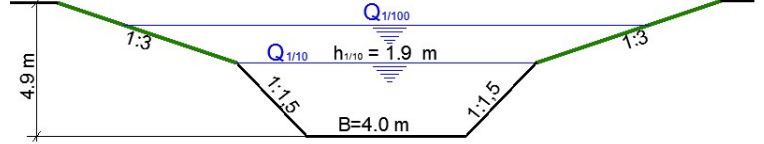
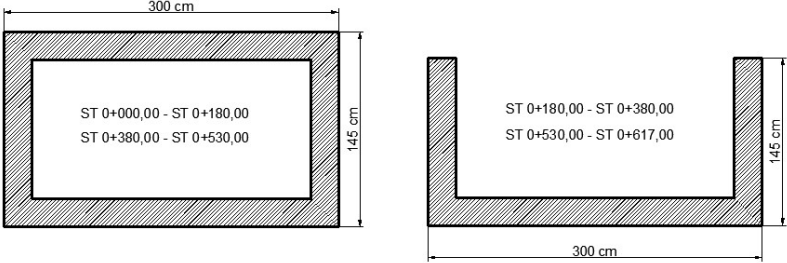
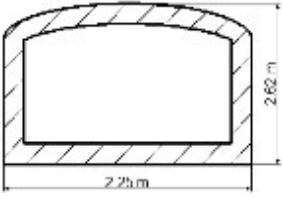
Slika 44 Gumbel-ova raspodjela vjerovatnoće pojave maksimalnih godišnjih proticaja rijeke Jale, rijeke Joševice i Mramorskog potoka


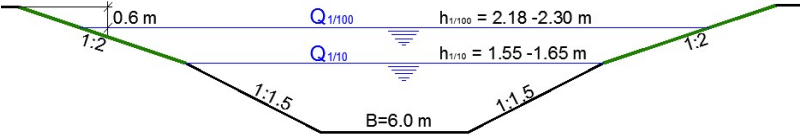
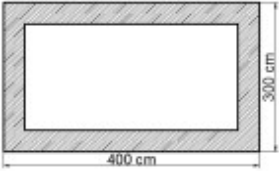
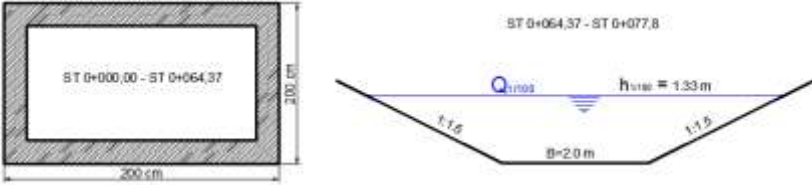

Tabela 18 Podaci o regulisanim dionicama vodotoka na razmatranom području grada Tuzla

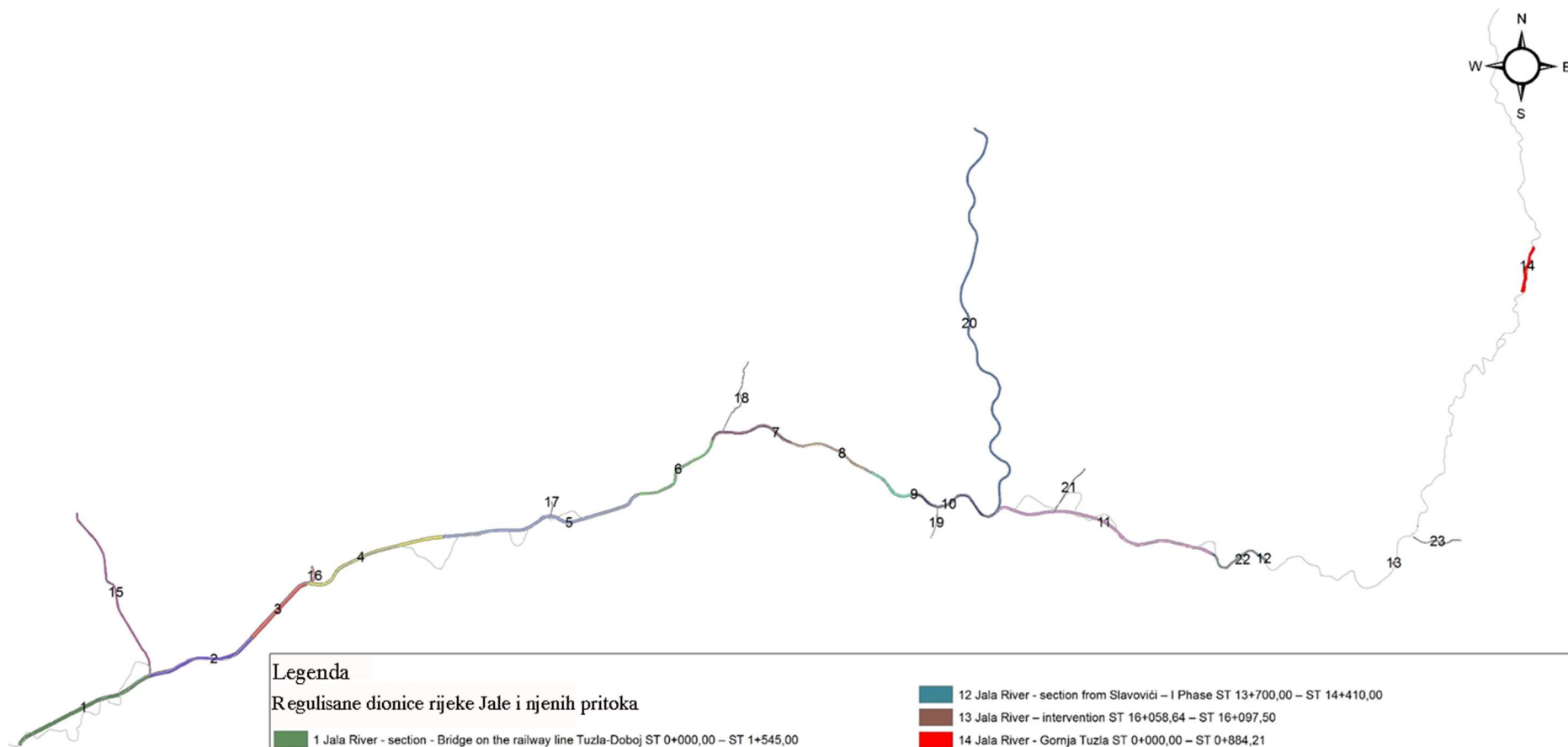
Vodotok	Dionica	Dužina regulacije (m)	Proticaj (m ³ /s) Povratni period		Površina sliva (km ²)	Normalni profil
			Q _{1/10}	Q _{1/100}		
Jala	Dionica most na pruži Tuzla Doboј (kraj regulacije rijeke Jale na području Općine Tuzla do ušća Mramorskog potoka) ST 0+000,00 - ST 1+545,00	1,554.0	175	350	220	
Jala	Dionica od ušća Mramorskog potoka do TE „Tuzla“ ST 1+545,00 - ST 2+630,00	1,085.0	160	316	-	
Jala	Dionica pored TE „Tuzla“ do ušća potoka Joševica ST 2+630,00 - ST 3+400,00	770.0	110	220	187.2	
Jala	Dionica od ušća potoka Joševica do „Xella BH“ (Siporex) ST 3+400,00 - ST 4+900,00	1,500.0	110	284	157.7	
Jala	Dionica od „Xella BH“ (Siporex) do Solane ST 4+900,00 - ST 7+150,00	2,250.0	142	284	-	

Vodotok	Dionica	Dužina regulacije (m)	Proticaj (m ³ /s) Povratni period		Površina sliva (km ²)	Normalni profil
			Q _{1/10}	Q _{1/100}		
Jala	Dionica od Solane do objekta za disipaciju energije kod Tehnološkog fakulteta ST 7+150,00 - ST 8+150,00	1,000.0	90	200	-	
Jala	Dionica od Tehnološkog fakulteta do Socijalnog ST 8+150,00 - ST 9+100,00	950.0	-	206	-	
Jala	Dionica od Socijalnog do Doma penzionera ST 9+100,00 - ST 9+900,00	800.0	142	282	127.14	
Jala	Dionica od Doma penzionera do zgrade općine ST 9+900,00 - ST 10+674,00	774.0	142	282	-	

Vodotok	Dionica	Dužina regulacije (m)	Proticaj (m ³ /s) Povratni period		Površina sliva (km ²)	Normalni profil
			Q _{1/10}	Q _{1/100}		
Jala	Dionica od zgrade općine do ušća Soline ST 10+674,00 - ST 11+420,00	746.0	142	282	-	
Jala	Dionica od ušća Soline do Slavinovića ST 11+420,00 - ST 13+700,00	2.280	100	200	56	
Jala	Dionica od Slavinovića – I Etapa ST 13+700,00 - ST 14+410,00	710.0	100	200	-	
Jala	Rijeka Jala – Interventno ST 16+058,64 - ST 16+097,50	39.0	100	200	-	
Jala	Rijeka Jala-Gornja Tuzla ST 0+000,00 - ST 0+884,21	884.21	33	70	11.65	

Vodotok	Dionica	Dužina regulacije (m)	Proticaj (m ³ /s) Povratni period		Površina sliva (km ²)	Normalni profil
			Q _{1/10}	Q _{1/100}		
Mramorski potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 1+106,00 (ulijeva se u Jalu na ST 1+545,00)	1,106.0	55	108	33	
Joševica	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+245,00 (ulijeva se u Jalu na ST 3+400,00)	245.0	23.2	47.6	14.25	
Moluški potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+617,00 (ulijeva se u Jalu na ST 5+984,00)	617.0	9.2	17.8	-	
Tušanjski potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+785,00 (ulijeva se u Jalu na ST 8+308,00)	785.0	-	11.0	5.05	

Vodotok	Dionica	Dužina regulacije (m)	Proticaj (m ³ /s) Povratni period		Površina sliva (km ²)	Normalni profil
			Q _{1/10}	Q _{1/100}		
Vrapče potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+323,77 (ulijeva se u Jalu na ST 10+696,60)	323.0	-	14.56	-	
Solina	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 5+455,16 (ulijeva se u Jalu na ST 11+420,00)	5,455.16	82.0	150.0	47.34	
Grabov potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+500,00 (ulijeva se u Jalu na ST 12+042,20)	500.0	-	40	10.6	
Momanovo potok	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+077,80 (ulijeva se u Jalu na ST 14+071,07)	77.8	8.6	17.2	1.25	
Požarnička Jala	Od ušća uzvodno ST 0+000,00 - ST 0+529,10 (ulijeva se u Jalu na ST 16+447,4)	529.1	49	98.8	-	



Legenda

Regulisane dionice rijeke Jale i njenih pritoka

- | | |
|--|--|
| 1 Jala River - section - Bridge on the railway line Tuzla-Doboj ST 0+000,00 – ST 1+545,00 | 12 Jala River - section from Slavovići – I Phase ST 13+700,00 – ST 14+410,00 |
| 2 Jala River - section from mouth of the Mramorski Stream to TE „Tuzla“ ST 1+545,00 – ST 2+630,00 | 13 Jala River – intervention ST 16+058,64 – ST 16+097,50 |
| 3 Jala River - section – from TE „Tuzla“ to Mouth of the Joševica River ST 2+630,00 – ST 3+400,00 | 14 Jala River - Gornja Tuzla ST 0+000,00 – ST 0+884,21 |
| 4 Jala River - section – from Mouth of the Joševica River to „Xella BH“ (Siporex) ST 3+400,00 – ST 4+900,00 | 15 Mramorski Stream - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 1+106,00 (flows into the Jala at ST 1+545,00) |
| 5 Jala River - section from „Xella BH“ (Siporex) to Salt works ST 4+900,00 – ST 7+150,00 | 16 Josevica River - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+245,00 (flows into the Jala at ST 3+400,00) |
| 6 Jala River - section from Salt works to Faculty of Technology ST 7+150,00 – ST 8+150,00 | 17 Moluski Stream - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+617,00 (flows into the Jala at ST 5+984,00) |
| 7 Jala River - section from Faculty of Technology to Social security office building ST 8+150,00 – ST 9+100,00 | 18 Tusanjski Steam - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+785,00 (flows into the Jala at ST 8+308,00) |
| 8 Jala River - section from Social security office building to Retirement Home ST 9+100,00 – ST 9+900,00 | 19 Vrapce Stream - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+323,77 (flows into the Jala at ST 10+696,60) |
| 9 Jala River - section from Retirement Home to Municipality building ST 9+900,00 – ST 10+674,00 | 20 Solina River - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 5+455,16 (flows into the Jala at ST 11+420,00) |
| 10 Jala River - section from Municipality building to mouth of the Solina river ST 10+674,00 – ST 11+420,00 | 21 Grabov Stream - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+500,00 (flows into the Jala at ST 12+042,20) |
| 11 Jala River - section from mouth of the Solina river to Slavovići ST 11+420,00 – ST 13+700,00 | 22 Momanovo Stream - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+077,80 (flows into the Jala at ST 14+071,07) |
| | 23 Pozarnicka Jala - upstream of the mouth ST 0+000,00 – ST 0+529,10 (flows into the Jala at ST 16+447,4) |
| | ~ Jala River |

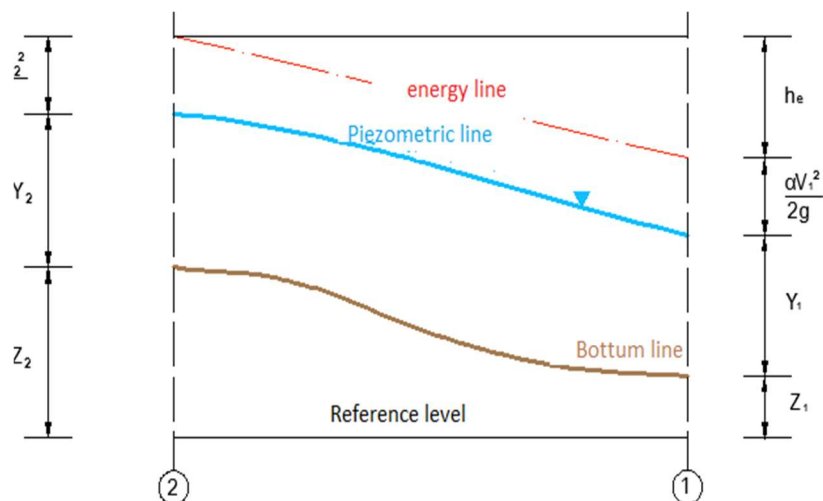
Prilog 2 Karakteristike hidrauličkog proračuna

Unosom geometrijskih podataka u HEC-RAS i definiranih proticaja na vodomjernim stanicama pristupilo se hidrauličkoj analizi.

Hidraulički model za proračun vodnog lica duž vodotoka rađen je, za stacionarni i nestacionarni režim tečenja.

Za stacionarno i kvazi-stacionarno tečenje proračun je rađen na bazi principa konzerviranja energije (Bernoulli-jeva jednačba):

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma \Delta H_{1-2}$$



Gdje je:

Z – Kota dna korita u poprečnom profilu

Y – dubina vode

p – hidrostatički pritisak

v – srednja brzina tečenja u profilu

ρ – gustoća vode

g – gravitaciono ubrzanje

$\Delta H, h_e$ – gubitak (disipacija) energije na trenje

$$Y = \frac{p}{\rho g}, \quad h_e = \Sigma \Delta H_{1-2}$$

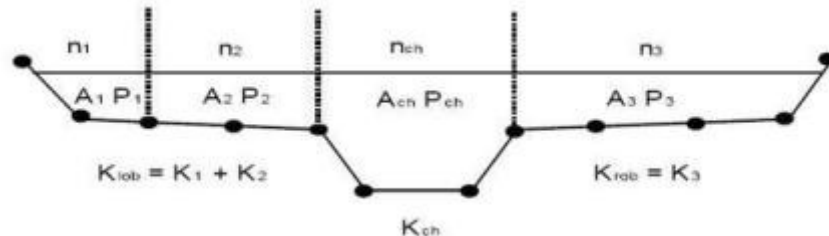
Za potrebe utvrđivanja „gubitka“ energije vodotoka na trenje između dva profila korištena je Chezy-jeva odnosno Manning-ova formula (jer je koeficijent hrapavosti utvrđen za Manning-ovu interpretaciju ove formule):

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

Gdje je:

Q – protok
 n – koeficijent hrapavost
 A – površina poprečnog presjeka
 R – hidraulički radijus
 S – uzdužni pad korita

Pri tome je svaki profil podijeljen na dio glavnog korita i inundacija, ako na donjoj skici.



Na mjestima gdje se u inundacijama javljaju znatnije razlike hrapavosti (zbog vegetaciji, izgrađenosti i slično, koeficijent hrapavosti je mijenjan na više lokacija u poprečnim profilima – prema limitu programa maksimalni broj vrijednosti promjena hrapavosti u profilima iznosi 20). Osnovni princip proračuna vodnog profila dat je jednadžbom:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - Fr^2} \rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{S_0 - \bar{S}_f}{1 - \bar{F}r^2}$$

Gdje je:

S_0 – Pad dna korita
 S_f – energetski gradijent
 Fr – Froude-ov broj

Za proračune je korišten nekomercijalni program HEC-RAS/HEC-GeoRAS (verzija 4.1) razvijen od strane United States Army Corps of Engineers (USACE). Ovim programom računaju se linije vodnog ogledala na bazi «jednodimenzionalnog» modela za miran i buran režim tečenja.

Proračun je dat u nastavku.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}.$$

Gdje je:

Q – protok (m³/s)
 A – površina protočnog presjeka korita (m²)
 P – skvašeni obim korita (m)
 R – hidraulički radijus korita (m)
 b – širina korita u dnu (m)
 h_0 – normalna dubina u reguliranom koritu (m)
 S – pad dna reguliranog korita
 n = koeficijent hrapavosti po Manningu

Usvojeni su slijedeći koeficijenti hrapavosti:

- u dnu = 0,035;
- prosječno na inundacijama = 0,06.

Prilog 3 Poređenje rezultata hidrodinamičkog modela i podataka prikupljenih od lokalnog stanovništva tokom terenskog obilaska



Lokacija 1: Gornja Tuzla



Lokacija 2: Simin Han



— Nivo poplavne vode (podaci prikupljeni od lokalnog stanovništva)

● Plavna linija (rezultat hidrodinamičkog modela)



Lokacija 3: Bukinje



Lokacija 4: Lipnica

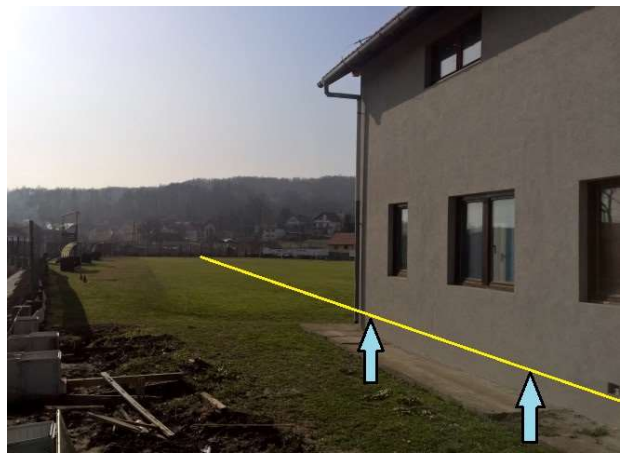


— Nivo poplavne vode (podaci prikupljeni od lokalnog stanovništva)

● Plavna linija (rezultat hidrodinamičkog modela)





Lokacija 5: Lipnica Donja



Lokacija 6: Hodžići

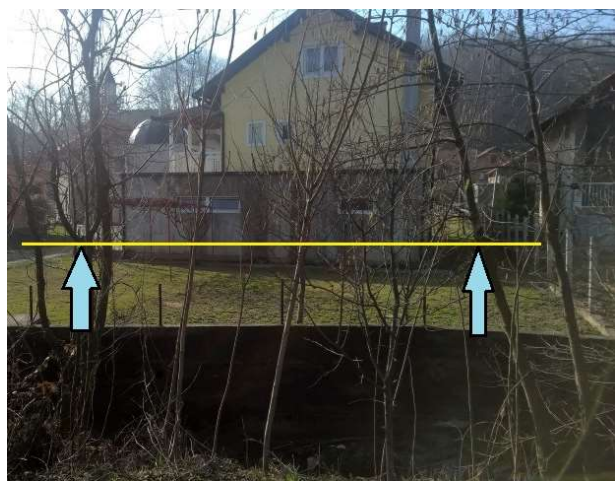


 Nivo poplavne vode (podaci prikupljeni od lokalnog stanovništva)

 Plavna linija (rezultat hidrodinamičkog modela)





Lokacija 7: Mramor



Lokacija 8: Milešići



 Nivo poplavne vode (podaci prikupljeni od lokalnog stanovništva)

 Plavna linija (rezultat hidrodinamičkog modela)

