



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Švicarska agencija za razvoj i saradnju SDC



UNITED
NATIONS
BOSNIA AND
HERZEGOVINA

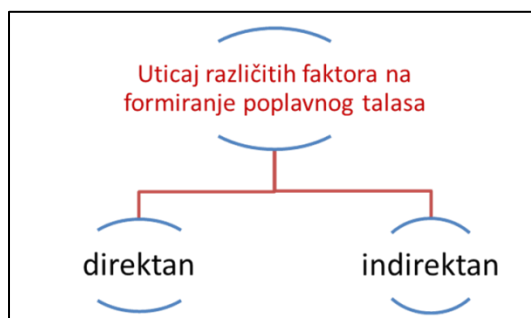
METODOLOGIJA I NAČIN PRORAČUNA RIZIKA OD POPLAVA

Priručnik

METODOLOGIJA I NAČIN PRORAČUNA RIZIKA OD POPLAVA

UVOD

Poplavama nazivamo prisutnost vode u područjima koja su u normalnim uvjetima suha i najčešće su prirodna pojava. Visoke vode na rijekama zavise od niza faktora koji se međusobno uslovljavaju i dopunjuju a njihov uticaj na formiranje poplavnog talasa može biti direktan i indirektan.



Direktni uzroci poplava su:

- padavine (kiša, snijeg),
- pojava koincidencije velikih voda,
- pojava klizišta,
- meandriranje toka itd.

Indirektni uzroci poplava su:

- veličina i oblik sliva,
- gustina riječne mreže,
- zasićenost zemljišta vodom,
- stanje nivoa podzemnih voda,
- promjene klime na našem geografskom području,
- ljudski faktor, odnosno nepridržavanje određenih propisa (neadekvatno upravljanje vodotocima, izgradnja objekata u inundacijama,...).

Poplave nisu ostavile trag samo na našoj zemlji. Poplave koje su se desile u protekle dvije decenije odnijele su stotine ljudskih života i desetine hiljada ostavili bez domova, a nastale štete su mjerene u milijardama eura. Posljednjih decenija, skoro trećina svih ljudskih žrtava prirodnih katastrofa su žrtve poplava. Rizici od poplava se mogu smanjiti izgradnjom zaštitnih objekata, ali poplave se mogu javiti i tamo gdje se najmanje očekuju a mogu se javiti i veće vode od onih na koje su objekti zaštite dimenzionisani. Ovi ekstremni događaji su pokazali da je neophodno napustiti pristup kontrole poplava i preći na pristup upravljanja rizikom od poplava u cilju njegove prevencije i minimiziranja.

DIREKTIVA O PROCJENI I UPRAVLJANJU RIZIKOM OD POPLAVA

Kao dio razvoja i unaprjeđenja sistema integralnog upravljanja vodama, Evropski parlament i Vijeće Evropske unije su 23. septembra 2007. godine donijeli Direktivu o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima 2007/60/EZ (u daljem tekstu: Direktiva). Svrha je uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje rizicima od poplava s ciljem smanjivanja štetnih posljedica po zdravlje ljudi, okoliša, kulturne baštine i gospodarske aktivnosti.

Definirane su mjere i aktivnosti kojima se u potpunosti napušta pristup „kontrolne“ poplava i prelazi na pristup „upravljanja“ poplavnim rizikom. Direktiva također jača sudjelovanje javnosti učvršćujući pravo pristupa informacijama i sudjelovanju u procesu planiranja i odlučivanja.

Obzirom na zahtjeve Okvirne direktive o vodama, čiji je osnovni cilj uspostava „dobrog ekološkog statusa voda“, sve aktivnosti na provođenju Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava bi trebale biti usklađene s Okvirnom direktivom o vodama, posebno kroz planove upravljanja rizikom od poplava i planove upravljanja vodama.

Kako riječni slivovi ne poznaju političke granice, prekogranična saradnja je od velikog značaja u cilju sto efikasnijeg upravljanja rizicima od poplava u zajedničkim slivovima. Upravljanje rizikom od poplava podrazumijeva tri ključna koraka:

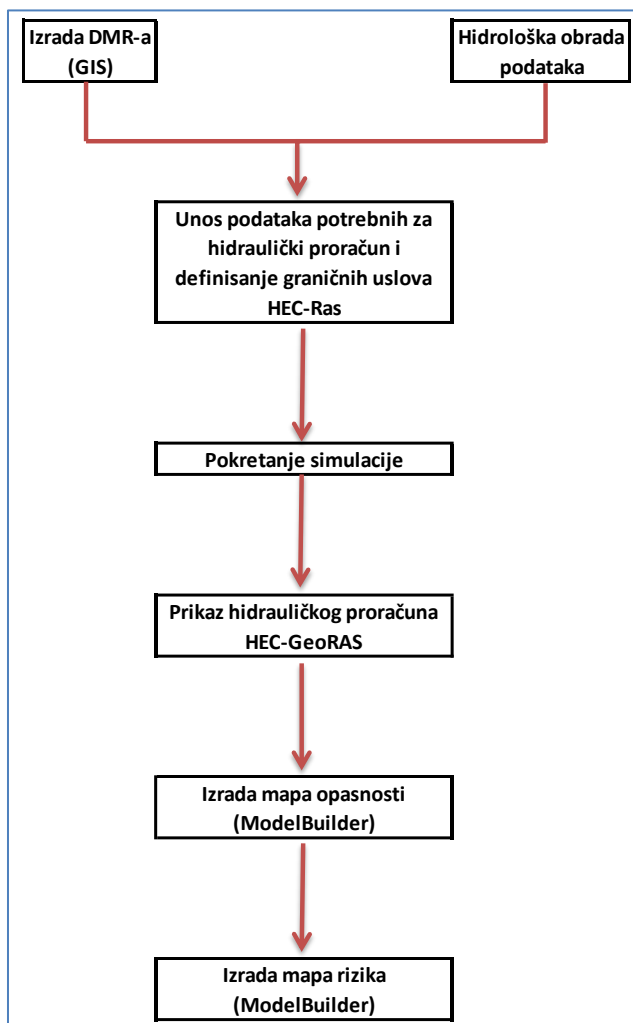
1. izradu preliminarne procjene rizika od poplava unutar riječnih slivova i njima pridruženih obalnih voda, s ciljem identifikacije „žarišnih tačaka“ s potencijalno značajnim poplavnim rizikom,
2. pripremu mapa opasnosti i mapa rizika za ove „žarišne tačke“ i
3. izradu plana upravljanja rizikom od poplava koji uključuje mjere smanjenja rizika i potencijalnih posljedica bazirane na prevenciji, zaštiti i spremnosti.

Svaki korak predstavlja ključni instrument upravljanja rizicima od poplava kako na razini vodnog područja tako i na razini neke druge jedinice upravljanja.

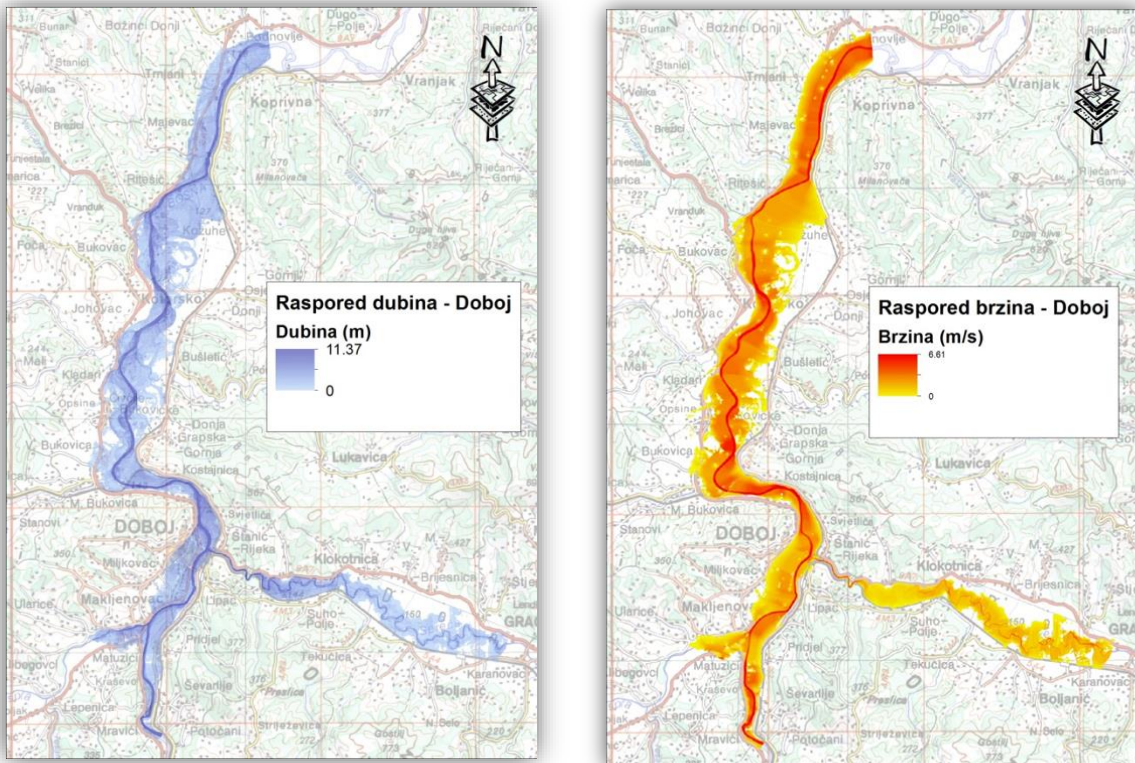
Obzirom da pojava i priroda poplava ovisi o raznim faktorima koji se mogu razlikovati od države do države, Direktiva ne postavlja specifična ograničenja pri izradi prijedloga mjera. Navedeni koraci se provode u ciklusima od 6 godina i usklađuju s ciklusima provedbe Okvirne direktive o vodama.

KORACI PRI IZRADI OPASNOSTI I RIZIKA OD POPLAVA

Na narednoj slici je prikazana je hronologija izrade mapa rizika i mapa opasnosti.



Prvo se radi izrada digitalnog modela reljefa i obrada hidroloških podataka. Zatim se na osnovu ovih podataka formira hidraulički model. Nakon toga radi se simulacija gdje se računaju vodostaji pri kojima dolazi do plavljenja okolnog područja. Zatim se ti vodostaji prenose na DMR odnosno na teren, gdje se dobiva površina odnosno obim poplave kao i prostorni raspored dubina i brzina u rasterskom formatu.



Raster je nalik matrici, gdje svaka ćelija ima određenu vrijednost. Ovom metodologijom je usvojen raster sa veličinom ćelije 10x10 m.

PRORAČUN OPASNOSTI OD POPLAVA

Opasnost se određuje na osnovu rezultata hidrauličkog modeliranja, odnosno na osnovu rastera brzina i rastera dubina.

Opasnost se računa za tri scenarija:

- za poplave male vjerovatnoće (povratni period 500 godina),
- za poplave srednje vjerovatnoće (povratni period 100 godina) i
- za poplave velike vjerovatnoće (povratni period 20 godina).

Ljudi često nisu svjesni moći poplava. Odrasli ljudi mogu stajati pri poplavama dubine i do 1,5 m, ali u slučaju kada su osobe višeg rasta. Međutim pri manjim dubinama vode, ako su brzine značajne, ljudi neće biti u mogućnosti stajati na nogama. Na primjer, većina stanovništva će biti u opasnosti kada je dubina vode 0,5 m ako je njena brzina 1 m/s. Ako se brzina vode poveća na 2 m/s, djeca i stariji ljudi neće biti u mogućnosti da stoje ni pri dubini od 0,3 m. Većina ljudi neće biti u stanju stajati na nogama kada je brzina tečenja vode 2 m/s a njena dubina 0,60 m itd.

Zbog toga je opasnost odrađena prema čovjeku, a određuje se prema sljedećoj formuli:

$$O = h \cdot (v+0,5)$$

O – opasnost, h – dubina poplave (m), v – brzina poplave (m/s), 0,5 – korektivna konstanta (ovim je obuhvaćen slučaj plavljenja stajaćom vodom velike dubine za koji evidentno postoji opasnost).

Opasnosti su podijeljene u 4 klase:

- Klasa 0 – $0 \leq O < 0,75$ (zanemariva opasnost),
- Klasa 1 – $0,75 \leq O < 1,5$ (opasnost po neke),
- Klasa 2 – $1,5 \leq O < 2,5$ (opasnost po većinu),
- Klasa 3 – 2,5 i više (opasnost po sve).



PRORAČUN RIZIKA OD POPLAVA

Rizik je mjera potencijalne štete koja bi mogla nastupiti kada i ukoliko dođe do plavljenja i određuje se „preklapanjem“ prostornih podataka o elementima opasnosti s jedne te lokacijama potencijalno ugroženih kategorija s druge strane. Indikatori rizika se izvode s obzirom na sljedeće kategorije: stanovništvo, gospodarstvo, zaštićena područja, kulturno-historijski spomenici i IPPC postrojenja (postrojenja i instalacije koje bi mogle prouzročiti iznenadno onečišćenje vode u slučaju poplave (hemijska, metalna, energetska industrija, upravljanje otpadom itd.)). U svakoj kategoriji postoji niz potkategorija kojima su dodijeljeni težinski faktori.

Pojedinačne mape rizika dobivaju se množenjem vrijednosti ugroženih kategorija s težinskim faktorom i koeficijentom opasnosti „O“:

$$FR = S n \cdot TF \cdot O$$

FR – faktor rizika, n – broj točkica, km ili km², TF – Težinski faktor, O – opasnost.

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. Na bazi analiza težinskih faktora u dostupnim metodologijama nekih EU zemalja, usvojeni su težinski faktori kako slijedi: Stanovništvo = 0,4; Gospodarstvo = 0,3; Kulturno-historijsko naslijeđe = 0,1; Zaštićena područja = 0,1; IPPC postrojenja – van kategorije (ako su ugrožena, rizik je 100%).

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

Ukoliko jedna ili više kategorija nisu zastupljene na posmatranom poplavnom području, njihovi relativni faktori se dijele ravnomjerno na preostale kategorije. Npr. ukoliko nemamo rizik po KH-naslijeđe i nemamo rizik po zaštićena područja Relativni faktori bi bili sljedeći: Stanovništvo = 0,525; Gospodarstvo = 0,475 i IPPC postrojenja – van kategorije (ako su ugrožena, rizik je 100%).

Klasifikacija pojedinih rizika vrši se sljedećim tabelama:

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

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

KH-Naslijeđe

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

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

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

Klasifikacija zbirnog rizika vrši se prema tabeli u nastavku.

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

TEŽINSKI FAKTORI

Težinski faktori su određeni logičkim pristupom vrjednovanja. Težinski faktori su usvojeni od Agencija za vode. Obzirom na ulazne podatke dodana je i korekciona vrijednost za pojedine podkategorije (kada se računa rizik po ekonomiju) da bi se dobila što realnija procjena potencijalnih šteta. Težinski faktori su uvećani za objekte gdje borave ugrožene kategorije građana iako je stvarna potencijalna šteta puno manja (kada se računa rizik po ekonomiju).

U nastavku je data tabela sa definisanim težinskim faktorima, procijenjenim vrijednostima i jedinicama mjera.



Švicarska agencija za razvoj i saradnju SDC

Indikatori	Kategorija	Podkategorija	Geometrija	Težinski faktor	Vrijednost	Jedinica mjere
Stanovništvo						
Gospodarstvo	Društveni objekti	Autobuska stanica	Poligon	100	Stanovništvo	Broj stanovnika
		Bolnica	Poligon	40	4	Projenjena vrijednost
		Starački dom	Poligon	100	10	Projenjena vrijednost
		(Centar za djecu) Socijalna zaštita u ustanovama sa smještajem	Poligon	95	10	Projenjena vrijednost
		Dom kulture	Poligon	100	10	Projenjena vrijednost
		Dom zdravlja	Poligon	20	4	Projenjena vrijednost
		Sportska dvorana, sportsko - rekreativni centar	Poligon	80	7.5	Projenjena vrijednost
		Škola	Poligon	30	3	Projenjena vrijednost
		Pošta	Poligon	80	7.5	Projenjena vrijednost
		Gradski park, urbano zelenilo	Poligon	60	6	Projenjena vrijednost
		Sportski teren, sportski aerodrom	Poligon	20	0.2	Projenjena vrijednost
		Trgovački centar	Poligon	20	2	Projenjena vrijednost
		Vjerski objekt	Poligon	50	5	Projenjena vrijednost
		Vojni objekt	Poligon	30	5	Projenjena vrijednost
		Vrtić	Poligon	60	6	Projenjena vrijednost
		Željeznička stanica	Poligon	80	8	Projenjena vrijednost
		Zgrade državnih institucija	Poligon	45	4.5	Projenjena vrijednost
		Granični prelaz	Poligon	50	6	Projenjena vrijednost
	Komunalna infrastruktura i proizvodno-poslovne djelatnosti	Benzinska stanica	Poligon	50	5	Projenjena vrijednost
		Elektrana	Poligon	50	4.5	Projenjena vrijednost
		Trafostanica (35kV, 110 kV, 220 kV, 400 kV)	Poligon	80	8	Projenjena vrijednost
		Bazna stanica mobilne telefonije	Poligon	70	6	Projenjena vrijednost
		Fabrika	Poligon	50	4.5	Projenjena vrijednost
		Toplana	Poligon	60	6	Projenjena vrijednost
		Veliki zagađivači	Poligon	60	6	Projenjena vrijednost
		Komunalno preduzeće, deponija	Poligon	100	10	Projenjena vrijednost
		Grobilje	Poligon	50	5	Projenjena vrijednost
		Pumpna stanica - vodosnabdijevanje	Poligon	45	1	Projenjena vrijednost
		Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda	Poligon	80	8	Projenjena vrijednost
		Hotel/Motel većih kapaciteta	Poligon	50	5	Projenjena vrijednost
		Ugostiteljski objekat (restoran, kafeterija)	Poligon	45	4.5	Projenjena vrijednost
		Farma	Poligon	30	3	Projenjena vrijednost
		Poslovno - skladišni centri	Poligon	30	3	Projenjena vrijednost
		Rudnik, eksploatacija šljunka i mineralnih sirovina	Poligon	30	3.5	Projenjena vrijednost
	Deponija, deponija pepela	Poligon	30	3	Projenjena vrijednost	
	Veterinarska stanica	Poligon	80	Area	Površina u km ²	
	Stanovanje	Individualno stanovanje i gustina do 60 st/ha	Poligon	70	Broj objekata	Broj objekata
		Individualno stanovanje i gustina od 60 do 120 st/ha	Poligon	75	Broj objekata	Broj objekata
		Mješovito stanovanje individualno i višeporodično i gustina od 100	Poligon	80	Broj objekata	Broj objekata
		Višeporodično stanovanje i gustina od 150 do 300 st/ha	Poligon	90	Broj objekata	Broj objekata
		Višeporodično stanovanje i gustina preko 300 st/ha	Poligon	95	Broj objekata	Broj objekata
	Saobraćaj	Autoput (60 m)	Poligon	75	Dužina puta	Dužina u km
		Regionalni put (25 m)	Poligon	40	Dužina puta	Dužina u km
		Magistralni put (40 m)	Poligon	50	Dužina puta	Dužina u km
		Primarna saobraćajnica	Poligon	75	Dužina puta	Dužina u km
		Sekundarna saobraćajnica	Poligon	50	Dužina puta	Dužina u km
		Nekategorirani put	Poligon	30	Dužina puta	Dužina u km
Željeznice (40 m)		Poligon	80	Dužina puta	Dužina u km	
Autobaza		Poligon	40	4	Projenjena vrijednost	
Prirodna područja	Zaštitno zelenilo saobraćajnica	Poligon	10	Površina	Površina u km ²	
	Saobraćajne površine	Poligon	20	Površina	Površina u km ²	
	Poljoprivredno zemljište	Poligon	20	Površina	Površina u km ²	
	Šume	Poligon	10	Površina	Površina u km ²	
	Vodene površine	Poligon	10	Površina	Površina u km ²	
Zaštitno zelenilo obala	Poligon	10	Površina	Površina u km ²		
Neizgrađene površine i neuređene zelene površine	Poligon	10	Površina	Površina u km ²		
IPPC postrojenja						
Zaštićena područja	Zone zaštite izvorišta	Poligon	100	Broj postrojenja	Broj postrojenja	
	Zaštićena područja	Poligon	100	Površina	Površina u km ²	
	Vodocpijište	Poligon	50	Površina	Površina u km ²	
Kulturno-historijsko naslijeđe	Muzeji i ostale kulturne djelatnosti	Poligon	100	Broj objekata	Broj objekata	
	Historijski spomenici	Poligon	50	Broj objekata	Broj objekata	
	Zaštićeni objekti	Poligon	95	Broj objekata	Broj objekata	

PRIMJER RAČUNANJA RIZIKA OD POPLAVA

Stanovništvo:

332 (broj ljudi) x 100 (TF) x 1,5 (opasnost) = 49800 (FR) → reklasifikacija $1 \times 0.40 = 0.40$

Gospodarstvo:

41 (broj objekata) x 80 (TF) x 1,5 (opasnost) = 4920 (FR) → reklasifikacija $1 \times 0.35 = 0.35$

KH:

1 (spomenik) x 95 (TF) x 1,5 (opasnost) = 142.5 (FR) → reklasifikacija $0 \times 0.10 = 0$

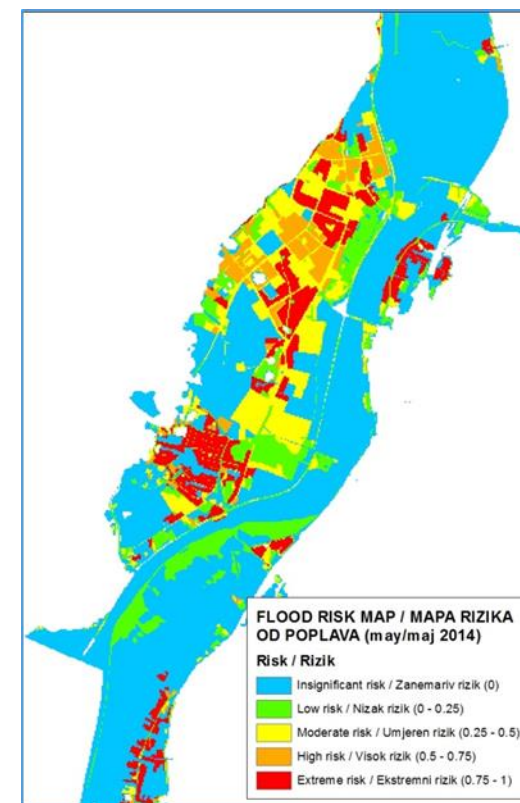
ZP:

10 km² (zaštićeno područje) x 50 (TF) x 2,99 (opasnost) = 1499 (FR) → reklasifikacija $0.33 \times 0.15 = 0.05$

IPPC:

1 (postrojenje) x 100 (TF) x 2,99 (opasnost) = 299(FR) → reklasifikacija $0.50 = 0.50$

RIZICI PO POJEDINIM KATEGORIJAMA



Primjer zbirnog rizika 1 (stvarni primjer)

Zbirni rizik: 1×0.525 (stanovništvo) + 1×0.475 (gospodarstvo) = **1.0** → Klasifikacija → **EKSTREMNI RIZIK**

Zbirni rizik: 1×0.475 (gospodarstvo) + 0.50 (IPPC) = **0.975** → Klasifikacija → **EKSTREMNI RIZIK**

Primjer zbirnog rizika 2 (imaginarni primjer)

Zbirni rizik: 1×0.4 (stanovništvo) + 1×0.35 (gospodarstvo) + 0×0.10 (KH) + 0.33×0.15 (ZP) + 0.50 (IPPC) = $1.30 \approx 1.0$ → Klasifikacija → **EKSTREMNI RIZIK**

Bitno je napomenuti da se rizik računa prostorno, odnosno u zavisnosti šta je ugroženo na posmatranim dijelovima poplavnog područja. U prvom primjeru rizik se računa samo po stanovništvo, gospodarstvo i IPPC postrojenja. U jednom djelu imamo rizik po stanovništvo i gospodarstvo a na drugom području imamo rizik po gospodarstvo i po IPPC postrojenja. U drugom primjeru rizik se računa za sve kategorije, pri čemu se ne može desiti da u jednoj tački imamo zastupljene sve rizike. Svi formati koji se koriste u ovom proračunu se svode na rastere veličine ćelija 10 m, kako bi vršili množenje pojedinih vrijednosti.