

Pregled šteta od poplava u Europi

Kovač, Viktorija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:600544>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Viktorija Kovač

PREGLED ŠTETA OD POPLAVA U EUROPI

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Viktorija Kovač

PREGLED ŠTETA OD POPLAVA U EUROPI

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: izv. prof. dr. sc. Gordon Gilja

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Viktorija Kovač

OVERVIEW OF FLOOD DAMAGE IN EUROPE

FINAL EXAM

Supervisor: izv. prof. dr. sc. Gordon Gilja

Zagreb, 2024.



OBRAZAC 2

TEMA ZAVRŠNOG ISPITA

Ime i prezime studenta: Viktorija Kovač

JMBAG: 0082067593

Završni ispit iz kolegija: Hidrotehničke građevine

Naslov teme završnog ispita (HR): Pregled šteta od poplava u Europi

Naslov teme završnog ispita (ENG): Overview of flood damage in Europe

Opis teme završnog ispita:

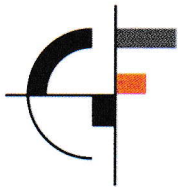
U ovom radu potrebno je prikazati razmjere šteta od poplava koristeći materijale dostupne iz javnih medija. Opisati vanjske čimbenike koji su direktno utjecali na veličinu vodnog vala. Opisati širi društveni utjecaj poplava - koje mjere su poduzete da se u budućnosti smanji opasnost od poplava.

Datum: 9. 4. 2024.

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Gordon Gilja

Potpis mentora:

Komentor:



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica :

Viktorija Kovač

(Ime i prezime)

0082067593

(JMBAG)

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

Pregled šteta od poplava u Europi

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

Overview of flood damage in Europe

(Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum:

16.9.2024.

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Gordon Gilja

Potpis mentora:

Komentor:

ZAHVALE

—.

SAŽETAK

Ovaj rad prikazuje štete od poplava u Europi s naglaskom na Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Njemačku i Sloveniju. Danas i sami svjedočimo učestalosti poplava te posljedicama koje ostavljaju iza sebe. Rad prikazuje poplavu u Zagrebu 1964. godine, Slavoniji i BiH 2014. godine, Njemačkoj 2021. godine i Sloveniju 2023. godine. Ono što ove poplave dijele, tj. imaju zajedničko jest isti uzrok, a to je veliki vodni val zbog velikih količina oborina.

Rad prati kronologiju događaja od podizanja vodostaja, izlivanja rijeka iz korita, do šteta i sanacije, na kraju su prikazani sustavi obrana od poplava kojima se navedene države danas brane.

Ključne riječi: poplave, Europa, klimatske promjene, štete

SUMMARY

This paper examines the impact of floods in Europe, with a focus on Croatia, Bosnia and Herzegovina, Germany and Slovenia. Today, we witness the increasing frequency of floods and their subsequent consequences. The paper highlights notable flood events, including the 1964 flood in Zagreb, the 2014 floods in Slavonia and Bosnia and Herzegovina, and the 2021 flood in Germany. A common factor among these floods is their origin—a significant water surge caused by large amounts of precipitation.

The paper traces the chronology of these events from rising water levels and rivers overflowing their banks to the resulting damage and recovery efforts. It also presents the flood defense systems currently employed by the countries involved.

Key words: floods, Europe, climate change, damage

SADRŽAJ

ZAHVALE.....	i
SAŽETAK.....	ii
SUMMARY.....	iii
1. UVOD.....	1
2. PODLOGE.....	2
3. POPLAVE U EUROPI.....	5
3.1. Zagreb, 1964. godina.....	5
3.1.1. Nastanak velikog vodnog vala	6
3.1.2. Posljedice poplave.....	7
3.1.3. Mjere za otklanjanje posljedica poplave.....	8
3.2. Istočna Hrvatska i BiH.....	9
3.2.1. Nastanak velikog vodnog vala	9
3.2.2. Posljedice poplave.....	11
3.2.3. Zaštita od poplava.....	12
3.3. Njemačka, 2021. godina.....	13
3.3.1. Nastanak velikog vodnog vala	13
3.3.2. Život nakon poplave.....	15
4. DANAŠNJA OBRANA OD POPLAVA	18
4.1. Direktiva Europske Unije i Republika Hrvatska.....	18
4.1.1. Karte rizika od poplava i karte opasnosti od poplava	19
4.2. Bosna i Hercegovina	24
4.3. Njemačka.....	27
4.4. Slovenija.....	30
5. ZAKLJUČAK	32
POPIS LITERATURE.....	33

POPIS SLIKA.....37

POPIS TABLICA.....38

1. UVOD

Nastanak poplave predstavlja prirodni fenomen koji se ne može izbjeći, ali se različitim preventivnim mjerama, rizici od poplavlivanja okolnog područja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. Poplava nastaje prilikom pojave velikog vodnog vala kojeg korito vodotoka nije u stanju provesti vodotokom, te dolazi do izlivanja vode iz korita. Poplave se svrstavaju u opasnije elementarne nepogode, te na mnogim mjestima uzrokuju ljudske žrtve, materijalne, ekološke i ekonomske štete [1].

Pod pojmom ekološke štete podrazumijevamo dugotrajnu promjenu u ekosustavu kao posljedica vanjskih utjecaja, npr. ispiranje tla, mikrobiološko zagađenje, preplavlivanje šuma, uništenje prirodnih staništa itd. U materijalne štete ubrajaju se oštećenja na industrijskim objektima, stambenim objektima, štete na kulturnoj baštini i uništena infrastruktura. Ekonomske štete obuhvaćaju troškove sanacije, gubitak usjeva i stoke.

U posljednja tri desetljeća Europom haraju najveće poplave rijeka, uzimajući podatke unazad 500 godina. Kao uzroci za veću učestalost poplava navode se veće količine padalina, isparavanje vode s različitih površina (mora, rijeka, jezera, tla i biljaka) i otapanje snijega. Poplave su na području Europe snažnije nego prije, vremenski razmak između njihove pojave je promijenjen, a odnos temperature zraka i pojave poplave preokrenu [2].

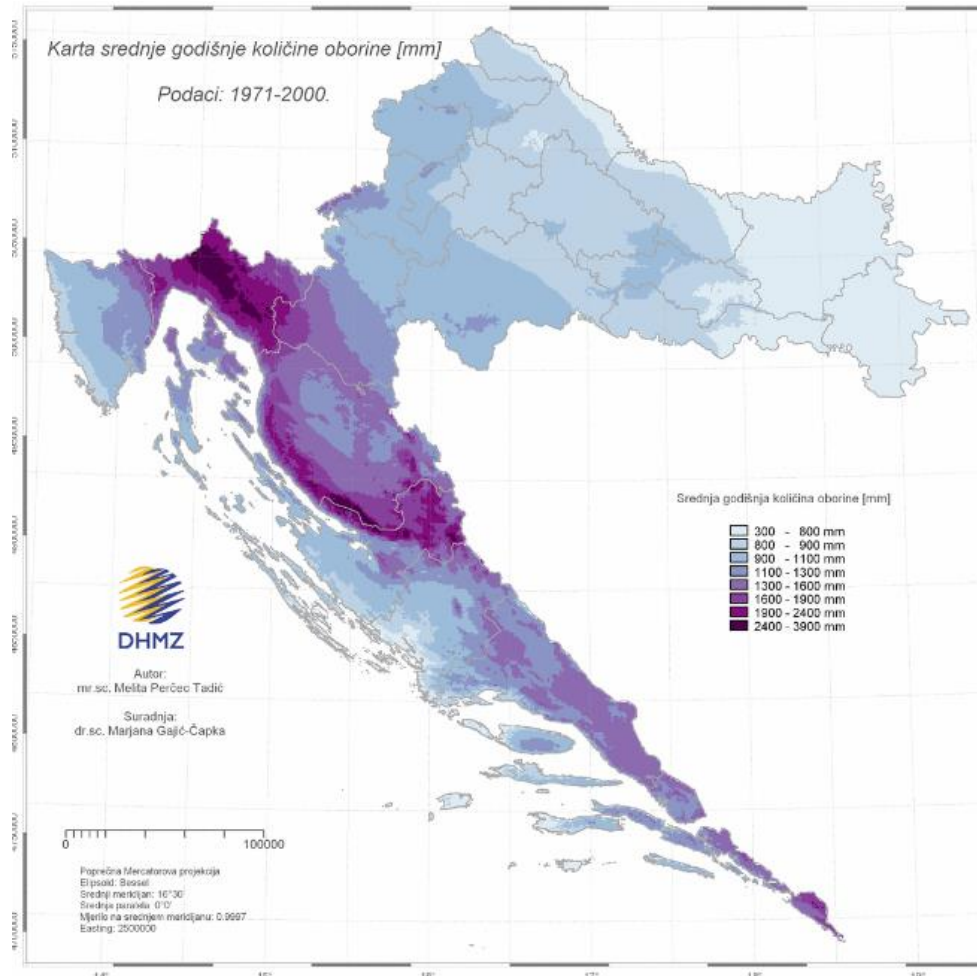
Ovim radom prikazuju se neke od poplava nastale velikim vodnim valom, tj. izlivanjem rijeka iz njihovih korita na području Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Njemačke i Slovenije. Rad prikazuje štete koje su nastale kao posljedice poplava te način zaštite navedenih država od poplavlivanja u budućnosti.

2. PODLOGE

Način evidentiranja šteta od prirodnih nepogoda utvrđen/ propisan je Pravilnikom o Registru šteta. Prema navedenom Pravilniku u prirodne nepogode spadaju: olujni i orkanski vjetar, potres, požar, poplava, suša, tuča, mraz, velika visina snijega, lavina... Procjene šteta obavljaju se na zemljištima, na šumama, u poljoprivredi, na biljnoj proizvodnji, na višegodišnjim nasadima, na obrtnim sredstvima u poljoprivredi, u stočarstvu, u ribarstvu i akvakulturi i na divljači. Razvrstavanje dobara po kulturama objavljen je na službenoj Internet stranici Ministarstva financija. Pravilnik je donesen na temelju Zakona o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda [3].

Za pregled prostornih podataka (katastarski podatci, ortofoto snimke, topografske karte i adrese) u mjerilu od 1:5 000 (Hrvatska osnovna karta), kao podrška za prostorno planiranje, obnovu i pouzdanost podataka, na području Republike Hrvatske, koristimo Geoportal Državne geodetske uprave. Njemački Geoportal (njem. *Geoportal Germany*) pruža korisnicima mogućnosti pregledavanja, pretraživanja i analiziranja različitih vrsta kartografskih informacija. To uključuje podatke o zemljištu, okolišu, infrastrukturnim objektima i druge informacije korisne za istraživanje, analize i planiranje. Pruža pregled karata, pretraživanje specifičnih geodetskih informacija i interakciju s različitim slojevima podataka. Geoportal Federacije BiH pruža pregled i usluge pretraživanja različitih prostornih i kartografskih informacija koje su značajne za urbanizam, zaštitu okoliša, infrastrukturu... Prostor-Si dio je Geodetske uprave Republike Slovenije, GURS i pruža pregled karata, pretraživanje podataka i pristup različitim slojevima podataka.

Zbirka podataka o padalinama, radarski i satelitski snimci, hidrološki, klimatski i meteorološki podatci nalaze se na Internet stranicama Državnom hidrometeorološkom zavodu, DHMZ. U podatke o padalinama svrstane su količine padalina (godišnji, mjesečni i dnevni podatci o snijegu i kiši) i distribucija padalina, tj. geografska raspodjela padalina širom Hrvatske.

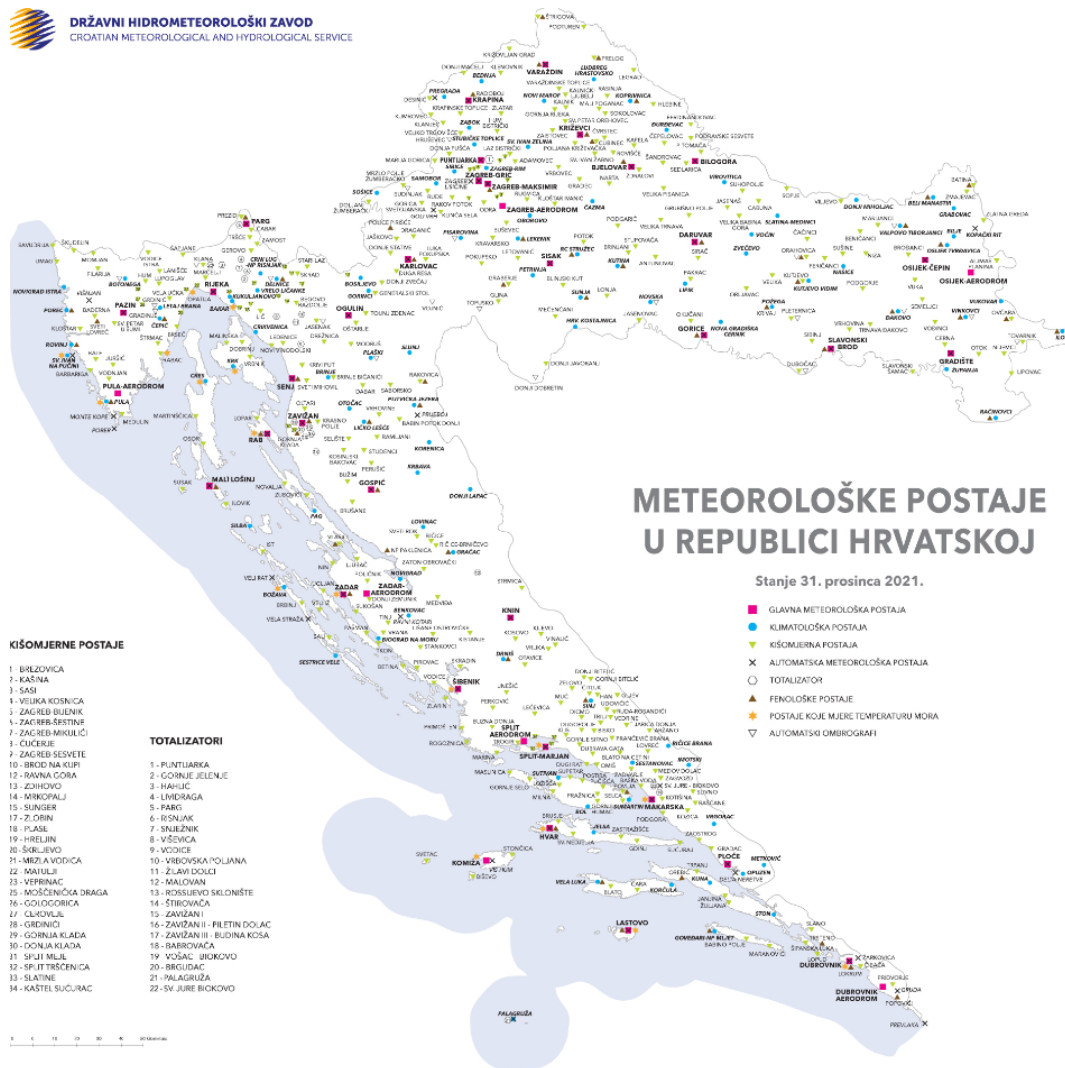


Slika 1: Srednja godišnja količina oborina [4]

Hidrološki podatci nastaju direktnim mjerenjem i opažanjem na hidrološkim postajama tu spadaju vodostaji rijeka, kvaliteta vode i protoci. Meteorološki podatci uključuju mjerenja i opažanja atmosferskih uvjeta:

- Vlažnost
- Vjetar
- Atmosferski tlak
- Padaline
- Oblačnost
- Temperatura zraka
- Sunčevo zračenje

Navedeni podatci prikupljaju se na meteorološkim postajama, radarima i satelitima te služe za proučavanje vremenskih pojava i izradu vremenske prognoze.



Slika 2. Raspodjela meteorološkim postaja U RH [4]

U istu svrhu Njemačka ima Njemačku nacionalnu meteorološku službu (njem. *Deutscher Wetterdienst*). Bosna i Hercegovina za navedene podatke ima Federalni hidrometeorološki zavod, FHMZ, a Slovenija Agenciju Republike Slovenije za okoliš (slov. *Agencija Republike Slovenije za okolje, ARSO*).

3. POPLAVE U EUROPI

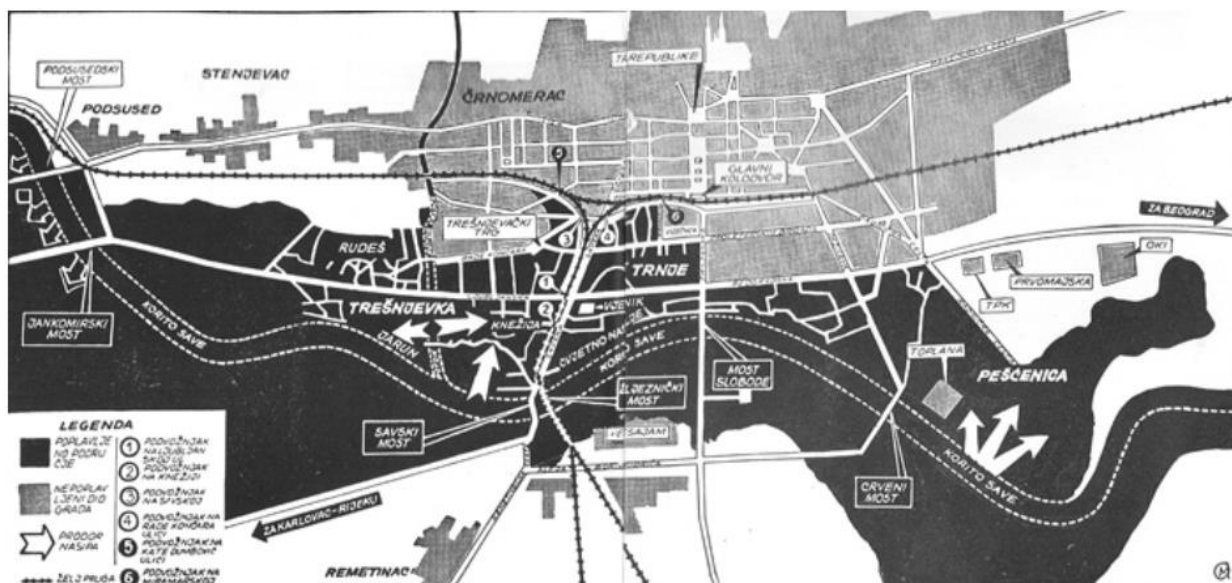
Poplava se definira kao: „Preljevanje potoka ili nekog drugog vodotoka izvan njegovih normalnih granica ili nakupljanje vode na područjima koja inače nisu pod vodom“ [5]. Do riječnih poplava dolazi kada riječni sustav nema dostatan odvodni kapacitet za vodu koja je nastala padalinama.

Znanstvenici su zaključili da je u vremenskom periodu od 1870. godine do 2016. godine 0,03 % europskog stanovništva bilo zahvaćeno poplavama, dok je prosječni trošak štete svih država od poplava na godišnjoj razini iznosio od 0,8 % do 0,9 % bruto domaćeg proizvoda [2]

Na temelju istraživanja provedenog u 37 europskih zemalja, u kojem se promatra vremenski period od 1980. godine do 2010. godine, zabilježeno je ukupno 3 563 poplave. Prema dobivenim rezultatima nastaju predviđanja da će se do 2050. godine štete od poplave povećati do pet puta. To znatno povećanje, pripisuje se urbanom razvoju i klimatskim promjenama. Urbanim razvojem povećava se nepropusnost tla (razvoj infrastrukture smanjuje prirodnu sposobnost tla da upija vodu, izgradnja cesta, parkirališta i zgrada povećavaju količinu otjecanja kišnice koja se ne može apsorbirati u tlo), preopterećuje kanalizacijski sustav (urbanizirani prostori većinski imaju neadekvatne kanalizacijske sustave koji se nisu u stanju nositi sa velikim količinama oborinskih i otpadnih voda) i dolazi do promjene riječnih tokova (npr. gradnjom na obali rijeka smanjuje se prostor za prirodno širenje rijeka tijekom poplava). Klimatskim promjenama povećava se učestalost i intenzitet oborina, povećava se razina mora i smanjuju se prirodne barijere kao što su riječne delte, močvarna područja. Procjenjuje se da će se rizik od riječnih poplava na području Europe povećati do deset puta na 9,3 milijuna eura do kraja stoljeća [6].

3.1. Zagreb, 1964. godina

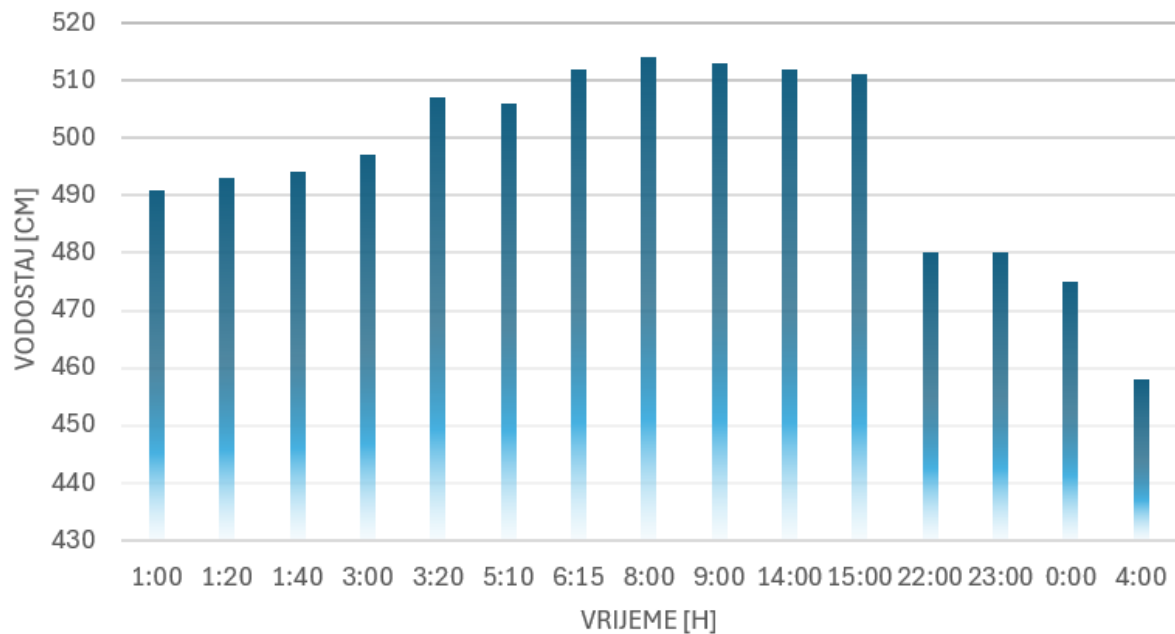
Najstarija zabilježena poplava na području Hrvatske, jest poplava na području grada Zagreba 1964. godine. Gotovo trećina tadašnje površine koja je iznosila 497,95 km² bila je poplavljena. Pogođena su područja Novog Zagreba, Trnja, Trešnjevke i Donjeg grada. Izmjerena količina oborina u listopadu sa 23 kišna dana iznosila je 160 mm, dok je prosječna količina oborina za navedeni mjesec 90,6 mm [7].



Slika 3: Prikaz poplavljenog područja [8]

3.1.1. Nastanak velikog vodnog vala

Zbog dugotrajnih kiša u području gornjeg toka Save i njenih pritoka, dana 25. listopada 1964. godine vodostaj rijeke Save naglo je krenuo rasti. Vatrogasna brigada u Zagrebu je u noći sa 24. na 25. listopada dobila dojavu o poplavi u selu Kumrovcu, mjestu udaljenom 60 kilometara SI od Zagreba, oko 10 kuća biva poplavljeno. U noći sa 25. na 26. listopada rijeka se izlila iz korita, te je došlo do pucanja nasipa na području Podsuseda i kod Jankomirskog mosta. Prve dojave o poplavama u Zagrebu bile su u nedjelju ujutro kada je nabujala voda potopila dio autoceste Zagreb- Karlovac. Nastavkom rasta vodostaja počeli su pucati nasipi kod Veslačke ulice i Črnomerca. Očevidci kažu kako je voda krenula nadirati i iz podzemlja. Razina vode se u Folnegovićevoj i Držićevoj ulici u tri sata podigla na 2 m. Voda je obuhvatila građevine, a podrumi su bili potpuno potopljeni. Protok vode u kritično vrijeme iznosio je $4\,440\text{ m}^3/\text{s}$ [9].



Slika 4. Kronologija vodostaja rijeke Save [10]

3.1.2. Posljedice poplave

U jutro 26. listopada 1964. godine vodostaj Save iznosio je 514 cm, što je za pola metra više od do tada najvišeg zabilježenog vodostaja, do prosječni vodostaj varira od 200 do 300 cm. Kako bi spriječili prodor vode u centar grada, vojska ručno kopa prokope kako bi skrenuli put vodi u manje naseljena područja grada. Prokopi su rađeni na području naselja Trnje koje je bilo značajno pogođeno poplavom te kako bi se spriječila daljnja šteta i pored naselja Trešnjevka u svrhu kontroliranja i preusmjerenja viška vode dalje od naseljenog područja [9, 10].

Zbog zakašnjele uzbune građani nisu na vrijeme reagirali na poplavu, te su svoje domove pokušali zaštititi barijerama, no bezuspješno, šteta je već bila učinjena. Ljudi su se gradom kretali čamcima, splavima i biciklima. Prvi u pomoć zarobljenim građanima pristigli su vatrogasci, nakon njih na teren su brzo izašle organizirane i zračne snage. U području zahvaćenom poplavom stanovalo je 183 000 ljudi. Oko 40 000 osoba je evakuirano u prvom danu poplave, a smještaj se trebao osigurati za njih 10 000 [11].



Slika 5. Evakuacija [11]

Poplava je ostavila brojne posljedice: 3 297 gospodarskih zgrada je uništeno, 61 trafostanica, 120 poduzeća je oštećeno, 10 000 stanova bilo je potpuno uništeno tj. neuseljivo i razrušeno je oko 350 kilometara cesta. Najviše su stradala građevinska poduzeća, gdje je uništeno 65 % građevinskog materijala i opreme. Poplava je ostavila svoje tragove i na mnogim materijalnim i kulturnim dobrima. Gospodarstvo je pretrpjelo materijalnu štetu od tadašnjih 30 milijardi dinara. Ukupna materijalna šteta na svim školama, fakultetima, kulturnim i znanstvenim institucijama doseže blizu 2,5 milijarde dinara. Ukupna šteta koja je nanescena gradu Zagrebu iznosila je 9,8 % tadašnjeg državnog BDP-a. Ova katastrofa odnijela je 17 života, 65 stanovnika je ranjeno, te je 50 000 ljudi ostalo bez doma. Prema Statističkom godišnjaku Zagreba u vrijeme poplave grad je imao 164 334 domaćinstava i 460 000 stanovnika [11].

3.1.3. Mjere za otklanjanje posljedica poplave

Prvi odgovor građana na poplavu bilo je punjenje 240 000 vreća pijeskom i zemljom kako bi uspjeli kontrolirati i ublažiti posljedice poplave. Napunjene vreće služile su za izgradnju nasipa i zaštitu od daljnjeg širenja poplave. Vreće su postavljene uz tok rijeke Save, u Trnju, oko industrijskih postrojenja, uz važnije prometne ceste kako bi se omogućio pristup hitnoj službi i oko stambenih objekata. U prvoj akciji obrane organizirano je 300 kamiona i autobusa za prijevoz stanovništva i materijala. Mjere za otklanjanje posljedica poplave razmatrane su na sjednici Gradske skupštine. Donesene mjere su:

- normalizirati život na poplavljenom području,
- oživjeti uništena gospodarstva,
- za ljude iz prihvatnih centara izgraditi barake u kojima će sačekati stanove čija izgradnja treba započeti odmah [11].

Izvršno vijeće Sabora uplatilo je pomoć od 2,5 milijarde dinara, 1 milijarda bila je namijenjena za sanaciju šteta na drugim poplavljenim područjima u Hrvatskoj, kao što su pulsko, varaždinsko i sisačko područje, a ostatak je bio namijenjen za Zagreb [7]. Bilo je potrebno donesti dugoročni program regulacije i sanacije vodnih tokova rijeka: Save, Mure, Drave, Neretve te rijeka savskog i istarskog sliva. Navedena poplava pokazuje nužnost regulacije rijeke Save, te se ona stavlja kao prioritet i nastoji se s njenom regulacijom krenuti što prije [11].

3.2. Istočna Hrvatska i BiH

Slavoniju je u svibnju 2014. godine pogodila najveća do tada elementarnih nepogoda zabilježenih na području istočne Hrvatske. Ove poplave dio su poplava koje su zahvatile cijeli dio jugoistočne Europe. Velike količine padalina zadavale su probleme, Brodsko–posavskoj županiji, Požeško–slavonskoj županiji i Vukovarsko–srijemskoj županiji na području Republike Hrvatske. Slični sudbina zadesila je i područje Bosne i Hercegovine [12].

3.2.1. Nastanak velikog vodnog vala

Svibanj 2014. godine obilježen je brojnim kišovitim danima. Velike količine padaline uzrokovale su znatan porast vodostaja na više rijeka, cijelu situaciju pogoršavalo je topljenje snijega na području Alpa. Na pritocima rijeke Save, kao što su rijeka Vrbas, Bosna i Una zabilježeni su rekordni protoci. Iznosi protoka prikazani su u tablici 1. Kronološki protoci i vodostaji rijeke Save prikazani su u tablici 2.

Tablica 1: Maksimalni protoci na rijekama [13]

Rijeka	Maksimalni zabilježeni protoci (m ³ / s)	Prosječni dotadašnji protoci (m ³ / s)
Vrbas	2 000	150-200
Bosna	4 000	80
Una	1 750	50- 80
Sava	5 000	1 000- 1 100

Tablica 2. Kronologija vodostaja i protoka rijeke Save [13]

Datum	Hidrološka postaja	Vodostaj(cm)	Protok (m ³ /s)
16. 05. 2014.	Gunja	1 038	3 806,52
17. 05. 2014.	Gunja	1 173	4621,01
17. 05. 2014.	Slavonski Šamac	888	6007,69
21. 05. 2014.	Slavonski Kobaš	875	2922,39
23. 05. 2014.	Slavonski Brod	808	2917,70

Maksimalni vodostaj rijeke Bosne zabilježen je na hidrološkoj stanici Maglaj Poljice i iznosio je 980 cm, što je za 240 cm više od do tada najvišeg zabilježenog vodostaja [13]. Zbog velikih oborina, 15. svibnja, došlo je do izlivanja potoka i slivnih kanala na Papuku. Gradovi Požega, Lipik, Kutjevo i Pleternica bili su ugroženi. Zbog izlivanja lokalnih potoka centar Požege i Pleternice bio je potopljen, u Lipiku nekoliko stambenih područja pogodila je poplava te su oštećene kuće, infrastruktura i lokalne ceste, poplave je nanijela štete na usjevima i poljoprivrednim površinama na području Kutjeva. Idućeg dana, 16. svibnja, postaju ugrožene općine Davor, Stara Gradiška, Klakar i Grad Slavonski Brod. Prvo izlivanje rijeke Save, tj. trenutak kada rijeka Sava izlazi iz svojih granica i prelijeva se u okolno područje zbog visokog vodostaja, zabilježeno je na području Bosne i Hercegovine. 17 svibnja rijeka Sava je dosegla svoj tisućljetni vodostaj od 1194 cm koji je izmjeren u Orašju [13].



Slika 6: Pucanje nasipa kod Rajeva Sela [14]

Do hidrauličkog pucanja i slijeganja nasipa došlo je pri razni vode višoj za 1m od projektiranih vrijednosti. Veliki pritisak vode stvorio je erozivne kanale u tlu i podlozi nasipa

te uslijed toga dolazi od slijeganja istog [14]. Voda se ubrzo proširila i na područje Gunje te je na nekim dijelovima zabilježena visina vode od 3 do 4 m.



Slika 7. Prikaz Gunje, Rajeva Sela i Drenovca, lijevo 2014., desno 2018, mjerilo 1: 50 000 [15]

Na području Bosne i Hercegovine zbog prevelikog pritiska vode dolazi do probijanja nasipa te nastaje bujica koja odnosi sve pred sobom. Uz rijeku Savu nasip puca na području Brčkog i Šamca te dolazi do pucanja nasipa uz rijeku Bosnu kod Maglaja i Zenice.

Tablica 3: Područja pogođena poplavom u Bosni i Hercegovini [14]

SI Bosna	Sjeverna Bosna	Srednja Bosna	Zapadna Bosna	Južna Bosna
<ul style="list-style-type: none"> • Doboј • Šamac • Brčko 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijeljina • Tuzla • Maglaj 	<ul style="list-style-type: none"> • Zenica • Zavidovići 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanski Most • Prijedor 	<ul style="list-style-type: none"> • Orašje

3.2.2. Posljedice poplave

Poplava je odnijela više od 60 života dok je oko 170 631 ljudi bilo evakuirano iz svojih domova. Procijenjeno je da je oko 80 milijuna kubičnih metara vode preplavilo područje Slavonije, prekrivajući tada površinu od 53,5 km² Hrvatske. Zbog velike siline protoka sanacija nasipa na području Hrvatske nije bila moguća nekoliko dana, 4 367 kuća bilo je poplavljeno od kojih će 30% morati biti srušeno. Oko 50% usjeva je uništeno, a 21 000 stoke evakuirano [16].

Ova poplava smatra se najtežom zabilježenom poplavom u posljednjih 120 godina na području BiH. Ukupno je 81 administrativna jedinica pogođena poplavom i pretrpjela štetu. Poplave i nastanak klizišta dodatno je pogoršalo socioekonomsko stanje u zemlji. Ekonomski gubitci očitovani su u uništavanju poljoprivrednih usjeva, oštećenju industrijskih objekata i infrastrukture. U negativne socijalne utjecaje ubrajamo evakuaciju velikog broja

ljudi koji su prisiljeni napustiti svoje domove i povećanje rizika od zaraznih bolesti zbog kontaminacije vode i oštećenja sanitarnih sustava. Poplava je zahvatila četvrtinu površine zemlje i približno milijun ljudi tj. otprilike 27 % stanovništva. Više od 90 000 stanovnika na području Bosne i Hercegovine je evakuirano iz svojih domova te je zabilježeno 25 ljudskih žrtava. Poplave su zajedno sa klizištima uništile 43 000 kuća. Ukupne štete na infrastrukturi, uništenoj/ oštećenoj imovini i proizvodnji procijenjena je na 3,98 milijarde konvertibilnih maraka (KM). Većina iznosa odnosi se na domaćinstva, poduzeća i poljoprivredne proizvođače. Katastrofa je prouzrokovala gubitke i štete jednake 15 % BDP-a (1,6 milijardi USD), od čega je 9,3 % BDP-a (2,49 milijarde KM) u štetama, a 5,6 % BDP-a (1,49 milijarde KM) u ekonomskim gubicima.

3.2.3. Zaštita od poplava

Veliki broj volontera i 4 000 službenih osoba sudjelovalo je u akcijama zaštite i spašavanja na prostoru Hrvatske. Kritični dijelovi nasipa na području Slavonije sanirani su sa radovima vrijednim više od 100 milijuna kuna. Kroz Operativni program konkurentnost i kohezija 2014- 2020 Hrvatske vode su ostvarile pet projekata zaštite od voda sufinancirane sredstvima Europskog fonda za regionalni razvoj u iznosu od 85 %. Projekt Modernizacije lijevo obalnih savskih nasipa uključivala je dionicu duljine 236,7 km od Račinovaca do Nove Gradiške. Definirane su mjere povećanja sigurnosti nasipa izgradnjom 80,2 km balansnih bermi, 74,8 km pomoćnih puteva i 17,5 km vodonepropusne zavjese koja sprječava prolazak vode kroz strukturu. Balansne berme bitni su elementi kada govorimo o stabilnosti i kontroliranju erozije brana i nasipa. Projekt prolazi kroz Brodsko- posavsku i Vukovarsko-srijemsku županiju te mu je ukupna vrijednost 49 milijuna eura od je 41,7 milijuna eura čine bespovratna sredstva Europske unije.

Za BiH je 16.7.2014. godine u Briselu održana Donatorska konferencija Obnovimo zajedno (eng. *Rebuilding Together*), gdje je prikupljeno 809,2 miliona eura za potrebe sanacije i oporavka nakon katastrofe koja ju je zadesila [17]. Delegacija Europske unije, tj. službeno predstavništvo EU, je održalo dva važna skupa, 28. 5. i 11. 6. iste godine , na kojima su sudjelovali predstavnici nadležnih institucija odgovornih za zaštitu od poplava u BiH. Zaključeno je da postojeće sisteme upravljanja vodama i zaštitu od poplava na području BiH treba bolje koordinirati sa zaštitnim sustavima susjednih država te osigurati veći stupanj sigurnosti. Kao uvjet za odobravanje i povlačenje sredstava EU, namijenjene sanaciji posljedica poplave, Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH, MESTEO BiH, mora formirati Radnu grupu koja će izraditi Akcijski plan. Donosi se šest ključnih mjera koje se provode od 2014. do 2017. godine. Donesene mjere su:

1. Sanirati štete nastalih poplavom na postojećim zaštitnim vodnim objektima, kanalima i koritima
2. Uskladiti sistem zaštite od poplava u BiH sa EU Direktivom o procjeni i upravljanju rizicima od poplava (2007/60/OEC)
3. Donošenje novih tehničkih rješenja zaštite od poplava, bujica i erozije
4. Upravljanje hidrološkog prognoznog sustava u BiH
5. Osigurati bolju koordinaciju i suradnju institucija za upravljanje vodama sa drugim institucijama u BiH
6. Upravljanje vodama

Za provedbu ovih mjera bilo je potrebno osigurati 597,7 milijuna KM, 45 % iznosa osigurano je kroz kredite. Najznačajniji projekti kojima će se osigurati financijska sredstva od oko 100 miliona KM, čime se ukupni osigurani iznos penje na 61,9 %, prikazani su u tablici 4.

Tablica 4: Prikaz najznačajnijih projekata sa iznosima [18]

Zaštita od voda u slivu rijeke Drine	24 miliona US= 42, 48 miliona KM
Zaštita od poplava i upravljanje vodama	15 miliona Eura= 29,4 miliona KM
Obnova i izgradnja potrebne infrastrukture	10 miliona Eura= 19,6 miliona KM
Izrada karata opasnosti i rizika od poplava	3,38 miliona Eura= 6,62 miliona KM
Upravljanje vodama u slivu Drine	4 miliona KM
Smanjenje rizika od poplava u slivu Vrbas	5 miliona US= 8,85 miliona KM
	Σ 110,95 miliona KM

Nakon navedene poplave izgrađeni su novi nasipi uz rijeku Lomnicu i Tinju duljine 653m te nova ustava „Đurići“ koja se sastoji od 4 otvora, površine 16,8 m²

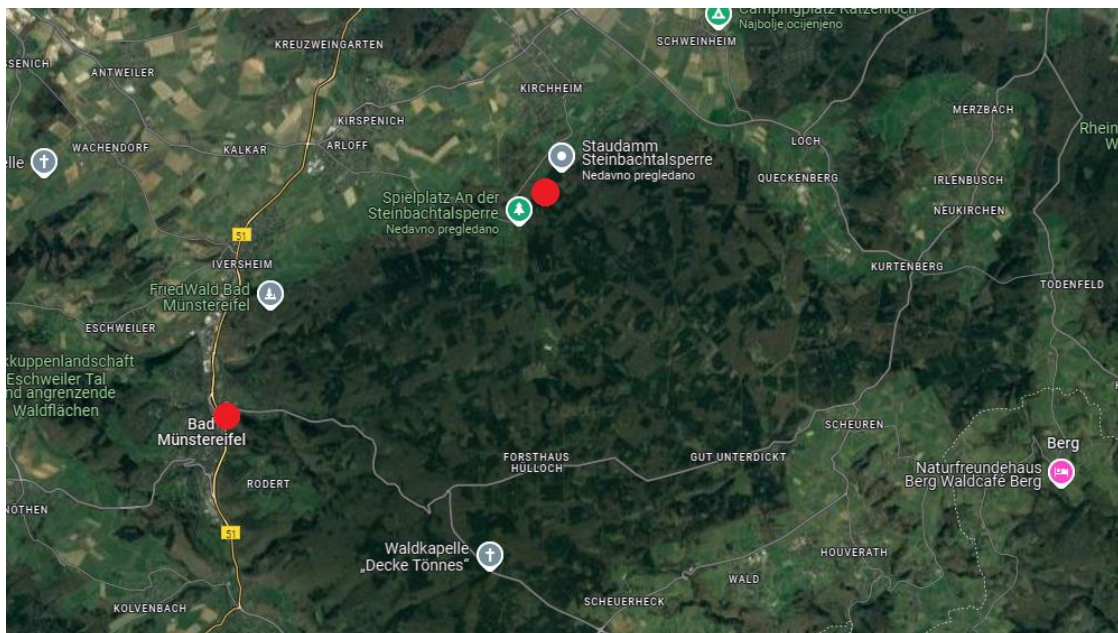
3.3. Njemačka, 2021. godina

3.3.1. Nastanak velikog vodnog vala

Njemačka se u srpnju 2021. godine suočila sa najgorom prirodnom katastrofom u posljednjih 60 godina. Prema Njemačkoj hidrometeorološkoj službi mjesec srpanj imao je 40 % više oborina nego što je to uobičajeno. Sve je počelo 13. srpnja kada su obilne kiše zahvatile područje zapadne Njemačke, poprimajući povijesne razmjere od 110 l/m²

(prosječna vrijednost u razdoblju od 1991. godine do 2020. godine je 78 l/m^2). Najveća dnevna količina padalina zabilježena je na području grada Gardeweg koja je iznosila $162,4 \text{ l/m}^2$. Vodostaj je porastao sa 80 cm na 9 m. Rijeke Volme i Lenne izlile su se iz svojih korita te poplavile ulice, i potopile mostove, no još nije bilo naznaka za prestanak oborina. U srijedu, 14. srpnja, bile su vidljivi razmjeri razaranja, no vodostaj je i dalje rastao, a kiša je i dalje pogoršavala situaciju [19].

Osam kilometara istočnije od grada Bad Münstereifel, koji je bio potpuno potopljen, nalazi se brana Steinbachtal. Dana 14. srpnja pojavljuje se opasnost od prelijevanja vode preko brane i poplavlivanja još jednog naselja. Upozorenje od prelijevanja izdano je u 18:42 h, sat vremena kasnije voda se počela prelijevati preko brane. U jednoj sekundi preko brane se prelilo 120 000 litara vode. Istog dana u 20h poplavljeno je još jedno naselje, Altenburg. U 20: 45 h u mjestu Altenahr izmjeren je vodostaj od 5,75 m [20].



Slika 8: Položaj grada Bad Münstereifel (lijeva crvena oznaka) u odnosu na branu Steinbach (desna crvena oznaka) [21]

Poplava je prekrila do $3\,000 \text{ km}^2$ od ukupnog teritorija Njemačke koji iznosi $357\,022 \text{ km}^2$, što predstavlja $0,84 \%$ površine zemlje. Poplava je sa sobom odnijela 184 života, a prema procjenama njemačke vlade sveukupna šteta iznosila je više od 30 milijardi eura što zauzima $0,00078 \%$ BDP-a. $0,05 \%$ stanovništva pogođeno je poplavom što čini 42 000 stanovnika, minimalno 17 000 stanovnika izgubilo je svoje domove, uništena je cjelokupna infrastruktura te su neki od mostova razrušeni ili van funkcije (npr. most preko rijeke Ahr).



Slika 9: Most preko rijeke Ahr [20]

3.3.2. Život nakon poplave

Dva mjeseca nakon poplave izgrađeno je 250 montažnih kuća na području grada Bad Neuenahr-Ahrweilera. Diljem regije osnovano je 26 informacijskih centara za građane i pomoć. U dolini rijeke Ahr instaliran je novi sustav za uzbunu koji šalje trenutačne poruke na sve mobilne telefone u ugroženim područjima, kao ulazne podatke sustav koristi meteorološke podatke, podatke o vodostajima i podatke o protoku. Sustavom upravljaju: Savezni ured za civilnu zaštitu i pomoć u katastrofama i Savezna agencija za tehničku pomoć [21]. Ekstremni događaji poput ovog ukazuju kako upravljanje prostorom i prostorni plan nisu na dostatnoj razini da spriječe nastanak katastrofe., stoga je Cornelia Weigand, biologinja i političarka, izjavila: „Moramo obnoviti riječnu obalu i riječno korito, ali tu obnovu mora pratiti i dobro planiranje“[20]. U dolini rijeke Arh predviđena je izgradnja poldera što uključuje retencijske bazena, na 16 potoka, za upravljanje poplavnim vodama. Namjena poldera jest smanjenje rizika od poplava i zadržavanje viška vode tijekom jakih oborina. Općina Grafschaft, također u dolini rijeke Ahr, želi značajno poboljšati zaštitu od poplava. Osim novih sirena i sustava upozorenja na poplave u potocima, planirano je i proširenje poplavnog područja te novi retencijski bazen za zadržavanje vode [23].

3.4. Slovenija 2023. godine

Zbog ekstremnih padalina koje su počele padati 3. kolovoza, 4. kolovoza Slovenija se kreće suočavati sa najveći poplavama u njezinom povijesti, dvije trećine zemlje biva poplavljeno.

Agencija Republike Slovenije za okoliš 4. kolovoza izdaje crveni alarm za stanje visokih voda.



Slika 10: Prognoza stanja visokih voda [24]

Najviše oborina palo je u podnožju Julijskih Alpa, na tom prostoru je tijekom noći palo od 100 do 200 litara liše po metru kvadratnom što je jednako mjesečnoj količini padalina za kolovoz na tom području. Vršni protok rijeke Save mjereno u Jasenicama bio je između 3 600 i 3 900 m³/s, dok je njen protok mjereno u normalnim uvjetima iznosi od 300 do 500 m³/s. Protok rijeke Mure dosegao je svoj rekord od 1 445 m³/s (prosječni protok 166 m³/s) [4].

3.4.1. Posljedice poplave

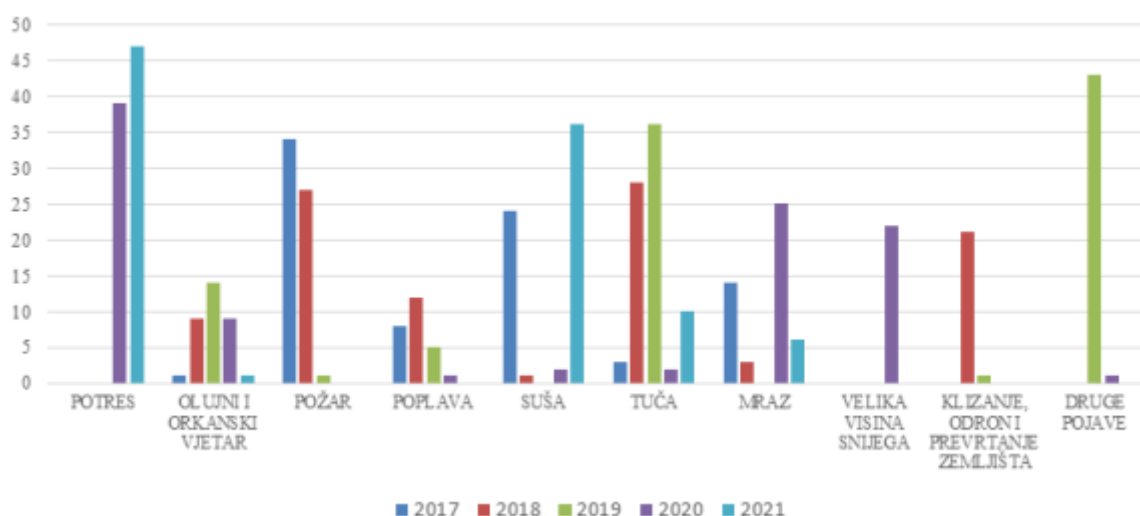
U kolovozu Slovenija se suočava sa nemilosrdnim bujicama koje dovode do teških poplava. Ova poplava pogađa sljedeća područja: Gorenjska regija (Kamnik), Koruška regija, Štajerska regija (Celje), središnja Slovenija (Ljubljana), Pohorje i Posavlje. Nekoliko mostova je razrušeno (mostovi u Komendi i Domžalama), prekinute su komunikacijske linije (mobilne mreže, internetske veze i telefonske linije bivaju onesposobljene) te su ljudi postali potpuno odsječeni od ostatka svijeta u svojim domovima, željeznički promet je obustavljen, nekoliko regionalnih i lokalnih cesta je zatvoreno zbog urušavanja kolnika, odrona, nanosa blata i pijeska ili visoke vode na kolniku. [6] Oko 16 000 stanovnika ostalo je bez struje, zbog poremećenosti funkcioniranja zdravstvenog sustava bolnice traže premještaj pacijenata. Procjena materijalne štete od poplave iznosi 9,9 milijardi eura, što iznosi 15,84 % BDP-a.

4. DANAŠNJA OBRANA OD POPLAVA

4.1. Direktiva Europske Unije i Republika Hrvatska

Štete od klimatskih promjena u zemljama članicama Europskog gospodarskog prostora od 1980. do 2020. godine dosegle su iznos od 450 do 520 milijardi eura. Broj smrtnih slučajeva u istom tom razdoblju, kao posljedica prirodnih nepogoda, bio je od 85 do 145 tisuća. Hidrološki događaju, poplave i odroni, čine od 34 % do 44 % ukupnih gubitaka. Hrvatska zajedno sa Litvom i Rumunjskom ima najniže osigurane štete.

Ukupne štete od prirodnih nepogoda u Republici Hrvatskoj u posljednjih 12 godina iznosile su preko 3 milijarde eura, prema Registru štete i Ministarstvu financija. Poplave čine 13,04 % svih šteta [25].



Slika 11. Prikaz udjela štete od prirodnih nepogoda u razdoblju od 2017. do 2021. [25]

Zbog kombinacije ledenih kiša i poplava koje su se dogodile 2014. godine u Hrvatskoj, prouzročene su brojne štete što dovodi do velikih ekonomskih gubitaka za poljoprivrednike. U poljoprivredi poplave su u 2014. godini prouzročile štetu od 74 tisuće eura, dok je najveću štetu od 351 milijun eura prouzročila ledena kiša, iste te godine. Nakon nastanka poplave, poljoprivrednici mogu primijeniti različite strategije za odstranjivanje nastalih šteta. Neke od strategija su: kreditiranje, transfer gotovine, prodaja imovine, socijalna pomoć i pomoć od

strane zajednice. Kao zaštitu od šteta poljoprivrednici mogu osigurati usjeve, nasade i stoku [25].

4.1.1. Karte rizika od poplava i karte opasnosti od poplava

Prema europskoj Direktivi koja je stupila na snagu 26. studenoga 2007. godine, zahtjeva se od svih članica da procjene rizik od poplava na svim vodotocima i obalama, te da procjene rizik i opasnost za ljude i imovinu na poplavnim područjima. Direktivom su propisane i određene mjere za smanjenje tih rizika.

Hrvatska zajedno sa Europskom komisijom pokrenula je Twinning projekt u kolovožu 2012. godine i trajao je 15 mjeseci. Cilj projekta bio je izrada karata rizika od poplava i karata opasnosti od poplava. Za vrijeme projekta u Hrvatskoj je označeno oko 2 000 područja s potencijalnim rizikom od pojave poplava [26].

Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva i Zakonom o vodama definirano je gospodarenje vodama na području Republike Hrvatske. 6. srpnja 2016. godine donesen je Plan upravljanja rizicima od poplava koji sadrži: procjenu rizika, prethodne značajne poplave, karte opasnosti i rizika od poplava, karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, procjena mogućih šteta, utjecaj klimatskih promjena, upravljanje rizicima, financiranje, provedba.

2019. godine Hrvatske vode objavljuju karte rizika od poplava i karte opasnosti od poplava. Karte su izrađene na temelju članka 126. Zakona o vodama (NN, broj 66/19), međukoraci su u pripremi Plana upravljanja rizicima od poplava koji čine sastavni dio Plana upravljanjem vodnim područjem 2022.-2027.

Karte opasnosti od poplava ukazuju na tri moguća poplavna scenarija:

1. Velika vjerojatnost pojavljivanja poplave, povratno razdoblje od 25 godina
2. Srednja vjerojatnost pojavljivanja poplave, povratno razdoblje od 100 godina
3. Mala vjerojatnost pojavljivanja poplave, povratno razdoblje od 1 000 godina

Plan upravljanja vodnim područjem sastoji se od dvije komponente:

1. Upravljanje stanjem vode: analiza značajki vodnih područja, upravljanje stanjem voda, utvrđivanje značajnih vodno gospodarskih pitanja,
2. Upravljanje rizicima od poplava: karte rizika od poplava i karte opasnosti od poplava, prethodna procjena rizika od poplava

Plan upravljanja rizicima od poplava je određivanje programa kojim će se neprihvatljivi rizici od poplava smanjiti, te postizanje tog cilja do kraja planskog razdoblja, tj. 2027. godine.

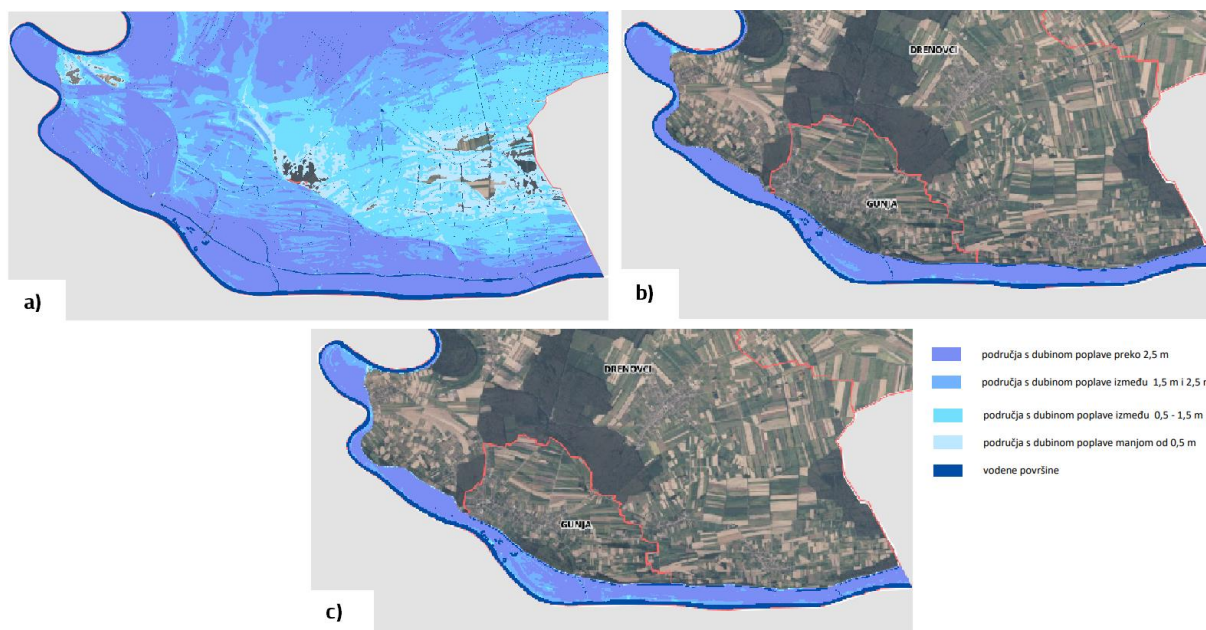
Poplavni rizik označava kombinaciju vjerojatnosti poplave i mogućih šteta. Upravljanje rizicima od poplava jest način smanjivanja opasnosti od poplave i smanjivanje izloženosti poplavama.

Kartama je obuhvaćeno preko 34 000 km² područja potencijalno značajnih rizika od poplava. Kod scenarija male vjerojatnosti (MV) ugroženo je 9,049 km² (16%), 4,259 km² (7,5%) kod scenarija srednje vjerojatnosti (SV) , a kod scenarija velike vjerojatnosti (VV) ugroženo je 3,249 km² (5,7 %) [26].

UKUPNE POTENCIJALNO UGROŽENE POVRŠINE									
SCENARIJ	PPZRP			OSTALA PODRUČJA			UKUPNO		
	MV	SV	VV	MV	SV	VV	MV	SV	VV
PODRUČJE	km ²								
Područje podslivova rijeka Drave i Dunava	3.160	1.634	1.239	154	57	25	3.313	1.690	1.264
Područje podsliva rijeke Save	5.054	2.098	1.727	147	49	27	5.202	2.147	1.754
Vodno područje rijeke Dunav	8.214	3.731	2.966	301	106	51	8.515	3.837	3.018
Jadransko vodno područje	834	528	283	14	7	5	848	535	288
Republika Hrvatska	9.049	4.259	3.249	315	113	57	9.363	4.372	3.306
MV - scenarij male vjerojatnosti pojavljivanja, SV - scenarij srednje vjerojatnosti pojavljivanja, VV - scenarij velike vjerojatnosti pojavljivanja, PPZRP - područja potencijalno značajnih rizika od poplava									

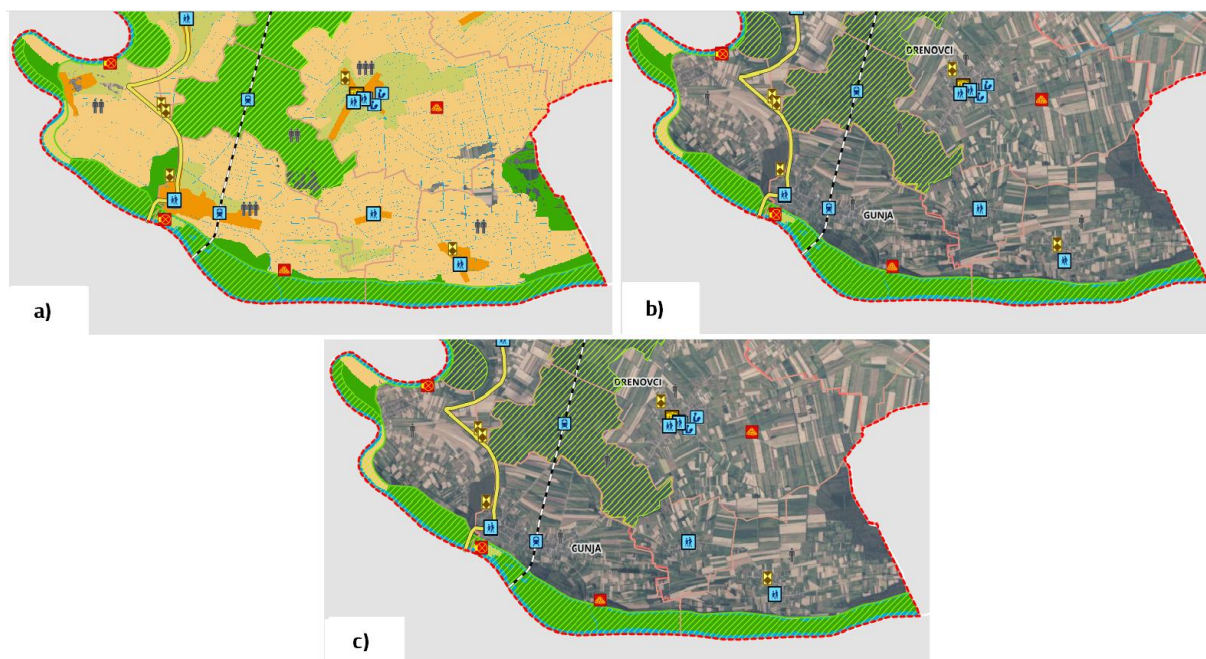
Slika 12: Prikaz ukupnih potencijalnih ugroženih površina [27]

Za scenarij male vjerojatnosti najugroženija su ravničarska područja uz velike rijeke Savu, Dunav i Dravu.



Slika 13: Gunja, Rajevo Selo, Drenovci: a) opasnosti od poplava MV, b) opasnosti od poplava SV, c) opasnosti od poplava VV, mjerilo 1: 50 000 [15]

Kartama rizika od poplava prikazuju se prostorni pregledi mogućih štetnih posljedica koje se povezuju s poplavnim scenarijima. Kao glavnu zadaću imaju informiranje javnosti o mogućim štetama. Karte rizika od poplava također su izrađene na osnovu velike, male i srednje vjerojatnosti pojavljivanja. Prema prvom scenariju, scenariju male vjerojatnosti pojavljivanja, na razini RH ugroženo je više od 19 % stanovništva, više od 80 % tih stanovnika živi na području rijeke Dunav. Prema scenariju srednje i velike vjerojatnosti broj ugroženih stanovnika je 3,4 %, tj. 1,6 %.



Slika 14. Gunja, Rajevo Selo i Drenovci: a) Karta rizika od poplave MV, b) Karta rizika od poplave SV, c) Karta rizika od poplave VV, mjerilo 1: 50 000 [15]

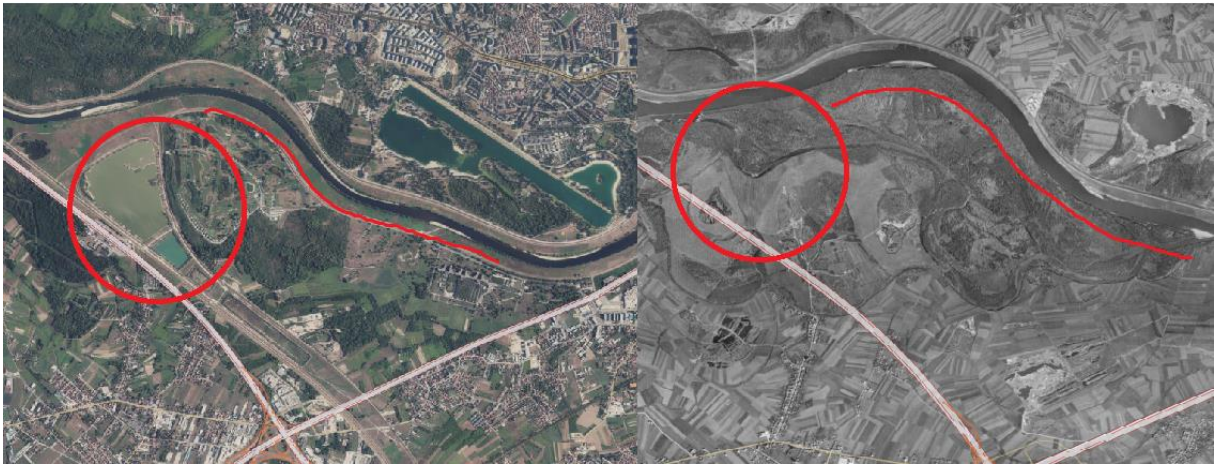
Kako se katastrofa iz 1964. godine ne bi ponovila neposredno nakon poplave počela je razrada sustava za zaštitu od voda. Današnji sustav zaštite Grada Zagreba od poplava sastoji se od dvaju sustava zaštite prikazanih u tablici 5.

Tablica 5: Prikaz sustava zaštite od poplava Grada Zagreba [28]

Današnji sustav zaštite Grada Zagreba od poplava	
Sustav zaštite od velikih voda rijeke Save	Sustav zaštite od bujičnih poplava vodotoka obronaka Medvednice
<u>Obostrani zaštitni nasipi</u> položeni na razmaku od 300 m, dužine od 63 km	Temelji se na zadržavanju velikih vodnih valova pomoću zaštitnih vodnih građevina (retencija)
<u>Oteretni kanal Sava- Odra</u> rasterećuje dio velikih voda rijeke Save na poziciji preljeva Jankomir (dužine 31 km) i odvodi dio vodnog vala u retencijski prostor Odranskog polja	

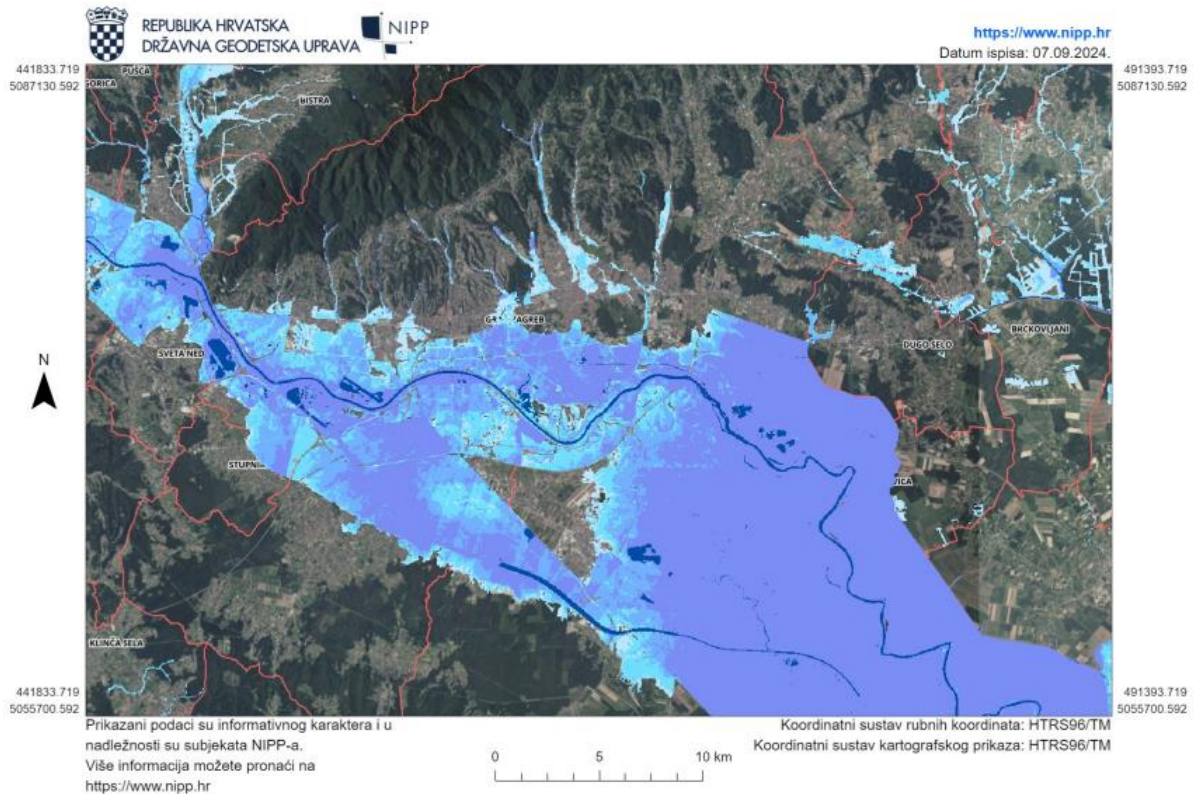
Na stranicama Geoportala Državne geodetske uprave vidljive su snimke iz 1968. godine, četiri godine nakon kobne poplave u Zgrebu. Na snimku nema oteretnog kanala

Sava- Odra i nasipa uz rijeku Savu, koji su izgrađeni kao obrana od poplava, oteretni kanal i nasip su vidljivi na snimkama iz 2011. godine.



Slika 15. Lijevo: 2011., desno: 1968 [15]

Nakon poplave 1964. godine na području Srednjeg posavlja, Zagreba, Karlovca i Siska povišeni su obrambeni nasipi i izgrađeni oteretni kanali. U brdskom dijelu grada sagrađene su retencije na svim gradskim pritocima. Sustav obrane Zagreba od poplava sastoji se od 3 oteretna kanala (oteretni kanal Krapina, Sava- Odra i Sava), 19 retencija ukupne površine od 2 229 550 m³, 10 preljeva i 11 ustava. Sustav je dimenzioniran na veliki vodni val 1 000-godišnjeg povratnog perioda, tj. veliki vodni val očekuje se jednom u 1 000 godina. Za funkcioniranje ovakvog jednog sustava zaštite potrebno je redovito održavanje sustava i kontinuirano praćenje hidroloških parametara. Održavanje sustava podrazumijeva redovito praćenje nasipa, oteretnih kanala i ustava kako bi se pravovremeno otkrile pukotine, problemi sa erozijom i dr. U radove održavanja ubrajamo još popravak i obnovu oštećenih dijelova objekta te radove sanacije i pojačanje strukture (po potrebi).



Slika 16. Prikaz opasnosti od poplava MV, Grad Zagreb [15]

4.2. Bosna i Hercegovina

Sustav zaštite od poplava na području rijeke Save čine polderi na području uz rijeku, Odžačka i Srednja Posavina te u zoni ušća rijeke Bosne u Savu i uređena korita u urbanim područjima. Pojam „polder“ potječe iz Nizozemske, a označava zemljište koje se nalazi ispod razine rijeke/ mora te je od poplavlivanja zaštićeno nasipom. Izrada poldera sastoji se od nekoliko koraka:

1. Izgradnja nasipa
2. Izrada odvodnje
3. Ispumpavanje vode
4. Izrada terena
5. Redovito održavanje

Polderi su načinjeni od:

- 73 km savskih obrambenih nasipa, zajedno sa nasipima u području ušća rijeke Bosne i obodnog kanala Svilaj- Potočani,
- 22 km obodnih kanala
- 4 pumpne stanice

Branjeno područje prostire se na 185 km² u polderu Odžačka Posavina i 160 km² u polderu Srednja Posavina. Urbani dijelovi šticeeni su zaštitnim vodnim građevinama [14].



Slika 17: Odžačka i Srednja Posavina [29]

Trenutno je aktualan „Program mjera za planski period 2022.- 2027.“ koji se sastoji od 70 mjera. Mjere su grupirane prema značaju upravljanja vodama. Prema trenutnoj procjeni za realizaciju Projekta potrebno je 524 499 292 KM. Neke od mjera su:

- Unaprjeđenje uzdužnog kontinuiteta vodotoka: rušenje starih brana i restauraciju vodotoka
 - Obnova prirodnog riječnog toka: vraćanje riječnih korita u njihovo prirodno stanje (npr. obnavljanje meandrirajućih dijelova, promjena dubine i/ili širine korita...)
 - Poboljšanje režima protoka: izgradnja pregrada, brana i upravljanje vodnim resursima, tj. planiranje i upravljanje količinama vode
 - Prirodne mjere za retenciju: korištenje močvarnih područja i ribnjaka za pohranu viška vode, sadnja vegetacije oko i u vodotoku
 - Prilagodba klimatskim promjenama: provedba modeliranja i studija kako bi se procijenili utjecaji klimatskih promjena na vodne tokove

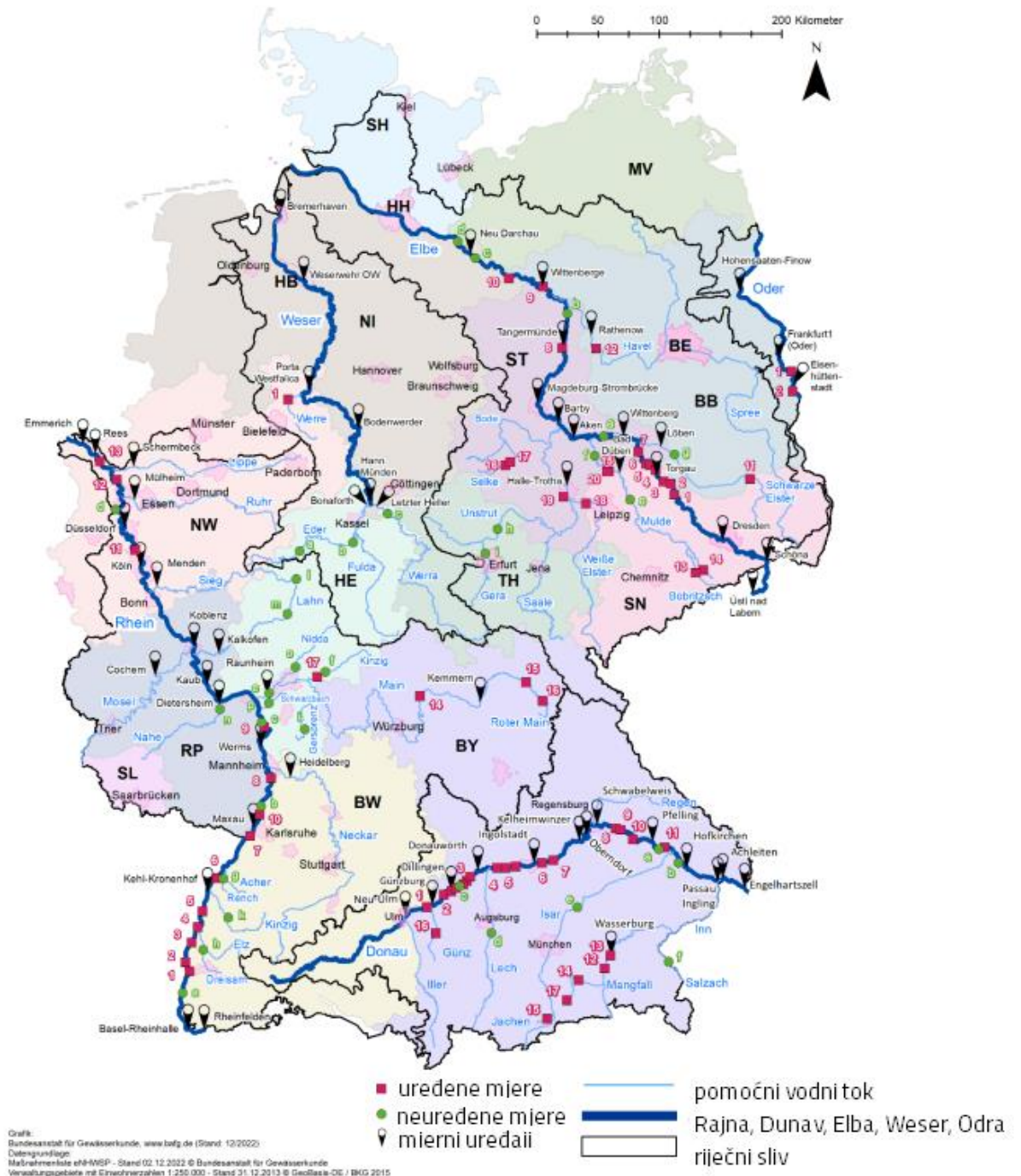
Kao jedna od mjera Akcijskog plana, navedenom u poglavlju 3, navedena je uspostava hidrološke prognoze. Krajem 2015. godine pristupilo se izradi sistema za predviđanje poplava na području rijeke Save.

Informacijski centar voda otvoren je 2016. godine te se njime vrši automatski monitoring voda u realnom vremenu, rano upozoravanje na poplave. Kroz informacijski sustav za upravljanje vodama omogućeno je stručno i kontinuirano prikupljanje, analiziranje i obrada podataka koji služe za izvještavanje i praćenje stanja voda u redovnim i u vanrednim situacijama kao što su poplave i suše. Ovaj sistem omogućava modeliranje i prezentaciju prostornih podataka vezanih za vodu kako bi se uspješno realizirali planovi vezani za regulaciju voda.

Indeksom rizika iskazuje se razina izloženosti određenih stambenih područja pojavi poplava. Rizik je podijeljen na direktan (stanovništvo i stambene jedinice) i indirektan rizik (društveni objekti, ceste, željeznice, ...). Poplavni rizici se klasificiraju kao:

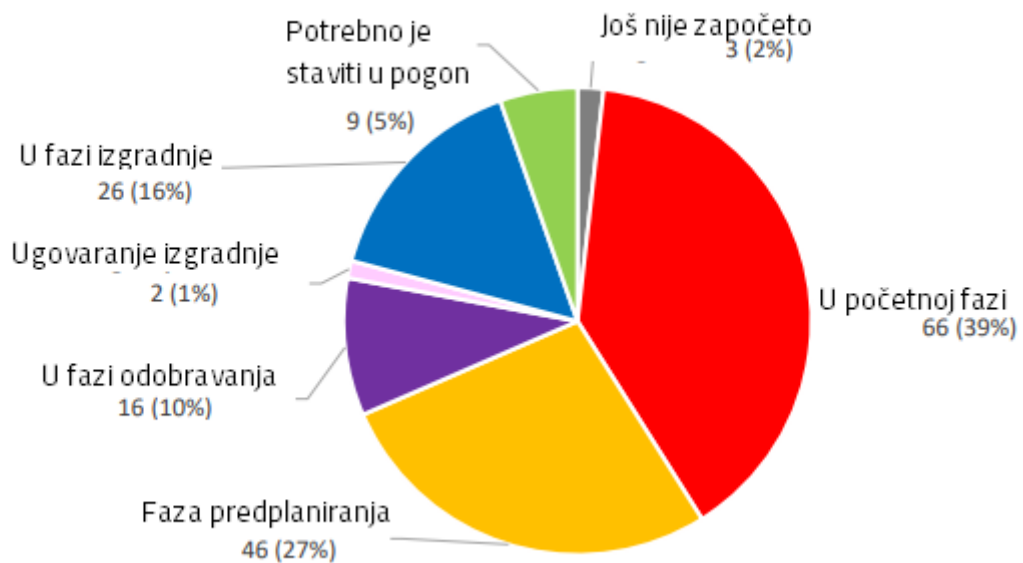
Tablica 6. Klasifikacija poplavnih rizika [30]

Indeks	Važnost
0-50	Beznačajna
50-100	Umjereno značajan
100-500	Značajan
>500	Vrlo značajan



Slika 19: Pregled mjera [31]

Kao preventivna zaštita od poplava navode se mjere: premještanje nasipa, kontrolirano zadržavanje voda u retencijama za zadržavanje poplava kapaciteta > 2 milijuna m³ i kontrolirani polderi s kapacitetom > 5 milijuna m³ retencijskog volumena te uklanjanje ranjivosti (sprječavanje šteta za opće dobro). Ukupno je u program uključeno 110 pojedinačnih i kombiniranih mjera s procijenjenom vrijednošću od 6,16 milijardi eura.



Slika 20. Pregled trenutnog statusa provedbe mjera [31]

Sustav obrane Njemačke od poplava sastoji se od nasipa, poldera, retencijskih i akumulacijskih područja. Nakon poplave 2021. unaprijeđen je sustav za pravovremenu uzbunu, uvođenjem digitalnih sustava za praćenje i automatsko generiranje upozorenja, korištenjem modernih senzora radi preciznijeg mjerenja vodostaja i brzine protoka, poboljšanjem točnosti prognoze, poboljšanjem koordinacije i suradnje. Veliki dio mjera još je u procesu planiranja i odobrenja, te je moguća pojava unaprijeđenja mjera, stoga je potrebno osigurati financiranje mjera Državnog programa obrane od poplava.

Integrirani Rajnski program projekt je pokrajine Baden-Württemberg koji uključuje ukupno 13 retencijskih područja na bivšim poplavnim ravninama između Basela i Mannheima. Temelji se na ugovornom sporazumu između Republike Francuske i Savezne Republike Njemačke. Cilj projekta je ograničiti velike poplave povratnog perioda od 200 godina. Program sadrži elektranu na Rajni, 23 poldera i dvije rekonstrukcije nasipa tj. premještanja nasipa dalje od obale.

4.4 Slovenija

Mjere zaštite od poplava provode se u cilju smanjenja rizika od poplava. Te mjere zaštite dijele se na građevinske i ne-građevinske mjere.

Tablica 7: Prikaz mjera [32]

Građevinske mjere	Ne. Građevinske mjere
<ul style="list-style-type: none"> Izgradnja nasipa Zadržavanje vodnih valova 	<ul style="list-style-type: none"> Prognoziranje poplava

Ministarstvo za okoliš i prostor, Direkcija Republike Slovenije za vode, Agencija Republike Slovenije za okoliš i Uprava Republike Slovenije za zaštitu i spašavanje su nadležne institucije za provođenje navedenih mjera. Zbirka od 20 mjera zaštite od poplava izdana je 2008. godine i prikazuje mjere kojima se smanjuje rizik od nastanka poplava i sprječava nastanak novih rizika.

Ukrep	
U1	Utvrđivanje i razmatranje poplavnih područja
U2	Utvrđivanje, uspostavljanje i čuvanje poplavnih površina velikih voda
U3	Prilagodba korištenja zemljišta u riječnim bazenima
U4	Provedba hidrološkog i meteorološkog monitoringa
U5	Uspostava i vođenje evidencije za područja s rizicima od poplava
U6	Obrazovanje i podizanje svijesti o poplavnim rizicima
U7	Planiranje i provedba građevinskih mjera zaštite od poplava
U8	Provedba individualnih (samozaštitnih) mjera zaštite od poplava
U9	Redovito provjeravanje učinkovitosti postojećih građevina u okviru sustava za zaštitu od poplava
U10	Redovito održavanje vodotoka, vodnih građevina te vodnog dobra.
U11	Provedba nadzora na vodotocima i rijekama
U12	Upravljanje vodnim građevinama za zaštitu od poplava
U13	Osiguranje financijskih sredstava za provedbu gospodarske javne službe uređenja voda
U14	Izrada plana zaštite i spašavanja za poplave
U15	Prognoziranje poplava
U16	Upozoravanje o poplavama
U17	Provedba interventnih mjera u slučaju poplava
U18	Procjena šteta i provedba mjera sanacije nakon poplava
U19	Prikupljanje dokumentacije i provedba analiza o poplavnim događajima
U20	Sustavne, normativne, financijske i druge mjere

Slika 21. zbirka od 20 mjera zaštite od poplava [32]

U sklopu Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save veliki broj brana i akumulacija izgrađene se u Sloveniji, akumulacije su višenamjenskog karaktera: vodoopskrba, zaštita od poplava, navodnjavanje, rekreacija i hidroenergetika.

Država	Lokacija		Brana		Akumulacija	
	Sliv	Rijeka	Naziv	Visina brane m	Naziv	Zapremina M m ³
SI	Sava	Sava Dolinka	HE Moste	59,60	Moste	6,24
		Sava	HE Mavčiče	38,00	Trbojsko jezero	10,70
			HE Medvode	30,00	Zbiljsko jezero	7,00
			HE Vrhovo	24,00	Vrhovo	8,65
			HE Boštanj	7,47	Boštanj	8,00
			HE Arto-Blanca	9,29	Arto-Blanca	9,95
			HE Krško	9,14	Krško	6,31
SI,HR	Sotla/Sutla	Sutla	Vonarje	19,00	Sutlansko jezero	12,40

Slika 22: Akumulacije i brane značajne za obranu od poplava u slivu rijeke Save [33]

Države sliva rijeke Save donijele su Akcijski plan za zaštitu od poplava u kojem su razrađeni ciljevi i mjere podijeljene u četiri grupe:

1. Prostorno planiranje i reguliranje korištenja zemljišta
2. Formiranje novih retencijskih kapaciteta
3. Strukturalne mjere zaštite od poplava
4. Nekonstruktivne mjere

Nakon poplave 2023. godine poduzete su mjere i aktivnosti kako bi se posljedice sanirale. Posebna pozornost bila je na obnovi infrastrukture što uključuje popravke i rekonstrukciju brana, nasipa, mostova i puteva. Zaštita od poplava danas sastoji se od brana, nasipa, rezervoara, akumulacija, drenažnih sistema te sustava za rano upozorenje i meteoroloških stanica.

5. ZAKLJUČAK

Zaključak ovog rada koji pruža pregled šteta od poplava na području Europe s fokusom na Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Njemačku i Sloveniju naglašava da poplave predstavljaju veliki izazov za sve zemlje bez obzira na njihov stupanj ekonomske razvijenosti. Iako su sve četiri države poduzele značajne korake u unapređenju sustava zaštite od poplava, štete od poplava i dalje predstavljaju ogroman izazov zbog klimatskih promjena i složenih hidroloških uvjeta u regijama koje su analizirane.

Poplave na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine uzrokuju velike materijalne i ekonomske štete, posebice u poljoprivredi. I dalje se susrećemo sa infrastrukturom za zaštitu od poplava koja nije adekvatno održavana, a ograničeni resursi otežavaju pravovremenu reakciju na hitne slučajeve. Poplava 2014. godine koja je pogodila teritorije obje države pokaza je težnju za modernizacijom upravljanja vodama i bolju suradnju između državnih institucija lokalnih zajednica.

Njemačka je pokazatelj kako ni najrazvijenije zemlje nisu imune na razorne posljedice poplava, kao što vidimo na primjeru poplave iz 2021. godine. Razorne poplave koje su pogodile doline rijeka Ahr i Erft ukazuju na nedostatke u sustavu ranog upozorenja i upravljanja u kriznim situacijama što na kraju dovodi do velikih materijalnih šteta i gubitaka ljudskih života. Ovaj događaj motivira vlasti za unaprjeđenje i prilagodbu sustava obrane od poplave te bolju koordinaciju između regija.

Slovenija ima jedan od naprednijih sustava obrane od poplava no klimatskim promjenama njihova buduća učinkovitost postaje upitna. Značajan problem predstavlja nedovoljno održavanje sustava. Nakon razornih poplava Slovenija značajno unaprjeđuje sustave ranog upozorenja.

Klimatskim promjenama i ekstremnim vremenskim događajima smanjuje se učinkovitost sustava obrane navedeni zemalja. Ključna mjera za obranu od poplava u budućnosti jest modernizacija sustava zaštite, unapređene sustava ranog upozorenja te bolje planiranje i upravljanje poplavnim područjem. Samo kombinacija tehničkih rješenja, održivih pristupa i odgovarajućih prilagodbi klimatskim promjenama može osigurati dugoročno smanjenje rizika od poplava i zaštitu života i imovine u budućnosti.

POPIS LITERATURE

- [1] Silaj J: *Obrana od poplava*, 2016. Dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/244836>
[Pristupljeno: 12. srpnja 2024.]
- [2] Smrekar M. *Poplave koje haraju Europom najveće su u posljednjih 500 godina i nimalo nalik onima iz prethodnih stoljeća. Što se to događa, objašnjava profesor Petrić* Tportal 9. kolovoza 2020. Dostupno: https://www.tportal.hr/tehnolo/clanak/poplave-koje-haraju-europom-najvece-su-u-posljednjih-500-godina-i-nimalo-nalik-onima-iz-prethodnih-stoljeca-sto-se-to-dogada-objasnjava-profesor-petric-foto-20200809?meta_refresh=1
[Pristupljeno: 12. srpnja 2024.]
- [3] *Pravilnik o registru šteta od prirodnih nepogoda*, NN 65/2019 (5.7.2019.) https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019_07_65_1278.html
- [4] *Državni hidrometeorološki zavod*. Dostupno: <https://meteo.hr/>
- [5] *Europski revizijski sud Direktiva o poplavama: napredak u procjeni rizika, a u području planiranja i provedbe potrebna su poboljšanja* 2018 Dostupno: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_25/SR_FLOODS_HR.pdf
[Pristupljeno: 12. srpnja 2024.]
- [6] Flood List: <https://floodlist.com/> [Pristupljeno: 12. srpnja 2024.]
- [7] *Statistički godišnjak Zagreba* Nehajska 15 Zavod za statistiku 1968. Dostupno: : <https://www.zagreb.hr/userdocsimages/arhiva/statistika/statisti%C4%8Dki%20jetopisi/Statisti%C4%8Dki%20god%C5%A1njak%20Zagreba%201968.pdf> [Pristupljeno: 13. srpnja 2024.]
- [8] *Poplava 1964. Mapiranje Trešnjevke* 2016. Dostupno: <https://mapiranjetresnjevke.com/kvartovi/gredice/poplava-1964/> [Pristupljeno: 13. srpnja 2024.]
- [9] *57 godina od velike poplave u Zagrebu Hrvatske vode*, 2021. Dostupno: <https://voda.hr/hr/novost/57-godina-od-velike-poplave-u-zagrebu> [Pristupljeno: 15. srpnja 2024.]
- [10] Šegvić N. Š. *Pola grada pod vodom* 2021 Dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/395374>
[Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]

- [11] Bogdan Žižić: Dokumentarni film Poplava *youtube* Dostupno: <https://www.youtube.com/watch?v=Yzgn7HFn8NY> [Pristupljeno:15. srpnja 2024.]
- [12] 2017 Trenutak užasa: Gunja je pod vodom, u trenu je nestalo sve... *24sata* 17. 5. 2017. Dostupno: <https://www.24sata.hr/video/tri-godine-od-katastrofalnih-poplava-gunja-je-obnovljena-524817> [Pristupljeno:17. srpnja 2024.]
- [13] Velike vode donjeg toka rijeke Save tijekom svibnja 2014 *DHMZ* Dostupno: <https://hidro.dhz.hr/hidroweb/pocetna/Poplave/PoplaveSave.html> [Pristupljeno:17. srpnja 2024.]
- [14] Nezapamćene poplave u BiH: Raste opasnost u slivu Save *Dnevnik. Hr*, 2014.: <https://dnevnik.hr/vijesti/svijet/nezapamcene-poplave-u-bih-raste-opasnost-u-slivu-save---336303.html> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [15] Geoportal *DGU*: <https://geoportal.dgu.hr/>
- [16] Poplave u Hrvatskoj i regiji–analiza situacije na dan 28. svibnja 2014 *Ministarstvo vanjskih i europskih poslova*, 2014.: <https://mvpe.gov.hr/press/poplave-u-hrvatskoj-i-regiji-analiza-situacije-na-dan-28-svibnja-2014/189142> [Pristupljeno:20. srpnja 2024.]
- [17] Za Srbiju i BiH 1,846 milijardi eura pomoći *Aljazeera*, 16. 6. 2014: <https://balkans.aljazeera.net/news/balkan/2014/7/16/za-srbiju-i-bih-1846-milijardi-eura-pomoci> [Pristupljeno: 23. srpnja 2024.]
- [18] Akcijski plan za zaštitu od poplava i upravljanje rijekama u BiH 2014–2017 *BiH savjet ministara*, Sarajevo 2014 Dostupno: http://www.mvteo.gov.ba/data/Home/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8/BiH_Akcioni_Plan_za_zastitu_od_poplava_i_upravljanje_riekama_2014-2017_BH.pdf [Pristupljeno: 23. srpnja 2024.]
- [19] DW Documentary Germany's flood catastrophe one year *youtube*. : https://www.youtube.com/watch?v=22_IFGdNoTg [Pristupljeno: 25. srpnja 2024.]
- [20] Watt M. Katastrofalna poplava u dolini njemačke rijeke Ahr 2021. najavila je kataklizmu *Nacional*, 2023. Dostupno: <https://www.nacional.hr/katastrofalna-poplava-u-dolini-njemacke-rijeke-ahr-2021-najavila-je-kataklizmu/> [Pristupljeno: 23. srpnja 2024.]
- [21] Google Maps Dostupno: <https://www.google.com/maps>
- [22] Organisation der Warnung *BBK*: https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warnung-in-Deutschland/Organisation-der-Warnung/organisation-der-warnung_node.html [Pristupljeno: 9. rujna 2024.]

- [23] Lang M. Wiederaufbau im Ahrtal 2024: Bürgermeister erwarten viele Baustellen *SWR* 2023. Dostupno: <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/koblenz/ahrtal-wiederaufbau-buergermeister-2024-100.html> [Pristupljeno: 9. rujna 2024.]
- [24] Prognoza stanja visokih voda *ARSO vode*, 2023. Dostupno: https://x.com/ARSO_VODE/status/1687551281777278976?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1687551283828252673%7Ctwgr%5E03641d508bcc911ecd67f8313e6bf41511158a1d%7Ctwcon%5Es2_&ref_url=https%3A%2F%2Fwww.index.hr%2Fvijesti%2Fclanak%2Farso-sava-ce-ujutro-na-granici-imati-protok-izmedju-3600-i-3900-m3s%2F2485034.aspx [Pristupljeno: 10. rujna 2024.]
- [25] *Pregled ekonomskih šteta kao posljedica prirodnih nepogoda u poljoprivredi* Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet Zavod za menadžment i ruralno poduzetništvo 2023.: <https://hrcak.srce.hr/file/441886> [Pristupljeno: 12. rujna 2024.]
- [26] Razvoj Karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava EU IPA 2010 *Twinning Projekt*: https://voda.hr/sites/default/files/dokumenti/PUVP2%20-%20URP%20-%200003_3.pdf [Pristupljeno: 12. rujna 2024.]
- [27] Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava *Hrvatske vode* 2019: https://voda.hr/sites/default/files/dokumenti/upravljanje-vodama/karte_opasnosti_od_poplava_i_karte_rizika_od_poplava_-_2019.pdf [Pristupljeno: 12. rujna 2024.]
- [28] prof. dr. sc. Josip Marušić, dipl. ing. građ. Studije regulacije i uređenja rijeke Save *Hrvatske vode* 2022. Dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/426223> [Pristupljeno: 12. rujna 2024.]
- [29] Jurić T. 21. 5 2021. Posljednja prilika za spas Posavine *Večernji list* 2021. Dostupno: <https://www.vecernji.ba/vijesti/posljednja-prilika-za-spas-posavine-u-hrvatskoj-populaciji-u-bih-svi-su-demografski-trendovi-negativni-1494404> [Pristupljeno: 13. rujna 2024.]
- [30] Procjene rizika od poplava i klizišta za stambeni sektor u Bosni i Hercegovini *EU program za oporavak od poplava*, 2015. Dostupno: http://www.msb.gov.ba/PDF/HRA_BHS_Final21122015.pdf [Pristupljeno: 9. rujna 2024.]
- [31] Desetogodišnji plan obrane od poplava (10 Jahre Nationales Hochwasserschutzprogramm (NHWSP)) *Radna skupina za vode*, 2023. Dostupno: https://www.lawa.de/documents/230531-broschuere-10-jahre-nhwsp-barr_1685951529.pdf [Pristupljeno: 14. rujna 2024.]

- [32] Vrste mjera zaštite od poplave *Europski fond za regionalni razvoj*, 2008. Dostupno: <https://frisco-project.eu/hr/o-projektu-hr/o-upravljanju-rizicima-od-poplava/vrste-mjera-zastite-od-poplava/> [Pristupljeno: 9. rujna 2024.]
- [33] Plan upravljanja rizicima od poplava u slivu rijeke Save 2018 Dostupno: <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/415091546003236180/pdf/Sava-FRMP.pdf> [Pristupljeno: 4 rujna 2024.]

POPIS SLIKA

Slika 1: Srednja godišnja količina oborina [4].....	3
Slika 2. Raspodjela meteorološkim postaja U RH [4].....	4
Slika 3: Prikaz poplavljenog područja [8]	6
Slika 4. Kronologija vodostaja rijeke Save [10].....	7
Slika 5. Evakuacija [11]	8
Slika 6: Pucanje nasipa kod Rajeva Sela [14].....	10
Slika 7. Prikaz Gunje, Rajeva Sela i Drenovca, lijevo 2014., desno 2018, mjerilo 1: 50 000 [15].....	11
Slika 8: Položaj grada Bad Münstereifel (lijeva crvena oznaka) u odnosu na branu Steinbach (desna crvena oznaka) [21]	14
Slika 9: Most preko rijeke Ahr [20].....	15
Slika 10: Prognoza stanja visokih voda [24]	16
Slika 11.Prikaz udjela štete od prirodnih nepogoda u razdoblju od 2017. do 2021.[25].....	18
Slika 12: Prikaz ukupnih potencijalnih ugroženih površina [27].....	20
Slika 13:Gunja, Rajevo Selo, Drenovci: a) opasnosti od poplava MV, b) opasnosti od poplava SV, c) opasnosti od poplava VV, mjerilo 1: 50 000 [15].....	21
Slika 14. Gunja, Rajevo Selo i Drenovci: a) Karta rizika od poplave MV, b) Karta rizika od poplave SV, c) Karta rizika od poplave VV, mjerilo 1: 50 000 [15].....	22
Slika 15. Lijevo: 2011., desno: 1968 [15].....	23
Slika 16. Prikaz opasnosti od poplava MV, Grad Zagreb [15].....	24
Slika 17: Odžačka i Srednja Posavina [29].....	25
Slika 18: Karta rizika od poplava, BiH [30].....	27
Slika 19: Pregled mjera [31]	28
Slika 20. Pregled trenutnog statusa provedbe mjera [31].....	29
Slika 21. zbirka od 20 mjera zaštite od poplava [32].....	30
Slika 22: Akumulacije i brane značajne za obranu od poplava u slivu rijeke Save [33].....	31

POPIS TABLICA

Tablica 1: Maksimalni protoci na rijekama [13].....	9
Tablica 2: Kronologija vodostaja i protoka rijeke Save [13].....	10
Tablica 3: Područja pogođena poplavom u Bosni i Hercegovini [14].....	11
Tablica 4: Prikaz najznačajnijih projekata sa iznosima [18].....	13
Tablica 5: Prikaz sustava zaštite od poplava Grada Zagreba [28].....	22
Tablica 6: Klasifikacija poplavnih rizika [30].....	26
Tablica 7: Prikaz mjera [32].....	30