

Poplave na području Grada Karlovca

Štimac, Nika

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:001726>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Nika Štimac

Poplave na području Grada Karlovca

Prvostupnički rad

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Ocjena: _____

Potpis: _____

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Prvostupnički rad

Poplave na području Grada Karlovca

Nika Štimac

Izvadak: Poplave predstavljaju prirodni fenomen porasta vodostaja rijeka ili jezera pri čemu razina vode doseže i prelazi gornju razinu obale te se prelijevanjem širi u zaobalna područja. U Republici Hrvatskoj poplave se događaju gotovo svake godine te se ubrajaju među najučestalije i najopasnije elementarne nepogode, s obzirom na to da uzrokuju mnoštvo negativnih posljedica poput ljudskih i materijalnih gubitaka, uništavanja kulturnih dobara te ekoloških katastrofa. Republiku Hrvatsku karakterizira umjerena opasnost od poplava, a kao jedno od poplavama najugroženijih njezinih dijelova ističe se područje Grada Karlovca. Prema duljini toka i površini porječja, područjem dominira rijeka Kupa, sa svojim glavnim pritocima – Koranom i Dobrom te rijeka Mrežnica, lijevi pritok Korane. Na području Grada Karlovca u prošlosti je evidentirano nekoliko velikih i razornih poplava koje s obzirom na štetne učinke koje ostavljaju u prostoru, predstavljaju ograničavajući čimbenik njegovog razvoja. Stoga se, kako bi se osigurala maksimalna zaštita navedenog područja od poplava, kao i optimalno funkcioniranje stanovništva, provode i planiraju različite mjere i aktivnosti u funkciji obrane od poplava i minimizacije njihovih štetnih posljedica.

31 stranica, 7 grafičkih priloga, 3 tablica, 37 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: poplave, Grad Karlovac, Republika Hrvatska, vodostaj, rijeke, negativni učinci, mjere zaštite

Voditelj: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Datum obrane: 24. 2. 2022.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Undergraduate Thesis

Floods in the Karlovac City area

Nika Štimac

Abstract: Floods are a natural phenomenon of rising water levels of rivers or lakes, where the water level reaches and exceeds the upper level of the coast and spreads to coastal areas. In the Republic of Croatia, floods occur almost every year and are among the most frequent and most dangerous natural disasters, given that they cause many negative consequences such as human and material losses, destruction of cultural property and environmental disasters. The Republic of Croatia is characterized by a considerable floods hazard, and the area of the City of Karlovac stands out as one of the most endangered parts. In terms of the length and the river basin area, the area is dominated by the Kupa River, with its main tributaries - Korana and Dobra, and the Mrežnica River, a left tributary of the Korana River. In the City of Karlovac area, several large and devastating floods have been recorded in the past, which, given the harmful effects they leave in the area, are a limiting factor in its development. Therefore, in order to ensure maximum protection of the area from floods, as well as the optimal functioning of the population, various measures and activities are implemented and planned for flood protection and minimization of their harmful consequences.

31 pages, 7 figures, 3 tables, 37 references; original in Croatian

Keywords: floods, Karlovac City, Republic of Croatia, water level, rivers, negative effects, protection measures

Supervisor: Ivan Čanjevac, PhD, Assistant Professor

Undergraduate Thesis title accepted: 11/02/2021

Undergraduate Thesis defense: 24/02/2022

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj istraživanja.....	2
1.2. Metodologija i izvori podataka.....	2
1.3. Prostorni okvir istraživanja.....	3
2. POPLAVE.....	5
2.1. Podjela poplava.....	6
2.2. Glavni uzroci nastanka poplava u Republici Hrvatskoj.....	6
2.3. Poplavama najugroženija područja Republike Hrvatske.....	9
2.3.1. Karte opasnosti od poplava.....	10
2.3.2. Karte rizika od poplava.....	12
3. GEOGRAFSKA OBILJEŽJA GRADA KARLOVCA.....	14
3.1. Prirodnogeografska obilježja.....	14
3.1.1. Geomorfološka obilježja.....	14
3.1.2. Klimatska obilježja.....	15
3.1.3. Hidrogeografska i hidrološka obilježja.....	16
4. DINAMIKA VODOSTAJA RIJEKA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA.....	19
5. ZNAČAJNIJE ZABILJEŽENE POPLAVE NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA.....	21
6. POSLJEDICE POPLAVA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA.....	22
7. MJERE ZAŠTITE OD POPLAVA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA.....	24
8. ZAKLJUČAK.....	27
9. POPIS LITERATURE I IZVORA.....	28

1. UVOD

Poplave predstavljaju prirodni fenomen porasta vodostaja rijeka ili jezera pri čemu razina vode doseže i premašuje gornje granice obale te se nekontroliranim prelijevanjem širi u zaobalna područja, a mogu biti uzrokovane različitim prirodnim i/ili antropogenim čimbenicima (Hrvatska enciklopedija, 2021). Nerijetka su pojava na globalnoj razini, a tako i na teritoriju Republike Hrvatske, gdje se posljednjih godina sve češće pojavljuju kao posljedica klimatskih promjena, neodržive gradnje ili neadekvatno izgrađenih sustava obrane od poplava (Silaj, 2016). U skladu s time, posljednjih nekoliko desetljeća značajno je porasla i razina materijalnih i ljudskih gubitaka, s obzirom na iznimno negativne učinke navedenih elementarnih nepogoda, kao i sve snažnije izazovne uvjete koji ih prate (Perinić i dr., 2014). Republika Hrvatska ističe se umjerenom opasnošću od poplava te se procjenjuje da one ugrožavaju oko 15% državnog kopnenog teritorija, a to se osobito odnosi na urbanizirana i gospodarski značajnija područja velike gustoće naseljenosti, gdje poplave imaju velik utjecaj na organizaciju prostora i aktivnosti tamošnjeg stanovništva (Prethodna procjena rizika od poplava, 2019). U drugoj polovini dvadesetog stoljeća započela je nagla izgradnja zaštitnih sustava, čime je opasnost od poplava u Republici Hrvatskoj značajno smanjena, a troškovi provedbe mjera obrane od poplava pokazali su se mnogo manjim od nastalih šteta nakon poplava, što nalaže daljnji oprez i adekvatno održavanje zaštitnih sustava (Silaj, 2016). S obzirom na činjenicu da su poplave prirodni fenomen čije se pojavljivanje ne može izbjeći, s ciljem dobivanja uvida u cjelokupnu situaciju vezanu uz poplave te učinkovitijeg upravljanja mogućnostima njihovog nastanka, Hrvatske vode za svako vodno područje izrađuju Prethodnu procjenu rizika od poplava, karte opasnosti i karte rizika od poplava te donose Plan upravljanja rizicima od poplava koji je sastavni dio Plana upravljanja vodnim područjima (Plan upravljanja vodnim područjima, 2015). Na teritoriju Republike Hrvatske, kao jedno od poplavama najugroženijih područja ističe se područje Grada Karlovca, kojim prema duljini toka i površini porječja dominira rijeka Kupa, s glavnim pritocima – Koranom i Dobrom te rijeka Mrežnica, lijevi pritok Korane. Područje Grada Karlovca pripada vodnom području rijeke Dunav, odnosno porječju rijeke Save, a u prometnom i geostrateškom smislu jedan je od najvažnijih dijelova teritorija Republike Hrvatske (Katalog projekata Karlovačke županije, 2018). Na području Grada Karlovca u prošlosti je evidentirano nekoliko velikih i razornih poplava, uglavnom u rano proljeće i kasnu jesen ovisno o postojećim vremenskim uvjetima. S obzirom na negativne učinke koje poplave ostavljaju na stambene površine, prometnu infrastrukturu, aktivnosti i optimalno funkcioniranje stanovništva, one se ističu ograničavajućim faktorom razvoja navedenog

prostora. Stoga se provode i planiraju različite aktivnosti i mjere u funkciji zaštite od potencijalnih poplava i smanjivanja njihovih štetnih učinaka na prihvatljivu razinu (Prethodna procjena rizika od poplava, 2019).

1.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet ovog prvostupničkog rada odnosi se na poplave na području Grada Karlovca, koje se ubraja među poplavama najugroženija područja Republike Hrvatske, s obzirom na smještaj u hidrografskom čvorištu četiriju rijeka, relativno veliku količinu padalina tijekom godine, velike padove rijeka te porječja koja imaju izražena brdska obilježja (Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, 2019).

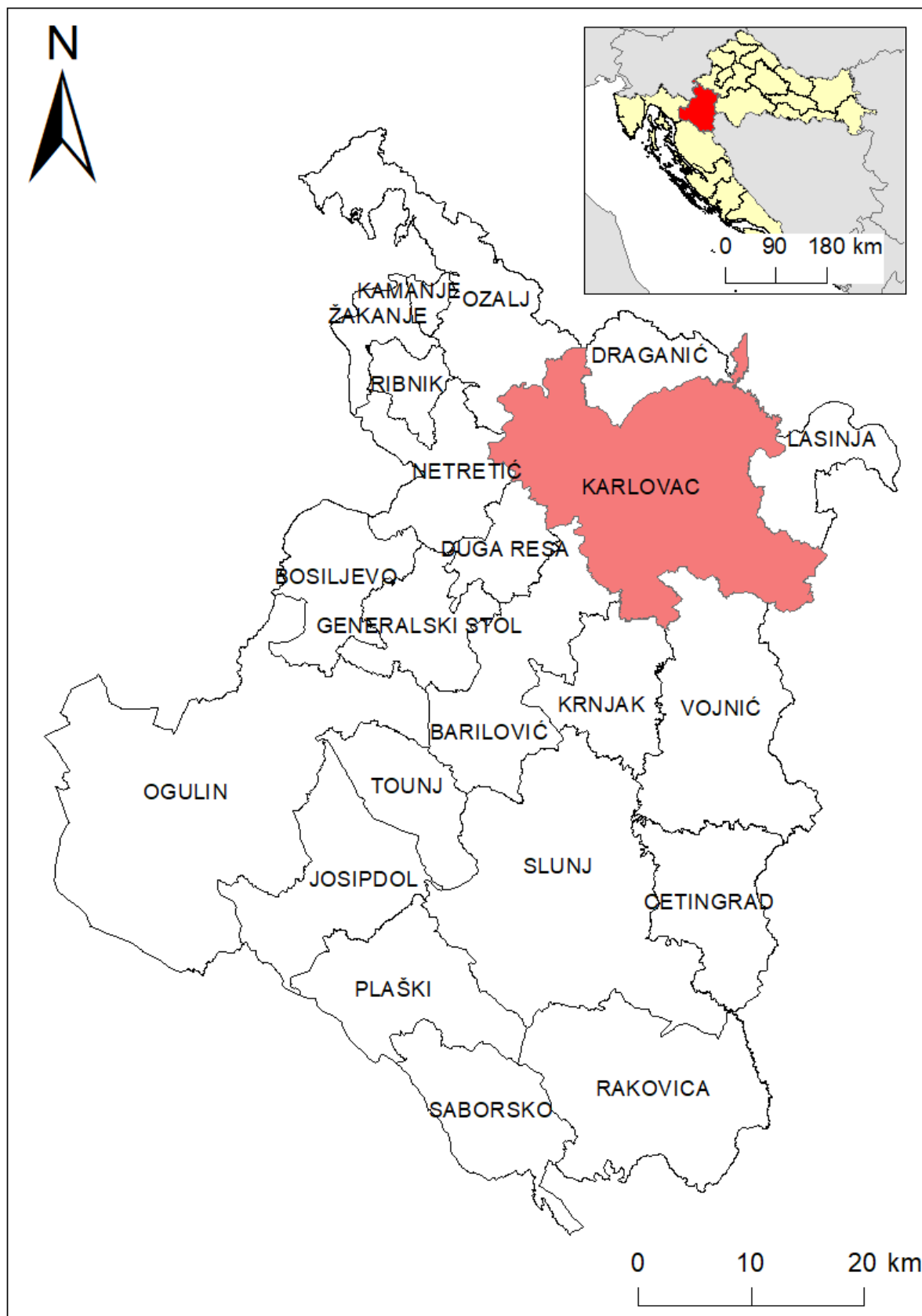
S obzirom na činjenicu da je ugroženost od poplava na navedenom području stalno prisutna i povećava se posljednjih godina, a uzroci poplava uglavnom su prirodnogeografske naravi, cilj je ovog rada utvrditi dominantne uzroke nastanka poplava u Republici Hrvatskoj, s naglaskom na područje Grada Karlovca te prikazati relevantna prirodnogeografska obilježja Grada Karlovca i kretanje vodostaja dominantnih vodotoka navedenog prostora za koje Državni hidrometeorološki zavod bilježi podatke, odnosno rijeka Kupe i Korane na hidrološkoj postaji Karlovac. S obzirom na ozbiljnost i dalekosežnost posljedica poplava, u radu će se analizirati i značajnije zabilježene razorne poplave na području Grada Karlovca te posljedice navedenih elementarnih nepogoda i mjere zaštite od njihovog štetnog djelovanja na život i zdravlje stanovništva, gospodarstvo te društvenu stabilnost i politiku.

1.2. Metodologija i izvori podataka

Istraživanje u sklopu izrade ovog rada temelji se na analizi sekundarnih izvora podataka, odnosno ranije provedenih i objavljenih istraživanja. U radu je korištena znanstvena i stručna literatura, kao i strateško – planska i prostorno – planska službena dokumentacija vezana uz tematiku poplava na području Grada Karlovca. Korišteni su i statistički izvori podataka dostupni na mrežnim stranicama Državnog zavoda za statistiku, Državnog hidrometeorološkog zavoda, Hrvatskih voda i sl. Pojedini statistički podaci iskazani su tablično i grafički pomoću programa Microsoft Excel, a za izradu kartografskih priloga (vizualizaciju) korištena je aplikacija ArcMap.

1.3. Prostorni okvir istraživanja

Za potrebe izrade ovog prvostupničkog rada, za prostor istraživanja odabrano je područje Grada Karlovca kao jedinice lokalne samouprave, smještene unutar sjevernog dijela Karlovačke županije (sl. 1). Grad Karlovac predstavlja administrativno, političko, gospodarsko, obrazovno i kulturno središte Karlovačke županije, kao i najveći Grad u njoj (Katalog projekata Karlovačke županije, 2018). Područje Grada Karlovca graniči s Općinom Draganić na sjeveru, s Gradom Ozljem na sjeverozapadu, s Općinom Netretić na zapadu, s Gradom Duga Resa i Općinom Barilović na jugozapadu, s Općinama Krnjak i Vojnić na jugu, sa Sisačko – moslavačkom županijom na jugoistoku te s Općinom Lasinja i Zagrebačkom županijom na zapadu. Područje Grada Karlovca površine je 402,1 km², čime zauzima oko 11% teritorija Karlovačke županije, a u njegovom se sastavu nalaze pedeset dva samostalna naselja raspoređena unutar dvanaest gradskih četvrti (Prostorni plan uređenja Grada Karlovca, 2002). Prema podacima Popisa stanovništva iz 2011. godine, područje Grada Karlovca imalo je 55.705 stanovnika, čime je činilo 43,2% stanovništva Karlovačke županije (DZS, 2011). Prema prvim službenim rezultatima najnovijeg Popisa iz 2021., Grad Karlovac ima 49.594 stanovnika (DZS, 2021). S obzirom na geografski smještaj Grada Karlovca u središnjoj Hrvatskoj, na kontaktnom prostoru dviju prirodno - geografskih cjelina, Panonske nizine i Dinarida, u blizini hrvatskog gorskog praga, područje Grada ističe se iznimnim značenjem u prometnom povezivanju Panonsko – peripanonske s Primorskom Hrvatskom. Promatrajući širi prostor, područje Grada Karlovca zahvaljujući svom tranzitnom, prometnom i geostrateškom položaju predstavlja sjecište najvažnijih prometnica koje povezuju Europu s Jadranskom obalom (Maradin, 2009).



Sl. 1. Položaj Grada Karlovca unutar Karlovačke županije

Izvor: Prema Prostorni plan uređenja Grada Karlovca, 2002, izradila autorica

2. POPLAVE

Poplave se mogu definirati na različite načine, no prema svim definicijama one podrazumijevaju iznenadnu i neuobičajenu pojavu izlivanja velike količine vode na određenom prostoru, što dovodi do privremene pokrivenosti vodom zemljišta koje u normalnim uvjetima nije prekriveno vodom. Kao jedan od temeljnih službenih dokumenata kojemu je u interesu upravljanje, nadziranje i zaštita vodnih resursa na teritoriju Republike Hrvatske, što uključuje i zaštitu od njihovog štetnog djelovanja, ističe se Zakon o vodama. Prema njemu su poplave definirane kao „privremena pokrivenost vodom zemljišta, koje obično nije prekriveno vodom, uzrokovana izlivanjem rijeka, bujica, privremenih vodotoka, jezera i nakupljanja leda, kao i morske vode u priobalnim područjima i suvišnim podzemnim vodama“. Prema istom je zakonu rizik od poplava definiran kao „kombinacija vjerojatnosti poplavnog događaja i potencijalnih štetnih posljedica poplavnog događaja za život, zdravlje i imovinu ljudi, okoliš, kulturno naslijeđe i gospodarsku aktivnost“ (Zakon o vodama, 2019). Postoji nekoliko uzroka nastanka navedenih nepogoda, a one se primarno mogu podijeliti na prirodne poplave, poplave nastale antropogenim aktivnostima ili one koje su uzrokovane njihovom kombinacijom. Što se tiče teritorijalnih uvjeta u kojima nastaju poplave, najizloženija područja za njihovu pojavu odnose se na nizinska područja smještena u blizini rijeka, jezera ili laguna, obalna područja izložena jakim vjetrovima, područja neadekvatne odvodnje koja plave uslijed intenzivnih kiša, područja nizvodno od brana te ona locirana uz manje potoke, jarke, suha korita ili krška područja (Prethodna procjena rizika od poplava, 2019). Tijekom povijesti, plavljena su područja oduvijek predstavljala plodne prostore velike gustoće naseljenosti i intenzivnih ekonomskih aktivnosti, čime je stanovništvo koje se naselilo u njihovoj blizini od davnih vremena bilo suočeno s potrebama zaštite od poplava. Do današnjih vremena nije pronađeno odgovarajuće rješenje za kontroliranje i sprječavanje pojave poplava, odnosno za život u skladu s njima (Vinković i Martinić, 2016). Tijekom posljednjeg desetljeća u cijelom se svijetu, pa tako i u Republici Hrvatskoj bilježi sve češća pojava klimatskih ekstrema, a u skladu s time i ekstremnih hidroloških prilika koje dovode do vrlo visokih vodostaja, što dovodi do poplava koje osim što prijete ljudskom životu i zdravlju, uzrokuju štete u poljoprivredi, prometu, energetici, na infrastrukturi, objektima i kulturnim resursima te onečišćuju okoliš (Plan upravljanja vodnim područjima, 2015). U pojedinim slučajevima pojave poplava, moguće je identificirati i njihove pozitivne posljedice na ekosustav, s obzirom na činjenicu da su poplave dio prirodnog ciklusa. Navedene se posljedice odnose primjerice na poboljšanje plodnosti tla, obnovu močvara, obogaćivanje podzemnih voda u

sušnim područjima ili porast biološke raznolikosti površinskih voda zbog transporta hranjivih tvari (Donald, 2019).

2.1. Podjela poplava

Poplave predstavljaju vrlo kompleksnu hidrološku pojavu za čiji je nastanak potrebno djelovanje brojnih čimbenika koji se međusobno nadopunjuju, a mogu se klasificirati na temelju različitih kriterija.

Prema uzrocima nastanka poplave se mogu podijeliti na sljedeće kategorije:

- 1) Poplave nastale zbog jakih padalina,
- 2) Poplave nastale zbog nagomilavanja leda u vodotocima,
- 3) Poplave nastale zbog klizanja tla ili potresa,
- 4) Poplave nastale zbog rušenja brana ili ratnih razaranja (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

Prema brzini nastajanja vodnog vala (organizacijski) poplave se mogu podijeliti na:

- 1) Mirne ili postupne poplave,
- 2) Nagle poplave (Draganić, 2018).

Kod mirnih je poplava potrebno deset i/ili više sati kako bi se formirao veliki vodni val, a karakteristične su za velike vodotoke, gdje se javljaju uslijed dugotrajnih oborina. Mirne poplave u pravilu ne rezultiraju gubitkom ljudskih života, a pravilnim preventivnim mjerama moguće je smanjiti njihove štetne učinke na minimalnu razinu. S druge strane, nagle se poplave ističu vrlo kratkim vremenom formiranja velikog vodnog vala, što ih čini mnogo opasnijim od mirnih poplava, uz zahtijevanje brzih i složenijih intervencija, s obzirom na činjenicu da često mogu rezultirati ljudskim žrtvama. U nagle poplave ubrajaju se primjerice bujične poplave, poplave uzrokovane odronima i klizištima, poplave uzrokovane podvodnim potresima (tsunami), poplave nastale plimnim valom te umjetne (akcidentne) poplave (Draganić, 2018).

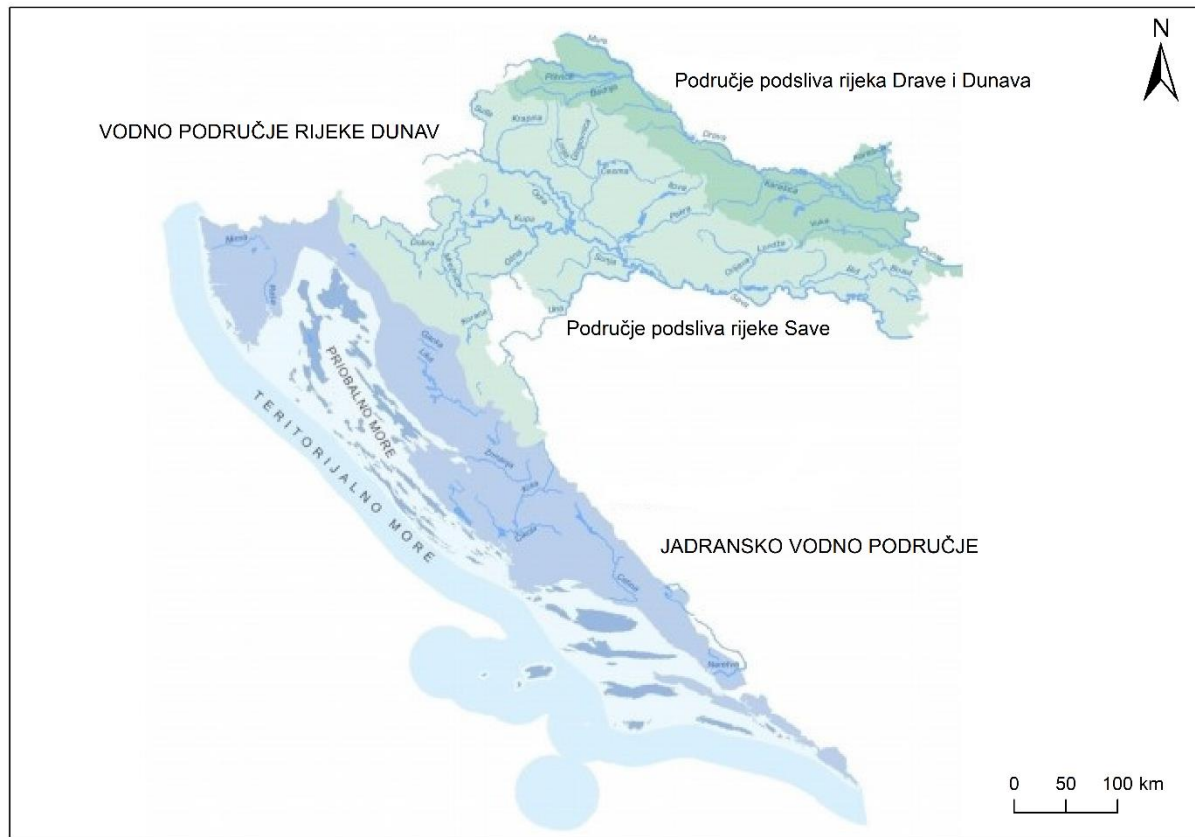
2.2. Glavni uzroci nastanka poplava u Republici Hrvatskoj

Republika Hrvatska srednjoeuropska je i sredozemna država, smještena između Podunavlja na sjeveru i Jadranskog mora na jugu (Magaš, 2013). Hidrografski pripada jadranskom i crnomorskom slijevu, a podijeljena je na dva vodna područja: vodno područje

Dunava i jadransko vodno područje, čija granica slijedi prirodnu hidrografsko – hidrogeološku granicu između jadranskog i crnomorskog slijeva (Sl. 2.). Vodno područje rijeke Dunav površine je 35.117 km², čime zauzima 62% hrvatskog kopnenog teritorija. Glavni vodotoci na vodnom području su rijeke Sava i Drava, a vodno je područje u Republici Hrvatskoj dio šireg međunarodnog vodnog područja Dunava. Vodno područje Dunava uključuje područje porječja rijeke Save koje zauzima 25.764 km² ili 73% njegove površine te područje porječja rijeke Drave i Dunava koje zauzima 9.353 km² što je 27% površine vodnog područja Dunava. Jadransko vodno područje ima površinu od 35.303 km² čime zauzima oko 40% teritorija Republike Hrvatske, a u njegovom se sastavu nalazi više porječja ili dijelova porječja jadranskih rijeka s pripadajućim podzemnim, prijelaznim i priobalnim vodama. Izvan granica vodnog područja prostire se teritorijalno more te malobrojni nenaseljeni pučinski otočići i hridi. Jadransko vodno područje u Republici Hrvatskoj dio je šireg međunarodnog sliva Jadranskog mora. Osim vodnih područja i područja podslivoja, ključne teritorijalne jedinice upravljanja vodama koje su određene Zakonom o vodama su i područja malog sliva i sektora osnovana radi efikasnije organizacije i provedbe mjera u upravljanju vodama (Plan upravljanja vodnim područjima, 2015).

S obzirom na činjenicu da mnogo veći dio teritorija Republike Hrvatske pripada crnomorskom slijevu (62%) u kojem dominiraju veći vodotoci s velikim slijevnim površinama, kao i velikim brojem manjih podslijevova, teritorij Republike Hrvatske pod velikim je utjecajem vodotoka vodnog područja rijeke Dunav i njihovih pritoka. Hidrološke karakteristike najvećih vodotoka na vodnom području rijeke Dunav ovise o klimatskim obilježjima područja iz kojih dolaze. S obzirom na veliku količinu tranzitnih voda, vodno područje Dunava karakterizira obilje vode (Plan upravljanja vodnim područjima, 2015). Nadalje, Republiku Hrvatsku obilježava postojanje prostranih brdsko – planinskih područja s visokim kišnim intenzitetima te prisutnost širokih dolina nizinskih rijeka, a prema hipsometrijskim obilježjima reljefa najveći dio njezinog teritorija niži je od 200 metara nadmorske visine. S obzirom na hidromorfološke karakteristike teritorija Republike Hrvatske, postojeću nedovoljnu izgrađenost zaštitnih sustava obrane od poplava, lokaciju velikih gradova i vrijednih dobara na potencijalno ugroženim površinama, Republika Hrvatska ranjiva je od poplava u velikoj mjeri. S obzirom na popriličnu ranjivost od poplava, kao i pripadnost dvaju velikim hidrografskim cjelinama (dunavskoj ili crnomorskoj i jadranskoj) Republika Hrvatska surađuje u upravljanju vodnim resursima sa

susjednim državama i širim međunarodnim okruženjem (Procjena rizika od katastrofa, 2019).



Sl. 2. Vodna područja i područja podslivova sa značajnijim vodotocima na teritoriju Republike Hrvatske

Izvor: Plan upravljanja vodnim područjima, 2015, prilagodila autorica

Poplave koje se mogu pojaviti na teritoriju Republike Hrvatske mogu se klasificirati unutar šest osnovnih skupina:

- 1) Riječne poplave nastale zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega,
- 2) Bujične poplave manjih vodotoka nastale zbog kratkotrajnih kiša visokih intenziteta,
- 3) Poplave na krškim poljima nastale zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega te nedovoljnih propusnih kapaciteta prirodnih ponora,
- 4) Poplave unutarnjih voda na ravničarskim površinama,
- 5) Ledene poplave,
- 6) Poplave mora (Silaj, 2016).

Osim navedenih kategorija, u Hrvatskoj se mogu pojaviti i umjetne (akcidentne) poplave, koje najčešće nastaju kao posljedica aktiviranja klizišta, neadekvatne izgradnje ili

mogućeg proboja nasipa i brana. Veliki problem predstavljaju i poplave u urbanim područjima, koje se pojavljuju kao posljedica oborina kratkog trajanja i visokih intenziteta, a zbog velike koncentracije stanovništva na maloj površini nerijetko uzrokuju značajne materijalne štete (Silaj, 2016).

2.3. Poplavama najugroženija područja Republike Hrvatske

Republika Hrvatska zahvaljujući geografskim i povijesnim pogodnostima ubraja se među države bogate vodnim resursima, gdje problemi s vodom još nisu izraženi, odnosno vodni resursi ne predstavljaju ograničavajući čimbenik njezinog razvoja. Prema istraživanjima Organizacije Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu koje je provedeno 2003. godine, po dostupnosti i bogatstvu vodenih izvora Republika Hrvatska zauzima peto mjesto u Europi i četrdeset drugo u svijetu, no primjetna je nejednolika vremenska i prostorna raspoređenost količina hrvatskih površinskih i podzemnih voda, zbog čega su institucije zadužene za upravljanje vodnim resursima na teritoriju Republike Hrvatske dužne osmisliti i provesti adekvatna rješenja (Strategija upravljanja vodama, 2009). Bogatstvo Republike Hrvatske površinskim i podzemnim vodnim resursima ima mnogoznačnu pozitivnu ulogu u svakodnevnom životu ljudi, no, nažalost, u posljednjih je nekoliko stoljeća vidljiv manjak čovjekove svijesti prema vodi koja se u mnogim gospodarskim sektorima pod prisilom prilagođava njegovim potrebama. Takvi antropogeni pritisci na vodne resurse pospješuju različite opasnosti poput razornih poplava, koje osim što prvenstveno ovise o količini oborina i klimatskim uvjetima, u ovisnosti su i o načinu korištenja zemljišta, a pretpostavlja se da će u budućnosti pojava poplava i ostalih nepogoda, poput požara, potresa, aktiviranja klizišta i sl. biti još učestalija. S obzirom na navedenu činjenicu, ključan čimbenik za optimalni društveni i gospodarski razvoj i funkcioniranje države postaje pokušaj smanjenja rizika od potencijalnih katastrofa koje joj prijete, a osim nadležnih institucija, tome može pridonijeti i svaki pojedinac (Bruyninckx, 2018).

Hrvatske vode su pravna osoba sa zadatkom upravljanja vodama na teritoriju Republike Hrvatske, a organizirane su prema teritorijalnom i funkcionalnom principu. Upravljanje vodama od strane Hrvatskih voda uključuje poslove poput izrade relevantne planske dokumentacije, uređenja voda i zaštite od njihovog štetnog djelovanja, zaštite voda, projekata u sklopu izgradnje građevina za navodnjavanje i sl. (Strategija upravljanja vodama, 2009). S ciljem boljeg i učinkovitijeg upravljanja pojavljivanjem potencijalnih

katastrofa i minimizacije njihovih potencijalnih negativnih učinaka na život i zdravlje stanovništva, materijalna i kulturna dobra te ekološke procese, navedena institucija na temelju Zakona o vodama, za svako vodno područje, a po potrebi i za njihove pojedine dijelove izrađuje Prethodnu procjenu rizika od poplava te karte opasnosti i karte rizika od poplava, što predstavlja korake u sklopu izrade Plana upravljanja rizicima od poplava, odnosno Plana upravljanja vodnim područjima (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

2.3.1 Karte opasnosti od poplava

Karte opasnosti od poplava sadrže prikaz mogućnosti razvoja poplavnih scenarija na određenom prostoru, a izrađuju se pomoću rezultata brojnih istraživanja, analiza i projekata provedenih od strane nadležnih institucija (Barbalić, 2021). Kartama su obuhvaćene fluvijalne, odnosno riječne i bujične poplave, poplave uzrokovane visokim razinama mora, poplave uzrokovane podzemnim vodama na području krša, poplave koje nastaju kao posljedica izlivanja vode iz akumulacija i umjetnih kanala zbog gubitka funkcionalnosti građevina te poplave koje nastaju kao posljedica gubitka funkcije sustava za zaštitu od poplava (Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021).

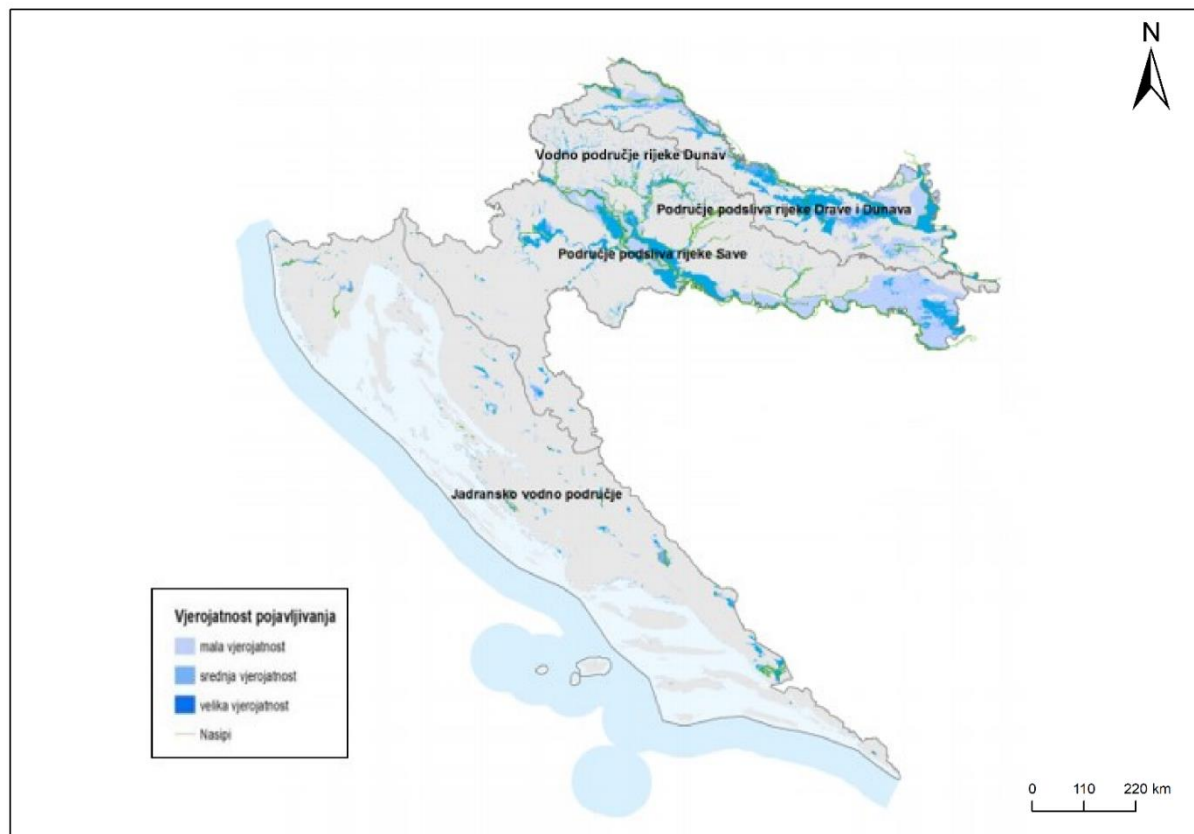
U sklopu karata opasnosti od poplava izrađuju se pojedine karte za svaki od tri poplavna scenarija:

- 1) Poplave velike vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 25 godina),
- 2) Poplave srednje vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 100 godina),
- 3) Poplave male vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 1000 godina), uz pridružene poplave uslijed mogućih rušenja nasipa ili visokih brana – umjetne poplave (Plan upravljanja vodnim područjima, 2015).

Zajedno s informacijama o prostornom obuhvatu poplava, prema potrebi su određene i dubine plavljenja ili vodostaj te brzina toka ili protok vode za poplave velike, srednje i male vjerojatnosti pojavljivanja (Prethodna procjena rizika od poplava, 2019). S obzirom na sve učestalije promjene klime i njihove vrlo složene utjecaje na pojavu velikih voda, prilikom izrade najnovijih karata opasnosti od poplava (za 2019. godinu) njihov utjecaj uzet je u obzir samo za jedan uzrok plavljenja - za poplave uzrokovane visokim razinama mora. Razlog tome je još uvijek nedovoljna pouzdanost i razumijevanje kompleksnosti utjecaja klimatskih promjena na poplave, na čemu je potrebno poraditi u budućnosti, s obzirom na

činjenicu da se one odvijaju sve brže, raširenije i intenzivnije (Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021).

Opasnost od poplava može biti prikazana kartom opasnosti od poplava za scenarij velike, srednje ili male vjerojatnosti pojavljivanja, kao i kartom opasnosti od poplava na kojoj su istovremeno prikazana sva tri scenarija (sl. 3).



Sl. 3. Karta opasnosti od poplava za područje Republike Hrvatske, 2019. god.

Izvor: Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021, prilagodila autorica

Na teritoriju Republike Hrvatske podijeljenom na dva vodna područja, vodno područje rijeke Dunav ističe se mnogo većom opasnošću od poplava od Jadranskog vodnog područja, prema sva tri scenarija pojavljivanja (Tab. 1.). Unutar vodnog područja rijeke Dunav, najveće se apsolutne površine ugrožene poplavama nalaze u podslivu rijeke Save, osobito na područjima županija u kojima prevladava nizinski reljef i veliki vodotoci. Ravničarskim područjima uz velike rijeke prijeti i potencijalna opasnost od pucanja nasipa (Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021).

Tab. 1. Površine plavljenih područja za sva tri scenarija pojavljivanja poplava prema karti opasnosti od poplava za područje Republike Hrvatske

		Mala vjerojatnost pojavljivanja	Srednja vjerojatnost pojavljivanja	Velika vjerojatnost pojavljivanja
Jadransko vodno područje	Km ²	829	534	286
	%	3,9	2,5	1,3
Vodno područje rijeka Dunav	Km ²	8.818	4.049	3.218
	%	25,1	11,5	9,2
Područje podsliva rijeke Save	Km ²	5.341	2.209	1.820
	%	20,0	8,3	6,8
Područje podsliva rijeke Drave i Dunava	Km ²	3.477	1.840	1.398
	%	37,2	19,7	14,9

Izvor: Plan upravljanja vodnim područjima, 2015

2.3.2. Karte rizika od poplava

Karte rizika od poplava daju prostorni pregled mogućih štetnih posljedica koje su vezane uz poplavne scenarije prikazane na kartama opasnosti od poplava. Izrađuju se prikupljanjem i interpretacijom niza podataka, u čemu sudjeluju mnoge nadležne institucije, a procjena intenziteta rizika kao međuovisnosti vjerojatnosti i štetnih posljedica poplavlivanja za stručne potrebe se provodi u sklopu Plana upravljanja rizicima od poplava. Time karte rizika od poplava odstupaju od uobičajene definicije rizika koji predstavlja kombinaciju vjerojatnosti i posljedica poplava, u cilju njihovog jednostavnijeg prikazivanja i lakšeg razumijevanja (Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021). Paralelno s izradom karata opasnosti od poplava provode se aktivnosti prikupljanja podataka i za izradu karata rizika od poplava, a u sklopu njihove izrade također se izrađuju zasebne karte za svaki od tri poplavna scenarija – scenarij velike, srednje i male vjerojatnosti pojavljivanja, uključujući i umjetne poplave (Barbalić i dr., 2015).

Podaci uključeni u izradu karata rizika od poplava obuhvaćaju sljedeće elemente:

- 1) Broj ugroženog stanovništva po naseljima (grupirani u tri klase – manje od 100, 101 – 1.000 i više od 1.000 stanovnika),
- 2) Korištenje zemljišta i gospodarske aktivnosti unutar poplavnog područja,
- 3) Infrastrukture građevine,
- 4) Lokacije na kojima se vjerojatno nalazi ranjiviji dio stanovništva (predškolske ustanove, škole, bolnice, domovi za starije osobe),
- 5) Zaštita okoliša (mogući značajni zagađivači),
- 6) Zaštićena područja,
- 7) Kulturna baština (uvrštena na UNESCO-ov popis),
- 8) Ostale prateće informacije (Barbalić i dr., 2015).

Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava rezultat su rada velikog broja djelatnika Hrvatskih voda, a unaprjeđuju se i dorađuju na temelju procjena prethodno izrađenih dokumenata, informacija prikupljenih na terenu i sl. Služe kao osnovna podloga za izradu Plana upravljanja rizicima od poplava te podrška u raznim programima i projektima (Barbalić, 2021). Jednostavne su i informativne te su izgledom prilagođene širokom krugu javnosti, s ciljem omogućavanja njihove edukacije i aktivnog sudjelovanja u upravljanju rizicima od poplava (Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, 2021).

3. GEOGRAFSKA OBILJEŽJA GRADA KARLOVCA

3.1. Prirodnogeografska obilježja

3.1.1. Geomorfološka obilježja

Prema geomorfološkoj regionalizaciji reljefa Hrvatske, Karlovačka županija predstavlja prijelazno područje između dvije megageomorfološke regije: Dinarskog gorskog sustava i Panonskog bazena (Bočić i dr., 2016). S obzirom na tu činjenicu, prednost prostora Karlovačke županije čine raznolika prirodna obilježja alpskog, krškog i nizinskog prostora koji se dodiruju na njenom teritoriju. Područje Karlovačke županije ističe se raznolikim reljefom, od širokih naplavnih riječnih dolina na ravničarskom sjeveru, do uskih riječnih kanjona i dolina između planinskih vrhova na jugu županije. Takve velike razlike u prirodnim karakteristikama prostora uvjetuju različito uređenje i iskorištavanje područja županije (Županijska razvojna strategija Karlovačke županije, 2011). Karlovačka županija predstavlja područje pristupa suženom prostoru Dinarida Gorske Hrvatske iz smjera Panonske nizine, odnosno prostorno najpovoljnije mjesto za povezivanje srednjeg Podunavlja s Jadranskom obalom (Procjena rizika od katastrofa, 2019).

Reljef prostora Karlovačke županije s obzirom na prirodna obilježja smješten je u cijelosti ili djelomično unutar šest krajobraznih jedinica Republike Hrvatske:

- 1) Kordunska zaravan,
- 2) Gorski kotar,
- 3) Lika,
- 4) Žumberak i Samoborsko gorje,
- 5) Nizinska područja sjeverne Hrvatske,
- 6) Panonska gorja (Županijska razvojna strategija Karlovačke županije, 2011).

Područje Grada Karlovca smješteno je u sjevernom dijelu Karlovačke županije čime ga karakterizira pretežno nizinski reljef, a samo urbano naselje Karlovac smješteno je na ravničarskom području na sutoku rijeka Kupe, Korane, Dobre i Mrežnice. Prema pregledu krajobraznih jedinica Republike Hrvatske, područje Grada Karlovca pripada krajobraznim jedinicama Nizinska područja sjeverne Hrvatske te Kordunska zaravan. Unutar krajobrazne jedinice Nizinska područja sjeverne Hrvatske ističe se dio Pokupskog bazena te županijski centar Karlovac, a područje je karakteristično po šumama hrasta lužnjaka, močvarnim

staništima i periodičnom poplavljanju. Kordunska zaravan je prostrana vapnenačka zaravan koja završava kao podnožje goransko – ličkih planina, a izuzetnu vrijednost zaravni čine doline četiri krških rijeka s iznimnim hidrološkim značajem - Kupe, Korane, Dobre i Mrežnice (Županijska razvojna strategija Karlovačke županije. 2011).

3.2. Klimatska obilježja

Uz geomorfološka obilježja, glavni čimbenik nastanka poplavnih scenarija na određenom prostoru su i klimatska obilježja. Klima kao prirodno-geografski čimbenik djeluje na oblikovanje reljefa, vodene tokove, pedološke karakteristike i aktivnosti stanovništva određenog prostora. Prema Koppenovoj klasifikaciji, na području Republike Hrvatske zastupljena su dva klimatska razreda (C – umjereno tople kišne klime i D – borealne ili snježno – šumske klime) s pripadajućim klimatskim tipovima i podtipovima. Prema spomenutoj geografskoj raspodjeli klimatskih tipova po Koppenu, na području Grada Karlovca prevladava umjereno topla kišna klima s toplim ljetom, koja ima oznaku Cfb. Takvu klimu karakteriziraju izražena godišnja doba, bez izrazito suhih ili vlažnih razdoblja tijekom godine. Najhladniji mjesec u godini je siječanj, u kojem je prosječna temperatura viša od -3°C , a najtopliji su srpanj i kolovoz, kada je prosječna temperatura između 10°C i 22°C (Šegota i Filipčić, 1996; Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, 2019).

Klimatska obilježja na području Grada Karlovca temelje se na podacima meteorološke postaje Karlovac, koja bilježi podatke od 1949. godine. Prema podacima izmjerenim na meteorološkoj postaji Karlovac za razdoblje od 1949. – 2019. godine, najhladniji su mjeseci prosinac i siječanj s prosječnim temperaturama zraka od 1.4°C i 0.1°C , dok su najtopliji srpanj i kolovoz s prosječnim temperaturama od 21.5°C i 20.6°C (Tab. 2). Najviše padalina je u studenom (116.9 mm) i rujnu (109.3 mm), dok je najsuši mjesec veljača, kada u prosjeku padne 70.4 mm. Dakle, na području Grada Karlovca jesen je godišnje doba s najvećom količinom padalina, dok se najmanje količine bilježe u zimskom dijelu godine (DHMZ, 2021).

Osim godišnjeg hoda temperature zraka i količine padalina, važno klimatsko obilježje predstavlja i učestalost, smjer i jačina vjetra. Na području Grada Karlovca najčešći smjer vjetra je jugoistočni te sjeveroistočni. Učestalost vjetra veća je u zimskom dijelu godine, što je posljedica čestih prodora hladnog zraka sa sjevera prema kontinentalnoj Hrvatskoj (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

Tab. 2. Mjerenja na meteorološkoj postaji Karlovac u razdoblju 1949. – 2019. godine

KARLOVAC												
Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
TEMPERATURA ZRAKA												
Srednja [°C]	0.1	2.1	6.5	11.4	16.0	19.7	21.5	20.6	16.2	11.1	6.0	1.4
PADALINE												
Prosječna količina [mm]	74.5	70.4	74.8	88.2	97.1	99.6	93.1	97.2	109.3	100.5	116.9	90.2

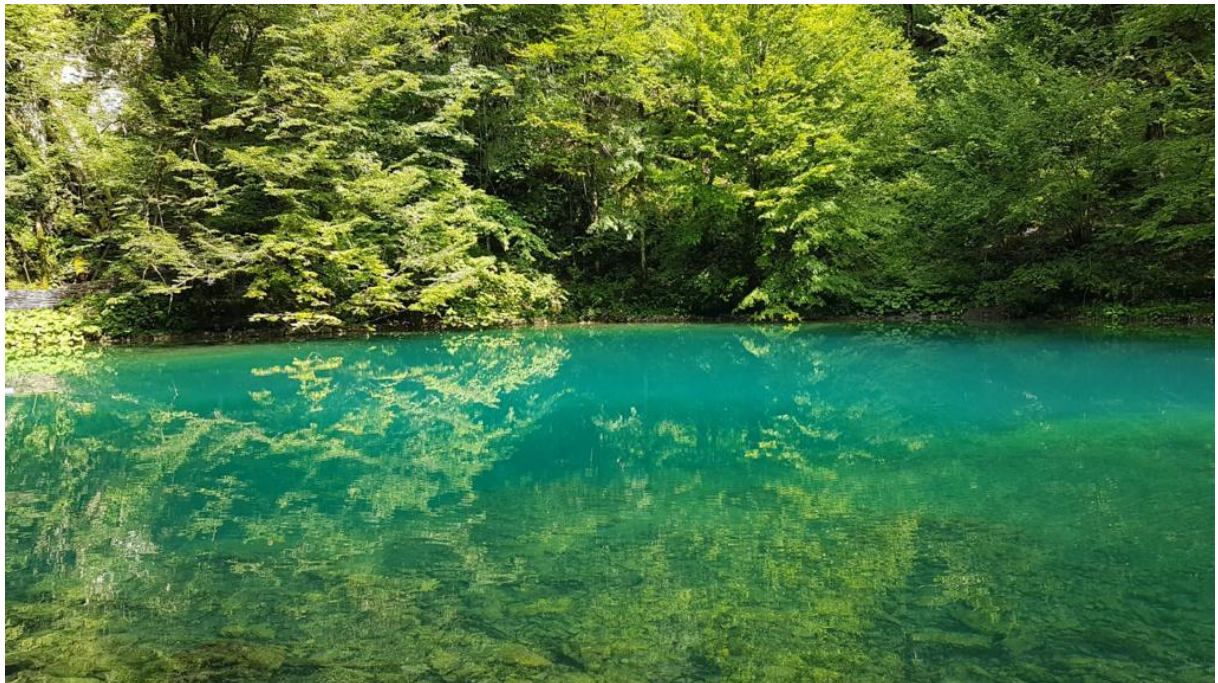
Izvor: DHMZ, 2021

3.2. Hidrogeografska i hidrološka obilježja

Na području Karlovačke županije hidrografska mreža je vrlo razgranata, osobito u sjevernom dijelu, gdje je smješten Grad Karlovac. U županiji se nalazi ukupno 114 vodnih tijela površinskih voda, od čega njih 112 pripada tekućicama, a dva vodna tijela stajaćice su antropogenog postanka. Na području Grada Karlovca kao i u cijeloj županiji, duljinom toka i površinom porječja dominiraju četiri glavna vodotoka – Kupa, Korana, Dobra i Mrežnica. Iz tog se razloga za urbano naselje Karlovac nerijetko upotrebljava epitet grad na četiri rijeke (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

Rijeka Kupa dugačka je 294 km, čime je treći najdulji vodotok na teritoriju Republike Hrvatske (nakon Save i Drave). Kupa je rijeka crnomorskog slijeva, a njezin je izvor Kupeško jezero tirkizno zelene boje smješteno u planinskom dijelu Gorskog kotara na području Nacionalnog parka Risnjak. Izvor je od 1963. godine zaštićen kao spomenik prirode te se ističe se kao jedno od najrasprostranjenijih i najdubljih hrvatskih vrela (sl. 4.). Desni pritoci Kupe su Korana, Dobra, Glina, Utinja i Petrinjčica, a lijevi Odra, Kupčina, Čabranka i Kravarščina. Kupa se ulijeva u Savu kod Siska, čime predstavlja najdulju rijeku kojoj je izvor i ušće unutar administrativnih granica Republike Hrvatske. S obzirom na

dužinu toka rijeke Kupe te raznolikost reljefnih cjelina i geološku građu terena kojim se prostire njeno korito, Kupa je vrlo raznolika rijeka. U gornjem dijelu toka teče brdsko – planinskim prostorom Gorskog kotara, a zatim ravničarskim i blago brdovitim sjevernim dijelom Karlovačke županije. Nadalje, kroz Pokuplje Kupa teče širokom nizinom, a zatim okružena Vukomeričkim goricama i Petrovom gorom, sve do grada Siska gdje se ulijeva u Savu (NP Risnjak, 2020). Dakle, kod Karlovca rijeka Kupa prelazi u nekrško područje, gdje poprima obilježja nizinske rijeke. S obzirom na činjenicu da rijeka Kupa u gornjem toku teče prostorom krša, a izvire u višem gorju, u prostoru s maksimalnom količinom padalina u Republici Hrvatskoj, karakterizira ju dinarski kišno – snježni režim s dva minimuma i dva maksimuma tijekom godine (Čanjevac, 2013).



Sl. 4. Nacionalni park Risnjak, rijeka Kupa

Rijeka Korana dugačka je oko 134 km i pripada crnomorskom slijevu. Izvorišno područje Korane nalazi se podno Male Kapele (Sastavci, NP Plitvička jezera), a ulijeva se u Kupu kod Karlovca. Lijevi su joj pritoci Mrežnica i Slunjčica, a desni pritok joj je rijeka Radonja. (Hrvatska enciklopedija, 2021). Kanjon Korane karakterizira mnoštvo slapova, osobito na gornjem toku rijeke. Korana je tipična krška rijeka te je od izvorišnog područja na višoj nadmorskoj visini njezin tok izrazito brz, a zatim dolazi do Karlovca i teče kroz sam centar grada mirnijim i staloženijim tokom. Od velike je važnosti za prihranjivanje aluvijalnih vodonosnika kod Karlovca. Rijeku Koranu karakterizira kišno – snježni režim (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

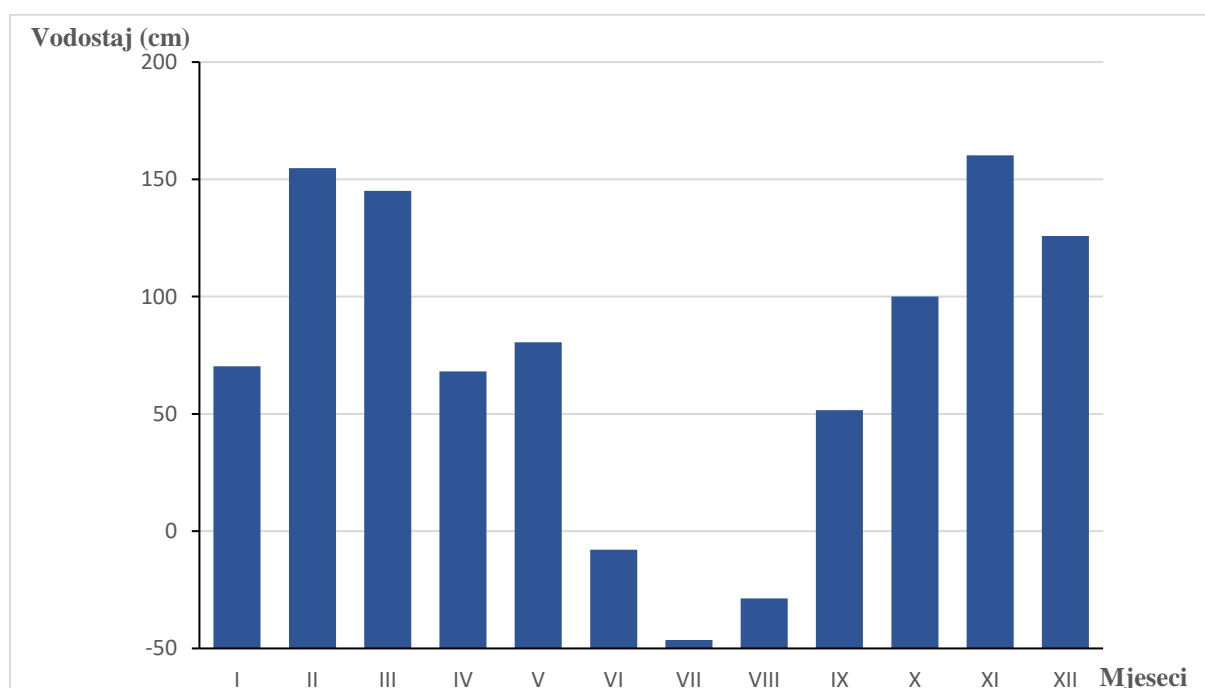
Rijeka Dobra je desni pritok Kupe duljine 104 km, a pripada crnomorskom slijevu te je rijeka ponornica. Dobra izvire u blizini Bukova vrha u Gorskom kotaru, a drugi joj je izvor u blizini Skrada kod sela Donja Dobra te se dva navedena izvorišna kraka spajaju u jednu rijeku. Dobra ima nadzemni i podzemni tok. Sastoji se od tri dijela toka. Od izvora do Đulinog ponora u Ogulinu ima naziv Gornja ili Ogulinska Dobra, nakon poniranja teče podzemnim špiljskim sustavom Đula – Medvednica te ponovno izvire u blizini sela Gojak gdje se naziva Gojačkom ili Donjom Dobrom. Rijeka Dobra ulijeva se u Kupu kod Karlovca (Hrvatska enciklopedija, 2021).

Mrežnica je rijeka ponornica, lijevi pritok Korane, u koju se ulijeva neposredno prije Karlovca. Duljina toka Mrežnice iznosi 62 km, a izvire u planinskom području u blizini Slunja. Na Mrežnici ima mnogo slapova koji se prelijevaju preko nejednoliko raspoređenih sedrenih barijera. Glavni joj je pritok rijeka Tounjčica. Obilježava ju kišno – snježni režim (Hrvatska enciklopedija, 2021).

4. DINAMIKA VODOSTAJA RIJEKA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA

Vodostaj predstavlja jedan od značajnijih elemenata neke tekućice, a odnosi se na razinu vode iznad nulte točke u rijeci, jezeru, močvari ili moru. Mjerenjem vodostaja dobiva se uvid u veličinu otjecanja vode, a obično se mjeri u centimetrima na način da se nulta točka vodomjera locira na poznatu nadmorsku visinu kako bi se vodostanje ili promjena stanja vodostaja nakon određenog vremena moglo uspoređivati (Riđanović, 1993). Organizirana su mjerenja vodostaja na teritoriju Republike Hrvatske započela početkom 19. stoljeća, a postupno se povećavao i broj mjernih postaja, s obzirom na to da je poznavanje informacija o količini i rasporedu površinskih voda na određenom prostoru oduvijek bilo vrlo važno za njegovo iskorištavanje i uređenje, kao i planiranje zaštite od štetnog djelovanja voda (Silaj, 2016).

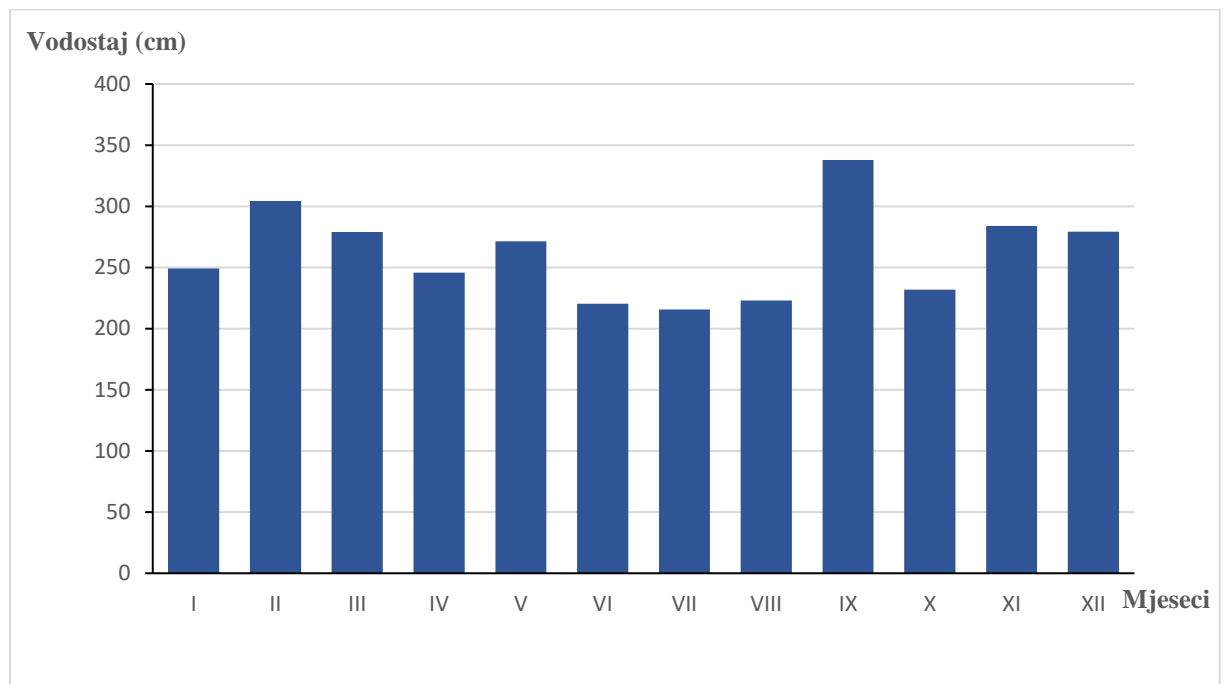
Državni hidrometeorološki zavod za područje Grada Karlovca bilježi podatke o vodostaju na dvije hidrološke postaje: Kupa – Karlovac te Korana – Karlovac. U nastavku su prikazane srednje mjesečne vrijednosti vodostaja Kupe i Korane na stanici Karlovac za desetogodišnje razdoblje od 2011. – 2020. godine.



Sl. 5. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja Kupe za razdoblje 2011. – 2020. godine na hidrološkoj postaji Karlovac

Izvor: DHMZ, 2021

Najviši je srednji mjesečni vodostaj rijeke Kupe u razdoblju od 2011. – 2020. godine na hidrološkoj postaji Karlovac u mjesecu studenom i iznosi 160,2 cm, kada meteorološka postaja Karlovac bilježi i najveću prosječnu količinu oborina, a najniža srednja mjesečna vrijednost vodostaja Kupe u navedenom desetogodišnjem razdoblju zabilježena je u srpnju te iznosi -46,4 cm .



Sl. 6. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja Korane za razdoblje 2011. – 2020. godine na hidrološkoj postaji Karlovac

Izvor: DHMZ, 2021

Najviši srednji mjesečni vodostaj rijeke Korane u razdoblju od 2011. – 2020. godine zabilježen je u mjesecu rujnu (337,9 cm), a najniža srednja mjesečna vrijednost vodostaja Kupe u istom razdoblju zabilježena je u srpnju te iznosi 215,6 cm.

Od četiri glavna vodotoka na području Grada Karlovca poplavne scenarije najčešće uzrokuju Kupa i Korana, a ukoliko vodostaj dosegne visinu određenu planovima obrane od poplava i ako se očekuje njegov daljni porast, Hrvatske vode kao pravna osoba za upravljanje vodama proglašavaju redovnu ili izvanrednu obranu od poplava.

5. ZNAČAJNIJE ZABILJEŽENE POPLAVE NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA

Područje Grada Karlovca riječno je čvorište u kojem se sastaju četiri rijeke (Kupa, Korana, Dobra i Mrežnica) te brojni manji vodotoci, a sve karakterizira bujični karakter u gornjem toku. Osim velikih voda rijeka, cijelom području Grada Karlovca prijete i vlastite oborinske vode zbog dotrajale i preopterećene kanalizacije. Pregledom povijesnih podataka moguće je uočiti da se redovne mjere obrane od poplava na području Grada Karlovca proglašavaju minimalno jednom godišnje, dok se izvanredne mjere proglašavaju svake druge godine. Vodostaji za proglašavanje izvanrednog stanja događaju se otprilike svakih pet godina, a najveći utjecaj na njihov porast imaju meteorološke prilike, odnosno količina oborina (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019). Značajnije zabilježene poplave na određenom prostoru važno je pratiti kako bi se utvrdila njegova daljnja potencijalna ugroženost.

Na području Grada Karlovca kroz povijest je zabilježeno nekoliko razornih poplava među kojima se najviše ističu one zabilježene 1939., 1966., 1972., 1974., 1996., 1998, 2001., 2005., 2010., 2012., 2013., 2014 i 2015. godine (Procjena rizika od katastrofa, 2019). U novijoj povijesti Grada Karlovca važno je istaknuti dvije velike i zapamćene poplave. Poplava koja se dogodila 1939. godine poznata je kao „stoljetna poplava“, odnosno najveća i najrazornija poplava 20. stoljeća zabilježena na karlovačkom području, kada je krajem svibnja i početkom lipnja vodostaj Kupe u Karlovcu iznosio 872 cm, što je bio najviši vodostaj rijeke od početka bilježenja podataka o kretanju vodostaja. Druga razorna i zapamćena poplava dogodila se 1966. godine te je tada vodostaj Kupe na postaji Karlovac iznosio 832 cm. Nakon poplave iz 1966. godine, na području Grada Karlovca započinje izgradnja sustava za obranu od poplava koji do današnjih vremena još uvijek nisu dovršeni te je zaštićeno samo uže područje grada, dok su manja prigradska naselja i dalje vrlo ugrožena te se negativne posljedice mogu primijetiti i tijekom manjeg porasta vodostaja.

Najveće i najrazornije poplave na području Grada Karlovca koje su ujedno i posljednje velike i upamćene poplave na tom prostoru zabilježene u ovom stoljeću bile su 2014. i 2015. godine, kada se vodostaj rijeke Kupe podigao na 844 cm (2014. godine) i 855 cm (2015. godine). Poprilično velike poplave pogodile su Grad Karlovac i u svibnju 2019. godine, kada je vodostaj Kupe porastao na 752 cm, a vodostaj Korane 759 cm te su i dalje bili u

porastu, čime su na snagu stupile izvanredne mjere obrane od poplava (Procjena rizika od katastrofa, 2019).

6. POSLJEDICE POPLAVA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA

Područje Grada Karlovca ubraja se u poplavama najugroženije dijelove teritorija Republike Hrvatske, a uže gradsko područje kao specifičan primjer grada na četiri rijeke zasigurno je jedan od najugroženijih hrvatskih gradova (Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, 2019). Količina oborina, veliki padovi rijeka i slivovi koji imaju izražen brdski karakter te vodotoci koji oblikuju kanjone uzrok su poplavama na području Grada Karlovca koje uzrokuju velike štete. Uslijed naglog porasta razine vode rijeka na području Grada Karlovca i pojave poplavnih scenarija događaju se neželjene posljedice po stanovništvo i ljudske aktivnosti, materijalna i kulturna dobra te okoliš na poplavljenim prostorima. S ciljem smanjenja potencijalnih mogućnosti pojavljivanja velikih nesreća kao i učinkovitijeg upravljanja i minimizacije njihovih neželjenih posljedica, nadležna tijela izrađuju Procjenu rizika od velikih nesreća za pojedina područja lokalne i regionalne samouprave (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019)

Prema spomenutoj su Procjeni određene tri skupine posljedica velikih nesreća na društvene vrijednosti:

- 1) Posljedice velikih nesreća na život i zdravlje ljudi,
- 2) Posljedice velikih nesreća na gospodarstvo,
- 3) Posljedice velikih nesreća na društvenu stabilnost i politiku,

dok su posljedice poplavnih scenarija klasificirane na neznatne, malene, umjerene, značajne i katastrofalne (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

Procjena posljedica poplava na život i zdravlje ljudi na području Grada Karlovca, kao i u cijeloj Karlovačkoj županiji temelji se na poplavnim događajima iz prethodnih godina, gdje je utvrđeno da stanovništvo u dosadašnjim velikim poplavama nije stradalo, no značajnije zabilježene poplave izazvale su dugoročne negativne učinke na njihov životni standard, poput življenja u iznimno lošim i neadekvatnim uvjetima, stresa, gubitka uspomena, prekida obrazovanja i sl.

Procjena posljedica poplavnih scenarija na gospodarstvo Grada Karlovca temelji se na štetama koje su poplave uzrokovale na gospodarskim i privatnim objektima. Uslijed razornijih poplava na području Grada Karlovca i cijele županije nekoliko su puta proglašene

elementarne nepogode uzrokovane poplavama koje su prouzročile značajne materijalne gubitke vezane uz gospodarske ili privatne objekte, za čiju je obnovu bilo potrebno izdvojiti određenu količinu novčanih sredstava (Tab. 3.).

Tab. 3. Elementarne nepogode uzrokovane poplavama na području Grada Karlovca i uzrokovane štete

Datum proglašenja	Vrsta elementarne nepogode	Grad / Općina	Uzrokovana šteta
13.02.2014.	Poplava	Karlovac	28.324.389,00 kn
15.09.2014.	Poplava	Karlovac	65.640.191,58 kn
19.10.2015.	Poplava	Karlovac	28.667.770, 39 kn

Izvor: Procjena rizika od velikih nesreća, 2019

Posljedice poplava na društvenu stabilnost i politiku odnose se na posljedice po kritičnu infrastrukturu te posljedice po građevine javnog društvenog značaja. Tijekom prethodnih značajnijih evidentiranih poplava na području Karlovačke županije i Grada Karlovca bile su poplavljene mnoge lokalne i regionalne ceste, a na određenim prostorima urušavale su se ulice, nasipi uz vodotoke, hidrotehničke građevine i sl. Poplavni scenariji uzrokovali su pojavu klizišta, odrone, pucanje nasipa, kao i veliku opasnost od zagađivanja površinskih i podzemnih vodotoka. Posljedice poplava na oštećenu infrastrukturu uključuju i financijska sredstva uložena za potrebe izgradnje i održavanja sustava obrane od poplava, kao i provedbe mjera zaštite od navedenih nepogoda. U sklopu posljedica po građevine javnog društvenog značaja poplave mogu prouzročiti velike materijalne štete na građevinama i infrastrukturi, kao i prekid u obavljanju određenih ljudskih aktivnosti (Procjena rizika od velikih nesreća, 2019).

Posljedice poplavnih scenarija na području Grada Karlovca pokazale su se iznimno negativnim u odnosu na stanovništvo, gospodarstvo i društvenu stabilnost, zbog čega su neophodne adekvatne mjere zaštite od poplava, za što je potrebna zajednička suradnja svih nadležnih tijela u sustavu zaštite i spašavanja, uključujući i jedinice lokalne i regionalne samouprave te Državnu upravu za zaštitu i spašavanje koja se ističe kao glavni nositelj ovlasti na području zaštite od velikih nesreća, uključujući i one tijekom poplava, koje se ističu jednim od najopasnijih elementarnih nepogoda (Procjena rizika od katastrofa, 2019).

7. MJERE ZAŠTITE OD POPLAVA NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA

Mnoga područja diljem svijeta često se suočavaju s poplavama, a procjenjuje se kako će se situacija pogoršati uslijed antropogenih klimatskih promjena i procesa urbanizacije. Negativne posljedice poplava time se povećavaju, što nalaže potrebu za postojanjem učinkovite strategije za zaštitu od poplava. Upravljanje rizicima od poplava i neposredno provođenje mjera obrane od poplava određeno je Državnim planom obrane od poplava koji donosi Vlada Republike Hrvatske te Glavnim provedbenim planom kojeg donose Hrvatske vode (Zakon o vodama, 2019).

Zaštita od poplava provodi se na teritorijalnim jedinicama za obranu od poplava – vodnim područjima, sektorima, branjenim područjima i dionicama, čime je Republika Hrvatska na taj način podijeljena na dva vodna područja, šest sektora i trideset četiri branjena područja. Granice između vodnih područja, sektora i branjenih područja definirane su na temelju Zakona o vodama. Vodna područja odnose se na teritorijalne jedinice za planiranje i izvješćivanje u upravljanju rizicima od poplava. Sektori su glavne operativne teritorijalne jedinice za provedbu obrane od poplava, dok se branjena područja odnose na temeljne jedinice za provedbu obrane od poplava. Zaštita od poplava može biti preventivna, redovna i izvanredna. Preventivna obrana odnosi se na redovito održavanje voda i zaštitnih vodnih građevina kako bi se smanjila mogućnost pojave poplava na određenom prostoru. Redovna i izvanredna obrana od poplavnih scenarija uključuje mjere koje se poduzimaju neposredno prije pojave opasnosti od potencijalnog poplavlivanja, tijekom trajanja poplava te neposredno nakon njihovog prestanka, kako bi se smanjili potencijalni štetni učinci (Državni plan obrane od poplava, 2010). Mjere zaštite od poplava također se mogu podijeliti na građevinske i ne-građevinske (Gilja, 2016).

Građevinske ili tehničke mjere zaštite od poplava uključuju sljedeće aktivnosti:

- 1) Izgradnja nasipa i zaštitnih zidova,
- 2) Izgradnja akumulacija i retencija,
- 3) Izgradnja kanala, kanalizacijskih i odvodnih sustava,
- 4) Uređenje sliva,

Ne-građevinske ili netehničke mjere zaštite od poplava obuhvaćaju sljedeće:

- 1) Prognoziranje, razrada sustava obavješćavanja, dojava i upozorenja,
- 2) Razrada procedura prilikom poplavnog događaja,

- 3) Evakuacija,
- 4) Prostorno planiranje, informiranje i educiranje stanovništva o postojanju rizika i ponašanju za vrijeme poplava (Gilja, 2016).

U obrani od poplava obično sudjeluje mnoge organizacije i službe, zbog čega se povećava stupanj složenosti i težine obrane određenog prostora od poplava te svaka organizacija i služba ima svoj vlastiti ustroj i stavove koje je potrebno uskladiti radi ostvarivanja efikasne intervencije prilikom zaštite od poplava. Isto tako, dodatni izazov za organizaciju predstavlja činjenica da poplave ne poznaju teritorijalne granice, pa se događa da je u jednu intervenciju uključeno više mjesnih odbora, gradova, općina, a ponekad i županija. S obzirom na to da je vrlo teško predvidjeti koliko će trajati intervencija tijekom poplave potrebno je na vrijeme osigurati dovoljan broj ljudi i adekvatnu opremu kako bi zaštita određenog prostora od poplava bila što efikasnija (Draganić, 2018).

Područje Grada Karlovca u velikoj je mjeri ugroženo od velikih voda četiri vodotoka, posebice Kupe i Korane, zbog čega je potrebno osigurati maksimalnu zaštitu navedenog prostora od poplava, a provodi se kroz različite projekte koje donose nadležne institucije. Projektiranje i izgradnja sustava obrane od poplava na području Grada Karlovca započelo je nakon velike i razorne poplave zabilježene 1966. godine, no zbog toga što sustav nije dovršen, do danas je zaštićen samo uži dio centra grada, dok su okolna naselja i dalje vrlo ugrožena te ih za sada nije moguće braniti. Temeljna koncepcija zaštite od poplava na području Grada Karlovca odnosi se na zahvaćanje viška vode koji se ne može prihvatiti postojećim vodotocima, uzvodno od Karlovca te odvođenje ponovno u Kupu kanalom Kupa – Kupa, nizvodno od Jamničke kiselice, odnosno u zaobalno retencijsko područje Kupčinu. Što se tiče obrambenih objekata na karlovačkom području, do danas je izgrađen kanal Kupa – Kupa i spoj s Kupom kod Brodaraca te pojedine dionice nasipa i zidova uz Kupu i Koranu. Trenutni stupanj izgradnje obrambenih objekata u Gradu Karlovcu parcijalnog je karaktera, a rješenje se može postići zahvatima na širem području. Izgrađeni objekti u određenoj mjeri su povećali stupanj zaštite od poplavnih scenarija, no u današnjem stanju nagle urbanizacije i društveno – ekonomskog razvoja i dalje su nedovoljni (Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, 2019).

S ciljem zaštite od poplava na području Grada Karlovca pokrenuti su i projekti koji će biti sufinancirani sredstvima iz fondova EU, a izrada pripremne dokumentacije započela je

tijekom 2014./2015. godine (Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, 2019). Krajem 2020. godine započela je izgradnja sustava obrane od poplava u okviru projekta “Sustav zaštite od poplava u slivu rijeke Kupe – karlovačko i sisačko područje”, a procjenjuje se da će biti završen 2023. godine. Projekt uključuje izgradnju nasipa uz desnu obalu Mrežnice te lijevu i desnu obalu Korane, regulaciju potoka Sajevec te gradnju prometne infrastrukture u dužini od 6,2 km, kao i ostalih pratećih potrebnih objekata. Završetkom sustava obrane od poplava Grada Karlovca predviđa se zaštita od poplava Grada Karlovca u minimalnom trajanju od sto godina (Laić, 2021). Sredinom 2021. godine, u sklopu projekta “Sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja” obilježen je početak radova na izgradnji nasipa rijeke Kupe, obaloutvrde i zaštitnog zida na lijevoj obali rijeke (Sl. 6.). Događaju su prisustvovali ministar gospodarstva i održivog razvoja, generalni direktor Hrvatskih voda, županica Karlovačke županije te gradonačelnik Grada Karlovca. Navedeni projekt iznimno je značajan za Karlovac i njegovu okolicu iz razloga što će se njegovim završetkom osigurati stanovništvo i imovina od poplava koje su do sada donosile dugoročne negativne učinke na njihov životni standard te uzrokovale značajne materijalne štete (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).



Sl. 7. Početak radova na projektu obrane od poplava u Karlovcu u svibnju 2021. godine
Izvor: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021

8. ZAKLJUČAK

Poplave predstavljaju prirodni fenomen koji nije moguće izbjeći, no osmišljavanjem i poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i ne-građevinskih mjera mogućnost njihova pojavljivanja može se značajno umanjiti. Uzroci i posljedice poplava razlikuju se širom država i regija ovisno o postojećim teritorijalnim uvjetima, zbog čega je u kontekstu upravljanja vodnim resursima i zaštite od njihovog štetnog djelovanja važno uzeti u obzir specifične karakteristike područja i osmisliti rješenja koja su prilagođena njihovim potrebama i prioritetima. Uzroci poplava uglavnom su fizičko-geografske naravi, no posljednjih desetljeća uslijed intenzivnog društveno-ekonomskog razvoja i nagle urbanizacije antropogeni pritisci na vodne resurse sve su češća pojava, što pospješuje opasnosti poput razornih poplava. Poplave primarno ostavljaju negativne učinke na područja u kojima se pojavljuju, prvenstveno na stanovništvo i materijalna dobra, a s obzirom na činjenicu da su dio prirodnog ciklusa u određenoj mjeri mogu pozitivno djelovati na ekosustav. Republika Hrvatska ističe se pogodnim teritorijalnim uvjetima za nastanak poplava poput postojanja širokih dolina nizinskih vodotoka te brdsko-planinskih područja s visokim intenzitetom kiše, a mnogi značajniji gradovi smješteni su na potencijalno ugroženim dijelovima hrvatskog teritorija. Područje Grada Karlovca obilježava specifičan smještaj na sutoku četiri rijeke velikog pada i bujičnog karaktera u gornjem toku, a količina oborina na tom je području relativno velika, što ga čini poplavama najugroženijim dijelom hrvatskog teritorija, a posebice je pogođeno velikim vodama Kupe i Korane. Na području Grada Karlovca u prošlosti je zabilježeno nekoliko velikih poplava koje su se negativno odrazile na stanovništvo, gospodarstvo i društvenu stabilnost, a sustav obrane od poplava, iako je započeo s izgradnjom prije nekoliko desetaka godina, još uvijek nije dovršen i ne osigurava povoljan stupanj zaštite od poplava navedenog prostora. Ne postoji potpuni sustav zaštite od poplava koji bi mogao dugoročno zaštititi Grad Karlovac i njegovu okolicu, no tijekom posljednjih nekoliko mjeseci planiraju se i provode novi projekti. Univerzalno rješenje za sprječavanje pojave poplava ne postoji već je neophodan niz mjera od kojih je svaku potrebno prilagoditi uvjetima određenog prostora. Učinkovita zaštita od poplava zahtjeva zajedničku suradnju svih nadležnih službi i organizacija, a specijaliziranim timovima potrebno je osigurati adekvatnu opremu za djelovanje na poplavljenom terenu. Pojava poplavnih događaja ne može se spriječiti, no zajedničkom suradnjom i ispravnim mjerama moguće je smanjiti njihove štetne posljedice na prihvatljivu razinu.

9. POPIS LITERATURE I IZVORA

Barbalić, D., Biondić, D., Majerović, T., Vukmanić, L., 2015: Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, U: Biondić, D., Holjević, D., Vizner, M. (ur.), *Zbornik radova 6. hrvatske konferencije o vodama*, Hrvatske vode, Opatija, 573-582

Barbalić, 2021: Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, *15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva*, 17. – 19. lipnja 2021., Opatija, <https://dani.hkig.hr/prezentacije/Karte%20opasnosti%20od%20poplava%20i%20karte%20rizika%20od%20poplava.pdf> (13.08.2021.)

Bočić, N., Pahernik, M., Maradin, M., 2016: Temeljna geomorfološka obilježja Karlovačke županije, *Prirodoslovlje: časopis Odjela za prirodoslovlje i matematiku Matice Hrvatske* 16 (1-2), 153-172

Bruyninckx, H., 2018: The environment – Clear water is life, health, food, leisure and energy, <https://www.openaccessgovernment.org/the-environment-clean-water-is-life-health-food-leisure-and-energy/53926/> (20.09.2021.)

Čanjevac, I., 2013: Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj, *Hrvatski geografski glasnik* 75 (1), 23-42

DHMZ, 2021: Sektor za hidrologiju, <https://hidro.dhz.hr/> (20.08.2021.)

Donald, D., 2019: Positive Effects of Floods, <https://sciencing.com/positive-effects-of-floods-12489990.html> (06.08.2021.)

Draganić, S., 2018: Obrana od poplava, *Vatrogastvo i upravljanje požarima* 8 (1-2), 36-44. *Državni plan obrane od poplava*, Vlada Republike Hrvatske, 2010, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_07_84_2389.html (24.09.2021.)

Gilja, G., 2016: Bujične poplave gradova i mogućnost smanjenja potencijalnih šteta, 8. regionalna konferencija „Sigurnost gradova“, 04. – 06. travnja 2016., Zadar, <https://www.zastita.info/UserFiles/file/zastita/SIGG/SIGG%202016/PREZENTACIJE/16%20-%20Gordon%20Gilja.pdf> (30.08.2021.)

Hrvatska enciklopedija, 2021: Dobra , *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=15648> (18.08.2021.)

Hrvatska enciklopedija, 2021: Korana, *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=33124> (18.08.2021.)

Hrvatska enciklopedija, 2021: Mrežnica, *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=42225> (18.08.2021.)

Hrvatska enciklopedija, 2021: Poplava, *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=49464> (03.08.2021.)

Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava – 2019., Hrvatske vode, 2021, https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/karte_opasnosti_od_poplava_i_karte_rizika_od_poplava_-_2019.pdf (13.08.2021.)

Katalog projekata Karlovačke županije, Hrvatska gospodarska komora, 2018, <https://www.hgk.hr/documents/katalog-projekata-20185a96830badb21.pdf> (03.08.2021.)

Laić, S., 2021: Izgradnja sustava obrane od poplave grada Karlovca odvija se po planu, napreduje i gradnja obilaznice Turanj, <https://karlovacki.hr/izgradnja-sustava-obrane-od-poplave-grada-karlovca-odvija-se-po-planu-napreduje-i-gradnja-obilaznice-turanj/> (25.09.2021.)

Magaš, D., 2013: *Geografija Hrvatske*, Meridijani, Samobor

Maradin, M., 2009: Geografski položaj kao faktor razvoja Karlovca, <https://geografija.hr/geografski-položaj-kao-faktor-razvoja-karlovca/> (04.08.2021.)

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021: U Karlovcu obilježen početak rada na projektu obrane od poplava, <https://mingor.gov.hr/vijesti/u-karlovcu-obilježen-pocetak-radova-na-projektu-obrane-od-poplava/8242> (01.09.2021.)

Nacionalni park Risnjak, 2020: Kupa – Spomenik prirode: Izvor Kupe s užom okolinom, <https://www.np-risnjak.hr/kupa/> (18.08.2021.)

Perinić, J., Mikac, R., Vitas, P., 2014: Poplave – izazovi koji zahtijevaju promjenu diskursa djelovanja, *Bezbednost* 56 (3), 98-114

Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. - Nacrt, Hrvatske vode, 2015, https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/nacrt_plana_upravljanja_vodnim_podrucjima.pdf (06.08.2021.)

Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine., *Stanovništvo u najvećim gradovima i općinama*, DZS, Zagreb, 2011, <https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2011/censuslogo.htm> (04.08.2021.)

Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. godine – Prvi rezultati, DZS, Zagreb, 2021, https://popis2021.hr/assets/xls/popis_2021_prvi_rezultati.xlsx (31.01.2022.)

Pretodna procjena rizika od poplava 2018., Hrvatske vode, 2019, https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/prethodna_procjena_rizika_od_poplava_2018_0.pdf (13.08.2021.)

Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku, Vlada Republike Hrvatske, 2019, https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/DOKUMENTI_PREBACIVANJE/PLANSKI%20DOKUMENTI%20I%20UREDBE/Procjena%20rizika%20od%20katastrofa%20za%20RH.pdf (12.08.2021.)

Procjena rizika od velikih nesreća: Karlovačka županija, DLS d.o.o. Rijeka, 2019, https://www.kazup.hr/images/dokumenti/ured_zupana/civilna_zastita/Procjena_rizika_Karlovačka_zupanija.pdf (10.08.2021.)

Prostorni plan uređenja Grada Karlovca, Grad Karlovac, 2002, <https://www.karlovac.hr//UserDocsImages/dokumenti/Stranice/TekstualnidioPPUGK.pdf> (04.08.2021.)

Riđanović, J., 1993: *Hidrogeografija*, Školska knjiga, Zagreb

Silaj, J., 2016: *Obrana od poplava, Vatrogastvo i upravljanje požarima* 6 (1), 23-42

Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, 2009, https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/strategija_upravljanja_vodama.pdf (04.08.2021.)

Sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I faza – karlovačko područje – Studija o utjecaju zahvata na okoliš, WYG Savjetovanje d.o.o. i Geateh d.o.o., 2019, https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/suo_kupa_fazai_24_06_2019.pdf (04.08.2021)

Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb

Vinković, K., Martinić, I., 2016: *Problemi poplava i načini zaštite u Republici Hrvatskoj, Međunarodni interdisciplinarni kongres „Prostor kroz prizmu održivosti“*, 21 – 23. listopada 2016., Zagreb, https://www.researchgate.net/publication/328769085_Problemi_poplava_i_nacini_zastite_u_Republici_Hrvatskoj [The Influence of Floods and Methods of Protection in Croatia](https://www.researchgate.net/publication/328769085_Problemi_poplava_i_nacini_zastite_u_Republici_Hrvatskoj) (04.08.2021.)

Zakon o vodama (NN 66/19), https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_07_66_1285.html (06.08.2021.)

Županijska razvojna strategija Karlovačke županije 2011. – 2013., Karlovačka županija, 2011, http://europskifondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/Karlova%C4%8Dka_%C5%BEupanija.pdf (25.08.2021.)

PRILOZI

Popis slika

Sl. 1. Položaj Grada Karlovca unutar Karlovačke županije.....	4
Sl. 2. Vodna područja i područja podslivova sa značajnijim vodotocima na teritoriju Republike Hrvatske.....	8
Sl. 3. Karta opasnosti od poplava za područje Republike Hrvatske, 2019. god.	11
Sl. 4. Nacionalni park Risnjak, rijeka Kupa.....	17
Sl. 5. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja Kupe za razdoblje 2011. – 2020. godine na hidrološkoj postaji Karlovac.....	19
Sl. 6. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja Korane za razdoblje 2011. – 2020. godine na hidrološkoj postaji Karlovac.....	20
Sl. 7. Početak radova na projektu obrane od poplava u Karlovcu u svibnju 2021. godine.....	26

Popis tablica

Tab. 1. Površine plavljenih područja za sva tri scenarija pojavljivanja poplava prema karti opasnosti od poplava za područje Republike Hrvatske.....	12
Tab. 2. Mjerenja na meteorološkoj postaji Karlovac u razdoblju od 1949. – 2019. godine.....	16
Tab. 3. Elementarne nepogode uzrokovane poplavama na području Grada Karlovca i uzrokovane štete.....	23