

Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu

Švagelj, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:486007>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke
Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu**

DIPLOMSKI RAD

Monika Švagelj

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Krajobrazna arhitektura

**Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke
Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu**

DIPLOMSKI RAD

Monika Švagelj

Mentor:
Doc. art. Monika Kamenečki

Zagreb, rujan, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Monika Švagelj**, JMBAG 0178100281, rođena 21.04.1995. u Zagrebu, izjavljujem
da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu
Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Monike Švagelj**, JMBAG 0178100281, naslova

Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. art. Monika Kamenečki mentor

2. Doc.dr.sc. Dora Tomić Reljić član

3. Izv. prof. dr. sc. Monika Zovko član

Ovime se posebno zahvaljujem mentorici doc. art. Moniki Kamenečki na pruženoj pomoći, strpljenju usmjeravanju kroz rad, pomoći oko literature te na svim dodatnim prilikama u struci koje mi je otvorila. Zahvaljujem se i doc.dr.sc. Dori Tomić Reljić na pomoći oko izrade kartografske dokumentacije i korisnim savjetima. Puno se zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Moniki Zovko na strpljenju, na tome što je vjerovala u temu rada i na pomoći u sklopu i mimo rada te na prenesenom znanju. Zahvaljujem se doc. dr. sc. Marini Bubalo Kovačić na izdvojenom vremenu i trudu te na materijalima na temu preljeva i osnova hidrotehnike. Zahvaljujem se Lovorki Kovačić, prof. na trudu, vremenu, strpljenju i velikoj pomoći tijekom studiranja.

Zahvaljujem se djelatnicima Hrvatskih voda, Državnog hidrometeorološkog zavoda, Hrvatskog geološkog instituta, Zavoda za zaštitu okoliša i prirode te prof. dr. sc. Vesni Vukadinović na udijeljenim prostornim podacima, dostupnosti i trudu.

Zahvaljujem se svojim kolegama i prijateljima koji su mi bili potpora tijekom studiranja i pisanja rada. Zahvaljujem se Jutrovićima na brizi, lijepim riječima i strpljenju. Najviše se zahvaljujem obitelji – baki, dedi, bratu i Igoru; na odricanju, ohrabrivanju, potpori koju su mi pružili tijekom studiranja i pisanja rada. Rad sigurno ne bi bio napisan da nije bilo vaše nesebične podrške.

Zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli, a nisu pojedinačno spomenuti.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Svrha i predmet istraživanja	2
1.2.	Ciljevi rada	3
2.	Teorijska polazišta	4
2.1.	Definiranje bitnih pojmova	4
2.2.	Pregled literature	6
2.3.	Utjecaj plave i zelene infrastrukture na gradove	7
2.4.	Pregled i usporedba projekata sa održivim rješenjima temeljenih na prirodi... 12	
3.	Materijali i metode rada	17
4.	Opis područja istraživanja	18
4.1.	Geografski položaj obuhvata rada	18
4.2.	Opis obuhvata prema prirodnim čimbenicima	21
4.3.	Opis obuhvata po antropogenim čimbenicima.....	44
4.4.	Vodotoci u suvremenom prostornom planiranju	58
5.	Projektna razrada područja istraživanja.....	64
5.1.	Analize užeg obuhvata	64
5.2.	Dijagramska razrada.....	66
5.3.	Zone s potencijalima	67
5.4.	Konceptualna razrada	70
5.5.	Analize podzona uz potoke Črnomerec i Medveščak	75
6.	Rezultati istraživanja i rasprava.....	81
6.1.	Rezultati.....	81
6.2.	Smjernice i tehnički detalji	83
6.3.	Rasprava	85
7.	Zaključak.....	87

8.	Popis literature i priloga	88
8.1.	Izvori literature	88
8.2.	Slike	91
8.3.	Tablice	92
8.4.	Grafovi	93
	Životopis	94

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Monike Švagelj**, naslova

Mogućnosti primjene održivih rješenja na potoke Medveščak i Črnomerec u Gradu Zagrebu

Grad Zagreb je premrežen kanaliziranim i dijelom zatvorenim potocima koji se ulijevaju u gradsku kanalizaciju i rijeku Savu. Zbog neadekvatnog postupanja s plavom infrastrukturom, ti otvoreni vodotoci predstavljaju neiskorištenu ekološku, ekonomsku i društvenu vrijednost. Promjene uvjetovane klimatskim promjenama stvaraju dodatan pritisak na konvencionalne pristupe (sivu infrastrukturu) te se javlja potreba za pronalaženjem alternativnih fleksibilnijih rješenja po pitanju opskrbe vodom, obrane od unutarnjih i vanjskih voda te zaštite okoliša.

U radu su istraženi principi primjene održivih rješenja temeljenih na prirodi (NBS) koji se koriste u različitim dijelovima svijeta. Nakon toga su provedene detaljne analize po pitanju mogućnosti zaštite, revitalizacije korita, umrežavanja i razvoja plave i zelene infrastrukture na stvarnim lokacijama, na temelju kojih je utvrđena moguća primjena održivih rješenja temeljenih na prirodi (NBS) koja uključuju skladištenje i pročišćavanje vode potoka i za potoke Medveščak i Črnomerec u Zagrebu.

Ključne riječi: urbana poplava, plava i zelena infrastruktura, siva i zelena infrastruktura, održivi urbani sustavi odvodnje, integralna rješenja, NBS

Summary

Of the master's thesis – student **Monika Švagelj**, entitled

Opportunities for applying nature-based solutions to the Medveščak and Črnomerec streams in the City of Zagreb

The city of Zagreb is networked with canalized streams, some of them closed, which flow into the city's sewage system and the Sava River. Due to the inadequate handling of blue infrastructure, these open watercourses represent an unused ecological, economic, and social value. Changes caused by climate change create additional pressure on conventional approaches (grey infrastructure) and there is an urgency to find alternative, more flexible solutions in terms of water supply, defence against internal and external water, and nature protection. The paper explores the principles of sustainable nature-based solutions (NBS) that are used in different parts of the world. Regarding the possibility of protection, revitalization, and development of blue and green infrastructure in real locations, detailed analyses were carried out. Based on this the possible application of sustainable solutions (NBS), which includes water storage and purification for Medveščak and Črnomerec streams in Zagreb was determined.

Keywords: urban flood, blue and green infrastructure, grey and green infrastructure, sustainable urban drainage systems, integral solutions, NBS

1. Uvod

Kroz povijest, promjena potočnih i riječnih kanala uzrokovana ljudskim djelovanjem nije se smatrala problematičnom. Brane, kao i druga ojačanja, tj. poboljšanja potočnih korita bila su uobičajena aktivnost gradskih i državnih inženjerskih pothvata (Williams, Wolman, 1984.), s time pojam kontrola poplava implicirao je poboljšanje uvjeta uz vodotoke. Na temelju dugogodišnjih komparativnih studija u mnogim je slučajevima dokazano da takve regulatorne mjere imaju značajan negativan utjecaj na prirodnost, sposobnost samopročišćavanja vodotoka, kao i na gubitak staništa brojnih biljnih i životinjskih vrsta čime nastaju trajne promjene ekosustava. Stoga su danas takve promjene prepoznate kao degradirajuće za fizičku funkciju, biološki integritet i estetsku vrijednost urbanih vodotoka i okolnog krajobraza (Booth, Bledsoe, 2009.).

Uz zagađenje i degradiranje vodotoka, klimatske promjene snažno utječu na okoliš, na učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih nepogoda poput ekstremnih padalina, poplava i bujica, eroziju, oluje, sušu, toplinske valove i požare; utječu i na postupene klimatske promjene kao što su porast temperature zraka, tla i vodenih površina, podizanje razine mora, zakiseljavanje mora i širenje sušnih područja te potenciraju postojeće okolišne probleme poput pada bioraznolikosti i slabljenja usluga ekosustava (Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u RH za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu, NN 046/2020). Zbog lošeg upravljanja, posljedica promjena i nespremnosti na iste, „danas velika većina agroekosustava u svijetu ima narušene vodne odnose (vodni režim) u sustavu tlo – biljka – atmosfera te je povremeno ili trajno izložena nedostatku voda, odnosno prekomjernim vodama. Pritom, neovisno o tome jesu li problem suviše i/ili nedostatne vode, izravne posljedice vodnog stresa u agroekosustavima biljne proizvodnje su gubici prinosa i kakvoće, a neizravne dugoročne posljedice poput trajne degradacije prirodnih resursa mogu biti dalekosežnije“ (Ondrašek, 2015.). Zbog klimatskih promjena javlja se povećanje broja registriranih poplava u svijetu te je opće prihvaćena činjenica da će negativni učinci poplava i dalje rasti s najvećim utjecajem na urbana područja (Potočki i sur., 2019.). Posebno su ugrožene urbane sredine u kojima poplave nastaju kao kombinacija nagle i neplanske urbanizacije, neodržavanja sustava odvodnje te sve češćih kratkotrajnih jakih oborina (Krvavica, 2018.). Poplave uzrokovane izlivanjem rijeka, bujica i privremenih vodotoka (Zakon o vodama, NN 066/2019), trenutno predstavljaju vremenski ekstrem s najvećim novčanim gubitcima (83% ukupnih novčanih gubitaka) u zemljama Europske unije, a prema projekcijama će se do 2050. prosječni godišnji ekonomski gubitci od poplava uvećati peterostruko (Potočki i sur., 2019.).

Proučeni i skupi konvencionalni sustav urbane odvodnje tzv. „sivi pristup“, s kojim se višak površinske vode prikuplja i najbržim putem odvodi izvan gradskog područja zatvorenim sustavom kanalske mreže, nije dimenzioniran da udovolji potrebama nastalim klimatskim promjenama zbog čega se javljaju sve češća plavljenja, skupa nadograđivanja s kojima se dodatno povećava udio nepropusnih urbanih površina i trajno degradiraju staništa.

Rješenja temeljena na prirodi (eng. Nature based solutions, NBS), tj. intervencije koje nadahnjuje i pokreće priroda, rješavanje društvenih problema te pružanje višestruke koristi poput bioraznolikosti, dokazano imaju visoku ekološku, socijalnu i ekonomsku učinkovitost (Sowińska-Świerkosz, García, 2022.); mogu zaštititi, upravljati i obnoviti prirodne ili modificirane ekosustave i ponuditi alternativna i fleksibilnija rješenja za rješavanje izazova odvodnje i onečišćenja voda te drugih brojnih izazova.

Rad utvrđuje mogućnost primjene NBS-a na tok i obale potoka Medveščaka i potoka Črnomerca s ciljem rješavanja prostorno utvrđenih problema. Rješenje se temelji na uspješnim primjerima iz prakse, stručnoj literaturi, sintetiziranim relevantnim i najnovije dostupnim prostornim podacima, na temelju sinteze prethodnih urbanističkih primjera prakse za prostor Grada Zagreba te na detaljno provedenim analizama užeg i šireg obuhvata. Ponuđeni su tablični iskaz prijedloga zahvata po zonama, uz dva izdvojena detaljnija koncepta sa tehničkim prijedlozima i smjernicama.

1.1. Svrha i predmet istraživanja

Glavni uzroci negativnih utjecaja na samu kvalitetu urbanih voda međusobno su povezani; to uključuje antropogene utjecaje, klimatske promjene, širenje urbanih područja, gospodarske djelatnosti (proizvodnja energije, industrija, poljoprivreda i turizam), urbani razvoj i demografske promjene (Europska komisija, 2012.). U posljednjih nekoliko desetljeća voda na Zemlji postala je jedan od najkritičnijih i najizloženijih prirodnih resursa zbog brojnih antropogenih utjecaja, a od njih se osobito ističu kemijska i/ili biološka onečišćenja te neodrživo korištenje - crpljenje (Ondrašek, 2015.). Rast urbanog stanovništva i širenje nepropusnih površina u kombinaciji s klimatskim promjenama direktni su čimbenici koji značajno doprinose povećanju prijetnje, izloženosti i ranjivosti urbanih sredina na pojavu poplavnih događaja (Potočki i sur., 2019.). Javlja se potreba za pronalaženjem alternativnih fleksibilnijih rješenja i za unaprjeđenjem postojećih pristupa gospodarenju vodama u urbanom okruženju: opskrbe vodom, obrane od unutarnjih i vanjskih voda te zaštite okoliša (Potočki i sur., 2019.) i bioraznolikosti, koja su u mogućnosti odgovoriti na ove promjenjive uvjete. Upravljanje vodama neophodno je prilagoditi novim saznanjima, europskim politikama, globalnim i klimatskim promjenama, te odabrati rješenja koja osim uloge zaštite od poplava nude i druge usluge, a pritom ne zauzimaju toliko gradskih površina, odnosno nude i druge usluge na istom mjestu.

Svrha istraživanja ovog diplomskog rada je na temelju detaljnih prostornih analiza po pitanju zaštite i revitalizacije zagrebačkih potoka Medveščak i Črnomerec, utvrditi mogućnost i načine primjene održivih rješenja temeljenih na prirodi (NBS) kao adekvatnog alternativnog rješenja za utvrđene prostorne izazove i probleme.

1.2. Ciljevi rada

Temeljeno na stručnoj literaturi i uspješnim svjetskim primjerima, primarni cilj rada je definirati smjernice moguće revitalizacije i transformacije vodotoka, potom utvrditi specifične modele i alate primjenjive za Grad Zagreb, te na potocima Medveščak i Črnomerec izraditi konceptualno krajobrazno rješenje s tehničkim prijedlozima.

2. Teorijska polazišta

2.1. Definiranje bitnih pojmova

„Održiva rješenja temeljena na prirodi (eng. Nature based solutions, NBS) su radnje koje se istovremeno bave ekološkim, društvenim i ekonomskim izazovima maksimiziranjem dobrobiti koje pruža priroda (...) inspirirane prirodom, podržane ili kopirane iz prirode“ (Europska komisija, 2015.). Međunarodna unija za očuvanje prirode (IUCN) je prva definirala pojam početkom 21. stoljeća kao „radnje za zaštitu, održivo upravljanje i obnovu prirodnih ili uređenih ekosustava koji učinkovito i prilagodljivo rješavaju društvene izazove, istovremeno osiguravaju dobrobit ljudi i bioraznolikosti“ (Cohen-Shacham i sur., 2016).

Europska komisija (2021.) pojam također definira kao koncept rješenja temeljenih na prirodi utjelovljuje nove načine pristupa socio-ekološkoj prilagodbi i otpornosti, s jednakim oslanjanjem na društvene, ekološke i gospodarske domene. Međunarodna unija za očuvanje prirode (IUCN) je prva definirala pojam početkom 21. stoljeća kao "radnje za zaštitu, održivo upravljanje i obnovu prirodnih ili uređenih ekosustava koji učinkovito i prilagodljivo rješavaju društvene izazove, istovremeno osiguravaju dobrobit ljudi i bioraznolikosti" (Cohen-Shacham i sur., 2016). Nadalje, Europska komisija NBS definira i kao "radnje ili zahvate inspirirane, podržane ili kopirane iz prirode i koje imaju za cilj pomoći društvima da se suoče s različitim ekološkim, društvenim i ekonomskim izazovima na održive načine" (Bauduceau i sur., 2015). Dok definicija IUCN-a naglašava važnost očuvanja i obnove prirode, EC nudi širu perspektivu i fokusira se na održivost općenito.

Stoga, NBS su mjere koje štite, održivo upravljaju ili obnavljaju prirodu, s ciljem održavanja ili poboljšanja usluga ekosustava za rješavanje raznih društvenih, ekoloških i gospodarskih izazova (Sowińska-Świerkosz, García, 2022.).

Plava infrastruktura (Eng. Blue infrastructure, BI) ili urbana vodena tijela u urbanističkom planiranju, tj. obuhvaća sva područja kojima dominiraju površinska vodena tijela. Plava infrastruktura u urbanim područjima ima pozitivan utjecaj na: kvalitetu zraka, klimu, na smanjenje buke, biljna i životinjska staništa, zelenu infrastrukturu, fizičko i mentalno zdravlje ljudi, osjećaj sigurnosti, društvene međuodnose i kulturu, estetiku, edukaciju, ekonomiju i održivi razvoj. Ona predstavljaju jedan od najrasprostranjenijih tipova staništa i dio složenih ekoloških sustava, te čine jednu dinamičnu cjelinu koja je važna za normalno funkcioniranje cijele biosfere. Dijelimo ih na morske i slatkovodne ekološke sustave (Alexander, 1999).

S obzirom na prirodu zadržavanja i strujanja vode, dijelimo ih na tekuće i stajaće sustave. U tekućim sustavima vodena masa se kreće u jednom smjeru, npr. rijeke i potoci, dok stajaći sustavi nemaju određen pravac kretanja vode, te u njih ubrajamo bare, lokve, jezera i močvare (Simić, Simić, 2012). Vodni okoliš je vodni sustav, uključujući vodne i o vodi ovisne ekosustave (organizme i njihove zajednice), čovjeka te materijalnu i kulturnu baštinu koju je stvorio čovjek u ukupnosti uzajamnog djelovanja, a vodno područje je površina kopna

i mora koja se sastoji od jednog ili više susjednih riječnih slivova s njihovim pripadajućim podzemnim, prijelaznim i priobalnim vodama, koje je glavna jedinica za upravljanje riječnim slivovima (Zakon o vodama, NN 066/2019).

Zelena infrastruktura (Eng. Green infrastructure, GI) Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18) je multifunkcionalna mreža zaštićenih i ostalih prirodnih te čovjekovim djelovanjem stvorenih područja i krajobraza visoke ekološke i okolišne vrijednosti koja unapređuje ekosustavske usluge. Također je definirana kao mreža zelenih površina, habitata, ekosustava unutar određene geografske regije koja može obujmiti prostor cijele države, regije te manje površine na razini naselja. One obuhvaćaju prirodne, polu prirodne i/ili urbane otvorene površine (od močvarnih područja do urbanih parkova). Ima više funkcija; od usluga ekosustava s jedne strane, pa sve do poboljšanja kvalitete života ljudi s druge strane. Obzirom da je ekološka vrijednost izuzetno bitan aspekt sagledavanja prostora, bitno je definirati mogućnosti stvaranja ekoloških mreža u prostoru. Ekološke veze se stoga razvijaju kao kontinuirani zeleni potezi. Uslijed nepostojanja uvjeta za razvoj kontinuirane veze, ekološki koridor može biti u obliku prekinutog koridora ili u obliku pojedinačnih krpa - „stepping stonesa“. Zelena infrastruktura identificira, povezuje i čuva krajobraze najveće ekološke i kulturne vrijednosti kroz mrežu otvorenih prostora u obliku vodenih površina, staništa biljnih i životinjskih vrsta, parkova te drugih prirodnih i poluprirodnih prostora (Andlar i sur., 2018.).

Prema tome Zelena i plava infrastruktura (Eng. Green and blue infrastructure, GBI) strateški je planirana mreža prirodnih i poluprirodnih područja s drugim ekološkim obilježjima koja su osmišljena i kojima se upravlja u cilju ostvarenja velikog broja usluga ekosustava kao što su pročišćavanje vode, kvaliteta zraka, prostor za rekreaciju te ublažavanje klimatskih promjena i prilagodba njima. Obuhvaća zelene prostore (ili plave ako je riječ o vodnim ekosustavima) i druga fizička obilježja u kopnenim (uključujući obalna područja) i pomorskim područjima. U zemljama Europske unije zelena infrastruktura uključuje mrežu Natura 2000 kao okosnicu te prirodne i poluprirodne prostore izvan mreže Natura 2000, kao što su parkovi, privatni vrtovi, živice, granični pojasevi uz rijeke obrasli vegetacijom ili poljoprivredni krajobrazi bogate strukture s određenim obilježjima i praksama te umjetna obilježja, kao što su zeleni krovovi, zeleni zidovi ili ekomostovi i riblje staze (Europska komisija, 2019.).

Zelena i siva rješenja (Eng. Green+Grey solutions) mogu se kombinirano upotrebljavati u rješavanju problema poplava na razini riječnih slivova. Zeleni dio rješenja se pritom odnosi na prirodne sustave uključujući šume, poplavna područja, močvare i tla koji pružaju dodatne koristi za dobrobit ljudi, kao što su zaštita od poplava i regulacija klime. Sivi dio rješenja odnosi se na strukture kao što su brane, nasipi, ceste, cijevi ili postrojenja za pročišćavanje vode. Tradicionalna rješenja, tj. siva infrastruktura, za zaštitu od poplava uključuju samo brane, nasipe, kanale, brane za olujne udare i strukture koje su često izgrađene od betona te zbog toga potenciraju probleme poput bujičnih poplava; dok poplavna područja, močvare ili revitalizacija meandara rijeka mogu smanjiti učinak poplava upijanjem i usporavanjem

oticanja. U skladu s člankom 7. Direktive o poplavama planovima upravljanja poplavnim rizicima trebaju se uzeti u obzir područja s potencijalom za zadržavanje poplavne vode, kao što su prirodna poplavna područja (Europski Revizorski Sud, 2018.).

2.2. Pregled literature

S obzirom na svjetske trendove i politike, razumljivo je da postoji dostupan široki opus radova koji se bave temama revitalizacije urbanih voda, ekonomskim učincima, raznim pristupima u upravljanju oborinskih vida, klimatskim promjenama, primjenama zelene i plave infrastrukture, primjenama NBS-a, uređivanjem urbanih vodotoka kroz povijest, fitoremedijacijom i srodnim temama. S obzirom na multidisciplinarnost teme, iako nema dovoljno stručnih radova za prostor Republike Hrvatske iz perspektive krajobrazne arhitekture, moguće je naći radove hrvatskih autora srodne tematike iz drugih područja znanosti. Stoga, za potrebe pisanja rada prvenstveno je korišten veći broj stranih znanstvenih i stručnih radova.

Među brojnim autorima istaknuli su se K. Potočki, D. Vouk i N. Kuspilić sa Zagrebačkog Zavoda za hidrotehniku s radom na temu „Smanjenje rizika od poplava u urbanim sredinama pomoću integralnih zelenih rješenja“ iz 2019. Rad u kojem je jasno uspoređena primjena konvencionalnih rješenja (sive infrastrukture) i integralnih rješenja koja se mogu prilagoditi specifičnim potrebama svakog grada, sa hrvatskim primjerima u gradovima Zadar i Pula. Brojni drugi radovi obrađuju svjetske uspješne primjere iz prakse, koji su u velikom broju locirani u zemljama poput Narodne Republike Kine, koje imaju značajno drugačije ekonomske, socijalne i klimatske uvijete od Hrvatske, i s time od prostora obuhvata ovoga rada.

S. Gašparović, A. Sopina i A. Zendal u radu „Impacts of Zagreb’s Urban Development on Dynamic Changes in Stream Landscapes from Mid-Twentieth Century“ iz 2022., analizama dokazuju niz promjena na zagrebačkim potocima kroz recentnu povijest te je dokazana direktna veza između urbanizma Zagreba i zagrebačkih potoka.

M. Radinja, N. Atanasova i A.Z. Lamovšek sa Urbanističkog instituta Republike Slovenije u radu „The water management aspect of blue-green infrastructure in cities“ iz 2021. navode očekivane posljedice i izazove klimatskih promjena u 21. stoljeću za Sloveniju koje su prema hrvatskom Državnom hidrometeorološkom zavodu slične projekcijama za Republiku Hrvatsku; poput porasta broja ekstremnih vremenskih uvjeta: velike vrućine ljeti popraćene većom varijabilnošću temperature i padalina, više obilnih oborina (prolomi oblaka), intenziviranje hidrološkog ciklusa, češće poplave, značajno povećanje učestalosti ljetnih suša i povećanje broja dana s povoljnim uvjetima za ljetne grmljavine, i dr. Ono što ističe rad od drugih je usporedba uspješnih svjetskih pristupa, njihovih uzroka, ciljeva i alata u primjeni te naglasak na nužnost povezivanja prostornog planiranja i upravljanja vodama na strateškoj i provedbenoj razini.

C. Song, u Zborniku radova Nature-Based Solutions 2/ 2022., u znanstvenom radu „Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: Current trends and perspectives“, piše o Sponge city principu i pripadajućim elementima, s naglaskom na prethodno stečena znanja iz prakse, usporedbu trenutne prakse unutar više kineskih gradova, prednosti i ograničenja te smjernice za buduću optimalniju primjenu Sponge city elemenata.

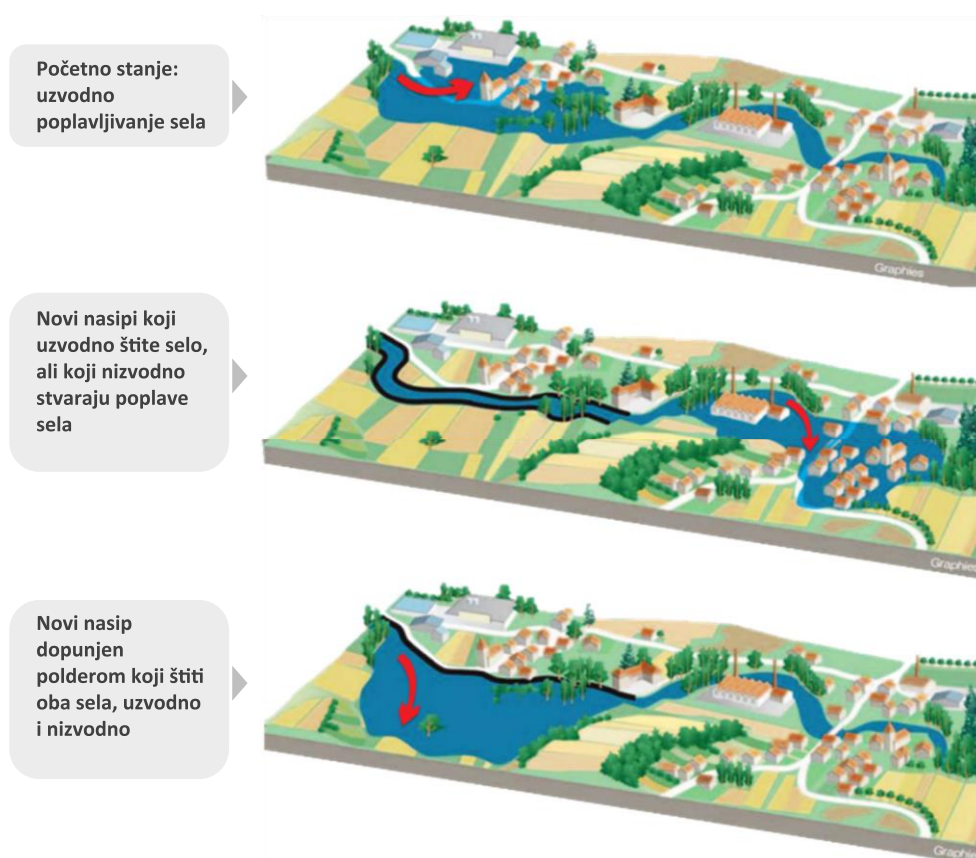
Y. Qi, F. Chan, S. Chan, C.R. Thorne, E. O'Donnell, C. Quagliolo, E. Comino, A. Pezzoli, L. Li, J. Griffiths, Y. Sang, M. Feng u radu „Addressing Challenges of Urban Water Management in Chinese Sponge Cities via Nature-Based Solutions“ iz 2020. predlažu “Green+Grey” Solutions (infrastructure) kao održivije i otpornije rješenje, jer se kombiniranjem i projektiranjem konvencionalnih struktura sa primjenom prirodnijih, ekoloških rješenja, postiže kombinirano rješenje koje je adaptirano na klimatske promjene te ima veći omjer koristi i troškova od predlaganih isključivo „zelenih“ rješenja.

2.3. Utjecaj plave i zelene infrastrukture na gradove

Ljudi su se kroz povijest naseljavali i gradili gradove u blizini rijeka, potoka ili jezera. Kako su se gradovi širili, povećavala se potražnja za čistom vodom i odvodnjom onečišćene vode. Pod pritiscima urbanog širenja većina urbanih rijeka kanalizirana je ili na neki način zatvorena. Industrijalizacija je dovela do daljnje degradacije, pri čemu su vodeni koridori postali odlagališta otpadnih voda, zagađivača i time rizik za zdravlje. Ograničavanje ili mijenjanje toka rijeka također je povećalo rizike od poplava i zagađenja. Međutim, tijekom posljednja tri desetljeća, urbane vode kroz projekte regeneracije, kroz pročišćavanje otpadnih voda i smanjenjem industrijskih aktivnosti urbane rijeke, potoci i jezera dobivaju sve važniji utjecaj na kvalitetu života i održivosti gradova pružajući prostor za rekreaciju i estetski ugodne zone u gradovima (EEA, 2018.). U posljednjem je desetljeću prepoznat i dokazan pozitivan utjecaj plave i zelene infrastrukture u ekološkom, socijalnom i ekonomskom aspektu u gradovima.

Zelene zakrpe unutar urbanih matrica povećavaju gradsku bioraznolikost tako što autohtone vrste osiguravaju staništa za ptice, kukce i druge vrste, također pozitivno utječu na ekološku svijest stanovnika. Sadnja drveća i druge vegetacije u gradovima pozitivno utječe na estetske karakteristike i nadopunjuje izgrađeni okoliš ugodnim boravištima i rekreacijskim zonama. Kroz analize troškova i koristi dokazano je da nekretnine imaju do 30% veću vrijednost u naseljima s više drveća, u odnosu na naselja bez drveća (Burden, 2006.). Klimatske promjene predstavljaju različite prijetnje u urbanim sredinama, zelena infrastruktura pomaže gradovima da postanu otporniji na utjecaj klimatskih promjena. Primjena bilja u gradovima značajno snižava gradske temperature. Velika stabla s dobrom vlažnošću tla mogu smanjiti učinak toplinskih otoka zasjenjivanjem i evapotranspiracijom, za čak 2–8°C, što pogoduje uštedi energije (Zupancic i sur., 2013.). Osim toga, vegetacija

poboljšava kvalitetu zraka, uklanja ugljični monoksid te razne mikročestice; pritom, najučinkovitije vrste u apsorbiranju štetnih tvari su one s velikom površinom lista i visokim stopama transpiracije. Zelena infrastruktura poboljšava kvalitetu oborinske vode, jer smanjuje količinu sedimenta, neželjenih minerala i drugih zagađivača koji se prenose bujičnim otjecanjem s nepropusnih površina. Usporavanjem i zadržavanjem otjecanja viška oborina te usporavanje protoka iz slivnog područja smanjuje se rizik od erozije tla. Time se također smanjuje opterećenje na sivu infrastrukturu (cjevovodi, sabirnice, okna i drugo) što ima pozitivan utjecaj na trajanje i troškove održavanja sive infrastrukture. Prikupljanjem viška oborinske vode i usmjeravanje prikupljene vode za navodnjavanje nasada smanjuje potrebu za ručnim zalijevanjem i dodatno pogoduje mikroklimatskim uvjetima (EEA, 2018.).



Slika 2.1. Prikaz pristupa kojim se izbjegava nizvodno poplavljanje

Izvor: Europski Revizorski Sud 2018., Agence française pour la biodiversité

Gradovi se suočavaju sa očekivanim posljedicama klimatskih promjena, socio-ekonomskim razvojem, urbanizacijom i rastućim društvenim nejednakostima. Razvoj plave infrastrukture u gradovima može olakšati suočavanje s tim izazovima. Potencijal plave infrastrukture, kao i kod zelene infrastrukture, također ovisi o sigurnosnim uvjetima (npr. opasnost od utapanja) i kvaliteti vode (Wuijts i sur., 2022.) te se postavlja imperativ da bilo koji oblik planiranja i projektiranja plave infrastrukture u urbanim područjima mora moći

podnijeti klimatske ekstreme (poplave i suše) koji se javljaju na lokaciji bez ugrožavanja sigurnosti stanovnika i njihove imovine.

Vodeni okoliši pružaju brojne društvene potencijale i koristi za zdravlje i dobrobit ljudi u odnosu na izgrađene površine, u smislu ublažavanja toplinskog stresa, podržavanja tjelesne aktivnosti, poticanja društvene interakcije i olakšavanja opuštanja (Wuijts i sur., 2022.; White i sur., 2020.; WHO, 2016.). Javni prostori uz rijeke, potoke i jezera nude stanovnicima prilike za okupljanje, rekreaciju i edukaciju o okolišu. U gradovima koji su uspješno integrirali vodu u svoje urbanističko planiranje kroz urbane kanale, rijeke, jezera, luke i dr., vrijednost nekretnina znatno je veća. Ekonomska regeneracija, promjene u cijenama nekretnina i privatizacija područja u blizini plave infrastrukture, mogu dovesti do gentrifikacije i potencijalno povećanja nejednakosti u pristupu obalama (Wuijts i sur., 2022.; Cole i sur., 2019.).

Biljke su važan element riječnih ekosustava. Vegetacija koja raste uz riječne obale važna je za stabilizaciju tla i zaštitu okolnih kopnenih područja od poplava i erozije; Također, djeluje kao važan unos hranjivih tvari u riječni sustav. Vegetacija koja raste u riječnom koritu, usporava brzinu toka i podržava procese taloženja otopljenih čestica, pogoduje mikrobiološkoj razgradnji organskih materijala i toksičnih tvari u opskrbi kisikom mikroorganizama koji žive u mulju riječnog korita.

Korištenje sposobnosti određenih vrsta drveća, grmlja i trava da uklone, razgrade i imobiliziraju opasne tvari može smanjiti rizik od onečišćenja tla, mulja, sedimenta, podzemnih i površinskih voda. Glavne skupine procesa za uklanjanje onečišćujućih tvari iz otpadnih voda su fizikalni, kemijski i biološki procesi, a dijele se na četiri glavne kategorije prirodnih i stvorenih vodenih ekosustava: voda, biota, supstrat i suspendirana tvar (Nešić, 2011.; Matagi i sur., 1998). Značajnu ulogu u pročišćavanju otpadnih voda imaju i mikroorganizmi koji nastanjuju rizosferu koja obuhvaća neposredni okoliš uz korijenov sustav vodenih biljaka, koriste ugljik (C) iz organske tvari kao izvor energije i pritom ga razgrađuju na plinove kao što su ugljikov dioksid (CO_2) i metan (CH_4) (U.S. EPA, 2000.) te anorganske spojeve nitrata i amonijak procesima nitrifikacije i denitrifikacije (Nešić, 2011.).

Fitoremedijacija je naziv za skup postupaka (projektirani vodeni ekosustavi, lagune, plutajući otoci itd.) i procesa koji koriste biljke, njihove enzime i prisutne mikroorganizme iz zone korijena za izolaciju, transport, detoksikaciju i mineralizaciju ksenobiotika, čime se smanjuje njihova koncentracija, pokretljivost ili toksično djelovanje. Prema Mijat (2014.) veliki potencijal za nedestruktivnu revitalizaciju voda i okolnih tala imaju:

a.) Fitostabilizacija - biljka korijenskim sustavom stabilizira polutante i sprječava njihovu mobilizaciju i pristupačnost. Korijen imobilizira teške metale čime se smanjuje njihova dostupnost, a time i štetnost za okoliš. Biljke koje se koriste u ovoj tehnologiji tolerantne su na velike količine teških metala, imaju visoku sposobnost produkcije korijenske biomase i mogućnost vezanja polutanata na korijen.

b.) Fitofiltracija/rizofiltracija - filtriranje vode kroz korijensku masu radi uklanjanja otrovnih tvari. Otrovi se akumuliraju u korijenju.

c.) Fitovolatizacija - vezanje štetnih tvari iz tla u biljku te njihovo ispuštanje u atmosferu kroz lišće.

d.) Fitoekstrakcija - procesom hiperakumulacije biljka akumulira metale i redistribuira ih u nadzemne dijelove. Fitoekstrakcija se može potpomoći dodavanjem tvari koje utječu na topljivost ili pokretljivost toksina.

e.) Fitotransformacija - biljka kemijski izmjenjuje onečišćivač u netoksični oblik. Najčešće se koristi za štetne organske tvari, pesticide, eksplozive, otapala. Također i mikroorganizmi u simbiozi s korijenom biljaka imaju sposobnost metaboliziranja polutanata.

f.) Fitostimulacija - povećanje mikrobiološke aktivnosti u svrhu razgradnje onečišćivača dodavanjem određenih tvari u tlo. Ovaj je proces poznat i kao rizosferna degradacija

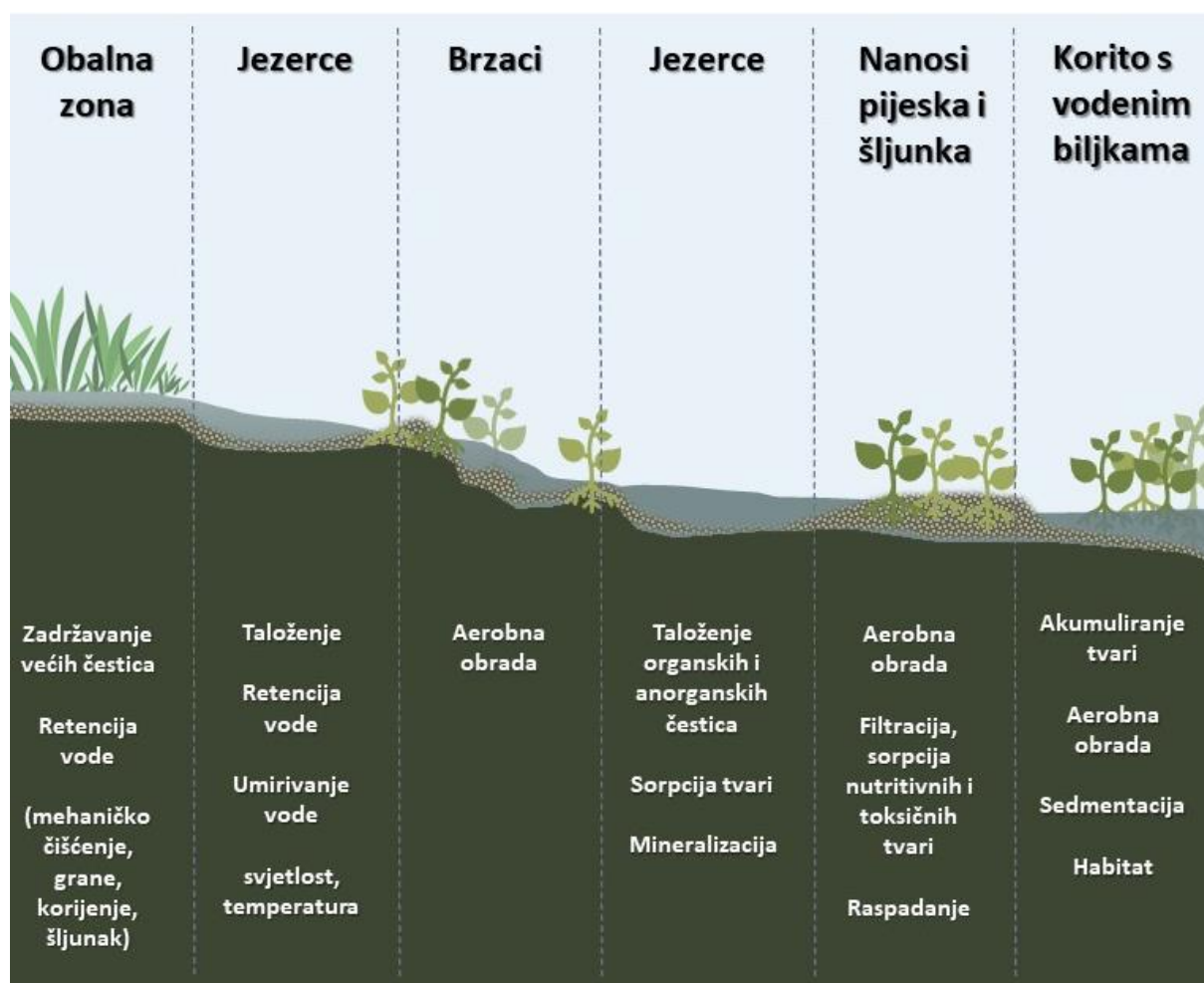
Fitoremedijacija nudi ekonomski prihvatljivu, učinkovitu, ekološki prihvatljiviju i sigurnu alternativu konvencionalnim tehnikama čišćenja za onečišćena mjesta. Osnovne komponente sustava pročišćavanja otpadnih voda korištenjem vodenih biljaka su: supstrat, vodene biljke, mikroorganizmi, alge i otpadna voda. Svaka od ovih komponenti ima specifičnu ulogu u pročišćavanju otpadnih voda, a na temelju njihovog simbiotskog odnosa funkcionira cijeli sustav (Nešić, 2011.; Stottmeister i sur., 2003.). Učinkovitost fitoremedijacije ovisi o odabranoj biljnoj vrsti i njezinim karakteristikama, karakteristikama zagađivača vode ili tla, zoni korijenja, okolišnim uvjetima te primjeni aditiva za poboljšanje biološke dostupnosti i unosa onečišćujućih tvari. Dvije najvažnije karakteristike koje treba posjedovati biljka pogodna za fitoremedijaciju su mogućnost brze proizvodnje velike biomase i mogućnost unosa metala u izbojcima u velikim količinama (Nešić, 2011.; Kumar i sur., 1995; Cunningham i Ow, 1996; Blaylock i sur., 1997). Vrsta također, mora biti neinvazivna vrsta koju životinje ne vole jesti. Odabir vrste se može vršiti još i prema brzini rasta, jednostavnosti sadnje i održavanja te sposobnosti da upije velike količine vode (Mijat, 2014.).

Porodice s najviše predstavnika takvih biljaka su: Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Cunouniaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Poaceae, Violaceae i Euphorbiaceae (Prasad, Freitas, 2003.).

Kao najznačajnije ističu se: *Phragmites communis* Trin, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Typha latifolia* L., *Iris pseudoacorus* L., *Juncus effuses* L., *Lemna minor* L., *Mentha aquatica* L. i *Alisma plantago – aquatica* L.

Dodatne vrste koje se još mogu koristiti u fitoremedijaciji zagađenih voda i tla: *Butomus umbellatus* L., *Carex hirta* L., *Menianthe trifoliata* L., *Bidens tripartitus* L., *Carex rostrata* Stokes, *Myostis palustris* L., *Caltha palustris* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv, *Nasturtium officinale* W.T.Aiton, *Canna indica* L., *Eupaterium cannabinum* L., *Phalaris arundinaceae* L., *Carex vulpina* L., *Euphorbia palustris* L., *Polygonum hydropiper* (L.) Delabre,

Carex vesucaria L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim, *Polygonum bistorta* L., *Carex pseudocyperus* L., *Gladiolus palustris* Gaudin, *Rumex hydrolapatum* Huds., *Carex pendula* Huds., *Gratiola officinalis* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Carex acutiformis* Ehrh., *Humulus lupulus* L., *Scirpus palustris* (L.) Roem, *Carex elata* All., *Lychnis flos-cuculi* L., *Solanum dulcamara* L., *Carex acuta* L., *Lysimachia nummularia* L., *Symphytum officinale* L., *Carex disticha* Huds., *Lysimachia vulgaris* L., *Valeriana officinalis* L., *Carex riparia* Curtis, *Lythrum salicaria* L., *Veronica beccabunga* L. i dr. (Nešić, 2011.).



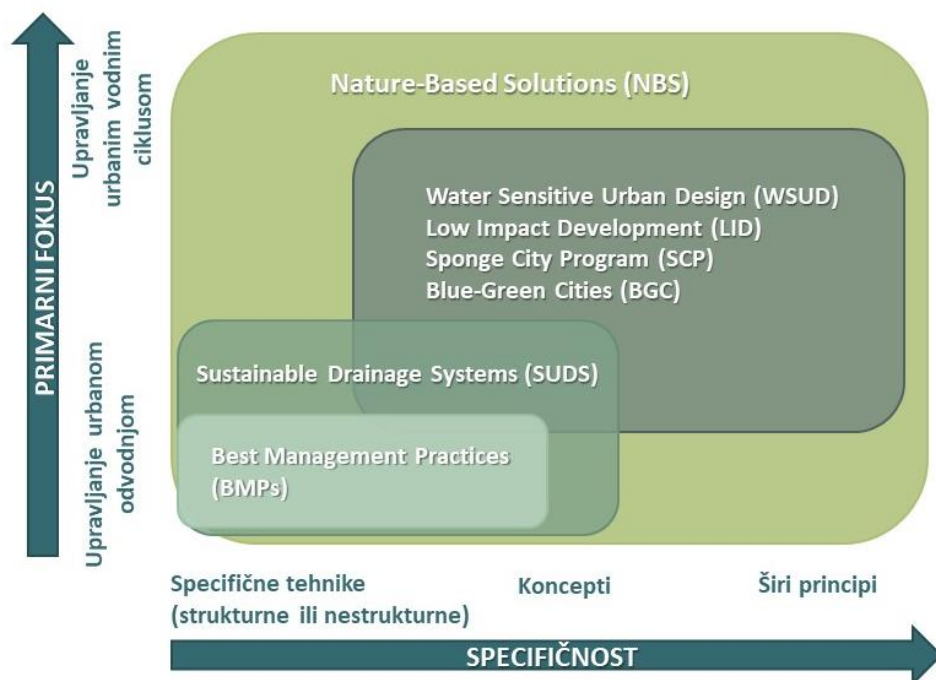
Slika 2.2. Presjek riječnog ekosustava

Izvor: prilagođeno iz ZHAW, 2022

2.4. Pregled i usporedba projekata sa održivim rješenjima temeljenih na prirodi

2.4.1. Održiva rješenja temeljena na prirodi u svijetu

U urbanim područjima revitalizacija potoka i rijeka je složena zbog nedostatka otvorenih prostora za obnovu prirodnih procesa riječnog korita i njegovih obala, koje su često omeđene zgradama, nasipima i/ili podzemnim cjevovodima kao rezultat velikih promjena na prostoru uz tokove (Ahern, 2011). U svijetu raste svijest o značaju umrežavanja, revitaliziranja, planiranja plave i zelene infrastrukture, te se javljaju razni pristupi kroz koje se na održivi način pokušavaju riješiti problemi, pomoću mjera zadržavanja vode na izvoru, uvođenjem propusnih elementa, zadržavanjem i infiltracijom oborinske vode te pomoću evapotranspiracije. Unutar konvencionalnih sustava (tzv. sive infrastrukture) uvođenjem elemenata zelene infrastrukture, razvijaju se novi integralni pristupi, tj. održivi sustavi urbane odvodnje oborinskih voda (SUDS, Sustainable Urban Drainage Systems). Ti sustavi u različitim dijelovima svijeta imaju različite nazive i Smjernice najbolje prakse (Eng. Best Management Practice, BMPs) s obzirom na probleme i izazove u području primjene. Stoga kineski koncept Spužvasti grad (Eng. Sponge city) je sličan američkom Integralnom pristupu odvodnje i tretmana oborinskih voda (Eng. Low Impact Development, LID) (Pykea i sur., 2011.), kao i britanskom pristupu Plavih i zelenih gradova (Eng. Blue-Green Cities, BGCs), australijskom Urbanom dizajnu osjetljivom na vodu (Eng. Wather Sensitive Urban Design, WSUD) (Morison, Brown, 2011.) i dr.



Slika 2.3. Međuodnos NBS pristupa

Izvor: prilagođeno iz Thorne i sur., 2020.

Spomenuti pristupi se temelje na različitim „zelenim“ elementima kao što su: propusne površine, upojni bunari, kanali, zatravljeni jarci, akumulacijske i retencijske lagune/ jezera, bioretencije, biljni uređaji podzemne retencije, kišni vrtovi, infiltracijski jarci, infiltracijski spremnici, denudacije, zeleni krovovi, zeleni zidovi, kišni spremnici i sl. Nabrojani elementi mogu se primjenjivati pojedinačno ili u obliku niza elemenata. Djeluju u šest faza: infiltracija oborinskih voda, retencija i detencija oborinskih voda, purifikacija, utilizacija te kontrolirano otpuštanje viška vode. Infiltracija oborinskih voda je na primjer omogućena zamjenom nepropusnih površina u propusne površine opločenja s čime se osigura procjeđivanje viška vode. Detencijom oborinskih voda prilikom obilnijih perioda smanjuje se opasnost od poplava i bujičnih voda, a retencijom istih, voda se akumulira u sustave koji imaju ulogu pročišćavanja (purifikacije) te primjene prikupljene vode (utilizacije) prilikom sušnijih perioda.

Tablica 2.1. Usporedba konvencionalnog („siva“ rješenja) i integralnog („zeleni“ rješenja) pristupa upravljanja oborinskim vodama

Hidrološki parametar	Konvencionalni pristup	Integralni pristup
Nepropusne površine	Izvedene da što brže odvedu vodu s površine	Minimizirane s ciljem smanjenja negativnog utjecaja na (urbani) hidrološki režim
Vegetacija/ Prirodni pokrov	Smanjeni kako bi se voda što prije odvela s površine	Povećani s ciljem održanja hidrološkog režima kakav je bio prije urbanizacije
Vrijeme koncentracije	Smanjeno kao posljedica brže odvodnje	Nastoji održati vrijeme koncentracije kakvo je bilo prije urbanizacije
Volumen otjecanja	Značajno povećanje volumena otjecanja nije regulirano	Nastoji održati volumen otjecanja kakav je bio prije urbanizacije
Vršni dotok	Reguliran – uz period ponavljanja 1-5 godina	Nastoji održati vršni dotoke za sve oborine kakav je bio prije urbanizacije
Trajanje otjecanja	Povećano za sve oborine jer nema regulacije volumena otjecanja	Nastoji održati trajanje otjecanja kakvo je bilo prije urbanizacije
Zadržavanje pale oborine (evaporacija, infiltracija i zadržavanje u depresijama)	Značajno smanjenje zadržavanja	Nastoji održati intenzitet evapotranspiracije kakav je bio prije urbanizacije
Poniranje vode u podzemlje	Smanjeno zbog primjene cijevnog sustava odvodnje	Nastoji održati poniranje vode u podzemlje kakvo je bilo prije urbanizacije

Izvor: Potočki i sur., 2019

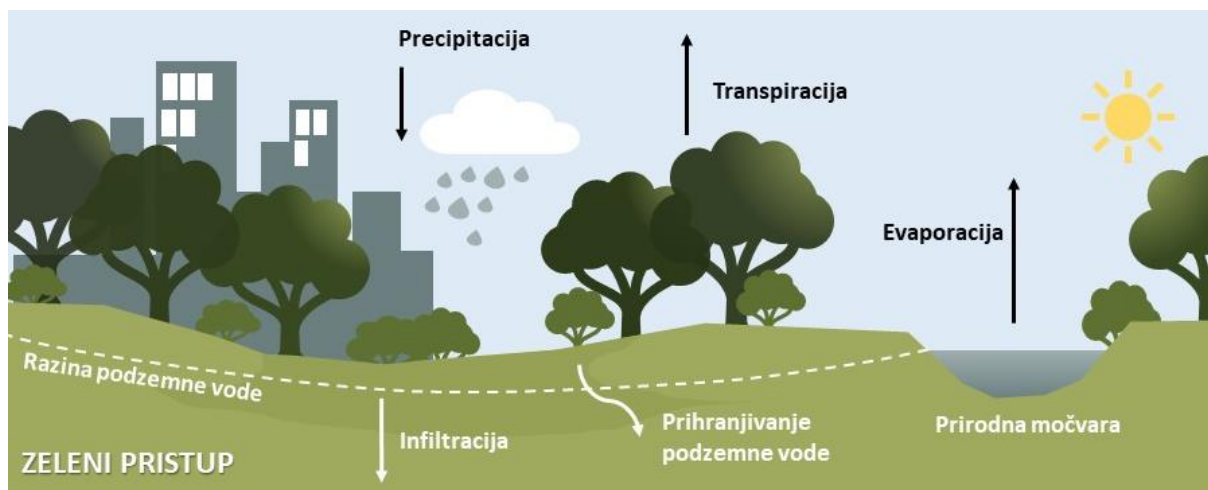
Prema tome, višak oborinske vode se ne odvodi direktno u kanalizacijski sustav, već se nizom kanala, retencija i objekata usporava, prikuplja, pročišćuje te je cijeli proces potpomognut primjenom biljaka i procesa pročišćavanja vode u tlu. Procjeđivanjem oborina dospijeva u podzemnu vodu, plavom infrastrukturom se odvodi u površinska vodna tijela (jezera, močvare, bare, potoci, rijeke) čime se pospješuje kvaliteta postojećih vodenih ekosustava. Pročišćena voda se može skladištiti unutar podzemnih ili nadzemnih sustava objekata s kontroliranim otpuštanjem i/ili biti direktno odvođena u postojeća vodna tijela te se kao takva može koristiti za navodnjavanje. Pravilno projektirani, izgrađeni i održavani sustavi tada dodatno smanjuju otjecanje i rizik od poplava, poboljšavaju kvalitetu vode te posredno obogaćuju estetsku vrijednost gradova, poboljšavaju zdravlje stanovništva i sveukupno povećavaju vrijednost ekoloških usluga u gradovima. Održivi sustavi urbane odvodnje ekonomski su povoljniji u izgradnji i održavanju od konvencionalnih te višak vode, za razliku od konvencionalnih, predstavlja vrijednost koju je moguće ponovno iskoristiti (Potočki i sur., 2019.).

Tablica 2.2. Grupe elemenata i pristup upravljanja oborinskim vodama u održivim sustavima urbane odvodnje

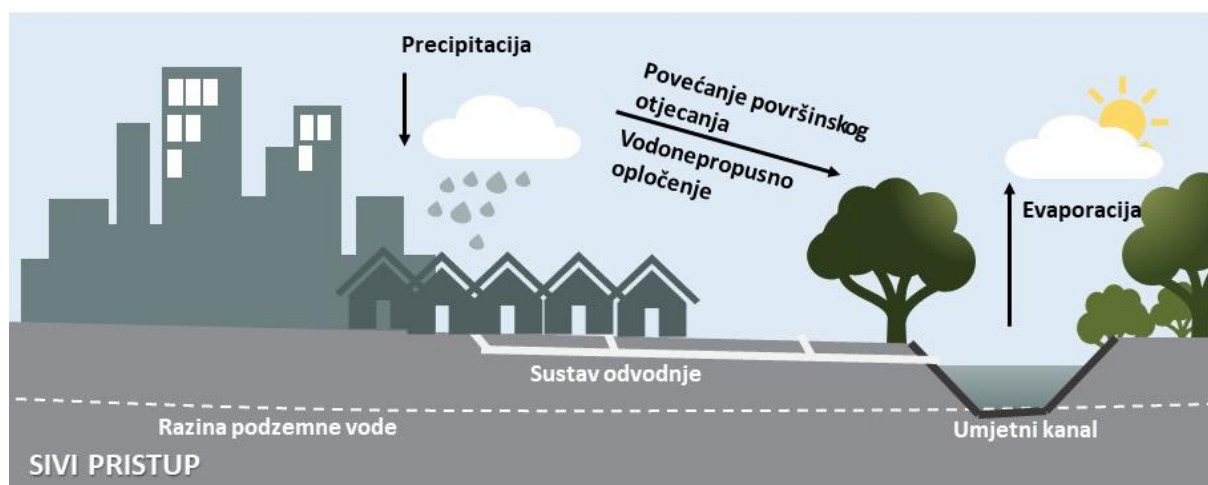
Način upravljanja vodom	Primjer komponenti
Kontrola izvora	Zeleni krovovi, propusne prometne površine
Provodni kanali	Zatravljeni jarci, propusni kanali
Filtracija	Filtracijski pojasevi, jarci i bioretencije
Infiltracija	Infiltracijski jarci, kišni vrtovi, infiltracijski spremnici
Zadržavanje	Akumulacijske i retencijske lagune
Pročišćavanje	Zatravljeni taložnici, bioretencije, biljni uređaji
Kontrola, upuštanje i ispuštanje	Perforirane cijevi, preljevi, brzotoci, umirujući bazeni

Izvor: Potočki i sur., 2019

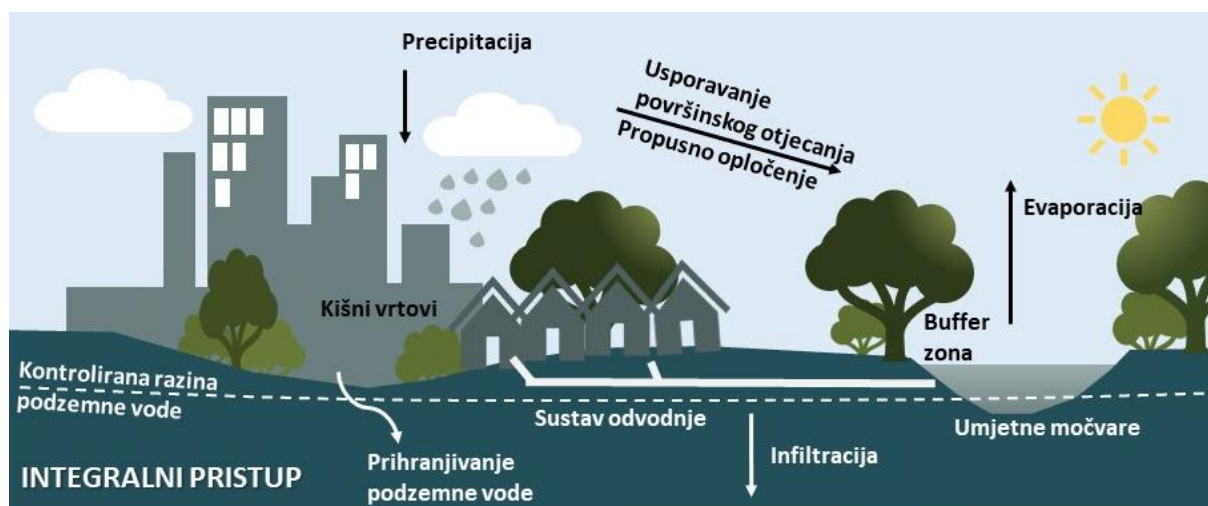
Donositelji odluka i politika u Europskoj Uniji i Svijetu prepoznali su potrebu i važnost uvođenja NBS-a, zelene infrastrukture i primjene integralnog upravljanja urbanim oborinskim vodama koji, osim upravljanja rizicima od poplava i prilagodbe na klimatske promjene, dodatno promoviraju zaštitu okoliša, održivost resursa i cirkularnu ekonomiju. EU potiče ovakva rješenja kroz raspoloživi zakonski okvir koji između ostalog uključuje: Okvirnu direktivu o vodama, Direktivu o poplavama, Strategiju prilagodbe na klimatske promjene, Strategiju zelene infrastrukture i EU strategija prirodne raznolikosti. (Potočki i sur., 2019.)



Slika 2.4. Zeleni pristup
Izvor: prilagođeno iz Thorne i sur., 2020.



Slika 2.5. Sivi pristup
Izvor: prilagođeno iz Thorne i sur., 2020.



Slika 2.6. Integrirani pristup
Izvor: prilagođeno iz Thorne i sur., 2020.

2.4.2. Održiva rješenja temeljena na prirodi u Hrvatskoj

Odvodnja oborinskih voda u Republici Hrvatskoj oslanja se na dosadašnju praksu u okviru konvencionalnog pristupa s mješovitim sustavima urbane odvodnje. Prostorna ograničenost širenja zelenih površina unutar urbane matrice, visoka cijena zemljišta, sektorizacija, kratkoročno skuplja rješenja, regulatorna ograničenja samo su neke od prepreka u uvođenju nekonvencionalnih rješenja u Hrvatskoj.

U gradovima Puli i Zadru razvijaju se prvi projekti s elementima primjene zelenih rješenja u okviru integralnog i održivog upravljanja oborinskim vodama (Potočki i sur., 2019.). Kvantifikacija novčanih koristi i troškova zelenih rješenja te usporedba s konvencionalnim pristupima, pokazala se kao ključan faktor u lakšem prihvaćanju ovakvih rješenja. Dio planiranih rješenja je već u funkciji s izvrsnim rezultatima (Andrić, 2020.). Grad Zadar intenzivno priprema projekt odvodnje oborinskih voda na području Starog i Novog Bokanjca s implementacijom većeg broja zelenih infrastrukturnih objekata (Andrić, 2020.). Grad Pula posljednjih nekoliko godina unutar sustava odvodnje oborinskih voda uključuje zelene elemente kao što su kišni vrtovi, infiltracijski jarci, infiltracijsko-retencijske lagune, podzemne retencije i dr., koji su prilagođeni značajkama svake urbane sredine kao što su: reljef, hidroklimatski uvjeti, gustoća stanovništva, socio-ekonomski okvir, sinergijski učinak postojećih mjera, veličina projekata i sl.

Realizacijom većeg broja pozitivnih primjera u Hrvatskoj i EU očekuje se intenzivnije prihvaćanje zelenih rješenja u odvodnji oborinskih voda u ostatku zemlje, posebice zbog donošenja Programa razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje 2021. do 2030. godine, na temelju Zakona o gradnji, što će dugoročno rezultirati smanjenjem rizika od poplava u urbanim sredinama i povećati stupanj održivosti gospodarenja vodama u urbanim sredinama kroz ojačavanje i razvoj zelene infrastrukture.

Unatoč prvim primjerima projekata s elementima održive urbane odvodnje, projektima u Puli i Zadru, u Hrvatskoj postoji potreba za edukacijom o mogućnostima takvih zelenih pristupa, razvojem zakona i propisa te tehničkih smjernica kako bi se stvorio okvir za uspješnu primjenu takvih rješenja u budućnosti (Andrić, 2020.).

3. Materijali i metode rada

Na temelju prikupljenih i pregledanih zakonskih propisa, znanstvenih i stručnih literaturnih izvora, članaka, studija, projekata, realiziranih primjena i sličnih relevantnih izvora definirana su polazišta za istraživanje i pisanje ovog rada.

Proces rada je uključivao prikupljanje informacija o području istraživanja, prikupljanje i sintezu prostornih podataka i kartografske dokumentacije za područje istraživanja, koji su se koristili za pripremu i izradu novih prostornih podataka, za pripremu i izradu prostorne baze podataka, prostornih modela i analiza ponajviše korištenjem GIS alata (QGIS 3.24.0).

U radu je prilikom uspostavljanja kartografske i prostorne baze podataka veći dio prostornih podataka bio dobiven od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda, Hrvatskih voda, Hrvatskog geološkog instituta, Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta, a dio preuzet sa njihovih stranica. Korištene su također javno dostupne postojeće izmjere i tematske karte: DOF, HOK, Topografska karta preuzeta sa Geoportal Državne geodetske uprave Republike Hrvatske (<https://dgu.gov.hr/>); Prostorni plan Grada Zagreba na stranici Informacijski sustav prostornog uređenja (<https://ispu.mgipu.hr/>); Generalni urbanistički plan grada Zagreba, Digitalni katastarski plan, Katastar zelenila, Topografska osnova, DMR, Strateški plan korištenja zemljišta sa stranice Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka (<https://geoportal.zagreb.hr/>); Karte opasnosti i rizika od poplava sa stranice Hrvatskih voda (<http://korp.voda.hr/>); Povijesne karte sa Arcanum Maps (<https://maps.arcanum.com/en/>); Karte zaštićenih područja, Ekološke mreže Natura 2000, Staništa i biotopi sa stranice Bioportal-a (<https://www.bioportal.hr/>) te prostorni podaci za analizu pedoloških obilježja šire lokacije od prof. dr. sc. Vesne Vukadinović.

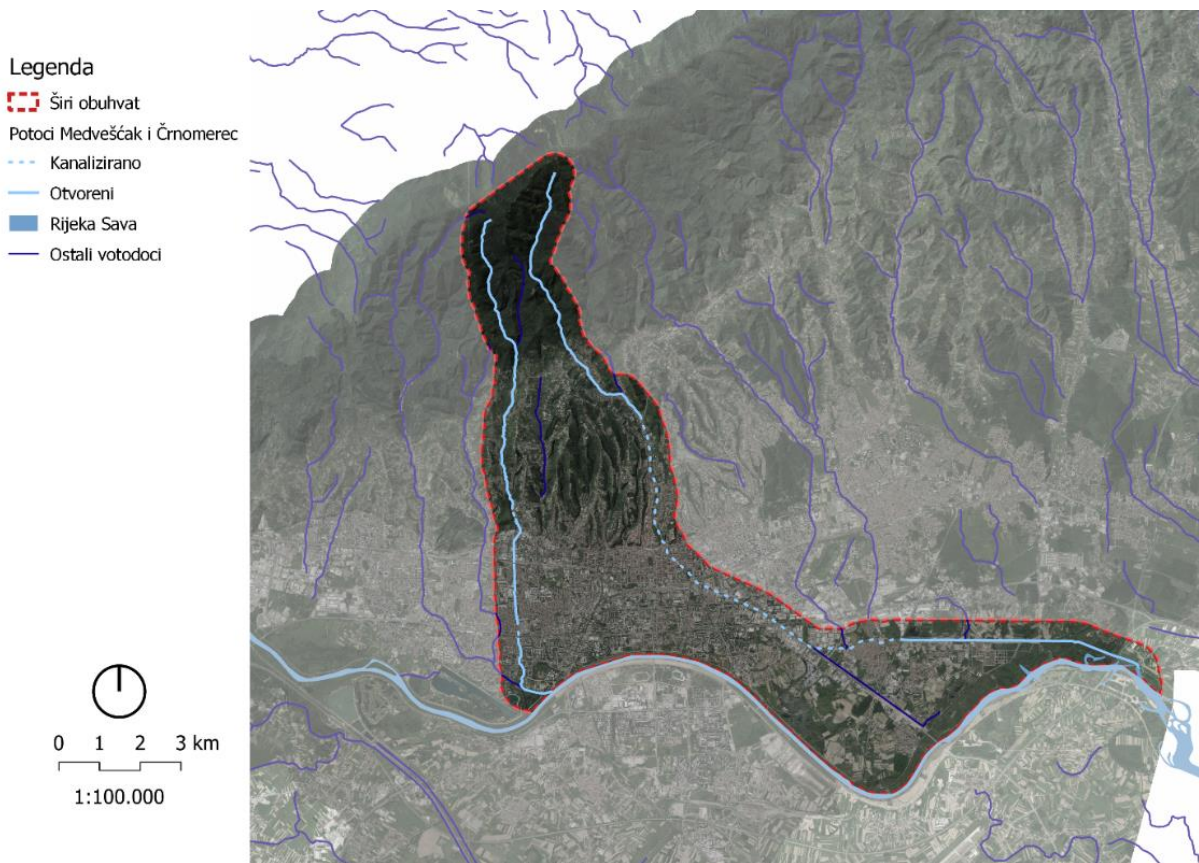
Obilaskom terena u kolovozu 2022. zabilježena je aktualna problematika unutar obuhvata u svrhu izrade inventarizacije za potrebe prostornih smjernica u drugom dijelu rada. Izmjereni podaci sa mjernih stanica koji su zaprimljeni od Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Državnog hidrometeorološkog zavoda i Hrvatskih voda – tri lokacije izmjere dnevnih vodostaja i protoka te dvije za izmjeru dnevne temperature i količinu oborina, korišteni su za grafički prikaz ekstrema i trendova u posljednjih 70 godina, odnosno 30 godina (ovisno o početku mjerenja za lokaciju); korišteni su za izradu grafičkih analiza.

Uz QGIS korišteni su AutoCAD i Adobe Photoshop za provođenje analiza (analize po Formanu i Godronu, Analiza uređenosti korita, Analiza reljefa, Analiza komunikacija i dr.) prikupljenih podataka u cilju izrade tematskih modela, kao i za izradu zonia, dijagrama, koncepata i dva detaljnija konceptualna rješenja sa smjericama i tehničkim detaljima za primjenu u drugom dijelu rada.

4. Opis područja istraživanja

4.1. Geografski položaj obuhvata rada

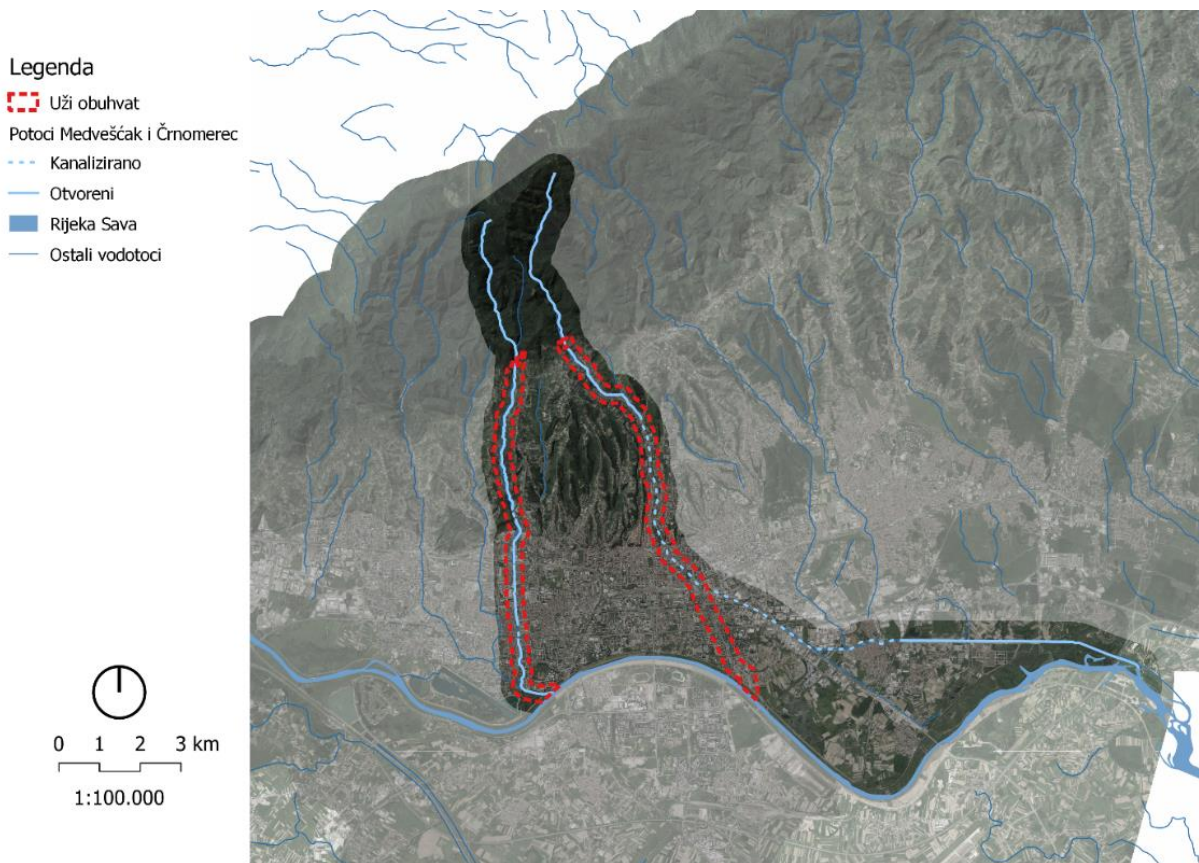
Obuhvat rada se nalazi u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj, u Gradu Zagrebu. Prvenstveno se odnosi na zagrebačke potoke Črnomerec i Medveščak, koji izvru na južnim padinama Medvednice, prolaze unutar zagrebačkih naselja sjeverno od Save te ulijevaju u Savu ili gradski sustav kanalizacije. Prema Krajobraznoj regionalizaciji Hrvatske s obzirom na prirodna obilježja (Bralić i sur. 1999.; Bralić, 1995.) obuhvat pripada Sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Karakterizira ga uglavnom kultiviran, slikovit i rebrast reljef, kontrast šumovitih brdskih masiva i obrađenih brežuljaka. Najveću ugroženost i degradaciju predstavljaju neprikladna gradnja stambenih objekata, manjak proplanka na planinama i geometrijska regulacija potoka. Obuhvat čine nadzemni i podzemni tokovi kao i njihov neposredan okoliš, s fokusom na dva zagrebačka potoka – potok Črnomerec i potok Medveščak. Zbog direktnog utjecaja potoka na okolinu, odnosno okoline na potoke, nužne su šira i uža analiza potencijala tokova te su prema tome definirani obuhvati. Za te potrebe je širi obuhvat obuhvatio 500 m zapadno od toka potoka Črnomerca, prostor između potoka Črnomerca i Medveščaka sa južnom granicom rijeke Save i sjevernom granicom 500 m od crte koja spaja izvorišta te 500 m istočno od toka Medveščaka, a dva uža obuhvata su se odnosila na a) obalni prostor 200 m istočno i zapadno uz potok Črnomerec, sa sjevernom granicom ruba PP Medvednica i južnom granicom sjeverna obala rijeke Save te b) prostor 200 m istočno i zapadno uz potok Medveščak, sa sjevernom granicom ruba PP Medvednica i južnom granicom sjeverna obala rijeke Save. Na temelju granica prostornih planova - Prostorni plan Grada Zagreba i Prostorni plan Parka prirode Medvednica; prostor užeg obuhvata nije zahvatio tokove unutar PP Medvednica kako bi se smanjio negativan utjecaj na zaštićeni krajobraz, odnosno očuvala prirodnost potoka i njihovog neposrednog okoliša u gornjim dijelovima tokova.



Slika 4.1. Širi obuhvat

Izvor podloge: DGU, 2022.; autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Gornji dijelovi toka potoka (unutar granica PP Medvednica) obrađeni su samo marginalno, s fokusom na niže dijelove tokova koji prolaze urbaniziranim područjem Zagreba, te je izuzet iz užeg obuhvata dio toka Medveščaka koji prolazi južnije od Ul. Grada Vukovara te zahvaćen potez kroz naselje Borovje do obale rijeke Save.



Slika 4.2. Uži obuhvat

Izvor podloge: DGU, 2022.; autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Potok Medveščak je gorski bujični potok koji izvire iz vrela Bažulovka te se slijeva niz strminu Mrcina do Kraljičina zdenca. Dalje teče do restorana Šestinski lagvić, gdje je izgrađena velika retencija te nastavlja teći šestinskom dolinom u reguliranom betonskom koritu do Okrugljaka, gdje u njega utječe potok Gračanec, potom u otvorenom koritu teče do Mihaljevca, gdje kraj tramvajskog okretišta ponire u gradski odvodni sustav (Kljakić, Mikulec, 2013.).

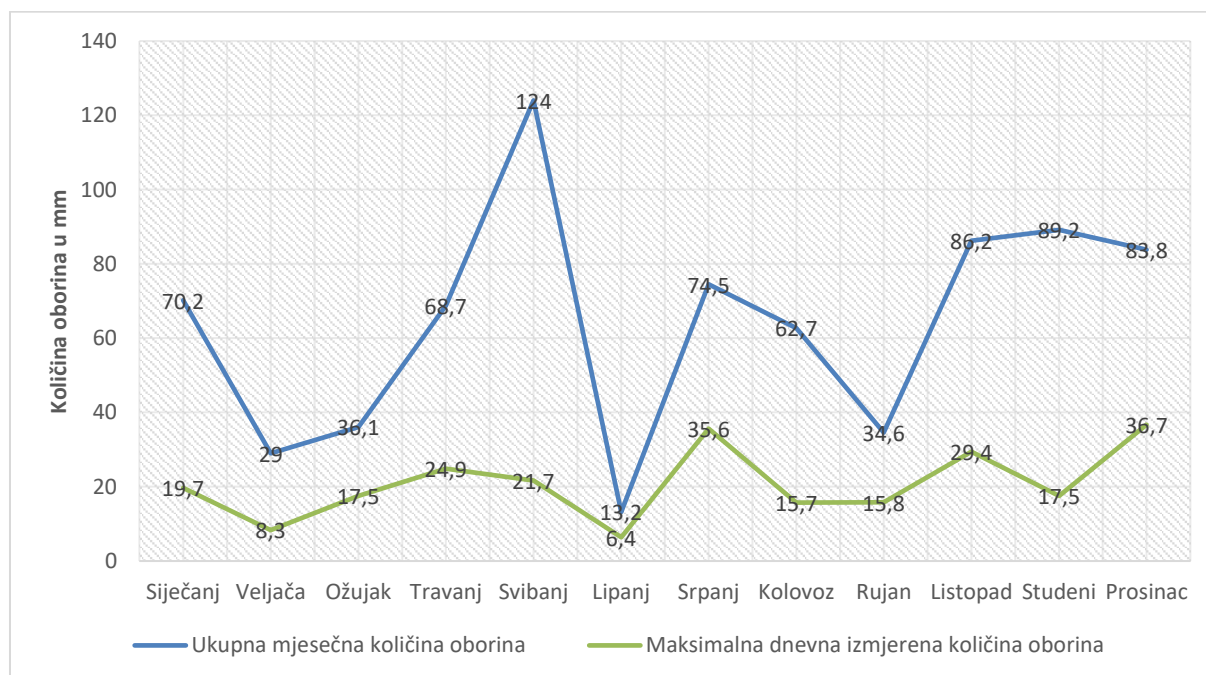
Potok Čnomerec nastaje spajanjem Malog i Velikog potoka koji izvire na obroncima Medvednice. Izvor pod nazivom Mlečno vrelo (Mrzlak) uz sustav od pet zasebnih izvora koji se spajaju u zajednički vodotok i formiraju Mali potok, sa najvišim izvorom Velikog potoka nalazi se odmah ispod spoja ceste Prilaz Kraljičinom zdenču i planinarske staze broj 1, južno od planinarskog doma Graničar i Rudnika Zrinski, te 200 m južnije vodom puno obilnijih 4 izvora udaljenosti nekoliko desetaka metara jedan od drugog zajedno tvore Veliki potok. Mjesto ulijevanja Malog u Veliki potok nalazi se na samom rubu Parka prirode Medvednica u blizini zagrebačkog naselja Mikulići, od kuda kreće potok Čnomerec. Nakon toga pravocrtno u smjeru sjever - jug protječe kroz gradske četvrti Čnomerec, Trešnjevka - sjever i Trešnjevka - jug sve do ušća u potok Vrapčak, tek nekoliko stotina metara prije rijeke Save (Martinić i sur., 2019).

4.2. Opis obuhvata prema prirodnim čimbenicima

4.2.1. Klimatska obilježja

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime ovisno o srednjem godišnjem hodu temperature zraka i količine oborine, Zagreb ima umjereno toplu kišnu klimu sa oznakom Cfbwx. Osnovno obilježje toga tipa klime je izostanak suhoga razdoblja, ravnomjeran raspored oborina tijekom cijele godine, odnosno nema izrazito suhih mjeseci, a najsuše razdoblje pada u hladni dio godine. Maksimalne količine oborina pojavljuju se u proljeće i u kasno ljeto. Zagreb ima četiri godišnja doba. Ljeta su topla, sa povremenim kratkotrajnim toplinskim valovima. Temperatura počinje rasti krajem svibnja te se javljaju popodnevni pljuskovi.

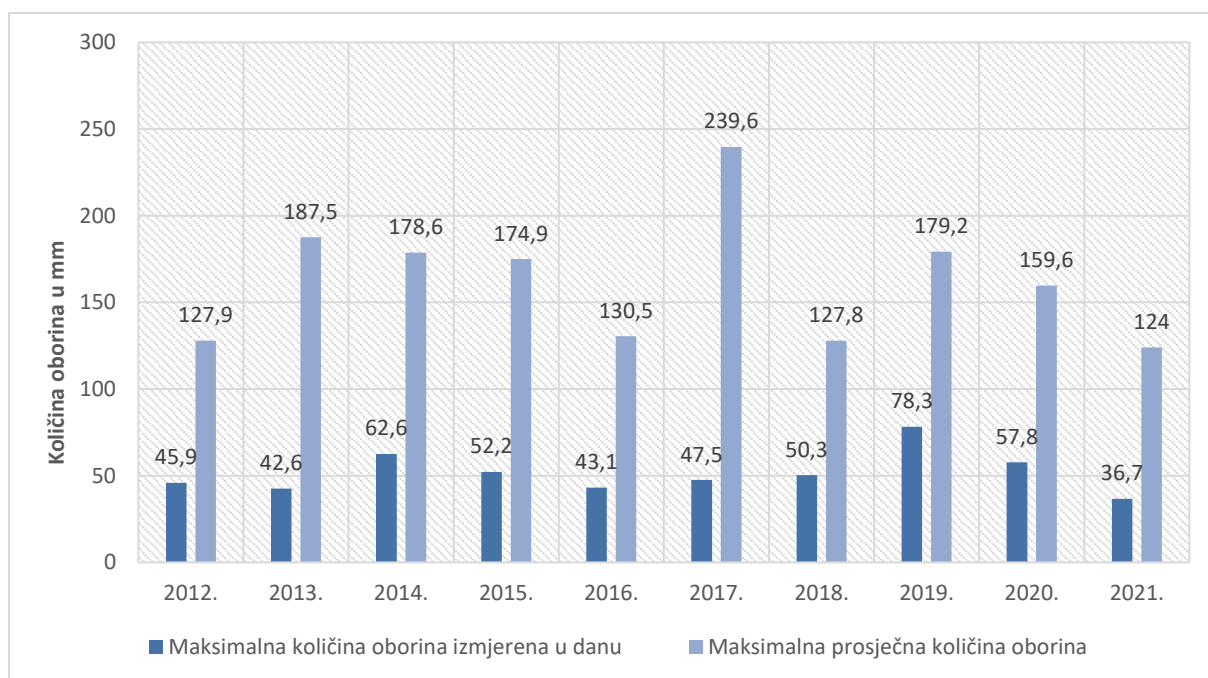
U prosjeku 14,6 dana svakog ljeta temperature rastu iznad 30°C, a prosječno iznose 22°C. Jesen sredinom rujna često donosi ugodno i sunčano vrijeme s povremenim periodima kiše. Kasnu jesen karakterizira porast kišnih dana kao i pojava magle te stalni pad prosjeka temperature. Zime su relativno hladne sa manjom količinom oborina. Prosječna dnevna srednja temperatura zimi je oko 1°C. Pritom prvi snijeg obično pada početkom prosinca, a veljača je u prosjeku najsuši mjesec. Međutim, posljednjih godina smanjio se i izostao broj dana sa snježnim padalinama. Proljeće je vrlo ugodno sa čestim vremenskim promjenama. Ponekad se u rano proljeće javljaju mrazovi i hladniji kraći periodi (DHMZ, 2022.).



Graf 4.1. Mjesečna količina oborine (mm) za postaju Zagreb - Maksimir za 2021. godinu

Izvor: podaci od DHMZ 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

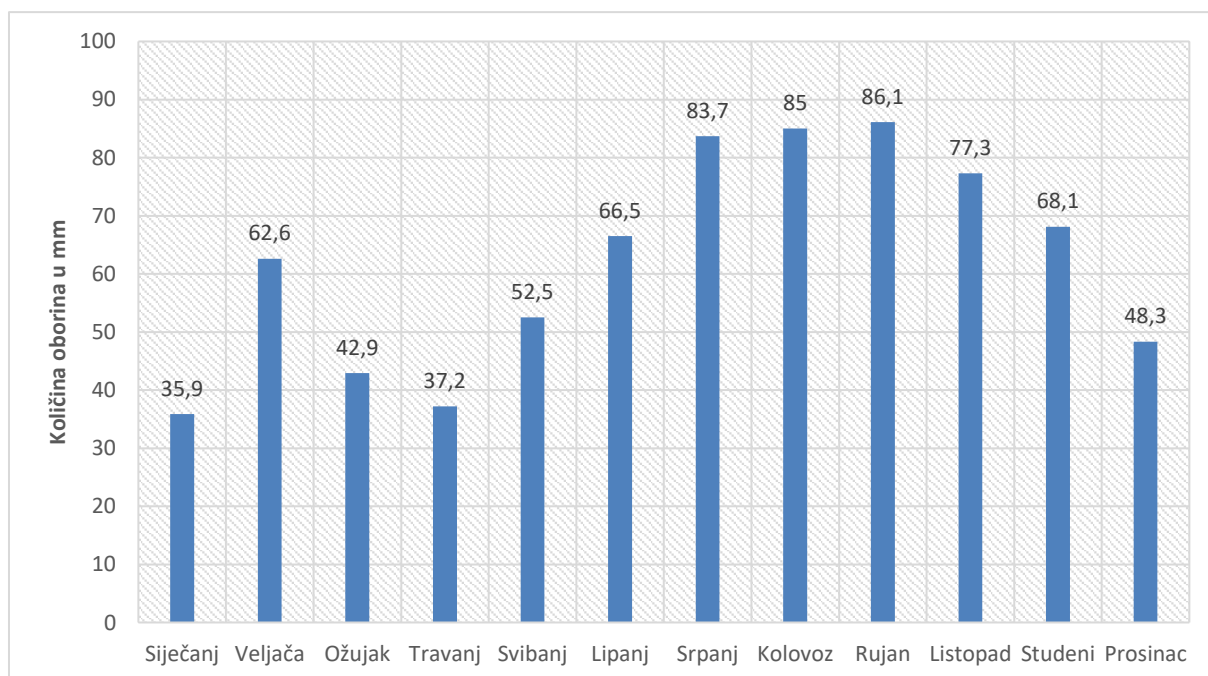
Prema DHMZ zaprimljenim mjeranjima oborina (mm) u periodu od siječnja do prosinca 2021. godine na mjernoj postaji Maksimir zabilježeno je najviše oborina u svibnju (124,0 mm), dok je najveća dnevna količina oborina izmjerena 03. prosinca (36,7 mm), a najmanje u lipnju (13,2 mm) te godine.



Graf 4.2. Maksimalne izmjerene količine oborina (mm) u danu i prosječne maksimalne količine oborina za postaju Zagreb – Maksimir/ Grič za period od 2012. do 2021.

Izvor: podaci od DHMZ 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

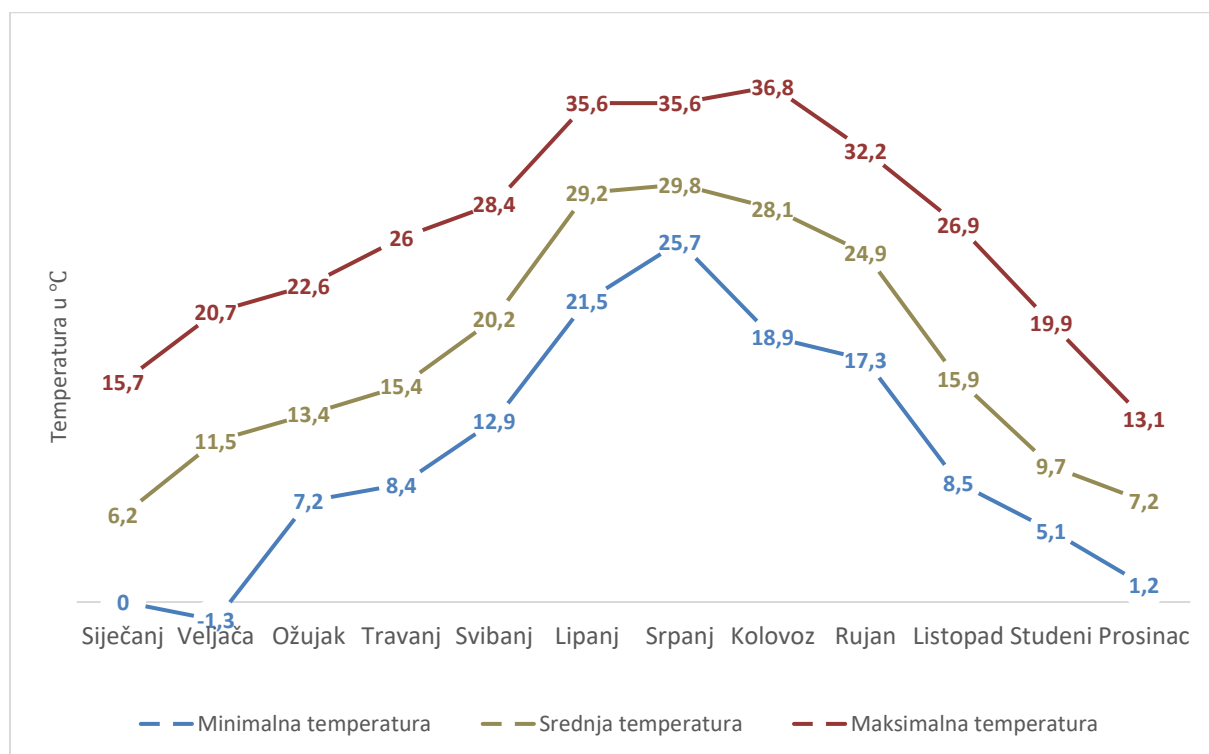
Graf prikazuje ekstremne vrijednosti u dnevnim i mjesečnim unutar posljednjih 10 godina. Najveća prosječna količina oborina izmjerena je u rujnu 2017. i iznosila 239,6 mm, dok je najveća dnevna količina oborina izmjerena 24. rujna 2019. te iznosila 78,3 mm.



Graf 4.3. Maksimalne dnevne izmjerene količine oborina (mm) po mjesecima za postaju Zagreb – Maksimir za period od 1950. do 2020.

Izvor: podaci od DHMZ 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

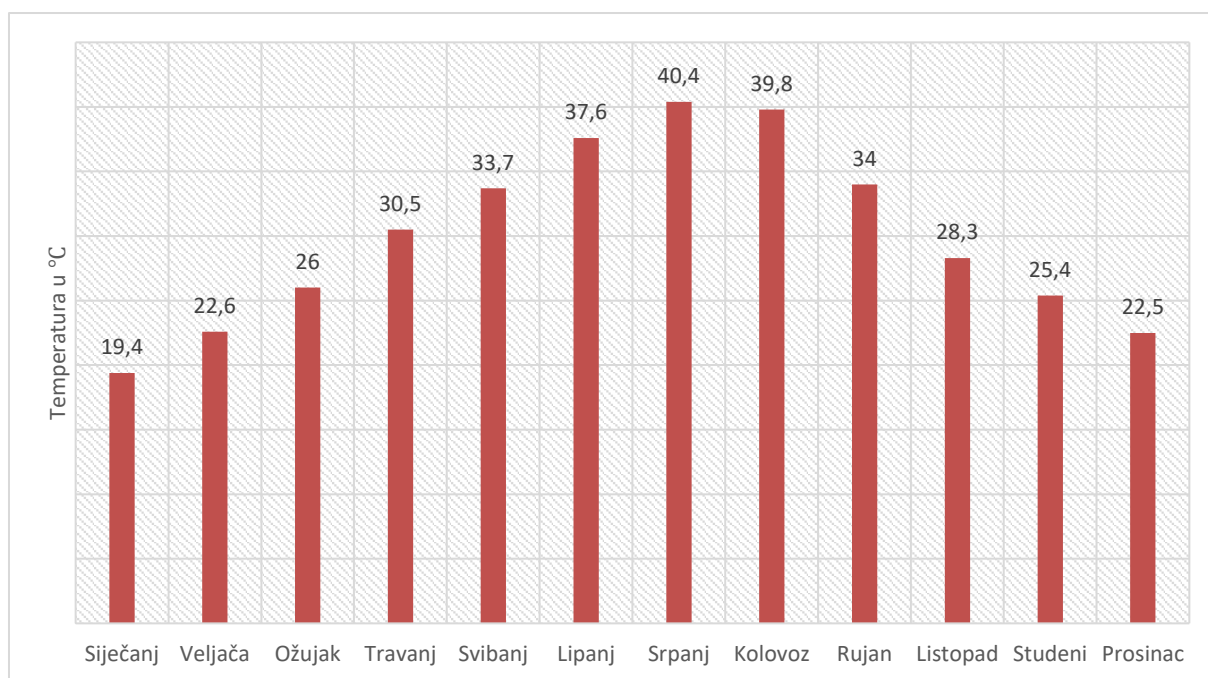
Najveća količina oborina koja je pala u jednom danu izmjerena je 28. rujna 1987., a iznosila je 86,1 mm. Grafom je moguće utvrditi da su u 70-godišnjem periodu najobilnije količine oborina zabilježene od srpnja do listopada, te da uz iznimku veljače, u zimskom periodu nije izmjerena do sada velika količina oborina.



Graf 4.4. Mjesečna temperatura (°C) za postaju Zagreb - Maksimir za 2021. godinu

Izvor: podaci od DHMZ 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

Prema DHMZ zaprimljenim mjeranjima temperature (°C) u periodu od siječnja do prosinca 2021. godine na mjernoj postaji Maksimir zabilježena je najviša temperatura (36,8°C) u kolovozu, dok je prosječno najviša bila zabilježena u srpnju (29,8°C), a najniža u veljači (-1,3°C), dok je prosječno najniža temperatura bila u siječnju (6,2°C) te godine.



Graf 4.5. Pregled apsolutnih maksimalnih temperatura (°C) za postaju Zagreb - Maksimir za period od 1950. do 2021. po mjesecima

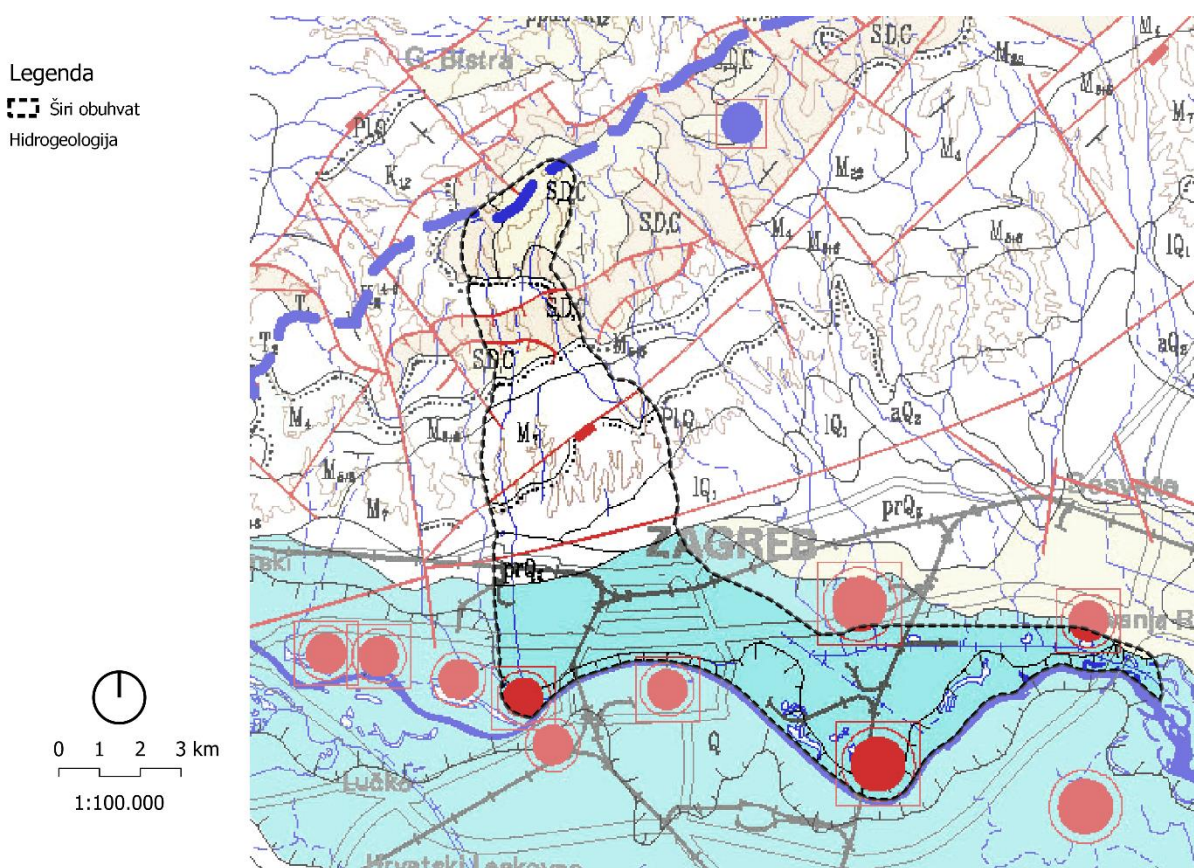
Izvor: podaci od DHMZ 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

Najveća zabilježena temperatura izmjerena je 05. srpnja 1950., a iznosila je 40,4°C. Grafom je moguće utvrditi da su u 70-godišnjem periodu najviše temperature zabilježene od svibnja do rujna, ali da su i u hladnijem dijelu godine zabilježene ekstremno visoke temperature poput izmjerenih 25,4°C na dan 16. studenog 1963 ili 22,6°C izmjerenih 28. veljače 2019.

Globalni klimatski modeli predviđaju porast globalne prizemne temperature zraka u posljednjem desetljeću 21. stoljeća u odnosu na posljednjih 20 godina 20. stoljeća od 1,8 °C do 4°C, ovisno o scenariju emisije plinova staklenika. Prema simulacijama buduće klime s obzirom na klimatske promjene na području Hrvatske dobivena su modeli za dva 30-godišnja razdoblja. Razdoblje od 2011. do 2040. godine predstavlja bližu budućnost, a razdoblje od 2041. do 2070. godine predstavlja sredinu 21. stoljeća u kojem je prema A2 scenariju - predviđen daljnji porast koncentracije ugljikovog dioksida (CO₂) u atmosferi, signal klimatskih promjena jači. Promjene količine oborine u bližoj budućnosti (2011. - 2040.) su vrlo male i ograničene samo na manja područja te variraju u predznaku ovisno o sezoni. U drugom razdoblju buduće klime (2041. - 2070.) promjene oborine u Hrvatskoj su nešto značajnije izražene. Smanjenja dosižu vrijednost od 45 - 50 mm i statistički su značajna. Zimi se može očekivati povećanje oborine u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, međutim to povećanje nije statistički značajno. (Patarčić, DHMZ 2022.)

4.2.2. Geološka građa, geomorfološka i pedološka obilježja

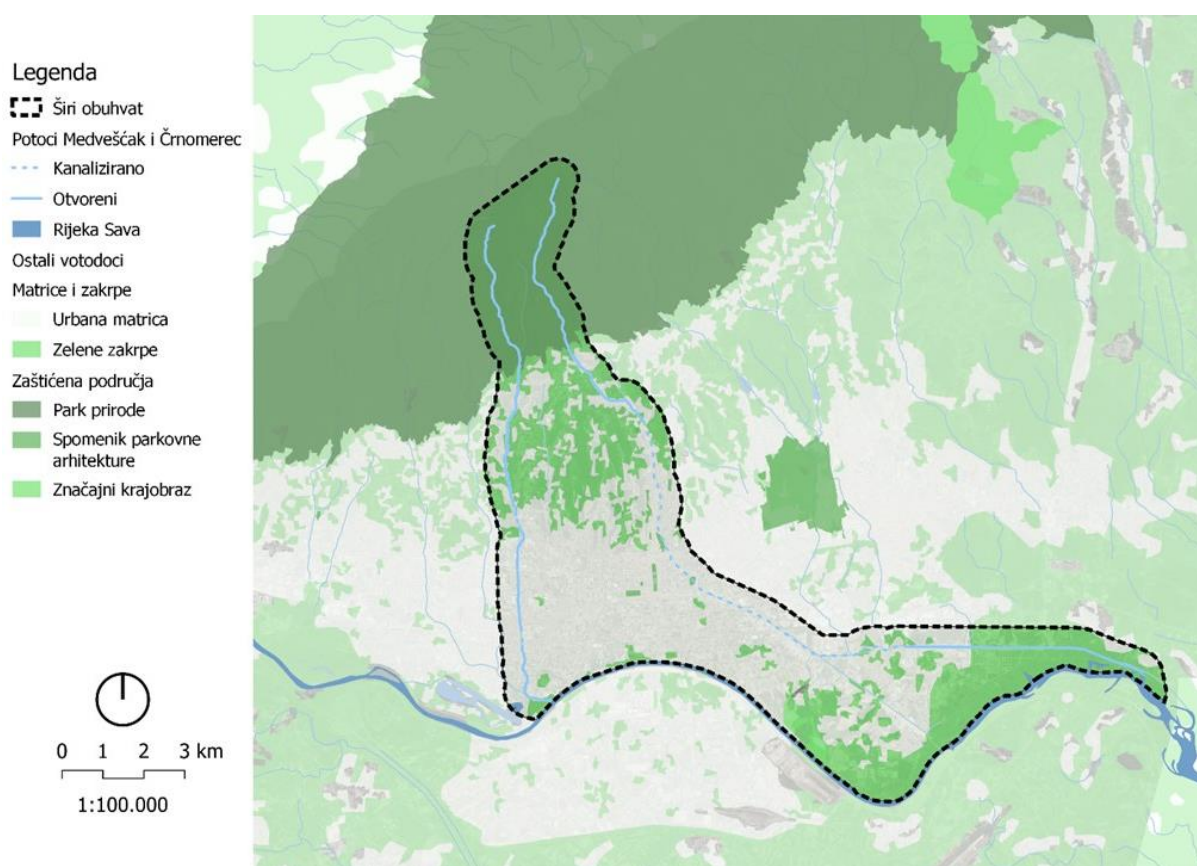
Širi prostor Grada Zagreba nalazi se u zoni utjecaj Panonskih, Dinarskih i Alpskih struktura. Prema geomorfološkoj regionalizaciji reljefa Republike Hrvatske (Bognar, 2001.). Prostor šireg obuhvata rada geografski i geomorfološki se prostire kroz različite krajobrazne cjeline Medvednice i doline rijeke Save. U skladu s geološkom građom, hidrološkim i klimatskim prilikama na tom se području javlja više morfogenetskih kategorija reljefa: fluvijalni (dolina Save), fluviodenudacijski (Medvednica s južnom predgorskom stepenicom), te krški i fluviokrški (Medvednica). Opća obilježja georaznolikosti ne utječu samo na geografske i geomorfološke značajke prostora nego i na podzemne i površinske vode, klimu, živi svijet, zatim na razvoj urbanog, periurbanog i ruralnog prostora Zagreba (Buzjak i sur., 2021.).



Izvor podloge: HGI, 2022.

Prema Strateškoj studiji o utjecaju na okoliš razvojne strategije Grada Zagreba za razdoblje do 2020. godine (2017.) na južnim obroncima Zagrebačke gore zastupljene su naslage od paleozoika do kvartara, u četiri geološki vrlo raznovrsna i jasno individualizirana kompleksa: metamorfne stijene paleozojske starosti, mezozojski sedimenti, neogenski sedimenti i kvartarni sedimenti. Naslage holocenskog potočnog aluvija sastoje se uglavnom od šljunaka i pijesaka s promjenjivim granulometrijskim sastavom. Savsku depresiju izgrađuju naslage neogenske i kvartarne starosti. Tektonskim pokretima početkom donjeg

helveta došlo je do spuštavanja pojedinih blokova unutar dotadašnjeg kopnenog prostora i formiranja malih, povezanih bazena u kojima je započela sedimentacija slatkovodnih klastičnih naslaga molasnog tipa, koji se sastoje od konglomerata u bazi te lapora i pješčenjaka (Strateška studija o utjecaju ID PP GZ na okoliš, 2017.). Od značajnijih postojećih problema vezano za geološki aktivne procese na području Grada Zagreba mogu se izdvojiti pojave klizišta u podsljemenskoj zoni. Najbrojnija su klizišta u području miocenskih i pliokvartarnih naslaga, koje čine usku podsljemensku zonu izgrađenu od lapora i glina. Okidači nastanka klizišta su: (dugotrajne) intenzivne oborine, naglo topljenje snijega, potres, zamrzavanje i otapanje.



Slika 4.4. Karta urbanog i ruralnog krajobraza

Izvor podloge: HGI, 2022., prostorni podaci: Bioportal, autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

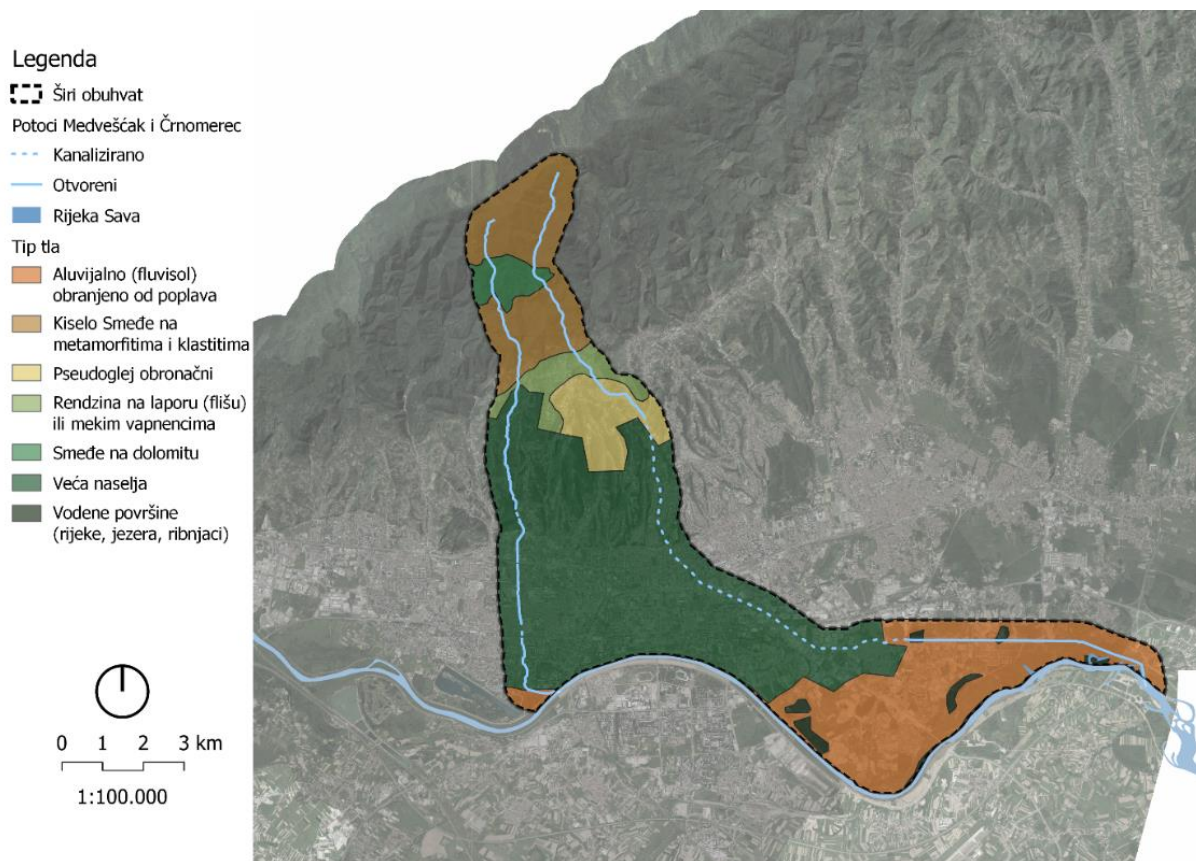
Nadalje, na području Grada Zagreba zastupljeno više različitih krajobraznih tipova naglašene povezanosti prirodnih i antropogenih sastavnica. Prema općoj tipologija krajobraza područje Grada podijeljeno je na subpanonsku i panonsku krajobraznu regiju, unutar kojih se nalazi 6 općih krajobraznih tipova:

- a) Gorsko-brdski prirodni krajobraz Medvednice; nalazi se sjeverno od urbanog područja Zagreba. Opći karakter je dominantno prirodan, određuje ga dinamičan planinski masiv Medvednice, prekriven gustim, kompaktnim, rasprostranjenim i homogenim šumskim pokrivačem bjelogorične šume uz prekide manjim površinama šumskih proplanaka i livada nastalih antropogenim djelovanjem.

- b) Brežuljkasto-brdski mješoviti krajobraz Medvednice, smješten je na nižim južnim padinama planine, tj. Medvedničkom prigorju. Opći karakter krajobraznog područja je mješoviti, a strukturiraju ga elementi rebrastog reljefa (brda i brežuljci) te mozaični uzorci prirodnog (šume i poljoprivreda) i antropogenog (izgrađeno) površinskog pokrova. Glavna osobitost vizualnog izgleda jest pružanje gorskih rebara pokrivenih šumskim površinama sve do nizinskog, urbanog područja Grada te obiteljske stambene zgrade, s okućnicama i manjim površinama vrtova, voćnjaka, vinograda, livada i pašnjaka.
- c) Nizinski urbani krajobraz Zagreba, obuhvaća prostor sjeverno do rijeke Save do najnižih padina Zagrebačkog Prigorja, na zapadu od Podsuseda do Sesveta na istoku. Najveći dio (70%) površine okarakteriziran je izgrađenim, urbanim strukturama koje datiraju od druge polovice 19. stoljeća do najnovijeg doba, dok manji dio (30%) površine zauzimaju neizgrađene, privatne i javne zelene površine. Vizualni karakter krajobrazu određuje ravna reljefna podloga, fragmentarnost i različite kvalitete urbanističko arhitektonskih obilježja, kao i sama organizacija urbanih struktura središnjeg, povijesnog i šireg gradskog područja.
- d) Nizinski riječni mješoviti krajobraz Save, smješten je obostrano uz rijeku Savu, od Podsuseda na zapadu do Jakuševca i Žitnjaka na istoku. Glavno obilježje ovom krajobraznom području daje rijeka Sava i pritoci, svojim reguliranim koritom te inundacijskim pojasom širine oko 300 m, obrubljenog visokim nasipima.
- e) Nizinski ruralni krajobraz Zagreba, Obuhvaća prostor unutar kojeg se nalaze elementi nekadašnjeg meandra riječnog toka, kroz toponime, geometriju ulica, isušenih rukavaca i šumskih površina. Vizualni karakter čini raznolikost krajobraznih područja i uzoraka. Zastupljena su područja u kojima dominira visoki stupanj antropogenih utjecaja, utjecaj velikih industrijskih pogona, ali i područja malog antropogenog utjecaja i visokog stupnja prirodnosti.
- f) Brežuljkasti ruralni krajobraz Zagreba, nije zahvaćen obuhvatom ovog rada, nalazi se na istočnim i zapadnim obroncima Medvedničkog prigorja.

Prema SSUO razvojne strategije Grada Zagreba (2017.) na području Grada Zagreba utvrđeno je 14 tipova tala i 43 nižih jedinica tala (podtipovi, varijeteti ili forme), koji zajedno čine različite zemljišne kombinacije. Od ukupno 14 tipova tala, 9 pripada automorfnom, a 5 hidromorfnom odjelu. Sukladno prostorno planskoj dokumentaciji, obradiva poljoprivredna tla klasificirana su kao: osobito vrijedna obradiva tla, vrijedna obradiva tla i ostala obradiva tla. Osobito vrijedna obradiva tla (fluvisol oglejeni i neoglejeni na pjeskovito-šljunkovitom supstratu, semiglej aluvijalni na pjeskovito-šljunkovitom supstratu te hipoglej mineralni hidromeliorirani) povoljnih su karakteristika za uzgoj poljoprivrednih kultura. Laganog su teksturnog sastava, povoljne prozračnosti i vodopropusnosti, dobre i stabilne strukture, neutralne do slabo kisele reakcije, slabe humoznosti te slabe opskrbljenosti fiziološki aktivnim hranjivima. S obzirom da su u najvećoj mjeri zastupljena na nizinskim područjima uz rijeku Savu, ispod njih se nalazi glavni vodonosnik za vodoopskrbu pitkom vodom Grada

Zagreba. Tla razvedenog prigorskog dijela većinom su klasificirana kao vrijedna tla (eutrično smeđe tlo na laporu, rendzina na laporu i mekim vapnencima, kiselo smeđe tipično i lesivirano tlo na ilovinama i glinama, pseudoglej na karbonatno vapnenom supstratu i distrično smeđe pseudooglejno tlo). Sastavni dio najvlažnijih staništa na području Grada su obradiva tla koja su pogodna za razvoj raznih oblika poljoprivredne proizvodnje (vinogradarstvo, voćarstvo, stočarstvo itd.). Teksturno teža tla, slabe interne dreniranosti, slabe vodopropusnosti, umjerene humoznosti i umjerene opskrbljenosti aktivnim hranjivima (pseudoglej na zaravni, pseudoglej obronačni, pseudoglejglej, euglej mineralni hipoglejni i amfiglejni te djelomično hidromeliorirani euglej mineralni) klasificirana su kao ostala obradiva tla.



Slika 4.5. Pedološka obilježja

Izvor podloge: DGU, 2022.; autor pedološke karte: V. Vukadinović,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Tematskom kartom Pedoloških obilježja najveći dio obuhvata zauzima kategorija veća naselja, stoga je za pojedinačne lokacije kao i za detaljnije promišljanje, projektiranje, planiranje i realizaciju projekata na istima nužno provesti detaljnu analizu tla.

4.2.3. Hidrološka obilježja

Grad Zagreb se prema Pravilniku o granicama područja podslivova, malih slivova i sektora (NN 97/2010 i 31/2013) nalazi na području malog sliva „Zagrebačko prisavlje“, sa gusto razgranatom hidrografskom mrežom pritoka, a najveći vodotok je rijeka Sava.

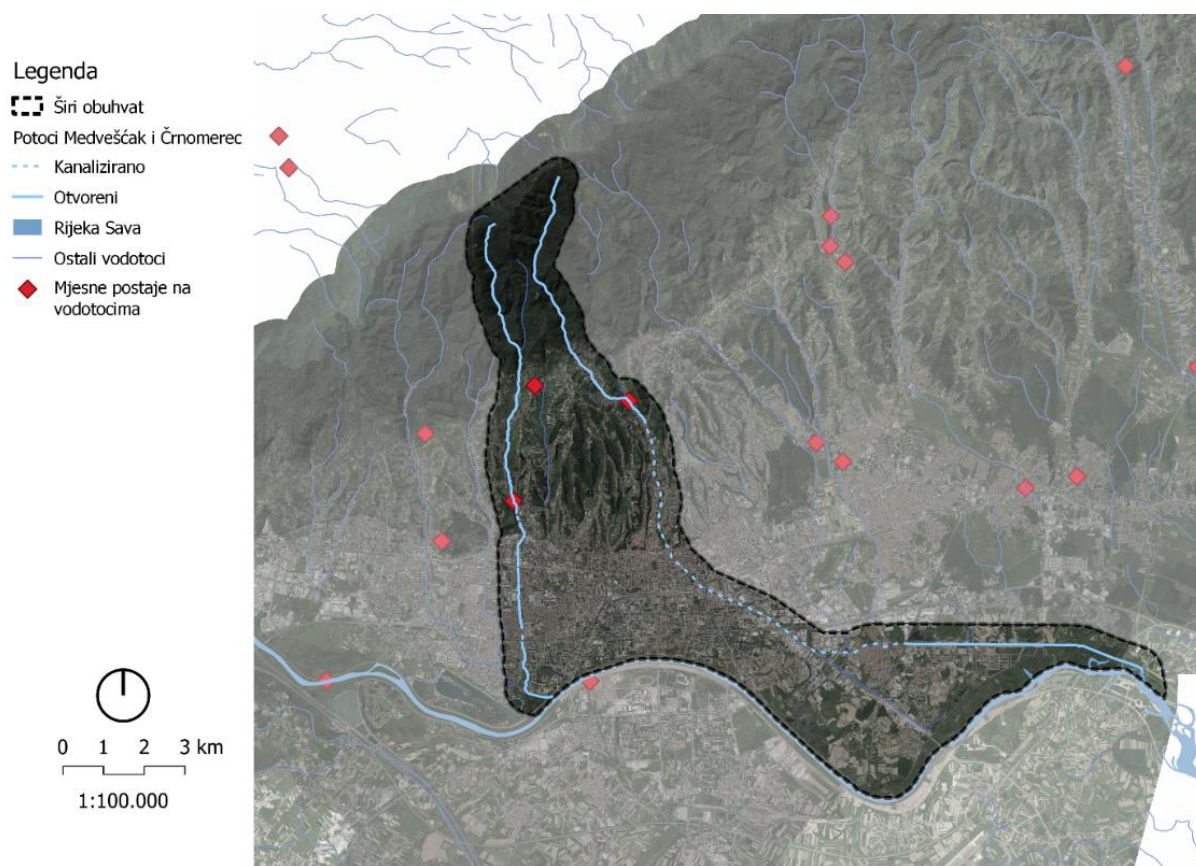


Slika 4.6. Kartografski prikaz granica vodnih područja i područja podslivova u Hrvatskoj

Izvor: Pravilnik o granicama područja podslivova, malih slivova i sektora (NN 97/2010)

Medvednički potoci prema tome pripadaju porječju rijeke Save, u koju se neki od njih ulijevaju izravno (potok Črnomerec), a neki posredstvom gradskog odvodnog sustava (Potok Medveščak). Na središnjem dijelu prisojne strane Medvednice postoji 60-ak izvora (Prostorni plan PP Medvednica, 2014). Izvorišni dijelovi najvećih zagrebačkih potoka nalaze se na gorskom masivu Medvednice, uglavnom unutar granica Parka prirode, dok slabiji i kraći tokovi znaju imati izvorišta i niže u prigorju. Tokove medvedničkih potoka možemo podijeliti na tri osnovna dijela: gornji, srednji i donji tok, s obzirom na hidrološke karakteristike samih potoka i geomorfološke procese uz njih (denudacije i akumulacije), te prema klasičnoj podjeli riječnih tokova na gornji, srednji i donji tok. Gornji tok medvedničkih potoka karakteriziraju veliki pad i brzina vode te niža temperatura vode u odnosu na nizvodne segmente potoka. Doline gornjih tokova ovih potoka nastale su fluviodenudacijskim procesima, prvenstveno

erozijom i procesima spiranja, dok je kliženje otežano postojanjem šumske vegetacije (Faber, 2022.; Šaler, 1985.).



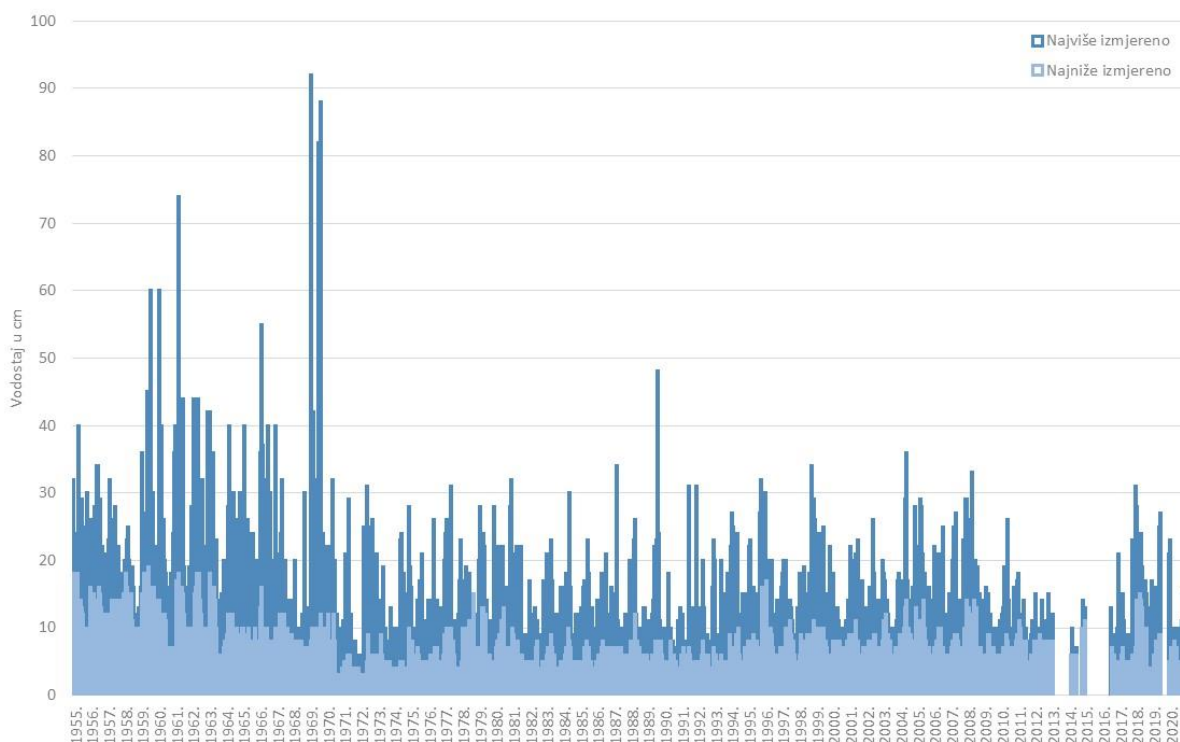
Slika 4.7. Karta lokacija mjernih postaja

Izvor podloge: HGI, 2022., autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na Savi i većim pritocima (potocima) zabilježena je tendencija sniženja najnižih godišnjih vodostaja, odnosno sniženja dna korita, prema tome i razine podzemne vode. Zabilježeni minimalni godišnji vodostaji rijeke Save od 1972. do 1994. sniženi su više od 1,5 m. što također utječe na povećanje kapaciteta korita za velike vode ali i na sniženje vodostaja podzemne vode, što smanjuje kapacitete izvorišta pitke vode. (Pavlin, Pletikapić, 2004.). Sniženje vodostaja uzrokovalo je sniženje razina podzemnih voda u zaobalju pod utjecajem eksploatacije podzemnih voda. Početkom devedesetih godina trend sniženja vodostaja Save zaustavljen je izgradnjom vodnih stuba kod termoelektrane-toplane (TE-TO) Zagreb. Time je zaustavljen i trend sniženja razina podzemne vode uzvodno od vodnih stuba do Podsuseda. Sniženje razina podzemne vode na zagrebačkom području povezuje se i sa velikim crpnim količinama na zagrebačkim crpilištima što se tumači precrcpljivanjem vodonosnika (SPUO RSZG 2016.; Bačani, Posavec, 2008.), ali i sa starim cjevovodnim sustavom (vodoopskrba i odvodnja) koji uzrokuje velike gubitke u sustavu (49%) što također predstavlja značajan pritisak na vodni resurs. Razlozi drastičnog smanjenja raspoloživih vodnih resursa mogu se također objasniti i rastom ljudske populacije te urbanizacije sa sve većim potrebama za vodom u raznim gospodarskim sektorima (energetskom, industrijskom

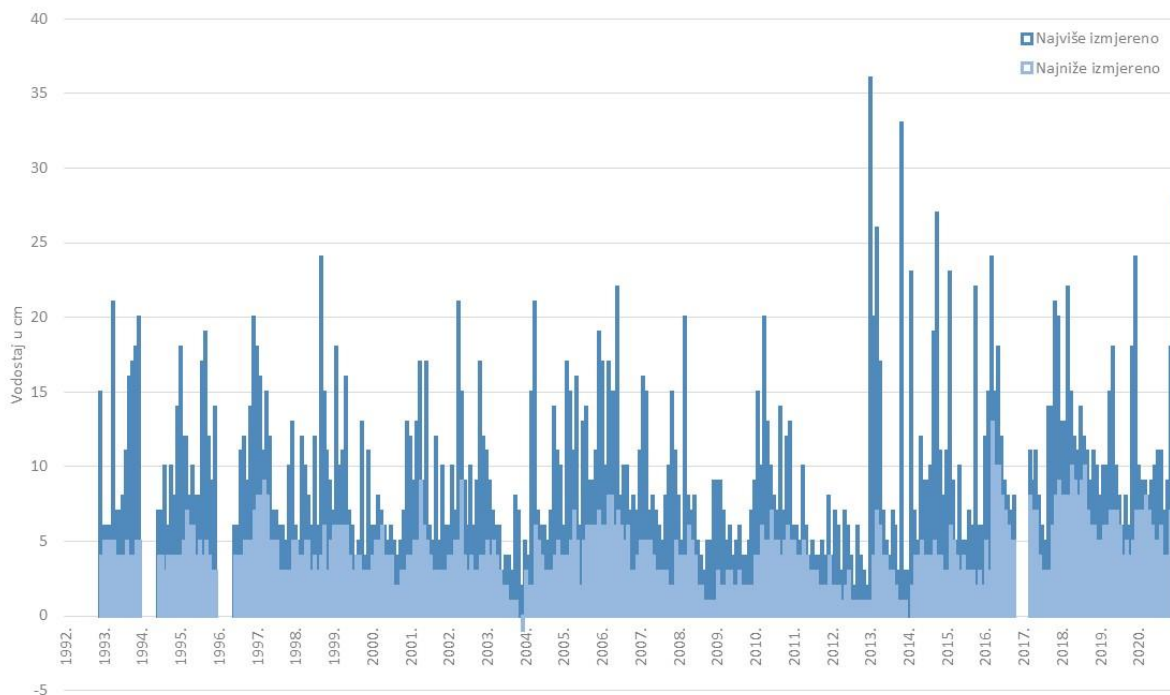
sektoru te u sektoru poljoprivrede, odnosno proizvodnji hrane) i kućanstvima, što za posljedicu ima sve izraženije nekontrolirano crpljenje i razna antropogena onečišćenja hidroloških resursa. (Ondrašek, 2015.; Ondrašek 2014.). Slabiji mnogobrojniji izvori često presušuju te su povremeni, dok jači izvori uglavnom ne presušuju. Zbog toga u gornjim i srednjim tokovima zagrebačkih potoka iako uglavnom ima vode tijekom cijele godine, vodostaj i protok uvelike ovise o godišnjem dobu, o padalinama i kopnjenju snijega na Medvednici. Medvednički potoci ne pronose velike količine vode: mjesečni srednjaci protoka u posljednjih 10 godina nisu prelazili 1 m³/s gotovo ni na jednoj mjernoj postaji na području Zagreba. Neki potoci bilježe veće mjesečne i apsolutne oscilacije vodotoka i protoka od drugih; prosjeku ih karakterizira vrlo mala količina vode, često presušivanje u nizinskom dijelu toka i hirovitost, odnosno bujični karakter toka bitne su značajke medvedničkih potoka. (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.) Najviši vodostaji Save i pritoka su najčešći od listopada do prosinca, a na manjim vodotocima i u srpnju i kolovozu, što je posljedica ljetnih pljuskova. Najniži vodostaji su najčešći u veljači i listopadu, a najmanji protoci vodotoka su od kolovoza do studenog, dok su najveći na Savi od listopada do prosinca, a na manjim vodotocima u proljeće i ljeto (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.). Primjerice donji tokovi potoka Kustošaka i Črnomerca često presušuju u toplijem dijelu godine. Prema podacima s mjernih postaja na srednjem toku Črnomerca taj je potok znao ostati bez vode i u prigorskom dijelu toka, posljednji put 1982. godine. Također, prema povijesnim je izvorima potok Medveščak također znao ostati bez vode u nizinskom dijelu toka. Manjak mjernih postaja na donjim tokovima potoka otežava prikupljanje podataka o njihovom vodostaju, protoku vode i učestalosti presušivanja. Medvednički potoci imaju jednostavan režim s maksimalnim vodostajem i protokom u kasnu zimu i rano proljeće - uglavnom od veljače do travnja; i izrazitim minimumom u ljetnim mjesecima - srpanj i kolovoz (Faber, 2022.).

Pregledom i usporedbom izmjerenih podataka vodostaja (cm) na mjernoj stanici Frateršćica 1 - Črnomerec, utvrđena je razlika u visini i položaju kota; prema tome je u periodu 1959.-1969. Kota "0"=128,600 m.n.m., 1970.-1972. Kota "0"=148,181 m.n.m., a 1973.-2020. Kota "0"=144,729 m.n.m. Najviši izmjereni vodostaj u visini 92cm zabilježen je 18. prosinca 1968., a najniži u visini 1 cm zabilježen je više puta prilikom mjerenja. U periodima cijele 2013. godine, 6. - 8. mj. 2014., 12. mj. 2014. - 5. mj. 2016. te 6. - 10. mj. 2019. nedostaju zabilježeni podaci.



Graf 4.6. Najviše i najniže izmjereni vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Frateršćica 1 - Črnomerec za period od 1955. do 2020.

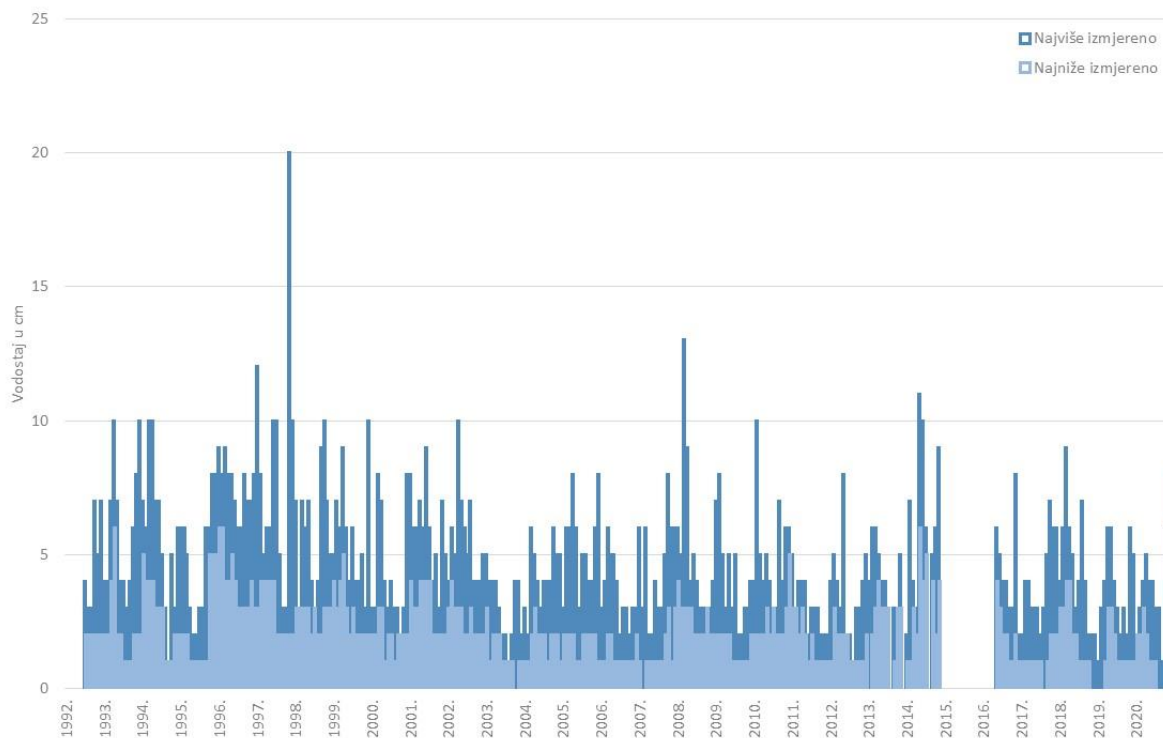
Izvor: podaci od Hrvatskih voda 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.



Graf 4.7. Najviše i najniže izmjereni vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Mikulići - Črnomerec za period od 1992. do 2020.

Izvor: podaci od Hrvatskih voda 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

Pregledom izmjerenih podataka vodostaja (cm) na mjernoj stanici Mikulići - Črnomerec, zabilježenih na Koti "0"=238,935 m.n.m. u periodu 1992.-2020. Najviši izmjereni vodostaj od 36 cm zabilježen je 21. siječnja 2013, a najniži visine -1 cm 16. prosinca 2003. Pritom u periodima 1. - 11. mj 1992., 1. - 5. mj. 1994., 1. - 4. mj. 1996. te 11. mj. 2016. - 2. mj. 2017. nedostaju zabilježeni podaci.



Graf 4.8. Najviše i najniže izmjereni vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Mihaljevac 1 - Medveščak za period od 1992. do 2020.

Izvor: podaci od Hrvatskih voda 2022., autor prikaza: Švagelj, 2022.

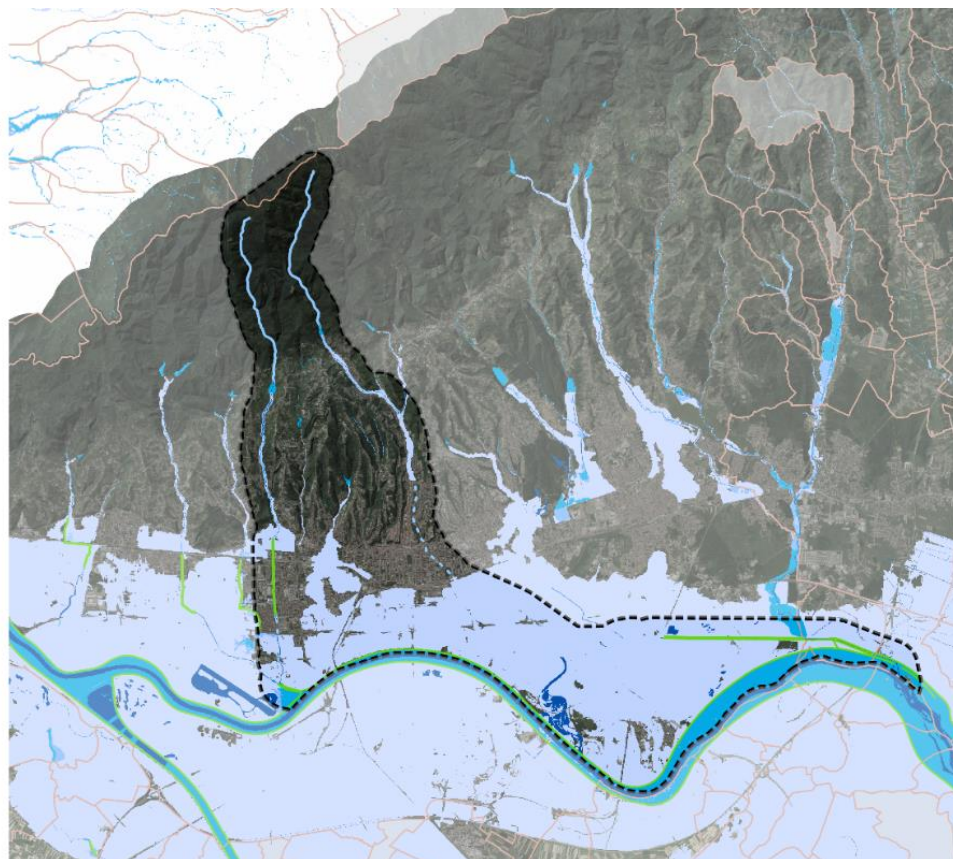
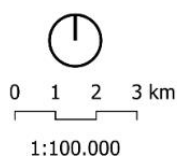
Pregledom izmjerenih podataka vodostaja (cm) na mjernoj stanici Mihaljevac 1 - Medveščak, zabilježenih na Koti "0"=194,542 m.n.m. u periodima 1992.-2014. i 2016.-2020. Najviši izmjereni vodostaj, visine 20 cm, zabilježen je 13. studenog 1997., a najniži visine 1 cm zabilježen je više puta. U periodima 1. – 6. mj. 1992., 8. mj. 2013. i 2014., 12. mj. 2013. i 2014., cijela 2015. godina te 1. – 4. mj. 2016. nedostaju zabilježeni podaci.

Legenda

- Širi obuhvat
- Potoci Medveščak i Čnomerec
- Kanalizirano
- Otvoreni
- Rijeka Sava

Opasnost od poplava po vjerojatnosti pojavljivanja 2019.

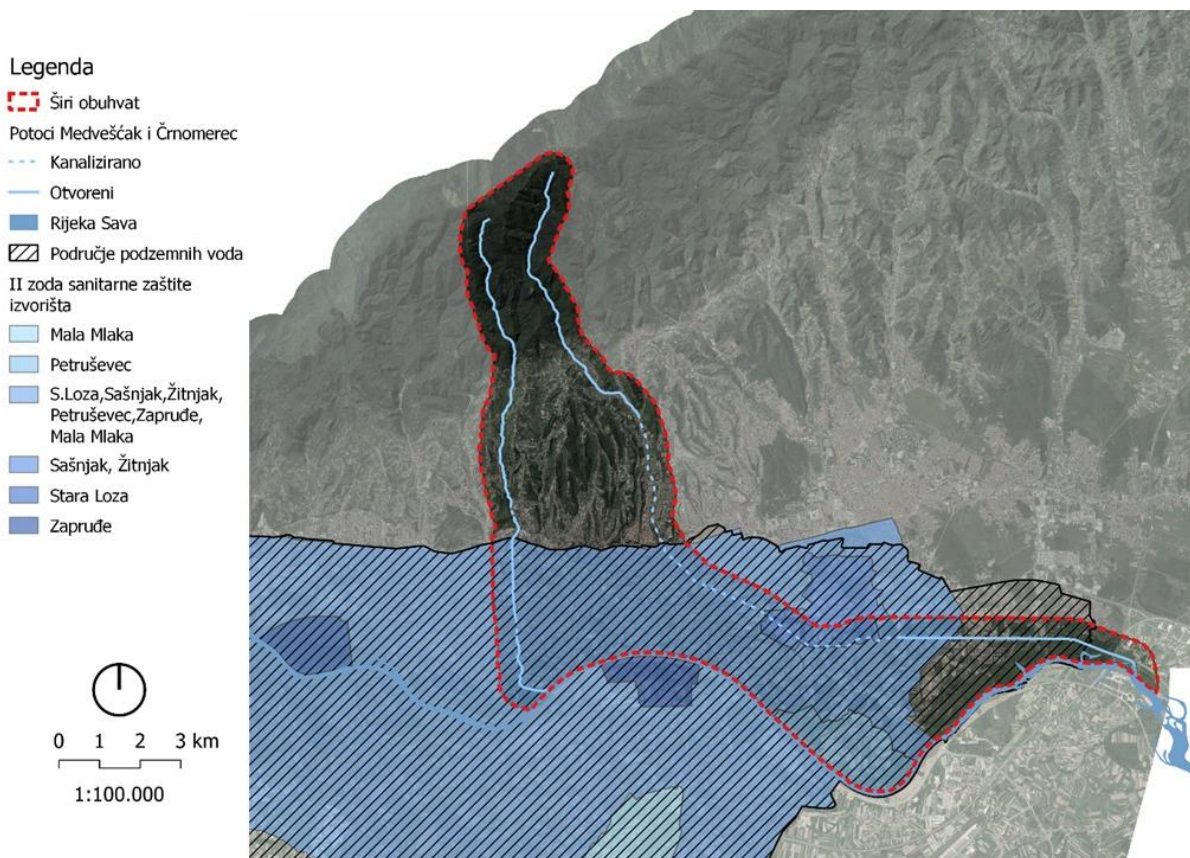
- Opasnost od poplava, tri scenarija plavljenja 2019
- Mala vjerojatnost
- Srednja vjerojatnost
- Velika vjerojatnost
- Vodne površine
- PPZRP - DA 2019
- Nasipi 2019
- Granice vodnih područja
- Granica RH



Slika 4.8. Karta opasnosti od poplava

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Hrvatske vode, 2019.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Prema procjeni rizika od poplava (Hrvatske vode, 2019.) karta opasnosti od poplava ukazuje na moguća tri specifična poplavna scenarija: poplave velike vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje 25 godina) poplave srednje vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje 100 godina), poplave male vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje 1.000 godina) uključujući poplave uslijed mogućih rušenja nasipa na većim vodotocima te rušenja visokih brana), za fluvijalne poplave te bujične poplave. Grad Zagreb je zaštićen od 1.000-godišnjih velikih voda na slivu Save od velikih voda Save, dok druga područja poput onih uz potoke (pritoke) nisu. Na slivovima savskih pritoka zaštitni sustavi također su nedovršeni ili ih uopće nema. Zagrebu koji je od medvedničkih bujica sa izgrađenih 19 brdskih retencija zaštićen od 20 do 50-godišnjih velikih voda (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.). Na kartografskom prikazu Karta opasnosti od poplava potoci Čnomerec i Medveščak opasnost za Grad predstavljaju u gornjem i srednjem dijelu toka, posebice na prelazu sa brežuljkasto-brdskog mješovitog na nizinski urbani krajobraz Zagreba te na nižim dijelovima tokova uz Savu.



Slika 4.9. Karta područja podzemnih voda i sanitarne zaštite

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Hrvatske vode, 2019.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na području Grada Zagreba dominiraju urbane površine, poljoprivredna područja te šume. Urbani i poljoprivredni dio vodnog tijela opterećen je različitim vrstama onečišćujućih tvari. Postojeći problemi vezani za stanje vodnih tijela na području Grada Zagreba uglavnom su vezani za: stanje površinskih vodnih tijela, generalno sniženje razine podzemne vode, onečišćenje podzemnih voda i poljoprivredno onečišćenje. Osim toga, na preljevnom području zagrebačkih vodocrpilišta zabilježena su 324 divlja odlagališta otpada, 91 šljunčara i 2.365 potencijalnih onečišćivača. Nakić i sur. (2013) izdvajaju 5 glavnih skupina onečišćivala na području zagrebačkoga vodonosnika: pesticide, nitrata, potencijalno toksične metale, farmaceutske spojeve i klorirane alifatske ugljikovodike. Prema Planu upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016.-2021. od 38 Zagrebačkih vodnih tijela rijeka, 31 vodno tijelo nije u dobrom stanju (11 u umjerenom, 11 u lošem i 9 u vrlo lošem); pritom potok Čnomerec pripada umjerenom stanju, dok potok Medveščak nije naveden. Ocjena vodnih tijela dodjeljuje se prema parametrima: BPK5, ukupni dušik, ukupni fosfor, biološki elementi kakvoće, specifične onečišćujuće tvari (bakar i cink), hidromorfološki elementi kakvoće te loše kemijsko stanje (onečišćenje živom, fluorantenom, olovom, niklom te nonilfenolom). (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.)

Tablica 4.1. Stanje vodnih tijela površinskih voda

Šifra vodnog tijela	Naziv vodnog tijela	Ekološko stanje	Kemijsko stanje	Ukupno stanje
CSRN0001_019	Sava	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0018_002	spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica	Loše	Dobro	Loše
CSRN0019_001	Krapina	Loše	Dobro	Loše
CSRN0059_001	Kanal Sirota	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0061_001	Oteretni kanal Sava-Odra	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0066_001	Gostiraj	Loše	Dobro	Loše
CSRN0076_001	Črnc	Vrlo loše	Nije dobro	Vrlo loše
CSRN0083_002	GOK	Vrlo loše	Nije dobro	Vrlo loše
CSRN0083_001	GOK	Vrlo loše	Nije dobro	Vrlo loše
CSRN0153_003	Vugrov potok	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0153_002	Vugrov potok	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0153_001	Vugrov potok	Loše	Dobro	Loše
CSRN0173_001	Lomnica	Loše	Dobro	Loše
CSRN0245_001	Stara Lomnica	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0254_002	Kašina	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0254_001	Kašina	Loše	Dobro	Loše
CSRN0291_001	Glavničica	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0292_002	Vrapčak	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0292_001	Vrapčak	Loše	Dobro	Loše
CSRN0331_001	Trnava	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0339_001	Lipnica	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0344_002	Bliznec	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0344_001	Bliznec	Vrlo loše	Nije dobro	Vrlo loše
CSRN0379_001	Nespeš	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0383_003	Čučerska Reka	Vrlo loše	Dobro	Vrlo loše
CSRN0383_002	Čučerska Reka	Loše	Dobro	Loše
CSRN0383_001	Čučerska Reka	Loše	Dobro	Loše
CSRN0421_001	Starča	Vrlo loše	Dobro	Vrlo loše
CSRN0431_001	Velika Lučelnica	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0469_001	Ograja	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0499_001	Lukavec	Dobro	Dobro	Dobro
CSRN0512_001	St. Savišće	Loše	Dobro	Loše
CSRN0651_001	Srednjak	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSRN0669_001	Črnomerec	Umjereno	Dobro	Umjereno
CSLN023	Jarun	Vrlo dobro	Dobro	Vrlo dobro

Izvor: SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.; Hrvatske vode, Plan upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016.-2021.

S obzirom na lokaciju mjerenja provedenih u 2020. godini (Zovko i sur., 2020.) kvalitete površinske vode (Črnomerec Srednjaci), neposredno nizvodno od industrijskog objekta farmaceutske industrije (Pliva), za granične vrijednosti emisija onečišćujućih tvari uzete su vrijednosti prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/2020) - granične vrijednosti emisija otpadnih voda iz objekata i postrojenja iz farmaceutske industrije. U Pravilniku (NN 26/2020) nema granične vrijednosti za količinu izmjereneog kalcija (mg/l), kalija (mg/l), magnezija (mg/l) i natrija (mg/l) te su za usporedbu korištene vrijednosti iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju

djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/2017, NN 39/2020), prema kojima je izmjerena veća vrijednost natrija (mg/l) kroz cijeli period mjerenja. Detaljno mjerenje i određivanje kakvoće površinske vode i tla, odnosno onečišćujućih tvari mora prethoditi odabiru vrsta koje će se koristiti za fitoremedijaciju te podaci moraju biti na lokaciji koja je odabrana za projektiranje takvih i sličnih sustava.

Tablica 4.2. Zabilježeno stanje potoka Črnomerca na lokaciji Srednjaci za 2020. godinu

Naziv	Črnomerec, Srednjaci						GRANIČNA VRIJEDNOST
Šifra	51168						
Medij	Površinska voda						
Mikrolokacija	Sredina						
Datum	27.02.20.	26.05.20.	30.07.20.	29.10.20.	24.11.20.	21.12.20.	
Električna vodljivost pri 25°C (µS/cm)	501	484	546	566	567	597	-
pH vrijednost	8,5	8,5	7,8	8,3	8,2	8,2	6,5 – 9,0
Temperatura vode (°C)	11,4	18,8	29,6	15,7	8,4	7,3	30
Amonij (mgN/l)	0,033	0,0402	0,18	0,048	0,028	0,11	5
Nitrati (mgN/l)	1,11	1,13	0,62	1,3	1,3	1,6	2
Nitriti (mgN/l)	0,0185	0,0494	0,044	0,031	0,012	0,034	1
Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	0,0161	0,0572	0,0847	0,043	0,03	0,064	1
Ukupni dušik (mgN/l)	1,7	1,56	1,65	1,7	1,7	2,1	15
Ukupni fosfor (mgP/l)	0,0238	0,11	0,133	0,0686	0,0517	0,0664	1,5
Kalcij (mg/l)	73,3	75,3	86	90	89	89	-
Kalij (mg/l)	2,56	3,92	3	2,9	2,3	2,3	12
Kloridi (mg/l)	34,6	38,3	27	29	33	35	-
Magnezij (mg/l)	14,1	14,7	16	14	15	15	-
Natrij (mg/l)	20,5	24,9	26	20	20	21	15
Sulfati (mg/l)	26,7	24,8	17	26	26	27	250

Izvor: Zovko, 2020., Pravilnici NN 26/2020, NN 125/2017, NN 39/2020

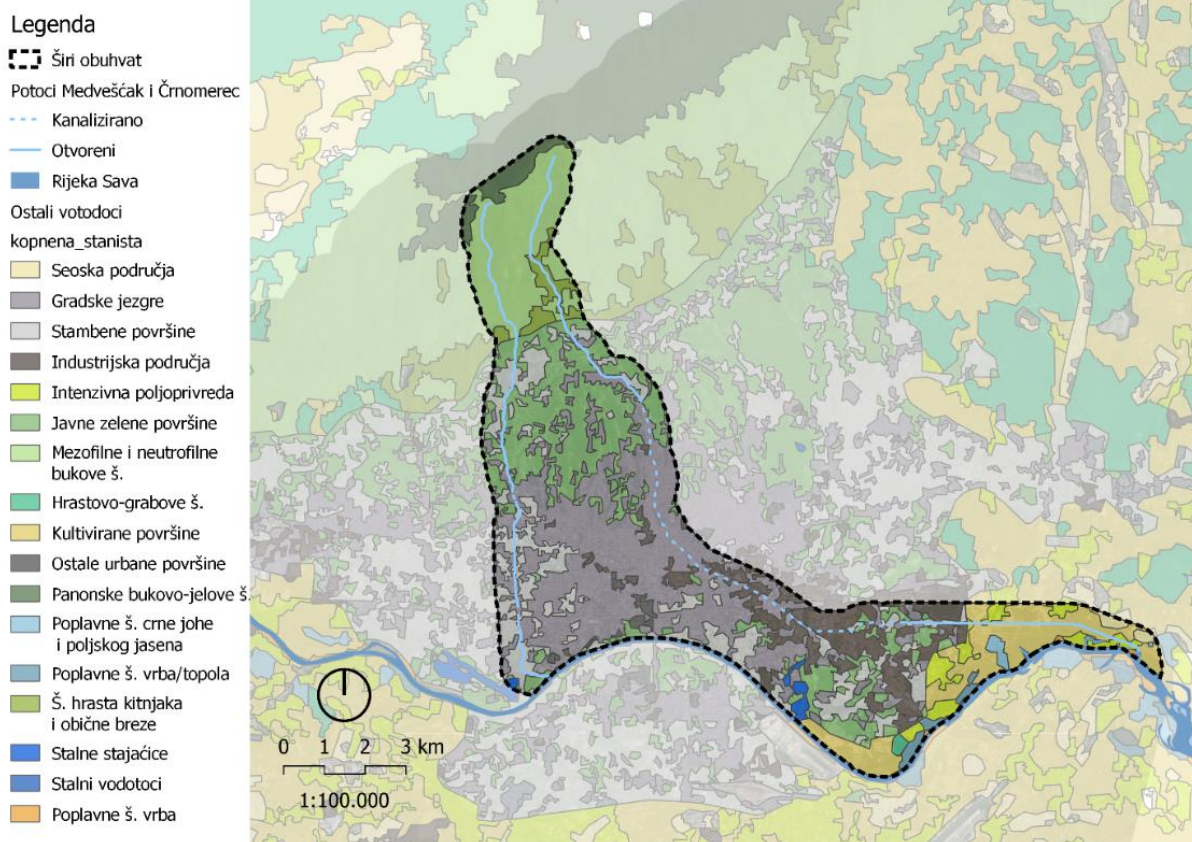
Budući da se ne mogu postaviti apsolutni standardi za ekološku kvalitetu koji bi vrijedili za sve članice EU-a zbog ekološke varijabilnosti, kontrole kvalitete su određene na način da dopuštaju samo neznatno odstupanje od stanja minimalnog antropogenog utjecaja na

stanište. U kompliciranom sustavu koji obuhvaća široke razmjere ekološke varijabilnosti i veliki broj parametara, predviđen je skup postupaka za utvrđivanje stanja za određeno vodno tijelo i uspostavljanje posebnih kemijskih ili hidromorfoloških standarda za postizanje ciljeva, zajedno sa sustavom koji osigurava da svaka država članica tumači postupak na dosljedan način (kako bi se osigurala usporedivost).

Dobar kemijski status definiran je u smislu usklađenosti sa svim standardima kvalitete utvrđenim za kemijske tvari na europskoj razini. putem mehanizma određivanja prioriteta za opasne kemikalije pruža se mehanizam za obnavljanje i uspostavljanje novih standarda. Time se u cijeloj EU osigurava minimalna kemijska kvaliteta, posebno po pitanju vrlo otrovnih tvari (Direktiva 2000/60/EZ).

4.2.4. Površinski pokrov

S obzirom na specifičan biogeografski položaj te raznoliku geologiju i geomorfologiju, područje Grada Zagreba ima staništa tipična za južnije dijelove srednje Europe. Prema nacionalnoj klasifikaciji prisutno je više od 60 različitih prirodnih i antropogenih tipova staništa. Na području Grada prevladavaju staništa pod antropogenim utjecajem. Zbog širenja grada te raznih antropogenih utjecaja, degradirana su prirodna staništa te je time smanjenja biološka raznolikost.



Slika 4.10. Karta površinskog pokrova

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Bioportal,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Tablica 4.3. Zastupljenost stanišnih tipova na području Grada Zagreba

Redn i broj	Tip staništa	NKS kod
Kopnena i vodena staništa - poligoni		
1.	Stalne stajačice	A.1.1.
2.	Stalni vodotoci	A.2.3.
3.	Neobrasle i slabo obrasle obale tekućica	A.2.7.
4.	Vlažne livade Srednje Europe	C.2.2.
5.	Mezofilne livade Srednje Europe	C.2.3.
6.	Mezofilne livade Srednje Europe / Vlažne livade Srednje Europe / Mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume	C.2.3./C.2.2./E.3. 1.
7.	Vrbici na sprudovima / Poplavne šume vrba	D.1.1./E.1.1.
8.	Poplavne šume vrba / Poplavne šume topola	E.1.1./E.1.2.
9.	Poplavne šume crne johe i poljskog jasena	E.2.1.
10.	Poplavne šume hrasta lužnjaka	E.2.2.
11.	Mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume	E.3.1.
12.	Srednjoeuropske acidofilne šume hrasta kitnjaka, te obične breze	E.3.2.
13.	Mezofilne i neutrofilne čiste bukove šume	E.4.5.
14.	Panonske bukovo-jelove šume	E.5.1.
15.	Nasadi četinjača	E.9.2.
16.	Nasadi širokolisnog drveća	E.9.3.
17.	Mozaici kultiviranih površina	I.2.1.
18.	Mozaici kultiviranih površina / Aktivna seoska područja / Javne neproizvodne kultivirane zelene površine	I.2.1./J.1.1./I.8.1.
19.	Intenzivno obrađivane oranice na komasiranim površinama	I.3.1.
20.	Voćnjaci	I.5.1.
21.	Javne neproizvodne kultivirane zelene površine	I.8.1.
22.	Aktivna seoska područja	J.1.1.
23.	Aktivna seoska područja / Urbanizirana seoska područja	J.1.1./J.1.3.
24.	Urbanizirana seoska područja	J.1.3.
25.	Gradske jezgre	J.2.1.
26.	Gradske stambene površine	J.2.2.
27.	Ostale urbane površine	J.2.3.
28.	Groblja	J.3.2.
29.	Industrijska i obrtnička područja	J.4.1.
30.	Odlagališta krutih tvari	J.4.2.
31.	Površinski kopovi	J.4.3.
32.	Infrastrukturne površine	J.4.4.
Vodena staništa - vodotoci		
33.	Povremeni vodotoci	A.2.2.1.
34.	Gornji i srednji tokovi turbulentnih vodotoka	A.2.3.1.1.
35.	Donji tokovi turbulentnih vodotoka	A.2.3.1.2.
36.	Srednji i donji tokovi sporih vodotoka	A.2.3.2.2.

Redn i broj	Tip staništa	NKS kod
37.	Kanali sa stalnim protokom za površinsku odvodnju	A.2.4.1.1.
38.	Kanali sa stalnim protokom za površinsko navodnjavanje	A.2.4.1.2.
Kopnena staništa – točkasti lokaliteti		
39.	Močvara krutog šaša	A.4.1.2.1.
40.	Livade busike	C.2.2.4.1.
41.	Livade trobridog i lisičjeg šaša	C.2.2.4.2.
42.	Livade grozdastog ovsika i trave krestac	C.2.3.1.2.
43.	Livade zečjeg trna i rane pahovke	C.2.3.2.2.
44.	Pašnjak gušće petoprste	C.2.4.1.1.
45.	Travnjaci sitova i dugolisne metvice	C.2.4.1.2.
46.	Travnjaci grpka i puzave rosulje	C.2.4.1.3.
47.	Livade djeteline i puzave rosulje	C.2.4.1.4.
48.	Livade kovrčave kiselice i koljenčastog repka	C.2.4.1.5.
49.	Zajednica obične lisičine i kokotaca	I.1.4.2.1.
50.	Zajednica običnog vratića i običnog pelina	I.1.4.2.2.
51.	Zajednica prave srčenice i crnoglavca	I.1.4.3.1.
52.	Zajednica lukovičaste krabljice	I.1.5.1.1.
53.	Zajednica abdovine	I.1.5.1.2.
54.	Zajednica trepavičaste krasuljice	I.1.5.1.4.
55.	Zajednica obične koprive i podagrastog jarčevca	I.1.5.2.2.
56.	Zajednica plavičastog muhara i sitnocvjetne konice	I.1.6.2.4.
57.	Utrina divljeg ječma	I.1.6.4.1.
58.	Zajednica vodenog papra i trodjelnog dvozuba	I.1.7.1.1.
59.	Zajednica obalne dikice	I.1.7.1.4.
Podzemna staništa - točkasti lokaliteti		
60.	Termalna vrela / Freatička zona	A.2.6.1.1./H.3.2.1. .2.
61.	Freatička zona	H.3.2.1.1.

Izvor: SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.; www.biportal.hr

Kao značajnije prijetnje po pitanju gubitka staništa ističu se urbanizacija (loša planska/ bespravna izgradnja), izgradnja prometnica te odvijanje prometa, nekontrolirana eksploatacija prirodnih resursa, onečišćenje otpadom i otpadnim vodama, isušivanje i kanaliziranje vodotokova i sl. Najugroženija su vlažna staništa (močvarni, vodeni ekosustavi).

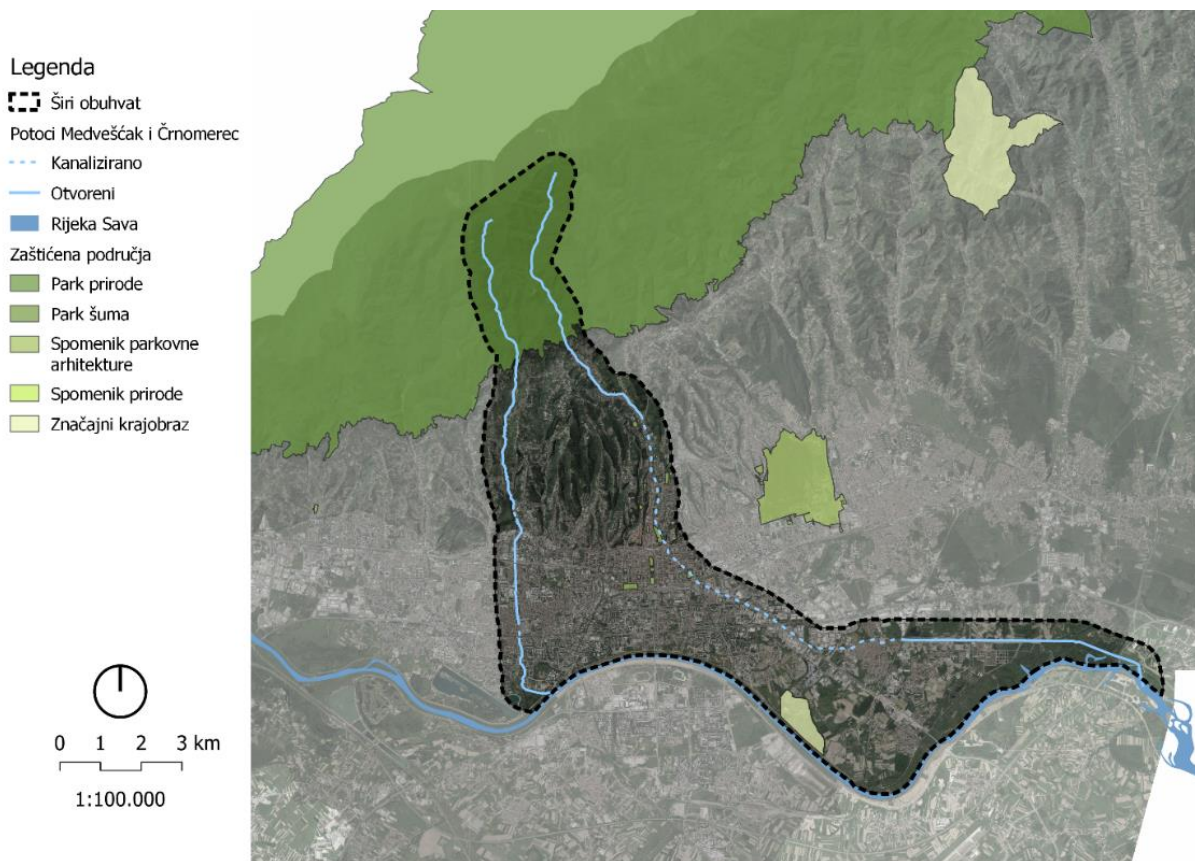
Prema podacima iz baze podataka koju vodi HAOP, na ovom području stalno ili povremeno se nalazi/boravi niz ugroženih i strogo zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta. Budući da trenutno još uvijek ne postoje cjeloviti i objedinjeni podaci o biološkoj raznolikosti Grada Zagreba, nije moguće procijeniti broj strogo zaštićenih divljih svojti. S obzirom da nikada nije bila obavljena sustavna inventarizacija flore i faune današnjeg područja Grada, broj ugroženih i onih koje su nestale na području Grada nije moguće točno odrediti te također predstavlja problem za uspostavu kvalitetnog sustava zaštite i održivog korištenja

biološke raznolikosti. Uz to, značajnu prijetnju očuvanju biološke raznolikosti predstavljaju invazivne vrste poput: čivitnjača (*Amorpha fruticosa* L.), ambrozija (*Ambrosia artemisifolia* L.), narančasti balavac (*Arion lusitanicus* Mabilie), faraonski mrav (*Monomorium pharaonis* L.). U Savi su prisutne babuška (*Carassius gibelio* Bloch), sunčanica (*Lepomis gibbosus* L.), dok populacije barske kornjače ugrožava sjevernoamerička crvenouha/žutouha kornjača (*Trachemys scripta* Thunberg i Schoepff), (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).

4.2.5. Zaštićena područja prirode i Natura 2000

Na području Grada Zagreba nalazi se 4 područja ekološke mreže važnih za divlje svojte i stanišne tipove: Medvednica, Potok Dolje, Vejalnica i Krč te Sava uzvodno od Zagreba. Unutar šireg obuhvata rada nalazi se područje Parka prirode Medvednica, koje je ujedno i područje ekološke mreže Natura 2000 te iznimno to područje definira i upravlja Plan upravljanja Parkom prirode Medvednica (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.). Podaci o zaštićenim područjima se baziraju na javno dostupnim podacima (www.bioportal.hr, www.park-maksimir.hr, www.pp-medvednica.hr, www.zagreb.hr), dokumentima radni Nacrt Programa zaštite okoliša Grada Zagreba (Zagreb, rujan 2015.) i Odredbe PPUGZ (Službeni glasnik Grada Zagreba 08/01, 16/02, 11/03, 2/06, 1/09, 8/09, 21/14, 26/15). U Gradu Zagrebu zaštićeno je oko 10.266,76 ha ili 16,01% ukupne površine što uključuje 33 zaštićena područja u kategorijama posebnog rezervata (9), parka prirode (1), spomenika prirode (2), značajnog krajobraza (3) i spomenika parkovne arhitekture (18). U Odredbama za provođenje Prostornog plana Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba 08/01, 16/02, 11/03, 2/06, 1/09, 8/09, 21/14, 26/15), utvrđeni su Drugi vrijedni dijelovi prirode – krajobrazne vrijednosti što se na osnovi stručne podloge predlažu zaštititi temeljem Zakona o zaštiti prirode ili će se, ako ne zadovoljavaju kriterije za zaštitu od državnog značaja, uređivati kao vrijedni na lokalnoj razini mjerama propisanim ovim planom, odnosno odlukama o donošenju generalnih urbanističkih planova i drugih prostornih planova užih područja.

Temeljem prostornih planova štite se sljedeći dijelovi prirode: Vrijedni rezervati prostori u Parku prirode Medvednica, Vrijedne gradske park-šume, Vrijedni krajolici (među ostalima dolina Velikog potoka (potok Čnomerec) s livadama Mikulići i dolina Velikog potoka (potok Čnomerec) s livadama Mikulići), Pojedinačni objekti prirode, Vrijedni parkovi, vrtovi i drvoređi, Druge vrijednosti poput posebno ugrožene i rijetke biljne i životinjske vrste. Zaštićenim područjima na području Grada Zagreba upravljaju JUPP Medvednica i JU Maksimir (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).



Slika 4.11. Karta zaštićenih područja

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Bioportal,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Tablica 4.4. Popis zaštićenih područja prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13)

Redni broj	Kategorija	Naziv(i)	Ukupna površina (ha)	Postotak površine (%)
1.	Posebni rezervat	Babji zub – Ponikve, Bliznec – šumarev grob, Gračec – Lukovica – Rebar, Markovčak – Bistra, Mikulić potok – Vrabečka gora, Pušinjak – Gorščica, Rauchova lugarnica – desna Trnava, Tusti vrh – Kremenjak, Stupnički lug	773,80	1,207
2.	Park prirode	Medvednica	8438,13	13,159
3.	Spomenik prirode	Veternica, Javor u Cerju	-	-
4.	Značajni krajobraz	Goranec, Lipa na Medvednici, Savica	823,55	1,284

5.	Spomenik parkovne arhitekture	Zagreb – park Opatovina, Zagreb – park Ribnjak, Zagreb – park u Jurjevskoj 27, Botanički vrt PMF-a Zagreb, Mamutovac II Zagreb, Vrt u prilazu Gjura Deželića Zagreb, Leustekov park Zagreb, Park kralja Petra Krešimira IV. Zagreb, Perivoj srpanjskih žrtava Zagreb, Park uz dvorac Junković Zagreb, Mallinov park Zagreb, Park Maksimir Zagreb, Park kralja Petra Svačića, Botanički vrt farmaceutsko-biokem. fakulteta Zagreb, Park u Jurjevskoj 30 Zagreb, Park kralja Tomislava Zagreb, Park Zrinjevac Zagreb, Park J.J. Strossmayera	231,28	0,361
----	-------------------------------	--	--------	-------

Izvor: SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017., www.bioportal.hr

Utjecajem čovjeka, najviše urbanizacijom te ne/planske izgradnje kao i kontinuiranom pojavom divljih odlagališta otpada, postoji pritisak na zaštićena područja. Smanjenjem granica Parka prirode Medvednica u veljači 2009. godine, područja koja nisu više službeno unutar granica parka, predstavljaju i dalje pritisak unutar tog područja. Za zaštićena područja (ovisno o stupnju zaštite) i područja ekološke mreže na području Grada nisu izrađeni planovi upravljanja s akcijskim planovima zaštite, kako bi se definirao sustav praćenja promjena stanja (monitoringa) biološke raznolikosti i mjere učinkovite zaštite i nadzora (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).

4.3. Opis obuhvata po antropogenim čimbenicima

4.3.1. Povijesni razvoj

Povijesno gledano, urbane sredine su se uvijek razvijale u neposrednoj blizini vodenih tijela zbog ekoloških usluga koje pružaju društvu, kao što su izvor pitke vode i hrane, opskrba električnom energijom i transport (Everard, Moogridge, 2012). Grad Zagreb se za razliku od većine drugih srednjoeuropskih gradova nije razvio na obalnoj terasi rijeke, nego na brežuljcima i uzvisinama, iz dva srednjovjekovna naselja - Gradec i Kaptol uz potok Medveščak. Pisana povijest Zagreba počinje osnivanjem Zagrebačke biskupije na Kaptolu 1094. godine, no prostor današnjeg Zagreba bio je naseljen i ranije, što dokazuju nalazi neolitskog oruđa uz potok Medveščak (Faber, 2022.; Premerl, 2005). Doline potoka na današnjem području Zagreba još su od rimskog doba predstavljale najznačajnije prometne koridore prema kamenolomu, naseljima i gospodarskim objektima na obroncima Medvednice (Faber, 2022.). Od početka 19. do sredine 20. stoljeća uz graditeljsku aktivnost u

užem gradskom području, velika se pozornost posvećivala oblikovanju gradskih parkova; tridesetih godina 19. stoljeća je isušivanjem starih ribnjaka podno istočnih utvrda biskupskoga dvora i stolne crkve uređen park Ribnjak, a 1843. je otvoren prvi javni park Maksimir (Studija zaštite karaktera krajobraza Grada Zagreba, 2015.).



Slika 4.12. Povijesna karta Hrvatske 1865. – 1869., Drugi vojni pregled Habsburškog Carstva
Izvor: Arcanum, 2006.

Administrativnim ujedinjenjem Kaptola, Gradeca i okolnih naselja 1850. godine stvoreni su uvjeti za razvoj modernoga srednjoeuropskog grada. Tijekom svoje povijesti razvoj grada se dugo zadržao na obroncima Medvednice i višim neplavljenim dijelovima doline rijeke Save. U posljednjih stotinjak godina Zagreb je započeo osvajati i prostor južno od obronaka Medvednice, te potom južno od Save time ulazeći sve dublje u plavno područje rijeke, što je zahtijevalo rješavanje pitanja obrane od poplave. Razorni potres koji je 1880. godine pogodio Zagreb donio je promjene u izgledu urbanog krajobraza koje su se očitovale u obnovi i modernizaciji mnogih dotrajalih četvrti i građevina.



Slika 4.13. Povijesna karta Hrvatske 1869. - 1887., Treći vojni pregled Habsburškog Carstva
Izvor: Arcanum, 2006.

Prema zamislima Generalne regulatorne osnove grada Zagreba iz 1889., nastavlja se planirano širenje grada u smjeru istoka, zapada i u smjeru juga, do rijeke Save. Slijedile su ju detaljnije urbanističke regulacije za prostor grada sjeverno od željezničke pruge, dok je za južno od pruge bila samo naznačena samo osnovna regulacija glavnim prometnicama, zbog čega se taj prostor u većem dijelu nastavljao razvijati spontano i stihijski te je bio namijenjen industriji. Na veliku promjenu krajobraza i urbaniziranje istočnog dijela grada na samom kraju 19. st. utjecalo je zatvaranje korita potoka Medveščak i izgradnja odvodnog kanala od Harmice do ušća u rijeku Savu. U Generalnoj regulatornoj osnovi iz 1938. godine razvitak grada je bio usmjeren na područja sjeverne i južne obale rijeke Save.

Od sredine 20. stoljeća događaju se najznačajnije promjene u riječnom, nizinskom te u krajobrazu zagrebačkog podbrežja. Povećanjem broja stanovnika dolazi do velikog širenja izgrađenih područja u ruralni krajobraz savske ravnice, nizinskih perifernih područja, ali i medvedničkog podbrežja. Izgradnjom stambenih naselja Novog Zagreba te uređenjem velikih parkovnih i rekreacijskih sadržaja promijenjen je izgled i struktura dotadašnjeg krajobraza riječne obale. Aktivni život grada na rijeci, čiji je meandrirajući tijek u užem dijelu grada bio reguliran zahvatima na kraju 19. stoljeća, održao se sve do velike poplave Save 1964. godine. Nakon poplave 1964., s ciljem rješavanja opasnosti od poplava u srednjem Posavlju, izrađena je Studija regulacije i uređenja rijeke Save u Jugoslaviji, u okviru koje je usvojeno rješenje obrane od poplava ovog područja, odnosno izgradnja odteretnog kanala

Odra, kojim se dio velikih voda Save provodi mimo Zagreba (Pavlin, Pletikapić, 2004.). Gradnjom visokog nasipa izmijenjena je slika riječnog krajobraza, nestaju brojni rukavci i meandri, a gradsko se područje nasipom odvađa od rijeke. Izgradnja je urbanog krajobraza južnog Zagreba, tj. novih stambenih naselja prema konceptima Atenske povelje i načelima funkcionalističkog grada ortogonalne i geometrijske sheme sa slobodno stojećim višestambenim zgradama okruženim velikim površinama zelenila izbrisala krajobrazne posebnosti područja. Transformacija krajobraza medvedničkog podbrežja, zbog spontanog razvoja uz povijesne jezgre nekadašnjih sela te uz postojeće ceste i putove je djelomično rezultirala prostorima degradiranih vrijednosti (Studija zaštite karaktera krajobraza Grada Zagreba, 2015.).

Potok Medveščak prvi put se spominje kao Circuniza 1201. godine u ispravi kralja Emerika u kojoj se potvrđuju međe biskupskoga Kaptola. Spominje se i u Zlatnoj buli kralja Bele IV. iz 1242. godine kao ime Circuniza jer je dijelio naselje Zagrebačke biskupije Kaptol od kraljevskoga grada Gradeca, pretpostavlja se da je ime Circuniza dano prema mađarskom izrazu za crkveni potok. Međutim, sredinom 13. stoljeća potoku je promijenjeno ime u Medveščak po Medvedgradu na Medvednici. Danas potok Medveščak u otvorenom koritu teče do Mihaljevca, gdje ponire u gradski odvodni sustav, dok je u prošlosti otvoreno tekao kroz Ksaversku dolinu, današnjom Medvedgradskom ulicom, zapadnom stranom ulice Potok (od 1913. Ulica Ivana Krstitelja Tkalčića) i ulicom Pod zidom, iza niza kuća sjeverne strane Jelačićeva trga, prema istoku kroz Bakačevu ulicu, između kuća u gornjoj Vlaškoj ulici do današnje Jurišićeve. Tekao je sjevernom stranom Jurišićeve te između današnje Palmotićeve i Draškovićeve ulice skretao prema jugoistoku današnjom ulicom Franje Račkoga preko Krešimirova trga i Držićeve do današnje Radničke ceste, nastavljajući svoj put ravnicom, između polja i vrtova do ulijevanja u rijeku Savu, na današnjem Žitnjaku.

Od 1291. uz potok Medveščak otvarana su kupališta i lječilišta koja su omogućavala kupanje u grijanoj vodi iz potoka; podno crkve sv. Marije, u Kožarskoj ulici, Medvedgradskoj ulici, na Novoj Vesi gradska parna kupališta te najpoznatije kupalište Mrzlice na posjedu poduzetnika Josipa Rempfla na Ksaveru, koje je bilo poznato i kao lječilište hladnom vodom. Melinski potok je jedan od umjetnih mlinskih kanala, iskopanih oko 13. st. zbog niskog korita Medveščaka. Dobio je ime po velikom broju mlinova koji su se nalazili uz njega. Tekao je usporedno s Medveščakom od Okrugljaka do današnje Gupčeve zvijezde uz njegovu zapadnu stranu; dalje je prelazio matični potok s istočne strane sve do današnje Gliptoteke u Medvedgradskoj ulici, gdje je opet prešao zapadno od Medveščaka nastavljajući dalje teći do Krvavog mosta, ispod kojeg se ulijevao u Medveščak.

Na donjoj, ravničarskoj dolini uz potok Medveščak, otvarani su tijekom vremena razni obrti, manufakture i industrije. Neke od najstarijih zagrebačkih manufaktura nastale su uz potok Medveščak. Jedna od tadašnjih najvećih manufaktura tekstila bila je od suknara Franje Kuševića, osim nje na Novoj Vesi se nalazila Kaptolska manufaktura papira. Poznata je i duga tradicija kožarstva uz potok, te je tako 1869. izgrađena Tvornica kože. Medveščak bio središte života tadašnjeg Zagreba, ali zbog katastrofalne poplave 1651., koja je odnijela 52 života, zbog poplave 1750., kada je potok na Harmici probio sebi novo korito, a usput razorio

mnoge kuće te zbog katastrofalne poplave 1846., kada se nakon naglog topljenja snijega potok Medveščak prelio iz korita te poplavo mnoge dijelove grada, potkraj 19. stoljeća donesena je Regulacija potoka Medveščaka i početak izgradnje gradske kanalizacije. Većina mlinova i kupališta prestala su raditi zbog prelaganja potoka Medveščaka 1869. -1898. Novo korito nalazilo se nešto istočnije, a protezalo se preko Gupčeve zvijezde ulicom Medveščak do Ribnjaka. Taj je dio korita neposredno nakon predlaganja bio otvoren sve do 30-ih godina 20. stoljeća, kada ga je o svom trošku nadsvodio Zagrebački električni tramvaj (Kljakić, Mikulec, 2013.).

Iako se potok Črnomerec spominje već u 13. i 14. stoljeću kao jedno od naselja gradečkih kmetova, rijetko se spominje u izvorima prije 19. stoljeća, te iz tih izvora nije moguće saznati konkretnije podatke o njegovom korištenju, uređivanju i prijetnji koju je predstavljao okolnom (ruralnom) stanovništvu. Ideju o iskorištavanju potencijala tih potoka mogu nam dati preživjeli toponimi poput Puta k Mlinu ili legende (Faber, 2022.). Na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće u gradu je bilo desetak mitnica. Više njih ucrtano je na planu grada iz 1923. godine, a na području Črnomerca dvije, na Ilici i na Svetom Duhu, gdje su pristojbe plaćali seljaci koji su dolazili iz prigorskih sela. Ime Črnomerec se prema legendama veže uz mjerenje na crno i/ili uz mlinara koji je varao kod izmjere (Rajilić, 2017.).

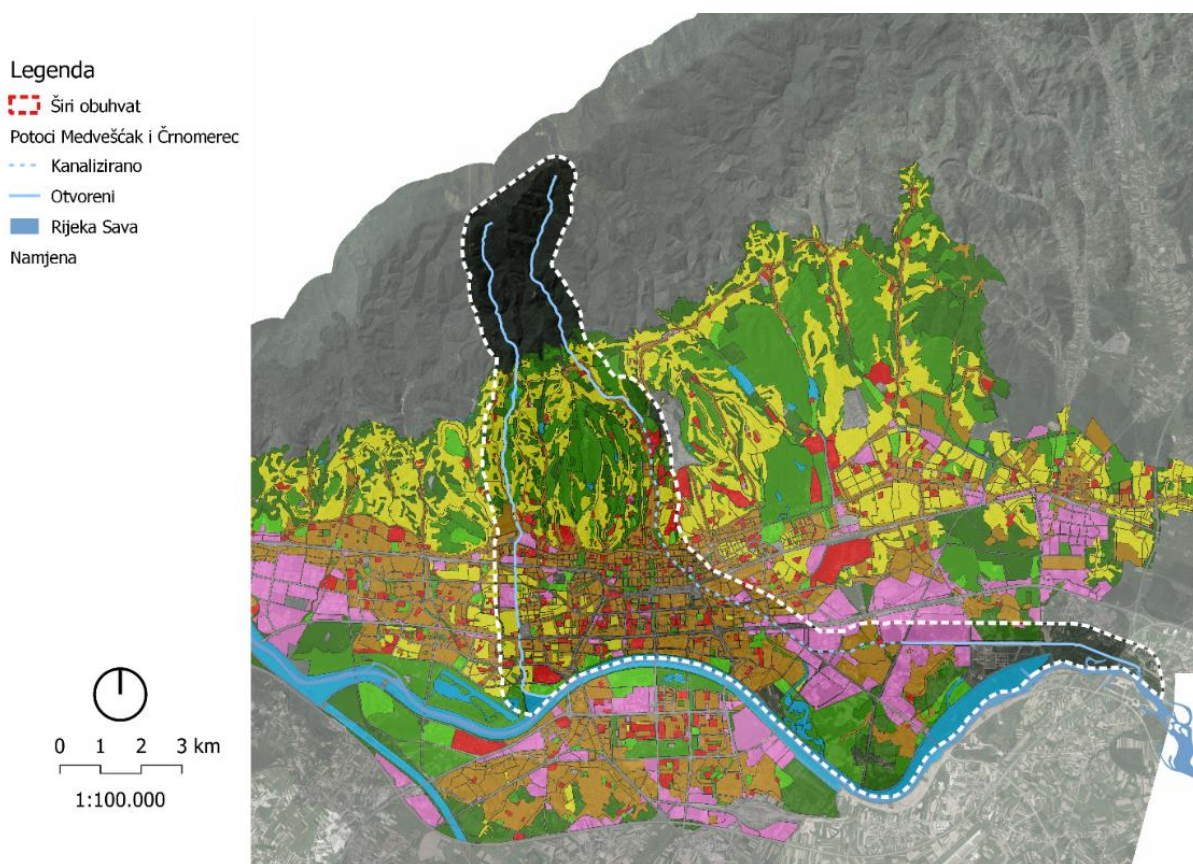
Nakon ujedinjenja Zagreba, u Regulatornoj osnovi iz 1887. zapadna granica određena je na potoku Črnomercu te su u njoj prvi put spomenuti planovi uređenja drugih zagrebačkih potoka. Potok Črnomerec je trebao je nastaviti teći otvorenim koritom prema Savi, ali se uz njega planiralo dizanje nasipa i sustava za obranu od poplava. Regulatorna osnova ostala je na snazi do 1923. godine. Predloženi prostorni plan arhitekta Milana Lenucija iz 1907. godine nije bio prihvaćen od strane gradskih vlasti, no vrijedi spomenuti da se njime predviđalo dodatno uređivanje potoka Črnomerca i Laniščaka, čiji su tokovi trebali biti iskorišteni za izgradnju novih prometnih pravaca (Faber, 2022.; Knežević, 1992). Prema mjesnoj samoupravi Grada Zagreba, u drugoj polovici 19. stoljeća bitno se ubrzava gospodarski razvoj ovoga dijela grada Zagreba, posebice nakon gradnje željezničke pruge prema Zidanom Mostu (1862.) i Karlovcu (1865.), nakon čega je uslijedila gradnja većega broja proizvodnih pogona drvene, prehrambene, tekstilne, kemijske, metaloprerađivačke, duhanske i industrije papira.

Generalnim regulacionim planom grada Zagreba iz 1937. bilo je predviđeno urbaniziranje čitavog nizinskog dijela Zagreba, što je uključivalo i prostor uz potok Črnomerec. U planu je bilo predviđeno zatvaranje njihovih tokova u nizinskom dijelu grada, u sklopu velikog preobražaja urbane morfologije Zagreba, ali je provođenje istog spriječilo izbijanje Drugog svjetskog rata. Urbanistički program grada Zagreba (UPGZ) iz 1965. spominje i potoke, uglavnom u sklopu planiranja kanalizacijskog sustava. Naglasak je stavljen na sprečavanje ugroze koju za kanalizacijski sustav predstavljaju bujični tokovi s Medvednice. Potoke koji do tog trenutka nisu postali dijelom zagrebačkog kanalizacijskog sustava trebalo je odvojeno kanalizirati, te njihove vode provesti do Save bez kontakta s ostatkom kanalizacije (Faber, 2022.; Šmit i sur., 2019). Na zapadnom dijelu grada, potok Črnomerec se planiralo preusmjeriti u Kustošak sjeverno od Ilice, nakon čega bi njegov tok pretežno pratio dotadašnji (i sadašnji) tok Kustošaka u zatvorenom koritu.

U GUP-u iz 1971. se naglašava problem priljeva bujičnih voda potoka u kanalizacijski sustav u središnjem dijelu grada te se ponavlja ranija zabrana priključivanja novih potoka kanalizacijskom sustavu, dok se negativan utjecaj postojećih potoka planira negirati izgradnjom akumulacija. Zapadna skupina potoka (Dolje, Dubravica, Orešje/Borčec, Vrapčak, Kustošak, Črnomerec) originalno je trebala biti uređena pomoću izgradnje akumulacija, ali se od toga odustalo zbog prevelike izgrađenosti prostora. Umjesto toga, Kustošak se trebalo preusmjeriti u potok Črnomerec prije Voltinog naselja, dok bi tok Črnomerca išao dotadašnjom (i današnjom) trasom prema Savi, ali bi mu korito bilo zatvoreno, te bi njegov koridor bio iskorišten za izgradnju nove prometnice (Faber 2022.; ZG Geoportal, 2022). Nakon katastrofalne poplave u lipnju 1975., kada je potok Črnomerec, sa još tri potoka, preplavio zapadni dio grada, intenzivno su se počele graditi retencije na podsljemenskim potocima. U Prostornom planu iz 1986. Za rješavanje problema bujičnih tokova ponovno je predviđena izgradnja retencija i regulacija potočnih korita, ali po prvi je put naglašeno i kako takve intervencije ugrožavaju karakter potočnih korita kao bitnog elementa krajobraza u gradskim prostorima. Prostornim je planom u donjim (nizinskim) tokovima zagrebačkih potoka bio predviđen nastavak dotadašnje prakse zatvaranja korita, čime potok Črnomerec nije bio obuhvaćen, upravo zbog prepoznatih krajobraznih vrijednosti te je zadržao otvoreno korito unutar gradskog područja.

Usprkos tim postavkama Prostornog plana, u kartografskom je prikazu GUP-a iz 1986., koji je ostao na snazi do 2001. godine, koridor Črnomerca bio je predviđen za izgradnju nove prometnice u smjeru sjever-jug (Faber 2022.; ZG Geoportal, 2022.).

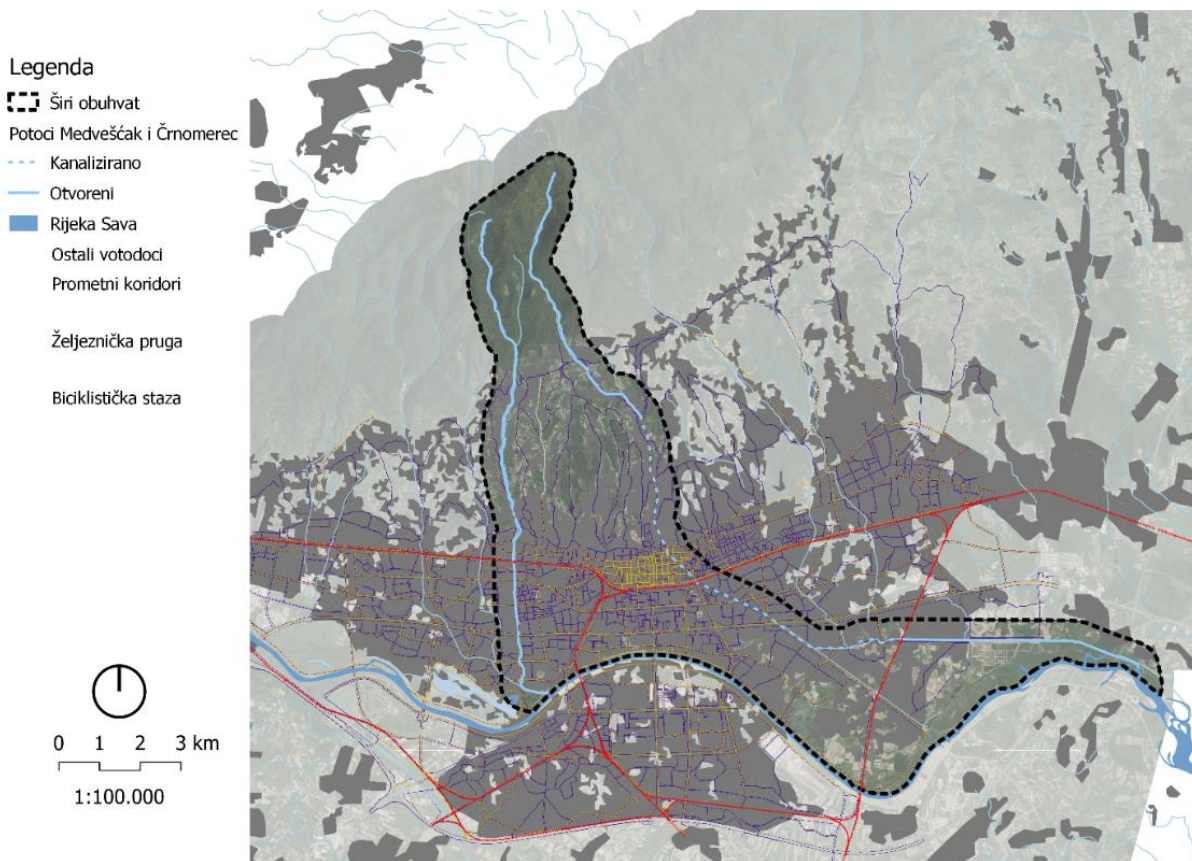
4.3.2. Naselja i promet



Slika 4.14. Karta korištenja i namjene površina

Izvor podloge: DGU, 2022., autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

„Na području Grada Zagreba prosječna gustoća naseljenosti iznosi 1231,899 st/km² i puno je veća od prosjeka gustoće naseljenosti Republike Hrvatske (78,1 st/km²). Najgušće su naseljene gradske četvrti Donji Grad, Trešnjevka sjever i Trešnjevka jug (>60 st/ha).“ (SPUO RSZG, 2017). Stambena mješovita namjena zauzima najviše površina u središnjem dijelu karte, dok se uz nju češće javljaju javne i društvene površine, a rjeđe poljoprivredne neobrađene površine. Udaljavanjem od središta se postepenim prelazom sa poljoprivrednih neobrađenih površina prelazi na javne zelene i šumske, odnosno u slučaju istočnog dijela obuhvata na gospodarske i poljoprivredne.



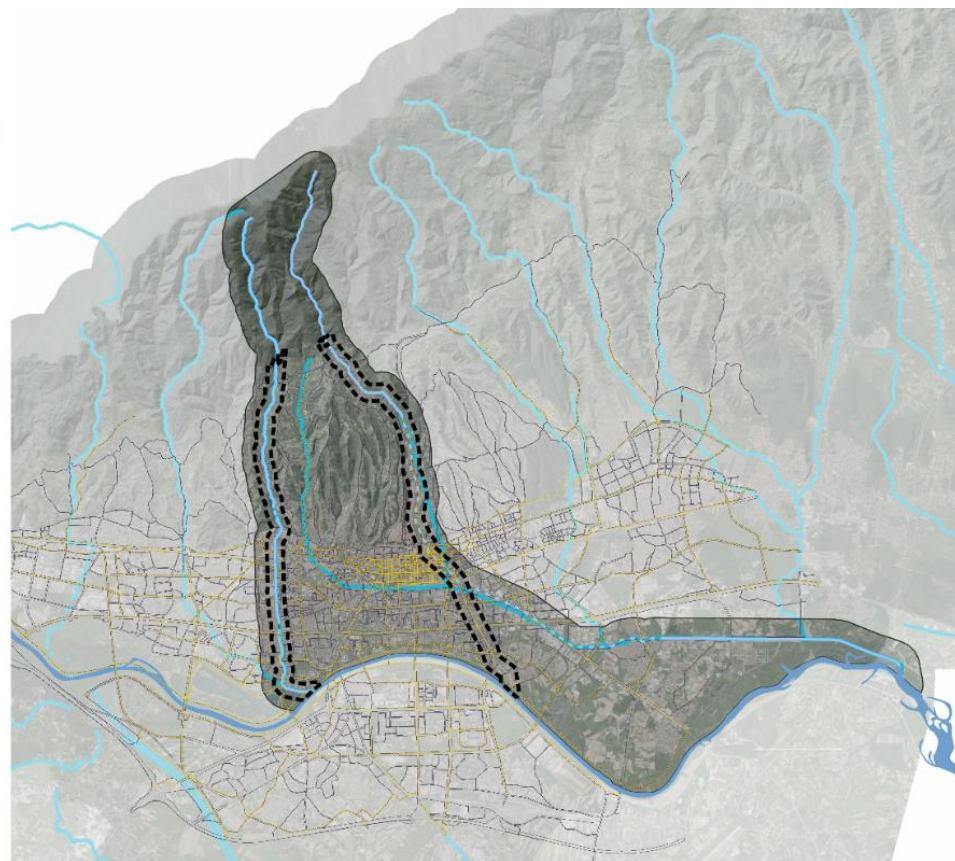
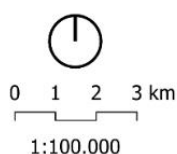
Slika 4.15. Karta prometa

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: GUP Zagreba, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Ulična mreža na području Grada Zagreba ne zadovoljava prometnu potražnju, zbog nedovoljne propusne moći u vremenima vršnog opterećenja, zbog neredovitog održavanja te zbog nedostatka spojeva u cijeloj mreži, uključivo i mostove preko rijeke Save koji bi omogućili brži protok vozila (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).

Legenda

-  Uži obuhvat
- Potoci Medveščak i Čnomerec
 -  Kanalizirano
 -  Otvoreni
-  Rijeka Sava
-  Biciklistička staza
-  Prometni koridori



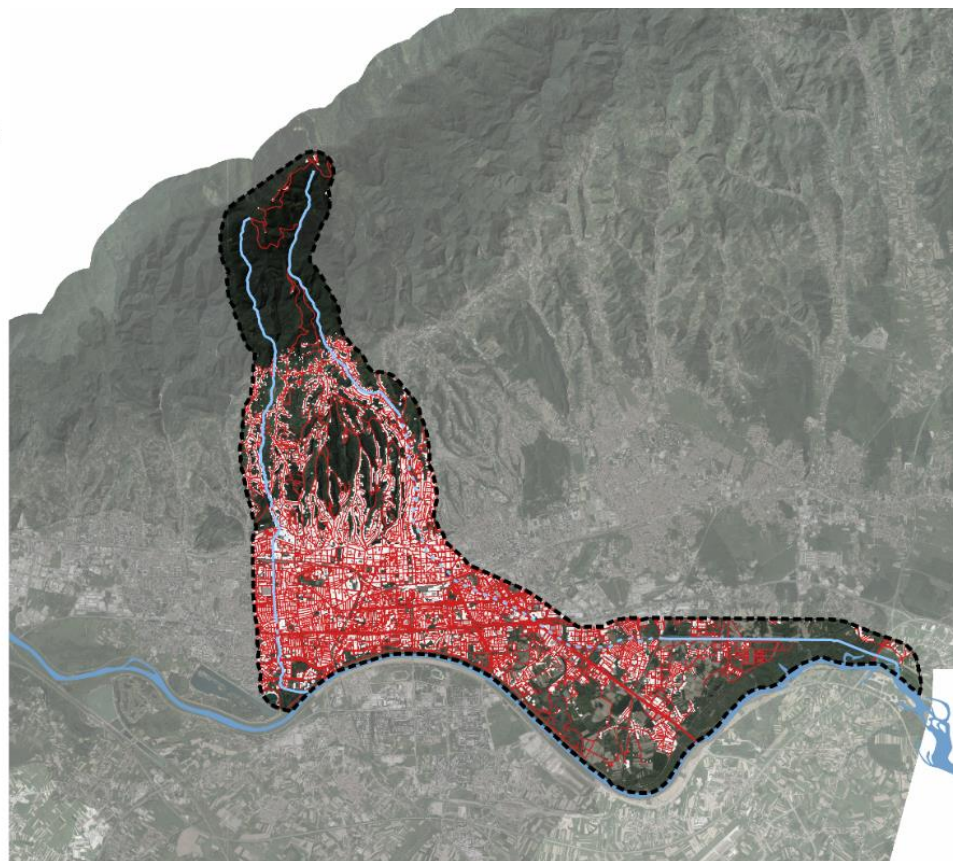
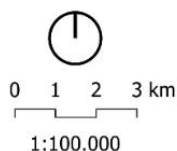
Slika 4.16. Karta biciklističkih staza i prometa

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: GUP Zagreba, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na kartografskom prikazu prikazana je mreža biciklističkih staza i kolnog prometa. Najgušći dio mreže nalazi se u samom središtu grada, na ravnoj reljefnoj podlozi, dok se prateći glavne prometnice rijetko širi prema periferiji, a još rjeđe prema južnim obroncima Medvednice. Unapređenje biciklističke mreže Grada Zagreba i Zagrebačke županije osigurati će planirana izgradnja biciklističke prometnice uz rijeku Savu Projekt „GREENWAY“ (ukupne duljine 121,6 km). Planira se i uređenje prilaza mostovima kao i uređenje prilaza i spojeva na postojeću biciklističku i cestovnu infrastrukturu (Desinić, 2015.).

Legenda

- Širi obuhvat
- Potoci Medveščak i Čnomerec
- Kanalizirano
- Otvoreni
- Rijeka Sava
- Izgrađena površina
- Prometnice



Slika 4.17. Karta naselja i prometa

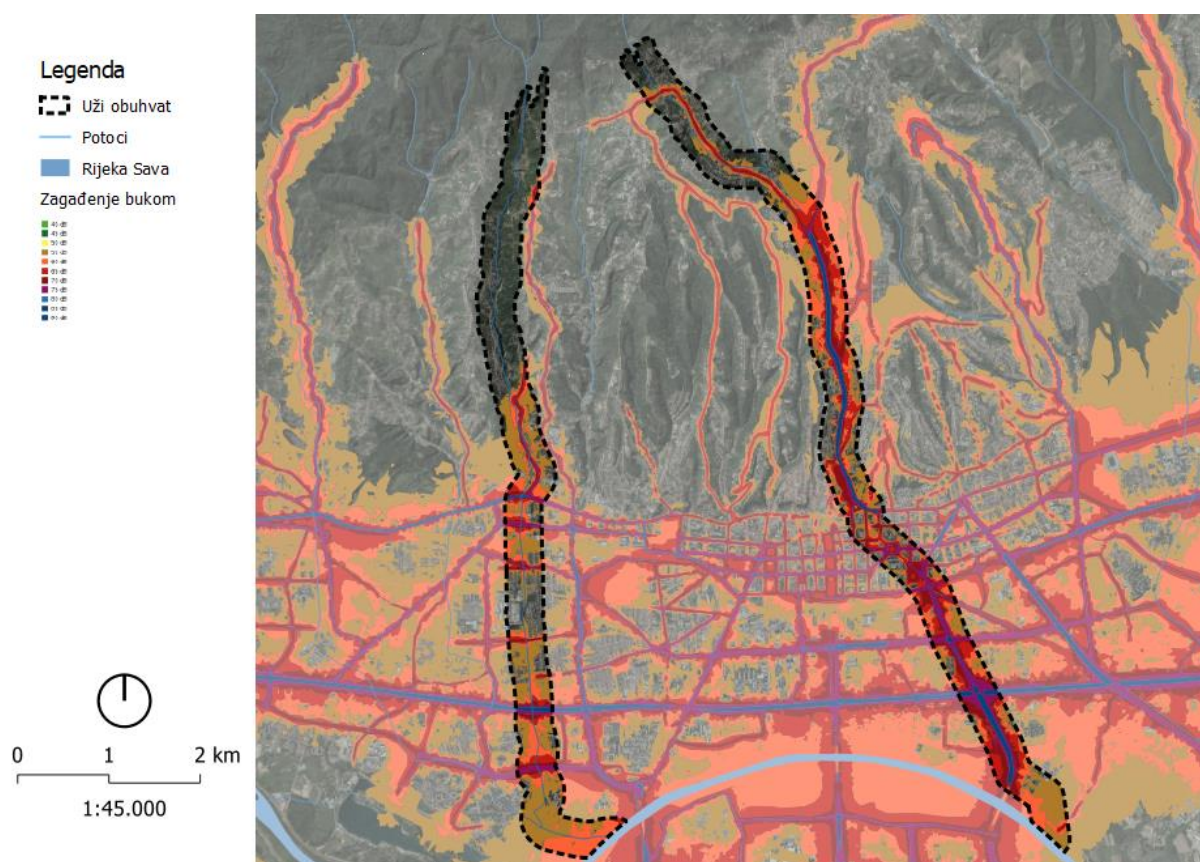
Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Bioportal

Na kartografskom prikazu prikazana je podjela prostora obuhvata na četiri različita tipa; sjeverno se prostor pruža iz prirodne šumske matrice do prvih naselja, potom prelazi u miješanu matricu prirodnog i izgrađenog, sve do nizinskog dijela obuhvata gdje poprima urbani karakter, urbana matrica je na istočnom dijelu obuhvata isprepletena sa zelenim zakrpama koje čine neobrađene i obrađene poljoprivredne površine.

Suvremeni način života, osobito u gradovima, uzrokovao je povećanje onečišćenosti zraka, tako da je sve veći broj ljudi izložen negativnim utjecajima. Glavne onečišćujuće tvari iz prometa i gospodarskih zona, koji su uobičajeni za veće urbane centre su ozon, lebdeće čestice, sumporov dioksid (SO₂), okside dušika izražene kao dušikov dioksid (NO₂), lebdeće čestice (PM₁₀), benzen, benzo(a)piren, olovo (Pb), arsen (As), kadmij (Cd) i nikal (Ni) u PM₁₀, ugljikov monoksid (CO), graničnim vrijednostima za ukupnu plinovitu živu (Hg) te ciljnim vrijednostima za prizemni ozon (O₃). Od toga su najčešće onečišćujuće tvari (osobito u gradovima) lebdeće čestice (metali Pb, Cd, As, Ni, Tl i Hg) koje mogu biti uzrok niza akutnih i kroničnih oboljenja. Lebdeće čestice javljaju se u čvrstom, tekućem ili plinovitom stanju, nisu sastavni dio atmosfere, a talože se gravitacijom ili ispiranjem s padalinama iz atmosfere na tlo. Krupne čestice (od 20 µm do 40 µm) mogu negativno utjecati na biljke, prema tome, taložne čestice narušavaju kvalitetu okoliša i mogu posredno nepovoljno djelovati na čovjeka, ali su prekrupne da bi mogle udisanjem ući u čovjekov organizam. Ukupna taložna tvar je ukupna masa onečišćujućih tvari koja se prenosi iz zraka na površine (tlo, vegetacija,

voda, građevine i drugo) kroz određeno vremensko razdoblje (Izvešće o praćenju kvalitete zraka na teritoriju Republike Hrvatske za 2020. Godinu, 2021.).

Višegodišnja mjerenja i praćenja kvalitete zraka u Gradu Zagrebu ukazuju na višednevnu pojavu (tijekom zimskih mjeseci) smanjene kvalitete zraka zbog povišenja koncentracije lebdećih čestica u zraku u epizodnim intervalima, te da je razlog tome pojačano korištenje kućnih ložišta na kruta goriva, koji uz druge izvore onečišćenja (cestovni promet, zimsko posipavanje prometnica solju ili pijeskom, građevinski radovi, rad energetskih postrojenja, pozadinsko onečišćenje iz drugih dijelova RH i Europe) umanjuju kvalitetu zraka, osobito pri nepovoljnim meteorološkim uvjetima (dugotrajna magla, odsustvo vjetrova i padalina, temperaturna inverzija). U ljetnim mjesecima tijekom velikih vrućina i visokog UV indexa zračenja javlja se fotokemijska reakcija dušikovih oksida i hlapljivih organskih spojeva i time nastaje prizemni ozon, što predstavlja opasnost za ljudsko zdravlje. (Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje, 2022.) Uz spomenute klasične zagađivače zraka, na zdravlje ljudi utječu i drugi čimbenici, kao što su pelud alergenih biljaka. Pelud kao vrlo snažan prirodni alergen, jedan je od najčešćih uzroka alergija, osobito u gradovima. Osobito je alergena pelud drveća – lijeske, johe i breze, korova – pelina i ambrozije, te trava. (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.)



Slika 4.18. Karta zagađenja bukom

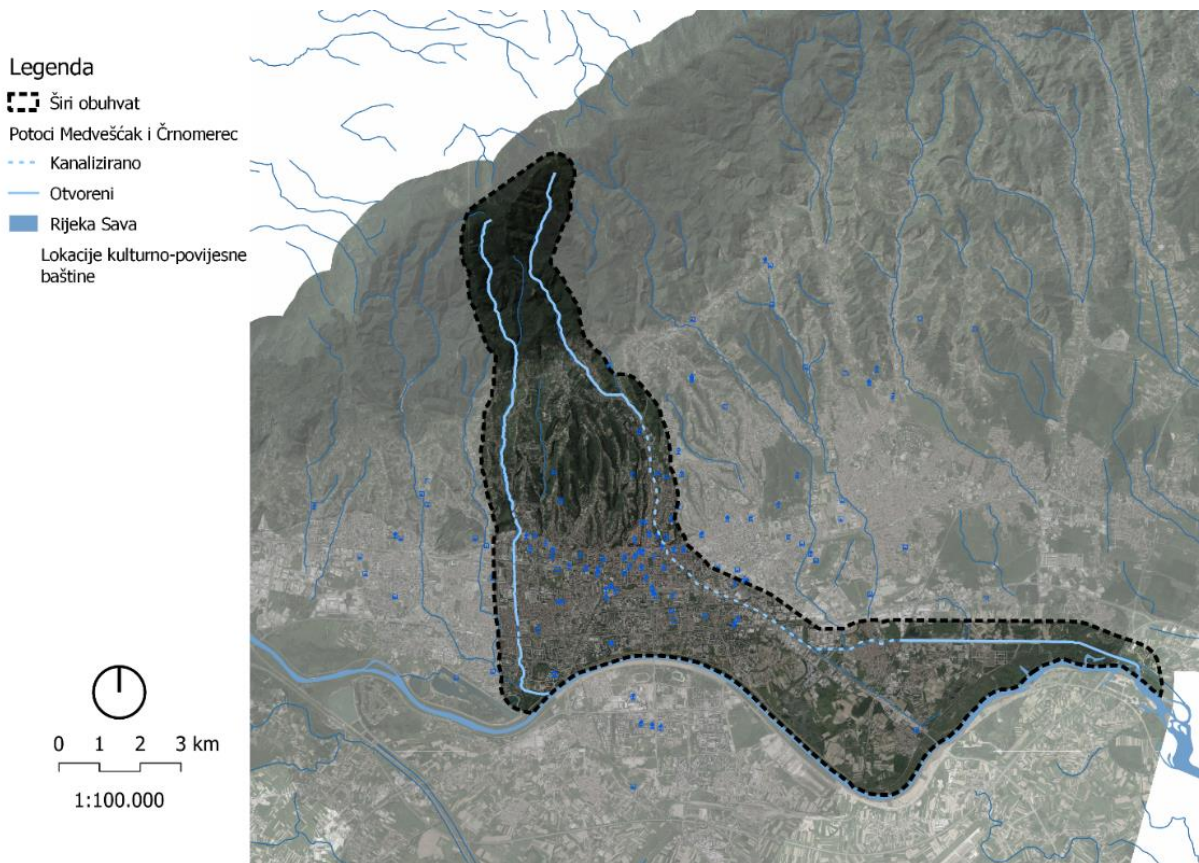
Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: Zagrebački Geoportal, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

U urbanim i prometnim područjima, uz onečišćenje zraka, utjecaj na ljudsko zdravlje, kvalitetu života, životinjske vrste i bioraznolikost ima i buka. Najčešći nepovoljni učinci buke, kod ljudi, na zdravlje su umor, smanjenje radnog elana i koncentracije te oštećenje sluha. Glavni izvori buke na području Grada Zagreba su: promet (cestovni i pružni), industrijska postrojenja, sadržaji za slobodno vrijeme (ugostiteljski objekti), te otvoreni i zatvoreni prostori namijenjeni održavanju javnih skupova, zabavnih i sportskih priredbi i drugih aktivnosti (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.). Na karti je prikazano zabilježeno zagađenje bukom, a najviše zabilježene buke nalazi se uz i neposredno uz željezničku prugu, dok najveću površinu zauzima zagađene bukom nastalo cestovnim prometom.

4.3.3. Kulturno-povijesna baština

Na području grada Zagreba prisutni su arheoloških nalazi, očuvane povijesne cjeline, reprezentativne građevine, industrijski objekti, detalji komunalne opreme, objekti narodnoga graditeljstva i elementi nematerijalne baštine poput običaja i obrtničkih vještina. Zaštićeni dio kulturne baštine na području Grada Zagreba čini 852 kulturna dobra upisanih u Registar kulturnih dobara RH, koja se štite Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (98/15) te je za prostor obuhvata nadležan konzervatorski odjel je Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode.

Nepokretne vrijednosti se na razini Grada Zagreba štite odredbama prostorno-planske dokumentacije temeljem konzervatorske podloge. Njome je za zaštitu određeno sedam kategorija nepokretnih kulturnih dobara: gradska naselja, seoska naselja, povijesni sklopovi i građevine, pojedinačna kulturna dobra, etnološka baština, arheološka baština i memorijalna baština (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.). Prema tipologiji Zaštićenih i preventivno zaštićenih nepokretnih kulturnih dobra u prostoru obuhvata su obuhvaćeni: javna građevina, sakralna građevina, sakralni kompleks, sakralno – profana građevina, stambena građevina, stambeno – poslovna građevina, memorijalna, obrambena građevina, arheološko nalazište, urbana oprema, kulturno – povijesna cjelina, park, kulturni krajolik.



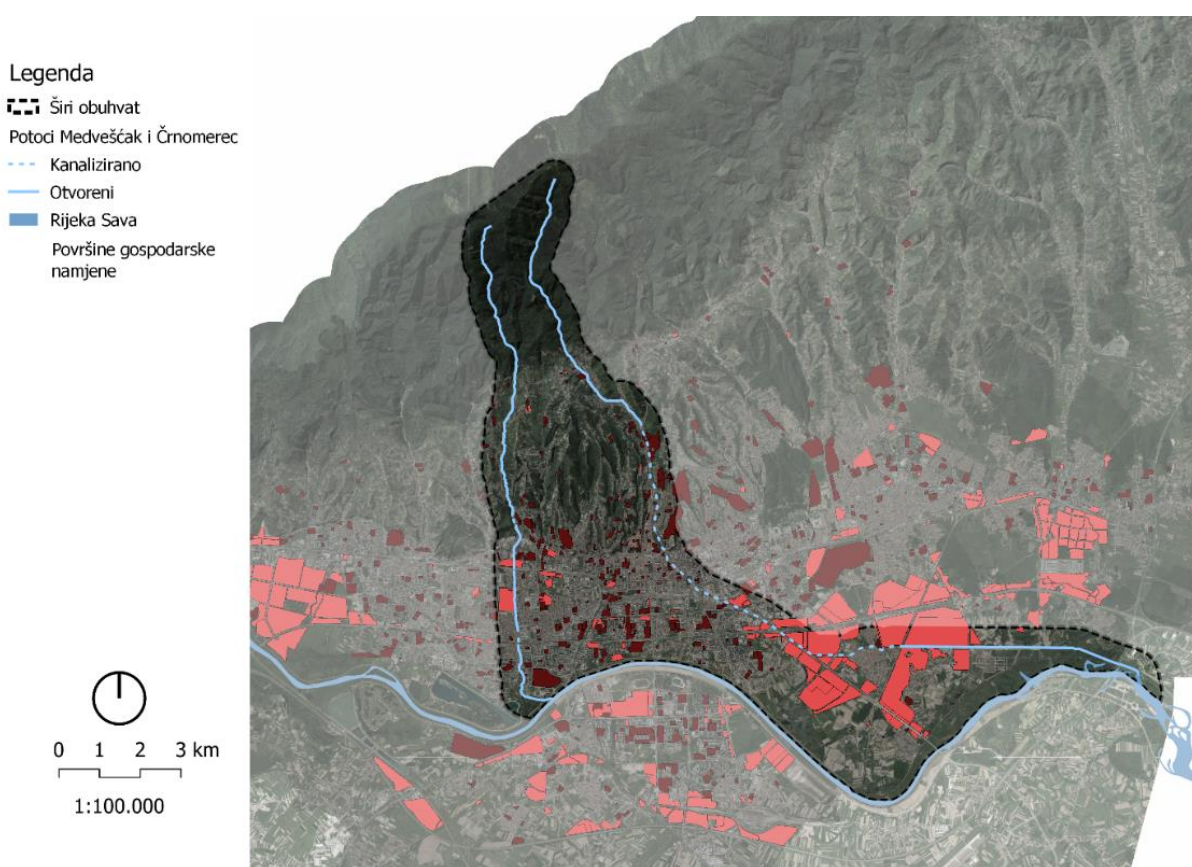
Slika 4.19. Karta lokacija kulturno-povijesne baštine

Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: GUP Zagreba, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na kartografskom prikazu je očita razlika između koncentracije elemenata značajne vrijednosti oko stare gradske jezgre i ostatka područja. Povijesna urbana cjelina grada Zagreba obuhvaća nekoliko specifičnih zona određenih prirodnim, topografskim, kulturno-povijesnim i razvojnim osobitostima, stečenima tijekom stvaranja i razvitka grada. Središnje mjesto zauzima povijesna jezgra: Gornji grad i Kaptol s njihovim povijesnim podgrađima, te Donji grad kao urbanistička cjelina 19. st., te nešto šire područje. Sjeverno od najstarijih povijesnih cjelina granica zaštite obuhvaća predjele koji dopunjuju povijesnoprstorni okvir grada, zbog značajnih ostataka ruralnih cjelina: prostor Šestina, Kraljevca, Mlinova, Gračana i Remeta. S istoka granica obuhvaća posebno zaštićeni kompleks Mirogoja, područje do Bukovačke ceste i Vrhovčeva vijenca te područje do Ravnica. Važno mjesto zauzima i Park Maksimir, koji je značajan po svojim kulturno-povijesnim, krajobraznim, hortikulturnim i ambijentalnim vrijednostima te memorijalno područje Dotrščina. Južnom dijelu granica pripada povijesni pravac Savske ceste s podgradom Sava te područje do Trnja, a zapadnom dijelu područje Čnomerec-Mečice, bivše austrougarske vojarne, te prostor Vrhovca, Jelenovca, Dedića do Šestina, unutar tog su prostora zaokružene razvojne etape grada do polovice 20.st. koje su značajne za formiranje urbane matrice grada kao izrazite povijesne, urbanističke i arhitektonske cjeline (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).

4.3.4. Obilježja gospodarstva

Prema područjima djelatnosti prerađivačka industrija čini oko 83% ukupne zagrebačke industrijske proizvodnje, opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija oko 16%, a djelatnost rudarstva i vađenja tek 0,25%. Brownfield lokacije, s obzirom na njihovu raniju funkciju obuhvaćaju industrijske građevine i zemljišta, vojne građevine i zemljišta, prometne građevine i infrastrukturu, stambene građevine i zemljišta i građevine i zemljišta društvene i javne namjene, zemljišta i građevine poljoprivrednih i rudarskih kompleksa. Uz aktivnosti na razini planiranja započeto je preliminarno prikupljanje i analiza podataka o brownfield lokacijama kao vrijednom razvojnom resursu, utvrđivanje kriterija odabira u cilju izrade registra brownfield lokacija (SSUO razvojne strategije Grada Zagreba, 2017.).



Slika 4.20. Karta površina gospodarske namjene
Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: GUP Zagreba, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Unutar obuhvata neposredno uz korita potoka, bogata gospodarska povijest iščitava se po neposrednim toponimima (Mlinovi, Kožarska ulica). Veliki se broj mlinova zatvorio premještanjem Medveščaka krajem 19. stoljeća, a preostali mlinovi na Mlinovima i Ksaverskoj cesti zatvoreni su do polovice 20. stoljeća. Jedini primjer povijesti mlinova Medveščaka je replika koja se nalazi u dvorištu restorana Okrugljak, te se njegovi proizvodi i danas prodaju. Gospodarski razvoj iz 18. i 19. stoljeća, pritom se odnosi na razvoj

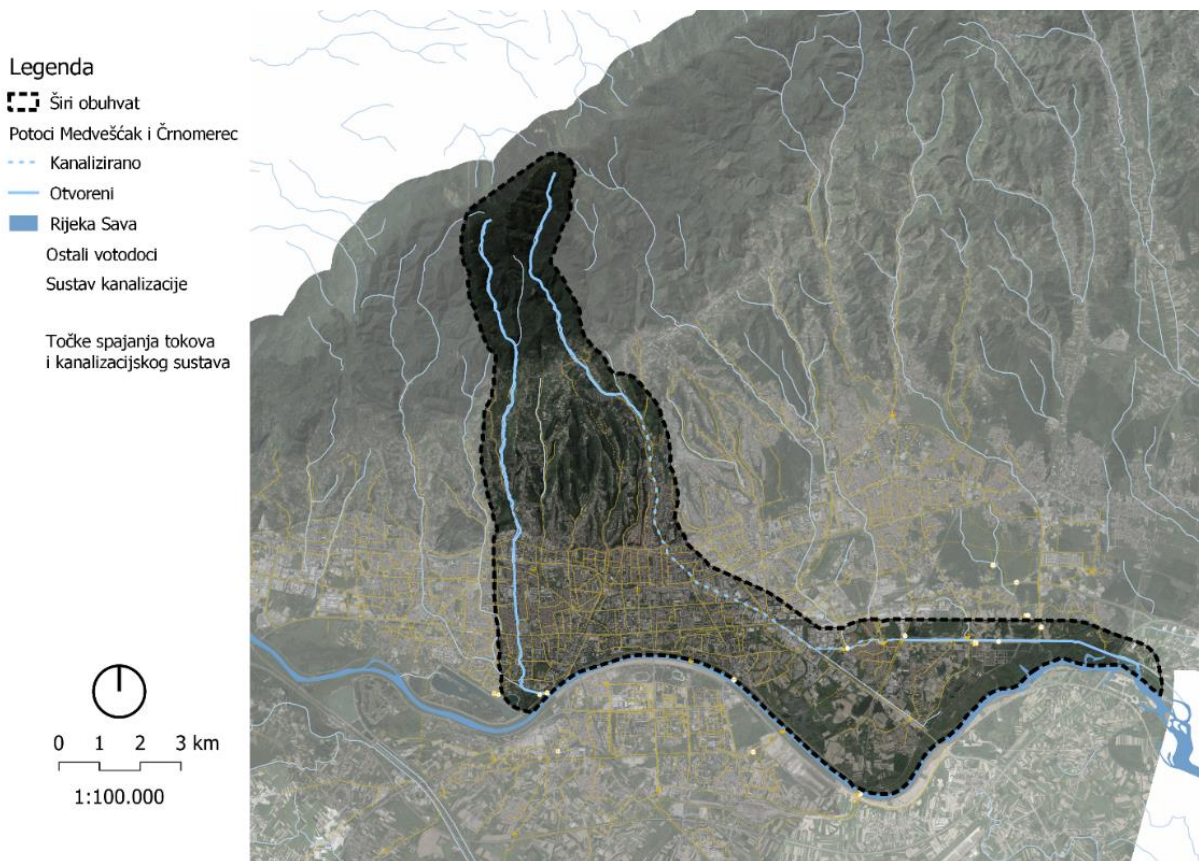
manufakture tekstila, papira, duhana, igraćih karata, tvornica kože, radionica peći i posuđa, direktno je ovisio o potoku Medveščaku.

Na potoku Črnomercu su osim mlinova u recentnoj povijesti izgrađene brojne proizvodnje poput proizvodnja pogona drvne, prehrambene, tekstilne, kemijske, metaloprerađivačke, duhanske i industrije papira. Iako su kroz vrijeme nestali mlinovi i stare manufakture, danas su gospodarske djelatnosti i dalje dio identiteta potoka, poput obližnje Pliva, Franck, Zagrebačka pivovara, Kamensko, Končar, te na ušću sportsko-rekreativni centar Mladost.

4.4. Vodotoci u suvremenom prostornom planiranju

4.4.1. Vodotoci u planovima zagrebačke mjesne samouprave

Osnovni preduvjet za planiranje i projektiranje projekata je pregled povijesne (recentne) i aktualne prostorno planske i postojeće projektne dokumentacije. U Urbanističkom programu grada Zagreba iz 1965. potoci se planiraju u sklopu planiranja kanalizacijskog sustava. Naglašava se nužnost odvojenog kanaliziranja potoka i kanalizacije zbog opasnosti od opterećenja sustava kanalizacije. U detaljnijem Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba iz 1971. godine, pomoću detaljnih demografskih projekcija infrastrukturnih potreba Grada Zagreba do 21. stoljeća sa razrađenom „zelenom“ problematikom, postavlja se kao cilj uvući zelenilo s obronaka Medvednice duboko u gradsku jezgru te omeđiti industrijske zone zelenim površinama. Predlaže se izgradnja akumulacija u prigrorskom pojasu, uz napomenu da hidrotehnički zahvati ne smiju imati štetan utjecaj na biološke karakteristike Medvednice. Zbog zagušivanja odvodnog sustava na potoku Medveščaku planira se akumulacija iznad Mihaljevca sa pripadajućim rekreativnim sadržajima (botanički vrt, sportsko rekreativni centar i golf tereni). Prostorni plan Grada Zagreba i Generalni urbanistički plan Zagreba iz 1986. stavljaju veći naglasak na očuvanje postojeće prirodne baštine, krajobraza, prirodnog karaktera, ali i značajnih izgrađenih površina. Iako su dijelom planirane, po prvi put se naglašavaju degradirajuće posljedice zahvata, poput izgradnje retencija i regulacija potočnih korita, za karakter potočnih korita kao krajobraznih elementa u gradskim prostorima. Prostornim je planom u donjim (nizinskim) tokovima zagrebačkih potoka bilo predviđeno zatvaranja korita, uz četiri iznimke: podsusedsko Dolje, Vrapčak, Črnomerec i Bliznec, zbog prepoznatih krajobraznih vrijednosti. Usprkos tome, koridor Črnomerca bio je također predviđen za izgradnju nove prometnice u smjeru sjever-jug. Upozorava se i na sanitarni problem zbog pojave otpuštanja otpadnih voda u vodotoke te nužnost podizanja retencija i izgradnju zasebnih kanala za potočnu vodu. Promjena socioekonomskog uređenja države rezultirala je novom promjenom urbanističke paradigme, Prostorni plan iz 1986. ostao je na snazi uz brojne izmjene i dopune do 2001. godine, a novi je GUP donesen tek 2003. godine (Faber 2022.).



Slika 4.21. Karta kanalizacijskog sustava i točaka spajanja sa tokovima
Izvor podloge: DGU, 2022.; prostorni podaci: GUP Zagreba, 2022.,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Prema karti je moguće utvrditi da se danas potok Medveščak kod Mihaljevca spaja sa gradskom kanalizacijom, dok se u slučaju potoka Črnomerca na dvije lokacije otpadna voda ulijeva u samo ušće potoka, na mjestu spajanja sa rijekom Savom.

U današnjoj Hrvatskoj prisutan je „točkasti urbanizam“ i „projektno planiranje“, izgradnja pojedinačnih objekata bez obzira na uklapanje u širi kontekst i planiranu sliku grada. Za potoke, kao opće dobro, njihovo uređenje i održavanje odgovorne su Hrvatske vode. Opasnost predstavljaju neplanska gradnja, degradiranje zelenih površina, onečišćenje itd. (Faber 2022.; Službeni glasnik GZ, 2001). Na snazi je Prostorni plan iz 2007. godine uz izmjene i dopune iz 2017. godine, prema kojem otvorenog korita ostaju potoci Dolje, Vrapčak, Črnomerac i Bliznec. Naglašava se nužnost izgradnje retencija na 33 lokacije (za sada ih je izgrađeno 19). Potoci se prema aktualnom GUP-u trebaju voditi otvorenim koritom gdje god je to moguće, te se omogućuje njihovo krajobrazno uređivanje, pritom se površine retencija smatraju zelenim površinama. Potočne doline koje su prvotno bile dio Parka prirode Medvednica (granica Parka prirode je pomaknuta) ostale su zaštićene GUP-om, te se predlaže zakonska zaštita za dolinu potoka Ribnjaka i Okrugljaka. Zagrebački GUP iz 2016. spominje prelaganje donjeg toka Kustošaka u planirani zatvoreni tok Črnomerca na čijem je dijelu ucrtani koridor, tj. novi cestovni pravac - ulica Črnomerac (Faber 2022).

Prema Zakonu o vodama (NN 066/2019) kako bi se očuvali životi i zdravlje ljudi; osiguralo održivo, uravnoteženo i pravično korištenje površinskih i podzemnih voda te time

zaštitile kopnene površinske i morske vode; cilj zaštite voda je spriječiti daljnje pogoršanje, zaštititi i poboljšati stanje vodnih ekosustava putem specifičnih mjera (postupno smanjenje ispuštanja, emisija i rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste te prekid ili postupno ukidanje ispuštanja, emisija ili rasipanja opasnih tvari), promicati održivo korištenje voda na osnovi dugoročne zaštite raspoloživih vodnih resursa, kao i pridonijeti ublažavanju posljedica poplava i suša.

Nadalje, zaštita voda ostvaruje se nadzorom nad stanjem kakvoće voda i izvorima onečišćavanja, kontrolom onečišćenja, zabranom ispuštanja onečišćujućih tvari u vode i zabranom drugih radnji i ponašanja koja mogu izazvati onečišćenje vodnoga okoliša i okoliša u cjelini, građenjem i upravljanjem građevinama odvodnje te pročišćavanja otpadnih voda i drugim mjerama usmjerenim očuvanju i poboljšavanju kakvoće i namjenske korisnosti voda. Stoga, sve vodne građevine i uređaji za korištenje vodnih snaga moraju biti projektirani i izgrađeni na način da ne ugrožavaju život, zdravlje i imovinu ljudi, ne uzrokuju štetu na vodama, vodnom okolišu i drugim sastavnicama okoliša u cjelini, ne otežavaju pješački, cestovni i željeznički promet te plovidbu na unutarnjim vodnim putovima, a pritom da omogućavaju vraćanje voda u vodotoke i druga vodna tijela. Ne smiju smanjivati postojeći opseg korištenja voda za vodoopskrbu, navodnjavanje i druge namjene te ne smiju sprječavati korištenje voda za druge namjene.

Uređenjem voda smatra se gradnja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina, gradnja građevina za osnovnu melioracijsku odvodnju i usluge održavanja voda, sve u svrhu neškodljivog protoka voda, a zaštita od štetnog djelovanja voda obuhvaća aktivnosti i mjere za obranu od poplava, obranu od leda na vodotocima i zaštitu od erozija i bujica, tj. višenamjenskog korištenje akumulacija. Održavanje prirodnih i umjetnih vodotoka i drugih voda obuhvaća čišćenje i uklanjanje nanosa, održavanje obala (zemljani radovi, krčenje raslinja, održavanje regulacijskih i vodnih građevina), održavanje propusnosti propusta i prijelaza preko vodotoka, održavanje izljeva ispusta drenažnih cijevi te otklanjanje erozija i sprječavanje djelovanja bujica.

Nadalje, kako bi se smanjili rizici od bujičnog djelovanja voda nužne su izrade prethodne procjene rizika od poplava, izrada i provedba planova upravljanja rizicima od poplava sukladna Državnom planu obrane od poplave, provedbenih i logističkih planova. Prema tome projekti prije izvedbene faze moraju biti usklađeni prema Planu uređenja voda, provedbi redovite i izvanredne obrane od poplava, provedbi obrane od leda na vodotocima, zaštiti od erozija i bujica, osnovnoj melioracijskoj odvodnji i provedbi ograničenja prava vlasnika i drugih posjednika zemljišta.

4.4.2. Tendencije Europske Unije

Do sada u Zagrebu se na urbane potoke gledalo kao na prijetnju ili prepreku razvoju, dok u zemljama članicama Europske Unije (EU) i svijetu postoji dugogodišnja praksa očuvanja, promicanja i vraćanja njihovog društvenog i ekološkog potencijala. Danas se sa pitanjima vodnih politika na području EU bave Zakonski okviri EU: Direktiva 2000/60/EZ /

izmijenjenoj Direktivom Komisije 2014/101/EU o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike, Direktiva 2006/118/EZ o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće, Direktiva 2007/60/EZ o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima, Direktiva Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda / dopunjena: Direktivom Komisije 98/15/EZ, Direktiva 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla, Direktiva 2006/11/EZ o onečišćenju određenim opasnim tvarima koje se ispuštaju u vodni okoliš Zajednice, Direktiva 2006/7/EZ o upravljanju kakvoćom vode za kupanje i ukidanju Direktive 76/160/EEZ, Direktiva 2006/44/EZ o kakvoći slatkih voda kojima je potrebna zaštita ili poboljšanje kako bi bile pogodne za život riba, Direktiva 2006/113/EZ o potrebnoj kakvoći vode za školjkaše, Direktiva 2008/105/EZ o standardima kakvoće okoliša na području politike voda kojom se mijenjaju i slijedom toga ukidaju Direktive Vijeća 82/176/EEZ, 83/513/EEZ, 84/156/EEZ, 84/491/EEZ, 86/280/EEZ, Direktiva Komisije 2009/90/EZ kojom se, sukladno Direktivi 2000/60/EZ utvrđuju tehničke specifikacije za kemijsku analizu i praćenje stanja voda i Direktiva Vijeća 98/83/EZ o kakvoći vode namijenjenoj za ljudsku potrošnju/ izmijenjena Direktivom Komisije (EU) 2015/1787 o izmjeni priloga II. i III. Direktivi Vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, u pravni poredak RH prenose se Zakonom o vodama (NN 066/2019).

Prema Europskoj komisiji rano europsko zakonodavstvo vezano uz vodu započelo je 1975. sa donošenjem standarda za rijeke i jezera koja se koriste kao crpilišta pitke vode, a kulminiralo je 1980. postavljanjem obvezujućih ciljeva kvalitete za pitku vodu. Na frankfurtskom ministarskom seminaru o vodi 1988. identificiran je niz propusta i poboljšanja koja bi se mogla napraviti po pitanju vodnog zakonodavstva te se na temelju toga prvi rezultati vide 1991. godine usvajanjem Direktive Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda, koja predviđa sekundarno (biološko) pročišćavanje otpadnih voda te Direktive o nitratima, koja se bavi onečišćenjem vode nastalim iz poljoprivrede. Pritisak za temeljito preispitivanje vodne politike došao je do vrhunca sredinom 1995. Komisija, koja je već razmatrala potrebu za globalnijim pristupom vodnoj politici, nakon mnogo rasprava je prihvatila zahtjeve Odbora za okoliš Europskog parlamenta i Vijeća Ministra zaštite okoliša.

Zaključeno je da iako je postignut znatan napredak u rješavanju pojedinačnih pitanja, vodna politika je fragmentirana u pogledu ciljeva i sredstava te je nužan jedinstveno okvirno zakonodavstvo za rješavanje tih problema. Kao odgovor na to, Komisija je predstavila Prijedlog Okvirne direktive o vodama ili Direktiva 2000/60/EZ – okvir za djelovanje Zajednice u području vodne politike, koji je obuhvatio ključne ciljeve poput proširenja područja zaštite voda na sve površinske i podzemne vode, postizanje "dobrog stanja" za sve vode do zadanog roka, upravljanje vodama na bazi riječnih slivova, primjenjivanje "kombiniranog pristupa" graničnih vrijednosti emisija i standarda kvalitete, definiranje točnih cijena, veće uključivanje građana te racionalizaciju zakonodavstva. Na europskoj razini su ključna opća zaštita vodene ekologije, posebna zaštita jedinstvenih i vrijednih staništa, zaštita resursa pitke vode i zaštita voda za kupanje. Prema Direktivi 2000/60/EZ svi ti ciljevi moraju biti integrirani za svaki

riječni sliv. Pritom se posebna staništa, područja pitke vode i vode za kupanje, odnose na određena vodna tijela (ona koja podupiru posebne močvare; identificirana za crpljenje pitke vode; koja se općenito koriste kao područja za kupanje).

Najbolji model jedinstvenog sustava upravljanja vodama nije s obzirom na administrativne ili političke granice, nego upravljanje po riječnom slivu, tj. prirodnoj geografskoj i hidrološkoj cjelini. Na primjer inicijative koje su države članice poduzele za slivove rijeka Maas, Schelde ili Rajne poslužile su kao pozitivni primjeri pristupa i suradnje za zajedničko postavljanje ciljeva od članica, ali i preko granica država članica, ili u slučaju Rajne čak i izvan teritorija EU-a. Za svako područje riječnog sliva treba uspostaviti "plan upravljanja riječnim slivom" i ažurirati ga svakih šest godina, čime se osigurava postizanje niza prethodno navedenih ciljeva za zaštitu kvaliteta vode.

Druge namjene ili ciljevi na temelju kojih je voda zaštićena ne primjenjuju se na sva područja, već na određena, npr. određivanje posebnih zaštitnih zona unutar riječnog sliva koje moraju ispunjavati različite ciljeve. Opći plan ciljeva za riječni sliv zahtjeva minimalnu ekološku i kemijsku zaštitu, dok tamo gdje su potrebni stroži zahtjevi za posebne upotrebe, uspostavljaju se zone viših ciljeva. Najvažniji ciljevi se odnose na skup uporaba vode koje nepovoljno utječu na status vode, ali su same po sebi bitne - zaštita od poplava i neophodna opskrba pitkom vodom, a problem se rješava dopuštanjem odstupanja od ciljeva i zahtjeva za postizanjem dobrog stanja za te slučajeve, sve dok se poduzmu sve odgovarajuće mjere ublažavanja. Odstupanja su predviđena za specifične slučajeve te podlažu pitanjima: jesu li alternative tehnički nemoguće, jesu li pretjerano skupe ili daju lošiji ukupni ekološki rezultat.

Okvirna direktiva o vodama (Directive 2000/60/EC, eng. Water Framework Directive), direktiva Europske unije kojom se zemlje članice posvećuju ostvarivanju dobre kvalitete i kvantitete vodenih površina do 2015. godine. Donesena je 23. listopada 2000. Pritom, primjenom Aarhuške konvencije (usvojena 1998.), potiče aktivno uključivanje zainteresirane javnosti. Standardima su određene maksimalne koncentracije za određene onečišćivače vode. Neki od parametara po kojima se klasificira i determinira kvaliteta vode su: biološka kvaliteta (ribe, bentoski beskralježnjaci, vodena flora), hidromorfološka kvaliteta (struktura riječne obale, kontinuitet rijeke ili podloga riječnog korita), fizikalno-kemijska kvaliteta (temperatura, oksigenacija i uvjeti hranjivih tvari) te kemijska kakvoća (odnosi se na standarde kvalitete okoliša za zagađivače specifične za riječni sliv).

Europska strategija za prilagodbu klimatskim promjenama je usvojena od strane Europske komisije 24. veljače 2021. Cilj strategije je izgradnja društva otpornog na klimu unapređivanjem znanja o klimatskim utjecajima i rješenjima prilagodbe, pojačanim planiranjem prilagodbe i procjenama klimatskih rizika, ubrzavanjem aktivnosti prilagodbe te pomažući jačanju klimatske otpornosti globalno. Hrvatski sabor 7. travnja 2020. godine usvojio Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama u Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (HAOP, 2021.).

Prema Europskoj agenciji za okoliš (2015.), **Strategija za zelenu infrastrukturu EU-a** zagovara potpunu integraciju zelene infrastrukture u propise EU-a. Strategija prepoznaje doprinos zelene infrastrukture u ciljevima EU-a, koji se mogu postići pomoću primjene

rješenja temeljenih na prirodnim načelima u ublažavanju učinaka vremenskih i klimatskih promjena povezanih s prirodnim nepogodama.

Strategija EU-a o biološkoj raznolikosti za 2030. godinu ima za cilj staviti europsku biološku raznolikost na put oporavka do 2030. godine u korist prirode, ljudi i klime; kroz niz obveza koje treba postići najkasnije do 2030. godine - Koherentna mreža zaštićenih područja, Plan obnove prirode u EU-u, Omogućivanje korjenite promjene, Ambiciozni globalni program biološke raznolikosti (Europska komisija, 2020.).

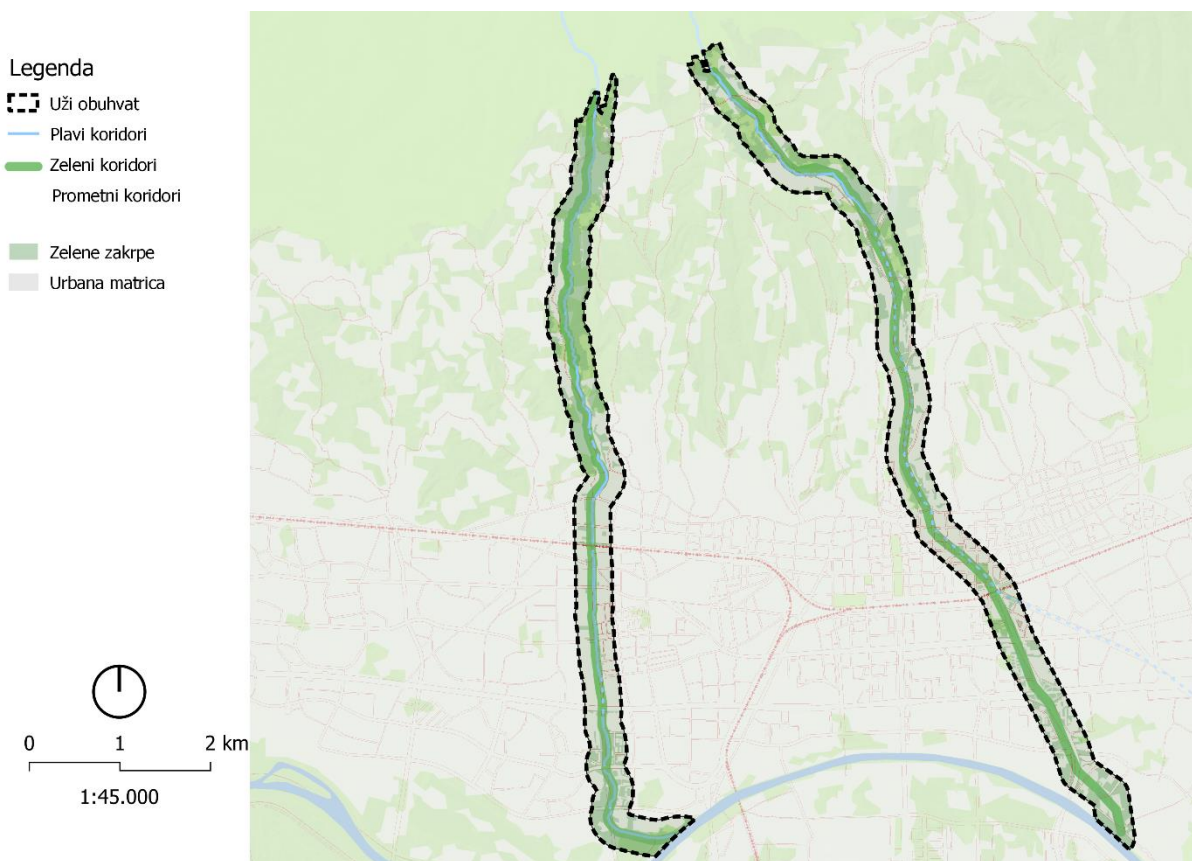
Europska komisija (2020.) donijela je niz prijedloga kako bi se do 2030. klimatskim, energetske, prometnim i poreznim politikama smanjile neto emisije stakleničkih plinova za barem 55 % u usporedbi s razinama iz 1990. kroz provedbu **europskog zelenog plana**. Djelovanjem na: klimu, okoliš i oceane, poljoprivredu, energetiku, industriju, promet, istraživanja i inovacije te financije i regionalni razvoj; poboljšat će dobrobit i zdravlje građana i budućih generacija tako što će osigurati: čist zrak, čistu vodu, zdravo tlo i bioraznolikost, energetske učinkovite zgrade, više javnog prijevoza, čišću energiju i vrhunske tehnološke inovacije, globalno konkurentnu i otpornu industriju i dr.

Nature4Cities u sklopu Obzor-a 2020 (Horizon 2020) je istraživački program i inovacijski projekt koji financira EU. Nudi sveobuhvatnu referentnu platformu za rješenja temeljena na prirodi (NBS), tehnička rješenja, metode i alate za osnaživanje donošenja odluka u cilju rješavanja suvremenih ekoloških, društvenih i gospodarskih izazova s kojima se suočavaju europski gradovi, kroz modele suradnje koje pokreću građani, istraživači, donositelji politika i čelnici industrije, oslanjajući se na participativne procese i razmjenu najboljih praksi (Nature4Cities, 2017.).

5. Projektna razrada područja istraživanja

5.1. Analize užeg obuhvata

5.1.1. Krajobrazno ekološka analiza užeg obuhvata po Formanu i Godronu



Slika 5.1. Krajobrazno ekološka analiza po Formanu i Godronu

Izvor podloge: DGU, 2022., autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

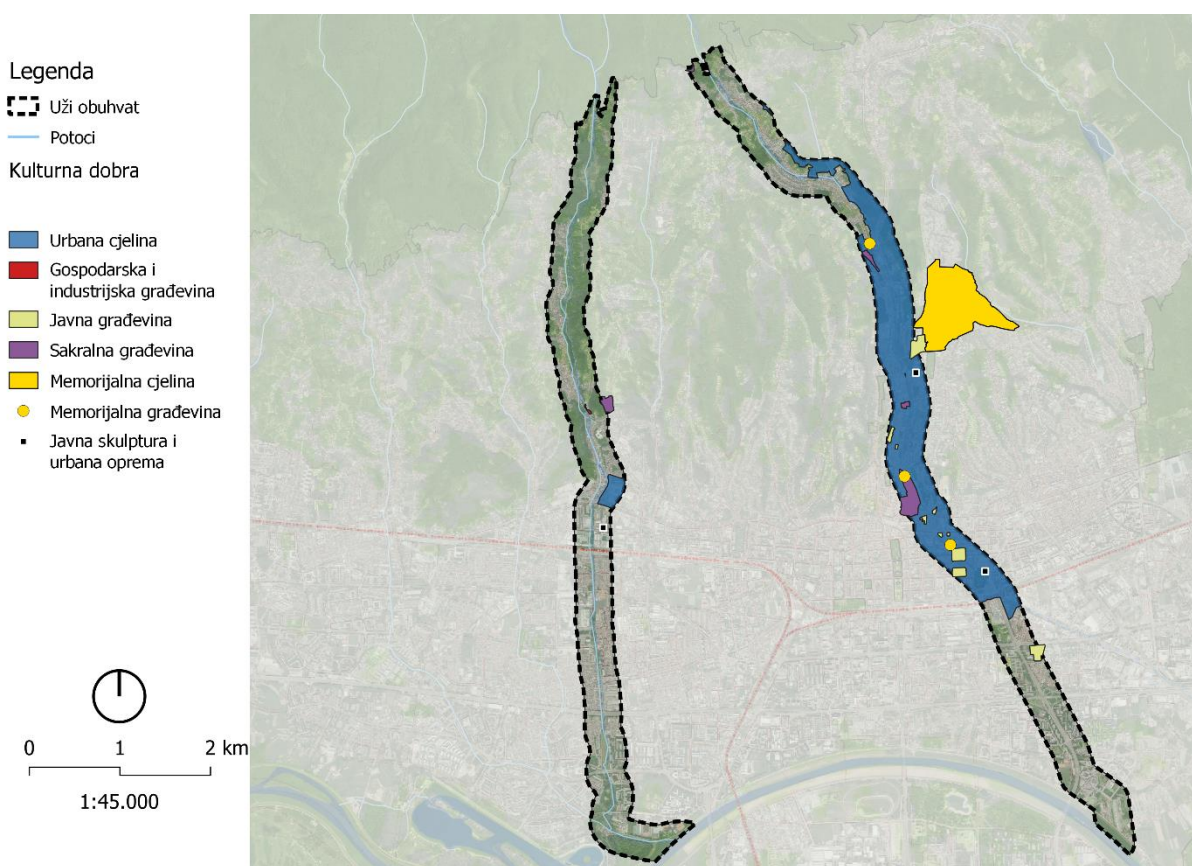
Prema rezultatima analize prostorno je dominantnija urbana matrica, koja se širi sjeverno od rijeke Save sve do PP Medvednica. Površina matrice je karakterno podijeljena na dva dijela – dio guste urbane matrice u nizinskom riječnom predjelu i dio matrice više nadmorske visine u brdsko-planinskom predjelu (uz južne obronke Medvednice) koju zahvaća kompleksni mozaik naselja, urbane šume, parkova i poljoprivrednih čestica. Iz krajobraznog uzorka urbanih čestica moguće je iščitati da je glavna značajka matrice i samog krajobraza reljefna i morfološka razlika između nizinskog riječnog predjela i brdsko-planinskog te antropogeni utjecaj i gubitak zelenih površina (zakrpi). Urbane površine, iako definiraju identitet prostora, smanjuju njegovu ekološku kvalitetu jer prekidaju manje urbano-šumske i zelene površine velike ekološke važnosti (razvoj biljnih i životinjskih zajednica) koje služe kao zeleni stepping stones-i i koridori od PP Medvednica do rijeke Save.

Prema analizi dobiveno je dva tipa koridora ovisno o značaju – antropogeno uvjetovani koridor, prometni koridor pruge I-Z koja presijeca potoke na dva dijela i prirodni koridori s antropogenim utjecajem, vodotoci koji se pružaju u smjeru S-J i rijeka I-Z. Manji prometni (kolni) koridori granaju se unutar urbane matrice, tj. grade njezinu gustu mrežu te

presijecaju, veće koridore, zelene zakrpe i prirodnu šumsku matricu područja PP Medvednica te dodatno otežavaju kretanje životinja i povezivanje zelenih stepping stones-a.

Rub između prirodno-šumske matrice područja PP Medvednica i urbane matrice Zagreba nije oštar zbog gradijalne visinske razlike, mnogo manjih zakrpi šumskih i poljoprivrednih površina unutar naselja na obroncima Medvednice. Većim dijelom su na sjeveru promatranog područja antropogeni rubovi naselja uz šumski rub. Takvi rubovi su iz ekološkog aspekta pozitivni za prostor gradova i razvoj biljnih i životinjskih zajednica unutar gradova, jer nude mogućnost migracije između većih prirodnih zona i stvaranja prirodnih mikrozona koje imaju velike beneficije za faunu i mikroklimu; ali su ujedno i opasni zbog mogućnosti nekontroliranog širenja izgrađenih površina.

5.1.2. Analiza neposrednih kulturnih dobara



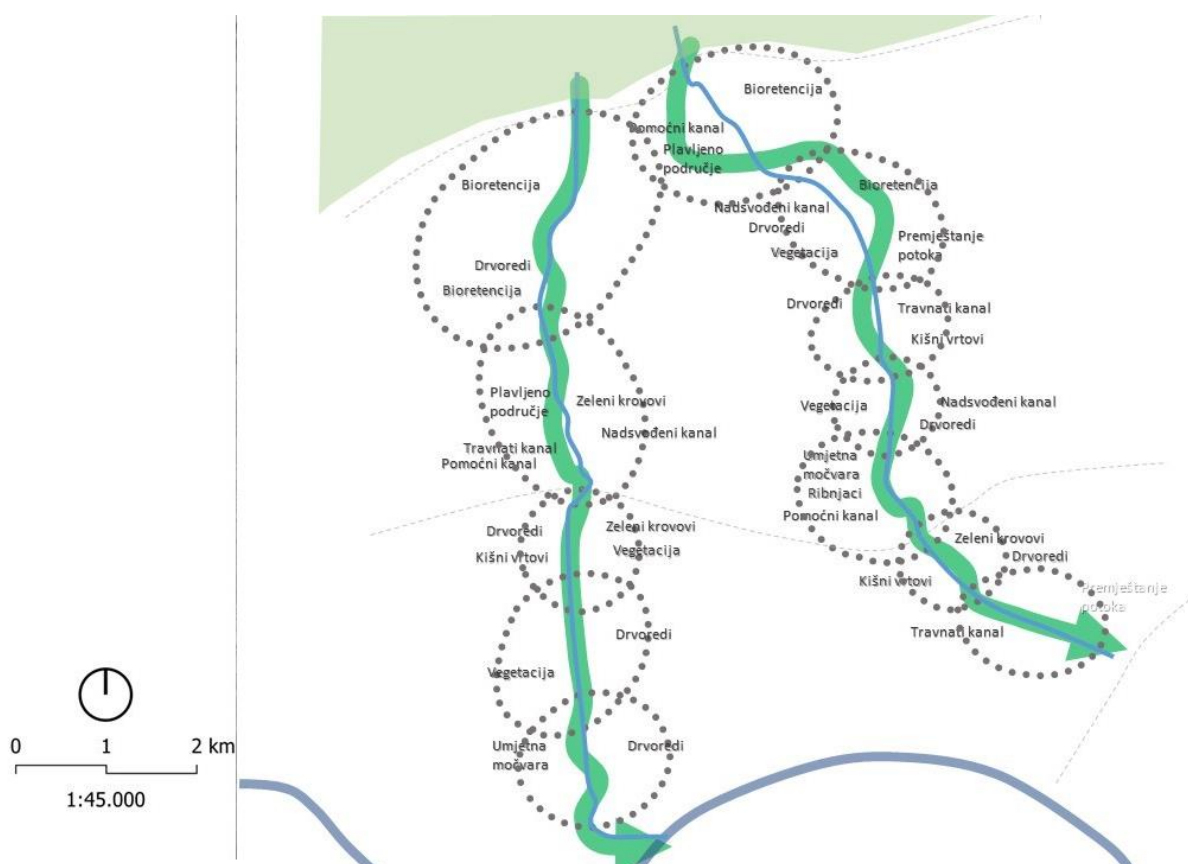
Slika 5.2. Analiza kulturnih dobara

Izvor podloge: DGU, 2022., izvor podataka: Geoportal kulturnih dobara RH,
autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Analizom je utvrđeno da se u užem obuhvatu uz potok Črnomerec nalazi manji broj zaštićenih područja i objekata u odnosu na uži obuhvat oko potoka Medveščaka. Uz Črnomerec od zaštićenih kulturnih dobara nalazi se javna skulptura i urbana oprema, gospodarska i industrijska građevina, dio urbane cjeline Grada Zagreba koja je pod zaštitom (širi se istočno od potoka Črnomerca), a neposredno uz obuhvat nalazi se Manastir sv. Petka koji je zaštićena sakralna građevina.

Prostor iznad potoka Medveščaka (u nadsvođenom dijelu toka) zauzima zaštićena urbana cjelina Grada Zagreba, prostori sakralnih građevina pod zaštitom među kojima je objekt i prostor oko Zagrebačke katedrale, javne građevine, javne skulpture i urbana oprema pod zaštitom, memorijalne građevine i područja memorijalnih cjelina među kojima se rubno od obuhvata ističe najveća od cjelina prostor (groblja) Mirogoja. Stoga je, posebice u slučaju potoka Medveščaka, za objedinjavanje (Eng. daylighting) ili pomicanje toka nužno razmatrati lokacije i analizu kulturnih dobara kao jednu od temeljnih podloga kako se ne bi naštetilo zaštićenim cjelinama, građevinama i elementima.

5.2. Dijagramska razrada



Slika 5.3. Dijagramska razrada

Izvor: Švagelj, 2022.

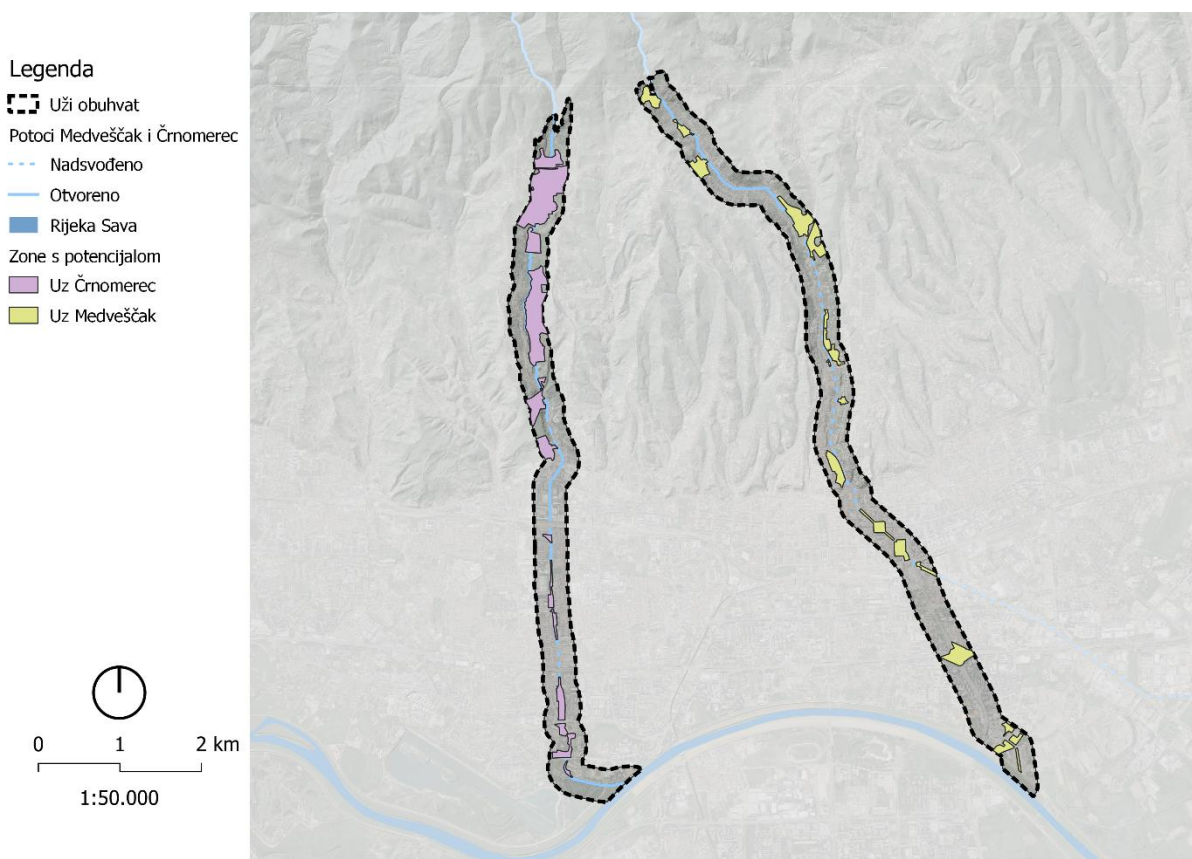
Renaturalizacijom dijelova potoka i obala moguće je postići nove zelene stepping stones-e koji bi osim bitnih ekoloških značajki za floru i faunu u Gradu, imali i pozitivan utjecaj na mikroklimu te poboljšanje razine onečišćenja u tlu, zraku i vodi. Formiranje zelenih koridora uz plave koridore koji prodiru kroz urbano tkivo omogućilo bi lakše kretanje faune od prostora šumske matrice u PP Medvednica i manjih gustih zakrpi na sjeveru Grada do Save i većih prirodnih zakrpi južno od Save i obuhvata rada.

Sanacijom potočne vode nudi se mogućnost stvaranja niza novih usluga osim odvodnje viška oborinskih, odnosno bujičnih voda; kao što su boravišta, igrališta, vježbališta te drugi

edukativni i rekreativni sadržaji uz koje se mogu koristiti biljni ili vodeni elementi. Pritom kod obnove vodenih staništa nužno je ublažavanje negativnog utjecaja oborinskih voda koje se slijevaju sa onečišćenih površina u vodena staništa pročišćavanjem i primjenom fitoremedijacije. Pročišćena voda također može biti skladištena i korištena za navodnjavanje u periodima suše, čime se dodatno stvaraju pogodni mikroklimatski uvjeti. Usporavanje i ublaživanje opasnih posljedica bujičnih voda može se postići primjenom NBS elemenata poput bioretencija, kišnih vrtova, infiltracijskih jaraka i spremnika, pregradnih (Eng. Buffer) zona guste vegetacije, ozelenjenih fasada i krovova, umjetnih močvara, povremeno poplavnih zona i vlažnih livada, itd.

Nije moguća potpuna obnova potoka Medveščaka, kao ni objelodanjivanje zbog izgrađenosti i prostorne ograničenosti. Stoga, za stvaranje zelene i plave infrastrukture u prostoru nužno je razmatrati širi obuhvat. S obzirom na pregled dosadašnje urbanističke prakse, razrada projekta treba biti izvedena višefaznim povezivanjem manjih više uslužnih parkovnih zakrpi sa NBS elementima unutar urbane matrice uz postojeći plavi koridor u slučaju potoka Črnomerca i izmijenjeni plavi koridor u slučaju potoka Medveščaka; te postepeno povezivanje istih sa postojećom biciklističkom i pješačkom infrastrukturom.

5.3. Zone s potencijalima



Slika 5.4. Zone s potencijalima

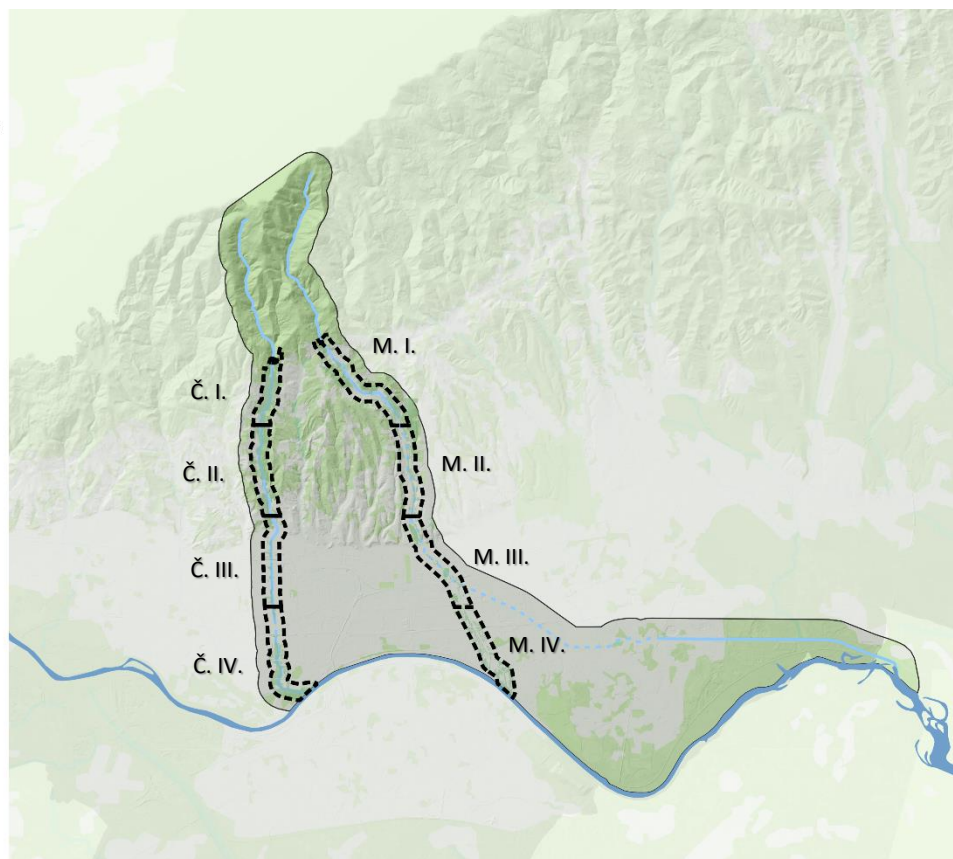
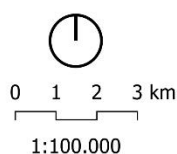
Izvor podloge: DGU, 2022., autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na temelju inventarizacije i obilaska terena, prepoznate su zone od interesa i potencijala za primjenu NBS-a u oblikovanju te za objelodanjivanje potoka, koje ujedno uključuju i zone koje je potrebno renaturalizirati, sanirati, obnoviti i zaštititi od dodatne izgradnje i degradacije. S obzirom da nije moguće vratiti izvorno stanje, kao ni preusmjeriti potok Medveščak kako je nekoć tekao ili u većini nadsvođenog dijela toka ga otvoriti, nužno je bilo pronaći alternativne pristupe kako bi se uz potoke stvorile zone dodane vrijednosti za grad i bioraznolikost.

Od 12 prepoznatih zona s potencijalima uz Črnomerec odabrana je zona na Srednjacima za daljnju razradu, a od 15 manjih zona uz potok Medveščak (u odnosu na prethodne), odabrana je za daljnju razradu zona na okretištu Mihaljevac.

Legenda

-  Podzone Č. I. - IV.
i M. I. - IV.
- Potoci Medveščak i Črnomerec
 -  Kanalizirano
 -  Otvoreni
 -  Rijeka Sava
 -  Zelene površine
 -  Urbane površine



Slika 5.5. Podjela užeg obuhvata na podzone

Izvor podloge: DGU, 2022, autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Uži obuhvat podijeljen je na osam podzona za potok Medveščak M. I. – M. IV. i potok Črnomerec Č. I. – Č. IV.:

Č. I. – obuhvaća najsjeverniji dio obuhvata uz granicu PP Medvednice do ulice Matuni, prosječni nagib zone iznosi 4,2%

Č. II. – najstrmija zona pruža se od ulice Matuni do okretišta Črnomerec, prosječni nagib zone iznosi 4,8%

Č. III. – sjeverno počinje kod okretišta Črnomerec te se nastavlja južno do ulice Matka Baštijana, prosječni nagib zone iznosi 3,7%

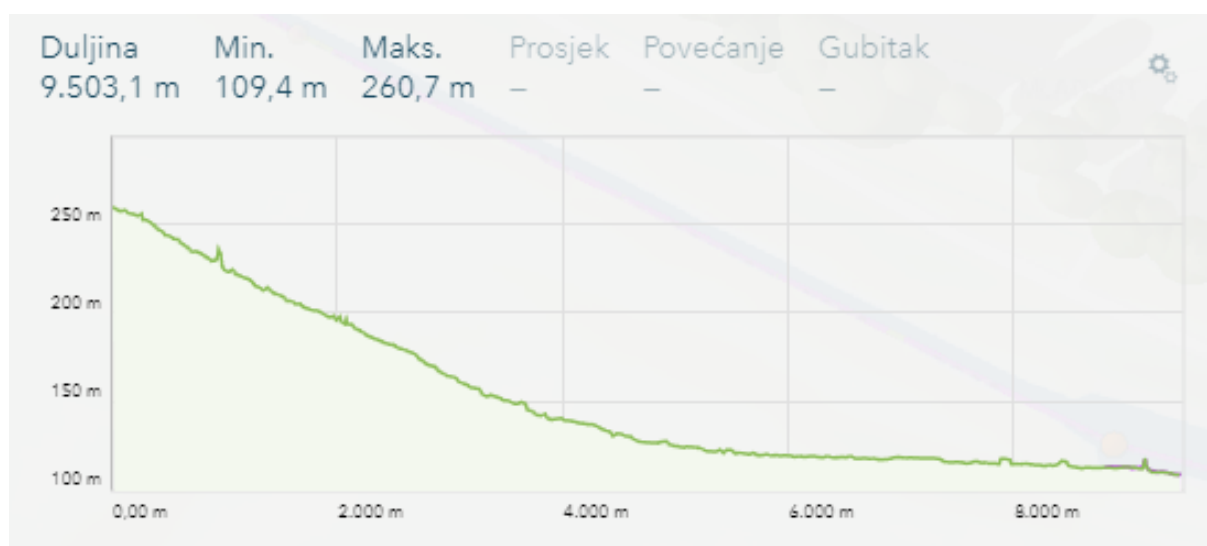
Č. IV. – proteže se od ulice Matka Baštijana do rijeke Save u koju se ulijeva skupa sa potokom Vrapčakom, prosječni nagib zone iznosi 0,3%

M. I. – obuhvaća najsjeverniji dio obuhvata uz granicu PP Medvednice do okretišta Mihaljevac; nalazi se na obroncima te je najstrmiji dio obuhvata u sklopu Medveščaka; prosječni nagib zone iznosi 4,4%

M. II. – proteže se od okretišta Mihaljevac do parka Ribnjak; nalazi se u nižoj zoni sa prosječnim nagibom 1,7%

M. III. – nalazi se između parka Ribnjaka i Ulice Grada Vukovara; Prosječni nagib joj iznosi 0,8%

M. IV. – obuhvaća prostor od Ulice Grada Vukovara do Save uz TE-TO Zagreb, prosječni nagib zone iznosi 0,2%



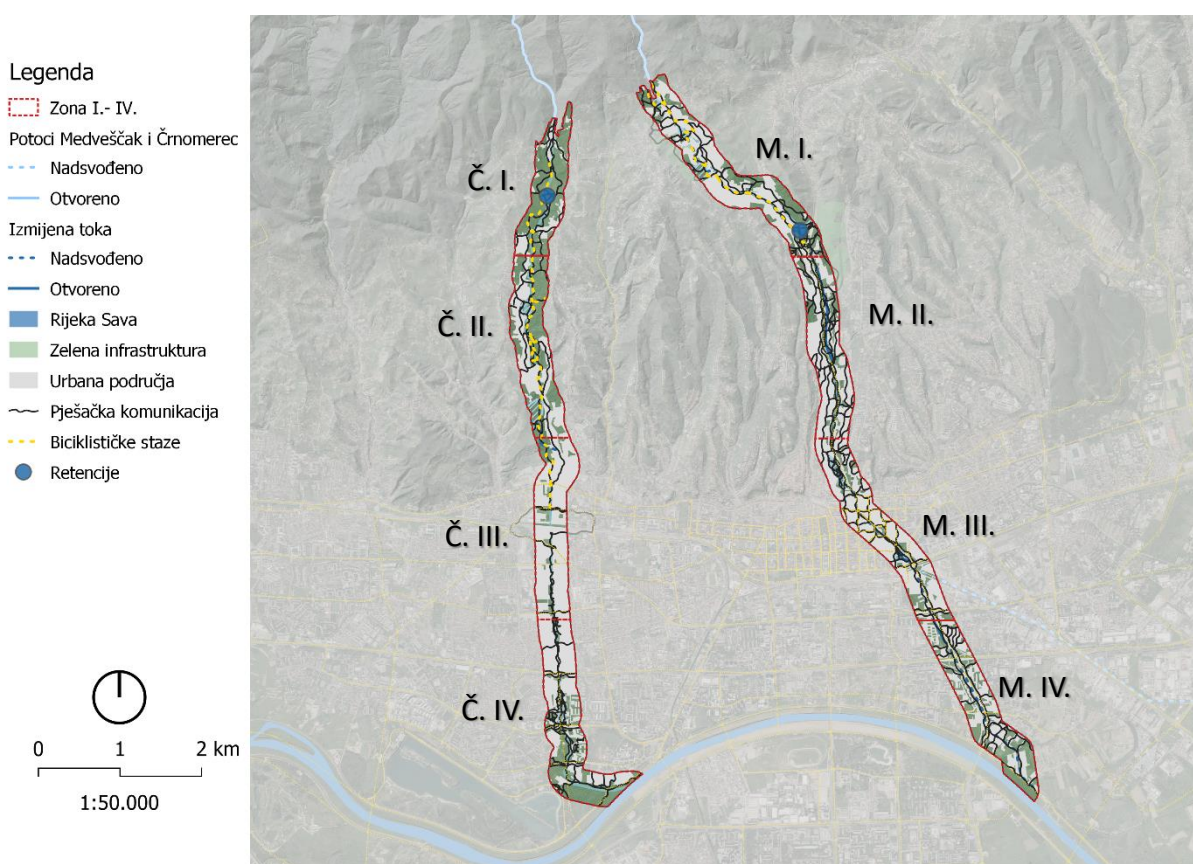
Slika 5.6. Poprečni presjek potoka Črnomerca

Izvor: 3D Zagreb, 2022.



Slika 5.7. Poprečni presjek potoka Medveščaka
Izvor: 3D Zagreb, 2022.

5.4. Konceptualna razrada



Slika 5.8. Konceptualna razrada
Izvor podloge: DGU, 2022., autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Pristupi koji se u tablici 5.1. predlažu za svaku pojedinu podzону temelje se na različitim NBS elementima koji su odabrani s obzirom na karakteristike svake podzone i mogućnosti implementacije rješenja u skladu s prirodom..

Tablica 5.1. Prijedlog NBS elemenata za podzone potoka Medveščaka i Črnomerca

NBS Element	Zona I. M	Zona II. M	Zona III. M	Zona IV. M	Zona I. Č	Zona II. Č	Zona III. Č	Zona IV. Č
Bara				X				
Biljni uređaji podzemne retencije			X				X	
Biodetencija		X	X					
Biofiltracija		X					X	
Bioretencija			X				X	
Cvjetne livade	X				X			
Diverzifikacija vegetacije			X	X			X	
Drvene brane					X			
Drvored		X	X	X		X	X	X
Džepni parkovi		X	X					
Ekstenzivni zeleni krovovi							X	
Fitoremedijacija		X	X	X		X	X	X
Gradski park	X							X
Grmoredi		X	X	X		X	X	X
Hotel za insekte	X				X			X
Infiltracijski jarci	X			X	X			X
Infiltracijski spremnici	X							X
Intenzivni zeleni krovovi		X	X			X	X	
Jezero						X		
Kišni vrt				X				X
Kompostiranje i zelena gnojidba				X				X
Linijski park (Eng. Greenway)						X		
Malčiranje				X				X
Obnova staništa	X				X	X		
Obnova šume	X	X			X	X		
Očuvanje drvoreda		X	X					
Očuvanje staništa	X	X		X	X			X
Otvaranje potoka		X	X	X				
Ozelenjivanje pruge	X	X	X	X				
Poboljšanje kvalitete i strukture tla			X				X	
Poluintenzivni zeleni krovovi							X	X
Povezivanje sa sivom infrastrukturuom		X	X	X	X	X		

Povremeno plavna zona	X	X				X		X
Preljev		X					X	
Premještanje toka		X	X	X				
Propusna cijev/kanal	X						X	
Propusni asfalt		X	X			X	X	
Propusno opločenje		X	X			X	X	
Redefiniranje obale		X					X	
Regulacijsko jezero							X	
Ribnjak		X		X			X	X
Soliterna stabla		X		X				X
Spremnik za kišnicu				X				X
Sustav infiltracije			X			X		
Transforni tip travnatog jarka			X			X		
Travne rešetke		X	X			X	X	
Travnjak			X					
Umjetna močvara				X				X
Umjetno meandriranje	X						X	
Upojni bunar				X				X
Urbana šuma	X				X			
Urbani voćnjaci	X				X			
Urbani vrtovi				X				X
Vegetacijski sustavi za kontrolu erozije obala	X	X		X	X			
Vertikalno ozelenjivanje			X				X	
Vlažna depresija	X							X
Vlažna livada				X				X
Vodeno igralište		X						X
Vraćanje prirodosti koritu		X	X	X		X	X	
Zelena zaštitna zona						X	X	
Zeleni koridor		X	X			X	X	
Zeleni trgovi			X					

Uz potok Črnomerec se nalazi veliki broj područja sa razvojnim potencijalom koja nisu međusobno značajno udaljena. U praksi se takvo cjelovito uređivanje potoka postiže kroz projekte i koncepte poput linearnih parkova (Eng. greenway). Koncept greenwaya naglašava očuvanje i promicanje bioraznolikosti, rekreaciju, upravljanje oborinskim i bujičnim vodama, poboljšanje kvalitete života i društvene jednakosti te za zaštitu integriteta krajobraz, uključujući njegove prirodne i društvene komponente. S obzirom na kompleksnost sustava unutar obuhvata (sektORIZACIJA, neriješeni pravno-imovinski odnosi, usporeni proces, neusklađenost prostorno planskih dokumenata i dr.) odabrana je samo jedna zona za potrebe izrade tehničkih detalja te je ostatak zona obrađen u smjernicama.

Za razliku od potoka Črnomerca, potok Medveščak trenutno nema mnogo potencijalnih zona, ponajviše zbog uske izgrađenosti ruba koji ga sputava na širenje i otvaranje. S obzirom da je nadsvođen ispod jedne od bitnijih gradskih prometnica te se na njemu nalazi dvosmjerna pruga, prije nego li se konceptualizira otvaranje korita nužno je promisliti o ne/mogućnostima izmještanja trenutne infrastrukture. Otvaranje potoka Medveščaka uvodi pitanja privatnog i javnog htjenja za prenamjenom zemljišta. Također, problem spajanja sa gradskom kanalizacijom ne prestaje kod Mihaljevca, jer se spaja i na nekoliko lokacija kod Žitnjaka. U slučaju cjevovodnog odvajanja potoka od kanalizacije, treba planirati odvajanje cijelim tokom. Stoga za potrebe rada i predlaganja smjernica i tehničkih detalja, odabrana je jedna, ujedno i najveća zona sa prepoznatim potencijalom.



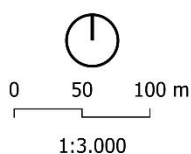
Slika 5.9. Zona Črnomerec

Izvor podloge: DGU, 2022., autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Prva zona nalazi se u sklopu Livade braće Domany na Srednjacima. Omeđuje ju na sjeveru Smiljanska i Omišaljska ulica, sa istoka neboderi iz Ulice Braće Domany, zapadno Repinečka ulica i Ulica Ladislava Štritofa te na jugu Horvaćanska cesta. Prostor obuhvata presječen je stazama na tri manja horizontalna dijela, odnosno na dva duža vertikalna. Kroz njega potok Črnomerec prolazi u otvorenom uređenom koritu sa dva pješačka mosta.

Legenda

- Uži obuhvat
- Potok Medveščak
- Nadsvođeni tok
- Otvoreni tok



Slika 5.10. Zona Medveščak

Izvor podloge: DGU, 2022., autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Druga zona se nalazi u klopri okretišta autobusa i tramvaja Mihaljevac. Obuhvaća retenciju i 5 zelenih površina ispresijecanih Ksaverskom i Gračanskom cestom. Najsjevernija točka se nalazi uz parkiralište restorana Okrugljak, potom se sjeveroistočnom stranom obavića i ulazi u posjed vile Okrugljak, na istočnom rubu se spušta uz tramvajsku prugu i potom Gračansku cestu, obuhvaća jugoistočnu zelenu površinu uz Ksaversku cestu, zapadnu zelenu površinu uz Ulicu Matije Jandrića. Prostor obuhvata razdijeljen je prometnicom u više manjih zona. Najveća sjeverna zona sadržava okretište tramvaja, zelene površine i otvoreni dio potoka Medveščaka koji se ulijeva u gradski odvod.

5.5. Analize podzona uz potoke Čnomerec i Medveščak

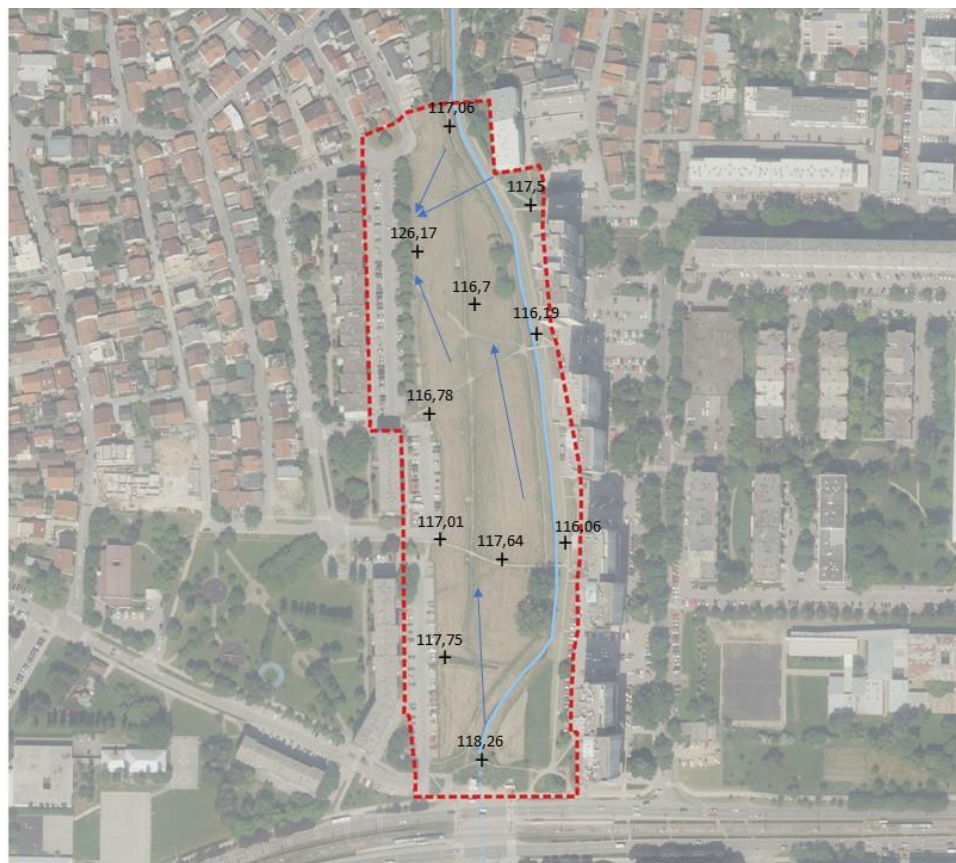
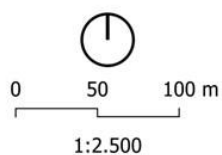


Slika 5.11. Analiza imovinsko-pravnih odnosa, podzona Čnomerec
Izvor podloge: DGU, 2022., Katastar.hr, autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na temelju Katastra.hr utvrđeno je da cijela površina obuhvata pripada kategoriji javno dobro, Grad Zagreb.

Legenda

-  Uži obuhvat
-  Potok Črnomerec
-  Nadsvođeni tok
-  Otvoreni tok

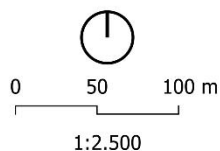


Slika 5.12. Analiza terena, podzona Črnomerec

Izvor podloge: DGU, 2022., Katastar.hr, autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Prosječna visina prostora nalazi se na 117 m.n.v. Više kote nalaze se uz sjeverni i južni rub obuhvata. Teren unutar obuhvata je pretežito ravan, a u odnosu na njega nasip i rubno izgrađeni neboderi stvaraju dinamiku i kontrast.

- Legenda
- Uži obuhvat
 - Potok Čnomerec
 - Nadsvodeni tok
 - Otvoreni tok
 - Vodopropusne površine
 - Djelomično vodonepropusne površine
 - Vodonepropusne površine

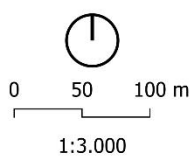


Slika 5.13. Analiza propusnosti površina, podzona Čnomerec
Izvor podloge: DGU, 2022., autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Većina površina unutar obuhvata pripada kategoriji vodopropusnih površina. Uz rubne dijelove obuhvata nalaze se formalna staza, parkirališta, pomoćna i kontrolna okna, rubnjaci i prometnice, koje pripadaju kategoriji vodonepropusnih površina. Dijelovi sporednih staza pripadaju djelomično vodonepropusnim površinama, tj. površinama slabije propusnosti vode. Dio nepropusnih površina moguće je zamijeniti propusnim opločenjem poput propusnog betona, travne rešetke, šljunka; dok je formiranje novih staza i boravišta u parku nužno ukomponirati propusne tipove opločenja, kao i podzemne spremnike za prikupljanje oborinske vode.

Legenda

-  Uži obuhvat
- Potok Medveščak
-  Nadsvođeni tok
-  Otvoreni tok
- Pravno-imovinski odnos
-  Privatno vlasništvo
-  Javno vlasništvo, Grad Zagreb

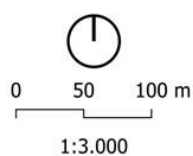


Slika 5.14. Analiza imovinsko-pravnih odnosa, podzona Medveščak
Izvor podloge: DGU, 2022., Katastar.hr, autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Na temelju Katastra.hr utvrđeno je da dio površine obuhvata pripada privatnom vlasništvu, dok je središnji i južni dio obuhvata u javnom vlasništvu i od Grada Zagreba.

Legenda

- Uži obuhvat
- Potok Medveščak
- Nadsvođeni tok
- Otvoreni tok



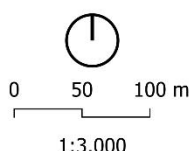
Slika 5.15. Analiza terena, podzona Medveščak

Izvor podloge: DGU, 2022., Katastar.hr, autor kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Prosječna visina prostora nalazi se na 180 m.n.v. Više kote nalaze se uz sjeverni, istočni i zapadni rub obuhvata. Teren unutar obuhvata je razgiban zbog korita i jer se visinski spušta prema jugozapadu.

Legenda

- Uži obuhvat
- Potok Medveščak
- Nadsvodeni tok
- Otvoreni tok
- Vodopropusne površine
- Djelomično vodonepropusne površine
- Vodonepropusne površine



Slika 5.16. Analiza propusnosti površina, podzona Medveščak
Izvor podloge: DGU, 2022., autor podataka i kartografskog prikaza: Švagelj, 2022.

Obuhvat je moguće podijeliti na dva dijela. Sjeverni dio obuhvata je viši od južnog te ima veće površine vodopropusnih površina (travnjaci, šume, šikare, itd.). Južni dio obuhvata u kojem se nalaze prometnice, formalne staze, parkirališta, pomoćna i kontrolna okna, rubnjaci i dijelovi pruge, zauzete su vodonepropusnim površinama. Specifičnost lokacije je nagib te se višak oborinske vode slijeva južno po vodonepropusnim površinama i usmjerava u sustav gradske kanalizacije, dok su sve zelene i vodopropusne površine više nadmorske visine. Tramvajska pruga većinskim dijelom pripada djelomično vodonepropusnim površinama, tj. površinama slabije propusnosti vode. Dio nepropusnih površina moguće je zamijeniti propusnim opločenjem poput propusnog betona, travne rešetke, šljunka; dok je u formiranju novih boravišta u parku nužno ukomponirati propusne tipove opločenja, kao i podzemne spremnike za prikupljanje oborinske vode.

6. Rezultati istraživanja i rasprava

6.1. Rezultati



Slika 6.1. Konceptualna razrada segmenta potoka Črnomerca

Autor: Švagelj, 2022.

Tablica 6.1. Funkcija NBS elemenata u podzoni potoka Črnomerca

Funkcija NBS elementi														
	Zaštita postojećeg staništa	Revitalizacija staništa	Formiranje novog staništa	Promicanje bioraznolikosti	Detencija vode	Retencija vode	Usporavanje vode	Pročišćavanje vode	Formiranje edukativnih i rekreativnih zona	Poboljšavanje mikroklimatskih uvjeta	Estetska i ekonomska vrijednost	Poboljšavanje kvalitete zraka	Umanjivanje rizika od poplava	Umanjivanje rizika od suše
Drvored			X							X	X	X		X
Fitoremedijacija		X		X		X		X		X		X		X
Gradski park			X	X					X	X	X	X		
Grmored			X	X						X	X	X		
Hotel za insekte	X			X					X					
Infiltracijski jarci i spremnici	X				X	X		X			X		X	X

Kišni vrt			X	X		X	X	X		X	X		X	X
Poluintenzivni zeleni krovovi			X	X				X		X	X	X		X
Povremeno plavna zona						X	X			X			X	X
Ribnjak			X	X	X			X	X	X				X
Soliterna stabla		X		X						X	X	X		X
Spremnik za kišnicu				X	X						X			X
Umjetna močvara			X	X	X		X	X	X	X		X		X
Povremeno vlažna livada	X			X		X	X			X			X	X
Vegetacijski sustav za kontrolu erozije obale	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
Vodeno igralište						X			X		X	X		X
Vodoporopusno opločenje							X				X		X	

Autor: Švagelj, 2022



Slika 6.2. Konceptualna razrada segmenta potoka Medveščaka

Autor: Švagelj, 2022.

Tablica 6.2. Funkcija NBS elemenata u podzoni potoka Medveščaka

Funkcija NBS elementi														
	Zaštita postojećeg staništa	Revitalizacija staništa	Formiranje novog staništa	Promicanje bioraznolikosti	Detencija vode	Retencija vode	Usporavanje vode	Pročišćavanje vode	Formiranje edukativnih i rekreativnih zona	Poboljšavanje mikroklimatskih uvjeta	Estetska i ekonomska vrijednost	Poboljšavanje kvalitete zraka	Umanjivanje rizika od poplava	Umanjivanje rizika od suše
Cvjetne livade		X		X					X		X	X		
Drvored			X							X	X	X		X
Fitoremedijacija		X		X		X		X		X		X		X
Grmored			X	X						X	X	X		
Infiltracijski jarci i spremnici	X				X	X		X			X		X	X
Kišni vrt			X	X		X	X	X		X	X		X	X
Preljev	X						X						X	
Urbana šuma		X		X						X	X	X	X	X
Vegetacijski sustav za kontrolu erozije obale	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X
Vlažna depresija	X			X		X	X			X			X	X
Vlažna livada	X			X		X	X			X			X	X
Vodeno igralište						X			X		X	X		X
Vodopropusno opločenje							X				X		X	

Autor: Švagelj, 2022.

6.2. Smjernice i tehnički detalji

- Prilikom odabira soliternih, drvorednih te grupacije stabla u kombinaciji sa grmastim vrstama treba uzeti u obzir uvjete tla, osunčanje, drenažu, osjetljivost na gradske uvjete, insekte i bolesti, vrijednost vrste u stanišno-ekološkom kontekstu, alergenost i otrovnost/jestivost vrsta; za to je nužno napraviti analizu tla lokacije. Kod odabira vrste treba izbjeći invazivne vrste i davati prednost autohtonim i alohtonim vrstama.
- Kako bi fitoremedijacija na lokaciji bila što uspješna, nužno je uzorkovati i analizirati stanje vode kako bi se prema rezultatima analize odabrala najuspješnija vrsta koja će uspijevati u lokacijskim uvjetima.
- Spremnici oborinske vode trebaju biti smješteni ispod površine tla, predlaže se ACO sustav za pročišćavanje, pohranu i uložavanje oborinske vode. Iznad modularnih elemenata sustava, koji se mogu zamijeniti u slučaju kvara ili očistiti u slučaju zatrpavanja, trebaju biti dostupni. Stoga se predlaže lako uklonjivo opločenje.

- d) Zeleni krovovi i zidovi trebaju gdje je god moguće imati sustav navodnjavanja povezan sa kišnim spremnicima te dodatno povezivanje na vodovod u slučaju dužih sušnih perioda. Uz njih potrebno je osigurati mogućnost implementacije plavih i smeđih krovova koji omogućuju dodatni vid specifičnih staništa te pohranu veće količine oborinske vode koja direktno utječe na klimu mikrolokacije.
- e) Kod retencije na potoku Medveščaku predlaže se bočni preljev kako bi se potok mogao otvarati nizvodno, te da bi se u slučaju bujica višak vode mogao prelići u sustav kanalizacije.
- f) Nužno je predvidjeti povremeno plavne površine, vlažne livade i retencije u koje bi se ulio višak vode i rasteretio sustav odvodnje. Sigurnu veličinu površine potrebne za prelijevanje je potrebno izračunati i ukomponirati u daljnju razradu i oblikovanje prostora.
- g) Ribnjaci i umjetne močvare kao dio plave infrastrukture mogu biti smješteni na lokacijama gdje neće biti ometani prirodni ciklusi ihtiofaune i flore, odnosno gdje već postoje specifične vodene lokacije pod različitim stupnjevima sukcesije (prijedlog Müllerov brijeg).
- h) Dijelovi obale potoka na kojima se uklanja betonizirano korito, moraju biti osigurani od opasnosti erozije primjenom vegetacijskog sustava erozije ili drugih ekoloških materijala.
- i) Voda koja se koristi za vodene elemente u vodenim igralištima mora biti na razini EU standarda. Stoga je nužno pročišćenu vodu redovito kontrolirati i provjeravati sustav pročišćavanja.
- j) Gdje je god moguće potrebno je zamijeniti vodonepropusno opločenje sa vodopropusnim (šljunak, malč, porozni beton, i sl.) te usporavanjem i zadržavanjem toka vode i kroz mikrolokacije utjecati na stvaranje novih staništa.
- k) U prostoru parka nužno je osigurati sklonište za kukce (urbano pčelarstvo) na neometano mjesto. U skloništu kao hotelu za kukce može se smjestiti nekoliko vrsta kukaca ovisno o primijenjenom materijalu: drvo, glina, kamenje ili trava.
- l) Prilikom zoniranja, odabira sadržaja, projektiranja i realiziranja pojedinačnih podzona, nužno je uključiti sudjelovanje javnosti kroz informiranje putem web stranica, tiskanog info materijala i novina, anketiranje, višednevne edukacije, radionice i javne rasprave; kako bi se podigla svijest stanovništva o važnosti provođenja projekata izgradnje i ulaganja u plavu i zelenu infrastrukturu, prikupila specifična znanja o lokaciji od strane lokalnog stanovništva te time donijele informirane odluke za lokaciju, stvorio osjećaj pripadnosti, uključivosti i društvene jednakosti

6.3. Rasprava

Na temelju dobivenih rezultata pregleda službene dokumentacije, detaljnog opisa lokacije i provedenih analiza, te s obzirom na geološku građu, hidrološke i klimatske prilike, moguće je ustanoviti da prostor obuhvata nema značajnih opasnosti od dugoročnih suša i ekstremnih poplava. Od različitih modela i sustava koji se koriste u svijetu po pitanju zbrinjavanja viška oborinske vode, vodnih tijela i javnih zelenih površina, na temelju EU politika, strategija, zakona i planova, odabran je integralni pristup u kojem se koristi kombinacija sivih i zelenih rješenja. Dio postojeće sive infrastrukture i tradicionalnih rješenja zaštite od poplava se zadržava i koristi kao kontrolni dio kompleksnijeg sustava u prostoru koji osim funkcije zaštite od poplava nudi niz drugih usluga. Pritom, zeleni dio rješenja smanjuje opterećenje i trošak održavanja (nadograđivanja) konvencionalne infrastrukture, umanjuje opasnost od bujičnih poplava i suše, pročišćuje vodu, usporava vodu, nudi stanište flori i fauni, poboljšava mikroklimatske uvijete, poboljšava kvalitetu zraka, osigurava prostore za edukativne i rekreativne sadržaje, estetsku i ekonomsku vrijednost, itd. Povezivanjem plave i zelene infrastrukture, te primjenom NBS-a, voda ne predstavlja opasnost nego veliki potencijal u gradu.

S obzirom da se prostor obuhvata nalazi na području gusto razgranate hidrografske mreže pritoka rijeke Save, Grad Zagreb je zaštićen od 1.000-godišnjih velikih voda Save, odnosno od 20 - 50-godišnjih velikih voda medvedničkih bujica. Iako sustav retencija na obroncima Medvednice nije u cijelosti završen pa je Grad i dalje pod rizikom od poplava, na Savi i potocima zabilježena je tendencija sniženja najnižih godišnjih vodostaja, odnosno sniženja dna korita, prema tome i razine podzemne vode. Vodostaj i protok uvelike ovise o godišnjem dobu, o padalinama i kopnjenju snijega na Medvednici, zato donji tokovi potoka često presušuju u toplijem dijelu godine. Prema simulacijama buduće klime s obzirom na klimatske promjene na području Hrvatske, na temelju globalnih klimatskih modela, predviđa se statistički značajno smanjenje količine oborina do 2070. godine. Zbog toga je potrebno razmotriti alternativna rješenja u sustavima odvodnje viška oborinskih voda. Višak vode treba biti pročišćen, skladišten i korišten za navodnjavanje u budućim periodima suše, a usporavanje vode i ublaživanje opasnih posljedica bujičnih voda može se postići primjenom raznih NBS elemenata.

S obzirom na povijesnu i aktualnu urbanističku praksu Zagreba, kao i veliko širenje broja stanovnika i izgrađenosti od sredine 20. stoljeća; Grad koji se razvio na potoku Medveščaku izgubio je identitet i bogat dio povijesti, koja se može danas još iščitati po toponimima neposrednih ulica. Do sada se u Zagrebu na potoke gledalo kao na prijetnju ili prepreku razvoju, te su isti uređivani (betoniranje korita, nadsvođenje, preusmjeravanje, povezivanje sa sustavom kanalizacije, itd.), dok u zemljama članicama Europske Unije i svijetu postoji dugogodišnja praksa očuvanja, promicanja i vraćanja njihovog društvenog i ekološkog potencijala. Potoci se prema aktualnom GUP-u trebaju voditi otvorenim koritom gdje god je to moguće te se omogućuje njihovo krajobrazno uređivanje. Što znači da je uz potok Črnomerec nužno planirati sadržaje koji će dodatno štititi i promovirati njegov ekološki

potencijal. Nije moguća potpuna obnova potoka Medveščaka, a u slučaju objelodanjanja ili izmještanja potoka, s obzirom na gustu izgrađenost, veliki broj zaštićenih objekata i elemenata te omeđenost površine, nužno je zaštititi lokacije i neposredan okoliš kulturnih dobara.

Urbani dio vodnog tijela, tla i zraka opterećen je različitim vrstama onečišćujućih tvari. Sustav temeljen na prirodi može biti korišten u rješavanju tih problema, ali planiranju sustava treba prethoditi detaljno mjerenje količine onečišćujućih tvari i određivanje kakvoće površinske vode, tla i zraka. Osim toga, nužna je uspostava sustavne inventarizacije flore i faune, kako bi se u planiranju i projektiranju mogao primijeniti i uspostaviti kvalitetan sustav zaštite i održivog korištenja biološke raznolikosti Grada Zagreba.

Antropogenim utjecajem, ponajviše urbanizacijom, neplanskom izgradnjom, onečišćenjem otpadom i otpadnim vodama te pomicanjem i smanjenjem granica zaštićenih područja vrši se pritisak, degradiraju i gube prirodna staništa. Urbane površine, iako definiraju identitet prostora, smanjuju njegovu ekološku kvalitetu jer prekidaju manje urbano-šumske (gradske park šume, veće parkovne površine i dr.) i zelene površine velike ekološke važnosti koji služe za razvoj biljnih i životinjskih zajednica i kao zeleni stepping stones-i i koridori od PP Medvednica do rijeke Save.

Renaturalizacijom dijelova potoka, obnovom vodenih staništa, formiranjem zelenih koridora uz plave koridore, sanacijom potočne vode pročišćavanjem i primjenom fitoremedijacije nudi se mogućnost stvaranja niza novih usluga osim obrane i odvodnje viška oborinskih, odnosno bujičnih voda. Predloženo je višefazno nizanje manjih više uslužnih parkovnih zakrpi sa NBS elementima uz postojeći (Črnomerec), odnosno novoformiran (Medveščak) plavi koridor. Osim toga kako bi se poboljšala kvaliteta prometne infrastrukture na području Grada, potrebno je omogućiti biciklističku i pješačku komunikaciju uz plavu i zelenu infrastrukturu koje bi time ubrzale sigurno kretanje ljudima i životinjama od PP Medvednica do rijeke Save.

7. Zaključak

Detaljnom inventarizacijom i analizom po pitanju mogućnosti zaštite, revitalizacije korita, umrežavanja i razvoja plave i zelene infrastrukture šireg i užeg obuhvata u radu je utvrđena moguća primjena održivih rješenja temeljenih na prirodi (NBS) koja uključuju skladištenje i pročišćavanje vode potoka Medveščaka i potoka Črnomerca.

Na temelju pregleda stručne literature te povijesno-urbanističke prakse zagrebačkih potoka je predloženo korištenje zelenih i sivih rješenja (green+grey solutions) kao najoptimalnijeg rješenja s obzirom na prirodne i antropogene čimbenike, tj. karakterističnost obuhvata. Pritom sivi dio rješenja se odnosio na zadržavanje dijela postojećih konvencionalnih struktura (sive infrastrukture) unutar obuhvata izgrađenih u svrhu zaštite od 50-godišnjih velikih voda te povezivanja sa zelenom i plavom infrastrukturom kako bi se smanjio učinak bujičnih poplava upijanjem i usporavanjem oticanja. Zeleni dio rješenja se odnosio na očuvanje, obnavljanje i stvaranje novih elemenata prirodnih sustava unutar urbane matrice; koji pružaju dodatne prostorne usluge i dobrobit za Grad te svojim djelovanjem smanjuju opterećenje na sivu infrastrukturu i ekonomičnost održavanja. Koridori uz potoke imaju potencijal služiti kao ekološki koridori kroz urbanu matricu između PP Medvednice i Save. Upravo zelene prometnice sa razvijenom pješačkom i biciklističkom komunikacijom predstavljaju najveći potencijal.

Prostor užeg obuhvata podijeljen je na 8 segmenata za koje su predložene različite NBS mjere. Biozoniranjem utvrđeni su specifični primjenjivi modeli i alati za Grad Zagreb. Reevaluiran je problem revitalizacije potoka zbog nedostatka otvorenih površina za širenje i obnovu prirodnih procesa riječnog korita i obala, posebice u slučaju potoka Medveščaka zbog omeđenosti zgradama. Predloženo je više točkastih rješenja u svrhu postizanja neprekinutog plavo zelenog poteza te se premještanje potoka Medveščaka od Mihaljevca do Save ponudilo kao najuspješnije rješenje. Za razliku od potoka Medveščaka, potok Črnomerec ne predstavlja težak prostorno planerski izazov za ostvarivanje ekološkog koridora iz razloga što je još uvijek gotovo cijelim potezom otvoren i obgrljen zelenim površinama s potencijalom za prenamjenu i uspostavu raznih sadržaja. Uz zatvaranje, betoniranje korita i kanaliziranje potoka utvrđen je problem zagađenja vode i okolnog tla za koje je predložena mjera fitoremedijacije. Za dvije manje zone za koje je prepoznat najveći potencijal u vidu razvoja konceptualnog rješenja, na temelju analiza i zoninga opisane su smjernice moguće revitalizacije i transformacije vodotoka, a uz to prikazani tehnički detalji povezivanja sive sa zelenom i plavom infrastrukturom.

Stoga, potoci Medveščak i Črnomerec uz primjenu NBS rješenja veliki su potencijal za postizanje ugodnih klimatskih mikrozona, bioraznolikosti, kvalitete vode, zraka i obližnjih prirodnih ekosustava, resursne učinkovitosti, sigurnosti, javnog zdravlja i dobrobiti, edukacijskih i boravišnih zona, biciklističke i pješačke komunikacije, estetske, vizualne i ekonomske dodane vrijednosti.

8. Popis literature i priloga

8.1. Izvori literature

1. Ahern J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016920461100079X> – Pristup 06.07.2022.
2. Alexander D.E. (1999). Encyclopedia of Environmental Science. Springer. ISBN 0-412- 74050-8
3. Andlar G., Hrdalo I., Udovč T. (2018). Studija i Strategija razvoja zelene infrastrukture grada Siska. https://sisak.hr/wp-content/uploads/2019/02/Studija_Strategija_ZI_Sisak_web.pdf - Pristup 07.07.2022.
4. Andrić I. (2020). Održivo upravljanje oborinskim vodama. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Digital-Learning-Resources/Rainwater-and-greywater-management-HR-1.pdf> - Pristup 01.07.2022.
5. Bognar A. (1999). Geomorfološka regionalizacija Hrvatske. <https://hrcak.srce.hr/84572> - Pristup 17.07.2022.
6. Booth D., Bledsoe B. (2009). Streams and Urbanization. https://www.researchgate.net/publication/226149021_Streams_and_Urbanization - Pristup 20.08.2022.
7. Bralić I., Aničić B., Koščak V., Bužan M., Sošić L., Jurković S., Gašparović S., Kušan V., Dumbović-Bilušić B., Furlan-Zimmermann N., Cimerman R., Veseli Ž. (1999). Studija Krajolik, Sadržajna i metoda podloga Krajobrazne osnove Hrvatske. <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/Publikacije/Krajolik-knjiga-web.pdf> - Pristup 29.06.2022.
8. Bubalo Kovačić M. (2022). Korištenje vodnih snaga preljevi, temeljni ispusti. Interna Skripta Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu
9. Budge T. (2005). Sponge Cities and Small Town: A New Economic Partnership. The changing nature of Australia's country towns . Victorian Universities Regional Research Network Press., Ballarat, Australia, 38-52.
10. Burden D. (2006). Urban Street Trees, 22 Benefits Specific Application. https://www.walkable.org/download/22_benefits.pdf - Pristup 07.07.2022.
11. Buzjak N., Pahernik M., Bočić N., Butorac V., Martinić I. (2021). Georaznolikost i geobaština Grada Zagreba – stanje i potencijali. <https://www.bib.irb.hr/1145797> - Pristup 29.07.2022.
12. Desinić N. (2015). Sažetak Studije izvodljivosti za projekt Greenway, državna glavna biciklistička ruta br.2. https://www.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/Grad_Zagreb_Greenway_brosura.pdf - Pristup 07.09.2022.
13. Direktiva 2000/60/EZ /
14. Direktiva 2006/11/EZ o onečišćenju određenim opasnim tvarima koje se ispuštaju u vodni okoliš Zajednice
15. Direktiva 2006/113/EZ o potrebnoj kakvoći vode za školjkaše
16. Direktiva 2006/118/EZ o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće
17. Direktiva 2006/44/EZ o kakvoći slatkih voda kojima je potrebna zaštita ili poboljšanje kako bi bile pogodne za život riba
18. Direktiva 2006/7/EZ o upravljanju kakvoćom vode za kupanje
19. Direktiva 2007/60/EZ o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima
20. Direktiva 2008/105/EZ o standardima kakvoće okoliša na području politike voda
21. Direktiva 91/676/EEZ o zaštiti voda od onečišćenja koje uzrokuju nitrati poljoprivrednog podrijetla
22. Direktiva Komisije 2014/101/EU o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike
23. Direktiva Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih,
24. Doick K., Hutchings T. (2013). Air temperature reduction by urban trees and green infrastructure. https://www.researchgate.net/publication/259889679_Air_temperature_regulation_by_urban_trees_and_green_infrastructure - Pristupljeno 06.07.2022.
25. Državni hidrometeorološki zavod (2022). https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene – Pristup 23.07.2022.
26. European Environment Agency (2018). Close up — Water in the city. <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2018-content-list/signals-2018-content-list/articles/close-up-2014-water-in> - Pristup 09.08.2022.

27. Europska komisija (2012.). A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/a-blueprint-to-safeguard-europes> - Pristup 20.08.2022.
28. Europska komisija (2019). Preispitivanje napretka u provedbi strategije EU-a za zelenu infrastrukturu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0236&qid=1562053537296> – Pristup 20.08.2022.
29. Europska komisija (2021). Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook For Practitioners. <https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/245664823/KI0420586ENN.en.pdf> - Pristup 21.08.2022.
30. Europski Revizorski Sud. Direktiva o poplavama: napredak u procjeni rizika, a u području planiranja i provedbe potrebna su poboljšanja. Tematsko izvješće br.25 2018. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/hr/> - Pristup 05.08.2022.
31. Everard M., Moggridge H. (2012). Rediscovering the Value of Urban Rivers. Urban Ecosystems. 15. 10.1007/s11252-011-0174-7. https://www.researchgate.net/publication/251089378_Rediscovering_the_Value_of_Urban_Rivers - Pristup 05.07.2022.
32. Faber M. (2022). Medvednički potoci u prostornom planiranju Zagreba. <https://repozitorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf%3A10398/datastream/PDF/view> - Pristupljeno 10.07.2022.
33. Gašparović, S.; Sopina, A.; Zeneral, A. Impacts of Zagreb's Urban Development on Dynamic Changes in Stream Landscapes from Mid-Twentieth Century. Land 2022, 11, 692. <https://doi.org/10.3390/land11050692> - Pristup 01.08.2022.
34. Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje (2022). Zaštita okoliša, Zrak, Savjeti za građane. <https://eko.zagreb.hr/savjeti-za-gradjane/2593> - Pristup 13.09.2022.
35. Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj Grada Zagreba (2017). Strateška studija o utjecaju na okoliš razvojne strategije Grada Zagreba za razdoblje do 2020. godine. https://www.zagreb.hr/userdocsimages/gu%20za%20strategijsko%20planiranje/RSGZ_Netehnicki%20sazetak_final.pdf – Pristup 13.09.2022.
36. Hrvatska platforma za smanjenje rizika od katastrofa (2019). Suša. https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%20C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/Su%C5%A1a_bro%C5%A1ura%20A5%20-%20web.pdf – Pristup 07.08.2022.
37. Kljakić I., Mikulec S. (2013). Kartografsko-povijesne analize regulacije potoka Medveščaka i Quantum GIS, <https://hrcak.srce.hr/106487> - Pristup 15.09.2022.
38. Koščak Miočić-Stošić V., Bilušić Dumbović B., Kušan V. (2015). Studija zaštite karaktera krajobraza Grada Zagreba (Integracija krajobraznih podataka u jedinstvenu studiju). https://www.zagreb.hr/userdocsimages/gu%20za%20strategijsko%20planiranje/Studija_karaktera_krajobraza_Zagreb_2015.pdf - Pristup 04.08.2022.
39. Krvavica N. (2018). Metodologija definiranja mjerodavne oborine za dimenzioniranje infiltracijskih sustava. Građevinar 8/2018, 70(8): 657-669.
40. Martinić I., Vinković K., Płaczowska E. (2019). Geomorfološko i hidrogeografsko istraživanje Malog i Velikog potoka na Medvednici. <https://www.bib.irb.hr/1055625> - Pristup 18.09.2022.
41. Mijat V. (2014). Fitoremedijacija: Bilje spašava čovječanstvo. <https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/fitoremedijacija-bilje-spasava-covjecanstvo/14210/> - Pristup 04.07.2022.
42. Milčić N., Blažević Z.F., Vuković Domanovac M. (2019). Fitoremedijacija – pregled stanja i perspektiva. <https://www.scribd.com/document/505114301/Fitoremedijacija-pregled-stanja-i-perspektiva> - Pristup 20.08.2022.
43. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2021). Izvješće o praćenju kvalitete zraka na teritoriju Republike Hrvatske za 2020. Godinu. https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/011_zrak/Izvjescia/Izvjescia%20e%20o%20pra%20enju%20kvalitete%20zraka%20na%20teritoriju%20Republike%20Hrvatske%20za%202020.%20godinu.pdf – Pristup 13.08.2022.
44. Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine (2021). Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje 2021. do 2030. godine. https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Program_razvoja_zelene_infrastrukture_do_2030.pdf - Pristup 17.07.2022.

45. Mjesna samouprava Grad Zagreb, Gradske četvrti, Črnomerec (2022). Iz povijesti. <https://aktivnosti.zagreb.hr/gradske-cetvrti-19/crnomerec/iz-povijesti-13618/13618> – Pristup 12.09.2022.
46. Morison P., Brown R.. (2011). Understanding the Nature of Public and Local Policy Commitment to Water Sensitive Urban Design. https://www.researchgate.net/publication/241083518_Understanding_the_Nature_of_Public_and_Local_Policy_Commitment_to_Water_Sensitive_Urban_Design – Pristup 27.06.2022.
47. Nature4Cities (2017). Nature Based Solutions Implementation Models. <https://www.nature4cities.eu/nature-based-solutions> - Pristupljeno 18.09.2022.
48. Nešić N. (2011). Fitoremedijacija i biljke pogodne za fitoremedijaciju voda zagađenih teškim metalima. <https://vdocuments.net/fitoremedijacija-i-biljke-pogodne-za-fitoremedijaciju-voda-zagadenih-.html?page=1> – Pristup 04.08.2022.
49. OIKON d.o.o.- Institut za primijenjenu ekologiju (2017). Strateška studija o utjecaju izmjena i dopuna Prostornog plana Grada Zagreba na okoliš. https://www.zagreb.hr/userdocsimages/arhiva/prostorni_planovi/ppgz%20-%20strate%C5%A1ka%20procjena/konacna%20strateska/Strateska%20studija%20o%20utjecaju%20izmjena%20i%20dopuna%20PPGZ%20na%20okolis.pdf – Pristup 13.09.2022
50. Patarčić M. (2022). Klima i klimatske promjene. https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene -Pristupljeno 01.08.2022.
51. Pavlin Ž., Pletikapić Z. (2004). Višenamjensko rješenje uređenja i iskorištavanja Save na području Zagreba. *Građevinar* 57 (2): 77-85. <https://hrcak.srce.hr/file/14364> - Pristup 02.07.2022.
52. Potočki K., Vouk D. (2019). Gradovi spužve – zelena infrastruktura i upravljanje urbanim vodama. https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/dokumenti/9_3MDK_POTOCKI_Gradovi_spuzve.pdf- Pristup 25.06.2022.
53. Potočki K., Vouk D., Kuspilić N. (2019). Smanjenje rizika od poplava u urbanim sredinama pomoću integralnih zelenih rješenja. https://www.researchgate.net/publication/332801084_Smanjenje_rizika_od_poplava_u_urbanim_sredinama_pomocu_integralnih_zelenih_rjesenja_Reduction_of_flood_risk_in_urban_areas_with_integral_green_solutions - Pristup 02.07.2022.
54. Prasad M., Freitas H. (2003). Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. https://www.researchgate.net/publication/27793658_Metal_hyperaccumulation_in_plants_Biodiversity_prospecting_for_phytoremediation_technology - Pristup 06.07.2022.
55. Pravilnik o granicama područja podslivova, malih slivova i sektora NN 97/2010, 31/2013
56. Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda, NN 26/2020
57. Pykea C., Warrena M.P., Johnsa T., LaGro Jr. J., Scharfenberg J., Groth P., Freede R., Schroeder W., Mainf E. (2011). Assessment of low impact development for managing stormwater with changing precipitation due to climate change. https://dpla.wiscweb.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/1021/2017/06/LaGro_LIDpaperfinal.pdf - Pristup 23.06.2022.
58. Qi Y., Chan F., Chan S., Thorne C., O'Donnell E., Quagliolo C., Comino E., Pezzoli A., Li L., Griffiths J., Sang Y., Feng M. (2020). Addressing Challenges of Urban Water Management in Chinese Sponge Cities via Nature-Based Solutions. <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/10/2788> - Pristup 12.07.2022.
59. Qiao X., Liao K., Randrup T. B. (2020). Sustainable stormwater management: A qualitative case study of the Sponge Cities initiative in China. *Sustainable Cities and Society* 53/ 2020., Elsevier. IHE Delft Institute for Water Education, Delft, Nizozemska, br. 101963
60. Radinja M., Atanasova N., Lamovšek A. Z. (2021). The watermanagement aspect of blue-green infrastructure in cities. *Zbornik radova Urbani izziv* 32/ 2021 br. 1.,Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Slovenija, 98-110.
61. Radinja M., Atanasova N., Zavodnik Lamovšek A. (2021). The water-management aspect of blue-green infrastructure in cities. <https://www.urbanizziv.si/Portals/urbanizziv/Clanki/2021/urbani-izziv-en-2021-32-01-03.pdf> - Pristup 11.07.2022.
62. Rajilić M. (2017). Legenda o Črnomercu. <https://www.zagreb.info/aktualno/moj-kvart/legenda-o-crnomercu-pogodite-po-kakvom-je-drzniku-ovaj-kvart-dobio-ime/7615/> - Pristup 12.09.2022.
63. Simić S.B., Simić V.M., (2012). *Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I)*, Beograd: Biološki fakultet; Kragujevac: Prirodno- matematički fakultet (Zemun: Alta Nova), (2012)- 291 pp.
64. Službeni glasnik Grada Zagreba 08/01, 16/02, 11/03, 2/06, 1/09, 8/09, 21/14, 26/15

65. Song C. (2022). Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: Current trends and perspectives. *Nature-Based Solutions* 2/ 2022., Elsevier. IHE Delft Institute for Water Education, Delft, Nizozemska, br.100010
66. Sowińska-Świerkosz B., García J. (2022). What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772411522000015> - Pristup 05.07.2022.
67. Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu, NN 046/2020
68. UN DESA (2018). The 2018 Revision of World Urbanization Prospects produced by the Population Division of the UN Department of Economic and Social Affairs.<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> – Pristup 08.08.2022.
69. Williams G. P., Wolman M. G. (1984). Downstream effects of dams on alluvial rivers. <https://pubs.usgs.gov/pp/1286/report.pdf> - Pristup 05.07.2022.
70. Wuijts S., de Vries M., Zijlema W., Hin J., Elliott L.R., Dirven-van Breemen L., Scoccimarro E., de Roda Husman A.M., Külvik M., Frydas I.S., Grellier J., Sarigiannis D., Taylor T., Gotti A., Nieuwenhuijsen M.J., Hilderink H. (2022). The health potential of urban water: Future scenarios on local risks and opportunities. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275122000786> - Pristup 20.08.2022.
71. Yin D., Chen Y., Jia H., Wang Q., Chen Z., Xu C., Li Q., Wang W., Yang Y., Fu G., Chen A. S.(2021). Sponge city practice in China: A review of construction, assessment, operational and maintenance. *Cleaner Production* 280, dio 2/ 2021., Elsevier. IHE Delft Institute for Water Education, Delft, Nizozemska, br. 124963
72. Zakon o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda, NN 16/2019
73. Zakon o vodama, NN 066/2019
74. Zakon o zaštiti prirode, NN 80/13, 15/18
75. Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara 98/15
76. Zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba (2014). Prostorni plan PP Medvednica. <https://www.zpuzz.hr/sadrzaj/prostorni-planovi/prostorni-planovi-podrucja-posebnih-obiljezja-ppppo/prostorni-plan-parka-prirode-medvednica/> - Pristup 20.06.2022.
77. ZG3D: 3D model Grada Zagreba (2016). <https://zagreb.gdi.net/zg3d/> - Pristupljeno 18.10.2022.
78. ZHAW - Vegetation as a natural water filter, Life Sciences und Facility Management. <https://www.zhaw.ch/de/lsvm/dienstleistung/nachwuchsfoerderung-angebote-fuer-schulen/play-with-water/secrets-of-rivers/vegetation-as-filter/> - Pristup 09.07.2022.
79. Zovko M. i sur. (2020). Zabilježeno stanje potoka Črnomerca na lokaciji Srednjaci. Na zahtjev od Zavoda za melioracije, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
80. Zupancic T., Westmacott C., Bulthuis M. (2015). Impact of Green Space on Heat and Air Pollution. <https://davidsuzuki.org/science-learning-centre-article/impact-green-space-heat-air-pollution-urban-communities/> - Pristup 06.07.2022.

8.2. Slike

1. Slika 2.1. Prikaz pristupa kojim se izbjegava nizvodno poplavljanje
2. Slika 2.2. Presjek riječnog ekosustava
3. Slika 2.3. Međuodnos NBS pristupa
4. Slika 2.4. Zeleni pristup
5. Slika 2.5. Sivi pristup
6. Slika 2.6. Integrirani pristup
7. Slika 4.1. Širi obuhvat
8. Slika 4.2. Uži obuhvat
9. Slika 4.3. Hidrogeološka karta
10. Slika 4.4. Karta urbanog i ruralnog krajobraza
11. Slika 4.5. Pedološka obilježja

12. Slika 4.6. Kartografski prikaz granica vodnih područja i područja podslivova u Hrvatskoj
13. Slika 4.7. Karta lokacija mjernih postaja
14. Slika 4.8. Karta opasnosti od poplava
15. Slika 4.9. Karta područja podzemnih voda i sanitarne zaštite
16. Slika 4.10. Karta površinskog pokrova
17. Slika 4.11. Karta zaštićenih područja
18. Slika 4.12. Povijesna karta Hrvatske 1865. – 1869., Drugi vojni pregled Habsburškog Carstva
19. Slika 4.13. Povijesna karta Hrvatske 1869. - 1887., Treći vojni pregled Habsburškog Carstva
20. Slika 4.14. Karta korištenja i namjene površina
21. Slika 4.15. Karta prometa
22. Slika 4.16. Karta biciklističkih staza i prometa
23. Slika 4.17. Karta naselja i prometa
24. Slika 4.18. Karta zagađenja bukom
25. Slika 4.19. Karta lokacija kulturno-povijesne baštine
26. Slika 4.20. Karta površina gospodarske namjene
27. Slika 4.21. Karta kanalizacijskog sustava i točaka spajanja sa tokovima
28. Slika 5.1. Krajobrazno ekološka analiza po Formanu i Godronu
29. Slika 5.2. Analiza kulturnih dobara
30. Slika 5.3. Dijagramska razrada
31. Slika 5.4. Zone s potencijalima
32. Slika 5.5. Podjela užeg obuhvata na podzone
33. Slika 5.6. Poprečni presjek potoka Črnomerca
34. Slika 5.7. Poprečni presjek potoka Medveščaka
35. Slika 5.8. Konceptualna razrada
36. Slika 5.9. Zona Črnomerec
37. Slika 5.10. Zona Medveščak
38. Slika 5.11. Analiza imovinsko-pravnih odnosa, podzona Črnomerec
39. Slika 5.12. Analiza terena, podzona Črnomerec
40. Slika 5.13. Analiza propusnosti površina, podzona Črnomerec
41. Slika 5.14. Analiza imovinsko-pravnih odnosa, podzona Medveščak
42. Slika 5.15. Analiza terena, podzona Medveščak
43. Slika 5.16. Analiza propusnosti površina, podzona Medveščak
44. Slika 6.1. Konceptualna razrada segmenta potoka Črnomerca
45. Slika 6.2. Konceptualna razrada segmenta potoka Medveščaka

8.3. Tablice

1. Tablica 2.1. Usporedba konvencionalnog („siva“ rješenja) i integralnog („zelena“ rješenja) pristupa upravljanja oborinskim vodama
2. Tablica 2.2. Grupe elemenata i pristup upravljanja oborinskim vodama u održivim sustavima urbane odvodnje
3. Tablica 4.1. Stanje vodnih tijela površinskih voda
4. Tablica 4.2. Zabilježeno stanje potoka Črnomerca na lokaciji Srednjaci za 2020. godinu
5. Tablica 4.3. Zastupljenost stanišnih tipova na području Grada Zagreba
6. Tablica 4.4. Popis zaštićenih područja prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13)
7. Tablica 5.1. Prijedlog NBS elemenata za podzone potoka Medveščaka i Črnomerca
8. Tablica 6.1. Funkcija NBS elemenata u podzoni potoka Črnomerca
9. Tablica 6.2. Funkcija NBS elemenata u podzoni potoka Medveščaka

8.4. Grafovi

1. Graf 4.1. Mjesečna količina oborine (mm) za postaju Zagreb - Maksimir za 2021. godinu
2. Graf 4.2. Maksimalne izmjerene količine oborina (mm) u danu i prosječne maksimalne
3. količine oborina za postaju Zagreb – Maksimir/ Grič za period od 2012. do 2021.
4. Graf 4.3. Maksimalne dnevne izmjerene količine oborina (mm) po mjesecima za postaju Zagreb – Maksimir za period od 1950. do 2020.
5. Graf 4.4. Mjesečna temperatura (°C) za postaju Zagreb - Maksimir za 2021. godinu
6. Graf 4.5. Pregled apsolutnih maksimalnih temperatura (°C) za postaju Zagreb - Maksimir za period od 1950. do 2021. po mjesecima
7. Graf 4.6. Najviše i najniže izmjerene vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Fraterščica 1 - Črnomerec za period od 1955. do 2020.
8. Graf 4.7. Najviše i najniže izmjerene vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Mikulići - Črnomerec za period od 1992. do 2020.
9. Graf 4.8. Najviše i najniže izmjerene vodostaji (cm) u mjesecu na mjernoj stanici Mihaljevac 1 - Medveščak za period od 1992. do 2020.

Životopis

Monika Švagelj rođena je 21. travnja 1995. godine u Zagrebu, gdje 2010. godine završava Osnovnu školu Miroslava Krleža, a 2014. godine završava XVIII. gimnaziju te iste godine upisuje preddiplomski studij Krajobrazna arhitektura na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Izlaže studentski rad „Vrt obiteljske kuće“ u Oris Kući arhitekture na izložbi radova studenata krajobrazne arhitekture u sklopu manifestacije „Travanj – mjesec krajobrazne arhitekture“ 2015. godine. Učlanjuje se u studentsku udrugu „USKA“- Udruga Studenata Krajobrazne Arhitekture 2016. godine. U travnju 2016. volontira na Međunarodnoj vrtnoj izložbi Floraart pod vodstvom Srećka Ćustića, mag.inž.hort. iz Hortikulture Ćustić na postavi „Sjaj u travi“, kojoj je dodijeljena prva nagrada za kreativni izraz u oblikovanju prostora. U srpnju 2016. volontira u PP Učka u sklopu realizacije „Landart staze Stražica – Sapaćica“ pod vodstvom uprave PP Učka i autora Borisa Pecigoša. Nakon toga, u studenom, volontira na Smotri sveučilišta u Zagrebu na kojem predstavlja Studij krajobrazne arhitekture. Stručnu praksu odrađuje u 2018. godini u uredu Vita projekt d.o.o. za projektiranje i savjetovanje u zaštiti okoliša.

Sudjeluje na nekoliko natječaja, a u timu sa kolegama sa studija Pavom Đukanom, Matejom Kuševićem te Marijanom Sironić, dipl.ing.arh. osvaja prvo mjesto 2018. godine na natječaju „Spomenika/umjetničkog obilježja termalnoj vodi i trga u Topuskom“, nakon čega sa kolegama rad izlaže na DA!Festivalu. Preddiplomski studij završava 2019. godine s obranjenim završnim radom „Analiza potencijala toka rijeke Rječine“ pod mentorstvom doc. dr. sc. Gorana Andlara.

Iste godine upisuje diplomski studij Krajobrazne arhitekture na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te počinje voditi predavanja i radionice u Callegari talijanska škola mode i dizajna na temu primjene bilja u dizajnu. U timu sa kolegom Igorom Jutrovićem u 2021. godini volontira za Osnovnu školu Rudeš u izradi idejnog rješenja školskog atrija i predvrt. U siječnju i veljači 2021. godine vodi predavanja i radionice za učenike od 1. do 8. razreda Osnovne škole Hugo Kon u sklopu projekta „Od ideje do crteža“ sufinanciranog od strane EU, u cilju promoviranja struka krajobrazne arhitekture, dizajna interijera i eksterijera te primjene bilja u dizajnu. Pohađa i završava tečajeve „Škola poduzetnosti“ i „START UP i strateško planiranje – osnove pokretanja i praćenja vlastitog poslovanja“ u listopadu 2021. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a u studenom u sklopu SRCE-a tečaj „Osnove rada s alatima za grafički dizajn (Inkscape, GIMP)“. U 2021. godini također pohađa predavanja u sklopu „European University of Post-Industrial Cities, Zeleni Zagreb CityLabs“. U 2022. pohađa i završava „LED2LEAP Programme Landscape Democracy Seminar“ sa temom „Zagreb Light Plan“.

U veljači 2022. u timu sa kolegom Igorom Jutrovićem te Andreom Barac, dipl.ing.arh. osvaja treće mjesto na Natječaju za izradu urbanističko-arhitektonskog rješenja sekundarnog gradskog središta Rujevica u Rijeci, a potom peto mjesto u Projektnom natječaju za izradu likovnog i arhitektonsko – urbanističko – krajobraznog idejnog rješenja i projektne dokumentacije za Spomen obilježje hrvatskim braniteljima Domovinskog rata u Rovinju – Rovigno.