PLAN ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

NACRT

VARAŽDIN, OŽUJAK 2026.



NARUČITELJ	**GRAD VARAŽDIN** OIB: 13269011531, Trg kralja Tomislava 1, 42 000 Varaždin
IZRAĐIVAČI	**GEODESIGN** j.d.o.o., ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I KRAJOBRAZNU ARHITEKTURU OIB: 89088738817, Kušlanova 2/IV, 10 000 Zagreb
NAZIV DOKUMENTA	**PLAN ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE**
RAZINA RAZRADE	NACRT
STRUKOVNA ODREDNICA	KRAJOBRAZNO PLANIRANJE, PROSTORNO PLANIRANJE
VODITELJI IZRADE	**Ivan Tolić**, mag. ing. prosp. arch. **Ana Kruljac**, mag. ing. agr.
AUTORI	**Ana Kruljac**, mag. ing. agr. **Ivan Tolić**, mag. ing. prosp. arch., ovlašteni krajobrazni arhitekt (4554, 3388) mr.sc., **Slobodan Bajagić**, dipl. ing. šum., ovlašteni arhitekt urbanist (33) **Ivana Kralj**, mag. ing. prosp. arch., ovlaštena krajobrazna arhitektica (4511, 3075)
Grad Varaždin	Upravni odjel za gradnju i komunalno gospodarstvo, **Odsjek za urbanizam, promet i zaštitu okoliša**
MJESTO I DATUM	**VARAŽDIN , OŽUJAK 2026.**

SADRŽAJ

1. UVOD 5
1.1. SVRHA I RAZLOG IZRADE DOKUMENTA 5
1.2. METODOLOGIJA I PROCES IZRADE DOKUMENTA 6
1.3. STRATEŠKI I ZAKONODAVNI OKVIR 7
1.4. USKLAĐENOST PLANA SA STRATEGIJOM ZELENE URBANE OBNOVE 9
1.5. SREDNJOROČNA VIZIJA RAZVOJA I RAZVOJNE POTREBE I POTENCIJALI 12
2. PROSTORNO – DEMOGRAFSKA OBILJEŽJA GRADA VARAŽDINA 14
2.1. PROSTORNO – GEOGRAFSKA OBILJEŽJA 14
2.2. PROSTORNO – DEMOGRAFSKA OBILJEŽJA 15
2.3. KLIMATOLOŠKA OBILJEŽJA I KLIMATSKE PROMJENE 17
3. TIPOLOGIJA OTVORENIH PROSTORA 27
3.1. ZELENA INFRASTRUKTURA 27
3.2. PLAVA INFRASTRUKTURA 48
3.3. SIVA INFRASTRUKTURA 50
4. PROJEKTANTSKO – PLANERSKI PARAMETRI RJEŠENJA UTEMELJENIH NA PRIRODI 55
5 . PRIMJENA RJEŠENJA UTEMELJENIH NA PRIRODU 110
6. ISPITIVANJE JAVNOG MNIJENJA 121
7. SWOT ANALIZA 138
8. PROVEDBENI PLAN 140
9. TERMINSKI PLAN PROVEDBE 159
10. IZVORI PODATAKA 172

POPIS OZNAKA I KRATICA:

APPRRR	—	Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju
ARKOD	—	Nacionalna evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta
BIOPORTAL	—	Informacijski sustav zaštite prirode
CLC	—	Pokrov i namjena zemljišta (eng. *Corine Land Cover*)
DAV	—	Društvo arhitekata Varaždin
DGU	—	Državna geodetska uprava Republike Hrvatske
DPU	—	Detaljni plan uređenja
DZS	—	Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
EEA	—	Europska okolišna agencija (eng. *European Environment Agency*)
EU	—	Europska unija
EUSPA	—	Agencija Europske unije za svemirski program
FZOEU	—	Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost
GIS VŽ	—	Geografsko-informacijski sustav Grada Varaždina
GMV	—	Gradski muzej Varaždin
GUP	—	Generalni urbanistički plan grada Varaždina
HC	—	Hrvatske ceste d.o.o.
HŠ	—	Hrvatske šume d.o.o.
HV	—	Hrvatske vode d.o.o.
HZJZ	—	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
HŽ	—	Hrvatske željeznice d.o.o.
ISPU	—	Informacijski sustav prostornog uređenja
JLS	—	Jedinica lokalne samouprave
JMS	—	Jedinica mjesne samouprave
JU VŽ	—	Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Varaždinske županije
KG	—	Kružno gospodarenje
LST	—	Temperaturna obilježja zemljišta (eng. *Land surface temperature*)
MDU	—	Ministarstvo demografije i useljeništva
MINT	—	Ministarstvo turizma i sporta
MKUL	—	Ministarstvo kulture i medija
MMPI	—	Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture
MPGI	—	Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine
MPŠR	—	Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva
MZOM	—	Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih
MZOZT	—	Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije
NPOO	—	Nacionalni plan oporavka i otpornosti za razdoblje od 2021. – 2026. godine
NRS 2030	—	Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine
PARKOVI	—	Parkovi d.o.o.
PPUG	—	Prostorni plan uređenja Grada Varaždina
PROGRAM KG	—	Program razvoja kružnog gospodarenja prostorom i zgradama za razdoblje 2021. – 2030. godine
PROGRAM ZI	—	Program razvoja zelene infrastrukture za razdoblje 2021. – 2030. godine
RH	—	Republika Hrvatska
SZUO	—	Strategija zelene urbane obnove
TZ	—	Turistička zajednica
UPU	—	Urbanistički plan uređenja
USGS	—	Geološka služba Sjedinjenih Američkih Država (eng. *United States Geological Service*)
UTO	—	Urbani toplinski otok
VŽ	—	Grad Varaždin
VŽŽ	—	Varaždinska županija
ZI	—	Zelena infrastruktura

1. UVOD
1.1. SVRHA I RAZLOG IZRADE DOKUMENTA



Fotografija 1. Pogled na urbani krajobraz grada Varaždina.
Izvor podataka: Varaždinski.hr, obrada autora.

Plan zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina (u daljnjem tekstu: Plan) predstavlja analitičku i strateško podlogu za dugoročni razvoj zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina. Izrađuje se s ciljem uspostave održivog, otpornog i klimatski prilagodljivog urbanog prostora kojim se doprinosi unapređenju kvalitete života stanovnika, zaštiti prirodnih resursa te uravnoteženom društvenom, gospodarskom i prostornom razvoju grada. Plan obuhvaća analizu postojećih zelenih i otvorenih prostora te vodnih i s vodom povezanih elemenata kao sastavnica zelene i plave infrastrukture, kao i strateški okvir za unaprjeđenje postojećih i razvoj novih elemenata zelene i plave infrastrukture. Poseban naglasak stavlja se na jačanje ekološke povezanosti prostora, povećanje otpornosti na klimatske promjene, unapređenje ekosustavnih usluga te održivo upravljanje prirodnim i urbanim resursima.

Izrada ovog Plana sastavni je dio projekta koji provodi Grad Varaždin, a financiran je sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Ovaj Plan predstavlja prvi sveobuhvatni dokument kojim se sustavno analizira stanje i usmjerava razvojna politika Grada Varaždina u području zelene i plave infrastrukture. Ujedno služi kao analitička i strateška podloga za izradu budućih razvojnih i planskih dokumenata povezanih s održivim upravljanjem prostorom, klimatskom prilagodbom i zelenom tranzicijom grada.

Plan zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina izravno se nadovezuje na Strategiju zelene urbane obnove Grada Varaždina (SZUO), strateški dokument donesen za razdoblje od 2025. do 2034. godine. Strategija definira temeljni okvir za razvoj zelene infrastrukture, kružno gospodarenje prostorom i zgradama te područja urbane sanacije i preobrazbe, dok ovaj Plan predstavlja njezinu analitičku i provedbenu nadogradnju u dijelu koji se odnosi na sustavno planiranje zelene i plave infrastrukture. Plan dodatno razrađuje analizu postojećih elemenata, njihovo prostorno mapiranje te definira smjernice za unaprjeđenje i razvoj sustava zelene i plave infrastrukture na području grada. Na taj se način osigurava usklađenost s ciljevima i prioritetima utvrđenima Strategijom te stvaraju preduvjeti za koordinirano planiranje, upravljanje i provedbu mjera usmjerenih na povećanje ekološke otpornosti, unapređenje kvalitete urbanog prostora i poticanje održivog razvoja Grada Varaždina.

1.2. METODOLOGIJA I PROCES IZRADE DOKUMENTA

Plan zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina izravno se nadovezuje na Strategiju zelene urbane obnove Grada Varaždina (SZUO), strateški dokument donesen za razdoblje od 2025. do 2034. godine. Strategija definira temeljni okvir za razvoj zelene infrastrukture, kružno gospodarenje prostorom i zgradama te područja urbane sanacije i preobrazbe, dok ovaj Plan predstavlja njezinu analitičku i provedbenu nadogradnju u dijelu koji se odnosi na sustavno planiranje i razvoj sustava zelene i plave infrastrukture.

Plan dodatno razrađuje analizu postojećih elemenata, njihove prostorne karakteristike te definira smjernice za unaprjeđenje i razvoj sustava zelene i plave infrastrukture na području grada. Na taj se način osigurava usklađenost s ciljevima i prioritetima utvrđenima Strategijom te stvaraju preduvjeti za koordinirano planiranje, upravljanje i provedbu mjera usmjerenih na jačanje ekološke otpornosti, unapređenje kvalitete urbanog prostora i poticanje održivog razvoja Grada Varaždina. U analitičkom dijelu izrade Plana prikupljeni su i analizirani podaci nadležnih javnopravnih tijela, dokumenti prostornog uređenja te relevantni strateški i razvojni dokumenti Grada Varaždina, uz pregled i analizu dostupne stručne i znanstvene literature. Time je osigurana cjelovita analitička podloga za sagledavanje postojećeg stanja, razvojnih potreba i prostornih potencijala u području zelene i plave infrastrukture.

U procesu prikupljanja podataka uzeti su u obzir i rezultati ispitivanja javnog mnijenja provedenog tijekom izrade Strategije zelene urbane obnove Grada Varaždina, kada je građanima bio dostupan anonimni upitnik u razdoblju od 16. do 31. siječnja 2025. godine. Također, u sklopu izrade Strategije zelene urbane obnove provedeno je javno savjetovanje sa zainteresiranom javnošću u razdoblju od 20. lipnja do 19. srpnja 2025. godine, čime su prikupljeni dodatni prijedlozi i mišljenja građana i relevantnih dionika. Dodatno, u okviru izrade Plana zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina provedeno je i novo ispitivanje javnog mnijenja s ciljem prikupljanja aktualnih stavova, iskustava i prijedloga građana vezanih uz razvoj zelene i plave infrastrukture. Istraživanje je provedeno u razdoblju **od 22. prosinca 2025. do 15. siječnja 2026. godine** putem anonimne online ankete objavljene na službenim mrežnim stranicama Grada Varaždina. Ovakvim participativnim pristupom nastojalo se uključiti građane u proces planiranja te osigurati da razvoj zelene i plave infrastrukture odgovara stvarnim potrebama lokalne zajednice, uz poseban naglasak na povećanje kvalitete života, prilagodbu klimatskim promjenama i održivo upravljanje urbanim prostorom.

1.3. STRATEŠKI I ZAKONODAVNI OKVIR

Nacionalni strateški i zakonodavni okvir povezan s temom zelene urbane obnove, odnosno razvoja zelene i plave infrastrukture, utemeljen je na više sektorskih dokumenata i propisa Republike Hrvatske. Ključno uporište nalazi se u hijerarhijski najvišem aktu strateškog planiranja Republike Hrvatske – Nacionalnoj razvojnoj strategiji Republike Hrvatske do 2030. godine[1], u koju su integrirani ciljevi postavljeni Europskim zelenim planom. Unutar Nacionalne razvojne strategije razvoj zelene infrastrukture i kružnog gospodarenja prostorom i zgradama prepoznat je u okviru razvojnog smjera 3 "Zelena i digitalna tranzicija", odnosno strateškog cilja 8 "Ekološka i energetska tranzicija za klimatsku neutralnost", i to unutar prioritetnog područja 1 "Zaštita prirodnih resursa i borba protiv klimatskih promjena". Razvoj zelene i plave infrastrukture u okviru navedenog strateškog cilja Nacionalne razvojne strategije pobliže je definirana Programom razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima.

Programom razvoja zelene infrastrukture[2] razrađuju se ciljevi i mjere usmjerene na razvoj zelene infrastrukture u urbanim područjima s ciljem uspostave održivih, sigurnih i otpornih gradova i naselja. Program obuhvaća tri posebna cilja s pripadajućim mjerama i aktivnostima. U okviru Posebnog cilja 1. Kvalitetno planiranje i upravljanje razvojem zelene infrastrukture u urbanim područjima (PC.1.), planirane su mjere usmjerene na uspostavu metodologija evidentiranja i praćenja razvoja zelene infrastrukture na razini jedinica lokalne samouprave, razvoj i izradu digitalnih baza podataka i projekata zelene infrastrukture te izradu strateških dokumenata na lokalnoj i regionalnoj razini. Posebni cilj 2. Unaprijeđena, raširena, povezana i dostupna zelena infrastruktura u urbanim područjima (PC.2.) obuhvaća mjere i aktivnosti povezane s izgradnjom i unaprjeđenjem elemenata zelene infrastrukture te provedbom pilot-projekata usmjerenih na jačanje otpornosti urbanih područja na posljedice klimatskih promjena. Posebni cilj 3. Visoka razina znanja i društvene svijesti o održivom razvoju urbanih područja (PC.3) kroz razvoj zelene infrastrukture usmjeren je na informiranje i podizanje svijesti javnosti o važnosti zelene infrastrukture i njenim pozitivnim gospodarskim, društvenim, okolišnim i kulturnim učincima, kao i na edukaciju stručnjaka i predstavnika jedinica lokalne samouprave radi unaprjeđenja planiranja i upravljanja zelenom infrastrukturom.

Teme povezane sa zelenom i plavom infrastrukturom prisutne su i u drugim sektorskim dokumentima i zakonodavnom okviru, ponajprije u području prostornog uređenja, gradnje, zaštite prirode i prilagodbe klimatskim promjenama. U Strategiji prostornog razvoja Republike Hrvatske[3] naglašena je potreba planskog promišljanja uspostave nove i očuvanja postojeće zelene infrastrukture kao sredstva očuvanja, poboljšanja i obnove prirode te prirodnih procesa u urbanim sredinama. Zelena infrastruktura prepoznata je u okviru prioriteta 4.5. Otpornost na promjene, kako kroz usmjerenje 4.5.1. Prilagodba klimatskim promjenama, tako i kroz usmjerenje 4.5.2. Jačanje prirodnog kapitala planiranjem razvoja zelene infrastrukture. Kružnom gospodarenju prostorom i zgradama pridaje se važnost kroz naglašavanje ponovne uporabe napuštenih prostora, revitalizacije brownfield područja i smanjenja količine građevinskog otpada, dok su urbana sanacija i urbana preobrazba prepoznate u okviru prioriteta 4.1. Održivost prostorne organizacije.

Zakonom o prostornom uređenju[4] pojmovi zelene infrastrukture definirani su člankom 19 i člankom 47. U Zakon o prostornom uređenju člankom 19. zelena infrastruktura određuje se kao prirodni i planirani sustavi zelenih i vodnih površina te druga prostorna rješenja temeljena na prirodi koja se primjenjuju u planiranju prostora, a kojima se pridonosi očuvanju, poboljšanju i obnavljanju prirode, prirodnih funkcija i procesa radi postizanja ekoloških, gospodarskih i društvenih koristi održivoga razvoja. Nadalje, članak 47. naglašava obvezu njezina planiranja u urbanim cjelinama kroz prostorne planove, uz očuvanje postojećih zelenih i upojnih površina te njihovu zaštitu od prenamjene i prekomjerne izgradnje, kao i integraciju s mrežom aktivne mobilnosti. U širem smislu, čl. 73. nadopunjuje ovaj okvir određujući sadržaj prostornih planova, uključujući namjenu površina, infrastrukturne sustave te mjere zaštite okoliša i upravljanja rizicima, čime se osigurava cjelovit i održiv pristup uređenju prostora.

[1] Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine "Narodne Novine" broj 13/21.
[2] Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje od 2021. do 2030. godine "Narodne novine" broj 147/21.
[3] Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske "Narodne Novine" broj 106/17.
[4] Zakon o prostornom uređenju "Narodne novine" broj 155/25.



Zelena infrastruktura snažno je povezana i s područjem zaštite prirode, osobito u kontekstu povećanja bioraznolikosti i smanjenja fragmentacije staništa. Strategijom i akcijskim planom zaštite prirode Republike Hrvatske do 2025. godine[5] zelena infrastruktura prepoznata je kao alat u smanjenju fragmentacije staništa unutar strateškog cilja 2. Smanjiti direktne pritiske na prirodu i poticati održivo korištenje prirodnih dobara, odnosno posebnog cilja 5. Očuvati nefragmentirana cjelovita prirodna područja i obnoviti najugroženija degradirana staništa, kroz aktivnost 2.5.3. koja se odnosi na provedbu mjera očuvanja i obnove zelene infrastrukture.

U Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. god., s pogledom na 2070. godinu[6], zelena infrastruktura identificirana je kao jedna od ključnih strukturnih mjera prilagodbe klimatskim promjenama[7]. Njena izravna uloga istaknuta je u sektorima vodnih resursa, šumarstva, bioraznolikosti i poljoprivrede, kroz niz mjera usmjerenih na povećanje otpornosti prostora i ekosustava. Dodatno, važnost razvoja zelene infrastrukture naglašena je i kroz aktivnosti u sektoru prostornog planiranja, osobito u izradi stručnih podloga za izmjene i dopune prostornih planova te planova mreže zelene infrastrukture koji uključuju analizu usluga ekosustava i višestrukih koristi postojećih i budućih elemenata zelene infrastrukture u funkciji prilagodbe klimatskim promjenama.

[5] Strategija i akcijskim planom zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025. godine "Narodne novine" broj 72/17.
[6] Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u RH za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu "Narodne novine" broj 46/20".
[7] HM-02 Podrška planiranju, izgradnji, rekonstrukciji i dogradnji, sustava za zaštitu od štetnog djelovanja voda i s njima povezanih drugih hidrotehničkih sustava (strukturne mjere) i kontrolirano plavljenih nizinskih prirodnih poplavnih područja kao i ostalih mjera za zaštitu voda uz prioritetnu primjenu pristup davanja prostora rijekama i korištenja prirodnih retencija; HM-06 Jačanje otpornosti urbanih područja na antropogene pritiske uvjetovane klimatskim promjenama; ŠU-05 Provedba koncepta zelene infrastrukture u svrhu jačanja otpornosti na klimatske promjene u urbanim i ruralnim sredinama; B-07 Unaprjeđenje održivog upravljanja i smanjenje antropogenog utjecaja na (do)prirodne ekosustave, staništa i divlje vrste ponajprije mjerama održivog razvoja primjenom rješenja temeljenih na prirodi; P-05 Integriranje rizika od klimatskih promjena pri razvoju sustava navodnjavanja;

1.4. USKLAĐENOST PLANA SA STRATEGIJOM ZELENE URBANE OBNOVE

Tablica 1. Usklađenost nacionalnih razvojnih dokumenata s razvojnim dokumentima jedinice lokalne samouprave.

NACIONALNI PROGRAM (RH) →	STRATEGIJA RAZVOJA (JLS) →	PLAN ZELENE I PLAVE INF. (JLS)
PROGRAM **RAZVOJA ZELENE INF. U URBANIM PODRUČJIMA[8] (2021. – 2030.)**	**STRATEGIJA** **ZELENE URBANE OBNOVE GRADA VARAŽDINA (2025. – 2034.)**	**PLAN** **ZELENO-PLAVE INFRASTRUKTURE GRADA VARAŽDINA (2026. – 2035.)**

Usklađenost Programa razvoja zelene infrastrukture i Strategije zelene urbane obnove (SZUO) očituje se kroz podudarnost njihovih ciljeva i mjera u području planiranja, razvoja, upravljanja te edukacije o zelenoj infrastrukturi. Program razvoja zelene infrastrukture kroz posebni cilj PC.1. – Kvalitetno planiranje i upravljanje razvojem zelene infrastrukture u urbanim područjima obuhvaća mjere poput M.1.1. evidentiranja zelene infrastrukture u urbanim područjima, M.1.2. osiguravanja preduvjeta za razvoj zelene infrastrukture, M.1.3. izrade strateških dokumenata razvoja zelene infrastrukture, M.1.4. razvoja i izrade digitalne baze projekata te M.1.5. unaprjeđenja međunarodne suradnje. Navedene mjere sadržajno su povezane s ciljevima Strategije zelene urbane obnove, osobito sa strateškim ciljem SC.1. – Očuvanje i unaprjeđenje biološke i krajobrazne raznolikosti te strateškim ciljem SC.4. – Planiranje i upravljanje razvojem zelene urbane obnove[9].

Nadalje, posebni cilj PC.2. Programa razvoja zelene infrastrukture – Unaprijeđena, raširena, povezana i lako dostupna zelena infrastruktura u urbanim područjima, koji uključuje mjere M.2.1. provedbe pilot-projekata razvoja zelene infrastrukture te M.2.2. poticanja izgradnje zelene infrastrukture radi jačanja otpornosti urbanih područja na klimatske promjene, usklađen je sa strateškim ciljem SC.2. Strategije zelene urbane obnove – Razvoj i unaprjeđenje zelene i plavo-zelene infrastrukture[10].

Treći posebni cilj Programa razvoja zelene infrastrukture, PC.3. – Visoka razina znanja i društvene svijesti o održivom razvoju urbanih područja kroz razvoj zelene infrastrukture, koji obuhvaća mjere M.3.1. afirmacije i informiranja javnosti o zelenoj infrastrukturi te M.3.2. edukacije o zelenoj infrastrukturi, usklađen je s aktivnostima Strategije u okviru SC.4. – Planiranje i upravljanje razvojem zelene urbane obnove[11].

Sveukupno, analiza pokazuje da su ciljevi i mjere Strategije zelene urbane obnove u visokom stupnju usklađeni s Programom razvoja zelene infrastrukture. Strategija kroz svoje strateške i posebne ciljeve te pripadajuće mjere operacionalizira načela Programa na lokalnoj razini, čime se osigurava sustavan pristup očuvanju prirodnih i krajobraznih vrijednosti, razvoju zelene i plavo-zelene infrastrukture te jačanju institucionalnih kapaciteta i društvene svijesti o važnosti održivog urbanog razvoja.

[8] Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje od 2021. do 2030. godine "Narodne novine" broj 147/21.

[9] U okviru SC.1., Strategija definira posebni cilj PC.1.1. – Očuvanje i unaprjeđenje područja visokih prirodnih i krajobraznih vrijednosti te PC.1.2. – Obnova prirodnih i poluprirodnih staništa. Njihova provedba planirana je kroz mjere M.1.1.1. očuvanje i unaprjeđenje prirodnih i krajobrazno vrijednih područja, M.1.1.2. očuvanje i unaprjeđenje vrijednih staništa, M.1.1.3. implementacija zelene urbane obnove u sektorske politike jedinica lokalne samouprave te M.1.2.1. obnova prirodnih i poluprirodnih staništa. Istodobno, u okviru SC.4. – Planiranje i upravljanje razvojem zelene urbane obnove, definiran je posebni cilj PC.4.1. – Uspostava, implementacija i praćenje razvoja zelene urbane obnove, koji uključuje mjere M.4.1.1. implementacija zelene urbane obnove u sektorske politike jedinica lokalne samouprave i M.4.1.2. uspostava digitalnih alata za praćenje razvoja zelene urbane obnove. Time se osigurava institucionalni i planski okvir za sustavno upravljanje zelenom infrastrukturom.

[10] Unutar tog strateškog cilja Strategija definira više posebnih ciljeva: PC.2.1. – Razvoj i unaprjeđenje javnih zelenih i drugih otvorenih površina, PC.2.2. – Razvoj i unaprjeđenje elemenata plave i zeleno-plave infrastrukture te PC.2.3. – Unaprjeđenje elemenata sive infrastrukture. Provedba ovih ciljeva ostvaruje se kroz niz mjera, među kojima su M.2.1.1. unaprjeđenje i uređenje javnih zelenih i drugih otvorenih površina, M.2.1.2. unaprjeđenje i uređenje sakralno-memorijalnih prostora, M.2.1.3. unaprjeđenje i uređenje sportsko-rekreacijskih zona i sadržaja, M.2.1.4. unaprjeđenje i uređenje zona za turizam te razvoj edukativnih i turističkih sadržaja, M.2.2.1. unaprjeđenje i uređenje zeleno-plavih koridora i površina, M.2.2.2. ispitivanje i implementacija održivih rješenja povezanih s vodom, M.2.3.1. unaprjeđenje prometne infrastrukture i prometa u mirovanju te M.2.3.2. planiranje i unaprjeđenje okoliša gospodarskih, industrijskih i poslovnih zona.

[11] U tom okviru Strategija definira posebni cilj PC.4.2. – Edukacija i podizanje društvene svijesti o zelenoj urbanoj obnovi, koji se provodi kroz mjere M.4.2.1. edukacija predstavnika jedinica lokalne samouprave, M.4.2.2. edukacija i podizanje društvene svijesti te M.4.2.3. suradnja sa znanstvenom i stručnom zajednicom, organizacijama civilnog društva i lokalnom zajednicom.

Kako bi se osigurala provedivost strateških smjernica na lokalnoj razini, utvrđena usklađenost Programa razvoja zelene infrastrukture i Strategije zelene urbane obnove Grada Varaždina predstavlja polazište za daljnju razradu ciljeva i mjera kroz Plan zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina. Plan se nadovezuje na Strategiju i, u skladu s identificiranim prioritetima, operacionalizira ih kroz jasno definirane posebne ciljeve (PC.1–PC.4) i pripadajuće mjere, čime se omogućuje sustavnije planiranje, provedba i praćenje aktivnosti u području očuvanja i razvoja zelene i plave infrastrukture.

Ujedno, Plan dopunjuje postojeće strateške smjernice usmjeravanjem aktivnosti na konkretne elemente zelene i plave infrastrukture te njihov doprinos očuvanju bioraznolikosti, poboljšanju ekološke povezanosti, prilagodbi klimatskim promjenama i jačanju upravljačkih kapaciteta. Pri tome se posebni ciljevi i mjere Plana dodatno usklađuju s ciljevima Uredbe o obnovi prirode[12], osobito u dijelu koji se odnosi na očuvanje zelenih površina, sprječavanje degradacije staništa te jačanje otpornosti urbanih ekosustava. U nastavku se daje opis posebnih ciljeva PC.1–PC.4 i pripadajućih mjera, koji predstavlja temelj za provedbu Plana i njegovu daljnju razradu kroz aktivnosti i projekte.

Posebni cilj **PC.1 – Očuvanje i obnova kopnenih ekosustava** usmjeren je na očuvanje, obnovu i unaprjeđenje biološke, ekološke i krajobrazne raznolikosti na području Grada Varaždina. Provedba cilja temelji se na analizi postojećeg stanja prirodnih i poluprirodnih staništa te planiranju aktivnosti njihove zaštite, obnove i održivog upravljanja u urbanom prostoru. Velik dio aktivnosti već je definiran Strategijom zelene urbane obnove Grada Varaždina, kojom su prepoznate potrebe za unaprjeđenje zelene infrastrukture, očuvanje krajobraznih vrijednosti i jačanje otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene. Ovim Planom razvoja zelene i plave infrastrukture aktivnosti se dodatno razrađuju i usklađuju s ciljevima Uredbe (EU) 2024/1991 o obnovi prirode, kojom se uspostavljaju obvezujući ciljevi obnove degradiranih ekosustava, uključujući urbane ekosustave. Očuvanje i obnova kopnenih ekosustava obuhvaća unaprjeđenje parkovnih površina, drvoreda, travnjaka, šumskih i drugih prirodnih ili poluprirodnih staništa te njihovo povezivanje kroz elemente zelene infrastrukture. Time se poboljšavaju stanišni uvjeti, povećava ekološka povezanost i jača otpornost urbanog prostora. Provedba cilja planira se kroz mjeru M.1.1. Očuvanje i obnova kopnenih ekosustava, usmjerenu na očuvanje postojećih staništa, obnovu degradiranih površina te jačanje funkcionalne mreže zelene infrastrukture na području Grada Varaždina.

Posebni cilj **PC.2 – Unaprjeđenje i razvoj zelene i plave infrastrukture** usmjeren je na razvoj i funkcionalno povezivanje elemenata zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina s ciljem povećanja ekološke stabilnosti prostora, jačanja bioraznolikosti i poboljšanja kvalitete života stanovnika. Razvoj zelene infrastrukture obuhvaća planiranje, uređenje i održivo upravljanje parkovima, drvoredima, travnjacima, urbanim šumama i drugim prirodnim elementima u prostoru. Razvoj plave infrastrukture uključuje očuvanje i upravljanje vodnim elementima poput rijeka, kanala, vodotoka i retencijskih površina, koji imaju važnu ulogu u regulaciji vodnog režima i ublažavanju klimatskih utjecaja. Plan se nadovezuje na smjernice Strategije zelene urbane obnove Grada Varaždina, pri čemu naglasak stavlja na integrirani razvoj zelene i plave infrastrukture te njihovu međusobnu povezanost. Provedba cilja planira se kroz mjere M.2.1. Unaprjeđenje i razvoj zelene infrastrukture, M.2.2. Unaprjeđenje i razvoj plave infrastrukture, koje obuhvaćaju razvoj novih i unaprjeđenje postojećih elemenata infrastrukture te njihovo povezivanje u funkcionalnu mrežu te M.2.3. Unaprjeđenje i razvoj sive infrastrukture.

Posebni cilj **PC.3 – Ublažavanje utjecaja i prilagodba klimatskim promjenama** usmjeren je na jačanje otpornosti prostora i sustava Grada Varaždina na sve izraženije klimatske promjene te smanjenje negativnih posljedica ekstremnih vremenskih i okolišnih pojava. Cilj obuhvaća aktivnosti koje doprinose ublažavanju klimatskih rizika, povećanju sigurnosti stanovništva i infrastrukture te očuvanju prirodnih resursa. Ublažavanje utjecaja klimatskih promjena uključuje provedbu mjera za smanjenje negativnih posljedica ekstremnih klimatskih događaja poput toplinskih valova, suša, obilnih oborina i poplava. Poseban naglasak stavlja se na jačanje kapaciteta sustava za pravovremeno reagiranje, unapređenje sustava praćenja i upozoravanja te primjenu rješenja temeljenih na prirodi. Prilagodba klimatskim promjenama podrazumijeva integraciju klimatskih i ekoloških kriterija u planiranje i provedbu razvojnih aktivnosti, čime se osigurava dugoročna održivost prostora i kvaliteta života stanovnika. U tom kontekstu potiče se klimatsko i ekološko potvrđivanje projekata i zahvata kako bi se smanjio njihov negativan utjecaj na okoliš te povećala njihova otpornost na klimatske promjene.

[12] Uredbe (EU) 2024/1991 Europskog parlamenta i Vijeća od 24. lipnja 2024. o obnovi prirode.

Plan se nadovezuje na relevantne strateške i planske dokumente koji se bave klimatskim promjenama i održivim razvojem, uz naglasak na integrirani pristup ublažavanju i prilagodbi.Provedba cilja planira se kroz mjere M.3.1. Ublažavanje ekstremnih klimatskih događaja i M.3.2. Klimatsko i ekološko potvrđivanje, koje obuhvaćaju razvoj i primjenu konkretnih aktivnosti usmjerenih na smanjenje klimatskih rizika, povećanje otpornosti sustava te osiguravanje održivog i klimatski odgovornog razvoja.

Posebni cilj **PC.4 – Upravljanje razvojem zelene i plave infrastrukture** usmjeren je na uspostavu učinkovitog sustava planiranja, provedbe i praćenja razvoja zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina, s ciljem osiguravanja njihove dugoročne održivosti, funkcionalnosti i integriranosti u urbani prostor. Naglasak je na jačanju institucionalnih kapaciteta, unaprjeđenju upravljačkih mehanizama te uključivanju javnosti u procese planiranja i upravljanja. Upravljanje razvojem zelene i plave infrastrukture obuhvaća uspostavu sustava za koordinirano planiranje, implementaciju i kontinuirano praćenje stanja i razvoja elemenata zelene i plave infrastrukture. To uključuje razvoj metodologija, alata i baza podataka, kao i praćenje učinaka provedenih mjera na okoliš i kvalitetu života stanovnika. Posebna pažnja posvećuje se edukaciji i podizanju društvene svijesti o važnosti zelene i plave infrastrukture, njezinoj ulozi u ublažavanju klimatskih promjena te doprinosu zdravlju i dobrobiti zajednice. U tom smislu potiče se aktivno uključivanje građana, obrazovnih institucija i drugih dionika kroz informativne, edukativne i participativne aktivnosti. Plan se nadovezuje na postojeće strateške i planske dokumente Grada Varaždina, s naglaskom na integrirani i participativni pristup upravljanju razvojem zelene i plave infrastrukture. Provedba cilja planira se kroz mjere M.4.1. Uspostava, implementacija i praćenje razvoja zelene i plave infrastrukture i M.4.2. Edukacija i podizanje društvene svijesti o zelenoj i plavoj infrastrukturi, koje obuhvaćaju razvoj institucionalnih i operativnih kapaciteta, sustavno praćenje pokazatelja te jačanje informiranosti i uključenosti javnosti.

1.5. SREDNJOROČNA VIZIJA, RAZVOJNE POTREBE I POTENCIJALI



Fotografija 2. Ulica Ljudevita Gaja.
Izvor podataka: Terenska istraživanja, obrada autora.

Radi osiguravanja usklađenosti Plana zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina s postojećim strateškim dokumentima na lokalnoj razini, u nastavku se prikazuje vizija preuzeta iz Strategije zelene urbane obnove Grada Varaždina (SZUO). Navedena vizija predstavlja temeljno razvojno usmjerenje grada u području očuvanja okoliša, razvoja zelene infrastrukture i održivog upravljanja prostorom, te kao takva predstavlja polazište i za definiranje ciljeva ovoga Plana.

VARAŽDIN, GRAD 21. STOLJEĆA
"ZELENA PRIJESTOLNICA SJEVERNE HRVATSKE"

Grad Varaždin je zeleno-plavi ekološki osviješten grad s valoriziranom prirodnom, kulturnom i povijesnom baštinom, čije vrijednosti su protkane u održivi gospodarski razvoj i razvoj javnih i društvenih sadržaja na dobrobit i kvalitetu života svojih stanovnika.

Vizija proizlazi iz temeljnih prirodnih, prostornih i kulturno – povijesnih resursa Grada Varaždina te budućih razvojnih potreba sadržanima u strateškim dokumentima. Valorizirane i očuvane prirodne i krajobrazne vrijednosti temelj su dostupne i razvijene mreže zelene infrastrukture koje osiguravaju povoljne ekološke uvjete za razvoj i očuvanje flore i faune i uvjete za razvoj ugodnog životnog prostora za sve stanovnike. Valorizirana i očuvana kulturno-povijesna baština, u spoju s prirodnim i krajobraznim vrijednostima, predstavlja temelj razvoja javnih, društvenih, kulturnih, sportskih i gospodarskih sadržaja koje poboljšavaju kvalitetu života svih stanovnika i stvaraju prepoznatljiv identitet Grada Varaždina. Vizija razvoja Grada Varaždina kao "zelene prijestolnice sjeverne Hrvatske" usmjerena je na očuvanje i unaprjeđenje prirodnih i krajobraznih vrijednosti te na razvoj funkcionalne mreže zelene i plave infrastrukture koja doprinosi kvaliteti života stanovnika i otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene. Kako bi se navedena vizija mogla sustavno provoditi, potrebno je prepoznati ključne razvojne potrebe koje upućuju na područja u kojima je potrebno djelovati, kao i razvojne potencijale koji predstavljaju postojeće prostorne, prirodne i infrastrukturne resurse na kojima se daljnji razvoj zelene i plave infrastrukture može temeljiti.

RAZVOJNE POTREBE

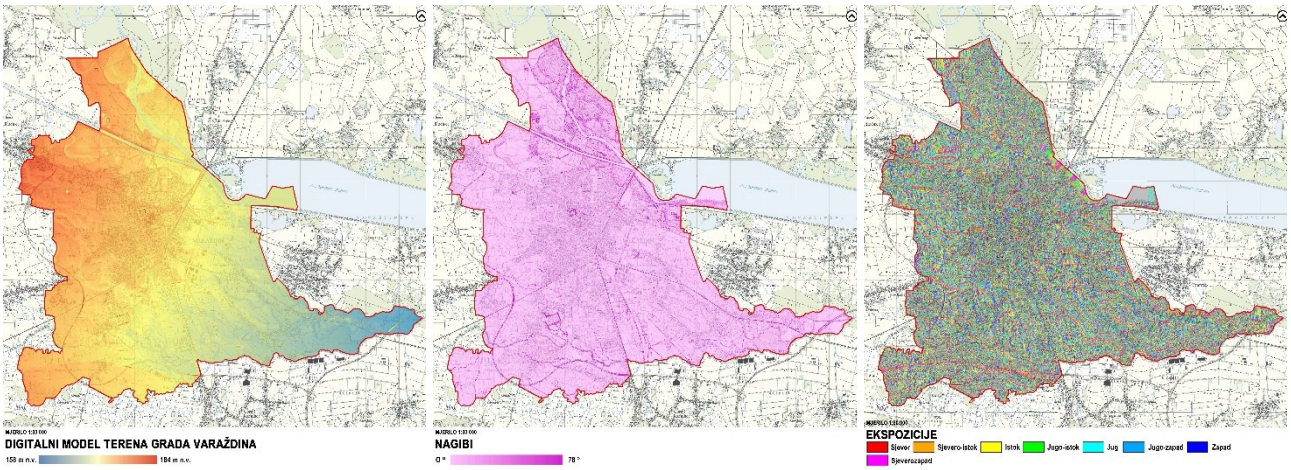
1. Očuvanje i unaprjeđenje biološke i krajobrazne raznolikosti kao temelj za razvoj i jačanje mreže zelene infrastrukture;
2. Uređenje, obnova i uspostava novih javnih zelenih površina (parkovi, drvoredi, travnjaci, urbane šume) te njihovo opremanje sadržajima koji povećavaju kvalitetu boravka u prostoru;
3. Povećanje dostupnosti i međusobne povezanosti zelenih površina kroz razvoj pješačkih i biciklističkih koridora te njihovo povezivanje u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture;
4. Unaprjeđenje i razvoj prostora namijenjenih djeci i mladima kroz uređenje zelenih površina, igrališta i rekreacijskih prostora u sklopu javnih površina i odgojno-obrazovnih ustanova;
5. Planiranje i uspostava elemenata zelene infrastrukture na površinama sive infrastrukture, osobito na parkiralištima, prometnim koridorima te unutar gospodarskih i poslovnih zona;
6. Razvoj i integracija elemenata plave infrastrukture (rijeke, kanali, vodotoci, retencijske i infiltracijske površine) u urbani prostor radi poboljšanja upravljanja oborinskim vodama i očuvanja vodnih ekosustava.
7. Ublažavanje utjecaja klimatskih promjena kroz povećanje udjela zelenih i plavih površina, smanjenje učinka urbanih toplinskih otoka te primjenu prirodnih rješenja u urbanom prostoru;
8. Unaprjeđenje upravljanja oborinskim vodama kroz primjenu rješenja temeljenih na prirodi (npr. kišni vrtovi, zelene depresije, infiltracijske površine);
9. Obnova i uređenje zapuštenih, degradiranih ili nedovoljno iskorištenih prostora te njihova prenamjena u zelene površine ili druge elemente zelene i plave infrastrukture;
10. Jačanje ekološke povezanosti između postojećih zelenih i plavih površina radi stvaranja kontinuirane mreže zelene infrastrukture;
11. Integracija razvoja zelene i plave infrastrukture u strateške i prostorno-planske dokumente Grada.
12. Uspostava i redovito ažuriranje digitalnih alata za praćenje razvoja i upravljanja zelenom i plavom infrastrukturom;
13. Provođenje edukativnih i informativnih aktivnosti usmjerenih na jačanje svijesti građana o važnosti zelene i plave infrastrukture;
14. Uključivanje lokalne zajednice, organizacija civilnog društva i drugih dionika u planiranje i provedbu projekata zelene i plave infrastrukture;

RAZVOJNI POTENCIJALI

1. Ozelenjavanje površina sive infrastrukture, osobito velikih površina poput parkirališta, prometnih koridora te gospodarskih i poslovnih zona, predstavlja značajan potencijal za smanjenje učinka urbanih toplinskih otoka i drugih negativnih utjecaja poput buke, prašine i onečišćenja zraka;
2. Postojeći vodni elementi u prostoru (rijeke, kanali i vodotoci) predstavljaju potencijal za razvoj plave infrastrukture te integraciju prirodnih rješenja u sustav upravljanja vodama;
3. Neiskorištene ili nedovoljno uređene javne površine predstavljaju potencijal za razvoj novih parkova, urbanih vrtova i rekreacijskih zona;
4. Degradirani ili zapušteni prostori u urbanom području predstavljaju potencijal za revitalizaciju kroz razvoj zelene infrastrukture i povećanje ekološke funkcionalnosti prostora;
5. Postojeći zeleni koridori i prirodni elementi u prostoru predstavljaju osnovu za daljnje povezivanje zelenih i plavih površina u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture;
6. Razvoj zelenih krovova i zelenih zidova na javnim i poslovnim zgradama predstavlja dodatni potencijal za povećanje udjela vegetacijskih površina u urbanom prostoru;
7. Uređenje obalnih i vodnih prostora može doprinijeti razvoju rekreacijskih, edukativnih i krajobraznih funkcija plave infrastrukture;
8. Uključivanje građana, organizacija civilnog društva i lokalnih institucija u projekte uređenja zelenih površina predstavlja potencijal za jačanje društvene svijesti i dugoročno održivo upravljanje zelenom infrastrukturom;

2. PROSTORNO – DEMOGRAFSKA OBILJEŽJA GRADA VARAŽDINA

2.1. PROSTORNO – GEOGRAFSKA OBILJEŽJA

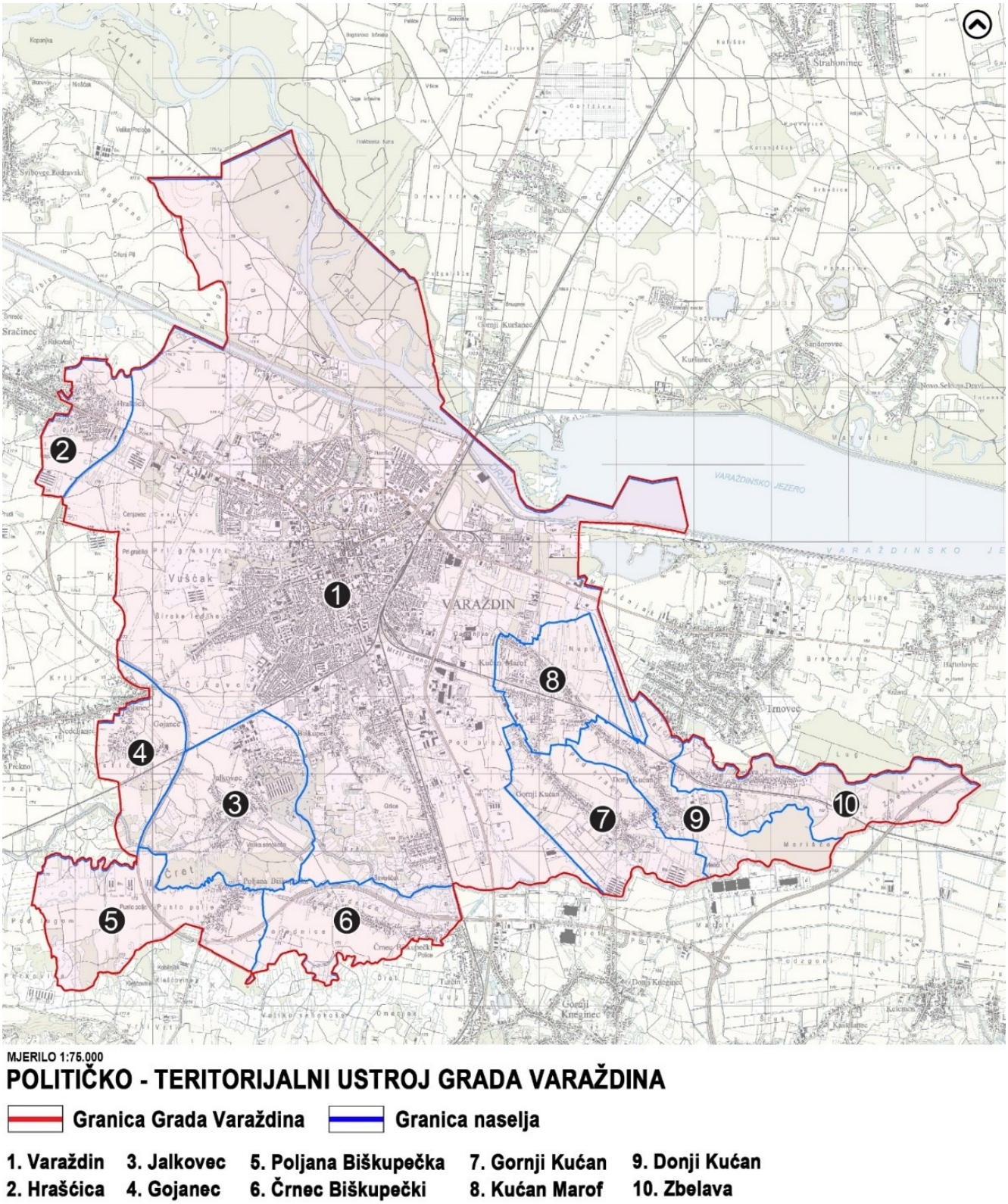


Grafički prikaz 1. Digitalni model terena, nagibi i ekspozicije Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, SZUO,obrada autora.

Prema geomorfološkoj regionalizaciji Republike Hrvatske (Bognar, 2001.), područje Varaždina pripada makrogeomorfološkoj regiji Panonskog bazena, odnosno mezogeomorfološkoj regiji nizine Drave i Mure s Međimurskim pobrđem odnosno geomorfološke regije Nizina rijeke Drave i rijeke Mure. Varaždinski kraj oblikovan je u tri jasne morfološke jedinice: aluvijalnu nizinu rijeke Drave s riječnim polojem, povišene dravske terase te osojno tercijarno prigorje Varaždinsko – topličkog i Maceljskog gorja. Aluvijalna nizina pripada akumulacijsko-tektonskom tipu reljefa. Sastoji se od naplavne ravni (poloj) i terasne nizine koja se pruža u smjeru jugozapad – sjeveroistok. Poloj je položen neposredno uz korito rijeke, a formiran je akumulacijsko – erozijskim djelovanjem Drave i njezinih pritoka. Sastoji se od holocensko – proluvijalnih naslaga šljunka i pijeska koje predstavljaju važnu mineralnu sirovinu (Bognar, 1980). Nadalje, šljunkovito – pjeskovite naslage Drave imaju i stratešku važnost kao izdašni spremnik pitke vode. Za poloj u srednjem toku Drave bila je karakteristična pojava ada, rukavaca i mrtvaja, koji su hidroregulacijama tijekom dvadesetog stoljeća[13] uglavnom nestali iz prirodnog pejzaža varaždinske Podravine. Budući da je prije regulacije Drave poloj bio izrazito poplavan, to je predstavljalo ograničavajući čimbenik razvoja naselja i poljoprivredne proizvodnje, zbog čega se i sam grad Varaždin nije razvio na samoj obali Drave. Većina naselja stoga je formirana na ocjeditijim reljefnim položajima – povišenoj dravskoj terasi. Poviše dravske terase protežu se između riječnog poloja i okolnog gorja. Nastale su taloženjem erodiranog materijala same rijeke tijekom pleistocena i holocena, kada su formirane tri terase. Visinske razlike između poloja i terasa kreću se između tri i deset metara. Na varaždinskom području prisutna je prva, najniža terasa čija visina opada u smjeru otjecanja Drave. Zbog specifičnosti osobina dravske doline koja se u području Varaždina naglo širi na jug sve do podnožja okolnog Varaždinsko – topličkog gorja, ona ovdje čini specifičnu tektonsku strukturnu jedinicu – varaždinsku depresiju (Varaždinsko polje). Izdignutost i ocjeditost terasne nizine čini ovaj dio dravske doline najpogodnijom zonom naseljenosti i agrarnog iskorištavanja. Područje Varaždina, smješteno u Varaždinskoj depresiji, karakterizira uglavnom ravan teren s preko 65% površine u nagibu od 0° do 2°, što ga čini pogodnim za naseljenost i agrarnu proizvodnju

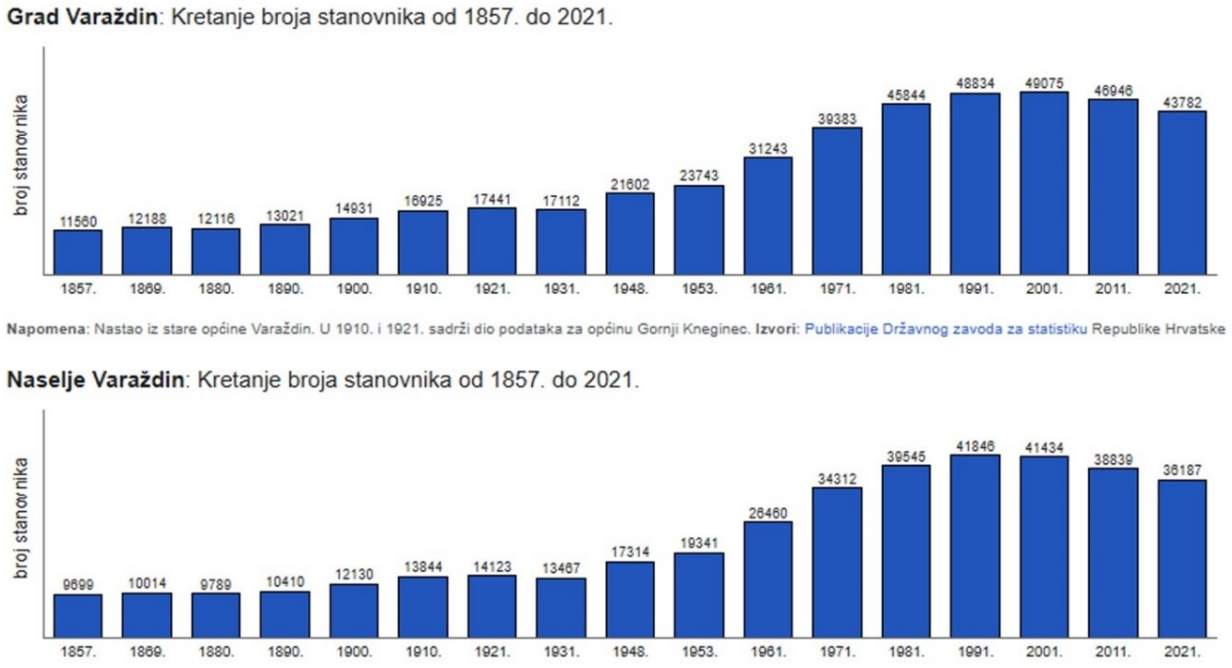
[13] HE Varaždin izgrađena je 1975. a HE Čakovec 1982. godine.

2.2. PROSTORNO – DEMOGRAFSKA OBILJEŽJA



Grafički prikaz 2. Političko – teritorijalni ustroj.
Izvor podataka: DGU, SZUO, obrada autora.

Varaždin je, uz Zagreb, ključni centar sjeverne Hrvatske i funkcionalno središte Varaždinske regije (Varaždinska i Međimurska županija). Zahvaljujući smještaju na kontaktu panonskog i alpskog prostora, grad ima ulogu "sjevernih vrata Hrvatske", povezujući regije poput Štajerske i Podravine s Jadranom.



Grafički prikaz 3. Povijesni pregled broja stanovnika Grada Varaždina i naselja Varaždin.
Izvor podataka: DZS, SZUO, Wikipedia, obrada autora.

Varaždin je deseti grad po broju stanovnika u Hrvatskoj (prema popisu iz 2021.) i sjedište Varaždinske županije. Prostire se na površini od 59,89 km², što čini 4,7 % površine županije. Administrativno obuhvaća 10 naselja[14] te graniči s osam općina[15], čime potvrđuje svoju funkciju snažnog mikroregionalnog središta. Prema Popisu stanovništva 2021. godine, Grad Varaždin broji 43.782 stanovnika, što predstavlja pad od 6,74 % u odnosu na prethodni Popis stanovništva 2011. godine. Trend smanjenja broja stanovnika odražava šire demografske procese u Hrvatskoj, uključujući migracije i prirodni pad stanovništva. Sukladno tome, pala je i gustoća naseljenosti za 6,74 % (s 784 st/km² u 2011. na 731 st/km² u 2021. godini), iako je ona i dalje znatno viša od županijskog prosjeka (126 st/km²).

U pogledu dobne strukture, u razdoblju od 2011. do 2021. godine zabilježene su značajne promjene u dobnim skupinama koje zorno ukazuju na starenje stanovništva. U skupini mladog stanovništva (0 - 14 godina) zabilježen je pad od 12,08 %, dok u skupini radno sposobnog stanovništva (14 – 64 godine) pad iznosi 11,88 %. Jedina skupina stanovništva koja bilježi rast je starije stanovništvo (> 65 godina) čija populacija se povećala za 15,22 %. U odnosu na županijske podatke, vidljive su znatne promjene u demografskoj strukturi Grada Varaždina. U 2011. godini tek je svaka deseta osoba starija od 65 godina u cijeloj Varaždinskoj županiji živjela u samom gradu Varaždinu (9,55 %). Deset godina kasnije, prema Popisu 2021. taj broj se znatno povećao te svaka treća starija osoba u Varaždinskoj županiji živi u Varaždinu (33,11 %). Razlozi povećanja broja starijeg stanovništva u Gradu Varaždinu su višeslojni koji su, uz prirodno starenje, rezultat i drugih specifičnih društvenih procesa.

U Gradu Varaždinu živi 6955 osoba s invaliditetom što iznosi 25,75 % stanovništva Varaždinske županije. Gotovo polovica (49,36 %) osoba s invaliditetom pripada dobnoj skupini > 65 godina, dok udio mladog stanovništva (0-14 %) iznosi 11,27 %.

[14] Črnec Biškupečki, Donji Kućan, Gojanec, Gornji Kućan, Hrašćina, Jalkovec, Kućan Marof, Poljana Biškupečka, Varaždin i Zbelava.
[15] Sračinec, Vidovec, Beretinec, Sveti Ilija, Gornji Kneginec, Jalžabet, Trnovec Bartolovečki, Nedelišće.

2.3. KLIMATOLOŠKA OBILJEŽJA I KLIMATSKE PROMJENE

Varaždinski kraj pripada zoni umjereno kontinentalne klime. Prema Köppenovoj klasifikaciji, Varaždin ima umjereno toplu kišnu klimu (tip Cfwbx) koju odlikuje izostanak izrazito suhih razdoblja te dva godišnja maksimuma oborina koji se javljaju u rano ljeto i kasnu jesen. U odnosu na ostatak središnje Hrvatske, varaždinsku klima ima manje specifičnosti koje nastaju pod utjecajem predalpskih i panonskih elemenata zbog čega je ona oštrija od zagorske, a nešto blaža od mikroklima donje Podravine i Međimurja.

Meteorološki podaci s postaje Varaždin za razdoblje 1949. – 2023. ukazuju na stabilan, ali vlažan klimatski hod. Srednja godišnja temperatura iznosi 9,9 °C. Najhladniji mjesec je siječanj (–1,3 °C), a najtopliji kolovoz (19,8 °C). Karakteristični su nagli temperaturni prijelazi u proljeće i jesen. Prosječna godišnja količina oborina iznosi 879,2 mm. Glavni maksimum javlja se ljeti (lipanj–kolovoz, preko 90 mm mjesečno), dok je sekundarni u listopadu. Siječanj je najsuši mjesec (44,8 mm) zbog utjecaja hladnih i suhih kontinentalnih masa. Prevladavaju umjerena strujanja sa zapada i jugozapada (proljeće/jesen), dok se zimi izmjenjuju sjeverni i južni vjetrovi. U pogledu trendova klimatskih promjena, a u skladu s globalnim porastom temperatura (gdje je 2023. zabilježena kao najtoplija godina u povijesti mjerenja), lokalni podaci za Varaždin u razdoblju 1990. – 2024. pokazuju zabrinjavajuće trendove zatopljenja[16] te varijabilnost oborina[17].

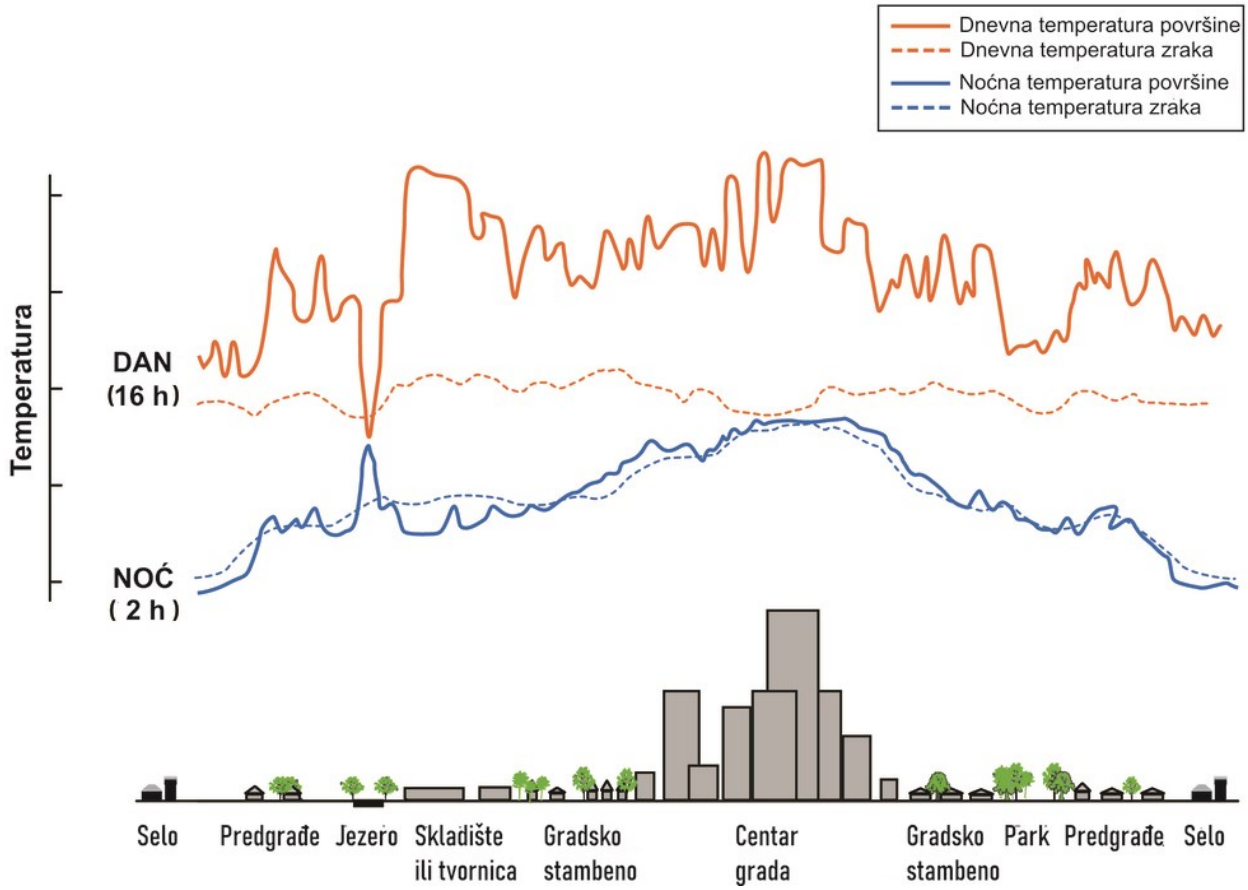
Klimatske promjene predstavljaju rastuću prijetnju u 21. stoljeću i predstavljaju izazov za cijelo čovječanstvo jer utječu na sve aspekte okoliša i gospodarstva te ugrožavaju održivi razvoj društva. Klimatske promjene utječu na učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih nepogoda i na postepene klimatske promjene. Postoji znanstveni konsenzus da se klimatske promjene u značajnoj mjeri već događaju, a koji je potvrđen usvajanjem niza međunarodnih rezolucija i sporazuma. Sukladno *Pariškom sporazumu*, cilj je poduzeti žurne mjere u smanjenju emisija stakleničkih plinova da bi se porast temperature ograničio na 1,5 °C odnosno 2 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje te poduzeti mjere prilagodbe klimatskim primjenama, da bi se smanjile štete klimatskih promjena. Prema *izvješću IPCC-a*, prag od 1,5 °C mogao bi biti dosegnut već između 2030. i 2052. godine.

Republika Hrvatska, zbog svog smještaja u Sredozemnoj regiji, ocjenjuje se kao visoko ranjiva, s posebnim naglaskom na ugroženost poljoprivrede, šumarstva, energetike i turizma. Prvi nacionalni strateški dokument koji daje procjenu promjene klime za Hrvatsku do kraja 2040. i 2070. godine, moguće utjecaje i procjene ranjivosti je *Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu*. Njome je postavljena vizija Hrvatske otporne na klimatske promjene kroz tri ključna cilja: smanjenje ranjivosti prirodnih sustava i društva, povećanje sposobnosti oporavka nakon štetnih utjecaja te iskorištavanje eventualnih pozitivnih učinaka klimatskih promjena. U okviru *Strategije* izrađena je projekcija buduće klime za koju je korišten regionalni klimatski model RegCM kojim su analizirana dva razdoblja, od 2011. do 2040. te od 2041. do 2070. godine, u odnosu na referentno povijesno razdoblje. Analiza se temelji na dva IPCC scenarija koncentracije stakleničkih plinova, pri čemu scenarij RCP4.5 predstavlja umjerenu razinu s planiranim smanjenjem emisija nakon 2040. godine, dok scenarij RCP8.5 predviđa njihov kontinuirani rast koji bi do kraja stoljeća mogao biti tri puta veći od današnjeg. Rezultati ovog modeliranja služe kao znanstvena podloga za prikaz promjena najvažnijih klimatskih varijabli sažeto prikazanim u nastavku.

TEMPERATURNI TRENDOVI I EKSTREMI

Povijesni podaci (1961. – 2010.) potvrđuju statistički značajno zatopljenje na cijelom području Hrvatske koje je izraženije u kontinentalnom dijelu. Prema projekcijama do 2070. godine očekuje se kontinuiran porast srednjih godišnjih temperatura. Prema umjerenom scenariju (RCP4.5), porast iznosi do 2,2 °C, dok ekstremni scenarij (RCP8.5) predviđa ljetni porast do 2,9 °C (na otocima i do 3,0 °C). Također, projekcije upućuju na porast ekstrema. Broj vrućih dana (T_{max} > 30 °C) porast će za više od 12 dana, što u gorskim predjelima predstavlja udvostručenje u odnosu na referentno razdoblje. Istovremeno, broj ledenih dana (T_{min} < -10 °C) drastično opada.

[16] 31 od posljednjih 35 godina ocijenjeno je kao toplo, vrlo toplo ili ekstremno toplo. Samo jedna godina u tom razdoblju ocijenjena je kao hladna.
[17] Iako većina godina ne pokazuje drastična odstupanja u količini oborina (19/35), raste učestalost ekstremnih pojava. Zabilježene su godine ocijenjene kao ekstremno sušne (2/35) i ekstremno kišne (1/35).



OBORINSKI REŽIM, VLAŽNOST I SUŠA

Prema projekcijama do 2070. godine ukupne godišnje količine oborina neće drastično opadati (pad do 5 %), no ključna je promjena u njihovom sezonskom rasporedu. Zimi i u proljeće očekuje se porast oborina (do 10 %), dok ljeti nastupa značajan pad (do 10 %), osobito u Dalmaciji i Lici. Predviđa se povećanje broja sušnih razdoblja u svim sezonama, koje će biti najizraženije u vegetacijskom periodu (proljeće/ljeto). Zbog porasta evapotranspiracije i manjeg broja kišnih nizova, vlažnost tla će se smanjiti u cijeloj Hrvatskoj, što izravno ugrožava poljoprivredu.

VJETAR, SUNČEVO ZRAČENJE I SNJEŽNI POKROV

Prema projekcijama do 2070. godine srednja brzina vjetra značajno će rasti na Jadranu tijekom ljeta i jeseni (do 25 %), dok se maksimalne brzine vjetra zimi blago smanjuju. Očekuje se porast ulazne energije ljeti i u jesen (do 12 W/m^2 u gorskoj Hrvatskoj), uz istovremeni porast vlažnosti zraka na Jadranu. Najdrastičnije promjene vidljive su u snježnom pokrovu. Do 2040. godine projiciran je pad od gotovo 50 % ekvivalentne vode u snijegu u Gorskom kotaru, uz daljnju degradaciju do 2070.

URBANI TOPLINSKI OTOCI GRADA VARAŽDINA

Gradovi modificiraju lokalnu klimu područja u kojem se nalaze, što najviše do izražaja dolazi kroz fenomen koji se naziva urbani toplinski otok (eng. *urban heat island*), a očituje se u višoj temperaturi zraka u gradu u odnosu na njegovu ruralnu okolinu. Osnovni uzrok te pojave su umjetni materijali (npr. asfalt, beton i dr.) od kojih su izgrađeni gradovi te oni danju apsorbiraju više Sunčeve kratkovalne radijacije nego prirodna podloga u ruralnoj okolici grada. Ta akumulirana toplina zagrijava grad, što najviše do izražaja dolazi noći i zimi, kada je ohlađivanje dugovalnom radijacijom najjače. Toplinski otok ima izravan učinak na život ljudi u gradovima te utječe na kvalitetu života njihovih stanovnika koje se očituju kroz negativne posljedice primjerice visoke dnevne i noćne temperature zraka, onečišćenje zraka, povećanu potrošnju energije i druge.

Kako bi se ublažio zagrijavajući utjecaj gradskih površina, danas se najčešće kao mjera urbanističkog uređenja koristi uvođenje zelene infrastrukture u gradove poput sadnje stabla i ozelenjavanje površina te uređenjem zelenih krovova i zidova. Naime, podloge s prirodnim pokrovom imaju ohlađujući učinak u odnosu na umjetne podloge u izgrađenim dijelovima grada. Prirodna podloga na kojoj se nalazi trava, grmlje, drveće ili druga vegetacija apsorbira manju količinu Sunčeve radijacije od podloge koja je izgrađena od umjetnih materijala te je danju hladnija, a preko noći se brže ohladi.

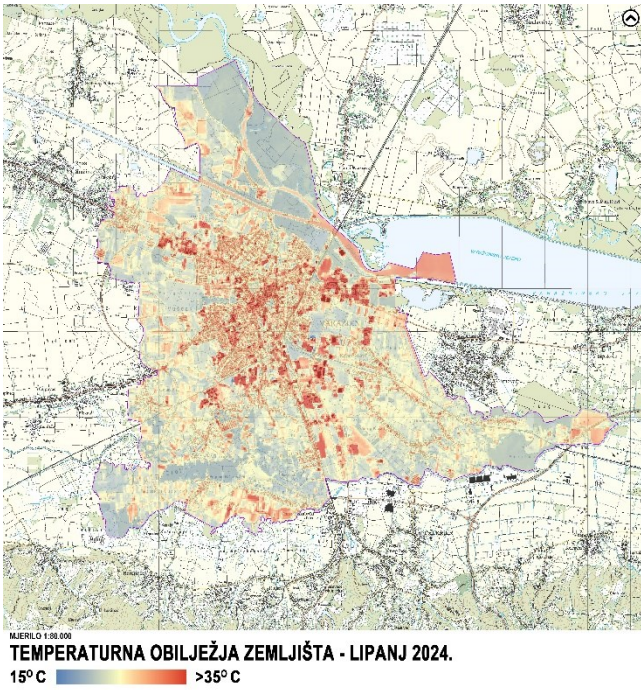
U analizi urbanih toplinskih otoka Grada Varaždina korištene su satelitske snimke LANDSAT-8 (U.S. Geological Survey) u najtoplijem dijelu godine (lipanj, srpanj, kolovoz, rujan) u razdoblju od 2021. do 2024. godine. Različita obojenja na snimkama prikazuju jače ili slabije zagrijavanje podloge te je na temelju obojenja moguće detektirati područja podložna jačem zagrijavanju odnosno stvaranju toplinskih otoka. Više temperature zemljišta u najtoplijem dijelu godine javljaju se u izgrađenim, urbanim dijelovima grada Varaždina i izdvojenim građevinskim područjima – gospodarskim zonama, dok su prirodna, odnosno šumska područja značajno hladnija i bez pojave toplinskih otoka. Prisustvo šuma i drugih površina pokrivenih vegetacijom (parkovi, druge javne površine, poljoprivredne površine) smanjuju temperaturu zemljišta i sprječavaju pojavu toplinskih otoka. Kao najznačajnija „hladna“ površina se ističe Dravska šuma (park-šuma) te šumske površine uz rijeku Dravu. Ohlađujući učinak imaju i druge šumske površine poput onih većih na području Jalkovca ili Donjeg Kućana, ili manjih šumskih područja (enklava) koji se pojavljuju unutar izgrađenih dijelova Varaždina (južno od Groblja Varaždin, istočno od Gradskih bazena i Tehnološkog parka Varaždin, u neizgrađenom istočnom dijelu grada prema Kućan Marofu te kod jezera Motičnjak).

Veće zagrijavanje površina vidljivo je u svim izgrađenim dijelovima naselja. No najviše zagrijavanje zemljišta vidljivo je u rubnim dijelovima grada Varaždina u kojima su smješteni pretežito objekti gospodarske namjene. To su područja sjeverno od Podravske ulice, uz državnu cestu D2 između Gospodarske i Kućanmarofske ulice, uz Kućansku ulicu, područje tvornice Varteks, zapadno od Biškupečke ulice, zapadno od Varaždinske ulice, sjeverno i južno od Optujske ulice te južno od Ulice Dragutina Rakovca. Izuzev gospodarskih ili pretežito gospodarskih zona, unutar gradske strukture javljaju se toplinski urbani otoci na području povijesne jezgre grada Varaždina, većih područja javne ili društvene namjene kao što je primjerice područje oko Opće bolnice Varaždin ili pak u zonama novije višestambene izgradnje (Zadarska/Šibenska/ Splitska ulica).

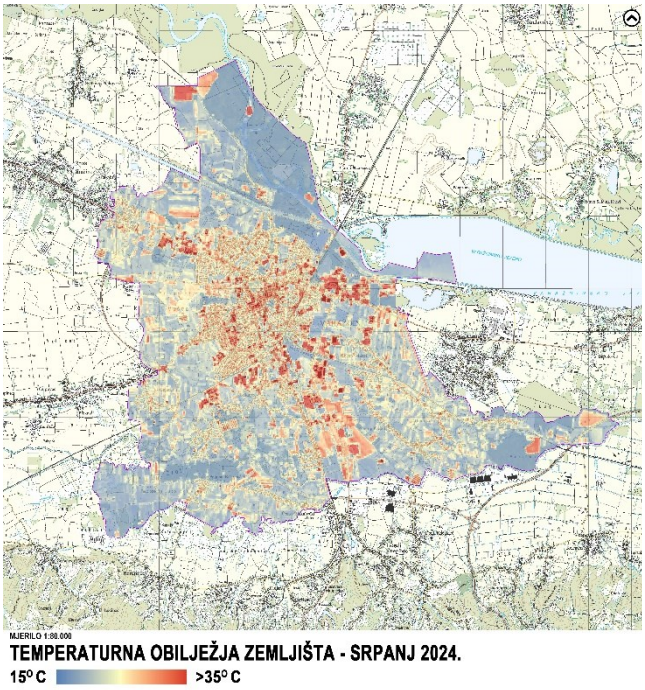
Povijesna jezgra grada Varaždina predstavlja visoko urbanizirani prostor s planskom izgradnjom koju, uz mješovitu (stambenu i poslovnu) izgradnju, prati razvoj javnih i društvenih sadržaja, komunalne infrastrukture i izgradnje javnih zelenih površina. Značajna izgrađenost područja doprinosi većem zagrijavanju prostora što se očituje u stvaranju toplinskog urbanog otoka. Na tom području zastupljene su dvije veće zelene površine (Šetalište Josipa Jurja Strossmayera i Šetalište Vatroslava Jagića) koje predstavljaju „hladne otoke“ između zona pojačanog zagrijavanja. Područje oko Opće bolnice Varaždin predstavlja prostor kojeg obilježava povećano zagrijavanje. Razlog tome je veća zastupljenost izgrađenih struktura (objekata i parkirališnih površina) koje doprinose pojačanom zagrijavanju. Na ovo područje nadovezuje se prostor omeđen Ulicom Jurja Križanića, Ulice Marije Jurić Zagorke, Jalkovečke ulice i Ulice Vinka Međerala odnosno zone javne i društvene namjene (Sveučilište Sjever) i zone stambene namjene, a u nastavku Jalkovečke ulice prema jugozapadu ističe se zona stambene namjene (Zadarska/Šibenska/Splitska) koje također obilježava pojačano zagrijavanje.

Toplinski otoci se pretežito javljaju u područjima koje karakterizira značajna izgradnja bez prisustva ili odgovarajućeg planiranja zelenih površina. To su ponajviše zone gospodarske ili poslovne namjene u kojima je već prilikom samog planiranja razvoja zanemarena uloga zelenih površina. To su nadalje područja stambene izgradnje koju nije odgovarajuće pratio plan razvoja odgovarajućih javnih zelenih površina. Postojeće zone pojačanog zagrijavanja moguće je ublažiti planiranjem većih ili manjih područja zelenila, sadnjom drvoreda, izgradnjom zelenih krovova i sl., pri čemu u budućem planiranju razvoja grada i naselja treba obratiti posebnu pozornost planiranju odgovarajućih zelenih površina i očuvanju postojećih zelenih površina, osobito onih s visokim udjelom prirodne vegetacije (šume, šumarci, šumske „trake“ duž rijeka, potoka ili drugih linijskih elemenata i sl.).

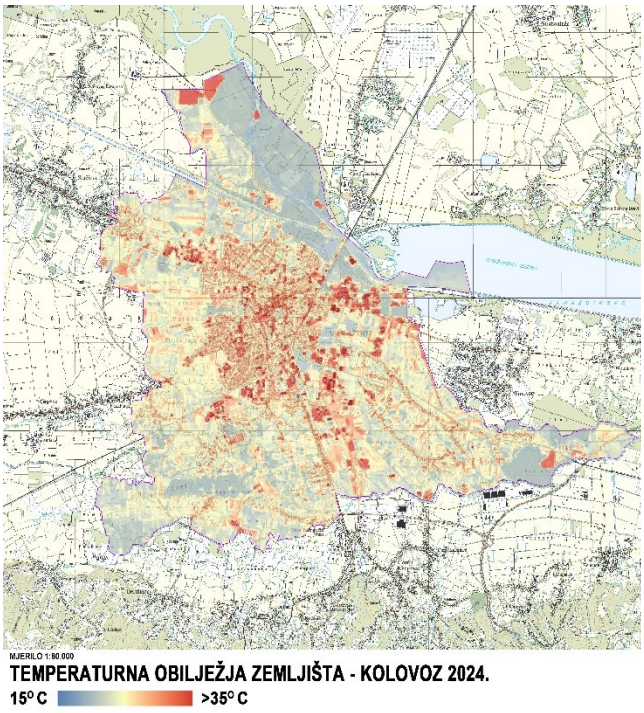
Grad Varaždin, lipanj 2024.



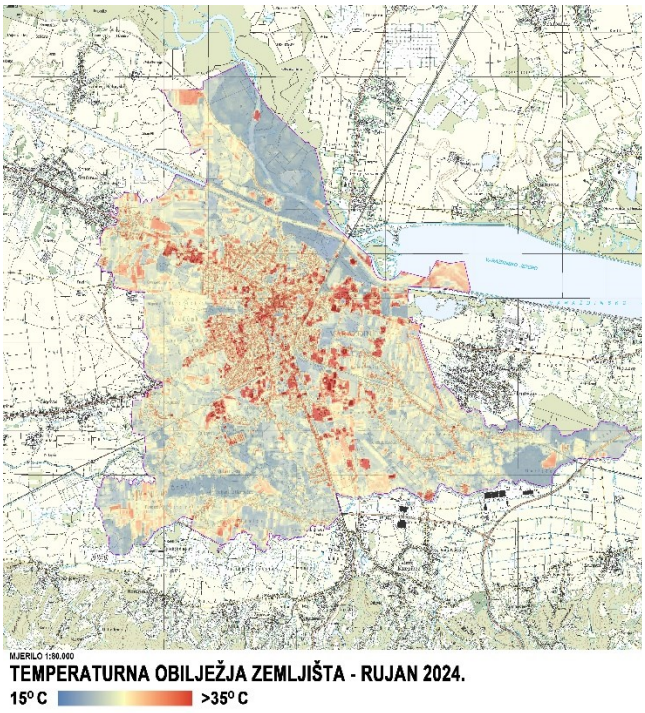
Grad Varaždin, srpanj 2024.



Grad Varaždin, kolovoz 2024.



Grad Varaždin, rujan 2024.



Grafički prikaz 4. Temperaturna obilježja zemljišta za razdoblje od lipnja do rujna 2024. godine.
Izvor podataka: DGU, DHMZ, obrada autora.

Prostor predstavlja osobito vrijedno i ograničeno nacionalno dobro kojim se ostvaruju pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara kao i zaštitu okoliša i prirode. Korištenje prostora regulirano je Zakonom o prostornom uređenju[18], a sustav prostornog planiranja temelji se na načelu subordinacije, što znači da planovi nižeg reda moraju biti usklađeni s onima višeg reda. Za Grad Varaždin temeljni dokumenti su Prostorni plan uređenja (PPUG) i Generalni urbanistički plan (GUP), koji se naslanjaju

[18] „Narodne novine“ br. 155/25

na županijski plan. Specifični dijelovi grada dodatno se uređuju kroz sedam planova užeg područja (UPU i DPU), uključujući povijesnu jezgru, gospodarske zone i groblje.

Prostorni plan uređenja Grada Varaždina (PPUG Varaždin) donesen je 2005. godine te je tijekom 2022. godine izrađena i usvojena druga izmjena i dopuna[19]. Iako aktualni PPUG Varaždin izrijekom ne spominje terminologiju poput „zelene infrastrukture“, „integracija NbS rješenja“ i sl., on sadrži odredbe koje podupiru te ciljeve. Zelene površine prepoznate su u kontekstu komunalne infrastrukture ili površine javne namjene, uz propisane uvjete za njihovo formiranje unutar različitih zona. PPUG-om Varaždin je prepoznata vrijedna prirodna i kulturna baština te su propisane mjere njihove zaštite. Vrijedna prirodna i kulturna baština predstavljaju temelj za održivi razvoj grada na osnovu koje se može razvijati i nadograđivati sustav zelene infrastrukture.

[19] „Službeni vjesnik Grada Varaždina“ br. 02/05, 13/14, 09/22

2.4. PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA

Prostor predstavlja osobito vrijedno i ograničeno nacionalno dobro kojim se ostvaruju pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara kao i zaštitu okoliša i prirode. Korištenje prostora regulirano je Zakonom o prostornom uređenju[20], a sustav prostornog planiranja temelji se na načelu subordinacije, što znači da planovi nižeg reda moraju biti usklađeni s onima višeg reda. Za Grad Varaždin temeljni dokumenti su Prostorni plan uređenja (PPUG) i Generalni urbanistički plan (GUP), koji se naslanjaju na županijski plan. Specifični dijelovi grada dodatno se uređuju kroz sedam planova užeg područja (UPU i DPU), uključujući povijesnu jezgru, gospodarske zone i groblje.

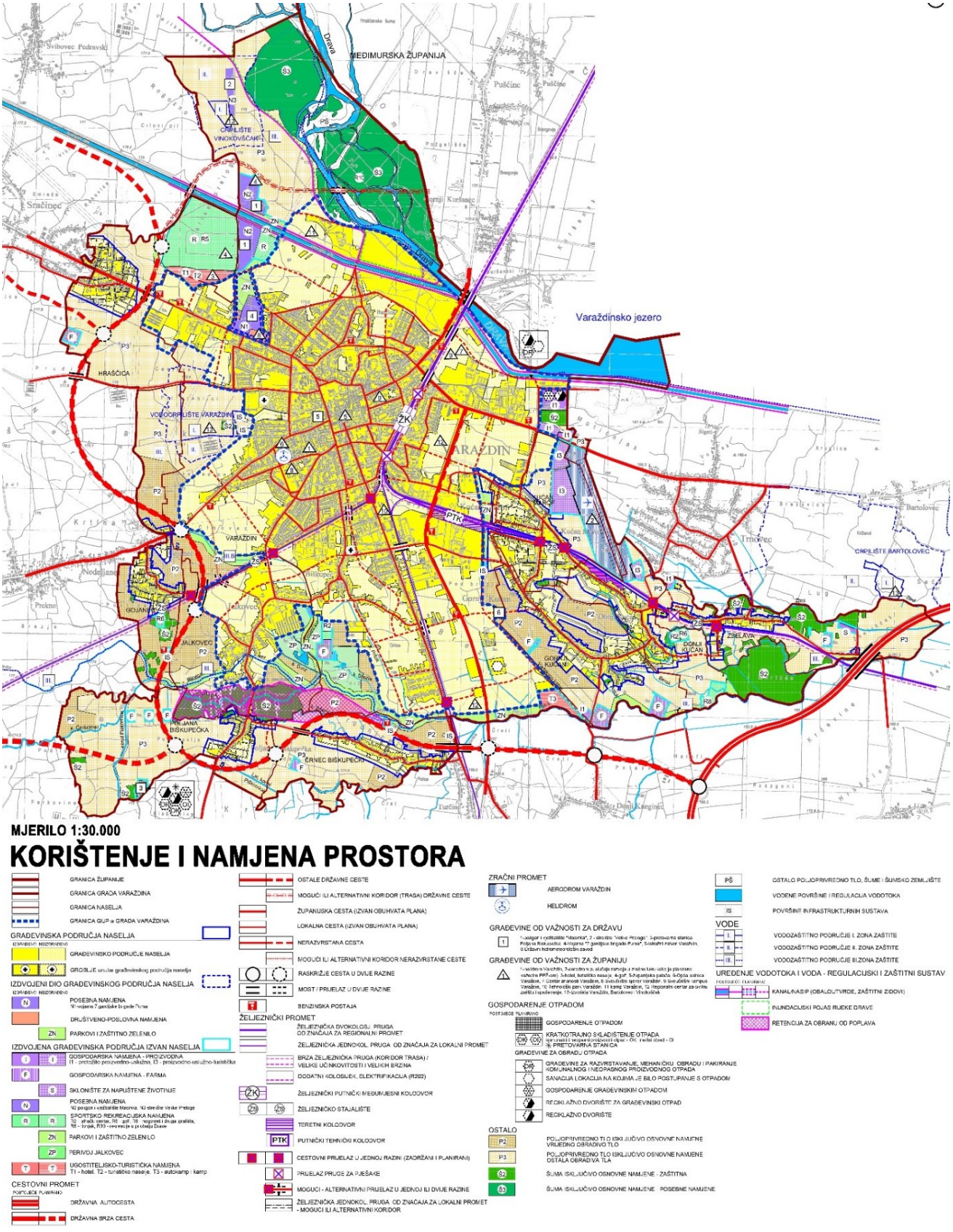
Prostorni plan uređenja Grada Varaždina (PPUG Varaždin) donesen je 2005. godine te je tijekom 2022. godine izrađena i usvojena druga izmjena i dopuna[21]. Iako aktualni PPUG Varaždin izrijekom ne spominje terminologiju poput „zelene infrastrukture“, „integracija NbS rješenja“ i sl., on sadrži odredbe koje podupiru te ciljeve. Zelene površine prepoznate su u kontekstu komunalne infrastrukture ili površine javne namjene, uz propisane uvjete za njihovo formiranje unutar različitih zona. PPUG-om Varaždin je prepoznata vrijedna prirodna i kulturna baština te su propisane mjere njihove zaštite. Vrijedna prirodna i kulturna baština predstavljaju temelj za održivi razvoj grada na osnovu koje se može razvijati i nadograđivati sustav zelene infrastrukture.

Generalni urbanistički plan grada Varaždina (GUP Varaždin) donesen je 2007. godine. Tijekom godina GUP Varaždin je mijenjan i dopunjavan, a posljednja izmjena i dopuna izrađena je i usvojena 2022. godine. Sukladno osnovnoj namjeni i korištenju prostora, zelene površine razgraničene su na Parkovno uređene površine (Z1), Uređene parkovne površine (Z2), Zaštićena park šuma (Z3), Zaštitno zelenilo (Z4), Parkovno uređena šuma posebne namjene (Z5). U okviru posljednje izmjene i dopune GUP-a Varaždin (2022.) vrijedi istaknuti provedenu inventarizaciju postojećeg stanja zelenog sustava grada Varaždina kojom je zeleni sustav grada razgraničen na sljedeću osnovnu podjelu:

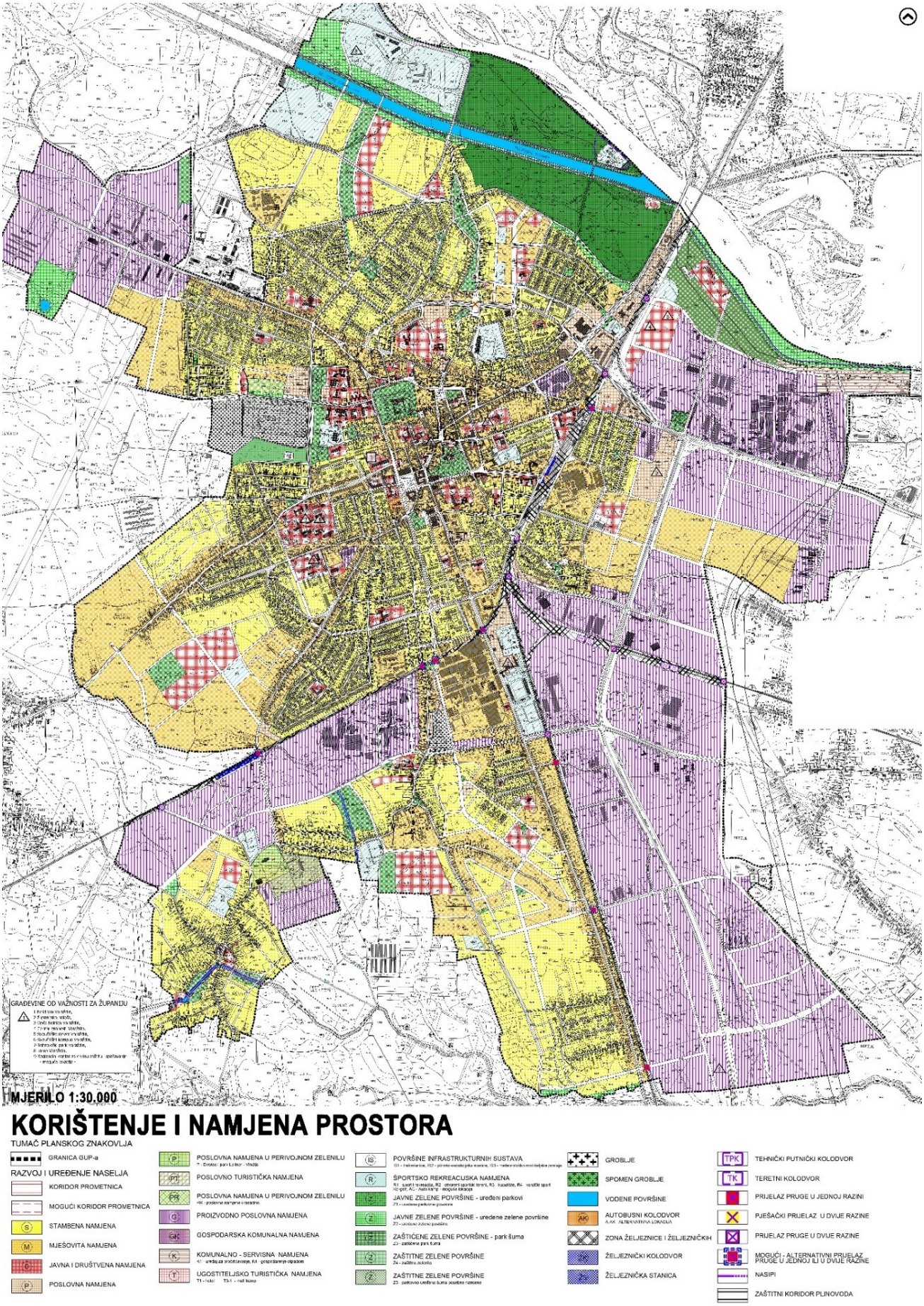
ZELENE POVRŠINE JAVNE NAMJENE	trg ulično zelenilo park park šuma (zaštićena kategorija po Zakonu o zaštiti prirode) zelene površine javne namjene: neodržavane, degradirane, međuprostori zelenila bez sadržaja, livadne formacije ostaci nekadašnjih šuma, skupine stabala zelenilo parkirališta
ZELENE POVRŠINE SA SPOMENIČKOM FUNKCIJOM	zelenilo uz crkve groblje zelenilo uz Stari grad zelenilo uz dvorce
ZELENE POVRŠINE S PROIZVODNOM FUNKCIJOM	rasadnik poljoprivredne površine, poljoprivredne površine kućnih vrtova livade, livade u sukcesiji prema šumi, livade koje nastaju degradacijom šume
ZELENE POVRŠINE UZ STAMBENE I POSLOVNE GRAĐEVINE	zelenilo uz višestambenu izgradnju individualna izgradnja s pripadajućim vrtovima zelenilo uz poslovne građevine i građevine s uslužnom djelatnosti dvorišne zelene površine Starogradskog bloka
ZELENE POVRŠINE SPORTSKO-REKREACIJSKIH ZONA, JAVNIH SADRŽAJA, INDUSTRIJSKIH ZONA I INFRASTRUKTURE	sportske i rekreacijske površine zelene površine uz javne sadržaje (škole, bolnice i dr.) zelene površine uz industrijske objekte, skladišta i trgovačke centre zelene površine uz infrastrukturne trase - željeznicu
OBALE VODENIH POVRŠINA I VODOTOKA	obale reguliranih korita obale umjetnih akumulacija
ZELENE POVRŠINE VOJNIH KOMPLEKSA	zelenilo vojnih kompleksa zelenilo bivših vojnih kompleksa

Izuzev inventarizacije i razgraničenja zelenih javnih površina, GUP-om Varaždin su propisane mjere njihova uređenja, zaštite i korištenja, pretežito kroz urbana pravila, a dodatne mjere očuvanja i zaštite propisane su za zaštićene dijelove prirode, kulturnu baštinu te ostale vrijedne prirodne i krajobrazne vrijednosti.

[20] „Narodne novine“ br. 155/25
[21] „Službeni vjesnik Grada Varaždina“ br. 02/05, 13/14, 09/22

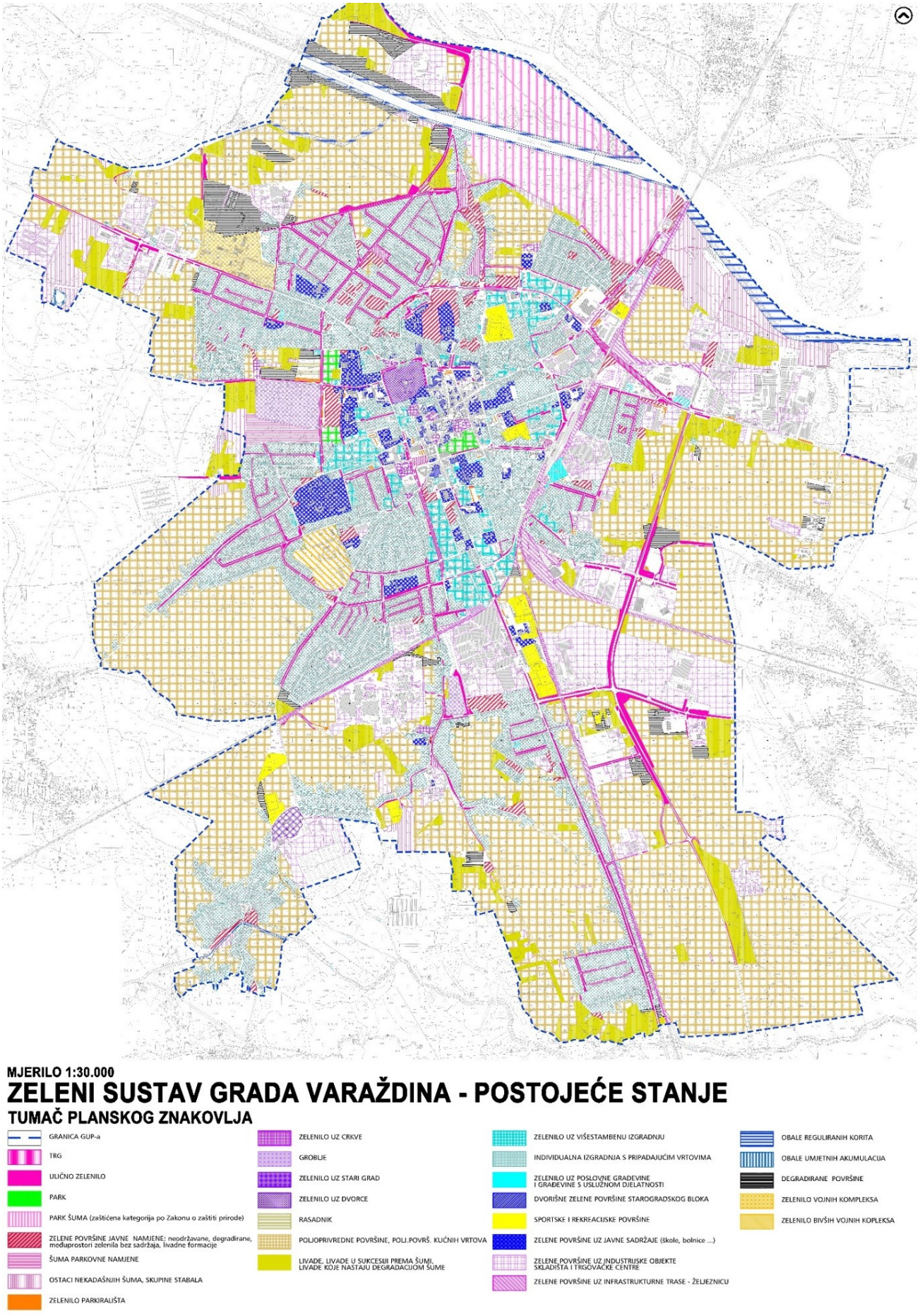


Grafički prikaz 5. PPUG Varaždin – Korištenje i namjena prostora
Izvor podataka: PPUG Varaždin, obrada autora.

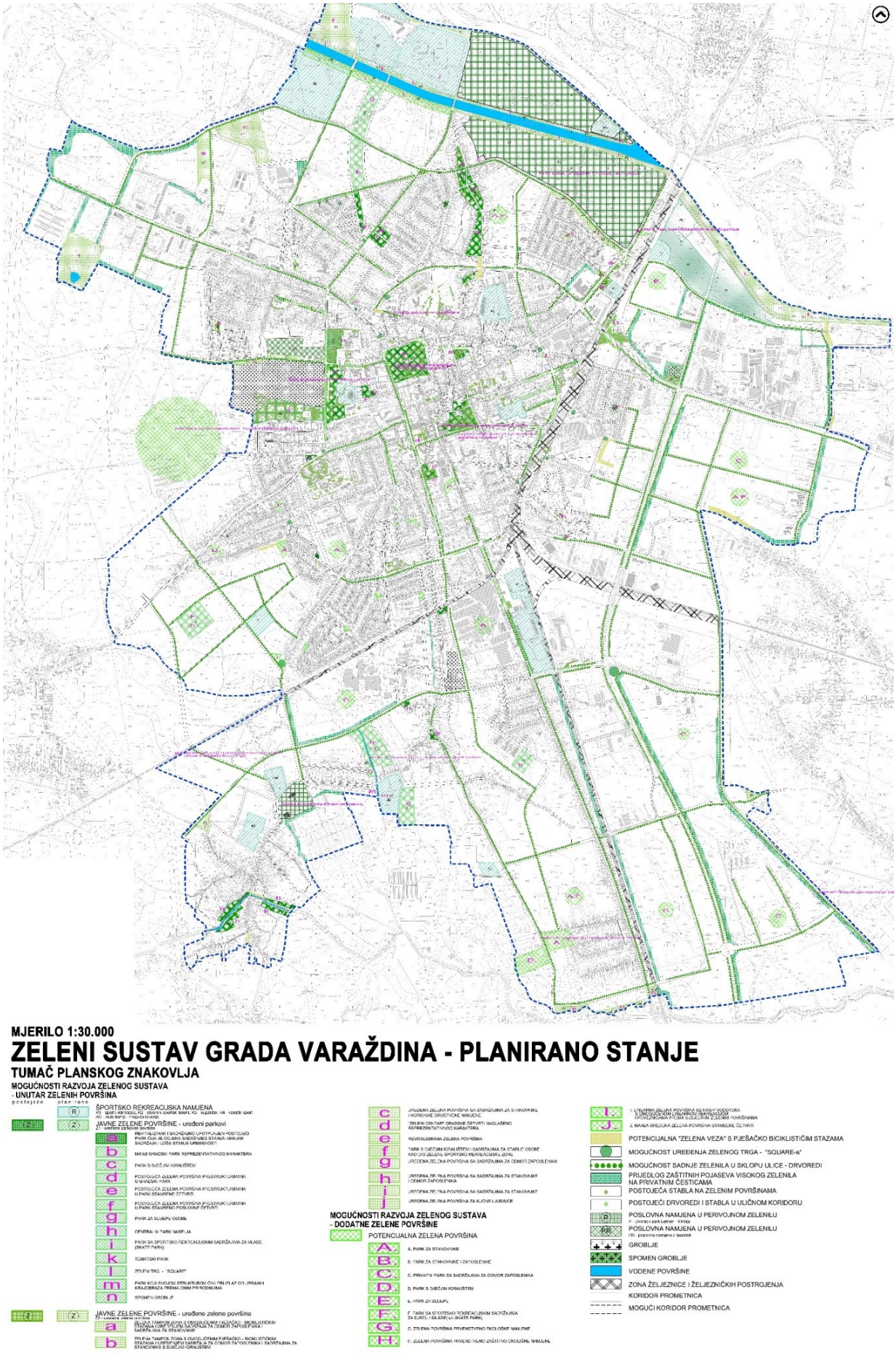


Grafički prikaz 6. GUP Varaždin– Korištenje i namjena prostora.

Izvor podataka: GUP Varaždin, obrada autora.



Grafički prikaz 7. Zeleni sustav grada Varaždina – postojeće stanje.
Izvor podataka: GUP Varaždin, obrada autora.



Grafički prikaz 8. Zeleni sustav grada Varaždina – planirano stanje
Izvor podataka: GUP Varaždin, obrada autora.

3. TIPOLOGIJA OTVORENIH PROSTORA

3.1. ZELENA INFRASTRUKTURA

Pojam "zelena infrastruktura" u nacionalno zakonodavstvo uveden je i definiran Zakonom o prostornom uređenju 2019. godine22 te se danas definira kao prirodni i planirani sustavi zelenih i vodnih površina te druga prostorna rješenja temeljena na prirodi koja se primjenjuju u planiranju prostora, a kojima se pridonosi očuvanju, poboljšanju i obnavljanju prirode, prirodnih funkcija i procesa radi postizanja ekoloških, gospodarskih i društvenih koristi održivoga razvoja23. Unatoč jasnoj definiciji, planiranje takve infrastrukture u dokumentima prostornog uređenja još uvijek nije adekvatno razvijeno zbog nedostatka metodoloških kriterija i smjernica, što izravno otežava analizu postojećeg stanja i sustavno praćenje njezina razvoja. Ovaj je izazov prepoznat u nacionalnom Programu razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima24, koji do 2030. godine predviđa uspostavu precizne tipologije i metodologije za njezinu integraciju u prostorne planove. Dodatno, Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine kroz Priručnik o primjeni zelene infrastrukture (2023.) definira 22 tipa površina koje čine zelenu infrastrukturu u naseljima, a na temelju tih odrednica u nastavku se prikazuje sažetak postojećeg stanja zelene infrastrukture Grada Varaždina.

Tablica 2. Tipologija zelene infrastrukture

—	TIPOLOGIJA	ZASTUPLJENOST
01.	Park	×
02.	Gradska/urbana šuma	×
03.	Površine za sport i rekreaciju	×
04.	Travnjak	×
05.	Botanički vrt/arboretum/zoološki vrt	–
06.	Perivoj	×
07.	Zeleni konstruktivni elementi na zgradama	–
08.	Produktivna ZI – urbani vrtovi, urbane farme, rasadnici i javni voćnjaci	×
09.	Integrirani sustav urbane odvodnje	–
10.	Urbana močvara	–
11.	Krajobrazno uređenje groblja	×
12.	Brownfield površina	×
13.	Vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode	×
14.	Trg	×
15.	Morska obala	–
16.	Zone za turizam	–
17.	Zelene površine uza stambene zgrade	×
18.	Zelene površine uza zgrade javne, društvene i gosp. namjene	×
19.	Tematski park	–
20.	Arheološki park	×
21.	Zelene površine uz prometnice	×
22.	Sadnja stabala	×

TUMAČ OZNAKA

×: TIPOLOGIJA JE ZASTUPLJENA NA PODRUČJU VARAŽDINA; **—** : TIPOLOGIJA NIJE ZATUPLJENA NA PODRUČJU VARAŽDINA;

[22] Zakon o prostornom uređenju "Narodne novine" broj 155/25.
[23] Zakon o prostornom uređenju, "Narodne novine" broj 155/25.
[24] Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje od 2021. do 2030. godine "Narodne novine" broj 147/21.

PARK / PERIVOJ / URBANE ŠUME / DŽEPNI PARKOVI I DRUGO

Na području Grada Varaždina nalazi se veći broj parkovno oblikovanih prostora, među kojima se posebno izdvajaju oni od značajne prostorne, povijesne i krajobrazne vrijednosti. U nastavku su sažeto predstavljene najznačajnije parkovne površine, dok su zelene površine kartografski prikazane sukladno važećoj prostorno-planskoj dokumentaciji (Z1, Z2 i Z4).

Tablica 3. Najznačajniji parkovi na području Grada Varaždina.

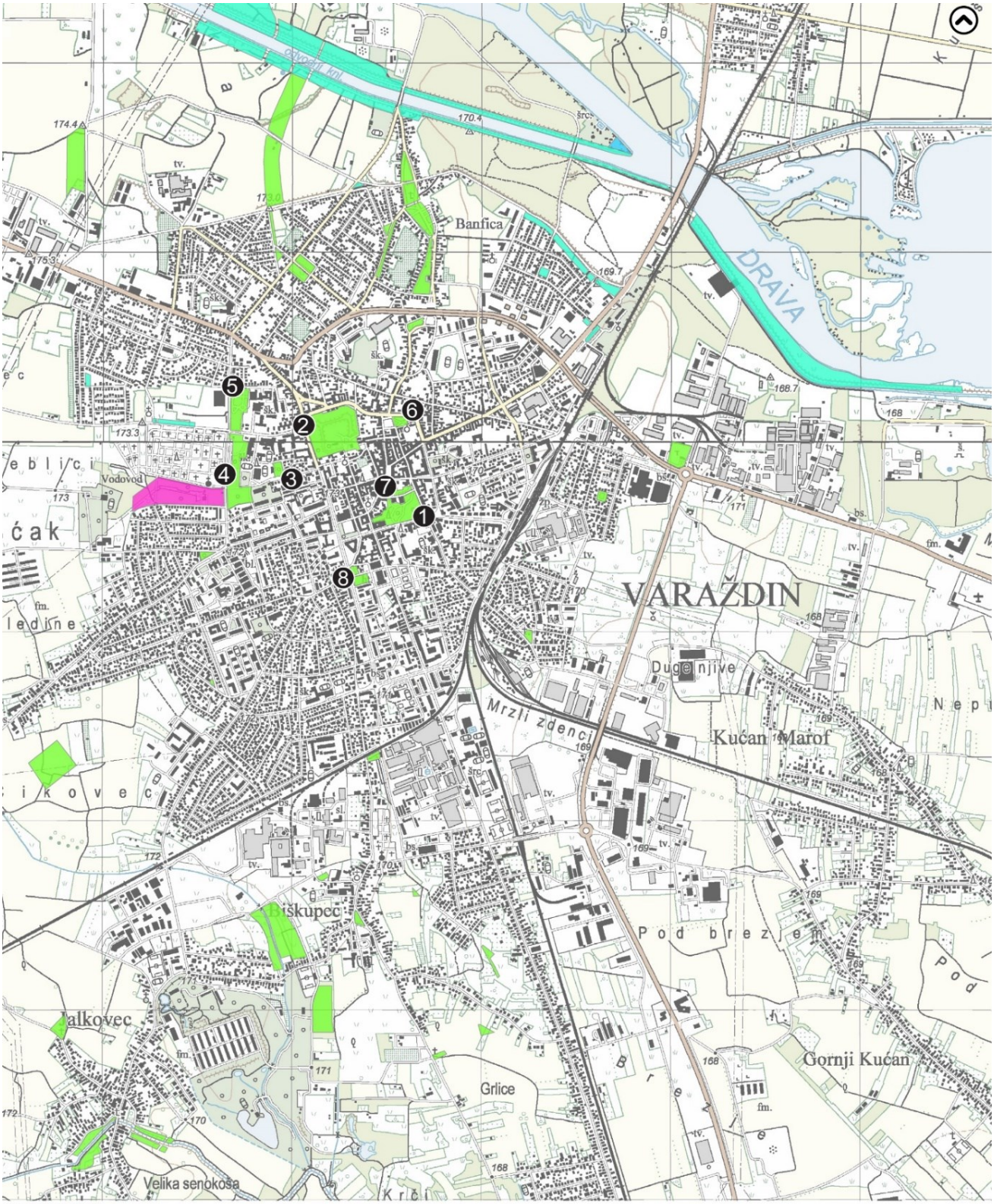
–	NAZIV	KATASTARSKA ČESTICA	POVRŠINA (ha)
1.	Šetalište J. J. Strossmayera (Park oko dvorca)	13176 k.o. Varaždin	5,47
2.	Šetalište Vatroslava Jagića	14797 k.o. Varaždina	2,45
3.	Park Graberje	13170/1 k.o. Varaždin	0,37
4.	Park Ivana Pavla II.	1603/1 k.o. Varaždin	1,60
5.	Park mladih	13162/1 k.o. Varaždin	1,66
6.	Trg bana Josipa Jelačića (parkovni dio)	17725 k.o. Varaždin (dio)	0,46
7.	Jezuitski vrt	17563 k.o. Varaždin	0,29
8.	Park 7. gardijske brigade "Puma"	17571 k.o. Varaždin	0,37

Šetalište Josipa Jurja Strossmayera predstavlja reprezentativan prostor koji okružuje Stari grad Varaždin, jednu od najznačajnijih povijesnih utvrda u Hrvatskoj. Ovo šetalište je ključni dio varaždinske zelene osi i služi kao prirodna spona između povijesne jezgre i okolnih gradskih ulica. Prostor šetališta razvijao se na mjestu nekadašnjih obrambenih grabišta i nasipa koji su okruživali utvrdu. Šetalište je omiljeno odredište za šetnju, odmor i rekreaciju stanovništva i posjetitelja, a Grad Varaždin kontinuirano ulaže u uređenje ovog prostora.

Šetalište Vatroslava Jagića utemeljeno je 1838. godine na inicijativu liječnika Wilhelma Müllera, koji je za njegovo oblikovanje angažirao vrtlara Glinsbügela. Park je nastao na mjestu nekadašnjih južnih bedema i grabišta, a projektiran je u engleskom pejzažnom stilu koji karakterizira slobodan rast vegetacije bez strogih geometrijskih oblika. Kroz povijest, park je doživio nekoliko značajnih promjena. U floističkom smislu, park je obogaćivan egzotičnim vrstama poput libanonskog cedra, čempresa i magnolije. Prostorno, on je postupno smanjivan. Prvotna površina smanjena je 1870-ih zbog izgradnje zgrade kazališta, dok je 1913. godine nadsvođen odvodni kanal koji je prolazio parkom. Tijekom Drugog svjetskog rata Šetalište je teško stradalo te ono svoj današnji izgled dobio tek nakon poslijeratne obnove.

Park Graberje nastao je krajem 18. stoljeća na zapadnom gradskom grabištu, a u povijesnim izvorima iz 1799. godine spominje se kao javni perivoj pod nazivom Prater. Prostor je prošao kroz značajnu transformaciju od poljoprivrednog zemljišta i nekadašnje industrijske zone u suvremeni javni prostor, prateći širenje i urbani razvoj Varaždina. S vremenom, kako su se širile gradske granice, park je postao važan dio sustava zelenih površina Varaždina te danas predstavlja ključnu kariku gradskog sustava zelenih površina. Njegova najveća vrijednost leži u neposrednoj blizini gradskog središta i visokoj funkcionalnosti za svakodnevni život građana budući da je uređen planskom sadnjom stabala te nudi prostore za rekreaciju, društvena okupljanja i lokalna događanja. Iako Park Graberje nije toliko poznat ili specifičan kao neki drugi parkovi u Varaždinu, on pruža nužan mir i zelenu infrastrukturu unutar gustog urbanog tkiva, čime izravno doprinosi kvaliteti života stanovnika i očuvanju ekosustava.

Park pape Ivana Pavla II. otvoren je 12. svibnja 2005. godine u neposrednoj blizini varaždinskog groblja kao trajni spomen na Papin posjet Hrvatskoj. Ovaj park, površine 18.610 m², uređen je u rekordnih 45 dana uz investiciju od 5,3 milijuna kuna iz gradskog proračuna. Prilikom uređenja, uz očuvanje postojeće vegetacije (33 stabla), posađeno je 101 novih stabala uključujući egzotične i autohtone vrste poput atlantskog cedra, ginka, američkog crvenog hrasta te carskih lipa i bukvi. Park je koncipiran kao mirna oaza namijenjena odmoru i duhovnom promišljanju, čime se estetski i funkcionalno nadovezuje na prostor groblja.



Grafički prikaz 9. Parkovne i zelene površine na području grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, GUP Varaždin, obrada autora.

Za razliku od parka, perivoj se ističe po izraženoj umjetničkoj i kreativnoj ambiciji te se može smatrati specifičnom arhitekturom oblikovanom u organskom materijalu. Ovaj visoko kultivirani vanjski prostor najčešće se nalazi uz povijesne građevine poput dvoraca, crkava i plemićkih posjeda, dok se u urbanim sredinama pojavljuje u obliku javnih gradskih, lječilišnih ili biskupskih perivoja. Njegovo uređenje obično prati krajobrazni stil povijesnog razdoblja u kojem je nastao, a u strukturi perivoja dominira izmjena drveća i grmlja s prostranim travnatim površinama uz manju zastupljenost cvijeća. Cjelokupni dojam nadopunjuju estetski elementi poput paviljona, sjenica, vodenih motiva i vrtne plastike. Kao takvi, perivoji služe kao inspirativna mjesta za rekreaciju, održavanje kulturnih manifestacija i društvena okupljanja, čime se značajno pridonosi socijalnoj uključenosti i jačanju osjećaja pripadnosti zajednici.

Na području grada Varaždina nalaze se dva perivoja. Jedan od njih je Park uz dvorac u Jalkovcu, koji uživa status zaštićenog spomenika parkovne arhitekture zbog svoje povijesne i krajobrazne vrijednosti. Perivoj je samo djelomično očuvan u izvornom obliku te u današnjem oblikovanju prisutne suvremene parkovne improvizacije. Najstarija poznata razvojna faza potječe iz 1860. godine kada je postojao perivoj oblikovan u pravilnoj geometrijskoj formi s grabovim šišanim alejama u obliku potkove, koje s objektom zatvaraju pravilan pravokutni prostor podijeljen križno položenim stazama (obilježja kasnog baroka). Krajem 19. stoljeća perivoj je proširen na okolni prostor obuhvativši i dio šume u neposrednoj blizini (pejzažna faza), pri čemu je nakon izgradnje dvorca 1910. godine obogaćen cvjetnim kompozicijama. Krajem 20. stoljeća dvorac i perivoj su preuređeni za potrebe novog vlasnika (JU "Priroda").

Drugi perivoj je Perivoj branitelja Domovinskog rata, posvećen očuvanju sjećanja na sudionike i žrtve Domovinskog rata. Svečano je otvoren 2016. godine. Smješten je u sklopu Memorijalno-rekreacijskog centra hrvatskih branitelja, koji se nalazi na prostoru bivše vojarne u Optujskoj ulici. Perivoj je oblikovan kao prostor sjećanja, pijeteta i zahvale hrvatskim braniteljima poginulima u Domovinskom ratu te se njegovoj neposrednoj blizini nalazi i Memorijalni centar, koji funkcionira kao edukativno-kulturni prostor namijenjen informiranju i osvješćivanju javnosti o vrijednostima Domovinskog rata i doprinosu hrvatskih branitelja.

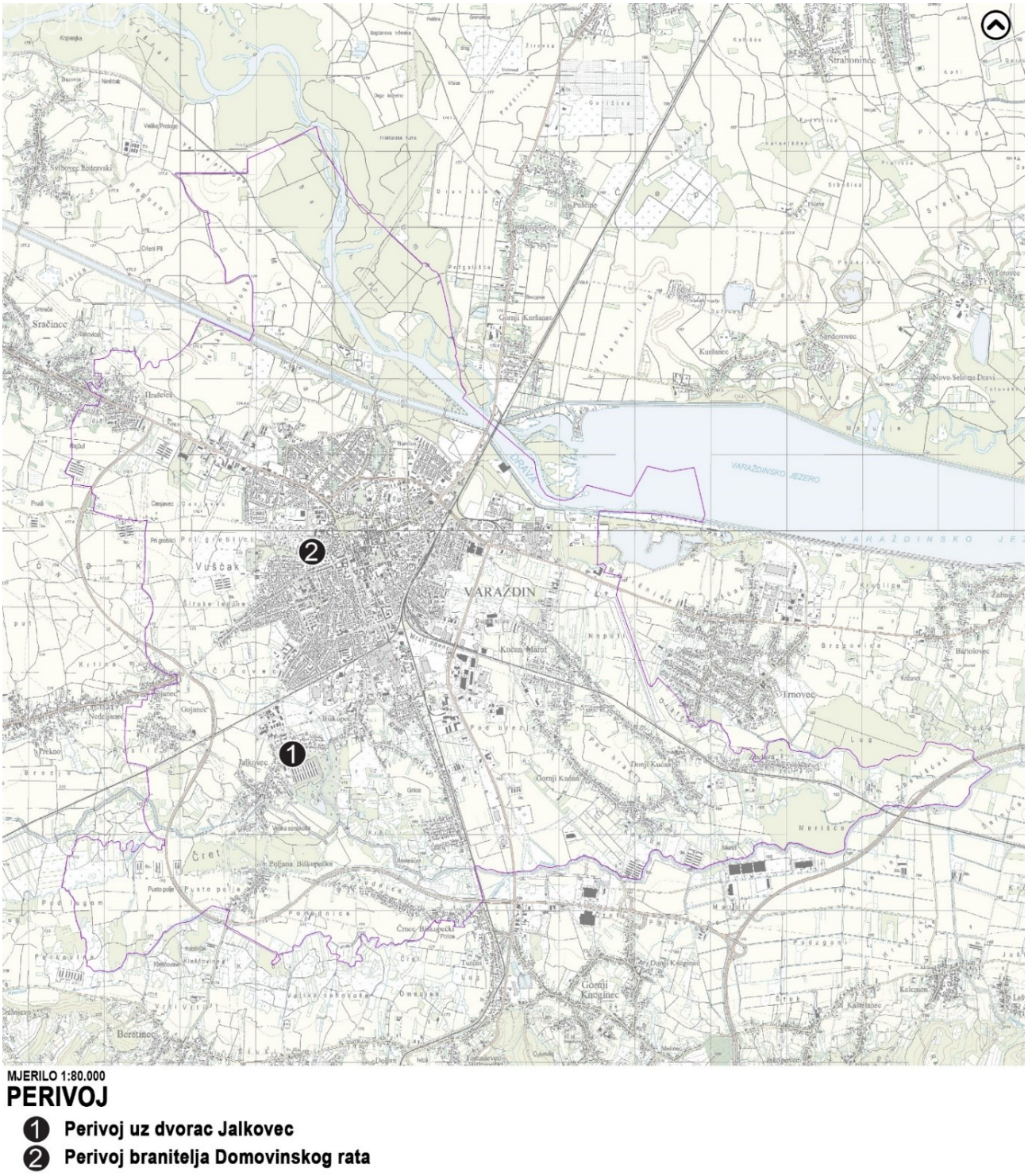
Tablica 4. Perivoji na području Varaždina.

–	NAZIV	KATASTARSKA ČESTICA	POVRŠINA (ha)
1.	Perivoj uz dvorac Jalkovec	618 k.o. Jalkovec	2.67
2.	Perivoj branitelja Domovinskog rata	14069 k.o. Varaždin	1,19

Gradska ili urbana šuma prirodan je ili zasađeni šumski sustav smješten unutar urbanog područja ili u njegovoj neposrednoj blizini. Može se oblikovati kao parkovna površina uz zadržavanje izvorne strukture šume. Sastoje se primarno od drveća i grmolike vegetacije te prizemnog raslinja i trave. Unutar gradske šume mogu se uređivati prostori koji će unaprijediti ekološku i društvenu funkciju prostora primjerice uređenje staze za pješačenje i biciklizam, dječja igrališta, prostori za javna događanja, prostori za slobodnu šetnju kućnih ljubimaca i slično. Na području Grada Varaždina evidentirana su dva područja koja se mogu klasificirati kao gradske, odnosno urbane šume:

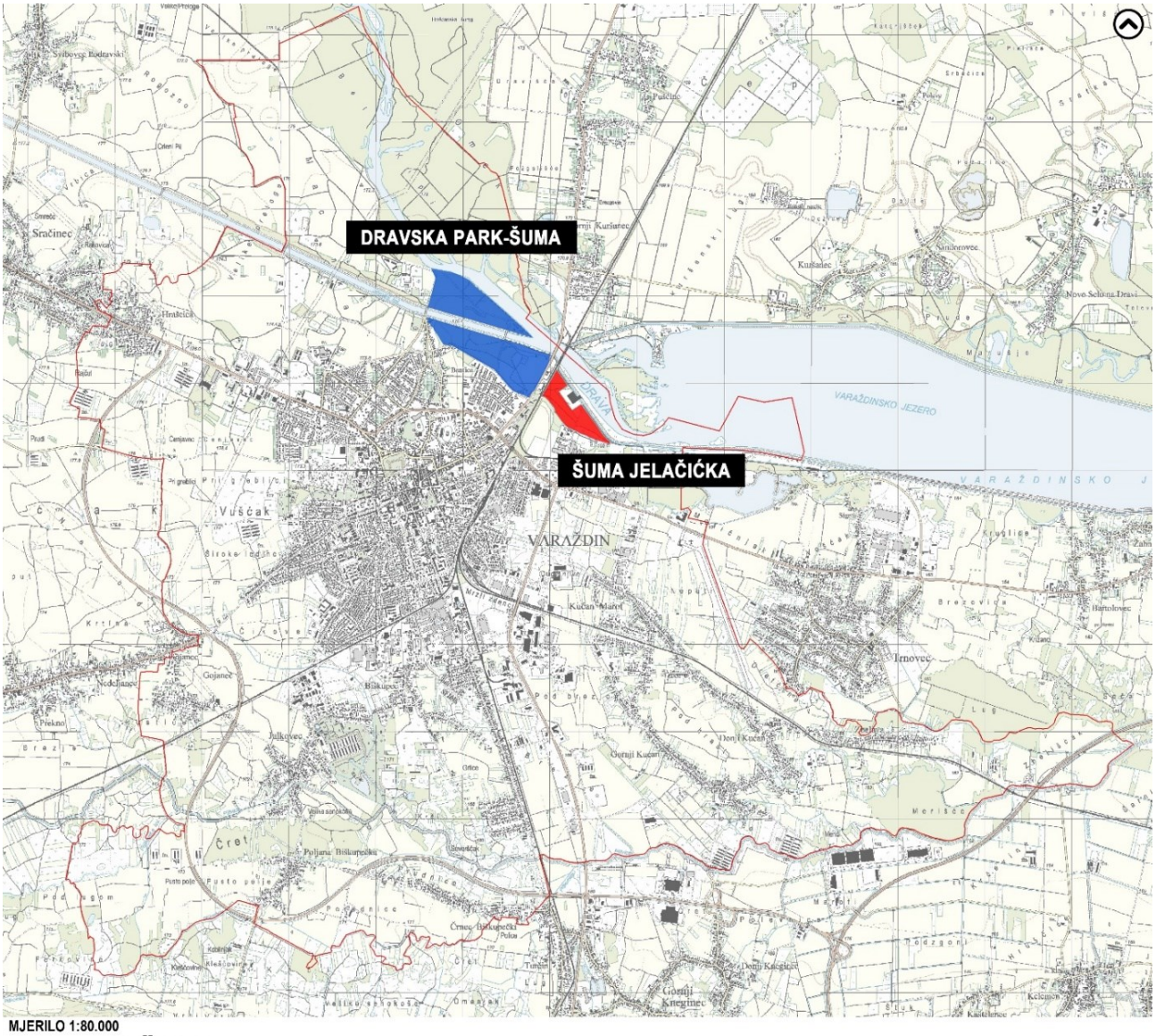
–	NAZIV	POVRŠINA (ha)
1.	Dravska park-šuma	85,74
2.	Šuma Jelačićka	18,5

Dravska park-šuma, smještena na sjevernom rubu Varaždina uz rijeku Dravu, zaštićena je od 2001. godine i prostire se na 85,74 hektara. Kao dio ekološke mreže NATURA 2000, ovaj prostor predstavlja ključno prirodno izletište s iznimnom bioraznolikošću od 185 biljnih i 109 životinjskih vrsta. Još od 19. stoljeća omiljeno je odredište građana, a sadnjom alohtonog drveća tijekom 20. stoljeća dobila je i specifična parkovna obilježja. Izgradnjom odvodnog kanala HE Varaždin, područje šume podijeljeno je na dva dijela. U sklopu projekta InterACT Green, Grad Varaždin je 2025. godine pokrenuo natječaj za idejno rješenje uređenja dijelova šume kako bi se dodatno unaprijedila njezina funkcija.



Grafički prikaz 10. Perivoji na području grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, JU PRIRODA, GV, obrada autora.

Šuma Jelačićka, poznata i kao istoimena park-šuma, smještena je na rubnom dijelu Varaždina u neposrednoj blizini naselja Ribnjak i Motičnjak te Gradske sportske dvorane Varaždin (Arena). Ova bjelogorična šuma predstavlja važnu rekreacijsku zonu čiji je sadržaj 2017. godine dodatno obogaćen uređenjem trim-staze, čime je omogućeno bavljenje sportskim aktivnostima na otvorenom. Zahvaljujući svojoj poziciji i uređenosti, danas je jedno od najpopularnijih gradskih odredišta za odmor i rekreaciju građana.

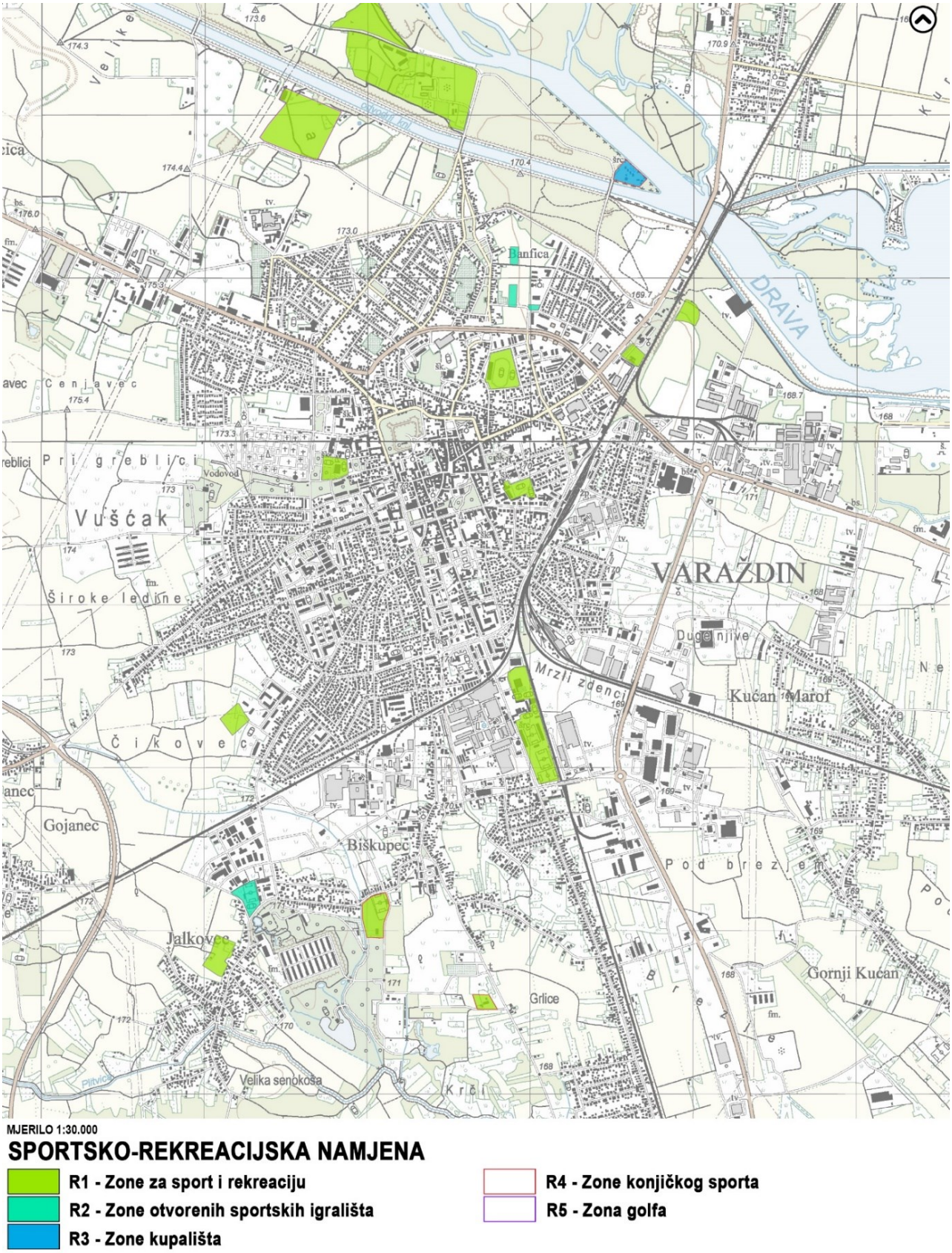


Grafički prikaz 11. Urbane šume na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, HŠ, obrada autora.

POVRŠINE ZA SPORT I REKREACIJU

Površine za sport i rekreaciju uobičajeno su samostalne površine koje su namjenski uređene i opremljene za sport i rekreaciju. Uključuju otvorena sportska igrališta te prateće sportske građevine. U oblikovanju često sadržavaju elemente krajobrazne vrijednosti. Svi su vanjski prostori cjelovito uređeni, javno dostupni i često se nalaze u blizini stanica javnoga prijevoza.

Prema GUP-u Varaždin, sportsko-rekreacijski sadržaji obuhvaćaju 76,4 ha (3,08 % ukupne površine), dok PPUG Varaždin izdvaja 4,85 ha izgrađenih te 3,78 ha neizgrađenih površina za budući razvoj. Sukladno GUP-u Varaždin, zone sportske i rekreacijske namjene označene su oznakom (R) te su podijeljene na sljedeće podzone: površine za sport i rekreaciju (R1), zone otvorenih sportskih terena (R2), zone kupališta (R3), zonu konjičkog sporta (R4) te zonu golfa (R5).



Grafički prikaz 12. Sportsko-rekreacijska namjena.
Izvor podataka: DGU, GUP, obrada autora.

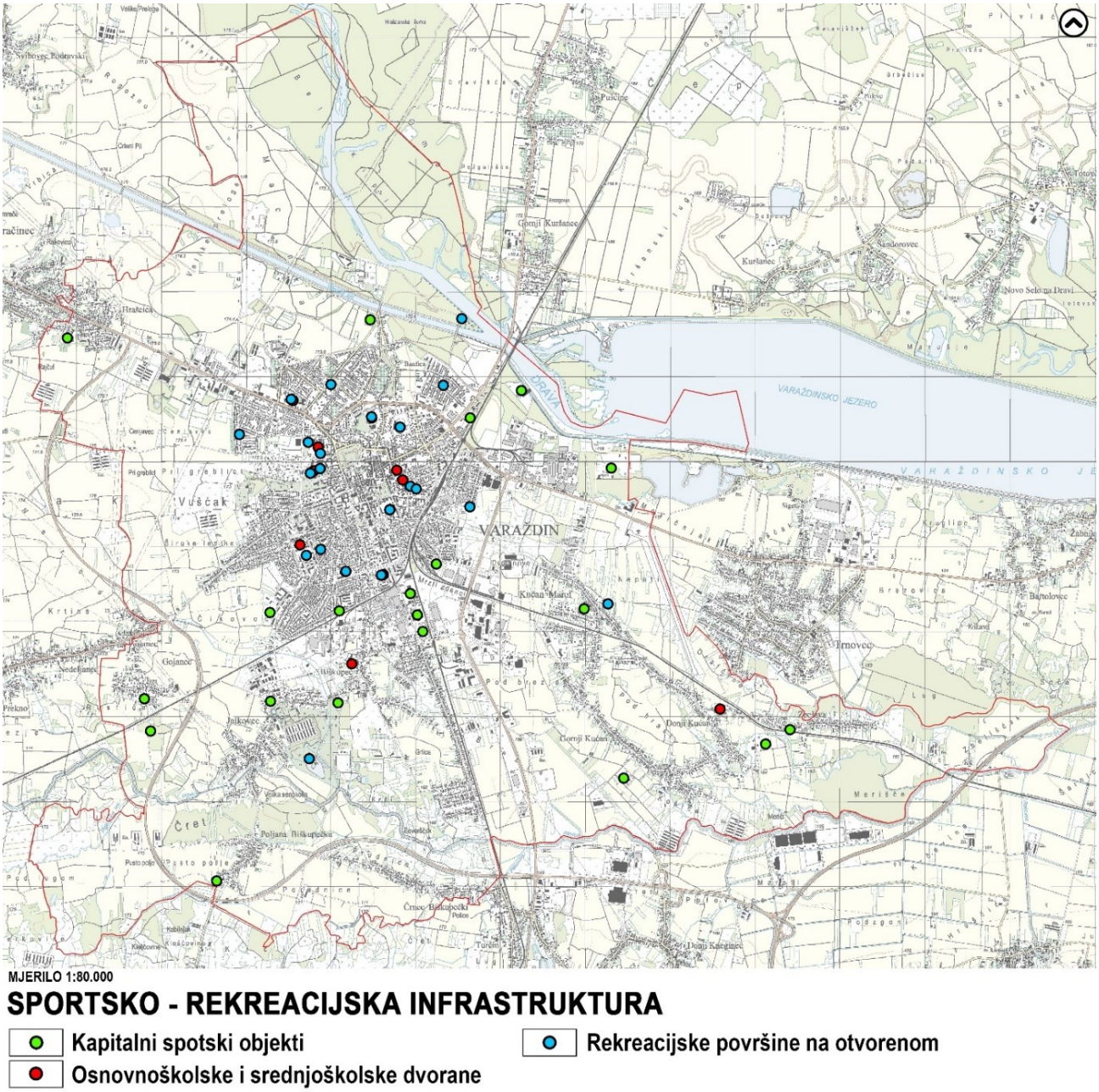
Bogata sportska tradicija Varaždina temelji se na dugogodišnjem strateškom planiranju i kontinuiranom ulaganju u infrastrukturu. Glavno koordinacijsko tijelo sustava je Zajednica sportskih udruga Grada Varaždina, koja kroz financiranje i edukaciju pruža potporu brojnim članicama te promiče razvoj sporta u svim dobnim skupinama. Grad raspolaže razgranatom mrežom objekata, među kojima se ističu glavni gradski nogometni Stadion „Varteks“, višenamjenski sportski centri Sloboda, TTS i Aquacity te reprezentativna Gradska sportska dvorana Arena Varaždin namijenjena domaćim i međunarodnim sportskim natjecanjima te velikim manifestacijama. Ponudu nadopunjuju specijalizirani sadržaji poput Sportske dvorane u Graberju, bazenskih kompleksa, konjičkog centra u Biškupcu te brojnih teniskih i streljačkih terena. Važnu društvenu ulogu imaju i dvorane osnovnih te srednjih škola, koje se izvan nastave koriste za rekreaciju građana i rad sportskih udruga, čime se osigurava visoka razina dostupnosti sporta u svim dijelovima grada. Ovakva integracija sportskih sadržaja u urbani razvoj potiče zdraviji način života i socijalnu uključenost.

Tablica 5. Sportska – infrastruktura Grada Varaždina[25]

–	**SPORTSKI OBJEKTI**
1.	Stadion "Varteks"
2.	Sportski centar "Sloboda"
3.	Sportska dvorana Varaždin, Baloni 1. i 2. u Graberju
4.	Gradska sportska dvorana (Arena Varaždin)
5.	Igralište "Srednjoškolac", stara školska dvorana Varaždinske gimnazije, stolnoteniska dvorana, vanjski tereni za baseball
6.	Gradski bazeni "Varaždin"
7.	Dvorana za hrvanje
8.	Teniski tereni "Varteks"
9.	Teniski tereni "Varaždin"
10.	Dravski bazeni
11.	Sportsko – rekreacijski centar "Aquacity"
12.	TTS Sportski centar
13.	Gimnastička dvorana
14.	Nogometna igrališta[26] u pojedinim naseljima
15.	Jahalište u Biškupcu
16.	Vanjski tereni za streličarski sport
17.	Prostorije Kajak kanu kluba
18.	Streljana "Varaždin"
–	**ŠKOLSKE SPORTSKE DVORANE**
1.	I. Osnovna škola Varaždin
2.	II. Osnovna škola Varaždin
3.	III. Osnovna škola Varaždin
4.	IV. Osnovna škola Varaždin
5.	V. Osnovna škola Varaždin
6.	VI. Osnovna škola Varaždin
7.	VII. Osnovna škola Varaždin
8.	Centar za odgoj i obrazovanje "Tomislav Špoljar"
–	**ŠKOLSKO SPORTSKE DVORANE SREDNJIH ŠKOLA**
1.	Prva gimnazija Varaždin
2.	Druga gimnazija Varaždin
3.	Gospodarska škola u Varaždinu
4.	Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola
5.	Srednja strukovna škola

Izvor podataka: DGU, Strategija razvoja sporta Grada Varaždina (2020.), obrada autora.

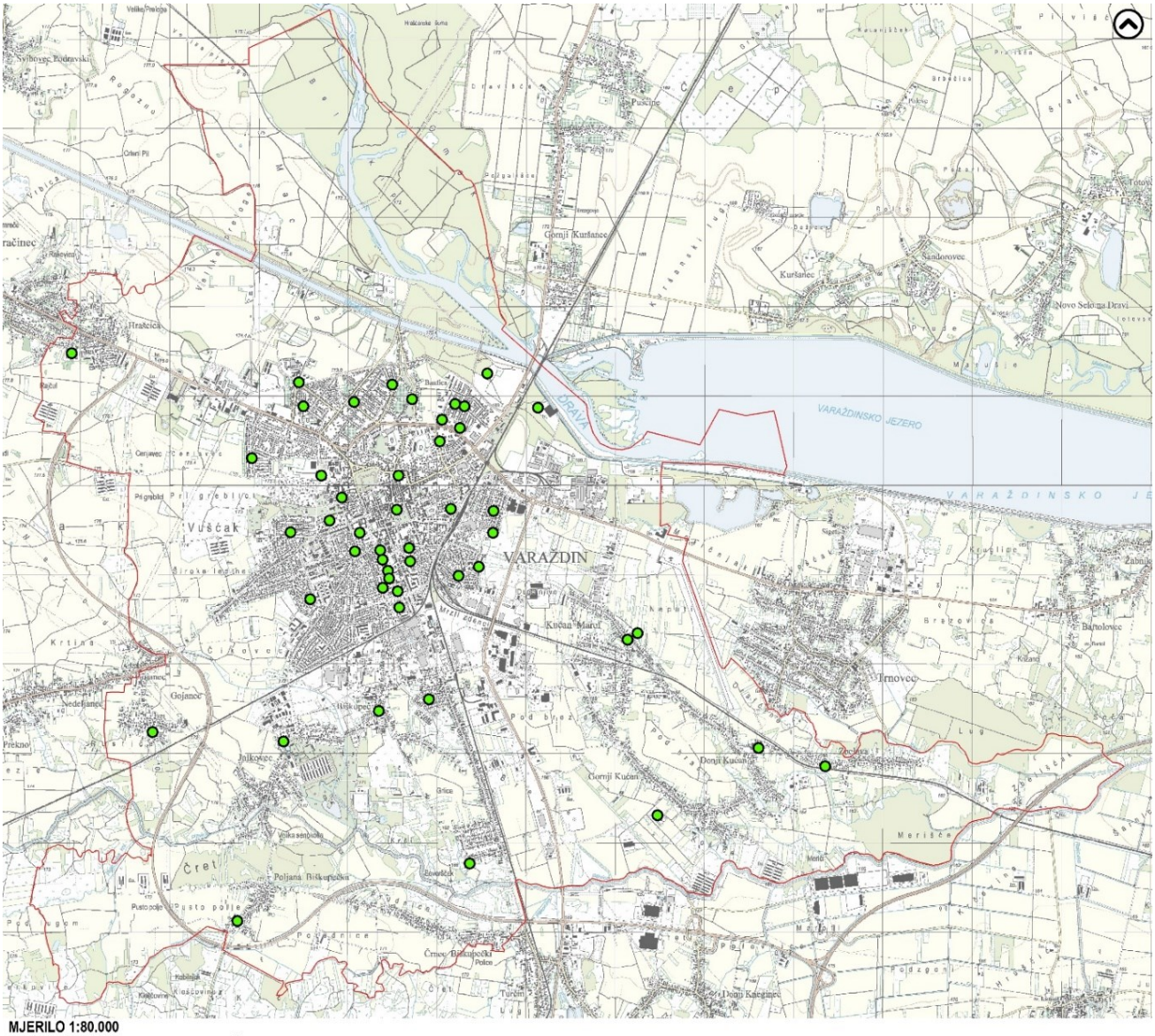
[25] Podaci su preuzeti iz Strategije razvoja sporta Grada Varaždina (2020.).
[26] U Hrašćini, Jalkovcu, Biškupcu, Gornjem Kućanu, Donjem Kućanu i Gojancu



Grafički prikaz 13. Sportsko – rekreacijska infrastruktura
Izvor podataka: DGU, Strategija razvoja sporta Grada Varaždina (2020.), obrada autora.

Osim kapitalnih i drugih sportskih ili multifunkcionalnih objekata, sportsku i rekreacijsku infrastrukturu čine i sportska igrališta kojih je na razini Grada evidentirano 21. Sportska igrališta predstavljaju značajan dio sportske i rekreativne infrastrukture te imaju važnu ulogu u promicanju tjelesne aktivnosti, zdravog načina života i društvene kohezije, osobito među djecom i mladima. Sportska igrališta namijenjena su različitim sportovima, a raspoređena su unutar različitih gradskih četvrti i naselja, čime se osigurava teritorijalna dostupnost sportskih sadržaja široj populaciji.

U konačnici, sportsku i rekreacijsku infrastrukturu čini i infrastruktura za razvoj i rekreaciju najmlađih. Prema podacima gradskog poduzeća Parkovi d.o.o. Varaždin, na području grada evidentirano je 50 dječjih igrališta. Ova igrališta, potiču socijalizaciju i siguran boravak na otvorenom, čime izravno podižu kvalitetu života u gradskim naseljima. Njihov prostorni raspored služi kao pokazatelj urbane inkluzivnosti, dok su visoka razina sigurnosti, održavanje i pristupačnost osobama s invaliditetom temeljni kriteriji njihove funkcionalnosti.

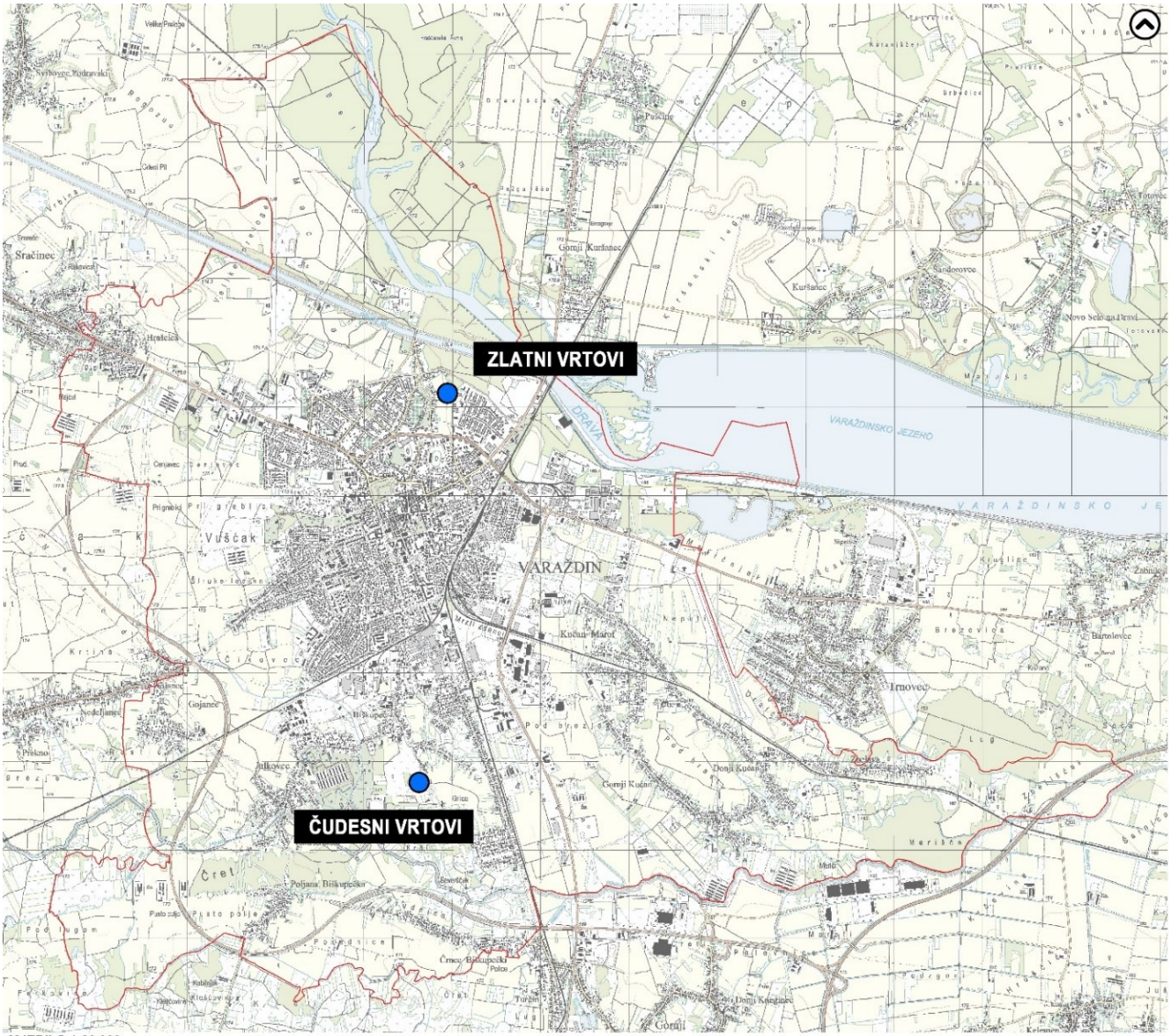


Grafički prikaz 14. Dječja igrališta na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, Parkovi d.o.o., obrada autora.

PRODUKTIVNA ZELENA INFRASTRUKTURA

Produktivna zelena infrastruktura obuhvaća prostore unutar gradskih naselja koje održavaju sami stanari, a pojavljuje se u obliku neformalnih zajedničkih vrtova ili službenih gradskih vrtova utemeljenih na javnim pozivima. U formalno uređenim urbanim vrtovima prostor je krajobrazno oblikovan i podijeljen na pojedinačne parcele povezane puteljcima, gdje građani uz minimalnu naknadu ili besplatno uzgajaju povrće, voće, začinsko bilje i cvijeće za vlastite potrebe. Uz ove prostore namijenjene osobnoj upotrebi, postoje i drugi tipovi poput urbanih farmi, rasadnika i javnih voćnjaka koji imaju izraženiju gospodarsku funkciju kao pridruženi elementi zelene infrastrukture.

Urbani vrtovi u Varaždinu predstavljaju uspješan model održivog razvoja i aktivnog uključivanja građana u oblikovanje zajedničkog prostora, što je započelo 2012. godine osnivanjem Udruge Gredica. Prvi projekt, poznat pod nazivom Čudesni vrtovi, nastao je u partnerstvu s Gradom Varaždinom u naselju Biškupec na površini od 1,40 ha, gdje više od stotinu građana danas uzgaja ekološke namirnice za vlastite potrebe. Ovaj je prostor opremljen funkcionalnom infrastrukturom koja uključuje alatnice, pumpe za vodu i zajednički voćnjak, a njegova je društvena vrijednost potvrđena 2013. godine osvajanjem trećeg mjesta na međunarodnom natječaju za društvene inovacije SozialMarie.



Grafički prikaz 15. Urbani vrtovi na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: Mrežne stranice Grada Varaždina, obrada autora.

Dodatni kapaciteti za urbano vrtlarstvo osigurani su kroz projekt Zlatni vrtovi na površini od 0,62 ha, čime se sustavno potiče ekološka osviještenost, međugeneracijska suradnja i prehrambena sigurnost lokalne zajednice.

Tablica 6. Urbani vrtovi na području Grada Varaždina

–	NAZIV	KATASTARSKA ČESTICA	POVRŠINA (ha)
1.	Zlatni vrtovi	3478/1 k.o. Varaždin	0,62
2.	Čudesni vrtovi	172 – dio k.o. Biškupec	1,40

SAKRALNO – MEMORIJALNA PODRUČJA (GROBLJA)

Groblje se definira kao ograđeni prostor s grobnim mjestima, komunalnom infrastrukturom i pratećim građevinama u vlasništvu jedinica lokalne samouprave. Zbog svojih izraženih krajobraznih značajki, pojedini tipovi groblja s pravilnim nizovima stabala i travnatim površinama prepoznati su kao važni elementi zelene infrastrukture, a neka su proglašena i spomenicima parkovne arhitekture. Na području Grada Varaždina nalaze se tri takva prostora, od kojih je najveće Varaždinsko gradsko groblje s površinom od 19 hektara. Uz njega, registrirani su i groblje u Biškupcu koje se prostire na jednom hektaru te povijesno Židovsko groblje površine 2,18 hektara.

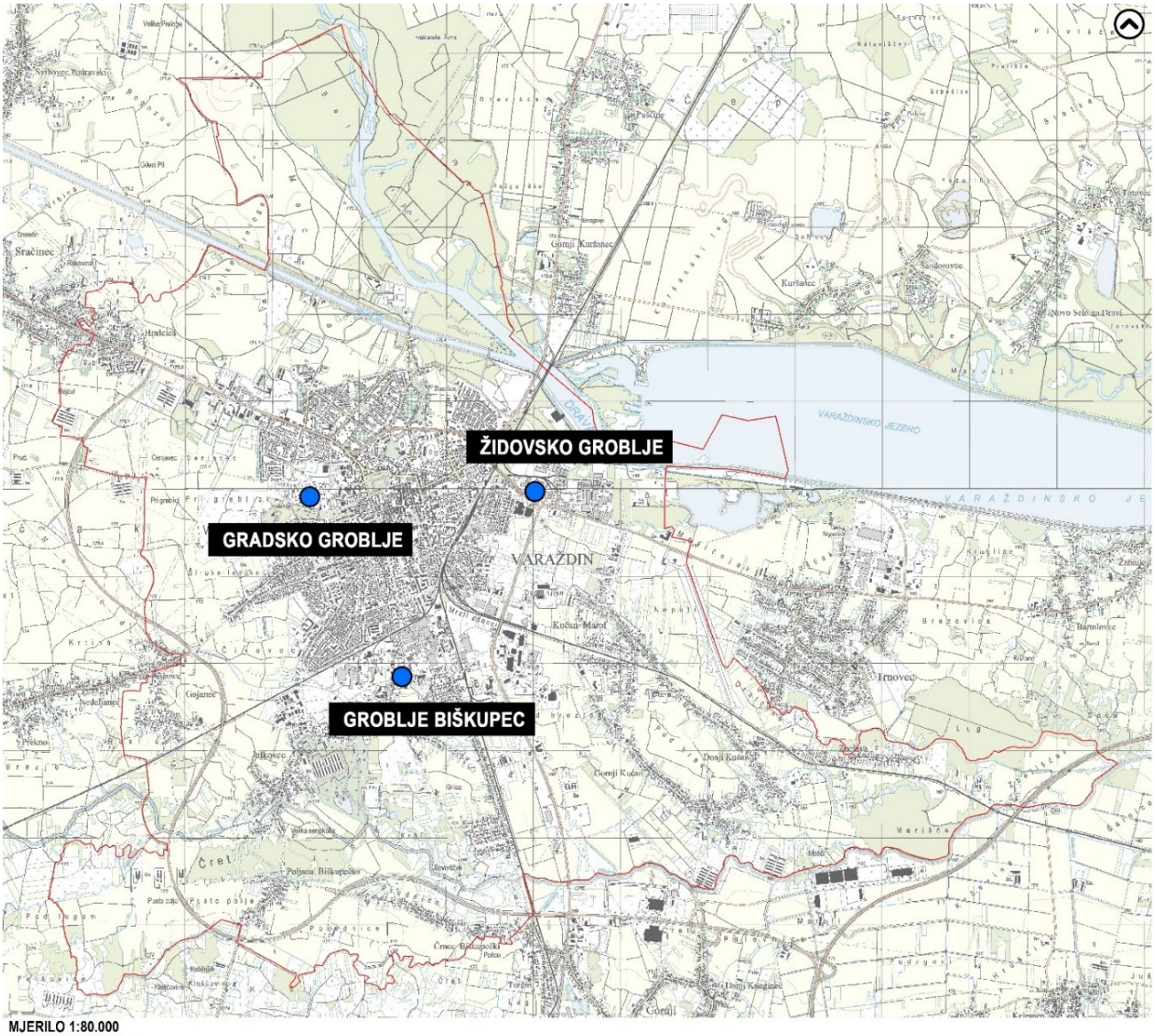
Tablica 7. Groblja na području Grada Varaždina.

–	NAZIV	UKUPNA POVRŠINA (ha)	ZAŠTIĆENI DIO GROBLJA (ha)	ZAŠTITA[27]
1.	Varaždinsko gradsko groblje	19	8	Kultura, Priroda
2.	Groblje u Biškupcu	1	1	–
3.	Židovsko groblje	2,18	–	Kultura

Varaždinsko gradsko groblje utemeljeno je 1773. godine nakon ukaza carice Marije Terezije o zabrani ukopa unutar gradskih zidina, a svoj prepoznatljiv krajobrazni oblik počelo je dobivati tijekom 19. stoljeća kroz radove nadziratelja Josipa Matušina. Ključnu prostornu i estetsku transformaciju groblje je doživjelo početkom 20. stoljeća pod vodstvom Hermana Hallera, koji ga je od 1905. godine sustavno oblikovao kao skladnu hortikulturnu i memorijalnu cjelinu. Njegova koncepcija počiva na promišljenom rasporedu tuja (Thuja occidentalis) u kombinaciji s bjelogoričnim drvećem i ukrasnim grmljem, čime su definirana grobna polja s umjetnički vrijednim spomenicima te povijesnim cjelinama poput groblja palih ratnika i spomen-kosturnice žrtvama fašizma. Zbog svoje iznimne vrijednosti, groblje je danas dvostruko zaštićeno kao spomenik parkovne arhitekture te kao kulturno-povijesna cjelina, čime se potvrđuje njegov status jednog od najljepših europskih počivališta. Varaždinsko gradsko groblje od 2003. godine punopravni je član Udruge značajnih groblja Europe (ASCE), prestižne organizacije koja okuplja najvrjednija europska počivališta s naglaskom na njihovu povijesnu, umjetničku i hortikulturnu važnost. Zahvaljujući ovom statusu, groblje je sastavni dio međunarodnog projekta Ruta europskih groblja, koja je pod pokroviteljstvom Vijeća Europe priznata kao jedna od ključnih kulturnih ruta za promicanje europske baštine.

Današnje Židovsko groblje u Varaždinu utemeljeno je početkom 19. stoljeća na tadašnjem istočnom rubu grada, a njegovu povijesnu jezgru čini mrtvačnica izgrađena 1810. godine. Ova samostojeća građevina, koju je 1927. godine prema načelima klasicizma preuredio arhitekt Vinko Morandini, ističe se funkcionalnim tlocrtom i simetričnim pročeljem uz južni rub parcele. Pravokutni prostor groblja u cijelosti je definiran kamenim zidovima s triju strana te dekorativnom ogradom od lijevanog željeza na južnoj granici. Zbog svoje povijesne i arhitektonske vrijednosti, cijeli je kompleks upisan u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske kao zaštićeno nepokretno kulturno dobro u kategoriji memorijalnih građevina.

[27] KULTURA – Zaštićeno područje prema Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara "Narodne novine" broj 145/24, PRIRODA – Zaštićeno područje prema Zakon o zaštiti prirode "Narodne novine" broj 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23.

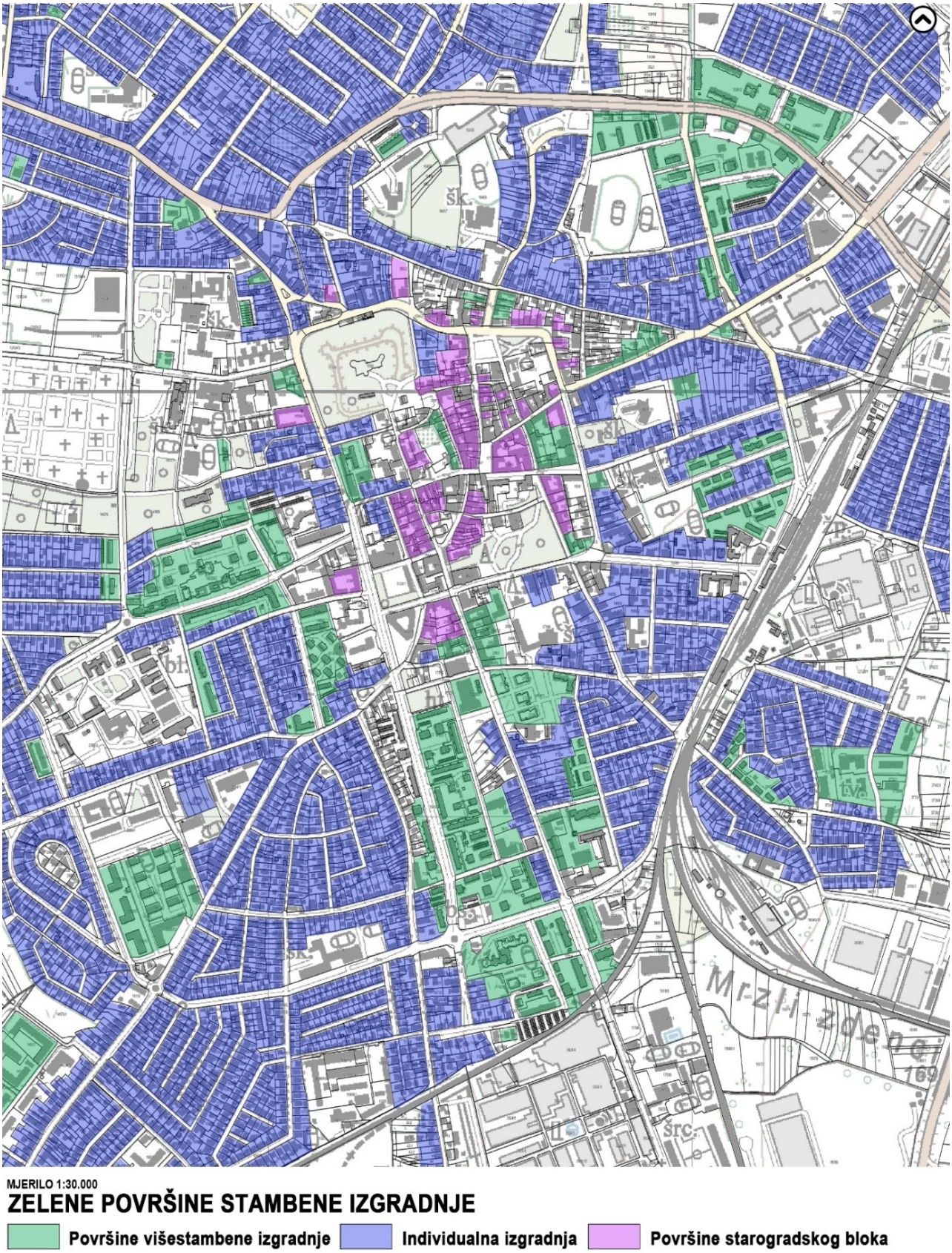


Grafički prikaz 16. Groblja na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, Odluka o grobljima, obrada autora.

ZELENE POVRŠINE UZ STAMBENE ZGRADE (STAMBENA DVORIŠTA)

Privatni vrtovi te javni i polujavni prostori unutar stambenih naselja predstavljaju važne elemente zelene infrastrukture koji, uz pravilno oblikovanje, mogu formirati važne urbane koridore. Iako su ti prostori ključni za kvalitetu svakodnevnog života i osobnu identifikaciju stanara s okolišem, suvremeni prostorni planovi često ne definiraju dovoljno precizne smjernice za njihovu funkciju i uređenje.

Urbanistički razvoj Grada Varaždina odvijao se oko povijesne jezgre, dijelom u gotovo koncentričnom obliku, a dijelom longitudinalno, prateći smjer glavnih prometnica. Tradicionalna izgradnja bila je organizirana uzduž ulica, s nizovima objekata usklađenih pročelja, čime se očuvala vizualna i ambijentalna cjelovitost prostora. U novije vrijeme prevladava tipologija obiteljskih kuća koje se grade kao slobodnostojeći objekti, dvojni objekti ili nizovi kuća, najčešće s obilježjima rezidencijalnog stanovanja i karakterističnim predvrtovima. Višestambena izgradnja intenzivirala se u posljednjih pedesetak godina, osobito u pojedinim dijelovima grada – primjerice, između Ulica Zrinskih i Frankopana te Ulice J. Kozarca, kao i na području omeđenom Trakošćanskom ulicom i Ulicom braće Radića, te u naselju Banfica, između stadiona Sloboda i Ludbreške ulice. U novije vrijeme višekatne stambene zgrade izgrađene su i na perifernim dijelovima grada, poput Harambašićeve i Križanićeve ulice. Za potrebe sustavnog upravljanja zelenom infrastrukturom u zonama stambene izgradnje, zelene površine klasificirane su u tri funkcionalne kategorije: zelene površine višestambene izgradnje, zelene površine individualne izgradnje s pripadajućim vrtovima i dvorišne zelene površine starogradskog bloka.



Grafički prikaz 17. Zelene površine stambene izgradnje.
Izvor podataka: DGU, GUP Varaždin, obrada autora.



Zelene površine višestambene izgradnje predstavljaju uređene ili prirodne otvorene prostore koji se nalaze unutar ili u neposrednoj blizini zona višestambenog stanovanja, a služe kao prostori za rekreaciju, odmor, estetsko uređenje okoliša te poboljšanje mikroklimatskih i ekoloških uvjeta u urbanim sredinama.

Zelene površine individualne izgradnje s pripadajućim vrtovima obuhvaćaju otvorene, vegetacijski uređene prostore koji se nalaze unutar čestica obiteljskih kuća, vila ili drugih oblika individualnog stanovanja. Te površine čine okućnice, predvrtove, stražnje vrtove i druge zelene dijelove koji su dio privatnog posjeda.

Dvorišne zelene površine starogradskog bloka Grada Varaždina predstavljaju zatvorene ili poluzatvorene zelene prostore smještene unutar blokova povijesne jezgre grada, omeđene građevinskim nizovima uzduž ulica. Ove površine najčešće pripadaju parcelama stambenih, poslovno-stambenih ili javnih objekata i povijesno su se oblikovale kao unutarnja dvorišta, vrtovi, okućnice i pomoćni prostori iza glavnih zgrada.

ZELENE POVRŠINE UZ ZGRADE JAVNE, DRUŠTVENE I GOSPODARSKE NAMJENE

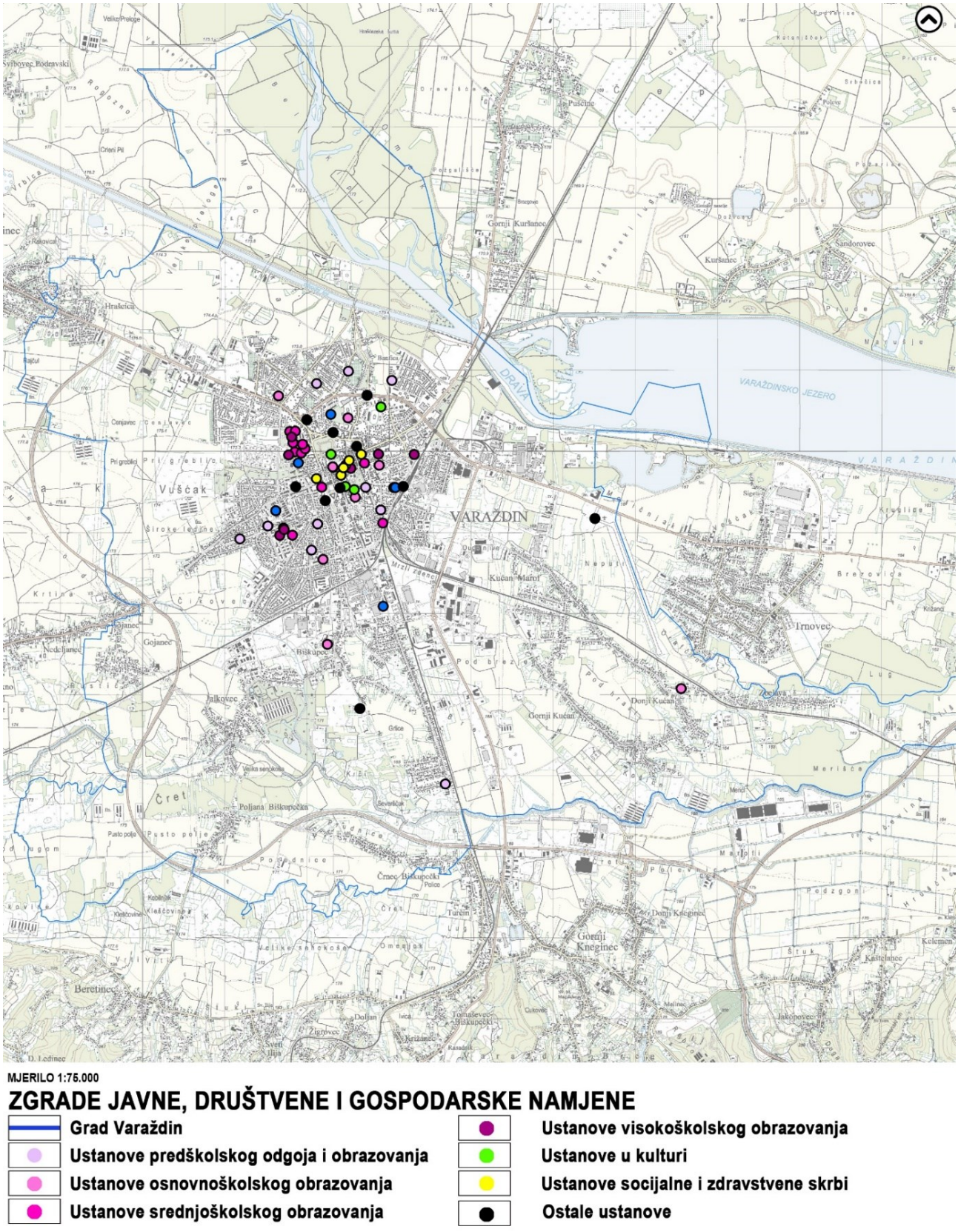
Otvorene površine uz javne, društvene i gospodarske objekte, poput škola, vrtića, zdravstvenih ustanova i trgovačkih centara, predstavljaju važne elemente održivog urbanog razvoja i formiranja koridora zelene infrastrukture. Iako su ovi prostori važni za veći broj funkcija (ambijentalno-vizualna kvaliteta, poboljšanje mikroklimatskih uvjeta, omogućavanje odvijanje aktivnosti na otvorenom), trenutni prostorni planovi često ne definiraju dovoljno precizne smjernice za njihovu funkciju i oblikovanje. U nastavku su, kroz tablični i grafički prikaz, predstavljene lokacije zelenih površina uz javne i društvene objekte.

Tablica 8. Javne i društvene ustanove na području Grada Varaždina.

–	USTANOVA	ADRESA
–	USTANOVA PREDŠKOLSKOG ODGOJA I OBRAZOVANJA	
1.	Dječji vrtić "Varaždin"	Dravska 1, Varaždin
2.	Dječji vrtić "Bajka"	Široke ledine 16, Varaždin
3.	Dječji vrtić "Čira-čara"	Anina 27, Varaždin
4.	Dječji vrtić "Dječji svijet"	Franje Galinca 2, Varaždin
5.	Dječji vrtić "Vrtić Panda"	Hercegovačka 29, Varaždin
6.	Dječji vrtić "Pinokio"	Ivana Trnskoga 21, Varaždin
7.	Dječji vrtić "Sveta Uršula"	Uršulinska 3, Varaždin
8.	Dječji vrtić "Zečić"	Plitvička 3, Varaždin
9.	Dječji vrtić "Zeko"	Jurja Križanića 96, Varaždin
10.	Dječji vrtić "Malo drvo"	Anina 2, Varaždin
11.	Dječji vrtić "Sreća"	Braće Slukan 2, Varaždin
–	USTANOVE OSNOVNOŠKOLSKOG ODGOJA I OBRAZOVANJA	
1.	I. Osnovna škola Varaždin	Kralja Petra Krešimira IV 19, Varaždin
2.	II. Osnovna škola Varaždin	A. Cesarca 10, Varaždin
3.	III. Osnovna škola Varaždin	Trg I. Perkovca 35, Varaždin
4.	IV. Osnovna škola Varaždin	M. A. Reljkovića 36, Varaždin
5.	V. Osnovna škola Varaždin	Vatrogasna ulica 5, Varaždin
6.	VI. Osnovna škola Varaždin	D. Demetra 14, Varaždin
7.	VII. Osnovna škola Varaždin	Varaždinska 131, Donji Kućan
8.	Centar za odgoj i obrazovanje "Tomislav Špoljar"	Jurja Križanića 33, Varaždin
9.	Katolička osnovna škola "Svete Uršule"	Uršulina ulica 1, Varaždin
–	USTANOVE SREDNJOŠKOLSKOG ODGOJA I OBRAZOVANJA	
1.	Prva gimnazija Varaždin	Petra Preradovića 14, Varaždin
2.	Druga gimnazija Varaždin	Hallerova aleja 6a, Varaždin
3.	Elektrostrojarska škola	Hallerova aleja 5, Varaždin
4.	Medicinska škola Varaždin	Vinka Međerala 11, Varaždin
5.	Gospodarska škola	Božene Plazzeriano 4, Varaždin
6.	Strojarska i prometna škola	Hallerova aleja 3/a, Varaždin
7.	Srednja strukovna škola	Božene Plazzeriano 4, Varaždin
8.	Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola	Hallerova aleja 3, Varaždin
9.	Prva privatna gimnazija s pravom javnosti	Frana Supila 22, Varaždin
10.	Glazbena škola	Kapucinski trg 8, Varaždin
11.	Učenički dom	Hallerova aleja 2, Varaždin
–	USTANOVE VISOKOŠKOLSKOG OBRAZOVANJA	
1.	Sveučilište Sjever	Ulica 104. brigade 3, Varaždin
2.	Fakultet organizacije i informatike	Pavlinska 2, Varaždin
3.	Geotehnički fakultet	Hallerova aleja 7 i Prilaz Fausta Vrančića 3, Varaždin
4.	Tekstilno-tehnološki fakultet	Hallerova aleja 6, Varaždin
5.	Studentski centar	Kralja Petra Krešimira IV 42, Varaždin
–	USTANOVE U KULTURI	
1.	Knjižnica i čitaonica "Metel Ožegović"- odjel za odrasle	Franjevački trg 4, Varaždin
2.	Knjižnica i čitaonica "Metel Ožegović"- odjel za djecu	Augusta Cesarca 10, Varaždin

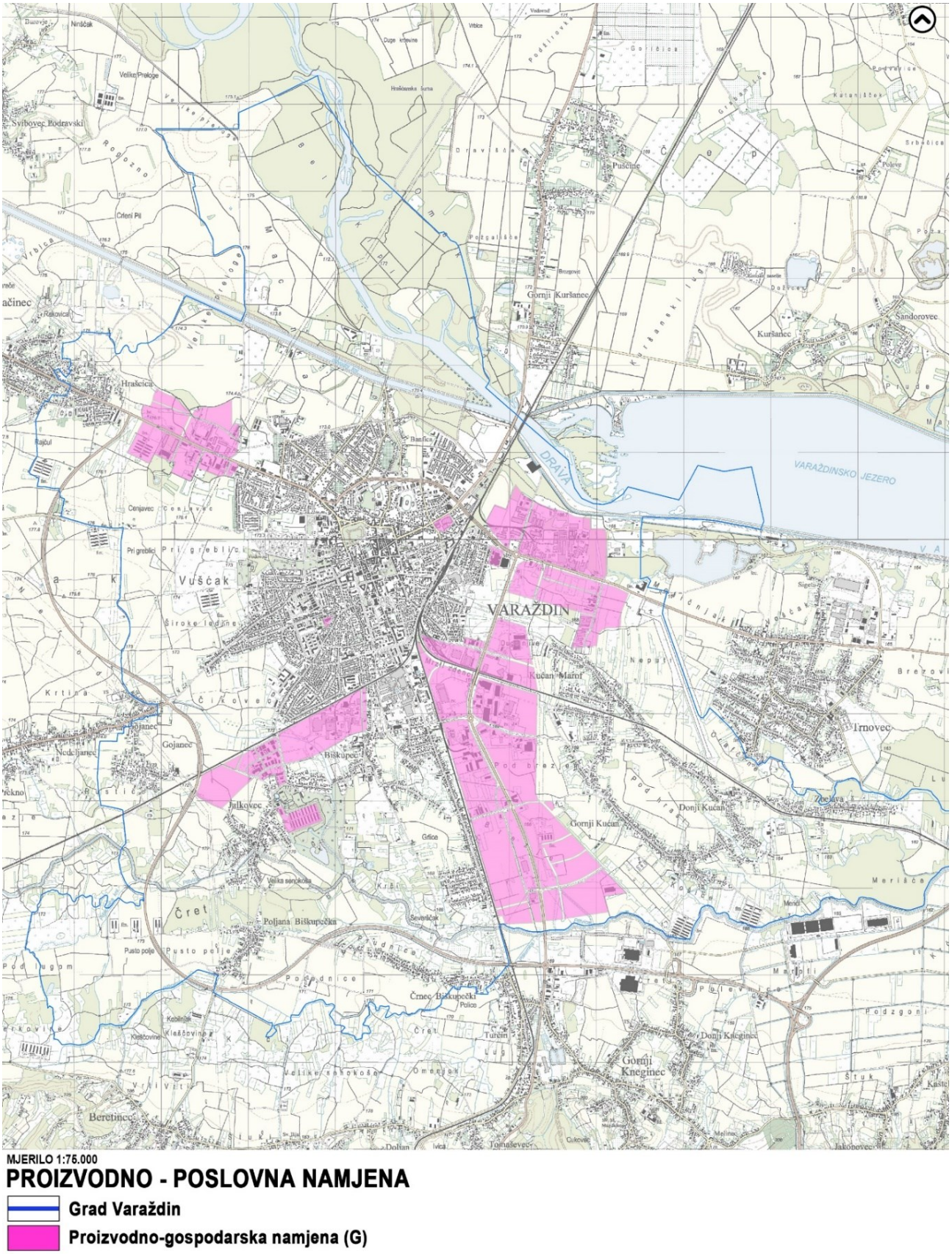
3.	Knjižnica i čitaonica "Metel Ožegović"- ogranak Banfica	Ulica Nikole Tesle 20, Varaždin
4.	Hrvatsko narodno kazalište	Augusta Cesarca 1, Varaždin
5.	Gradski muzej Varaždin	Šetalište J. J. Strossmayera 3, Varaždin
–	USTANOVE SOCIJALNE I ZDRAVSTVENE SKRBI	
1.	Dom za žrtve obiteljskog naselja "Utočište Sveti Nikola"	P.P. 80, Varaždin
2.	Centar za pružanje usluga u zajednici	Graberje 33, Varaždin
3.	Dom za starije i nemoćne osobe	Zavojna 6, Varaždin
4.	HZMO Područni ured Varaždin	Kolodvorska 20c, Varaždin
5.	Dom zdravlja Varaždinske županije	Kolodvorska 20, Varaždin
6.	Dom Zdravlja	Zagrebačka ulica 94, Varaždin
7.	Opća bolnica Varaždin	Ivana Meštrovića 1, Varaždin
–	GRADSKE I UPRAVNE USTANOVE	
1.	Općinski sud u Varaždinu	Ulica Braće Radić 2, Varaždin
2.	Gradska uprava	Trg kralja Tomislava 1, Varaždin
		Trg Slobode 12, Varaždin
		Petra Preradovića 10, Varaždin
		Franjevački trg 5, Varaždin
–	OSTALE USTANOVE / POVRŠINE	
1.	Autobusni kolodvor	Kapucinski trg 6, Varaždin
2.	Željeznički kolodvor	Ulica Frana Supila, Varaždin
3.	Zavod za znanstveni rad HAZU-a u Varaždinu	Vladimira Nazora 14, Varaždin
4.	Državni arhiv u Varaždinu	Davorina Trstenjaka 7, Varaždin
5.	Pošta	Trg slobode 9, Varaždin
6.	Aerodrom Varaždin	Podravska ulica 60, Varaždin
7.	Varaždinski plac	A. Šenoe 12, Varaždin
8.	Sajmište Biškupec	Sajmišna ulica, Varaždin
9.	Sajmište Banfica	Sajmište ulica, Varaždin
10.	Trg Mali plac	Mali plac 1, Varaždin

Izvor podataka: MZOM, GV, HZMO, GTV, obrada autora.



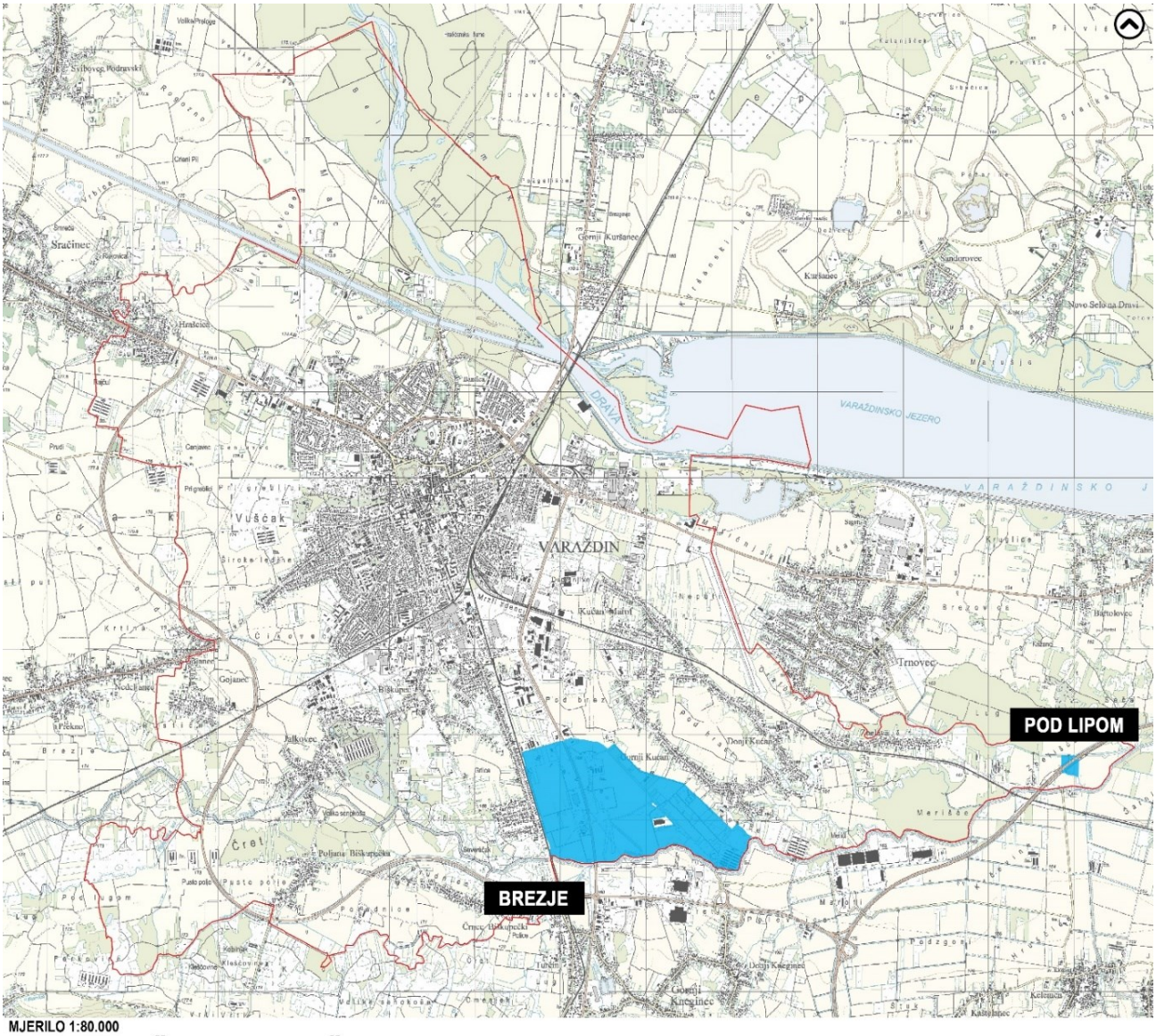
Grafički prikaz 18. Zelene površine javne i društvene namjene.
Izvor podataka: DGU, GUP Varaždin, MZOM, GV, HZMO, GTV, obrada autora.

S obzirom na površinu koju zauzima, zone gospodarske namjene predstavljaju drugu po veličini funkcionalnu prostornu kategoriju. Sukladno dokumentima prostornog uređenja, trenutačno su definirane tri gospodarske zone: (1) Zapadna gospodarska zona obostrano uz Optujsku ulicu, (2) Istočna gospodarska zona zauzima gotovo cijeli izgrađeni prostor istočno od pruga za Čakovec i Zagreb i (3) Južna gospodarska zona duž Golubovečke pruge s njezine južne strane.



Grafički prikaz 19. Postojeće i planirane površine proizvodno – gospodarske namjene.
Izvor podataka: DGU, GUP Varaždin, obrada autora.

ARHEOLOŠKI PARK



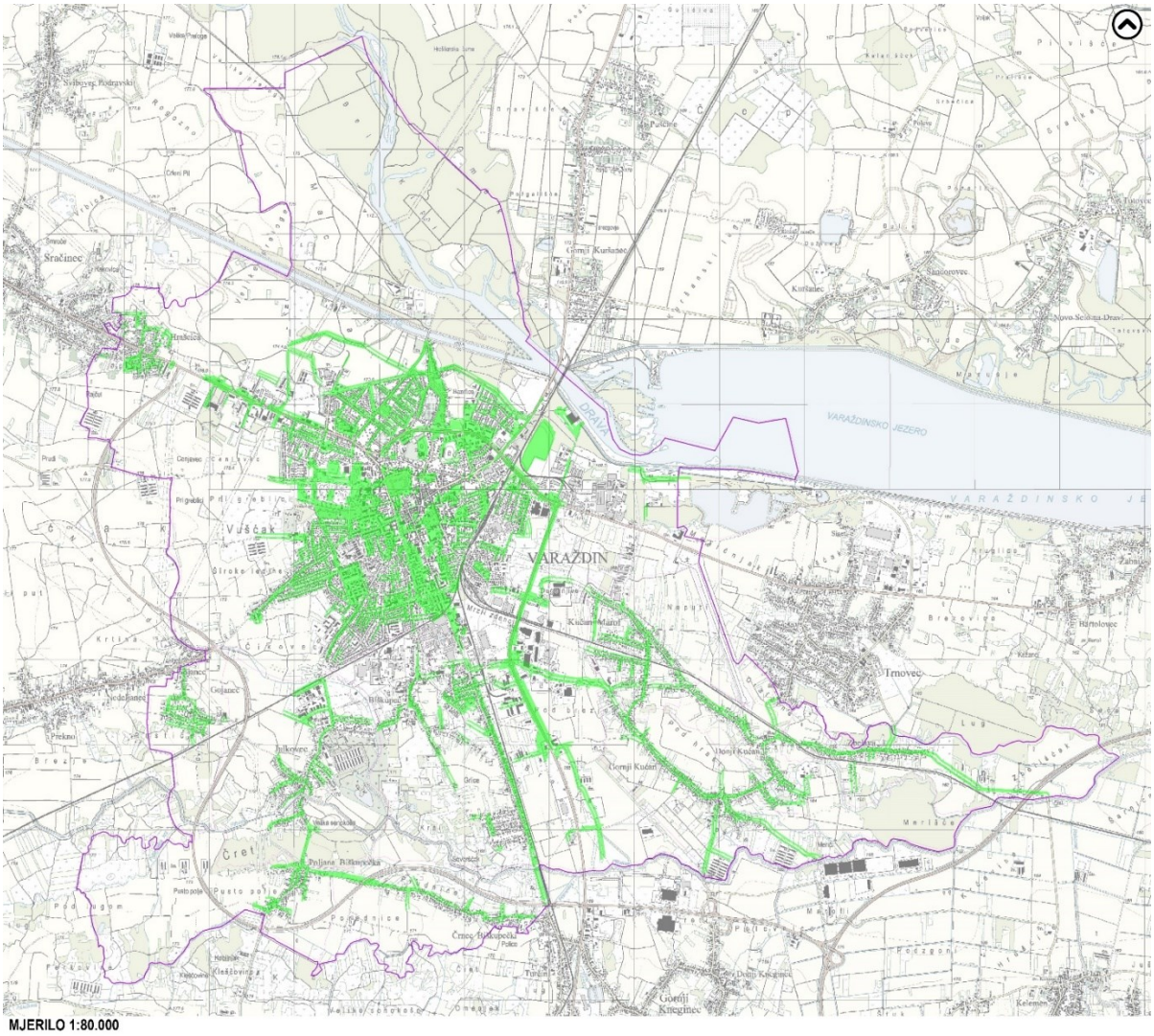
Grafički prikaz 20. Arheološka nalazišta na području Grada Varaždina
Izvor podataka: DGU, MINKUL, obrada autora.

Arheološki park predstavlja specifičan tip krajobraza s izraženom umjetničkom, povijesnom i antropološkom vrijednošću koji svjedoči o dugotrajnoj prisutnosti čovjeka u prostoru te je često evidentiran kao kulturno dobro. U prostoru se često pojavljuje kao travnata površina s vidljivim arheološkim ostacima, graditeljskim sklopovima ili diskretnim obrisima nekadašnjih građevina, a može biti smješten unutar širih prirodnih zona ili u sklopu gustih urbanih matrica. Ovisno o stupnju istraženosti i mjerama zaštite, ovakvi lokaliteti omogućuju primjerenu valorizaciju nalazišta kroz atraktivne kulturno-turističke i edukativne sadržaje koji privlače posjetitelje. Odgovarajućim uređenjem i promocijom arheoloških parkova ostvaruje se kvalitetan suodnos tradicije, okoliša i suvremenog čovjeka, čime se obogaćuje identitet i prepoznatljivost prostora.

Na području Grada Varaždina trenutačno nisu formirani službeni arheološki parkovi, no prema Registru kulturnih dobara Republike Hrvatske, postoje dva značajna arheološka nalazišta koja zbog svoje slojevitosti i položaja predstavljaju izniman potencijal za takvu namjenu. Arheološko nalazište "Pod lipom" (Z-2946) - smješteno je jugoistočno od naselja Zbelava na prirodnoj uzvisini uz rijeku Plitvicu, a svjedoči o kontinuitetu života od bakrenog doba do ranog srednjeg vijeka. Na ovom lokalitetu kružnog oblika pronađeni su brojni stambeni objekti i materijalni ostaci, od kojih su najznačajniji oni iz razdoblja lasinjske kulture i starijeg željeznog doba.

Arheološko nalazište "Brezje" (Z-6212) je prostrani višeslojni lokalitet smješten između željezničke pruge Varaždin – Zagreb i naselja Kučan, koji se proteže do rijeke Plitvice. Dosadašnja istraživanja na ovom terenu potvrdila su prisutnost naselja kroz gotovo sva povijesna razdoblja, uključujući bakreno, brončano i željezno doba, antiku te razvijeni srednji vijek. Zbog svoje veličine i povijesne važnosti, oba lokaliteta predstavljaju mogući potencijal za buduću kulturnu i turističku valorizaciju u sklopu sustava zelene infrastrukture Varaždina.

OSTALE POVRŠINE ZELENE INFRASTRUKTURE



Grafički prikaz 21. Travnjaci na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: GV, Parkovi d.o.o., obrada autora.

Travnjaci su antropogene zelene površine jednostavne strukture i jednolične teksture kojima dominira travnati pokrov uz minimalnu zastupljenost drveća i grmlja. Kao najčešća forma otvorenih prostora, oni tvore jasno omeđene cjeline koje u urbanim sredinama imaju različite namjene. Ovisno o funkciji, pojavljuju se kao ukrasni elementi uz javne i stambene objekte, kao dio parkova ili specijaliziranih sportskih terena ili pak kao javni upotrebni travnjaci s neograničenim pristupom za građane. Košeni travnjaci su najzastupljeniji oblik uređenih gradskih površina koje obilježava jednolična boja, niska strukturalna raznolikost i homogenizirana tekstura, uz potrebu za intenzivnim održavanjem koje uključuje redovitu košnju, navodnjavanje i uklanjanje korova. Unatoč rekreacijskoj i estetskoj ulozi, doprinose niskoj razini bioraznolikosti te imaju ograničen ekološki učinak, a zbog čestih intervencija u održavanju, pridonose emisijama stakleničkih plinova i povećanom korištenju resursa.

Urbane livade javljaju se kao održiva alternativa koja, premda manje pogodna za intenzivne sportske ili društvene aktivnosti, značajno potiče bioraznolikost, poboljšava mikroklmu, doprinosi boljoj infiltraciji oborinskih voda, regulaciji temperature i osigurava staništa za oprašivače i druge korisne organizme. Zahvaljujući svojoj strukturnoj i sezonskoj raznolikosti, livade smanjuju monotoniju klasičnih travnjaka i igraju ključnu ulogu u ublažavanju klimatskih promjena te smanjenju toplinskih otoka. Prema dostupnim podacima, na području Grada Varaždina je zabilježeno 13,60 hektara košenih travnjaka. Uvođenjem i širenjem površina pod urbanim livadama moguće je povećati ukupnu ekološku funkciju zelenih površina, smanjiti troškove održavanja te unaprijediti krajobraznu raznolikost i otpornost urbanog okoliša.

3.2. PLAVA INFRASTRUKTURA

U kontekstu razvoja zelene infrastrukture, izrazito važan element predstavljaju vodene površine koje mogu poboljšati ekološke, socijalne i ekonomske beneficije nekog prostora te predstavljaju važan segment zelene infrastrukture koja se naziva plavom infrastrukturom. Odgovarajućim planiranjem i upravljanjem plave infrastrukture može se doprinijeti sprječavanju poplava i širenju onečišćenja iz voda, poboljšanju kvalitete voda, održivom korištenju oborinskih voda, pozitivnim mikroklimatskim modifikacijama, očuvanju staništa te općenito porastu bioraznolikosti, atraktivnosti grada odnosno prepoznatljivosti slike grada, privlačnosti za rekreaciju, posjećivanju i nizu društvenih aktivnosti.

VODOTOCI, POPLAVNA PODRUČJA I POVRŠINSKE KOPNENE VODE

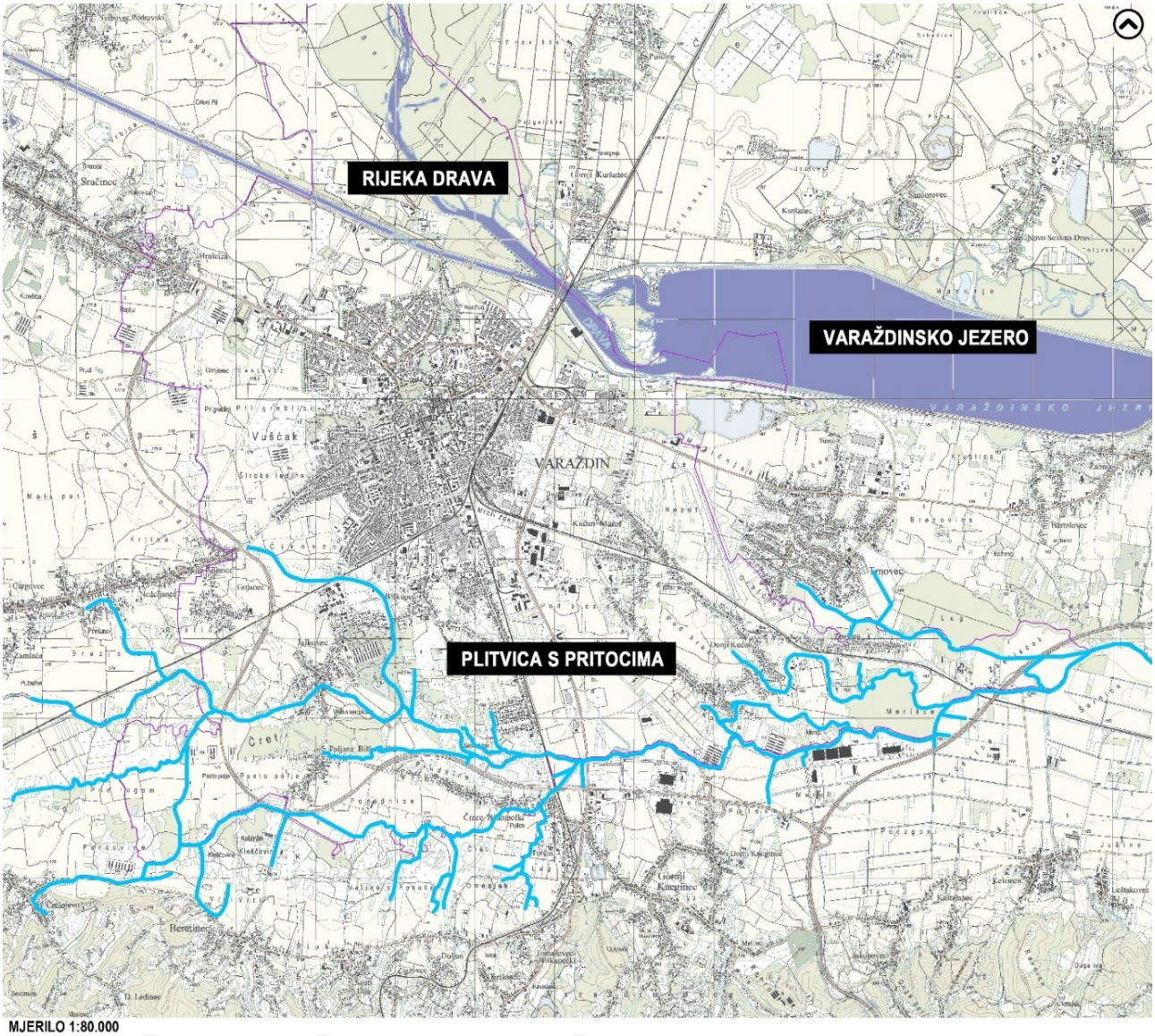
Vodotoci, u koje ubrajamo rijeke, potoke, kanale, jezera i ribnjake, čine osnovnu mrežu urbanog vodnog sustava i obuhvaćaju vodna te javno dostupna obalna područja s prevladavajućim prirodnim elementima. Ovi linijski prostori često su uređeni protupoplavnim i vodoprivrednim mjerama, no njihova uloga u urbanom tkivu nadilazi isključivo tehničku funkciju odvodnje. Poseban potencijal predstavljaju inundacijska područja koja omogućuju održivo upravljanje oborinskim vodama te istovremeno služe kao sigurna prirodna staništa i atraktivni prostori za rekreaciju i boravak na otvorenom. Prema suvremenim smjernicama za razvoj plave infrastrukture, integracija ovakvih vodenih elemenata i kišnih vrtova ključna je za ekološku stabilnost i estetsku vrijednost suvremenog grada.

Rijeka Drava predstavlja središnji hidrološki i kulturni element koji je presudno oblikovao reljef, vodoopskrbu i gospodarski razvoj Varaždina. Dok je u prošlosti njezina neukroćena narav uzrokovala česte poplave, sustavne regulacije obala i izgradnja nasipa tijekom 19. i 20. stoljeća omogućili su sigurnije poljoprivredno korištenje zaleđa i brži demografski uspon grada. Visoki hidroenergetski potencijal Drave u gornjoj Podravini iskorišten je izgradnjom HE Varaždin i HE Čakovec, čime je rijeka postala ključan energetski resurs regije. Na južnoj i istočnoj strani grad omeđuje rječica Plitvica, njezin najveći lokalni pritok, koja je zajedno s manjim potocima poput Crne mlake i Piškornice danas većinom kanalizirana i regulirana radi zaštite od poplava i pretvaranja vlažnih livada u plodne oranice.

Rijeka Drava i njezine akumulacije dio su ekološke mreže NATURA 200028 odnosno područje prepoznato kao jedno od najvažnijih staništa ugroženih biljnih i životinjskih vrsta u Europi. Zaštita ovog područja osigurava suživot gospodarskih aktivnosti i očuvanja prirode kroz strateško upravljanje, projekte revitalizacije i praćenje stanja bioraznolikosti čime se rijeka Drava transformira iz isključivo hidroenergetskog i vodoprivrednog resursa u ključni stup zeleno-plave infrastrukture Varaždina.

Projekt revitalizacije područja oko rijeke Drave (prostora Dravske park – šume)29 predstavlja jedan od najambicioznijih aktualnih zahvata u zelenu infrastrukturu Varaždina s glavnim ciljem „vratiti Varaždince rijeci Dravi" kroz održivo uređenje prostora, uz strogo poštivanje zaštite prirode (Natura 2000). Projektom su predviđene aktivnosti uređenja edukativnih i rekreativnih šetnica i staza, postavljanje sustava za praćenje okolišnih parametara i posjećenosti (senzori), uklanjanja invazivnih vrsta i sadnja autohtonog drveća radi očuvanja šumskog ekosustava te uređenje info-točaka i zona za boravak u prirodi edukativnog sadržaja. Provedbom projekta unaprijedit će se dijelovi park-šume u moderan, siguran i ekološki osviješten prostor za rekreaciju koji spaja gradsko središte s rijekom.

[28] Obuhvaća područje očuvanja značajna za divlje vrste i stanišne tipove (HR2001307 Dravske akumulacije) i područje očuvanja značajna za ptice (HR1000013 Dravske akumulacije)
[29] Projekt InterACT Green (Inter-Activist Green)



Grafički prikaz 22. Vodotoci i površinske kopnene vode Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, obrada autora.

3.3. SIVA INFRASTRUKTURA

Siva infrastruktura obuhvaća tradicionalne, tehnički projektirane sustave i objekte izgrađene od čvrstih materijala poput betona, asfalta i čelika, koji čine osnovu funkcioniranja suvremenog grada. Za razliku od zelene i plave infrastrukture, koje se oslanjaju na prirodne procese, siva infrastruktura temelji se na inženjerskim rješenjima usmjerenima na pružanje ključnih komunalnih usluga, prometnu povezanost i zaštitu od prirodnih nepogoda. U kontekstu urbanog razvoja, siva infrastruktura uključuje: prometnu mrežu, vodokomunalne sustave, energetsku i telekomunikacijsku mrežu te objekte zaštite. Iako je siva infrastruktura desetljećima bila primarni fokus urbanističkog planiranja zbog svoje učinkovitosti u rješavanju specifičnih tehničkih izazova, njezina samostalna primjena pridonosi problemima poput efekta „toplinskih otoka" i ubrzanog otjecanja oborinskih voda. Suvremeni pristup teži rješenjima kojima je cilj integrirati sivu infrastrukturu sa zelenim i plavim elementima kako bi se stvorio otporniji i održiviji urbani prostor koji istovremeno nudi tehničku pouzdanost i ekološku dobrobit.

PROMETNI SUSTAV (PROMET U MIROVANJU, PROMETNICE I SL.)

Prometni koridori predstavljaju linijske infrastrukturne sustave koji, uz kolne površine, obuhvaćaju pješačke i biciklističke staze te parkirališta. U kontekstu suvremenog planiranja, integracija elemenata zelene infrastrukture poput drvoreda, travnjaka i zaštitnog zelenila unutar ovih koridora postaje ključna za funkcionalnost i sigurnost prometa. Takve zelene površine stvaraju vizualni zaklon od izgrađenog prostora, smanjuju buku, prašinu i blještanje te ublažavaju pregrijavanje asfaltiranih ploha. Osim što pridonose boljoj sigurnosti prometa utjecajem na smanjenje brzine vožnje, ozelenjeni su koridori otporniji na urbane poplave jer omogućuju učinkovitiju apsorpciju oborinskih voda. Stoga transformacija tradicionalnih prometnica u zelene koridore predstavlja bitan korak prema održivom urbanom razvoju-

Cestovna mreža varaždinskog područja, koja obuhvaća autocestu te brojne državne, županijske i lokalne ceste, suočava se s izazovom tranzitnog teretnog prometa koji se unatoč izgrađenoj istočnoj zaobilaznici i dalje djelom odvija kroz središte grada. Trenutačno kroz Varaždin prolaze trase dviju ključnih državnih cesta - DC2 i DC3, dok željezničku infrastrukturu čine neelektrificirane regionalne pruge prema Čakovcu i Dalju te lokalna pruga prema Golubovcu.

Posebno važan segment prometne infrastrukture čine javna parkirališta i garaže, koja su sukladno Odluci iz 2024. godine klasificirana prema pripadnosti parkirališnim zonama i blokovima. U tabličnom prikazu u nastavku navedeni su relevantni podaci o javno dostupnim parkiralištima, uključujući njihovu lokaciju i kapacitet. Ozelenjavanje parkirališnih površina, osobito kroz sadnju stabala s visokim krošnjama, presudno je za smanjenje efekta toplinskih otoka na velikim asfaltiranim plohama. Osim što pružaju prirodnu sjenu i štite vozila od izravnog sunčevog zračenja, zeleni elementi na parkiralištima poboljšavaju vizualni identitet prostora i omogućuju prirodno dreniranje oborinskih voda.

Tablica 9. Lokacije javnih parkirališta i broj parkirnih mjesta.

–	**LOKACIJE**	BROJ PM	BROJ PM ZA INVALIDE	BROJ PM ZA PUNJENJE EL. AUTOMOBILA
–	PARKIRALIŠNE ZONE			
1.	Ulica braće Radić – garaža	57	3	–
2.	Trg Slobode	20	8	–
3.	Pavlinska ulica	32	–	–
4.	Ulica I. Kukuljevića (od Ulice A. Šenoe do Ulice P. Preradovića)	8	2	–
5.	Ulica Alojzija Stepinca	43	4	–
6.	Trg bana Josipa Jelačića	91	8	–
7.	Ulica P. Preradovića (od Ul. I. Kukuljevića do Trga bana Jelačića)	22	–	–
8.	Ulica I. Kukuljevića (od Ulice P. Preradovića do Ulice O. Price)	5	–	–
9.	Trg bana Jelačića (II. zona)	20	–	2
10.	Ulica P. Preradovića (od Kolodvorske ulice do Ulice I. Kukuljevića)	54	2	–
11.	Ulica Augusta Cesarca	34	1	–
12.	Ulica Franca Prešerna (uzdužno kraj Konzuma)	7	–	–
13.	Zagrebačka ulica (ispred ljekarne, do k.č. br.13)	14	1	–
14.	Zagrebačka ulica (ispred Konzuma, do k.č. br.24)	37	2	–
15.	Ulica Antuna Mihanovića	8	–	–
16.	Ulica braće Radić (od Ulice Stanka Vraza do Kratke ulice)	25	2	2
17.	Ulica Frana Kurelca	13	2	–
18.	Ulica Zvonimira i Vladimira Milkovića	29	2	–
19.	Ulica kralja Petra Krešimira IV. (kod VTV-a i I. OŠ Varaždin)	30	4	–
20.	Ulica Vladimira Nazora	31	1	–
21.	Kolodvorska ulica	78	6	–
22.	Zagrebačka ulica (od poliklinike Agram do Eurohercove zgrade)	24	1	–
23.	Ulica braće Radić (od Kratke ulice do Ulice I. Meštrovića, lijeva strana)	56	3	–
24.	Ulica braće Radić (kod Konzuma)	24	2	–
25.	Ulica braće Radić (kod starog ulaza u bolnicu)	7		–
26.	Ulica Ivana Meštrovića	34	4	–
27.	Ulica Ognjena Price	80	6	–
28.	Ulica baruna Trenka	10	–	–
29.	Ulica kralja Petra Krešimira IV.	19	–	–
30.	Ulica Vinka Međerala (kod Sveučilišta Sjever)	15	–	2
31.	Kratka ulica (nasuprot Elektre Varaždin)	24	2	–
32.	Ulica Ferdinanda Konščaka (kod Konzuma)	13	1	–
33.	Ulica Mihovila Pavleka Miškine (mala pošta)	15	1	–
34.	Jalkovečka ulica	8	–	–
35.	Ulica Vjekoslava Spinčića	9	2	–
–	PARKIRALIŠNI BLOKOVI			
1.	Blok A – prostor istočnije od Ul. Stanka Vraza – prilaz preko Ul. V. Lisinskog	61	4	–
2.	Blok B –parkiralište istočnije od Zagrebačke ul a južno od Ul. Franca Prešerna	229	12	–
3.	Blok 3 – Parkiran mjesta u Trakošćanskoj ulici te dio u Ulici braće Radić	438	23	–

Izvor podataka: Odluka o određivanju javnih parkirališta i garaža na području Varaždina.

Uspostava drvoreda duž glavnih prometnih koridora i industrijsko-poslovnih zona predstavlja ključan potencijal za podizanje ambijentalne vrijednosti Varaždina te ublažavanje negativnih utjecaja prometa poput buke i prašine. Sustavno ozelenjivanje cestovne i ulične mreže izravno pridonosi zdravijem okolišu i zaštiti stanovništva. U nastavku je grafički prikazana aktualna ulična mreža s kartiranim stablašicama, koja služi kao podloga za daljnje planiranje i širenje zelene infrastrukture unutar prometnih pojaseva grada.



Grafički prikaz 23. Prometna infrastruktura i kartirana stabla.
Izvor podataka: DGU, GV, Parkovi, obrada autora.

OTVORENI PROSTORI (TRGOVI I DRUGE POPLOČENE JAVNE POVRŠINE)

Trg je definiran kao otvoreni gradski prostor omeđen zgradama ili ulicama, a njegove dimenzije variraju od manjih urbanih platoa do velikih javnih površina. Iako trgovi mogu biti u potpunosti popločani, njihova uloga u sklopu zelene infrastrukture postaje ključna kroz integraciju elemenata zelenila i vode, čime se izravno utječe na poboljšanje kvalitete zraka, smanjenje buke i ublažavanje stresa kod korisnika. Prisutnost vegetacije na trgovima značajno pridonosi ugodnosti boravka na otvorenom, no njezin odabir mora biti prilagođen specifičnim urbanim uvjetima poput zbijenosti tla i ograničenih količina oborina. Prema smjernicama za održivi urbanizam, trgovi opremljeni otpornim biljnim vrstama postaju važni ekološki punktovi koji podižu estetsku i funkcionalnu vrijednost gradskog središta. Na području Gradu Varaždinu postoji više trgova koji su važni za gradski život, povijest i kulturu, a u nastavku su prikazani oni najvažniji.

Tablica 10. Trgovi na području Grada Varaždina.

–	NAZIV TRGA	KATASTARSKA ČESTICA	POVRŠINA (ha)
1.	Trg kralja Tomislava	17743 k.o. Varaždin	0,22
2.	Franjevački trg	17742 k.o. Varaždin	0,34
3.	Kapucinski trg[30]	3129/1, 15444 k.o. Varaždin	0,95
4.	Trg Miljenka Stančića	3097/1 k.o. Varaždin	0,14
5.	Trg Slobode	15598 k.o. Varaždin	0,39
6.	Trg Matije Gupca	18104 k.o. Varaždin	3,75
7.	Trg bana Josipa Jelačića[31]	17725 k.o. Varaždin	1,53
8.	Trg tradicijskih obrta	1539 k.o. Varaždin	0,02
9.	Trg kralja Petra Svačića	18067 k.o. Varaždin	0,6
10.	Europski trg	14796 k.o. Varaždin	0,06

Trg kralja Tomislava (Korzo) središnji je gradski trg. Primarno je popločan radi održavanja javnih manifestacija, a njegovu zelenu komponentu čine sezonsko cvijeće i okolni drvoredi u prilaznim ulicama koji vizualno otvaraju prostor prema povijesnoj vijećnici.

Franjevački trg je jedan od najreprezentativnijih baroknih prostora u Hrvatskoj koji izravno povezuje Korzo s palačama i crkvom. Njegovo zelenilo je diskretno, uglavnom u obliku sezonskih cvjetnih instalacija i žardinjera, čime se čuva čistoća vizura na povijesnu arhitekturu, dok okolna stabla u prilaznim ulicama pružaju potrebnu sjenu.

Kapucinski trg predstavlja moderni, suvremeni trg u gradu, izgrađen iznad podzemne garaže. Zbog specifične konstrukcije, zelenilo je organizirano u zelenim otocima s otpornim vrstama grmlja i nižeg drveća, dok sustav vodenih mlaznica (fontana) služi kao ključni element "plave infrastrukture" za rashlađivanje prostora tijekom ljetnih mjeseci.

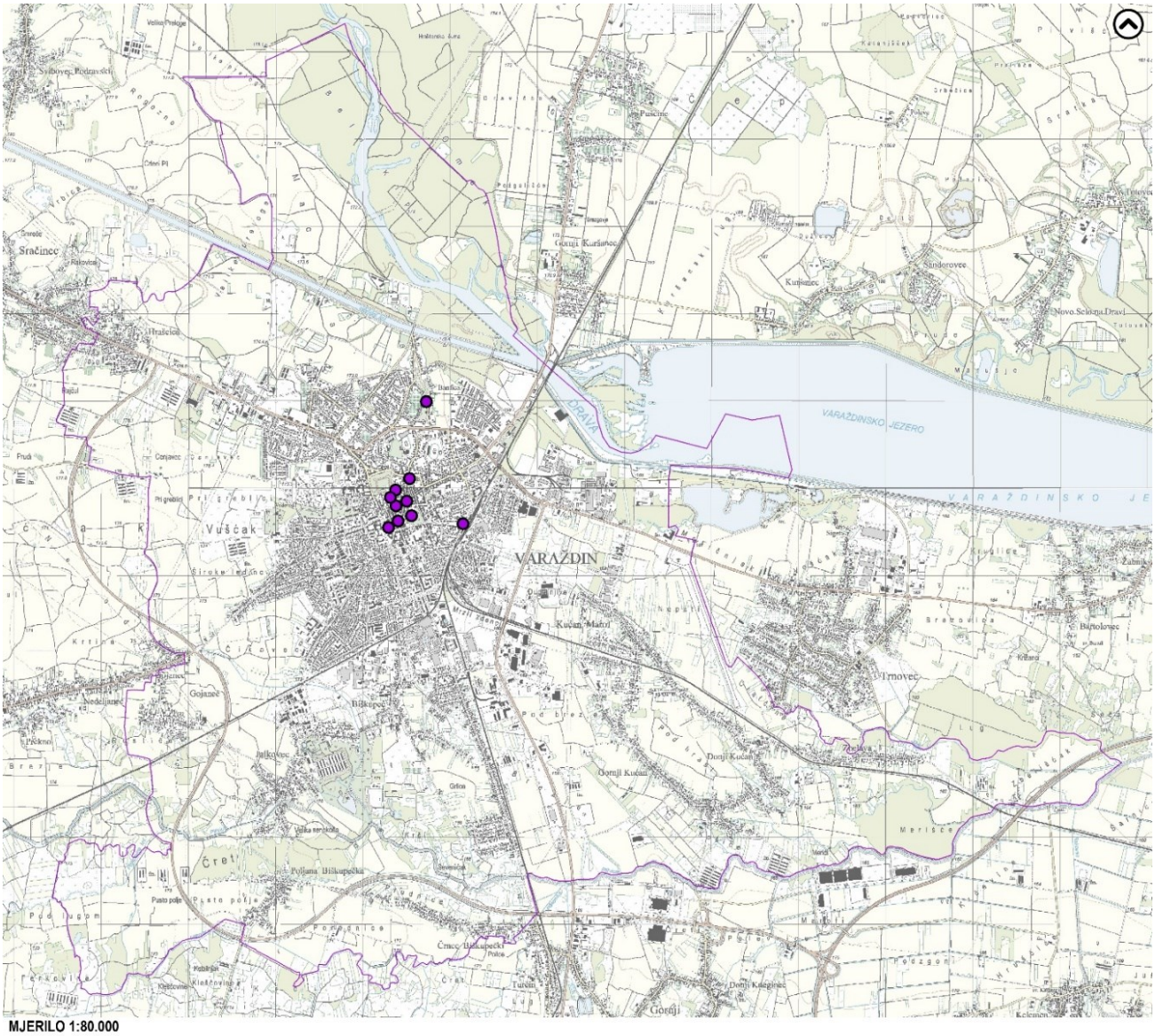
Trg Miljenka Stančića jedan je od najslikovitijih i najposjećenijih varaždinskih trgova, smješten na samom rubu povijesne jezgre u neposrednoj blizini Starog grada. Zbog svojeg položaja i vizure na kulu utvrde, često se naziva i "vratima Starog grada", a u kontekstu zelene infrastrukture predstavlja ključnu dodirnu točku između stroge urbane matrice i prostranih parkovnih površina šetališta.

Trg slobode obilježen je većim udjelom visokog zelenila i drvoreda koji ga povezuju s okolnim parkovnim sustavom, čime se postiže značajno smanjenje buke i prašine u frekventnom dijelu grada.

Trg Matije Gupca je manji gradski trg smješten u sjevernom dijelu centra i služi kao važna zelena oaza unutar stambeno-poslovne zone. Njime dominiraju visoka stabla i travnate površine, što ga čini više sličnim džepnom parku (tzv. pocket park) nego klasičnom popločanom trgu.

Trg bana Josipa Jelačića je smješten uz samu tržnicu stoga ovaj trg predstavlja vitalno sjecište gradskog života. Karakterizira ga kombinacija otvorenog popločanog prostora i rubnog zelenila, a nedavna arheološka istraživanja kod Lisakove kule otvorila su put za buduću integraciju povijesnih slojeva s modernim urbanim namještajem i drvoredima.

[30] Katastarska čestica broj 15444, k.o. Varaždin čini ulični dio trga.
[31] U sklopu katastarske čestice nalazi se park s dječjim igralištem, parkiralište, manji ugostiteljsko-uslužni objekti te dijelovi prometnice.



Grafički prikaz 24. Trgovi na području Grada Varaždina.
Izvor podataka: DGU, GV, obrada autora.

Trg tradicijskih obrta je manji, intimniji trg smješten nasuprot Uršulinske crkve, koristi zelenilo i sjenu obližnjih stabala kako bi stvorio ugodnu mikroklimu za posjetitelje i obrtnike, djelujući kao zeleni džep unutar povijesne jezgre.

Trg Petra Svačića nalazi se u blizini željezničkog kolodvora i predstavlja važnu ulaznu točku u grad. Njegovo uređenje uključuje prostrane travnate površine i drvorede koji vizualno i funkcionalno povezuju prometnu infrastrukturu s obližnjim stambenim blokovima, smanjujući utjecaj buke.

Europski trg smješten je ispred zgrade suda. Ovaj trg funkcionira kao suvremeni pješački čvor. Njegov dizajn uključuje moderne klupe i linearno postavljena stabla koja ublažavaju stroge linije okolnih zgrada, stvarajući ugodan prijelaz prema zoni pješačke jezgre.



4. PROJEKTANTSKO – PLANERSKI PARAMETRI RJEŠENJA UTEMELJENIH NA PRIRODI

Projektiranje rješenja utemeljenih na prirodi (eng.*Nature-Based Solutions - NbS*) u urbanim sredinama zahtijeva integrirani pristup koji povezuje principe urbanističkog planiranja, krajobrazne arhitekture i urbanog ekološkog inženjerstva. Za razliku od konvencionalne infrastrukture koja je najčešće usmjerena na rješavanje jednog specifičnog tehničkog problema, sustavi utemeljeni na prirodi djeluju kroz niz međusobno povezanih ekoloških procesa te istodobno ostvaruju više funkcija u urbanom prostoru. Takva rješenja doprinose regulaciji urbanog vodnog ciklusa, ublažavanju efekta urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka, povećanju bioraznolikosti te unaprjeđenju prostorne i društvene kvalitete urbanog okoliša. Zbog svoje multifunkcionalne prirode NbS sustavi zahtijevaju jasno definirane projektantsko–planerske parametre koji omogućuju njihovo sustavno planiranje, dimenzioniranje i vrednovanje. U tom kontekstu projektantski parametri predstavljaju kvantificirane ili opisne pokazatelje koji definiraju osnovna funkcionalna svojstva pojedinog rješenja te omogućuju procjenu njegove učinkovitosti u odnosu na hidrološke, klimatske i ekološke procese u urbanom prostoru. Takvi parametri omogućuju usporedivost različitih tipova rješenja te olakšavaju njihovu integraciju u prostorne planove i projektantske postupke.

U urbanističkom i krajobraznom planiranju projektantsko–planerski parametri imaju važnu ulogu jer omogućuju objektivno vrednovanje ekološke učinkovitosti. Njihova primjena omogućuje integraciju elemenata zelene infrastrukture u različite razine prostornog planiranja, od strateških urbanističkih dokumenata do detaljnih projektantskih rješenja. Istodobno, takvi parametri predstavljaju osnovu za projektiranje održivih sustava upravljanja oborinskim vodama, optimizaciju mikroklimatskih uvjeta te povećanje ekološke otpornosti urbanog prostora. Definiranje projektantsko–planerskih parametara također omogućuje razvoj integriranih pokazatelja ekološke kvalitete urbanog prostora koji se mogu koristiti u različitim fazama planerskog i projektantskog procesa. Ti pokazatelji omogućuju analizu postojećeg stanja prostora, identifikaciju prostornih problema, planiranje intervencija te evaluaciju rezultata implementacije rješenja utemeljenih na prirodi. Na taj način parametri postaju važan alat za sustavno upravljanje urbanim okolišem i donošenje prostornih odluka utemeljenih na znanstvenim i stručnim kriterijima. U okviru ovog Plana identificiran je skup ključnih projektantsko–planerskih parametara koji imaju značajan utjecaj na funkcionalnost NbS sustava u urbanim sredinama. Odabrani parametri odnose se na osnovne ekološko - fizikalne procese koji sudjeluju u regulaciji (urbanog) vodnog ciklusa, oblikovanju mikroklimatskih uvjeta te funkcioniranju vegetacijskih sustava u urbanom prostoru. Ti parametri uključuju infiltraciju, albedo, evapotranspiraciju, retencijski kapacitet i udio vegetacije. Svaki od navedenih parametara predstavlja specifičan aspekt funkcioniranja urbanog ekosustava te omogućuje kvantitativno ili kvalitativno vrednovanje ekoloških karakteristika. **Infiltracija**[32] se odnosi na sposobnost tla i površinskih slojeva da upijaju i provode oborinsku vodu, čime se smanjuje površinsko otjecanje i opterećenje sustava oborinske odvodnje. **Albedo**[33] predstavlja refleksivnost površina i utječe na energetsku bilancu urbanog prostora, odnosno na količinu sunčeve energije koja se reflektira ili apsorbira na površini.

[32] Infiltracija predstavlja proces prodiranja oborinske vode u tlo, pri čemu voda ulazi u površinski sloj tla i postupno se kreće prema dubljim slojevima kroz pore tla i supstrata. Razvoj gradova u pravilu je povezan s povećanjem udjela nepropusnih površina poput asfalta, betona, prometnica, parkirališta i dr. Takve površine onemogućuju prirodno prodiranje vode u tlo, čime se značajno smanjuje infiltracijski kapacitet urbanog prostora. Posljedica toga je povećano površinsko otjecanje oborinskih voda, brže opterećenje sustava oborinske odvodnje te povećani rizik od urbanih poplava i lokalnih plavljenja. Osim toga, smanjena infiltracija negativno utječe na obnavljanje podzemnih vodnih resursa i može dovesti do promjena u lokalnom hidrološkom režimu. Rješenja utemeljena na prirodiimaju važnu ulogu u ponovnom uspostavljanju infiltracijskih procesa unutar urbanog okoliša. Elementi poput kišnih vrtova, infiltracijskih jaraka, vegetacijskih depresija, permeabilnih popločanja i različitih tipova zelenih površina projektiraju se s ciljem povećanja sposobnosti urbanog prostora da upija i privremeno zadržava oborinsku vodu. Na taj način smanjuje se opterećenje konvencionalnih sustava odvodnje, povećava lokalna retencija vode te se uspostavlja prirodniji hidrološki režim unutar urbanog sustava.

[33] Albedo predstavlja omjer reflektirane i upadne sunčeve radijacije na određenoj površini te označava sposobnost materijala ili površine da reflektira dio primljene sunčeve energije natrag u atmosferu. Vrijednost albeda izražava se kao bezdimenzijski koeficijent u rasponu od 0 do 1, pri čemu niže vrijednosti označavaju površine koje apsorbiraju veći dio sunčeve energije, dok više vrijednosti označavaju površine koje veći dio radijacije reflektiraju. U kontekstu urbanog okoliša albedo predstavlja važan parametar u regulaciji toplinskog režima prostora te ima značajnu ulogu u ublažavanju fenomena urbanog toplinskog otoka. U urbanim sredinama velik dio površina čine materijali s relativno niskim albedom, poput asfalta, tamnih krovnih pokrova, betonskih ploha i drugih građevinskih materijala koji apsorbiraju značajnu količinu sunčeve energije. Apsorbirana energija potom se pretvara u toplinu koja se akumulira u površinskim slojevima i postupno emitira u okolni zrak. Kao posljedica toga dolazi do povećanja temperature površina i zraka u urbanim područjima, osobito tijekom ljetnih mjeseci.U projektantskom i planerskom kontekstu albedo se može promatrati kao pokazatelj prosječne reflektivnosti površina unutar određenog prostora ili urbanog sustava.

Evapotranspiracija[34] obuhvaća procese isparavanja vode iz tla i vegetacije te ima značajnu ulogu u regulaciji temperature zraka i površina u urbanom prostoru. **Retencijski kapacitet**[35] odnosi se na sposobnost prostora da privremeno zadrži oborinsku vodu unutar vegetacijskih i tlo-supstratnih sustava, čime se smanjuje rizik od urbanih poplava i poboljšava upravljanje oborinskim vodama. **Udio vegetacije**[36] predstavlja jedan od ključnih pokazatelja ekološke kvalitete urbanog prostora jer vegetacijski pokrov izravno utječe na mikroklimu, infiltraciju vode, bioraznolikost i kvalitetu urbanog okoliša. Zajedničkim djelovanjem navedenih parametara moguće je procijeniti funkcionalnost različitih tipova rješenja utemeljenih na prirodi te njihovu sposobnost da doprinesu održivosti i otpornosti urbanog sustava. Upravo zbog toga projektantsko–planerski parametri predstavljaju važan analitički okvir za razvoj metodologije planiranja i implementacije NBS sustava u urbanom prostoru.

Tablica 11: Projektantsko – planerski parametri NbS-a.

PARAMETAR	OZNAKA	OPIS	JEDINICA
infiltracija	INF	sposobnost tla da upije oborinsku vodu	mm/h
albedo	ALB	refleksija sunčeve energije s površine	bezdimenzijski
evapotranspiracija	ET	količina vode koja isparava kroz vegetaciju	mm/dan
retencijski kapacitet	RET	količina vode koju sustav može zadržati	m³
udio vegetacije	VEG	udio vegetacijske površine	%

Definirani projektantsko–planerski parametri predstavljaju temelj za razvoj integriranog pokazatelja ekološke kvalitete urbanog prostora. Ovaj indeks razvijen je kao analitički alat koji omogućuje sustavno vrednovanje funkcionalnosti rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom prostoru. Njegova osnovna svrha je integrirati ključne hidrološke, klimatske i vegetacijske karakteristike prostora u jedinstveni metodološki okvir koji omogućuje usporedbu različitih urbanih područja te procjenu učinkovitosti implementiranih NbS intervencija.

Nadalje, često je teško procijeniti ukupni učinak pojedinačnih elemenata zelene infrastrukture jer oni djeluju kroz više međusobno povezanih ekoloških procesa. Upravo zbog toga razvijen je integrirani indeks koji objedinjuje nekoliko ključnih parametara koji zajedno određuju ekološku funkcionalnost prostora. Kombiniranjem parametara infiltracije, albeda, evapotranspiracije, retencijskog kapaciteta i udjela vegetacije moguće je dobiti cjelovit uvid u sposobnost urbanog prostora da regulira vodne tokove, ublaži toplinske ekstreme i podrži biološke procese koji doprinose stabilnosti urbanog ekosustava.Takav pristup omogućuje sagledavanje urbanog prostora kao integriranog ekološkog sustava u kojem različiti procesi djeluju istodobno i međusobno se nadopunjuju. Infiltracija i retencijski kapacitet prvenstveno utječu na upravljanje oborinskim vodama i stabilnost urbanog vodnog ciklusa.

[34] Evapotranspiracija predstavlja kombinirani proces isparavanja vode s površine tla i vegetacije (evaporacija) te otpuštanja vodene pare iz biljaka putem transpiracije. Riječ je o važnom procesu unutar prirodnog vodnog ciklusa koji ima značajnu ulogu u regulaciji mikroklimatskih uvjeta i energetskih tokova između tla, vegetacije i atmosfere. U urbanim ekosustavima evapotranspiracija predstavlja jedan od ključnih mehanizama prirodnog hlađenja prostora jer omogućuje prijenos toplinske energije iz površinskih slojeva u atmosferu. Biljke tijekom fizioloških procesa, posebice fotosinteze i metabolizma, otpuštaju vodenu paru kroz stomate na površini listova. Istodobno dolazi do isparavanja vode s površine tla, vegetacijskog pokrova i drugih vlažnih površina. Ovi procesi zajedno stvaraju sustav prirodne regulacije temperature jer za isparavanje vode dolazi do apsorpcije toplinske energije iz okoliša.. Elementi poput parkova, drvoreda, zelenih krovova, vegetacijskih pojaseva, kišnih vrtova i drugih vegetacijskih sustava povećavaju ukupnu površinu vegetacijskog pokrova te time intenzitet evapotranspiracije.

[35] Retencijski kapacitet predstavlja sposobnost prostora, površine ili infrastrukturnog elementa da privremeno zadrži oborinsku vodu prije nego što ona infiltrira u tlo, ispari ili otječe prema sustavima odvodnje. Ovaj parametar ima važnu ulogu u upravljanju oborinskim vodama jer omogućuje usporavanje i raspodjelu otjecanja vode unutar urbanog prostora. Time se smanjuje opterećenje sustava oborinske odvodnje te ublažava rizik od lokalnih plavljenja i urbanih poplava.U konvencionalnim urbanim sustavima upravljanja oborinskim vodama voda se najčešće brzo odvodi putem kanalizacijskih sustava. Takav pristup temelji se na principu brzog odvođenja vode s površine, što tijekom intenzivnih oborina može dovesti do naglih hidrauličkih opterećenja i preopterećenja odvodnih sustava. Kao posljedica toga povećava se rizik od izlijevanja sustava odvodnje, lokalnih poplava i degradacije urbanog vodnog režima. Umjesto brzog odvođenja vode, NBS sustavi omogućuju njezino privremeno zadržavanje, postupno infiltriranje u tlo ili isparavanje kroz procese evaporacije i evapotranspiracije. Na taj se način prirodni hidrološki procesi djelomično ponovno uspostavljaju unutar urbanog okoliša. Primjeri NBS elemenata s izraženim retencijskim kapacitetom uključuju zelene krovove, kišne vrtove, retencijske i detencijske bazene, bioswale kanale, vegetacijske depresije te različite tipove permeabilnih površina.

[36] Udio vegetacije predstavlja relativni udio vegetacijskih površina u odnosu na ukupnu površinu analiziranog prostora. Ovaj parametar jedan je od ključnih pokazatelja ekološke kvalitete urbanog okoliša jer izravno utječe na niz prirodnih procesa koji određuju klimatske, hidrološke i biološke karakteristike urbanog sustava. Ona sudjeluje u regulaciji mikroklimatskih uvjeta kroz procese zasjenjivanja i evapotranspiracije, čime doprinosi smanjenju temperature zraka i ublažavanju efekta urbanog toplinskog otoka. Istodobno vegetacijske površine povećavaju infiltraciju oborinskih voda, smanjuju površinsko otjecanje te doprinose prirodnom pročišćavanju vode kroz procese filtracije u tlu. Vegetacija također ima važnu ulogu u poboljšanju kvalitete zraka jer apsorbira ugljikov dioksid i druge zagađivače te zadržava lebdeće čestice iz atmosfere. Osim klimatskih i hidroloških funkcija, vegetacijski pokrov predstavlja važnu komponentu urbane bioraznolikosti. Zelene površine stvaraju staništa za različite biljne i životinjske vrste te omogućuju razvoj složenijih urbanih ekosustava. Povećanje udjela vegetacije u urbanom prostoru stoga je povezano s poboljšanjem kvalitete zraka, smanjenjem temperature, povećanjem evapotranspiracije te povećanjem ekološke i rekreacijske vrijednosti urbanog okoliša.



Albedo i evapotranspiracija imaju ključnu ulogu u regulaciji toplinskog režima prostora i ublažavanju efekta urbanog toplinskog otoka. Udio vegetacije, s druge strane, predstavlja temeljnu strukturnu komponentu urbanog ekosustava jer izravno utječe na većinu ekoloških procesa koji se odvijaju u prostoru. Integracijom navedenih parametara u jedinstveni analitički model indeks omogućuje kvantitativno vrednovanje ekološke kvalitete urbanog prostora. Time postaje koristan alat za analizu postojećeg stanja urbanih područja, identifikaciju prostora s većim ili manjim ekološkim potencijalom te planiranje urbanih transformacija koje se temelje na principima održivosti i otpornosti na klimatske promjene. Osim toga, indeks omogućuje evaluaciju učinkovitosti implementiranih rješenja utemeljenih na prirodu kroz usporedbu različitih prostornih scenarija ili razvojnih faza urbanog prostora.

Za potrebe analize i vrednovanja rješenja utemeljenih na prirodi definirano je pet osnovnih projektantskih parametara koji opisuju ključne ekološke procese u urbanom prostoru. Svaki od ovih parametara predstavlja specifičan aspekt funkcioniranja urbanog ekosustava te omogućuje kvantitativnu procjenu pojedinih funkcija zelene infrastrukture.

- **Parametar infiltracije (INF)** odnosi se na sposobnost tla i površinskih slojeva da apsorbiraju oborinsku vodu i omoguće njezino prodiranje u dublje slojeve tla. Ovaj parametar ima važnu ulogu u smanjenju površinskog otjecanja, smanjenju opterećenja sustava oborinske odvodnje te obnovi podzemnih vodnih resursa. U analitičkom smislu infiltracija se najčešće izražava kroz brzinu infiltracije ili infiltracijski kapacitet tla, koji se obično mjeri u milimetrima po satu.

- **Parametar albeda (ALB)** opisuje reflektivnost površine, odnosno sposobnost materijala ili površine da reflektira dio upadne sunčeve radijacije. Ovaj parametar važan je za razumijevanje toplinske bilance urbanog prostora jer površine s nižim albedom apsorbiraju više sunčeve energije i doprinose povećanju temperature površina i zraka. Albedo se izražava kao bezdimenzijski koeficijent koji pokazuje odnos reflektirane i upadne radijacije.

- **Parametar evapotranspiracije (ET)** odnosi se na ukupnu količinu vode koja se vraća u atmosferu kroz procese evaporacije s površine tla i transpiracije kroz vegetaciju. Ovaj proces ima ključnu ulogu u regulaciji mikroklimatskih uvjeta jer doprinosi prirodnom hlađenju prostora i održavanju ravnoteže u lokalnom vodnom ciklusu. U analitičkim modelima evapotranspiracija se najčešće izražava kao količina vode koja ispari tijekom određenog razdoblja, primjerice u milimetrima po danu.

- **Parametar retencijskog kapaciteta (RET)** opisuje sposobnost prostora ili infrastrukturnog elementa da privremeno zadrži oborinsku vodu prije nego što ona infiltrira u tlo, ispari ili otječe prema sustavu odvodnje. Ovaj parametar posebno je važan u kontekstu upravljanja oborinskim vodama jer omogućuje ublažavanje vršnih protoka tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Retencijski kapacitet obično se izražava kao volumen vode koji određeni sustav može zadržati.

- **Parametar udjela vegetacije (VEG)** predstavlja relativni udio vegetacijskih površina u odnosu na ukupnu površinu analiziranog prostora. Ovaj pokazatelj ima važnu ulogu u procjeni ekološke strukture urbanog prostora jer vegetacija utječe na brojne procese poput evapotranspiracije, infiltracije, regulacije temperature i održavanja bioraznolikosti. U kvantitativnim analizama udio vegetacije najčešće se izražava kao postotak vegetacijskog pokrova unutar promatranog područja.

Zajedničkom primjenom ovih parametara moguće je dobiti cjelovitu sliku o ekološkoj funkcionalnosti urbanog prostora. Njihova kombinacija omogućuje procjenu sposobnosti prostora da učinkovito upravlja oborinskim vodama, regulira toplinske tokove te održava biološku i ekološku stabilnost urbanog sustava. Upravo zbog toga oni predstavljaju temeljnu analitičku osnovu za izračun i za vrednovanje učinkovitosti rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom planiranju. Kako bi se omogućila usporedba različitih rješenja utemeljenih na prirodi (NBS) i različitih tipova urbanih prostora, definirani projektantski parametri mogu se klasificirati prema razinama njihove vrijednosti. Takva klasifikacija omogućuje jednostavniju interpretaciju rezultata analize te olakšava procjenu ekoloških performansi pojedinih urbanih područja. U okviru ovog rada uspostavljena je trostupanjska skala vrijednosti koja obuhvaća tri osnovne kategorije: nisku, srednju i visoku razinu parametra. Ova skala predstavlja metodološki alat koji omogućuje standardiziranu procjenu funkcionalnosti prostora u odnosu na ključne hidrološke, klimatske i vegetacijske procese.

Tablica 12. Projektantsko – planerski parametri NbS-a (ii).

PARAMETAR	NISKA VRIJEDNOST	SREDNJA VRIJEDNOST	VISOKA VRIJEDNOST
infiltracija	<5 mm/h	5–20 mm/h	>20 mm/h
albedo	<0.15	0.15–0.30	>0.30
evapotranspiracija	<2 mm/dan	2–4 mm/dan	>4 mm/dan
retencijski kapacitet	<50 l/m^2	50-150 l/m^2	>50 l/m^2
udio vegetacije	<20 %	20–50 %	>50 %

Klasifikacija projektantskih parametara prema razinama vrijednosti omogućuje brzu i preglednu procjenu ekoloških karakteristika urbanog prostora te predstavlja osnovu za daljnju analizu i konstrukciju integriranih pokazatelja.Primjenom takve skale moguće je uspoređivati različite urbane zone, procjenjivati njihovu ekološku funkcionalnost te identificirati područja s većim ili manjim potencijalom za implementaciju rješenja utemeljenih na prirodi. Vrijednosti projektantskih parametara definirani su na temelju njihovog utjecaja na ključne procese u urbanom ekosustavu. Parametar infiltracije klasificiran je prema brzini prodiranja oborinske vode u tlo, pri čemu niske vrijednosti ukazuju na dominantno nepropusne površine i ograničenu sposobnost tla da apsorbira vodu, dok visoke vrijednosti upućuju na dobro propusne površine i razvijene infiltracijske sustave.

Parametar albeda klasificiran je prema reflektivnosti površina, pri čemu niže vrijednosti označavaju površine koje apsorbiraju veći dio sunčeve energije, dok više vrijednosti ukazuju na veću reflektivnost i manji doprinos zagrijavanju urbanog prostora. Evapotranspiracija je klasificirana prema intenzitetu procesa isparavanja i transpiracije, koji je u pravilu povezan s količinom i strukturom vegetacijskog pokrova. Udio vegetacije klasificiran je prema relativnoj zastupljenosti vegetacijskih površina unutar analiziranog prostora. Interpretacija ovih razina vrijednosti omogućuje razumijevanje ekoloških karakteristika različitih tipova urbanih prostora. Niske vrijednosti infiltracije, evapotranspiracije i udjela vegetacije najčešće su karakteristične za visoko urbanizirane zone s velikim udjelom nepropusnih površina, poput prometnica, parkirališta i gusto izgrađenih urbanih blokova. U takvim područjima prirodni hidrološki i klimatski procesi značajno su ograničeni, što može dovesti do povećanog površinskog otjecanja oborinskih voda, izraženijeg efekta urbanog toplinskog otoka i smanjene ekološke stabilnosti prostora.

Suprotno tome, visoke vrijednosti ovih parametara ukazuju na prisutnost razvijenih elemenata zelene i plave infrastrukture, poput parkova, vegetacijskih koridora, kišnih vrtova, zelenih krovova i drugih NbS sustava. Takvi prostori imaju veću sposobnost infiltracije i zadržavanja oborinskih voda, učinkovitiju regulaciju mikroklime te veću razinu biološke raznolikosti. Zbog toga predstavljaju važan element ekološki stabilnog i klimatski otpornog urbanog sustava.

POVRŠINSKA OBRADA I NJIHOVA PROPUSTNOST

Urbanizacija predstavlja jedan od najvažnijih čimbenika promjene prirodnog hidrološkog ciklusa u urbanim područjima. Razvoj gradova i intenzivna izgradnja infrastrukture dovode do značajnog povećanja udjela nepropusnih površina, poput asfaltiranih prometnica, parkirališta, trgova i betonskih pješačkih zona. Takve površine u velikoj mjeri onemogućuju prirodnu infiltraciju oborinske vode u tlo, čime se mijenja način na koji se voda kreće kroz urbani okoliš. Umjesto postupnog upijanja i zadržavanja u tlu, oborinska voda brzo otječe s površine prema sustavima oborinske odvodnje, što rezultira povećanim površinskim otjecanjem, ubrzanim odvođenjem vode u kanalizacijski sustav te povećanim rizikom od lokalnih plavljenja i urbanih poplava tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Grad Varaždin, kao povijesni urbani centar s razvijenom infrastrukturom i relativno visokom gustoćom izgrađenog prostora u središnjoj gradskoj zoni, suočava se s izazovima upravljanja oborinskim vodama koji su karakteristični za mnoge srednjoeuropske gradove. Povijesna struktura grada s modernim prometnim i infrastrukturnim sustavima, rezultira velikim udjelom nepropusnih površina u urbanom tkivu. U takvim uvjetima način oblikovanja i obrade urbanih površina postaje ključan element strategije održivog upravljanja vodnim resursima te važan dio prilagodbe urbanog prostora na posljedice klimatskih promjena. Tradicionalni urbani građevinski materijali, poput asfalta i betona, imaju vrlo nisku ili gotovo zanemarivu propusnost za vodu. Zbog toga gotovo u potpunosti sprječavaju infiltraciju oborinskih voda u tlo i dovode do koncentriranog površinskog otjecanja.

Posljedica takvog pristupa je povećanje vršnih protoka u sustavima odvodnje tijekom intenzivnih oborina, smanjenje prirodne obnove podzemnih vodnih resursa te dodatno zagrijavanje urbanih površina koje doprinosi pojačavanju efekta urbanog toplinskog otoka. Primjena suvremenih urbanističkih koncepata, posebice rješenja utemeljenih na prirodi i sustava održive urbane odvodnje (eng.*Sustainable Urban Drainage Systems* – SuDS), omogućuje postupnu transformaciju površinske strukture grada. Takav pristup temelji se na povećanju udjela propusnih, vegetacijskih i multifunkcionalnih površina koje mogu infiltrirati, zadržavati ili privremeno akumulirati oborinsku vodu. Integracijom takvih elemenata u urbani prostor moguće je djelomično obnoviti prirodne hidrološke procese, smanjiti opterećenje sustava oborinske odvodnje te povećati otpornost grada na ekstremne klimatske uvjete.

Nadalje, u prirodnim krajobrazima značajan dio oborinske vode infiltrira se u tlo, gdje sudjeluje u nizu prirodnih hidroloških procesa poput filtracije, evapotranspiracije i postupne obnove podzemnih vodnih resursa. Tlo i vegetacijski pokrov djeluju kao prirodni regulator vodnog ciklusa jer omogućuju zadržavanje i postupno otpuštanje vode u okoliš, čime se održava stabilna ravnoteža između infiltracije, površinskog otjecanja i isparavanja. U urbanim sredinama taj je prirodni hidrološki režim u velikoj mjeri narušen. Intenzivna urbanizacija dovodi do značajnog povećanja udjela nepropusnih površina poput prometnica, parkirališta, trgova i drugih popločenih površina. U tipičnim urbanim područjima više od 70 % ukupne površine može biti prekriveno materijalima poput asfalta, betona i/ili kamenih opločenja koji gotovo u potpunosti onemogućuju prodiranje vode u tlo. Kao posljedica toga dolazi do značajne promjene u raspodjeli oborinske vode unutar urbanog prostora.

Tablica 13. Propusnot i nepropusnost površinske obrade.

POVRŠINA	PROPUSNOST	INFILTRACIJA
asfalt	vrlo niska	<1 mm/h
beton	niska	1–5 mm/h
permeabilni opločnici	srednja	10–50 mm/h
travne ploče	visoka	50–150 mm/h
travnjak	vrlo visoka	>150 mm/h

Smanjena infiltracija vode u tlo dovodi do povećanja površinskog otjecanja, dok istodobno dolazi do smanjenja evapotranspiracijskih procesa koji su u prirodnim krajobrazima snažno povezani s prisutnošću vegetacije. Takva promjena hidrološke ravnoteže rezultira povećanim hidrauličkim opterećenjem sustava oborinske odvodnje, osobito tijekom intenzivnih oborinskih događaja kada velike količine vode u kratkom vremenu dospijevaju u kanalizacijsku infrastrukturu. U kontekstu Grada Varaždina ovaj problem posebno je izražen u područjima s visokim stupnjem izgrađenosti i velikim udjelom nepropusnih površina. To se osobito odnosi na povijesnu jezgru grada, gusto izgrađene stambene zone te velike parkirališne površine u trgovačkim zonama na periferiji grada. U takvim dijelovima urbanog prostora prirodni hidrološki procesi u velikoj su mjeri reducirani, a upravljanje oborinskim vodama u potpunosti ovisi o tehničkoj infrastrukturi sustava odvodnje. Suvremeni pristup urbanom planiranju nastoji ponovno uspostaviti ravnotežu hidroloških procesa kroz integraciju propusnih površina i vegetacijskih elemenata u urbanu strukturu. Uvođenjem permeabilnih materijala, zelenih površina i sustava za zadržavanje oborinskih voda moguće je djelomično obnoviti prirodne procese infiltracije, evapotranspiracije i retencije vode te time povećati otpornost urbanog prostora na klimatske i hidrološke izazove. Jedna od ključnih strategija za povećanje infiltracije oborinskih voda u urbanim područjima jest primjena propusnih i/ili polupropusnih površinskih materijala. Takvi materijali omogućuju prolazak oborinske vode kroz površinski sloj u podlogu, čime se smanjuje količina vode koja se neposredno odvodi u kanalizacijski sustav. Na taj se način ublažava površinsko otjecanje, smanjuje opterećenje sustava oborinske odvodnje te djelomično obnavljaju prirodni hidrološki procesi koji su u urbanim sredinama često narušeni.

Permeabilni opločnici predstavljaju modularne elemente čija konstrukcija uključuje otvore ili šire fuge između pojedinih elemenata, kroz koje oborinska voda može prodirati u podlogu. Takvi sustavi često se kombiniraju s drenažnim slojevima koji omogućuju privremeno zadržavanje i postupno infiltriranje vode. Travne ploče predstavljaju kombinaciju nosive strukture i vegetacijskog pokrova, pri čemu perforirana konstrukcija omogućuje rast trave i istodobnu infiltraciju vode, dok nosivi okvir osigurava stabilnost površine za povremeno prometno opterećenje. Šljunčane površine također imaju značajan infiltracijski kapacitet te se često koriste u parkovima, pješačkim zonama i rekreacijskim područjima.

Njihova relativno visoka propusnost omogućuje učinkovito prodiranje vode u tlo, dok prirodna tekstura materijala doprinosi smanjenju zagrijavanja površina u odnosu na klasične asfaltne ili betonske materijale. Porozni asfalt predstavlja tehnološki napredniju varijantu prometnih površina kod koje struktura materijala sadrži mikropore koje omogućuju djelomičan prolazak vode kroz površinski sloj.Primjena ovih materijala posebno je važna u projektima urbane obnove i rekonstrukcije javnih prostora, gdje postoji mogućnost postupnog smanjenja udjela nepropusnih površina. Takva rješenja često se primjenjuju pri uređenju parkirališta, pješačkih zona, biciklističkih staza, trgova i drugih javnih površina, gdje omogućuju istodobno osiguravanje funkcionalnosti prostora i poboljšanje hidroloških karakteristika urbanog okoliša. Integracijom propusnih materijala u urbanu strukturu moguće je povećati infiltracijski kapacitet prostora, smanjiti površinsko otjecanje oborinskih voda te doprinijeti održivijem upravljanju urbanim vodnim sustavom.

Propusnost različitih urbanih površina može se kvantificirati pomoću infiltracijskog kapaciteta, koji označava brzinu kojom oborinska voda prodire kroz površinski sloj u tlo ili u konstrukcijske slojeve podloge. Ovaj parametar predstavlja važan pokazatelj hidroloških svojstava urbanih površina jer omogućuje procjenu njihove sposobnosti da apsorbiraju i zadrže oborinsku vodu. Različiti materijali koji se koriste u urbanom prostoru značajno se razlikuju prema svojoj propusnosti, što izravno utječe na način kretanja vode kroz urbani okoliš. Iz prikazanih vrijednosti vidljivo je da vegetacijske i polupropusne površine imaju znatno veći infiltracijski kapacitet u odnosu na konvencionalne urbane materijale. Travnjaci i prirodna tla mogu infiltrirati vrlo velike količine oborinske vode u relativno kratkom vremenskom razdoblju, dok asfaltirane površine gotovo u potpunosti onemogućuju prodiranje vode u tlo. Slična ograničenja vrijede i za betonske površine, koje imaju vrlo nizak stupanj propusnosti i značajno doprinose povećanju površinskog otjecanja.

Ove razlike u infiltracijskom kapacitetu imaju značajan utjecaj na ukupni hidrološki režim urbanog prostora. Površine s niskom propusnošću uzrokuju brzo otjecanje oborinske vode prema sustavima odvodnje, čime se povećava rizik od hidrauličkog preopterećenja kanalizacijske infrastrukture tijekom intenzivnih oborina. Nasuprot tome, površine s većom propusnošću omogućuju postupno prodiranje vode u tlo, čime se smanjuje površinsko otjecanje, povećava lokalna retencija vode i djelomično obnavlja prirodni vodni ciklus unutar urbanog okoliša. Zbog toga povećanje udjela propusnih i vegetacijskih površina predstavlja jedan od ključnih pristupa u suvremenom planiranju održivih urbanih sustava upravljanja oborinskim vodama.

Kako bi se postigla ekološki uravnotežena i dugoročno održiva struktura urbanog prostora, suvremene smjernice urbanističkog i krajobraznog planiranja naglašavaju važnost osiguravanja minimalnog udjela propusnih i vegetacijskih površina unutar različitih tipova urbanih projekata. Takvi kriteriji imaju za cilj smanjiti negativne posljedice urbanizacije na prirodne hidrološke procese te povećati sposobnost urbanog prostora da regulira oborinske vode, ublaži toplinske ekstreme i podrži biološku raznolikost.

U planiranju zelene infrastrukture propusne i vegetacijske površine promatraju se kao ključni elementi ekološke strukture grada. Njihova prisutnost omogućuje infiltraciju oborinskih voda, povećava evapotranspiraciju, smanjuje površinsko zagrijavanje te doprinosi stvaranju kvalitetnijeg i zdravijeg urbanog okoliša. Zbog toga mnoge međunarodne smjernice i planerski dokumenti preporučuju određene minimalne udjele takvih površina u urbanim projektima kako bi se osigurala osnovna razina ekološke funkcionalnosti prostora. Prema opće prihvaćenim smjernicama, u urbanim projektima preporučuje se osigurati minimalno 30 % permeabilnih površina koje omogućuju infiltraciju oborinskih voda u tlo. U javnim prostorima, poput trgova, pješačkih zona i urbanih parkova, preporučuje se udio vegetacijskih površina u rasponu od približno 20 % do 40 %, ovisno o prostornim i funkcionalnim karakteristikama prostora. U slučaju parkovnih površina, koje predstavljaju ključne elemente urbane zelene infrastrukture, vegetacijski pokrov trebao bi biti znatno veći te se u pravilu preporučuje da najmanje 60 % do 80 % ukupne površine bude prekriveno vegetacijom[37].

Nadalje, pri određivanju minimalnog udjela vegetacije u urbanim parkovima i javnim prostorima važno je naglasiti da se taj pojam ne odnosi isključivo na površine travnjaka. Ekološka funkcionalnost zelenih površina uvelike ovisi o strukturi vegetacije, odnosno o načinu na koji su različiti vegetacijski elementi raspoređeni i međusobno povezani u prostoru.

[37] Ove preporučene vrijednosti temelje se na međunarodnim smjernicama za planiranje zelene infrastrukture i sustava održive urbane odvodnje, koji naglašavaju važnost integracije prirodnih procesa u planiranje urbanog prostora. Povećanjem udjela vegetacijskih i propusnih površina moguće je značajno poboljšati hidrološke i klimatske karakteristike urbanog okoliša.U kontekstu grada Varaždina primjena takvih smjernica može imati posebno važnu ulogu u unaprjeđenju upravljanja oborinskim vodama i prilagodbi grada klimatskim promjenama. Povećanje udjela propusnih i vegetacijskih površina može doprinijeti smanjenju opterećenja kanalizacijskog sustava tijekom intenzivnih oborinskih događaja, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta u urbanom prostoru te povećanju ukupne ekološke stabilnosti i otpornosti grada.

Zbog toga suvremeni pristupi planiranju zelene infrastrukture naglašavaju važnost stvaranja slojevite vegetacijske strukture koja uključuje više tipova biljnih zajednica i omogućuje raznolikije ekološke procese. U pravilu takva struktura obuhvaća kombinaciju drveća, grmlja, trajnica, travnjaka i vodene vegetacije. Svaki od ovih vegetacijskih elemenata ima specifičnu ulogu u funkcioniranju urbanog ekosustava te doprinosi različitim aspektima ekološke stabilnosti prostora[38].

Grad Varaždin posjeduje značajan prostorni i ekološki potencijal za razvoj sustava zelene infrastrukture, ponajprije zahvaljujući postojećoj mreži parkova, drvoreda i zelenih površina te prirodnom krajobrazu uz rijeku Dravu. Ti elementi već predstavljaju važnu osnovu urbane zelene strukture grada i imaju značajnu ulogu u regulaciji mikroklimatskih uvjeta, očuvanju bioraznolikosti i stvaranju kvalitetnog javnog prostora. Međutim, daljnji razvoj održivog urbanog sustava zahtijeva sustavno unapređenje postojećih prostornih rješenja, osobito kroz povećanje udjela propusnih površina i vegetacijskih elemenata u novim urbanističkim projektima i rekonstrukcijama postojećih javnih prostora. U kontekstu prilagodbe klimatskim promjenama i održivog upravljanja oborinskim vodama, važno je postupno transformirati površinsku strukturu grada tako da se smanji udio nepropusnih materijala i poveća prisutnost vegetacijskih i permeabilnih površina. Takav pristup omogućuje poboljšanje hidroloških karakteristika urbanog prostora, smanjenje površinskog otjecanja oborinskih voda, ublažavanje efekta urbanog toplinskog otoka te povećanje ukupne ekološke stabilnosti urbanog sustava.

Poseban potencijal za implementaciju ovakvih pristupa u Varaždinu postoji u nekoliko ključnih prostornih kategorija. Jedno od važnih područja djelovanja predstavlja rekonstrukcija postojećih parkirališta i prometnih površina, gdje se primjenom permeabilnih materijala i vegetacijskih elemenata može značajno povećati infiltracijski kapacitet prostora. Sličan potencijal postoji i u revitalizaciji javnih trgova, gdje se kombinacijom zelenih površina, zasjenjujuće vegetacije i propusnih materijala može poboljšati mikroklima i kvaliteta javnog prostora. Uređenje urbanih parkova i rekreacijskih zona također predstavlja važnu priliku za razvoj složenijih sustava zelene infrastrukture koji uključuju vegetacijske i vodne elemente. Takvi prostori mogu istodobno imati rekreacijsku, ekološku i hidrološku funkciju te doprinijeti povećanju biološke raznolikosti i otpornosti urbanog okoliša. Dodatni potencijal postoji i u integraciji zelenih krovova, kišnih vrtova i drugih elemenata rješenja utemeljenih na prirodi unutar stambenih četvrti, gdje oni mogu doprinijeti regulaciji oborinskih voda i poboljšanju mikroklimatskih uvjeta na lokalnoj razini.

Tablica 14. Tipologija površina s osnovnim tehničkim karakteristikama.

TIP POVRŠINE	PRIMJERI LOKACIJA U VARAŽDINU	DOMINANTNI MATERIJAL	PROCIJENJENA INFILTRACIJA (mm/h)	HIDROLOŠKA KARAKTERISTIKA
Povijesni gradski trgovi	Korzo, Kapucinski trg	kamene ploče, beton	<1	vrlo niska
Glavne prometnice	Zagrebačka ulica, Optujska ulica	asfalt	<1	vrlo niska
Parkirališta trgovačkih zona	trgovački centri, industrijske zone	asfalt, beton	1–2	niska
Stambene ulice	kvartovi Banfica, Grabanice	asfalt + zelene površine	2–10	niska do srednja
Permeabilna parkirališta	novije urbane intervencije	travne ploče, permeabilni opločnici	20–60	srednja do visoka
Pješačke staze u parkovima	parkovi i šetnice	šljunak, stabilizirani pijesak	30–80	visoka
Gradski parkovi	Park Vatroslava Jagića	travnjak, vegetacija	80–150	vrlo visoka
Rekreacijske zelene površine	Dravska park-šuma	prirodno tlo, vegetacija	150–300	iznimno visoka

[38] Drveće predstavlja najviši vegetacijski sloj i ima posebno važnu ulogu u regulaciji mikroklime urbanog prostora. Krošnje stabala stvaraju zasjenjenje koje smanjuje zagrijavanje površina, dok procesi evapotranspiracije doprinose snižavanju temperature zraka i povećanju ugodnosti boravka u javnim prostorima. Grmlje i trajnice oblikuju srednje vegetacijske slojeve koji povećavaju strukturalnu raznolikost vegetacije i stvaraju dodatna staništa za različite vrste ptica, kukaca i drugih organizama. Na taj način doprinose povećanju urbane bioraznolikosti i stabilnosti ekosustava. Travnjaci i druge niske vegetacijske površine imaju važnu ulogu u hidrološkim procesima jer omogućuju infiltraciju oborinskih voda u tlo te smanjuju površinsko otjecanje. Osim toga, takve površine često imaju važnu rekreacijsku funkciju jer omogućuju fleksibilno korištenje javnih prostora za različite aktivnosti.
Kada se vegetacijski sustavi kombiniraju s vodenim elementima poput retencijskih bazena, kišnih vrtova, moguće je stvoriti složene i visoko funkcionalne urbane ekosustave. Takvi sustavi omogućuju istodobnu regulaciju vodnog režima, ublažavanje toplinskih opterećenja i povećanje biološke raznolikosti. Integracijom vegetacijskih i vodenih elemenata u urbanu strukturu gradovi mogu razviti otpornije i ekološki stabilnije prostore koji bolje odgovaraju na izazove urbanizacije i klimatskih promjena.

Sustavnom integracijom propusnih materijala, vegetacijskih struktura i elemenata zelene infrastrukture moguće je postupno transformirati urbani prostor Varaždina u ekološki stabilniji, klimatski otporniji i funkcionalno održiviji sustav. Takav pristup omogućuje dugoročno unaprjeđenje kvalitete urbanog okoliša te jača sposobnost grada da se prilagodi suvremenim okolišnim i klimatskim izazovima. U slučaju Varaždina, urbani prostor karakterizira raznolika struktura površina koja uključuje povijesnu gradsku jezgru, stambene zone različite gustoće izgrađenosti te veće parkovne i rekreacijske površine. Povijesna jezgra grada obilježena je velikim udjelom nepropusnih površina, poput kamenih opločenja, betona i/ili asfalta, koje imaju vrlo ograničenu propusnost za oborinsku vodu. S druge strane, stambena područja često sadrže kombinaciju izgrađenih i vegetacijskih površina, uključujući dvorišta, vrtove i manje zelene zone. Zbog takve raznolikosti površina pri analizi infiltracijskih karakteristika urbanog prostora potrebno je razlikovati nekoliko tipičnih kategorija urbanih površina. Svaka od tih kategorija ima različita hidrološka svojstva koja utječu na način kretanja oborinske vode kroz urbani sustav. Razlikovanje takvih kategorija omogućuje precizniju procjenu sposobnosti pojedinih dijelova grada da infiltriraju oborinsku vodu te predstavlja važan korak u analizi hidrološke funkcionalnosti urbanog prostora Varaždina.

Različiti tipovi urbanih površina u Gradu Varaždinu značajno se razlikuju prema svojoj sposobnosti infiltracije oborinske vode, što izravno utječe na hidrološko funkcioniranje urbanog prostora. Površine u povijesnoj gradskoj jezgri, poput Korza ili Kapucinskog trga, uglavnom su prekrivene kamenim pločama i betonom. Takvi materijali imaju gotovo potpunu nepropusnost, zbog čega je infiltracija oborinske vode na tim površinama vrlo niska i iznosi manje od 1 mm na sat. Slična situacija prisutna je i na glavnim prometnicama, primjerice u Zagrebačkoj ili Optujskoj ulici, gdje asfaltne površine također gotovo u potpunosti onemogućuju prodiranje vode u tlo. U takvim prostorima oborinska voda se gotovo u cijelosti odvodi površinskim otjecanjem prema sustavu oborinske kanalizacije. Parkirališta u trgovačkim i industrijskim zonama grada, koja su najčešće izvedena u asfaltu ili betonu, imaju nešto veći, ali i dalje vrlo ograničen infiltracijski kapacitet. Procijenjene vrijednosti infiltracije na takvim površinama obično se kreću između 1 i 2 mm na sat, što ih svrstava u kategoriju površina s niskom propusnošću. Kao i u slučaju prometnica, većina oborinske vode s tih površina brzo otječe u sustav odvodnje. Stambene ulice u gradskim četvrtima poput Banfice ili Grabanice predstavljaju prijelazni tip urbanih površina. Iako su prometne površine u tim zonama uglavnom asfaltirane, prisutnost dvorišta, vrtova i zelenih pojaseva uz prometnice povećava ukupnu sposobnost prostora da infiltrira oborinsku vodu.
Zbog kombinacije nepropusnih i vegetacijskih površina procijenjeni infiltracijski kapacitet u takvim područjima može se kretati u rasponu od približno 2 do 10 mm na sat, što odgovara niskoj do srednjoj razini propusnosti.

U novijim urbanističkim intervencijama sve se češće primjenjuju permeabilni materijali koji omogućuju znatno veći stupanj infiltracije. Primjerice, parkirališta izvedena s travnim pločama ili permeabilnim opločnicima omogućuju infiltraciju u rasponu od približno 20 do 60 mm na sat, čime se postiže srednja do visoka razina propusnosti površine. Takva rješenja predstavljaju važan element suvremenih pristupa održivom upravljanju oborinskim vodama. Pješačke staze u parkovima i rekreacijskim zonama često su izvedene od šljunka ili stabiliziranog pijeska, što im omogućuje relativno visok infiltracijski kapacitet, najčešće u rasponu od približno 30 do 80 mm na sat. Još veći infiltracijski potencijal imaju travnate i vegetacijske površine u gradskim parkovima, poput Parka Vatroslava Jagića, gdje infiltracija može doseći vrijednosti između 80 i 150 mm na sat. Najveći infiltracijski kapacitet imaju prirodne zelene površine s očuvanim tlom i razvijenom vegetacijom, kakve se nalaze u rekreacijskim područjima uz rijeku Dravu, primjerice u Dravskoj park-šumi. U takvim područjima infiltracija može doseći i vrijednosti između 150 i 300 mm na sat, što ih čini iznimno važnim regulatorima urbanog vodnog ciklusa. Takve površine mogu prihvatiti velike količine oborinske vode te time značajno smanjiti opterećenje sustava oborinske odvodnje tijekom intenzivnih kišnih događaja. Ove razlike jasno pokazuju kontrast između visoko urbaniziranih dijelova grada s dominantno nepropusnim površinama i zelenih ili prirodnih prostora s visokim infiltracijskim kapacitetom. Upravo zbog toga vegetacijske i prirodne površine imaju ključnu ulogu u održavanju stabilnog hidrološkog režima urbanog prostora te predstavljaju važan element strategija održivog upravljanja oborinskim vodama u gradu Varaždinu.

Tablica 15. Infiltracijski potencijal

URBANA ZONA	DOMINANTNA STRUKTURA POVRŠINA	UDIO NEPROPUSNIH POVRŠINA (%)	UDIO PROPUSNIH POVRŠINA (%)	HIDROLOŠKA KARAKTERISTIKA
Povijesna gradska jezgra	trgovi, ulice, povijesna izgradnja	80–90	10–20	vrlo nizak infiltracijski potencijal
Stambene četvrti	zgrade, dvorišta, zelene površine	50–65	35–50	srednji infiltracijski potencijal
Industrijsko-poslovne zone	hale, parkirališta, prometnice	70–85	15–30	nizak infiltracijski potencijal
Javne i rekreacijske površine	parkovi, sportski tereni	20–40	60–80	visok infiltracijski potencijal
Parkovi i urbane zelene površine	travnjaci, drveće, staze	10–30	70–90	vrlo visok infiltracijski potencijal
Područje uz rijeku Dravu	šuma, prirodna vegetacija	<10	>90	iznimno visok infiltracijski potencijal

Tipične vrijednosti infiltracije različitih urbanih površina mogu poslužiti kao važan referentni alat u planiranju rješenja utemeljenih na prirodi te u analizi hidroloških karakteristika urbanog prostora. U prostornim analizama, osobito u GIS okruženju, takve se vrijednosti mogu povezati s pojedinim tipovima zemljišta ili kategorijama površinskog pokrova. Na taj način moguće je kvantificirati infiltracijski potencijal različitih dijelova grada i procijeniti sposobnost urbanog prostora da prihvati i zadrži oborinsku vodu. Primjenom takvog pristupa može se izračunati ukupni infiltracijski kapacitet pojedinih urbanih blokova ili prostornih cjelina, što omogućuje detaljniju analizu hidrološkog funkcioniranja grada. Rezultati takvih analiza omogućuju identifikaciju područja s najnižim infiltracijskim potencijalom, odnosno zona u kojima prevladavaju nepropusne površine i u kojima postoji povećan rizik od intenzivnog površinskog otjecanja i lokalnih urbanih poplava tijekom obilnih oborina.

U tim dijelovima grada preporučuje se implementacija različitih elemenata rješenja utemeljenih na prirodi koji mogu povećati infiltraciju oborinske vode i smanjiti opterećenje sustava oborinske odvodnje. Takve intervencije mogu uključivati primjenu permeabilnih parkirališnih površina, izgradnju kišnih vrtova i infiltracijskih jaraka, integraciju zelenih krovova na postojećim i novim zgradama te formiranje vegetacijskih pojaseva uz prometnice. Ovi elementi omogućuju privremeno zadržavanje i postupno infiltriranje oborinske vode u tlo, čime se smanjuje količina vode koja se izravno odvodi u kanalizacijski sustav. Sustavnom integracijom takvih rješenja moguće je postupno povećati infiltracijski kapacitet urbanog prostora Varaždina te istodobno poboljšati mikroklimatske uvjete i ekološku funkcionalnost grada. Takav pristup doprinosi stvaranju otpornijeg urbanog sustava koji je bolje prilagođen izazovima klimatskih promjena, osobito povećanoj učestalosti intenzivnih oborinskih događaja.

Analiza infiltracijskog potencijala urbanog prostora Varaždina može se dodatno razumjeti kroz procjenu odnosa propusnih i nepropusnih površina u različitim urbanim zonama grada. Različiti tipovi urbanih struktura imaju različit udio izgrađenih i vegetacijskih površina, što izravno utječe na njihov hidrološki karakter. Povijesna gradska jezgra, koju obilježavaju trgovi, ulice i gusta povijesna izgradnja, ima vrlo visok udio nepropusnih površina, koji se procjenjuje na približno 80 do 90 % ukupne površine. Posljedično je udio propusnih površina relativno nizak, između 10 i 20 %, zbog čega takva područja imaju vrlo nizak infiltracijski potencijal. Stambene četvrti grada karakterizira kombinacija izgrađenih površina i privatnih ili javnih zelenih površina. U takvim zonama udio nepropusnih površina obično se kreće između 50 i 65 %, dok udio propusnih površina može doseći 35 do 50 %. Zbog takve mješovite strukture površina stambena područja imaju srednji infiltracijski potencijal. Industrijsko-poslovne zone, koje obuhvaćaju proizvodne hale, velika parkirališta i prometne površine, u pravilu imaju visok udio nepropusnih površina, najčešće između 70 i 85 %. Udio propusnih površina u tim zonama relativno je nizak i kreće se između 15 i 30 %, zbog čega se takva područja svrstavaju u zone s niskim infiltracijskim potencijalom. S druge strane, javne i rekreacijske površine poput parkova i sportskih terena imaju znatno veći udio propusnih površina. U tim prostorima udio vegetacijskih i propusnih površina može iznositi između 60 i 80 %, dok udio nepropusnih površina obično ne prelazi 20 do 40 %. Takve zone imaju visok infiltracijski potencijal i značajnu ulogu u regulaciji urbanog vodnog režima. Još veći infiltracijski potencijal imaju parkovi i veće urbane zelene površine koje se sastoje od travnjaka, drveća i prirodnog tla. U tim područjima udio propusnih površina često doseže 70 do 90 %, dok je udio nepropusnih površina relativno nizak. Najveći infiltracijski potencijal imaju prirodna područja uz rijeku Dravu, gdje prevladavaju šumski ekosustavi i prirodna vegetacija. U tim prostorima udio propusnih površina prelazi 90 %, dok je udio nepropusnih površina manji od 10 %.

Takva područja djeluju kao prirodni regulator urbanog vodnog ciklusa jer mogu prihvatiti velike količine oborinske vode i značajno smanjiti opterećenje sustava odvodnje tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Razumijevanje ovih prostornih razlika omogućuje učinkovitije planiranje i ciljano uvođenje NBS rješenja u one dijelove grada gdje je infiltracijski potencijal najniži, čime se dugoročno može poboljšati hidrološka stabilnost i ekološka otpornost urbanog sustava Varaždina.

PROCIJENJENA RASPODJELA OBORINSKE VODE U URBANOM PROSTORU VARAŽDINA

Za razumijevanje hidrološkog funkcioniranja urbanog prostora važno je analizirati način na koji se oborinska voda raspodjeljuje nakon padalina. U prirodnim i urbanim ekosustavima oborinska voda može završiti u tri osnovna hidrološka procesa: infiltraciji u tlo, evapotranspiraciji kroz vegetaciju ili površinskom otjecanju prema sustavima odvodnje i vodotocima. Odnos između tih procesa određuje vodni balans određenog prostora i predstavlja važan pokazatelj njegove hidrološke stabilnosti. U prirodnim krajobrazima značajan dio oborinske vode infiltrira se u tlo ili se vraća u atmosferu putem evapotranspiracije, dok je površinsko otjecanje relativno ograničeno. Međutim, u urbanim sredinama taj se odnos znatno mijenja zbog povećanog udjela nepropusnih površina poput asfalta, betona i kamenih opločenja.Takve površine smanjuju mogućnost infiltracije i povećavaju količinu oborinske vode koja brzo otječe u sustave odvodnje. Za potrebe analize hidroloških karakteristika urbanog prostora moguće je procijeniti tipičnu raspodjelu oborinske vode za različite tipove urbanih površina. Takva procjena omogućuje razumijevanje hidrološke funkcije pojedinih urbanih zona te predstavlja važnu osnovu za planiranje rješenja utemeljenih na prirodi.

U tablici u nastavku prikazana tri osnovna procesa koji određuju vodni balans urbanog prostora: infiltracija, evapotranspiracija i površinsko otjecanje. Infiltracija označava udio oborinske vode koji prodire u tlo i postaje dio podzemnog vodnog sustava. Površine s većim udjelom vegetacije i prirodnog tla imaju znatno veći infiltracijski kapacitet te mogu prihvatiti veće količine oborinske vode. Evapotranspiracija predstavlja dio vode koji se vraća u atmosferu kroz procese isparavanja s površine tla i transpiracije kroz vegetaciju, a posebno je izražena u parkovima, šumskim područjima i drugim vegetacijskim površinama. Površinsko otjecanje označava udio oborinske vode koji ne infiltrira u tlo nego se odvodi preko površine prema sustavima oborinske kanalizacije ili vodotocima, pri čemu su visoke vrijednosti ovog parametra karakteristične za područja s velikim udjelom nepropusnih površina.

Tablica 16. Raspodjela oborinske vode za različite tipove urbanih površina (i).

TIP POVRŠINE	INFILTRACIJA (%)	EVAPOTRANSPIRACIJA (%)	POVRŠINSKO OTJECANJE (%)	HIDROLOŠKA FUNKCIJA
Povijesna gradska jezgra	5–10	10–15	75–85	vrlo visoko otjecanje
Stambene četvrti	20–35	25–35	30–50	umjereno otjecanje
Industrijsko-poslovne zone	10–20	10–20	60–75	povećano otjecanje
Javne zelene površine	40–55	30–40	10–25	dobra hidrološka regulacija
Parkovi i urbane zelene površine	50–65	30–40	5–15	vrlo dobra regulacija
Područje uz rijeku Dravu	60–80	20–30	5–10	prirodni hidrološki režim

Tablica 17. Raspodjela oborinske vode za različite tipove urbanih površina (ii).

URBANA ZONA / TIP PROSTORA	DOMINANTNO POSTOJEĆE STANJE	PREDLOŽENE NBS MJERE	POVRŠINSKO OTJECANJE (%)[39]	INFILTRACIJA[40]	PROCIJENJENI PORAST EVAPOTRANSPIRACIJE	INTERPRETACIJA UČINKA
Povijesna gradska jezgra	kamene i betonske plohe, visoka zbijenost, mali udio zelenila	permeabilne fuge i opločenje gdje je konzervatorski prihvatljivo, drvoredi u proširenjima, podzemna retencija, kišni vrtovi uz rubne zone	10–20	nizak do umjeren	nizak	učinak ograničen zbog zaštite povijesne matrice, ali važan za rasterećenje oborinske odvodnje
Gradski trgovi i pješačke zone	nepropusne plohe, lokalno pregrijavanje	zamjena dijela opločenja permeabilnim elementima, linijske vegetacijske depresije, zasjenjenje drvećem	15–30	umjeren	umjeren	smanjuje brzo otjecanje i poboljšava mikroklimu javnih prostora
Površinska parkirališta	asfalt, beton, visok koeficijent otjecanja	travne ploče, permeabilni opločnici, bioswale pojasevi, drvoredi, podzemne retencijske ćelije	30–50	visok	umjeren	jedna od najučinkovitijih intervencija zbog velike površine i jednostavne rekonstrukcije
Stambene četvrti	mješovite površine, privatna dvorišta, lokalno zelenilo	kišni vrtovi, permeabilni kolni prilazi, zeleni krovovi, povećanje dvorišne vegetacije	20–40	umjeren do visok	umjeren do visok	vrlo povoljan omjer ulaganja i hidrološke koristi na razini bloka
Industrijsko-poslovne zone	veliki krovovi, manipulativne i parkirališne površine	retencijski bazeni, permeabilna parkirališta, bioswale uz interne prometnice, zeleni krovovi na halama	25–45	umjeren do visok	umjeren	snažan učinak na redukciju vršnih dotoka u sustav odvodnje
Parkovi i rekreacijske zone	već prisutna vegetacija, lokalno nepropusne staze	naturalizacija staza, kišni vrtovi, depresije za privremeno zadržavanje vode, obnova tla	5–15	nizak do umjeren	umjeren	već imaju dobru hidrološku funkciju, pa je dodatni učinak manji ali stabilizirajući
Kontaktna zona uz Dravu i Dravsku park-šumu[41]	prirodne i poluprirodne površine, visok ekološki kapacitet	očuvanje infiltracijskih površina, restauracija vlažnih mikrostaništima, izbjegavanje nove nepropusne gradnje	5–10*	očuvanje vrlo visokih vrijednosti	umjeren	prioritet je očuvanje postojećih funkcija, a ne intenzivna tehnička transformacija

[39] Procjenjeno smanjenje površinskog otjecanja.
[40] Procjenjeni porast infiltracije.
[41] U zoni uz Dravu fokus nije na „smanjenju“ već na očuvanju već vrlo povoljnog hidrološkog režima. Važnost dravskog prostora za zaštitu od poplava i ekosustavne usluge već je naglašena u strateškim dokumentima.

Tablica 18. Procijenjene promjene hidroloških i ekoloških pokazatelja urbanog prostora u NbS scenariju.

POKAZATELJ	POSTOJEĆE STANJE	NBS SCENARIJ	PROCIJENJENA PROMJENA	PLANERSKO ZNAČENJE
Udio nepropusnih površina u kritičnim urbanim zonama	70–85 %	55–70 %	smanjenje za 10–20 postotnih bodova	smanjenje površinskog otjecanja i povećanje infiltracijskog kapaciteta prostora
Udio permeabilnih površina u novim ili rekonstruiranim zahvatima	15–30 %	30–50 %	povećanje za 15–20 postotnih bodova	veća infiltracija oborinske vode i smanjeno opterećenje sustava odvodnje
Prosječna infiltracija na razini urbanog bloka	niska do srednja	srednja do visoka	rast infiltracijskog potencijala	stabilniji lokalni vodni režim i povećano zadržavanje vode u tlu
Evapotranspiracijski kapacitet	ograničen u centralnim zonama	povećan zbog većeg udjela vegetacije	umjeren do visok porast	poboljšanje mikroklime i smanjenje urbanog toplinskog otoka
Površinsko otjecanje pri intenzivnoj oborini	visoko	srednje do umjereno	smanjenje vršnog otjecanja za 20–40 %	smanjenje rizika od urbanih poplava
Opterećenje oborinske kanalizacije	visoko u vršnim epizodama	smanjeno i vremenski odgođeno	značajno rasterećenje sustava	stabilniji rad sustava oborinske odvodnje
Mikroklimatska otpornost	niska do srednja	srednja do visoka	poboljšanje toplinske ugodnosti	smanjenje temperaturnih ekstrema u urbanom prostoru
Ekološka funkcionalnost prostora	fragmentirana	integrirana i višefunkcionalna	značajno poboljšanje	razvoj funkcionalne mreže zelene infrastrukture

Tablica prikazuje procijenjene promjene ključnih hidroloških i ekoloških pokazatelja urbanog prostora Varaždina u slučaju primjene rješenja utemeljenih na prirodi. Usporedba obuhvaća postojeće stanje urbanog prostora i scenarij u kojem se sustavno primjenjuju elementi zelene infrastrukture, s ciljem poboljšanja hidrološke funkcionalnosti, mikroklimatskih uvjeta i ekološke stabilnosti urbanog sustava. Rezultati analize ukazuju na to da implementacija NBS mjera može dovesti do značajnog smanjenja udjela nepropusnih površina u kritičnim urbanim zonama, osobito u središnjem dijelu grada, prometnim koridorima i gospodarskim područjima. Istodobno se povećava udio permeabilnih i vegetacijskih površina u novim ili rekonstruiranim urbanističkim zahvatima, što rezultira povećanjem infiltracijskog kapaciteta urbanih blokova i poboljšanjem evapotranspiracijskog potencijala prostora. Povećanje infiltracije i vegetacijskog pokrova izravno utječe na smanjenje površinskog otjecanja oborinske vode, osobito tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Time se smanjuje hidrauličko opterećenje sustava oborinske kanalizacije te se poboljšava ukupna otpornost urbanog prostora na ekstremne klimatske uvjete. Tablica stoga pruža pregled potencijalnih učinaka primjene zelene infrastrukture na hidrološke, klimatske i ekološke karakteristike urbanog sustava Varaždina.

Tablica 19. Doprinos NbS elemenata.

NBS ELEMENT	INFILTRACIJA	EVAPOTRANSPIRACIJA	RETENCIJSKI KAPACITET	ALBEDO	UDIO VEGETACIJE	UKUPNI DOPRINOS NBS INDEKSU
Kišni vrtovi	vrlo visok	srednji	visok	srednji	visok	vrlo visok
Infiltracijski jarci (bioswale)	vrlo visok	srednji	vrlo visok	srednji	srednji	vrlo visok
Permeabilna parkirališta i opločnici	visok	nizak	srednji	srednji	nizak	srednji
Zeleni krovovi	srednji	visok	srednji	visok	srednji	visok
Zeleni zidovi / vertikalni vrtovi	nizak	visok	nizak	srednji	visok	srednji
Urbano drveće i drvoredi	srednji	vrlo visok	nizak	srednji	visok	visok
Parkovi i urbane zelene površine	vrlo visok	vrlo visok	srednji	srednji	vrlo visok	vrlo visok
Retencijski bazeni i urbane mokre zone	srednji	srednji	vrlo visok	nizak	srednji	visok
Vegetacijski pojasevi uz prometnice	srednji	srednji	srednji	srednji	srednji	srednji

Tablica 20. Struktura NbS indeksa i uloga pojedinih parametra.

PARAMETAR	OZNAKA	EKOLOŠKI PROCES	UTJECAJ NA URBANI SUSTAV	PLANERSKO ZNAČENJE
Infiltracija	INF	prodiranje oborinske vode u tlo	smanjenje površinskog otjecanja i obnova podzemnih voda	povećanje propusnih površina i infiltracijskih sustava
Evapotranspiracija	ET	isparavanje vode iz tla i vegetacije	hlađenje urbanog prostora i regulacija mikroklime	povećanje udjela vegetacije i urbanog drveća
Retencijski kapacitet	RET	privremeno zadržavanje oborinske vode	smanjenje vršnih protoka i stabilizacija vodnog režima	uvođenje kišnih vrtova, retencijskih zona
Albedo površina	ALB	refleksija sunčeve energije	smanjenje zagrijavanja urbanih površina	primjena svjetlijih materijala i vegetacijskih površina
Udio vegetacije	VEG	vegetacijski pokrov urbanog prostora	povećanje bioraznolikosti i stabilnosti ekosustava	razvoj parkova, drvoreda i zelenih koridora

Tablica koja prikazuje doprinos pojedinih NbS elemenata dodatno naglašava da različiti elementi zelene infrastrukture imaju komplementarne funkcije u urbanom sustavu. Infiltracijski sustavi poput kišnih vrtova i bioswale elemenata prvenstveno doprinose povećanju infiltracije i retencijskog kapaciteta prostora, dok vegetacijski sustavi poput parkova, urbanog drveća i zelenih krovova imaju snažan utjecaj na evapotranspiraciju, mikroklimatsku regulaciju i povećanje udjela vegetacije. Integracijom različitih tipova intervencija moguće je postići sinergijski učinak koji istodobno poboljšava više ekoloških parametara urbanog prostora. Struktura indeksa predstavlja metodološki okvir koji omogućuje kvantitativnu procjenu tih promjena. Integracijom parametara infiltracije, evapotranspiracije, retencijskog kapaciteta, albeda i udjela vegetacije indeks pruža cjelovitu sliku ekološke funkcionalnosti urbanog sustava. Takav pristup omogućuje usporedbu različitih urbanih područja te procjenu učinkovitosti planiranih ili implementiranih NbS rješenja.

Sinteza rezultata ukazuje na to da je ključni izazov u planiranju zelene infrastrukture Varaždina povećanje infiltracijskog i evapotranspiracijskog kapaciteta u zonama s velikim udjelom nepropusnih površina, osobito u središnjoj gradskoj jezgri, prometnim koridorima i gospodarskim zonama. U tim područjima potrebno je poticati integraciju permeabilnih materijala, vegetacijskih struktura i decentraliziranih sustava retencije oborinske vode. Istodobno, postojeće zelene površine, parkovi i prirodni sustavi uz rijeku Dravu i vodotok Plitvicu predstavljaju ključne ekološke resurse grada koji već imaju visok infiltracijski i evapotranspiracijski potencijal. Njihova zaštita i integracija u širu mrežu zelene infrastrukture može dodatno povećati ekološku stabilnost urbanog prostora. Primjena indeksa u tom kontekstu omogućuje sustavno vrednovanje ekološke kvalitete urbanog prostora te pruža analitički alat za planiranje održivih urbanih transformacija. Indeks može služiti kao podloga za identifikaciju prioritetnih područja za implementaciju NbS rješenja, procjenu učinaka urbanističkih intervencija te razvoj dugoročnih strategija prilagodbe klimatskim promjenama.

VEGETACIJSKI ELEMENTI NbS-A

Tablica 21. Funkcije vegetacije u NbS sustavima.

Skupina vegetacije	Ekološka funkcija	Tipični NBS elementi
drveće	zasjenjenje, evapotranspiracija, regulacija mikroklime	drvoredi, parkovi, urbane šume
grmlje	stabilizacija tla, povećanje strukture vegetacije	bioswale, vegetacijski pojasevi
trajnice	povećanje bioraznolikosti, filtracija vode	kišni vrtovi, vegetacijske gredice
trave	stabilizacija tla, povećanje infiltracije	infiltracijski travnjaci
vodena vegetacija	filtracija i pročišćavanje vode	retencijski bazeni, urbane močvare

Vegetacija predstavlja jednu od ključnih komponenti rješenja utemeljenih na prirodi jer omogućuje povezivanje hidroloških, klimatskih i ekoloških funkcija unutar urbanog prostora. Za razliku od konvencionalne urbane infrastrukture, koja se u upravljanju vodom i mikroklimom prvenstveno oslanja na tehničke sustave poput cjevovoda, kolektora i retencijskih bazena, NbS pristup koristi prirodne procese i biološke strukture kao aktivne regulatore urbanog okoliša. U takvom sustavu vegetacija ima središnju ulogu jer omogućuje istodobno djelovanje više ekoloških procesa koji doprinose stabilnosti urbanog ekosustava. U tom kontekstu vegetacija ne predstavlja samo estetsku i/ili krajobraznu komponentu urbanog prostora, nego funkcionalni dio urbane infrastrukture koji sudjeluje u regulaciji vodnog ciklusa, mikroklime i ekološke ravnoteže grada. Interakcija između biljaka, tla i atmosfere omogućuje niz prirodnih procesa poput infiltracije oborinske vode, evapotranspiracije i privremenog zadržavanja vode u vegetacijskom i supstratnom sloju. Ti procesi doprinose smanjenju površinskog otjecanja, ublažavanju toplinskog opterećenja urbanih površina te poboljšanju kvalitete zraka i mikroklimatskih uvjeta u urbanom prostoru. Istodobno vegetacija stvara staništa za različite biljne i životinjske vrste te povećava razinu urbane bioraznolikosti. U gradovima srednje veličine poput Varaždina, gdje je već prisutan relativno razvijen sustav parkova, drvoreda i zelenih površina, vegetacija ima i važnu ulogu u očuvanju krajobraznog identiteta grada i kvalitete javnog prostora. Postojeća zelena struktura predstavlja vrijedan prostorni resurs koji može poslužiti kao osnova za daljnji razvoj sustava zelene infrastrukture. Integracija vegetacijskih elemenata u sustave upravljanja oborinskim vodama, primjerice kroz kišne vrtove, vegetacijske pojaseve, urbane parkove ili zelene krovove, omogućuje učinkovitije korištenje prirodnih procesa u regulaciji urbanog okoliša.

U planiranju vegetacijskih sustava u urbanom prostoru važno je razlikovati funkcionalne skupine vegetacije. Takav pristup omogućuje planiranje vegetacijskih struktura prema njihovim ekološkim i funkcionalnim svojstvima, a ne isključivo prema pojedinačnim biljnim vrstama. U kontekstu rješenja utemeljenih na prirodi, vegetacija se promatra kao aktivni element urbane infrastrukture koji sudjeluje u regulaciji hidroloških procesa, mikroklime i ekološke stabilnosti prostora. Klasifikacija vegetacije u funkcionalne skupine omogućuje učinkovitije projektiranje sustava zelene infrastrukture jer se različite skupine biljaka odlikuju specifičnim morfološkim i fiziološkim karakteristikama koje utječu na procese infiltracije, evapotranspiracije, zasjenjenja i stabilizacije tla. Takav pristup posebno je važan u urbanističkom i krajobraznom planiranju jer omogućuje prilagodbu vegetacijskih sustava različitim tipovima prostora, klimatskim uvjetima i funkcionalnim zahtjevima urbanog okoliša. U NBS sustavima vegetacija se najčešće organizira u nekoliko osnovnih funkcionalnih skupina koje odgovaraju različitim slojevima vegetacijske strukture. To uključuje visoko drveće, niže drveće, grmlje te prizemnu vegetaciju koja obuhvaća travnjake, trajnice i druge zeljaste vrste. Svaka od ovih skupina ima specifičnu ulogu u funkcioniranju urbanog ekosustava. Visoko drveće ima ključnu ulogu u stvaranju zasjenjenja

i regulaciji mikroklime jer razvijene krošnje smanjuju zagrijavanje urbanih površina i povećavaju evapotranspiraciju. Niže drveće i grmlje doprinose strukturnoj raznolikosti vegetacije te stvaraju prijelaz između gornjeg i donjeg sloja vegetacijskog pokrova. Prizemna vegetacija ima važnu ulogu u zaštiti tla od erozije, povećanju infiltracije oborinskih voda i stabilizaciji površinskog sloja tla. Integracijom različitih funkcionalnih skupina vegetacije moguće je formirati višeslojnu vegetacijsku strukturu koja oponaša prirodne ekosustave. Takva struktura omogućuje učinkovitije djelovanje ekoloških procesa, povećava otpornost urbanog prostora na klimatske ekstreme i doprinosi stvaranju stabilnog i funkcionalnog urbanog ekosustava.

Tablica 22. Tehnički parametri vegetacijskih elemenata NbS-a.

Element vegetacije / sustava	Projektantski parametar	Preporučena vrijednost	Planersko značenje
Urbano drveće	minimalni volumen tla po stablu	20–30 m³	omogućuje stabilan razvoj korijenskog sustava i dugoročnu vitalnost stabla
Urbano drveće	minimalna dubina tla	1,0–1,5 m	osigurava dovoljno prostora za razvoj korijenja
Drvoredi uz prometnice	razmak sadnje stabala	7–10 m	omogućuje optimalan razvoj krošnje i zasjenjenje ulice
Vegetacijski pojasevi uz prometnice	minimalna širina sadne trake	2–3 m	povećava infiltraciju oborinske vode i stabilnost tla
Grmlje	razmak sadnje	1–2 m	omogućuje razvoj grmolike vegetacije i formiranje kontinuiranog vegetacijskog pojasa
Trajnice i prizemna vegetacija	razmak sadnje	30–60 cm	omogućuje brzo zatvaranje vegetacijskog pokrova i smanjuje eroziju tla
Kišni vrtovi	dubina površinske depresije	15–30 cm	omogućuje privremeno zadržavanje oborinske vode
Kišni vrtovi / bioswale	infiltracijski sloj supstrata	50–80 cm	osigurava učinkovitu infiltraciju i filtraciju oborinske vode
Zeleni krovovi (ekstenzivni)	minimalna dubina supstrata	10–15 cm	omogućuje razvoj niske vegetacije i zadržavanje oborinske vode
Zeleni krovovi (intenzivni)	dubina supstrata	30–100 cm	omogućuje sadnju grmlja i manjih stabala

Osim ekoloških i krajobraznih kriterija, planiranje vegetacije u sustavima utemeljenima na prirodi zahtijeva definiranje određenih tehničkih projektantskih parametara. Ti parametri osiguravaju dugoročnu stabilnost vegetacijskih sustava i omogućuju pravilno funkcioniranje hidroloških i mikroklimatskih procesa unutar urbanog prostora. Jedan od ključnih tehničkih čimbenika je osiguravanje dovoljnog volumena tla za razvoj korijenskog sustava biljaka. U urbanim uvjetima tlo je često zbijeno ili ograničeno infrastrukturnim elementima, zbog čega je potrebno osigurati odgovarajuću dubinu i volumen supstrata. Za urbano drveće preporučuje se minimalni volumen tla od približno 20 do 30 m³ po stablu, dok dubina tla za grmoliku vegetaciju obično iznosi 60 do 100 cm, ovisno o vrsti i uvjetima sadnje. Važan tehnički parametar predstavlja i razmak sadnje vegetacije, koji mora biti prilagođen očekivanoj veličini odraslih biljaka. U drvoredima uz prometnice stabla se najčešće sade na međusobnoj udaljenosti od 7 do 10 metara, dok se razmak grmlja obično kreće između 1 i 2 metra, ovisno o vrsti i funkciji vegetacijskog pojasa.

U sustavima upravljanja oborinskim vodama, poput kišnih vrtova ili bioswale elemenata, posebnu pažnju treba posvetiti strukturi tla i infiltracijskom kapacitetu supstrata. Takvi sustavi obično uključuju višeslojnu strukturu tla koja se sastoji od filtracijskog sloja, drenažnog sloja i vegetacijskog supstrata. Debljina infiltracijskog sloja u takvim sustavima najčešće iznosi 50 do 80 cm, dok se površinska depresija za zadržavanje vode kreće između 15 i 30 cm. Kod projektiranja vegetacije u urbanim NbS sustavima također je važno osigurati dovoljno prostora za razvoj krošnji drveća. Širina vegetacijskih pojaseva uz prometnice obično iznosi najmanje 2 do 3 metra, kako bi se omogućio stabilan razvoj korijenskog sustava i osigurala dovoljna površina za infiltraciju oborinskih voda. Primjena ovih tehničkih smjernica omogućuje dugoročnu stabilnost vegetacijskih sustava te povećava njihovu sposobnost regulacije urbanog vodnog ciklusa, mikroklime i ekoloških procesa. Upravo zbog toga definiranje tehničkih parametara predstavlja važan dio projektiranja zelene infrastrukture i rješenja utemeljenih na prirodi u urbanim sredinama.

Tablica u nastavku prikazuje osnovne funkcionalne skupine biljaka koje se preporučuju za primjenu u sustavima utemeljenima na prirodi u urbanim prostorima. Umjesto planiranja vegetacije prema pojedinačnim biljnim

vrstama, ovakav pristup temelji se na njihovim ekološkim funkcijama i ulozi u regulaciji hidroloških i klimatskih procesa. Svaka funkcionalna skupina vegetacije povezana je s određenim tipovima NbS sustava te ima specifične morfološke i fiziološke karakteristike koje omogućuju učinkovito djelovanje unutar urbanog okoliša. Primjerice, drveće s razvijenim krošnjama ima ključnu ulogu u stvaranju zasjenjenja i regulaciji mikroklime, dok biljke za kišne vrtove i bioswale sustave doprinose infiltraciji i filtraciji oborinske vode. Vegetacija prilagođena sušnim uvjetima posebno je važna u urbanim sredinama gdje su prisutne visoke temperature i ograničena dostupnost vode, dok biljke za stabilizaciju tla sprječavaju eroziju i osiguravaju stabilnost vegetacijskog pokrova. Primjena funkcionalnih skupina biljaka omogućuje fleksibilnije i učinkovitije planiranje vegetacije u sustavima zelene infrastrukture.

Tablica 23. Preporučene funkcionalne skupine biljaka za NBS sustave u urbanim prostorima (i).

SKUPINA VEGETACIJE	EKOLOŠKA FUNKCIJA	TIPIČNI NBS SUSTAVI	OSNOVNE KARAKTERISTIKE
Drveće za zasjenu	zasjenjenje urbanih površina, povećanje evapotranspiracije, smanjenje urbanog toplinskog otoka	parkovi, drvoredi, urbani trgovi, zelene ulice	velika krošnja, otpornost na urbani stres, dubok korijenski sustav
Biljke za kišne vrtove	infiltracija i filtracija oborinske vode	kišni vrtovi, retencijske depresije	tolerantnost na povremeno plavljenje i sušu, razvijen korijenski sustav
Biljke za bioswale sustave	usporavanje i infiltracija površinskog otjecanja	infiltracijski jarci, vegetacijski kanali	fleksibilni korijenski sustav, tolerancija na promjenjive hidrološke uvjete
Biljke tolerantne na sušu	smanjenje potrebe za navodnjavanjem, stabilnost vegetacije tijekom sušnih razdoblja	urbani parkovi, prometni koridori, javni prostori	visoka otpornost na sušu, duboki ili razgranati korijenski sustav
Biljke za stabilizaciju tla	sprječavanje erozije i stabilizacija površinskog sloja tla	padine, vegetacijski pojasevi, prometni nasipi	gust korijenski sustav, brzi vegetacijski pokrov
Vegetacija za zelene krovove	zadržavanje oborinske vode, regulacija temperature krovnih površina	ekstenzivni i intenzivni zeleni krovovi	plitak korijenski sustav, otpornost na sušu i visoke temperature
Vegetacija za plavu infrastrukturu	retencija i pročišćavanje vode	urbane retencijske zone, kišni vrtovi, urbani močvare	tolerantnost na trajno vlažne uvjete, visoka biomasa

Tablica 24. Preporučene funkcionalne skupine biljaka za NBS sustave u urbanim prostorima (ii).

SKUPINA VEGETACIJE	EKOLOŠKA FUNKCIJA	NbS ELEMENT	KARAKTERISTIČNE VRSTE
Drveće za sjenu	zasjenjenje, regulacija mikroklime, povećanje evapotranspiracije	parkovi, drvoredi, urbane avenije	*Tilia cordata* (lipa), *Acer campestre* (poljski javor), *Quercus robur* (hrast lužnjak), *Platanus × hispanica* (platana), *Carpinus betulus* (grab)
Biljke za kišne vrtove	infiltracija i filtracija oborinske vode	kišni vrtovi, retencijske depresije	*Iris pseudacorus* (žuta perunika), *Carex elata* (šaš), *Lythrum salicaria* (vrbica), *Filipendula ulmaria* (livadna filipendula), *Mentha aquatica* (vodena metvica)
Biljke za bioswale sustave	usporavanje otjecanja i infiltracija vode	vegetacijski kanali, infiltracijski jarci	*Salix purpurea* (crvena vrba), *Cornus sanguinea* (svib), *Calamagrostis acutiflora* (trska trava), *Festuca arundinacea* (visoka vlasulja)
Biljke tolerantne na sušu	stabilnost vegetacije tijekom sušnih razdoblja	urbani trgovi, prometnice, parkovi	*Lavandula angustifolia* (lavanda), *Perovskia atriplicifolia* (perovskija), *Sedum acre* (žednjak), *Achillea millefolium* (stolisnik)
Biljke za stabilizaciju tla	sprječavanje erozije i stabilizacija tla	padine, vegetacijski pojasevi	*Hedera helix* (bršljan), *Vinca minor* (zimzelen), *Hypericum calycinum* (gospina trava), *Geranium macrorrhizum* (mirisna iglica)
Vegetacija za zelene krovove	retencija oborinske vode, regulacija temperature	ekstenzivni i intenzivni zeleni krovovi	*Sedum album, Sedum spurium, Sempervivum tectorum* (čuvarkuća), *Allium schoenoprasum* (vlasac), *Thymus serpyllum* (majčina dušica)
Vegetacija za Plavu infrastrukturu	retencija i pročišćavanje vode	Urbane močvare, retencijski bazeni	*Phragmites australis* (trska), *Typha latifolia* (rogoz), *Iris pseudacorus* (žuta perunika), *Schoenoplectus lacustris* (jezerska šašika), *Alisma plantago-aquatica* (vodeni bokvica)

Tablica prikazuje funkcionalne skupine vegetacije koje se mogu primijeniti u sustavima zelene infrastrukture i rješenjima utemeljenima na prirodi u urbanom prostoru Varaždina. Za svaku skupinu navedene su tipične ekološke funkcije, vrste NBS sustava u kojima se primjenjuju te karakteristične biljne vrste prilagođene

klimatskim uvjetima kontinentalne Hrvatske. Odabrane vrste imaju visoku otpornost na urbani stres, promjenjive hidrološke uvjete i temperaturne ekstreme te se već koriste u krajobraznom planiranju srednjoeuropskih gradova. Primjena funkcionalnih skupina biljaka omogućuje učinkovitije projektiranje vegetacijskih sustava jer se izbor biljaka temelji na njihovim ekološkim svojstvima i ulozi u regulaciji urbanog vodnog ciklusa, mikroklime i stabilnosti tla. Integracijom različitih funkcionalnih skupina vegetacije moguće je stvoriti višeslojnu i ekološki stabilnu strukturu urbanog zelenila koja povećava otpornost grada na klimatske promjene i poboljšava kvalitetu urbanog okoliša.

Tablica 25. Preporučene vegetacijske vrste za NBS sustave u Varaždinu prema urbanom gradijentu.

ZONA URBANOG GRADIJENTA	PROSTORNE KARAKTERISTIKE	EKOLOŠKI UVJETI	PREPORUČENE VRSTE	TIPIČNI NBS ELEMENTI
Povijesna gradska jezgra	visoka gustoća izgradnje, mali udio tla, izražen urbani toplinski otok	zbijeno tlo, suša, visoke temperature	*Acer campestre* (poljski javor), *Carpinus betulus* (grab), *Tilia cordata* (lipa), *Gleditsia triacanthos* (gledičija), *Koelreuteria paniculata* (koelreuterija)	drvoredi, urbani trgovi, zelene ulice, zeleni krovovi
Stambene četvrti	mješovite zelene i izgrađene površine	umjeren urbani stres, ograničena dostupnost vode	*Acer platanoides* (javor mliječ), *Prunus avium* (trešnja), *Sorbus aria* (brekinja), *Cornus sanguinea* (svib), *Ligustrum vulgare* (kalina)	drvoredi, kišni vrtovi, vegetacijski pojasevi
Urbani parkovi i javne zelene površine	veće vegetacijske površine	povoljniji uvjeti tla i vode	*Quercus robur* (hrast lužnjak), *Fagus sylvatica* (bukva), *Tilia platyphyllos* (velikolisna lipa), *Aesculus hippocastanum* (divlji kesten), *Taxus baccata* (tisa)	parkovi, urbane livade, rekreacijske zelene zone
Rekreacijske zelene površine	veći vegetacijski kompleksi, sportske zone	dobra infiltracija tla	*Fraxinus excelsior* (jasen), *Alnus glutinosa* (crna joha), Salix alba (bijela vrba), *Populus alba* (bijela topola), *Ulmus minor* (brijest)	vegetacijski koridori, retencijske livade
Prirodni sustavi uz rijeku Dravu	šumski i riječki ekosustavi	visoka vlažnost tla, povremene poplave	*Salix alba* (bijela vrba), *Populus nigra* (crna topola), *Alnus glutinosa* (joha), *Quercus robur* (hrast lužnjak), *Cornus sanguinea* (svib)	urrbana močvara, retencijske zone, poplavne šume

Tablica prikazuje preporučene vegetacijske vrste za primjenu u sustavima zelene infrastrukture i rješenjima utemeljenima na prirodi u gradu Varaždinu, organizirane prema urbanom gradijentu. Urbani gradijent predstavlja prijelaz od gusto izgrađenog središta grada prema stambenim zonama, parkovima i prirodnim sustavima uz rijeku Dravu. Svaka od tih prostornih zona karakterizirana je specifičnim mikroklimatskim i pedološkim uvjetima koji utječu na izbor odgovarajuće vegetacije. U povijesnoj gradskoj jezgri dominantni su uvjeti urbanog toplinskog otoka, ograničen volumen tla i visoka razina urbanog stresa, zbog čega se preporučuju vrste koje su tolerantne na sušu, zbijeno tlo i visoke temperature. U stambenim četvrtima uvjeti su nešto povoljniji te omogućuju primjenu šireg spektra vrsta koje doprinose zasjenjenju i poboljšanju mikroklime. U parkovima i rekreacijskim zelenim površinama moguće je razviti složeniju vegetacijsku strukturu koja uključuje veće drvenaste vrste i raznolik vegetacijski pokrov. Takvi prostori imaju važnu ulogu u regulaciji mikroklime i infiltraciji oborinskih voda. Najpovoljniji ekološki uvjeti nalaze se u prirodnim sustavima uz rijeku Dravu, gdje se mogu razviti poplavne šumske zajednice i retencijski ekosustavi koji imaju ključnu ulogu u regulaciji vodnog režima i očuvanju urbane bioraznolikosti.

URBANI TOPLINSKI OTOK

Tablica 26. Korelacija udjela vegetacije, urbanog toplinskog otoka i NbS-a.

Zona urbanog gradijenta	Tip prostorne strukture	Procijenjeni udio vegetacije (postojeće stanje)	Dominantne površine	Procijenjeni intenzitet urbanog toplinskog otoka	Preporučeni udio vegetacije (NbS scenarij)	Planerska mjera
Povijesna gradska jezgra	trgovi, uske ulice, visoka gustoća izgradnje	5–15 %	kamen, beton, asfalt	vrlo visok (4–7 °C)	20–30 %	drvoredi, zeleni trgovi, zeleni krovovi
Centralne urbane zone	poslovne i prometne zone	15–25 %	asfalt, beton, parkirališta	visok (3–5 °C)	30–40 %	kišni vrtovi, permeabilne površine, drvoredi
Stambene četvrti	mješovite zelene i izgrađene površine	30–45 %	zgrade, dvorišta, manji parkovi	umjeren (2–4 °C)	40–55 %	kvartovski parkovi, zelene ulice
Urbani parkovi i javne zelene površine	parkovi, šetnice, drvoredi	60–80 %	travnjaci, drveće	nizak (0–2 °C)	70–85 %	povećanje drveća, urbane livade
Prirodni sustavi uz rijeku Dravu	šumski i riječni ekosustavi	80–95 %	šuma, prirodno tlo	minimalan (<1 °C)	očuvati >90 %	zaštita prirodnih ekosustava

Fenomen urbanog toplinskog otoka predstavlja jednu od najizraženijih klimatskih posljedica urbanizacije. U urbanim sredinama dominiraju građevinski materijali poput asfalta, betona i kamena koji imaju visok toplinski kapacitet i nizak albedo. Takve površine apsorbiraju velike količine sunčeve energije tijekom dana te je postupno otpuštaju tijekom noći, zbog čega temperatura zraka u urbanim područjima često ostaje viša nego u okolnim ruralnim prostorima. Posljedica toga je stvaranje lokalnih toplinskih anomalija koje negativno utječu na mikroklimu, energetsku potrošnju i kvalitetu života u gradovima. Vegetacija ima ključnu ulogu u ublažavanju ovog fenomena jer djeluje kroz dva osnovna mehanizma: zasjenjenje površina i evapotranspiracijsko hlađenje. Krošnje drveća smanjuju količinu sunčeve radijacije koja dopire do tla i urbanih materijala, čime se ograničava njihovo zagrijavanje. Istodobno proces evapotranspiracije omogućuje prirodno hlađenje zraka jer tijekom isparavanja vode dolazi do potrošnje toplinske energije iz okoliša. Kombinacija zasjenjenja i evapotranspiracije čini vegetaciju jednim od najučinkovitijih prirodnih mehanizama regulacije temperature u urbanom prostoru. Brojna istraživanja pokazala su da urbane površine s razvijenim vegetacijskim pokrovom mogu imati znatno niže temperature u odnosu na potpuno nepropusne površine. Razlike u temperaturi mogu doseći i nekoliko stupnjeva Celzijusa, osobito tijekom ljetnih razdoblja s intenzivnim sunčevim zračenjem. Tablica prikazuje procijenjene vrijednosti površinskih temperatura različitih urbanih materijala te potencijalni učinak vegetacije na njihovo smanjenje. Iz prikazanih podataka vidljivo je da asfaltne površine mogu doseći temperature od 50 do 65 °C tijekom ljetnih dana, dok vegetacijski pokrov poput travnjaka ili parkova s razvijenim drvećem zadržava znatno niže temperature. Parkovne površine s drvećem često predstavljaju najhladnije dijelove urbanog prostora jer kombiniraju zasjenjenje i intenzivnu evapotranspiraciju. Ovi podaci jasno pokazuju da vegetacija ima iznimno važan potencijal u regulaciji urbanog toplinskog režima. Integracija vegetacijskih elemenata u urbanu strukturu stoga predstavlja jedan od ključnih pristupa u ublažavanju fenomena urbanog toplinskog otoka i poboljšanju mikroklimatskih uvjeta u gradovima.

Rezultati pokazuju da je intenzitet urbanog toplinskog otoka izravno povezan s udjelom nepropusnih površina i količinom vegetacijskog pokrova. U povijesnoj gradskoj jezgri, gdje je udio vegetacije vrlo nizak, efekt urbanog toplinskog otoka najizraženiji je. Povećanjem vegetacijskog pokrova kroz drvorede, zelene krovove i male urbane parkove moguće je značajno smanjiti toplinsko opterećenje tih prostora.U stambenim zonama i parkovima već postoji relativno visok udio vegetacije, no dodatno povećanje vegetacijskog pokrova može dodatno poboljšati mikroklimatske uvjete i infiltracijski kapacitet tla. Najpovoljniji klimatski uvjeti prisutni su u prirodnim sustavima uz rijeku Dravu, gdje vegetacija djeluje kao prirodni regulator temperature i vodnog režima. Preporučene vrijednosti udjela vegetacije u NBS scenariju predstavljaju smjernice za planiranje zelene infrastrukture i mogu poslužiti kao orijentir u urbanističkom planiranju i projektiranju javnih prostora u Varaždinu. Povećanje vegetacijskog pokrova u urbanim zonama jedan je od ključnih koraka u ublažavanju urbanog toplinskog otoka i prilagodbi grada klimatskim promjenama.

Tablica 27. Procijenjeni utjecaj povećanja udjela vegetacije na smanjenje temperature urbanog prostora Varaždina

POVEĆANJE UDJELA VEGETACIJE	UKUPNI UDIO VEGETACIJE	PROCIJENJENO SMANJENJE TEMPERATURE	DOMINANTNI NbS ELEMENTI	TIP VEGETACIJE	PROSTORNA SKALA INTERVENCIJE	UTJECAJ
+10 %	25–30 %	0,5–1 °C	drvoredi, zeleni trgovi	urbano drveće	ulice, manji trgovi	nizak do umjeren
+20 %	35–40 %	1–2 °C	kišni vrtovi, zelene ulice	drveće i grmlje	stambeni blokovi	umjeren
+30 %	45–50 %	2–3 °C	urbani parkovi, vegetacijski koridori	višeslojna vegetacija	kvartovska razina	umjeren do visok
+40 %	55–60 %	3–4 °C	veći parkovi, urbane livade	drveće + travnjaci	gradske zelene zone	visok
>50 %	65–80 %	4–5 °C	parkovi s drvećem i vodnim elementima	parkovna šuma	gradska razina	vrlo visok
>70 %	>80 %	5–6 °C	prirodni ekosustavi	šumska vegetacija	regionalna razina	vrlo visok

Tablica prikazuje procijenjeni odnos između povećanja udjela vegetacije i smanjenja temperature urbanog prostora u kontekstu grada Varaždina. Analiza se temelji na pretpostavci da vegetacijski pokrov ima ključnu ulogu u regulaciji mikroklime kroz procese zasjenjenja i evapotranspiracije, koji zajedno doprinose smanjenju zagrijavanja urbanih površina i zraka. U tablici su prikazane različite razine povećanja udjela vegetacije u urbanom prostoru, njihov utjecaj na prosječnu ljetnu temperaturu te pripadajući tipovi rješenja utemeljenih na prirodi. Rezultati pokazuju da i relativno umjereno povećanje vegetacijskog pokrova može imati mjerljiv učinak na mikroklimatske uvjete urbanog prostora. Primjerice, povećanje vegetacije za približno deset posto, koje se može ostvariti sadnjom drvoreda i uvođenjem manjih zelenih površina u javnim prostorima, može dovesti do smanjenja prosječne temperature za oko pola do jedan stupanj Celzijusa. Daljnje povećanje vegetacijskog pokrova, osobito kroz implementaciju kišnih vrtova, zelenih ulica i vegetacijskih koridora u stambenim zonama, može dodatno smanjiti temperaturu za jedan do dva stupnja. Najizraženiji učinak smanjenja temperature postiže se u urbanim prostorima s većim udjelom vegetacije, poput parkova i većih zelenih zona. U takvim područjima kombinacija drveća, travnjaka i višeslojne vegetacije omogućuje intenzivnije procese evapotranspiracije i zasjenjenja, što može dovesti do smanjenja temperature i za tri do četiri stupnja. U prirodnim sustavima s vrlo visokim udjelom vegetacije, primjerice u šumskim područjima uz rijeku Dravu, učinak hlađenja može biti još izraženiji. Tablica također pokazuje da različite razine povećanja vegetacijskog pokrova odgovaraju različitim prostornim razinama intervencije, od pojedinačnih ulica i trgova do kvartovskih parkova i većih urbanih zelenih sustava.

Model optimalnog udjela vegetacije u urbanim blokovima omogućuje kvantitativnu procjenu ekološke funkcionalnosti urbanog prostora. Međutim, optimalna vrijednost vegetacijskog pokrova ne može biti jednaka u svim dijelovima grada jer ovisi o gustoći izgrađenosti, funkcionalnoj namjeni prostora i postojećoj prostornoj strukturi. Zbog toga je u urbanističkom planiranju potrebno definirati referentne vrijednosti optimalnog udjela vegetacije za različite tipove urbanih blokova. U kontekstu grada Varaždina moguće je razlikovati nekoliko osnovnih tipova urbanih blokova koji odgovaraju različitim razinama urbanizacije. Povijesna gradska jezgra karakterizirana je visokom gustoćom izgradnje i ograničenim prostorom za vegetaciju, dok stambene zone, parkovi i prirodni sustavi uz rijeku Dravu imaju znatno veći potencijal za razvoj vegetacijskog pokrova. U tablici su prikazane preporučene vrijednosti optimalnog udjela vegetacije za različite tipove urbanih blokova u Varaždinu.

Tablica 28. Preporučeni optimalni udio vegetacije u urbanim blokovima.

TI PROSTORA	PROSTORNE KARAKTERISTIKE	PROCIJENJENI POSTOJEĆI UDIO VEGETACIJE	PREPORUČENI OPTIMALNI UDIO VEGETACIJE	PLANERSKE MJERE POVEĆANJA VEGETACIJE
Povijesna gradska jezgra	visoka gustoća izgradnje, mali udio otvorenog tla	5–15 %	20–30 %	drvoredi, zeleni trgovi, zeleni krovovi
Centralne urbane zone	poslovne i prometne zone	15–25 %	30–40 %	kišni vrtovi, permeabilne površine, vegetacijski pojasevi
Stambeni urbani blokovi	mješovite izgrađene i zelene površine	30–45 %	40–50 %	kvartovski parkovi, zelene ulice, dvorišni vrtovi
Mješovite urbane zone	javne institucije, škole, poslovni sadržaji	35–50 %	45–60 %	urbani parkovi, vegetacijski koridori
Parkovne i rekreacijske zone	velike zelene površine	60–80 %	>70 %	povećanje drveća i urbane livade
Prirodni sustavi uz rijeku Dravu	šumski i riječki ekosustavi	80–95 %	očuvati >90 %	zaštita prirodnih ekosustava

Prikazani model pokazuje da optimalni udio vegetacije raste s udaljenošću od gusto izgrađenog središta grada prema perifernim i prirodnim područjima. U povijesnoj gradskoj jezgri prostorna ograničenja onemogućuju postizanje visokog udjela vegetacije, ali i relativno umjereno povećanje vegetacijskog pokrova može imati značajan utjecaj na mikroklimatske uvjete i smanjenje urbanog toplinskog otoka. U stambenim zonama postoji znatno veći potencijal za povećanje vegetacijskog pokrova kroz integraciju kvartovskih parkova, zelenih ulica i vegetacijskih dvorišta. Takve intervencije mogu značajno povećati infiltraciju oborinske vode, poboljšati mikroklimatske uvjete i povećati ukupnu ekološku funkcionalnost urbanog prostora. Najviši udio vegetacije prisutan je u parkovnim i prirodnim zonama grada, osobito u području uz rijeku Dravu. Ova područja imaju ključnu ulogu u regulaciji urbanog vodnog ciklusa, očuvanju bioraznolikosti i ublažavanju klimatskih ekstrema. Njihova zaštita i integracija u sustav zelene infrastrukture stoga predstavlja jedan od ključnih elemenata održivog razvoja grada. Definiranje optimalnog udjela vegetacije u urbanim blokovima omogućuje razvoj jasnih urbanističkih smjernica koje mogu služiti kao temelj za planiranje zelene infrastrukture, implementaciju rješenja utemeljenih na prirodi i povećanje klimatske otpornosti urbanog prostora Varaždina.

Tablica 29. Minimalni vegetacijski standardi za urbanističke projekte.

TIP PROJEKTA	MINIMALNI UDIO VEGETACIJE	PREPORUČENI TIP VEGETACIJE	TIPIČNI NBS ELEMENTI	EKOLOŠKA FUNKCIJA
Novi stambeni blokovi	≥ 40 %	drveće, grmlje, travnjaci	kvartovski parkovi, kišni vrtovi	infiltracija vode, mikroklimatsko hlađenje
Rekonstrukcija stambenih zona	≥ 35 %	drvoredi, dvorišni vrtovi	zelene ulice, permeabilne površine	smanjenje urbanog toplinskog otoka
Javni trgovi i pješačke zone	≥ 20–30 %	drveće u sadnim jamama, urbani vrtovi	zeleni trgovi, drvoredi	zasjenjenje i mikroklimatska regulacija
Parkirališta i prometne površine	≥ 25 %	drveće, vegetacijski pojasevi	permeabilni opločnici, bioswale	infiltracija oborinske vode
Školski i institucionalni kompleksi	≥ 40–50 %	drveće, travnjaci, trajnice	edukativni vrtovi, kišni vrtovi	poboljšanje mikroklime i kvalitete prostora
Industrijsko-poslovne zone	≥ 20–30 %	vegetacijski pojasevi, drveće	retencijske zelene zone	filtracija zraka i vode
Parkovi i rekreacijske zone	≥ 70 %	višeslojna vegetacija	urbane livade, drvoredi	očuvanje bioraznolikosti

Tablica prikazuje preporučene minimalne vegetacijske standarde za različite tipove urbanističkih projekata. Standardi definiraju minimalni udio vegetacijskog pokrova koji bi trebao biti integriran u urbane projekte kako bi se osigurala osnovna razina ekološke funkcionalnosti urbanog prostora. Najviši udio vegetacije predviđen je za parkove i rekreacijske zone, gdje vegetacija predstavlja dominantni element prostora i ima ključnu ulogu u regulaciji mikroklime, infiltraciji oborinske vode i očuvanju urbane bioraznolikosti. Stambeni blokovi i institucionalni kompleksi također imaju značajan potencijal za integraciju vegetacijskih sustava jer raspolažu relativno većim otvorenim površinama koje se mogu koristiti za razvoj parkova, dvorišnih vrtova i kišnih vrtova. U centralnim urbanim zonama, poput trgova i pješačkih ulica, prostorna ograničenja često onemogućuju visok udio vegetacije, no i relativno umjereno povećanje vegetacijskog pokrova kroz sadnju drveća, zelene otoke i permeabilne površine može značajno poboljšati mikroklimatske uvjete. Primjena ovih minimalnih vegetacijskih standarda omogućuje sustavno povećanje udjela zelene infrastrukture u urbanom prostoru Varaždina te predstavlja važan korak u razvoju klimatski otpornog i ekološki održivog urbanog sustava.

Nadalje, planiranje vegetacije u urbanim sustavima utemeljenima na prirodi ne može se promatrati samo kroz krajobraznu ili estetsku funkciju, već kroz integrirani sustav ekoloških procesa koji djeluju u urbanom okolišu. Vegetacija istodobno utječe na hidrološke procese, regulaciju temperature, kvalitetu zraka i razvoj urbane bioraznolikosti. Zbog toga se u suvremenom urbanističkom planiranju vegetacija promatra kao ključna komponenta zelene infrastrukture koja povezuje različite ekološke funkcije u jedinstveni sustav. U kontekstu Varaždina integrirani model vegetacije u NbS sustavima temelji se na međusobnoj povezanosti četiri osnovna procesa: infiltracije oborinske vode, evapotranspiracije i regulacije temperature, stabilizacije tla te razvoja urbane bioraznolikosti. Vegetacijski sustavi poput drvoreda, parkova, kišnih vrtova i vegetacijskih koridora omogućuju istodobno djelovanje svih ovih procesa, čime se povećava ekološka funkcionalnost urbanog prostora.

Tablica 30. Integrirani model vegetacije u NBS sustavima.

VEGETACIJSKI ELEMENT	HIDROLOŠKA FUNKCIJA	KLIMATSKA FUNKCIJA	EKOLOŠKA FUNKCIJA	TIPIČNI NBS SUSTAVI	Prostorna primjena
Urbano drveće	povećanje infiltracije, smanjenje otjecanja	zasjenjenje, evapotranspiracijsko hlađenje	staništa za ptice i kukce	drvoredi, zelene ulice	gradske ulice i trgovi
Grmolika vegetacija	stabilizacija tla i filtracija vode	smanjenje zagrijavanja tla	povećanje strukturne raznolikosti vegetacije	vegetacijski pojasevi, bioswale	prometni koridori
Trajnice i prizemna vegetacija	povećanje infiltracije	smanjenje površinske temperature	staništa za oprašivače	kišni vrtovi, urbane livade	parkovi i javni prostori
Parkovna vegetacija	infiltracija i retencija vode	regulacija mikroklime	povećanje bioraznolikosti	urbani parkovi	gradske zelene površine
Poplavna i riječna vegetacija	retencija i regulacija vodnog režima	stabilizacija lokalne mikroklime	očuvanje prirodnih ekosustava	urbani močvare	područje uz rijeku Dravu

Prikazani model pokazuje da različiti vegetacijski elementi imaju komplementarne funkcije u urbanom ekosustavu. Urbano drveće ima posebno važnu ulogu u regulaciji temperature i stvaranju zasjenjenja, dok grmolika vegetacija i prizemni vegetacijski slojevi doprinose stabilizaciji tla i povećanju infiltracije oborinske vode. Parkovni sustavi i veće zelene površine imaju integriranu funkciju jer istodobno reguliraju mikroklimu, vodni ciklus i urbanu bioraznolikost. Najviši stupanj ekološke funkcionalnosti postiže se u prirodnim sustavima uz rijeku Dravu, gdje vegetacija djeluje kao ključni regulator vodnog režima i klimatskih uvjeta. Ovi prirodni sustavi imaju važnu ulogu u stabilizaciji urbanog okoliša i predstavljaju temelj regionalne zelene infrastrukture.

SMJERNICE ZA PRIMJENU NbS SUSTAVA PREMA TIPOVIMA URBANOG PROSTORA

Primjena rješenja temeljenih na prirodi u urbanim sredinama ovisi o morfologiji urbanog prostora, funkciji prostora i dostupnosti površina za implementaciju zelene infrastrukture. Različiti tipovi urbanih prostora imaju različite prostorne, funkcionalne i klimatske karakteristike, zbog čega je potrebno razviti specifične projektantske smjernice za svaki tip prostora. U gradovima srednje veličine, poput Varaždina, urbanistička struktura obuhvaća nekoliko tipičnih prostornih kategorija koje uključuju povijesni urbani centar, stambene zone, prometne koridore, javne trgove, parkirališta te industrijske i poslovne zone. Svaka od tih kategorija ima različite potencijale i ograničenja za implementaciju NbS sustava. U povijesnim urbanim jezgrama prostor je često ograničen zbog visoke gustoće izgrađenosti i kulturno-povijesnih ograničenja. U takvim područjima primjena manjih, tzv. mikro NBS rješenja predstavlja najrealističniji pristup. To uključuje vegetacijske intervencije poput zelenih krovova, vegetacijskih fasada, manjih kišnih vrtova i sadnje drvoreda u proširenim dijelovima ulica. Stambene zone imaju veći potencijal za integraciju NBS sustava jer često uključuju dvorišta, travnjake i druge otvorene površine koje se mogu transformirati u infiltracijske zone ili kišne vrtove. U takvim područjima moguće je razviti sustave koji kombiniraju vegetaciju, infiltraciju oborinske vode i poboljšanje mikroklimatskih uvjeta. Prometni koridori predstavljaju posebno važan element urbane infrastrukture jer imaju velik utjecaj na mikroklimu grada. Asfaltirane površine prometnica imaju visoku sposobnost apsorpcije topline i često doprinose stvaranju urbanog toplinskog otoka. Integracija drvoreda, bioswale kanala i permeabilnih površina uz prometnice može značajno smanjiti temperaturu površina i povećati infiltraciju oborinske vode.

Parkirališta su jedan od najproblematičnijih tipova urbanih prostora jer su karakterizirana velikim nepropusnim površinama i nedostatkom vegetacije. U takvim prostorima primjena permeabilnih opločnika, infiltracijskih travnjaka i vegetacijskih otoka može značajno smanjiti površinsko otjecanje i poboljšati mikroklimatske uvjete. Industrijske i logističke zone često uključuju velike krovne i asfaltne površine koje generiraju velike količine oborinske vode. U takvim područjima retencijski bazeni i infiltracijski sustavi mogu imati ključnu ulogu u upravljanju oborinskim vodama.

Tablica 31. Smjernice za primjenu NbS sustava prema tipu urbanog prostora.

TIP PROSTORA	PROSTORNE KARAKTERISTIKE	GLAVNI KLIMATSKI PROBLEM	PREPORUČENI NBS SUSTAVI	PROSTORNI ZAHTJEV
povijesni centar	uske ulice, visoka gustoća izgradnje, mali udio vegetacije	urbani toplinski otok	zeleni krovovi, zeleni zidovi, mikro kišni vrtovi, drvoredi	mali
stambene zone	dvorišta, vrtovi i travnjaci	toplinski stres, površinsko otjecanje	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, kvartovski parkovi	srednji
prometni koridori	asfaltirane prometnice, visoka insolacija	zagrijavanje površina	drvoredi, bioswale sustavi, vegetacijski pojasevi	srednji
javni trgovi	velike popločane površine	toplinski otok	vegetacijski otoci, permeabilni opločnici, zeleni krovovi	mali
parkirališta	velike asfaltne površine	urbane poplave i toplinski stres	permeabilni opločnici, travne ploče, drvoredi parkirališta	srednji
industrijske zone	velike krovne i logističke površine	površinsko otjecanje	retencijski bazeni, bioswale kanali, zeleni krovovi	velik

Tablica prikazuje osnovne smjernice za primjenu NBS sustava u različitim tipovima urbanog prostora. Odabir sustava ovisi o prostornim karakteristikama lokacije, dominantnim klimatskim problemima i raspoloživom prostoru za implementaciju. U gusto izgrađenim zonama naglasak je na kompaktnim rješenjima poput zelenih krovova i malih kišnih vrtova, dok su u industrijskim zonama i parkiralištima mogući veći sustavi poput retencijskih bazena i infiltracijskih površina.

Tablica 32. Prostorna hijerarhija NbS sustava u urbanom prostoru.

Prostorna razina	Tip prostora	Tipični NBS sustavi	Glavna funkcija	Prostorni obuhvat
mikro razina	pojedinačna parcela, krov, dvorište	zeleni krovovi, kišni vrtovi, vegetacijski zidovi, infiltracijski travnjaci	lokalna retencija oborinske vode i mikroklimatsko hlađenje	zgrada / parcela
mezo razina	ulice, kvartovi, javni trgovi	drvoredi, bioswale sustavi, vegetacijski otoci, permeabilne površine	regulacija urbanog vodnog ciklusa i smanjenje toplinskog stresa	ulica / gradski blok
makro razina	parkovi, riječni koridori, urbane zelene zone	urbani parkovi, retencijski bazeni, prirodne retencijske zone, riječna vegetacija	stabilizacija mikroklime i regulacija hidroloških procesa	gradska zona / gradski sustav

Prostorna hijerarhija NbS sustava pokazuje da se rješenja temeljena na prirodi mogu implementirati na različitim prostornim razinama urbanog sustava. Na mikro razini sustavi djeluju lokalno i najčešće su integrirani u pojedinačne parcele ili zgrade. Mezo razina obuhvaća javne prostore poput ulica i kvartova gdje NbS sustavi mogu regulirati površinsko otjecanje i poboljšati mikroklimu. Na makro razini NbS sustavi djeluju kao dio šire mreže zelene infrastrukture i imaju ključnu ulogu u stabilizaciji urbanog vodnog ciklusa i klimatske otpornosti grada.

Primjena rješenja temeljenih na prirodi (NbS) u urbanim sredinama ovisi o prostornoj strukturi grada, dominantnim klimatskim rizicima i dostupnom prostoru za implementaciju zelene infrastrukture. Različiti tipovi urbanog prostora, poput povijesnih jezgri, stambenih zona, prometnih koridora i industrijskih područja, imaju različite klimatske izazove te zahtijevaju različite tipove intervencija. U gusto izgrađenim dijelovima grada naglasak je na kompaktnim rješenjima poput zelenih krovova, vegetacijskih zidova i manjih kišnih vrtova koji mogu povećati udio vegetacije bez potrebe za velikim otvorenim površinama. U stambenim četvrtima i javnim prostorima moguće je primijeniti sustave infiltracije oborinske vode, urbane parkove i bioswale kanale koji poboljšavaju hidrološku funkcionalnost prostora. Industrijske zone i velika parkirališta zahtijevaju sustave većeg kapaciteta, poput retencijskih bazena i permeabilnih površina, koji mogu učinkovito upravljati oborinskim vodama.

Tip prostora	Prostorne karakteristike	Glavni klimatski problem	Preporučeni NbS sustavi	Prostorni zahtjev	Dominantni NbS parametri
povijesni centar	uske ulice, visoka gustoća izgradnje	urbani toplinski otok	zeleni krovovi, zeleni zidovi, mikro kišni vrtovi, drvoredi	mali	VEG, ET, ALB
stambene zone	dvorišta, vrtovi, travnjaci	toplinski stres, površinsko otjecanje	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, kvartovski parkovi	srednji	INF, RET, VEG
prometni koridori	asfaltirane prometnice	zagrijavanje površina	drvoredi, bioswale sustavi, vegetacijski pojasevi	srednji	ET, INF, ALB
javni trgovi	velike popločane površine	toplinski otok	vegetacijski otoci, permeabilni opločnici, zeleni krovovi	mali	VEG, ALB
parkirališta	velike asfaltne površine	urbane poplave i toplinski stres	permeabilni opločnici, travne ploče, drvoredi parkirališta	srednji	INF, RET
industrijske zone	velike krovne i logističke površine	površinsko otjecanje	retencijski bazeni, bioswale sustavi, zeleni krovovi	velik	RET, INF

Popis korištenih kratica

NBS – Nature-Based Solutions (rješenja temeljena na prirodi)
UHI – Urban Heat Island (urbani toplinski otok)
SuDS – Sustainable Urban Drainage Systems (sustavi održive urbane odvodnje)

INF – infiltracija oborinske vode
RET – retencijski kapacitet sustava
ET – evapotranspiracija vegetacije
VEG – udio vegetacijskog pokrova
ALB – albedo površina (refleksija sunčeve energije)

Tablica prikazuje kako se izbor NbS sustava razlikuje ovisno o tipu urbanog prostora i dominantnim klimatskim problemima. Povijesni urbani centri imaju ograničen prostorni kapacitet za implementaciju zelenih površina, zbog čega se primjenjuju kompaktna rješenja poput zelenih krovova i vegetacijskih zidova koja povećavaju udio vegetacije i evapotranspiracije. Stambene zone imaju veći potencijal za implementaciju sustava infiltracije i retencije oborinske vode, poput kišnih vrtova i infiltracijskih travnjaka, čime se smanjuje površinsko otjecanje i poboljšava lokalni vodni režim. Prometni koridori i parkirališta karakterizirani su velikim udjelom nepropusnih površina te su posebno izloženi zagrijavanju i brzom površinskom otjecanju vode.



U takvim prostorima drvoredi, bioswale sustavi i permeabilni materijali mogu značajno smanjiti klimatske pritiske. Industrijske zone zahtijevaju sustave većeg kapaciteta za upravljanje oborinskim vodama, poput retencijskih bazena i infiltracijskih sustava, koji omogućuju kontrolirano zadržavanje i postupno otpuštanje oborinske vode.

MIKRO NbS RJEŠENJA ZA USKE ULICE

Posebna vrijednost mikro rješenja utemeljenih na prirodi proizlazi iz njihove mogućnosti primjene u visoko urbaniziranim prostorima gdje je prostor za klasične zelene intervencije ograničen. Takve male prostorne intervencije omogućuju postupnu transformaciju urbanog prostora prema modelu zelene infrastrukture bez potrebe za velikim infrastrukturnim zahvatima. Ovaj pristup posebno je važan u povijesnim gradskim jezgrama gdje urbanistička ograničenja, zaštita kulturne baštine i postojeća infrastruktura često otežavaju implementaciju većih NBS sustava.

U urbanističkoj praksi mikro NbS sustavi najčešće se primjenjuju kao dio distribuiranog sustava upravljanja oborinskim vodama. Umjesto centraliziranog rješavanja odvodnje na jednoj lokaciji, infiltracija i retencija oborinske vode raspoređuju se kroz mrežu manjih sustava integriranih u različite dijelove urbanog prostora. Takav pristup smanjuje vršni protok oborinske vode i povećava otpornost sustava urbane odvodnje na intenzivne oborinske događaje. Distribuirani sustavi imaju nekoliko važnih prednosti u odnosu na konvencionalne centralizirane sustave. Oni omogućuju ravnomjerniju raspodjelu infiltracijskih kapaciteta u gradu, smanjuju opterećenje kanalizacijskog sustava te povećavaju udio vegetacije u urbanom prostoru. Time se istodobno poboljšava mikroklima i smanjuje učinak urbanog toplinskog otoka. Dodatna prednost je mogućnost postupne implementacije kroz manje intervencije koje se mogu integrirati u redovito održavanje urbane infrastrukture. U uskim gradskim ulicama mikro NbS sustavi često se kombiniraju s prometnim rješenjima koja reorganiziraju parkirališne zone ili proširuju pješačke površine. Takve intervencije uključuju formiranje manjih vegetacijskih otoka ili infiltracijskih zona koje omogućuju sadnju vegetacije i zadržavanje oborinske vode. U mnogim europskim gradovima ovakav pristup razvijen je kroz koncept tzv. zelenih ulica, koji integrira vegetaciju, infiltraciju oborinske vode i prometnu sigurnost u jedinstveni urbanistički model.

Vegetacija u mikro NbS sustavima mora biti prilagođena specifičnim uvjetima urbanog okoliša, poput povišenih temperatura, zbijenog tla, ograničene dostupnosti vode i povremenog plavljenja. Zbog toga se često koriste vrste koje imaju visoku otpornost na urbani stres i sposobnost prilagodbe promjenjivim hidrološkim uvjetima. U kontinentalnim klimatskim uvjetima posebno su prikladne vrste karakteristične za livadna i vlažna staništa, poput šaševa, trava i zeljastih trajnica s razvijenim korijenskim sustavom koji stabilizira tlo i povećava infiltraciju vode. U urbanističkom planiranju mikro NbS sustavi mogu se promatrati kao dio šire mreže zelene infrastrukture koja povezuje parkove, drvorede i druge vegetacijske elemente u funkcionalni ekološki sustav. Takva mreža omogućuje formiranje zelenih koridora koji povećavaju ekološku povezanost urbanog prostora i doprinose očuvanju bioraznolikosti. Osim ekoloških funkcija, mikro NbS intervencije poboljšavaju i kvalitetu javnog prostora jer vegetacija povećava estetsku vrijednost urbanog krajolika i poboljšava uvjete boravka u urbanim ulicama i trgovima.

Zasjenjene ulice i vegetacijski elementi mogu značajno smanjiti toplinski stres tijekom ljetnih mjeseci te potaknuti korištenje javnih prostora. U tom kontekstu mikro NbS sustavi predstavljaju važan element urbane regeneracije jer omogućuju transformaciju neatraktivnih i funkcionalno ograničenih prostora u kvalitetnije javne površine. Takve intervencije često pozitivno utječu na percepciju urbanog okoliša i povećavaju društvenu vrijednost javnih prostora. Učinak mikro NbS sustava posebno je izražen kada su integrirani u širu mrežu zelenih intervencija. Pojedinačni sustavi imaju ograničen prostorni učinak, ali njihova kombinacija može stvoriti funkcionalnu mrežu koja djeluje kao decentralizirani sustav upravljanja oborinskim vodama i mikroklimom urbanog prostora. U gradovima srednje veličine poput Varaždina ovakav pristup može biti posebno učinkovit jer relativno kompaktna urbana struktura omogućuje brzo povezivanje zelenih elemenata u kontinuiranu mrežu zelene infrastrukture.

Implementacija mikro NbS sustava u ulicama, parkiralištima i manjim javnim prostorima može postupno povećati udio vegetacije u gradu i poboljšati otpornost urbanog sustava na klimatske promjene. Za učinkovitu primjenu mikro NbS sustava u urbanističkom planiranju potrebno je definirati jasnu tipologiju intervencija. Ona se temelji na tri osnovna kriterija: prostornom položaju u uličnom profilu, funkciji u urbanom vodnom ciklusu te vegetacijskoj strukturi sustava.

Na temelju tih kriterija moguće je razlikovati nekoliko osnovnih tipova mikro NBS intervencija koje se najčešće primjenjuju u urbanim ulicama.

- Prvu skupinu čine **točkasti vegetacijski sustavi**, poput mikro kišnih vrtova, infiltracijskih sadnih jama za stabla i vegetacijskih otoka u proširenjima pločnika. Iako zauzimaju malu površinu, omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i povećanje vegetacijskog pokrova,
- Drugu skupinu čine **linearni vegetacijski sustavi**, poput bioswale kanala i infiltracijskih traka uz rub kolnika. Ovi sustavi prate liniju ulice te omogućuju kontinuirano usporavanje i filtraciju oborinske vode,
- Treću skupinu čine **površinski infiltracijski sustavi**, poput permeabilnih parkirališta i infiltracijskih pločnika. Iako nemaju dominantnu vegetacijsku komponentu, imaju važnu ulogu u povećanju infiltracije i smanjenju površinskog otjecanja.

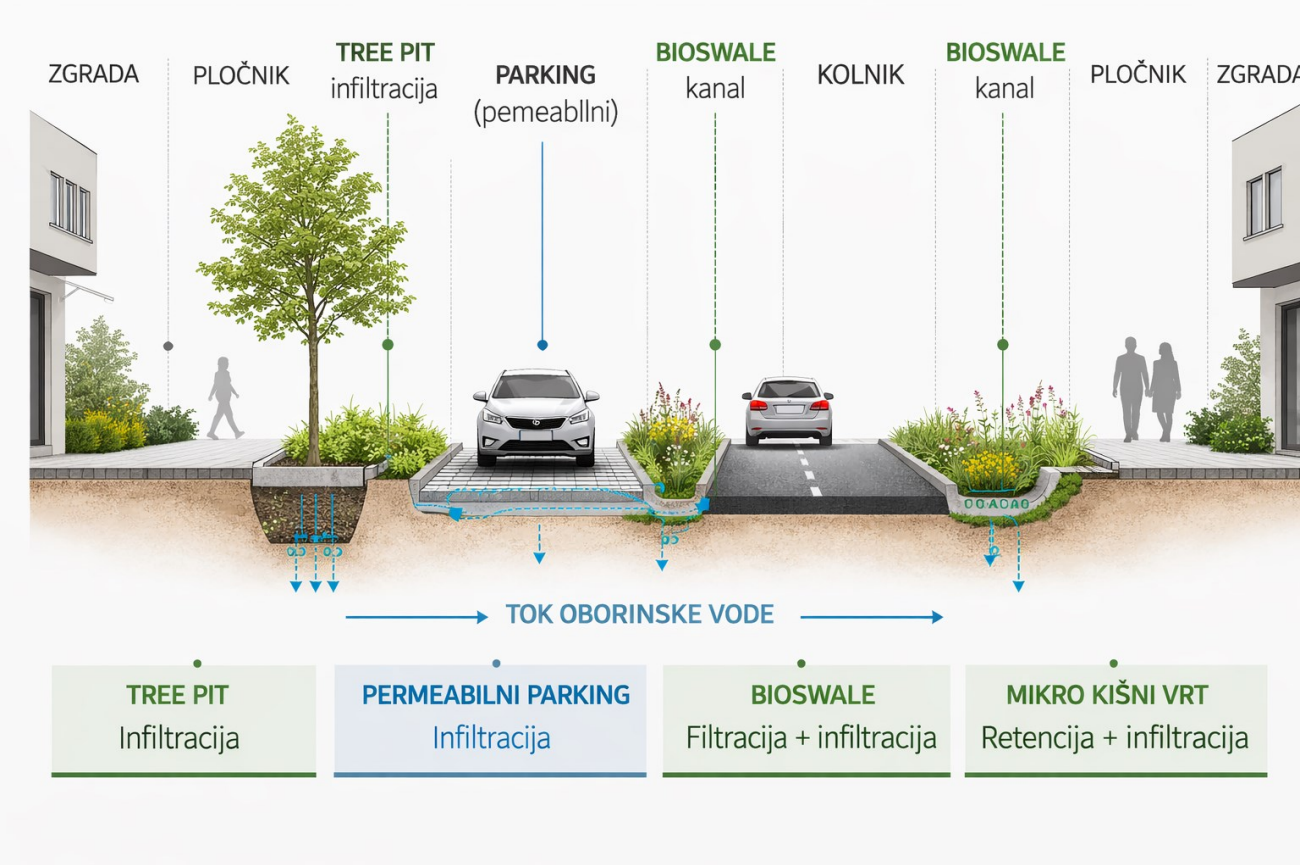
Tablica 33. Tipologija mikro NBS intervencija u uličnom profilu.

TIP MIKRO NbS	PROSTORNI POLOŽAJ U ULICI	PRIMJERI INTERVENCIJA	HIDROLOŠKA FUNKCIJA	VEGETACIJSKA STRUKTURA
točkasti vegetacijski sustavi	proširenja pločnika, raskrižja, rubovi parkirališta	mikro kišni vrtovi, infiltracijske sadne jame za stabla, vegetacijski otoci	lokalna infiltracija oborinske vode, smanjenje površinskog otjecanja	drveće, trajnice, šaševi
linearni vegetacijski sustavi	uz rub kolnika ili između kolnika i pločnika	bioswale kanali, vegetacijske infiltracijske trake	usporavanje otjecanja vode, filtracija i infiltracija	trave, trajnice, grmlje
površinski infiltracijski sustavi	parkirališta, pješačke površine, pristupne zone	permeabilni opločnici, infiltracijski pločnici, travne ploče	povećanje infiltracije i smanjenje površinskog otjecanja	minimalna vegetacija ili travnjaci

Tablica prikazuje osnovnu tipologiju mikro NbS intervencija koje se mogu implementirati u uličnom profilu urbanog prostora. Sustavi su klasificirani prema njihovom prostornom položaju, funkciji u upravljanju oborinskim vodama i vegetacijskoj strukturi. Točkasti vegetacijski sustavi najčešće se primjenjuju u manjim prostornim proširenjima poput raskrižja i proširenja pločnika te omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i povećanje vegetacijskog pokrova. Linearni sustavi prate liniju ulice i omogućuju kontinuirano usporavanje i filtraciju oborinske vode, zbog čega su posebno učinkoviti u prometnim koridorima. Površinski infiltracijski sustavi primjenjuju se na većim popločanim površinama poput parkirališta i pješačkih zona te omogućuju infiltraciju oborinske vode kroz propusne materijale. Integracijom ovih sustava moguće je razviti distribuiranu mrežu mikro NBS intervencija koja doprinosi regulaciji urbanog vodnog ciklusa, smanjenju toplinskog stresa i povećanju udjela vegetacije u urbanom prostoru.

Tablica prikazuje osnovne projektantske parametre mikro NBS sustava koji se primjenjuju u uličnim profilima urbanog prostora. Parametri uključuju tipične dimenzije sustava, dubinu infiltracijskog sloja te dominantne vegetacijske elemente koji osiguravaju stabilno funkcioniranje sustava. Mikro kišni vrtovi i bioswale kanali imaju važnu ulogu u retenciji i infiltraciji oborinske vode, dok infiltracijske sadne jame za drveće istodobno doprinose regulaciji vodnog ciklusa i smanjenju toplinskog stresa kroz zasjenjenje. Permeabilne površine, poput infiltracijskih pločnika i parkirališta, omogućuju povećanje infiltracije oborinske vode na velikim popločanim površinama. Integracijom različitih mikro NbS sustava moguće je razviti distribuiranu mrežu zelene infrastrukture koja povećava hidrološku i klimatsku otpornost urbanog prostora. U urbanističkom planiranju mikro NbS sustavi predstavljaju fleksibilan alat za integraciju zelene infrastrukture u postojeću urbanu strukturu. Njihova primjena posebno je važna u uskim ulicama i gusto izgrađenim dijelovima grada gdje je prostor za veće krajobrazne intervencije ograničen. Kako bi takvi sustavi mogli učinkovito funkcionirati, potrebno je definirati osnovne projektantske parametre koji određuju njihove dimenzije, dubinu infiltracijskog sloja i vegetacijsku strukturu.

Projektantski parametri mikro NbS sustava temelje se na kombinaciji hidroloških i krajobraznih kriterija. Oni omogućuju pravilno dimenzioniranje sustava za infiltraciju i retenciju oborinske vode te osiguravaju stabilan razvoj vegetacije u urbanim uvjetima. U nastavku su prikazani osnovni projektantski parametri za najčešće tipove mikro NBS intervencija u uličnom profilu.



Slika 1. Tipičan presjek NbS-a.

Tablica 34. Projektantski parametri mikro NbS sustava u uličnom profilu.

Tip mikro NBS sustava	Tipični položaj u ulici	Preporučena širina / površina	Dubina infiltracijskog sloja	Vegetacijski elementi	Glavna funkcija
mikro kišni vrt	proširenje pločnika, rub parkirališta	5–20 m²	40–80 cm	trajnice, trave, šaševi	retencija i infiltracija oborinske vode
infiltracijska sadna jama za stablo	drvored uz kolnik	6–12 m² po stablu	60–100 cm	urbano drveće, pokrovne trajnice	infiltracija vode i zasjenjenje
vegetacijski otok	proširenje pločnika ili raskrižje	3–10 m²	30–60 cm	grmlje, trajnice	povećanje vegetacijskog pokrova
bioswale kanal	uz rub kolnika ili između kolnika i pločnika	0,8–2,0 m širine	50–80 cm	trave, trajnice, grmlje	usporavanje i filtracija oborinske vode
infiltracijska vegetacijska traka	uz prometnicu ili parkiralište	1–2 m širine	40–70 cm	travnjaci, trajnice	infiltracija i filtracija vode
permeabilni pločnik	pješačke zone i trgovi	varijabilno	30–50 cm	minimalna vegetacija	povećanje infiltracije
permeabilno parkiralište	parkirališne površine	varijabilno	40–80 cm	travne ploče ili travnjak	smanjenje površinskog otjecanja

Tablica prikazuje osnovne projektantske parametre mikro NBS sustava koji se mogu integrirati u ulični profil urbanog prostora. Prikazane vrijednosti odnose se na tipične dimenzije sustava, dubinu infiltracijskog sloja i vegetacijsku strukturu koja osigurava stabilno funkcioniranje sustava u urbanim uvjetima. Mikro kišni vrtovi i bioswale kanali imaju važnu ulogu u retenciji i infiltraciji oborinske vode te doprinose smanjenju vršnog otjecanja tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Infiltracijske sadne jame za drveće omogućuju istodobno upravljanje oborinskim vodama i smanjenje toplinskog stresa kroz zasjenjenje urbanih površina. Permeabilne površine, poput infiltracijskih pločnika i parkirališta, povećavaju infiltraciju vode na velikim popločanim površinama i smanjuju opterećenje sustava urbane odvodnje. Kombiniranjem različitih tipova mikro NBS sustava moguće je razviti distribuiranu mrežu zelene infrastrukture koja poboljšava hidrološku i klimatsku otpornost urbanog prostora.

Na temelju ovih projektantskih parametara moguće je definirati i osnovnu tipologiju mikro NBS intervencija prema njihovom prostornom položaju i funkciji u urbanom vodnom ciklusu.

Tablica 35. Tipologija mikro NbS sustava.

TIP INTERVENCIJE	PROSTORNI POLOŽAJ	HIDROLOŠKA FUNKCIJA	VEGETACIJSKA STRUKTURA
mikro kišni vrt	proširenje pločnika	retencija i infiltracija	trajnice i šaševi
tree pit infiltracija	sadna jama stabla	infiltracija	urbano drveće
vegetacijski otok	parkirališna zona	infiltracija i zasjenjenje	drveće i grmlje
uski bioswale	rub kolnika	filtracija i infiltracija	trave i trajnice
permeabilni parking	parkirališna zona	infiltracija	travnjačke vrste

U projektiranju mikro NbS sustava posebno je važan raspored elemenata unutar uličnog profila. Tradicionalne urbane ulice obično se sastoje od kolnika, parkirališne zone i pješačkih površina. Integracija mikro NbS sustava podrazumijeva reorganizaciju tih elemenata kako bi se osigurao prostor za vegetacijske intervencije i infiltracijske sustave koji omogućuju upravljanje oborinskim vodama na mjestu nastanka. Ulični profil koji uključuje mikro NBS elemente često se temelji na konceptu zelenog uličnog koridora, u kojem vegetacija i infiltracijski sustavi djeluju kao tampon zona između prometne infrastrukture i pješačkih površina. Takva zona omogućuje infiltraciju oborinske vode s kolnika i pločnika te istodobno poboljšava mikroklimatske uvjete u ulici.

Tablica 36. Raspored mikro NbS elemenata u uličnom profilu.

Element ulice	Moguća NBS intervencija	Funkcija
rub kolnika	uski bioswale	filtracija oborinske vode
parkirališna zona	permeabilni parking	infiltracija
proširenje pločnika	mikro kišni vrt	retencija
sadna jama stabla	tree pit sustav	infiltracija i zasjenjenje

Prostorni model implementacije mikro NbS sustava temelji se na konceptu distribuirane zelene infrastrukture, u kojem veći broj manjih intervencija djeluje kao integrirani sustav upravljanja oborinskim vodama. Iako pojedinačni mikro sustav ima relativno mali kapacitet retencije ili infiltracije, njihova kombinacija u urbanom prostoru može značajno povećati ukupni hidrološki kapacitet ulice. Distribuirani sustav mikro intervencija posebno je učinkovit u ulicama s velikim udjelom nepropusnih površina jer omogućuje postupno smanjenje površinskog otjecanja oborinske vode. Kada se više mikro sustava rasporedi duž ulice, oborinska voda može se postupno infiltrirati u tlo prije nego što dospije u kanalizacijski sustav. Takav pristup također doprinosi stvaranju kontinuiteta vegetacije u urbanom prostoru jer povezivanje manjih vegetacijskih elemenata može formirati linearne zelene koridore koji poboljšavaju mikroklimu ulica i povećavaju bioraznolikost urbanog okoliša. U kontekstu Varaždina implementacija mikro NbS sustava ima posebno velik potencijal jer mnoge ulice u povijesnom i širem gradskom području imaju relativno uske profile i ograničen prostor za implementaciju većih infrastrukturnih sustava. Integracija manjih vegetacijskih intervencija u takvim ulicama može značajno povećati udio zelene infrastrukture bez potrebe za velikim urbanističkim zahvatima. Jedan od važnih aspekata projektiranja mikro NbS sustava jest procjena njihovog hidrološkog kapaciteta. Iako su mikro intervencije prostorno male, njihova sposobnost zadržavanja i infiltracije oborinske vode može imati značajan kumulativni učinak kada se implementiraju u većem broju. U urbanim ulicama oborinska voda često se brzo slijeva s nepropusnih površina poput asfalta i pločnika, zbog čega male infiltracijske strukture mogu djelovati kao lokalne točke zadržavanja i postupnog otpuštanja vode u tlo.

Tablica 37. Procjena hidrološkog kapaciteta mikro NBS sustava

Mikro NbS sustav	Tipična površina	Kapacitet retencije	Hidrološka funkcija
mikro kišni vrt	2–5 m²	0,5–2 m³	retencija i infiltracija
tree pit infiltracija	1–2 m²	0,3–1 m³	infiltracija kroz sadnu jamu
uski bioswale	linearni sustav	0,5–3 m³	filtracija i infiltracija
permeabilni parking	ovisno o površini	infiltracija 50–150 mm/h	infiltracija kroz permeabilni sloj

Iako mikro NbS sustavi imaju brojne prednosti, njihova primjena u urbanim sredinama također ima određena ograničenja. Najvažnije ograničenje odnosi se na relativno mali kapacitet retencije u usporedbi s većim NbS sustavima poput retencijskih bazena ili infiltracijskih polja. Zbog toga mikro sustavi obično ne mogu samostalno riješiti problem urbanih poplava, nego djeluju kao dio šire mreže zelenih intervencija.

Tablica 38. Ograničenja primjene mikro NbS sustava.

OGRANIČENJE	OPIS
mali kapacitet retencije	potrebno implementirati veći broj sustava
konflikt s infrastrukturom	podzemne instalacije ograničavaju prostor
potreba za održavanjem	vegetacija zahtijeva redovito održavanje
ograničen prostor	posebno u povijesnim urbanim jezgrama

U urbanističkom planiranju mikro NbS sustavi ne promatraju se kao izolirane intervencije, nego kao dio višerazinske mreže zelene infrastrukture. Na najnižoj prostornoj razini nalaze se mikro sustavi integrirani u ulice i manje javne prostore, dok se na razini urbanog bloka mogu implementirati veći sustavi poput kišnih vrtova i infiltracijskih travnjaka. Na razini gradskih četvrti parkovi i zelene površine djeluju kao važni elementi regulacije mikroklime i infiltracije oborinske vode.

Tablica 39. Integracija mikro NbS sustava u mrežu zelene infrastrukture

PROSTORNA RAZINA	TIP NBS SUSTAVA	FUNKCIJA
ulica	mikro NBS sustavi	infiltracija i hlađenje
urbani blok	kišni vrtovi	retencija oborinske vode
gradska četvrt	parkovi	regulacija mikroklime
grad	mreža zelene infrastrukture	klimatska otpornost

U kontekstu Varaždina integracija mikro NbS sustava može predstavljati važan korak prema razvoju klimatski otpornog urbanog prostora. Distribuirana mreža manjih vegetacijskih i infiltracijskih sustava može postupno povećati udio zelene infrastrukture u urbanom tkivu i smanjiti negativne posljedice urbanizacije na mikroklimu i vodni režim. Kada se takvi sustavi povežu s većim urbanim parkovima, retencijskim površinama i infiltracijskim zonama, moguće je razviti integrirani sustav upravljanja oborinskim vodama i mikroklimom grada.

MINIMALNE DIMNZIJE NbS ELEMENATA

Dimenzioniranje rješenja temeljenih na prirodi (NbS) predstavlja jedan od ključnih koraka u njihovoj uspješnoj implementaciji u urbanom prostoru. Minimalne dimenzije NbS sustava određuju se na temelju hidroloških, ekoloških i prostorno-urbanističkih parametara koji izravno utječu na njihovu funkcionalnost. U urbanim sredinama, gdje je prostor često ograničen, pravilno dimenzioniranje omogućuje postizanje optimalnog odnosa između prostorne učinkovitosti sustava i njegove sposobnosti regulacije oborinskih voda te poboljšanja mikroklimatskih uvjeta. U suvremenim modelima upravljanja oborinskim vodama sve se češće primjenjuje koncept distribuiranih NbS sustava. Umjesto oslanjanja na velike centralizirane infrastrukturne objekte, retencija i infiltracija oborinske vode raspoređuju se kroz veći broj manjih sustava integriranih u različite dijelove urbanog prostora. Takav pristup omogućuje postupno smanjenje površinskog otjecanja, povećanje infiltracije u tlo te poboljšanje mikroklime urbanog okoliša. Minimalne dimenzije NbS sustava određuju se prema nekoliko ključnih kriterija. Prvi kriterij odnosi se na veličinu slivnog područja koje sustav treba prihvatiti. Drugi kriterij uključuje infiltracijski kapacitet tla i strukturu supstrata koji omogućuju učinkovitu infiltraciju vode. Treći kriterij odnosi se na vegetacijsku strukturu sustava i volumen tla potreban za razvoj korijenskog sustava biljaka. Četvrti kriterij povezan je s prostornim ograničenjima urbanog prostora, poput širine ulica, rasporeda prometnih površina i prisutnosti podzemne infrastrukture.

Tablica 40. Projektantski parametri NBS sustava za urbane prostore.

NbS SUSTAV	POVRŠINA	DUBINA	DEBLJINA SLOJA	INFILTRACIJSKI KAPACITET	OGRANIČENJA
mikro kišni vrt	min 2–5 m² / preporučeno 5–15 m²	0,6–1,0 m	20–30 cm šljunka	50–200 mm/h	ograničen kapacitet; konflikt s instalacijama
bioswale kanal	širina 0,5–1,5 m	0,6–1,2 m	30–40 cm šljunka	100–300 mm/h	potreban kontinuirani prostor uz cestu
tree pit infiltracija	min 1–2 m² / preporučeno 3–6 m²	0,8–1,2 m	30–50 cm supstrata	50–150 mm/h	ograničen volumen tla; infrastruktura
permeabilni parking	ovisno o parkiralištu	0,4–0,8 m	30–40 cm drobljenog kamena	200–500 mm/h	začepljenje pora; potreba održavanja
infiltracijski travnjak	min 10 m² / preporučeno >20 m²	0,3–0,6 m	20–30 cm pijeska/šljunka	50–150 mm/h	slabija retencija kod jakih oborina
retencijski bazen	min 100 m²	1–2 m	40–60 cm šljunka	10–50 mm/h	potreban velik prostor
zeleni krov (ekstenzivni)	min 10 m²	8–15 cm supstrata	drenažni sloj 5–8 cm	30–70 % retencije oborine	nosivost konstrukcije
zeleni krov (intenzivni)	min 50 m²	20–60 cm supstrata	drenažni sloj 10–15 cm	40–90 % retencije	veća težina i održavanje

PROJEKTANTSKI PRINCIPI ZA INTEGRACIJU NBS SUSTAVA

Projektiranje rješenja temeljenih na prirodi (NbS) u urbanom prostoru zahtijeva interdisciplinarni pristup koji integrira principe urbanističkog planiranja, krajobrazne arhitekture, hidrologije i urbane ekologije. Za razliku od konvencionalnih infrastrukturnih sustava, koji su najčešće usmjereni na jednu funkciju, poput odvodnje oborinskih voda ili regulacije prometa, NBS sustavi djeluju kao multifunkcionalni elementi urbanog ekosustava. Njihova učinkovitost proizlazi iz sposobnosti istodobnog upravljanja vodnim režimom, regulacije mikroklime i povećanja bioraznolikosti urbanog prostora. U suvremenim modelima urbanističkog planiranja sve veći naglasak stavlja se na integraciju prirodnih procesa u infrastrukturu grada. Takav pristup omogućuje razvoj urbanih prostora koji su otporniji na klimatske promjene i bolje odgovaraju na izazove poput urbanih poplava, toplinskih valova i gubitka bioraznolikosti. U gradovima srednje veličine, poput Varaždina, implementacija NBS sustava ima posebno velik potencijal jer relativno kompaktna urbana struktura omogućuje postupno formiranje kontinuirane mreže zelene infrastrukture kroz integraciju manjih vegetacijskih i infiltracijskih sustava. Projektiranje NbS sustava temelji se na nekoliko ključnih principa koji omogućuju njihovu učinkovitu integraciju u urbanom prostoru. Među najvažnijima su multifunkcionalnost sustava, distribuirani model upravljanja oborinskim vodama te integracija NbS elemenata s postojećom prometnom i komunalnom infrastrukturom.

Uspješna implementacija zahtijeva jasno definirane projektantske principe koji omogućuju njihovu integraciju u postojeću urbanu strukturu. Ovi principi proizlaze iz suvremenih pristupa planiranju zelene infrastrukture i temelje se na razumijevanju ekoloških procesa koji oblikuju funkcioniranje urbanih ekosustava. Primjena takvih principa omogućuje razvoj sustava koji su istodobno funkcionalni, prostorno učinkoviti i ekološki održivi. Jedan od temeljnih principa projektiranja NbS sustava jest **multifunkcionalnost**, odnosno sposobnost jednog sustava da istodobno obavlja više ekoloških i infrastrukturnih funkcija. Vegetacijski sustavi u urbanom prostoru mogu istodobno regulirati oborinske vode, smanjivati temperaturu zraka putem evapotranspiracije i osiguravati staništa za različite skupine organizama. Drugi važan princip odnosi se na distribuirani model **upravljanja oborinskim vodama.** Umjesto oslanjanja na velike centralizirane sustave odvodnje, suvremeni pristupi planiranju predviđaju mrežu manjih infiltracijskih i retencijskih sustava raspoređenih u urbanom prostoru. Takav pristup omogućuje postupno zadržavanje i infiltraciju oborinske vode te smanjuje opterećenje kanalizacijskog sustava tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Treći princip odnosi se na prostornu **povezanost zelene infrastrukture.** Povezivanjem parkova, drvoreda, kišnih vrtova i drugih vegetacijskih elemenata moguće je stvoriti kontinuiranu mrežu zelenih koridora koji poboljšavaju ekološku povezanost urbanog prostora i omogućuju kretanje organizama kroz fragmentirani urbani krajolik. Četvrti važan princip jest **primjena lokalno prilagođene vegetacije.** Korištenje biljnih vrsta koje su prilagođene regionalnim klimatskim i ekološkim uvjetima povećava otpornost vegetacijskih sustava i smanjuje potrebu za intenzivnim održavanjem.

Tablica 41. osnovni principi projektiranja nbs sustava u urbanom prostoru.

PRINCIP	OPIS	PROSTORNI UČINAK
multifunkcionalnost	jedan sustav obavlja više ekoloških i infrastrukturnih funkcija	regulacija vode, mikroklime i bioraznolikosti
distribuirani sustav	mreža manjih sustava raspoređenih u urbanom prostoru	smanjenje površinskog otjecanja
povezanost zelene infrastrukture	povezivanje parkova, drvoreda i vegetacijskih sustava	stvaranje zelenih koridora
lokalno prilagođena vegetacija	korištenje autohtonih ili klimatski prilagođenih biljnih vrsta	veća stabilnost ekosustava
integracija s urbanom infrastrukturom	uklapanje NBS sustava u ulice, parkove i javne prostore	učinkovito korištenje prostora

Tablica prikazuje osnovne principe koji usmjeravaju projektiranje i implementaciju NbS sustava u urbanom prostoru. Ovi principi omogućuju razvoj infrastrukturnih rješenja koja istodobno odgovaraju na hidrološke, klimatske i ekološke izazove urbanih sredina. Primjena distribuiranih vegetacijskih i infiltracijskih sustava omogućuje stvaranje funkcionalne mreže zelene infrastrukture koja poboljšava hidrološku stabilnost urbanog prostora i povećava otpornost gradova na klimatske promjene.

Tablica 42. Primjena NBS sustava prema urbano-ruralnom gradijentu.

ZONA URBANOG GRADIJENTA	PROSTORNE KARAKTERISTIKE	GLAVNI KLIMATSKI PROBLEM	PREPORUČENI NBS SUSTAVI	VEGETACIJSKA STRATEGIJA
urbani centar	visoka gustoća izgradnje, mali udio zelenih površina, povijesna struktura ulica	urbani toplinski otok, ograničena infiltracija vode	zeleni krovovi, mikro kišni vrtovi, tree pit sustavi, vegetacijski otoci	vrste tolerantne na urbani stres (*Acer campestre, Tilia cordata, Sedum spp.*)
kompaktne stambene zone	mješovita izgradnja, dvorišta i manje zelene površine	površinsko otjecanje oborinske vode, lokalni toplinski stres	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, bioswale sustavi	livadne trajnice i trave (*Achillea millefolium, Festuca pratensis, Carex spp.)*
suburbana zona	veće zelene površine, vrtovi i poljoprivredne površine	promjene vodnog režima, fragmentacija staništa	infiltracijske zone, urbane livade, vegetacijski koridori	kombinacija livadnih i šumskih vrsta (*Filipendula ulmaria, Deschampsia cespitosa, Cornus sanguinea*)
periurbano područje	poluprirodni krajolik, šumski fragmenti i riječna staništa	očuvanje bioraznolikosti i regulacija vodnog režima	retencijske površine, riječna vegetacija, zelena infrastruktura velikih razmjera	autohtone šumske i riparijske vrste (*Quercus robur, Salix alba, Carex acutiformis*)

Tablica prikazuje kako se strategije implementacije rješenja temeljenih na prirodi mijenjaju duž urbano-ruralnog gradijenta. U visoko urbaniziranim dijelovima grada prostor za zelene intervencije često je ograničen, zbog čega se primjenjuju manji i prostorno kompaktni sustavi poput zelenih krovova, mikro kišnih vrtova i infiltracijskih sadnih jama za drveće. Ovi sustavi omogućuju povećanje vegetacijskog pokrova i poboljšanje mikroklime čak i u gusto izgrađenim urbanim strukturama. U stambenim i suburbanim zonama postoji veći prostorni potencijal za implementaciju vegetacijskih sustava poput kišnih vrtova, infiltracijskih travnjaka i bioswale kanala koji omogućuju infiltraciju oborinske vode i povećanje bioraznolikosti. U periurbanim područjima naglasak se stavlja na očuvanje prirodnih ekosustava i integraciju većih retencijskih i vegetacijskih sustava koji reguliraju vodni režim i djeluju kao rezervoari bioraznolikosti. Takav diferencirani pristup omogućuje razvoj kontinuirane mreže zelene infrastrukture koja povezuje urbane i prirodne dijelove grada te povećava otpornost urbanog prostora na klimatske promjene.

Tablica 43. Hijerarhijski model implementacije NbS sustava u urbanom prostoru.

PROSTORNA RAZINA	TIP PROSTORA	NBS SUSTAVI	GLAVNA FUNKCIJA	PROSTORNI UČINAK
mikro razina (ulica)	ulice, pločnici, parkirališta	mikro kišni vrtovi, tree pit sustavi, bioswale kanali, permeabilne površine	infiltracija oborinske vode, smanjenje toplinskog stresa	poboljšanje mikroklime ulica
razina urbanog bloka	stambeni blokovi, dvorišta, javni trgovi	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, vegetacijski otoci	retencija oborinske vode, povećanje vegetacijskog pokrova	smanjenje površinskog otjecanja
razina gradske četvrti	parkovi, sportske zone, veće zelene površine	urbani parkovi, retencijska jezerca, infiltracijske zone	regulacija mikroklime i vodnog režima	povećanje bioraznolikosti
razina grada	riječni koridori, periurbane zone	retencijski bazeni, poplavne livade, riječna vegetacija	regulacija velikih oborinskih događaja	klimatska otpornost grada

Jedan od ključnih principa projektiranja rješenja temeljenih na prirodi (NbS) jest njihova multifunkcionalnost. Za razliku od konvencionalne infrastrukture koja je najčešće usmjerena na jednu funkciju, elementi zelene infrastrukture mogu istodobno obavljati više ekoloških, klimatskih i društvenih funkcija u urbanom prostoru. Takav pristup omogućuje učinkovitije korištenje ograničenog urbanog prostora te povećava ukupnu ekološku i funkcionalnu vrijednost infrastrukture. U urbanim sredinama vegetacijski sustavi mogu istodobno regulirati oborinske vode, smanjivati temperaturu zraka putem evapotranspiracije i zasjenjenja, povećavati bioraznolikost te poboljšavati kvalitetu javnog prostora. Na primjer, kišni vrt djeluje kao sustav za retenciju i infiltraciju oborinske vode, ali ujedno doprinosi hlađenju urbanog prostora i stvara staništa za brojne biljne i životinjske vrste. Slično tome, urbani drvoredi osim zasjenjenja prometnica povećavaju infiltraciju vode kroz korijenski sustav stabala, filtriraju zrak i poboljšavaju estetsku kvalitetu urbanog krajolika. Primjena multifunkcionalnog pristupa u projektiranju NBS sustava omogućuje razvoj infrastrukture koja istodobno odgovara na hidrološke, klimatske i ekološke izazove urbanih sredina te doprinosi stvaranju otpornijih i kvalitetnijih urbanih prostora.

Tablica 44. Multifunkcionalne funkcije NbS sustava.

NbS ELEMENT	UPRAVLJANJE OBORINSKIM VODAMA	KLIMATSKA FUNKCIJA	EKOLOŠKA FUNKCIJA	DRUŠTVENA FUNKCIJA
kišni vrt	retencija i infiltracija	lokalno hlađenje evapotranspiracijom	stanište za oprašivače	estetska vrijednost prostora
bioswale sustav	filtracija i infiltracija vode	smanjenje zagrijavanja površina	vegetacijski koridori	poboljšanje uličnog prostora
retencijski bazen	zadržavanje oborinske vode	stabilizacija mikroklime	vodena i močvarna staništa	rekreacijski prostor
urbani park	infiltracija i retencija	snažno hlađenje i zasjenjenje	visoka bioraznolikost	rekreacija i boravak
urbani drvored	infiltracija kroz tlo	zasjenjenje i smanjenje temperature	urbana staništa za ptice i kukce	poboljšanje mikroklime ulica

Tablica prikazuje kako različiti NbS elementi mogu istodobno obavljati hidrološke, klimatske, ekološke i društvene funkcije u urbanom prostoru. Upravo ova sposobnost obavljanja više funkcija istodobno predstavlja jednu od glavnih prednosti NBS sustava u odnosu na konvencionalnu infrastrukturu. Kombinacijom različitih NBS elemenata moguće je razviti mrežu zelene infrastrukture koja poboljšava mikroklimu, regulira vodni režim i povećava bioraznolikost urbanog prostora.

Tablica 45. Kvantifikacija ekosustavnih usluga NBS sustava u urbanom prostoru.

NbS SUSTAV	RETENCIJA OBORINSKE VODE	SMANJENJE TEMP. ZRAKA	POVEĆANJE INFILTRACIJE	DODATNE FUNKCIJE
kišni vrt	30–90 % oborine	1–3 °C	50–200 mm/h	filtracija nutrijenata, stanište za oprašivače
bioswale sustav	20–80 % oborine	1–2 °C	100–300 mm/h	filtracija zagađenja, stabilizacija tla
retencijski bazen	50–100 % oborinskog volumena	1–2 °C	nisko	sedimentacija i pročišćavanje vode
urbani park	10–40 % oborine	2–5 °C	50–150 mm/h	visoka bioraznolikost, rekreacijska funkcija
urbani drvored	20–40 % oborine kroz krošnju	2–4 °C	srednje	zasjenjenje i filtracija zraka
infiltracijski travnjak	5–20 % oborine	1–2 °C	50–150 mm/h	stabilizacija tla
zeleni krov (ekstenzivni)	40–80 % oborine	1–3 °C	nisko	izolacija zgrade, urbana bioraznolikost

Tablica prikazuje tipične raspone ekosustavnih usluga koje pružaju različiti NbS sustavi u urbanom prostoru. Prikazane vrijednosti odnose se na prosječne rezultate istraživanja provedenih u urbanim sredinama umjereno-kontinentalne klime, kakva je karakteristična i za sjevernu Hrvatsku. Rezultati pokazuju da NBS sustavi imaju značajan potencijal u regulaciji urbanog vodnog i energetskog ciklusa. Sustavi poput kišnih vrtova i bioswale kanala posebno su učinkoviti u infiltraciji i filtraciji oborinske vode, dok urbani parkovi i drvoredi imaju najveći učinak na smanjenje temperature zraka zahvaljujući zasjenjenju i evapotranspiraciji. Zeleni krovovi, iako imaju ograničenu infiltracijsku funkciju, mogu značajno doprinijeti retenciji oborinske vode i poboljšanju energetske učinkovitosti zgrada. Kombiniranjem različitih NbS sustava moguće je razviti integrirani sustav zelene infrastrukture koji istodobno regulira vodni režim, smanjuje toplinski stres i povećava bioraznolikost urbanog prostora.

Tablica 46. Učinkovitost NBS sustava u odnosu na klimatske rizike u urbanom prostoru.

NbS SUSTAV	URBANE POPLAVE	TOPLINSKI VALOVI	SUŠNA RAZDOBLJA	DODATNE KORISTI
kišni vrt	vrlo visoka	srednja	srednja	filtracija zagađenja, stanište za oprašivače
bioswale sustav	visoka	srednja	srednja	stabilizacija tla, poboljšanje uličnog prostora
retencijski bazen	vrlo visoka	srednja	visoka	regulacija vodnog režima, rekreacijska funkcija
infiltracijski travnjak	srednja	niska	srednja	stabilizacija tla
urbani park	srednja	vrlo visoka	srednja	visoka bioraznolikost, rekreacija
urbani drvored	niska	vrlo visoka	srednja	zasjenjenje i filtracija zraka
zeleni krov	srednja	visoka	srednja	energetska učinkovitost zgrada

Tablica prikazuje relativnu učinkovitost različitih NbS sustava u ublažavanju glavnih klimatskih rizika u urbanom prostoru. Sustavi za infiltraciju i retenciju oborinske vode, poput kišnih vrtova i bioswale kanala, imaju najveći učinak u smanjenju rizika od urbanih poplava jer omogućuju zadržavanje i postupno otpuštanje oborinske vode. Retencijski bazeni imaju najveći kapacitet zadržavanja vode te su posebno važni tijekom intenzivnih oborinskih događaja. S druge strane, vegetacijski sustavi poput urbanih parkova i drvoreda imaju najizraženiji učinak u ublažavanju toplinskih valova jer vegetacija putem zasjenjenja i evapotranspiracije smanjuje temperaturu zraka i urbanih površina. Zeleni krovovi također doprinose smanjenju toplinskog stresa u gusto izgrađenim dijelovima grada gdje nema dovoljno prostora za klasične zelene površine. Integracijom različitih NBS sustava moguće je razviti funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture koja istodobno smanjuje rizik od urbanih poplava, ublažava učinak

MODEL INTEGRIRANE ZELENE INFRASTRUKTURE

Razvoj zelene infrastrukture u urbanom prostoru temelji se na integraciji vegetacijskih i hidroloških sustava koji zajedno djeluju na regulaciju urbanog vodnog ciklusa, poboljšanje mikroklime i očuvanje bioraznolikosti. U gradovima srednje veličine, poput Varaždina, ovakav pristup omogućuje stvaranje funkcionalne mreže zelenih površina koja povezuje urbane parkove, drvorede, infiltracijske sustave i prirodna riječna staništa. Konceptualni model zelene infrastrukture može se promatrati kao sustav međusobno povezanih elemenata koji djeluju na različitim prostornim razinama. Na razini ulica mikro NbS sustavi poput kišnih vrtova, bioswale kanala i infiltracijskih sadnih jama omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i smanjenje zagrijavanja urbanih površina. Na razini urbanih blokova i stambenih četvrti veći sustavi poput infiltracijskih travnjaka i manjih parkova povećavaju vegetacijski pokrov i stabiliziraju mikroklimatske uvjete. Na razini gradskih četvrti urbani parkovi i zelene površine imaju ključnu ulogu u regulaciji mikroklime jer vegetacija putem evapotranspiracije i zasjenjenja smanjuje temperaturu zraka i povećava vlažnost urbanog okoliša. U periurbanim dijelovima grada riječna staništa i retencijske zone uz rijeku Dravu djeluju kao prirodni sustavi za regulaciju vodnog režima i očuvanje bioraznolikosti. Integracijom ovih elemenata nastaje mreža zelene infrastrukture koja povezuje hidrološke, klimatske i ekološke funkcije urbanog prostora. Takav sustav omogućuje smanjenje rizika od urbanih poplava, ublažavanje učinka urbanog toplinskog otoka i povećanje ekološke stabilnosti urbanog krajolika.

Tablica 47. Komponente modela zelene infrastrukture.

KOMPONENTA	PROSTORNA RAZINA	GLAVNA FUNKCIJA	PRIMJERI NBS SUSTAVA
vodni sustav	ulice i javni prostori	infiltracija i retencija oborinske vode	kišni vrtovi, bioswale, permeabilne površine
klimatski sustav	parkovi i ulice	smanjenje temperature i regulacija mikroklime	urbani parkovi, drvoredi, zeleni krovovi
ekološki sustav	zelene površine i riječni koridori	očuvanje bioraznolikosti	urbane livade, riječna vegetacija
integrirana mreža	cijeli grad	klimatska otpornost i stabilnost ekosustava	mreža zelene infrastrukture

Tablica prikazuje glavne komponente modela zelene infrastrukture i njihovu ulogu u regulaciji urbanih ekoloških procesa. Vodni sustav usmjeren je na upravljanje oborinskim vodama putem infiltracije i retencije, dok klimatski sustav djeluje na regulaciju temperature i mikroklime urbanog prostora. Ekološki sustav uključuje vegetacijske i prirodne elemente koji omogućuju očuvanje bioraznolikosti i ekološku povezanost urbanog krajolika. Integracijom ovih sustava nastaje funkcionalna mreža zelene infrastrukture koja omogućuje gradovima da učinkovitije odgovore na izazove klimatskih promjena i urbanizacije.

DISTRIBUIRANI SUSTAV UPRAVLJANJA OBORINSKIM VODAMA

Drugi važan princip projektiranja rješenja temeljenih na prirodi odnosi se na distribuirani sustav upravljanja oborinskim vodama. U tradicionalnim urbanim sustavima odvodnje oborinska voda prikuplja se putem centralizirane mreže kanalizacijskih cijevi i brzo odvodi u vodotoke ili retencijske objekte. Takav pristup često zahtijeva veliku infrastrukturnu investiciju, a istodobno ne rješava probleme lokalnog površinskog otjecanja koji nastaju zbog velikog udjela nepropusnih površina u gradovima. Suvremeni pristupi urbanističkom planiranju sve više primjenjuju distribuirani model u kojem se oborinska voda zadržava, infiltrira i postupno otpušta kroz mrežu manjih sustava raspoređenih u urbanom prostoru. Ovakav pristup temelji se na implementaciji različitih NBS elemenata poput kišnih vrtova, bioswale kanala, permeabilnih površina, infiltracijskih travnjaka i vegetacijskih otoka integriranih u ulični prostor. Distribuirani sustav omogućuje postupno smanjenje vršnog protoka oborinske vode, povećanje infiltracije u tlo te smanjenje opterećenja kanalizacijskog sustava tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Istodobno doprinosi povećanju vegetacijskog pokrova i poboljšanju mikroklimatskih uvjeta u urbanom prostoru.

Tablica 48. Prostorne razine distribuiranog NBS sustava

PROSTORNA RAZINA	TIPIČNI NBS SUSTAVI	GLAVNA FUNKCIJA
parcela	kišni vrt	lokalna infiltracija oborinske vode
ulica	bioswale sustavi, drvoredi	filtracija i usporavanje površinskog otjecanja
urbani blok	infiltracijski travnjaci, manji parkovi	retencija i infiltracija oborinske vode
gradska četvrt	urbani parkovi	regulacija mikroklime i infiltracija
grad	mreža zelene infrastrukture	klimatska otpornost urbanog sustava

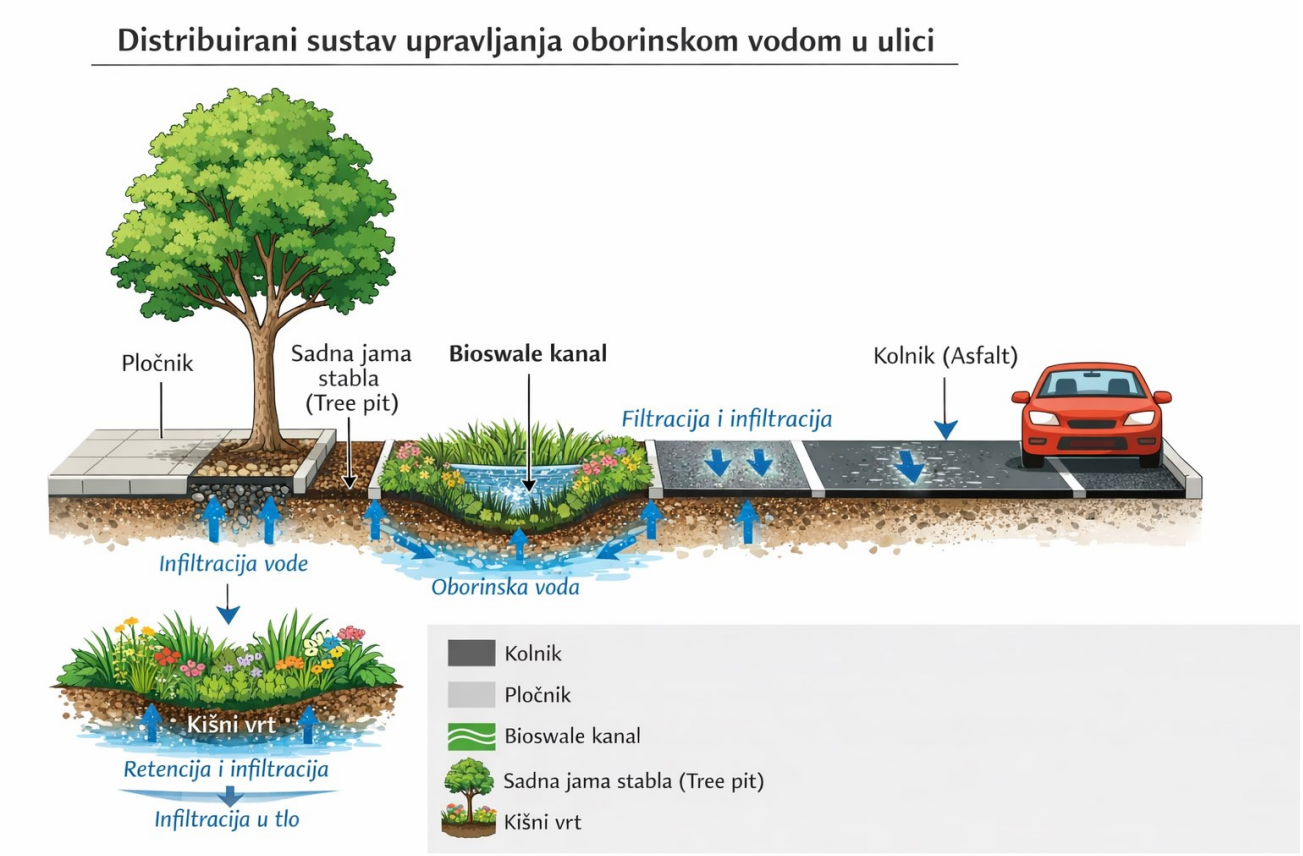
Tablica prikazuje kako se distribuirani sustav upravljanja oborinskim vodama može organizirati na različitim prostornim razinama urbanog prostora. Manji sustavi poput kišnih vrtova i bioswale kanala djeluju na lokalnoj razini i omogućuju infiltraciju oborinske vode neposredno na mjestu njezina nastanka. Na višim prostornim razinama parkovi i veće zelene površine imaju važnu ulogu u regulaciji mikroklime i stabilizaciji urbanog vodnog režima. Integracijom svih ovih elemenata nastaje funkcionalna mreža zelene infrastrukture koja povećava otpornost urbanog prostora na klimatske promjene.

INTEGRACIJA NBS SUSTAVA U URBANU INFRASTRUKTURU

U urbanim sredinama većina prostora već je zauzeta prometnom i komunalnom infrastrukturom, uključujući prometnice, pločnike, parkirališta te podzemne instalacije poput vodovoda, kanalizacije i energetskih vodova. Zbog toga implementacija NBS sustava zahtijeva pažljivo planiranje kako bi se izbjegli konflikti s postojećom infrastrukturom i osigurala funkcionalnost urbanog prostora. Integracija NbS sustava najčešće se ostvaruje prilagodbom postojećih urbanih elemenata. Na primjer, bioswale sustavi mogu se postaviti uz rub prometnica gdje prikupljaju oborinsku vodu s kolnika. Permeabilni opločnici mogu zamijeniti klasične nepropusne materijale na parkiralištima i pješačkim površinama, dok se sadne jame za urbana stabla mogu projektirati kao infiltracijski sustavi koji zadržavaju oborinsku vodu i omogućuju njezino postupno prodiranje u tlo. Takav pristup omogućuje povećanje udjela zelene infrastrukture u urbanom prostoru bez potrebe za velikim urbanističkim zahvatima.

Tablica 49. Integracija NbS sustava u urbanu infrastrukturu.

ELEMENT URBANE INFRASTRUKTURE	MOGUĆA NBS INTEGRACIJA	FUNKCIJA
prometnice	bioswale sustavi	filtracija i infiltracija oborinske vode
pločnici	infiltracijske sadne jame za drveće	infiltracija i zasjenjenje
parkirališta	permeabilni opločnici	povećanje infiltracije vode
javni trgovi	vegetacijski otoci	regulacija mikroklime
krovovi zgrada	zeleni krovovi	retencija oborinske vode



Slika 2. Distribuirani sustav upravljanja oborinskom vodom.

PROJEKTANTSKI PRIORITETI PREMA TIPU URBANOG PROSTORA

U urbanističkom planiranju izbor odgovarajućih rješenja temeljenih na prirodi (NbS) ovisi o morfološkim, funkcionalnim i prostornim karakteristikama pojedinih dijelova grada. Različite urbane zone imaju različite mogućnosti implementacije zelene infrastrukture, pa se projektantske strategije moraju prilagoditi lokalnim prostornim ograničenjima i ekološkim potrebama. U povijesnim gradskim jezgrama prostor za veće intervencije često je ograničen zbog visoke gustoće izgrađenosti, uskih uličnih profila i zahtjeva zaštite kulturne baštine. Zbog toga se u takvim područjima primjenjuju mikro NBS intervencije, poput manjih kišnih vrtova, sadnih jama za stabla i zelenih krovova, koje omogućuju povećanje vegetacijskog pokrova bez značajnih promjena postojeće urbane strukture. Stambene zone obično imaju veći udio otvorenih površina poput dvorišta, vrtova i travnjaka, što omogućuje implementaciju sustava za infiltraciju oborinske vode. U takvim prostorima kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci i manji retencijski sustavi mogu značajno doprinijeti regulaciji urbanog vodnog režima. Prometni koridori predstavljaju specifičan tip urbanog prostora s velikim udjelom nepropusnih površina i intenzivnim prometnim opterećenjem. U takvim prostorima posebno su važni drvoredi i bioswale sustavi koji omogućuju zasjenjenje prometnica, poboljšavaju mikroklimatske uvjete i filtriraju oborinsku vodu prije njezina ulaska u sustav odvodnje. Parkirališta i logističke površine karakterizira visok udio asfaltnih i betonskih površina koje potiču brzo površinsko otjecanje oborinske vode. U tim prostorima primjena permeabilnih opločnika i infiltracijskih sustava može značajno smanjiti površinsko otjecanje i povećati infiltraciju vode u tlo. S druge strane, urbani parkovi i veće zelene površine imaju najveći potencijal za implementaciju kompleksnijih NbS sustava. U takvim prostorima moguće je integrirati retencijske bazene, infiltracijske zone i raznolike vegetacijske zajednice koje doprinose regulaciji mikroklime, povećanju bioraznolikosti i stabilnosti urbanih ekosustava.

Tablica 50. Projektantski prioriteti prema tipu urbanog prostora.

TIP PROSTORA	PROSTORNE KARAKTERISTIKE	PROJEKTANTSKI PRIORITET	PREPORUČENI NBS SUSTAVI
povijesna gradska jezgra	uske ulice, visoka gustoća izgradnje, mali udio vegetacije	mikro intervencije i povećanje vegetacijskog pokrova	mikro kišni vrtovi, sadne jame stabala, zeleni krovovi
stambene četvrti	dvorišta, vrtovi i travnjaci	lokalna infiltracija i upravljanje oborinskom vodom	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, vegetacijski otoci
prometni koridori	asfaltirane prometnice i parkirališne trake	smanjenje zagrijavanja i filtracija oborinske vode	drvoredi, bioswale sustavi
parkirališta i trgovačke zone	velike nepropusne površine	smanjenje površinskog otjecanja	permeabilni opločnici, infiltracijski parking
parkovi i zelene površine	velike vegetacijske površine	retencija vode i povećanje bioraznolikosti	retencijska jezerca, infiltracijske zone, prirodne livade
riječna zona Drave	poplavna područja i prirodna vegetacija	regulacija vodnog režima i očuvanje ekosustava	prirodne retencijske zone, močvarna vegetacija

Tablica prikazuje projektantske prioritete za implementaciju rješenja temeljenih na prirodi u različitim dijelovima urbanog prostora Varaždina. Različite urbane zone karakteriziraju specifične morfološke i funkcionalne značajke koje određuju mogućnosti implementacije zelene infrastrukture. U povijesnoj gradskoj jezgri prostor je ograničen, zbog čega su najprikladnije mikro intervencije poput kišnih vrtova i zelenih krovova. U stambenim četvrtima moguće je razviti sustave za infiltraciju oborinske vode, dok prometni koridori imaju velik potencijal za implementaciju drvoreda i bioswale sustava koji poboljšavaju mikroklimu i filtriraju oborinske vode. Parkirališta zahtijevaju primjenu permeabilnih površina kako bi se smanjilo površinsko otjecanje. Parkovi i riječni koridori imaju najveći potencijal za razvoj kompleksnijih NbS sustava koji reguliraju vodni režim i povećavaju bioraznolikost urbanog prostora.

MODEL MREŽE NbS SUSTAVA

U suvremenom urbanističkom planiranju rješenja temeljena na prirodi (NbS) ne promatraju se kao pojedinačne intervencije, već kao integrirana mreža zelene infrastrukture koja povezuje različite dijelove urbanog prostora. Takva mreža omogućuje kontinuiranu raspodjelu vegetacije i infiltracijskih sustava te doprinosi poboljšanju hidroloških, klimatskih i ekoloških funkcija grada. Povezivanjem različitih NbS elemenata moguće je stvoriti funkcionalni sustav koji regulira oborinsku vodu, smanjuje urbani toplinski otok i povećava bioraznolikost urbanog prostora. U takvom modelu pojedinačni sustavi imaju različite uloge ovisno o prostornoj razini na kojoj djeluju. Mreža NbS sustava može se promatrati kao hijerarhijska struktura koja uključuje više prostornih razina – od mikro intervencija integriranih u ulični profil do velikih parkova i prirodnih retencijskih zona na razini grada. Svaka prostorna razina ima specifičnu funkciju u regulaciji urbanog vodnog režima i mikroklime. Na najnižoj razini nalaze se mikro NbS sustavi u ulicama, poput kišnih vrtova, bioswale kanala i infiltracijskih sadnih jama za stabla. Ovi sustavi omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i smanjenje površinskog otjecanja s prometnih površina. Na razini urbanog bloka sustavi poput kišnih vrtova i infiltracijskih travnjaka omogućuju veću retenciju oborinske vode i povećanje vegetacijskog pokrova. Na razini gradske četvrti urbani parkovi i veće zelene površine djeluju kao važni elementi regulacije mikroklime i bioraznolikosti. Oni stvaraju hladnije mikroklimatske zone i omogućuju infiltraciju većih količina oborinske vode. Na najvišoj prostornoj razini svi ovi sustavi zajedno tvore mrežu zelene infrastrukture grada, koja povećava klimatsku otpornost urbanog prostora i omogućuje održivo upravljanje vodnim resursima.

Tablica 51. Hijerarhijska struktura mreže NbS sustava.

PROSTORNA RAZINA	TIPIČNI NBS SUSTAVI	PRIMARNA FUNKCIJA
ulica	mikro kišni vrtovi, bioswale kanali, sadne jame stabala, drvoredi	infiltracija oborinske vode i hlađenje uličnog prostora
urbani blok	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci, vegetacijski otoci	retencija oborinske vode i povećanje vegetacijskog pokrova
gradska četvrt	urbani parkovi, veće zelene površine, infiltracijske zone	regulacija mikroklime i povećanje bioraznolikosti
grad	mreža parkova, riječnih koridora i retencijskih sustava	klimatska otpornost i stabilizacija urbanog vodnog režima

INTEGRIRANI MODEL PLANIRANJA NBS SUSTAVA U URBANOM PROSTORU VARAŽDINA

Planiranje rješenja temeljenih na prirodi (NbS) u urbanom prostoru zahtijeva integrirani pristup koji povezuje različite prostorne razine grada u jedinstven sustav zelene infrastrukture. Umjesto pojedinačnih intervencija, NbS sustavi trebaju biti organizirani kao međusobno povezana mreža koja omogućuje učinkovito upravljanje oborinskim vodama, regulaciju mikroklime i povećanje bioraznolikosti urbanog prostora. U takvom modelu različiti dijelovi grada imaju različite funkcije u regulaciji urbanog vodnog i klimatskog sustava. Mikro intervencije na razini parcele i ulice omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i smanjenje površinskog otjecanja. Na razini urbanog bloka i parkova sustavi imaju veći kapacitet retencije i važnu ulogu u regulaciji mikroklime. Na razini cijelog grada ovi sustavi zajedno tvore mrežu zelene infrastrukture koja povećava otpornost urbanog prostora na klimatske promjene. Tablica prikazuje integrirani model planiranja NbS sustava u urbanom prostoru Varaždina, koji povezuje različite tipove urbanog prostora s glavnim klimatskim problemima i odgovarajućim projektnim rješenjima.

Tablica 52. Integrirani model planiranja NbS sustava u urbanom prostoru.

PROSTORNA RAZINA	TIP URBANOG PROSTORA	GLAVNI KLIMATSKI PROBLEM	PREPORUČENI NbS SUSTAVI	PROJEKTANTSKI CILJ
parcela	dvorišta, male zelene površine	lokalno otjecanje oborinske vode	kišni vrtovi	infiltracija oborinske vode
ulica	prometnice i pločnici	toplinski otok i površinsko otjecanje	drvoredi, bioswale sustavi	hlađenje prostora i filtracija vode
parkiralište	asfaltne i popločane površine	poplave i zagrijavanje površina	permeabilni opločnici	povećanje infiltracije
urbani blok	stambene zone	povećano površinsko otjecanje	infiltracijski travnjaci	retencija oborinske vode
park	javne zelene površine	regulacija mikroklime	retencijski bazeni, infiltracijske zone	regulacija mikroklime
grad	mreža urbanih prostora	klimatske promjene	mreža zelene infrastrukture	klimatska otpornost

Integrirani model pokazuje kako različiti NbS sustavi djeluju na različitim prostornim razinama urbanog prostora. Mikro sustavi na razini parcela i ulica omogućuju lokalnu infiltraciju oborinske vode i smanjenje opterećenja kanalizacijskog sustava. Sustavi na razini urbanog bloka i parkova imaju veći kapacitet retencije te značajno doprinose regulaciji mikroklime i povećanju bioraznolikosti. Na razini cijelog grada svi ovi elementi zajedno tvore funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture koja omogućuje dugoročnu klimatsku otpornost urbanog prostora. U kontekstu grada Varaždina ovakav pristup ima posebno velik potencijal jer relativno kompaktna urbana struktura i postojeća mreža zelenih površina omogućuju razvoj kontinuiranog sustava zelene infrastrukture. Kombinacijom mikro NbS intervencija u ulicama, infiltracijskih sustava u stambenim zonama te retencijskih sustava u parkovima moguće je razviti integrirani model upravljanja oborinskim vodama i mikroklimom grada. Takav sustav omogućuje postupno povećanje infiltracije oborinske vode, smanjenje učinka urbanog toplinskog otoka te jačanje bioraznolikosti urbanog prostora. Povezivanjem pojedinačnih NBS intervencija u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture stvara se urbani ekosustav koji istodobno regulira vodni režim, poboljšava mikroklimatske uvjete i povećava otpornost grada na klimatske promjene. U konačnici, projektantski model predstavljen u radu može poslužiti kao konceptualni okvir za daljnji razvoj zelene infrastrukture u Varaždinu te kao smjernica za integraciju rješenja temeljenih na prirodi u buduće urbanističko i krajobrazno planiranje grada.

METODOLOŠKI MODEL IMPLEMENTACIJE NBS SUSTAVA U URBANOM PROSTORU VARAŽDINA

Planiranje rješenja temeljenih na prirodi (NbS) u urbanim sredinama zahtijeva integrirani metodološki pristup koji povezuje prostornu analizu urbanog tkiva, klimatske i hidrološke procese te projektantske smjernice za razvoj zelene infrastrukture. Za razliku od konvencionalne urbane infrastrukture koja često rješava pojedinačne probleme (npr. odvodnju ili regulaciju temperature), NbS sustavi djeluju kao multifunkcionalni elementi urbanog ekosustava. U ovom radu razvijen je metodološki model implementacije NbS sustava koji se temelji na pet međusobno povezanih faza:

1. analiza urbanog prostora
2. analiza klimatskih i hidroloških procesa
3. odabir odgovarajućih NbS sustava
4. projektantsko dimenzioniranje sustava
5. integracija u mrežu zelene infrastrukture

Ovakav model omogućuje sustavno povezivanje prostorne analize, klimatskih parametara i projektantskih rješenja, što je ključno za razvoj klimatski otpornog urbanog prostora.

FAZA 1 – ANALIZA URBANOG PROSTORA

Prva faza metodološkog modela usmjerena je na analizu morfoloških i prostorno-funkcionalnih karakteristika urbanog tkiva koje utječu na mogućnost implementacije NbS sustava. U urbanim sredinama dostupnost prostora često predstavlja glavno ograničenje za razvoj zelene infrastrukture, zbog čega je nužno precizno identificirati dijelove grada koji imaju najveći potencijal za implementaciju infiltracijskih i vegetacijskih sustava.

Analiza urbanog prostora uključuje procjenu nekoliko ključnih parametara:

1. gustoće izgrađenosti
2. udjela nepropusnih površina
3. rasporeda postojećih zelenih površina
4. širine uličnih profila
5. prisutnosti prometne i komunalne infrastrukture

Posebno je važna identifikacija prostora s velikim udjelom nepropusnih površina (asfalt, beton) jer takve površine značajno povećavaju površinsko otjecanje oborinske vode i doprinose stvaranju urbanog toplinskog otoka. U kontekstu grada Varaždina analiza urbanog prostora omogućuje razlikovanje nekoliko tipova urbanog tkiva:

1. povijesni centar
2. stambene zone
3. prometni koridori
4. parkirališta i logističke površine
5. parkovi i javne zelene površine

Svaki od ovih tipova prostora ima različite mogućnosti implementacije NbS sustava.

Tablica 53. Parametri analize urbanog prostora

PARAMETAR	OPIS	UTJECAJ NA IMPLEMENTACIJU NbS SUSTAVA
gustoća izgradnje	udio izgrađenih površina u prostoru	određuje raspoloživi prostor za implementaciju
udio nepropusnih površina	asfalt, beton i druge impermeabilne površine	povećava površinsko otjecanje
širina ulice	širina kolnika i pločnika	određuje mogućnost bioswale sustava
raspored zelenih površina	parkovi, travnjaci, drvoredi	potencijal za razvoj zelene infrastrukture
podzemna infrastruktura	vodovod, kanalizacija, instalacije	može ograničiti infiltracijske sustave

Na temelju urbanističkih smjernica i međunarodne prakse zelene infrastrukture mogu se definirati osnovni minimalni prostorni kriteriji za implementaciju mikro NBS sustava.

Tablica 54. Minimalni prostorni uvjeti za implementaciju NBS sustava

NbS SUSTAV	MINIMALNI PROSTOR
mikro kišni vrt	2–5 m²
bioswale	širina min. 0,6 m
infiltracijski travnjak	min. 10 m²
sadna jama stabla	min. 1,5 m²
permeabilni parking	modul 2,5 × 5 m

FAZA 2 – PROCJENA KLIMATSKIH I HIDROLOŠKIH PROCESA

Druga faza metodološkog modela uključuje analizu klimatskih i hidroloških procesa koji oblikuju funkcioniranje urbanog prostora. Ova faza je ključna jer omogućuje identifikaciju glavnih klimatskih rizika koji utječu na urbani okoliš. U gradovima srednje Europe, uključujući Varaždin, najvažniji klimatski izazovi uključuju:

- povećanje temperature zraka i učestalost toplinskih valova
- povećanje intenziteta kratkotrajnih oborina
- smanjenje infiltracije oborinske vode zbog nepropusnih površina

Urbanizacija mijenja prirodni vodni ciklus jer se značajan dio oborinske vode brzo odvodi s nepropusnih površina u kanalizacijski sustav. Kao posljedica toga dolazi do povećanog površinskog otjecanja i većeg rizika od urbanih poplava.U isto vrijeme smanjenje vegetacijskog pokrova smanjuje procese evapotranspiracije i povećava temperaturu urbanog prostora. Zbog toga analiza klimatskih i hidroloških parametara predstavlja ključnu osnovu za projektiranje NbS sustava.

Tablica 55. Klimatski i hidrološki parametri

PARAMETAR	FUNKCIJA U URBANOM PROSTORU
infiltracija	smanjuje površinsko otjecanje oborinske vode
evapotranspiracija	hladi zrak i regulira mikroklimu
albedo površina	refleksija sunčeve energije
retencijski kapacitet	privremeno zadržavanje oborinske vode
zasjenjenje	smanjuje temperaturu urbanih površina

Kako bi NBS sustavi učinkovito funkcionirali, potrebno je definirati osnovne hidrološke parametre.

Tablica 56. Minimalni hidrološki parametri

PARAMETAR	MINIMALNA VRIJEDNOST
infiltracijski kapacitet tla	≥ 10 mm/h
retencijski volumen kišnog vrta	0,3–0,6 m³
dubina infiltracijskog sloja	30–80 cm
nagib bioswale sustava	1–4 %
udio vegetacijskog pokrova	min. 50 % površine

FAZA 3 – ODABIR ODGOVARAJUĆIH NbS SUSTAVA

Treća faza metodološkog modela uključuje odabir najprikladnijih NbS sustava na temelju prethodno identificiranih prostorno-morfoloških i klimatsko-hidroloških karakteristika urbanog prostora. Cilj ove faze je uskladiti tip urbanog prostora, dominantni klimatski problem i funkcionalne mogućnosti pojedinih NbS sustava Odabir sustava temelji se na nekoliko ključnih kriterija:

- dostupnost prostora za implementaciju
- udio nepropusnih površina
- intenzitet površinskog otjecanja oborinske vode
- stupanj toplinskog opterećenja urbanog prostora
- mogućnost integracije s postojećom infrastrukturom

U povijesnim urbanim jezgrama primjena većih NbS sustava često je ograničena zbog uskih ulica i visoke gustoće izgradnje. U takvim prostorima prednost imaju mikro NbS intervencije, poput manjih kišnih vrtova, vegetacijskih otoka i zelenih krovova. U stambenim zonama dostupnost otvorenih površina omogućuje implementaciju kišnih vrtova i infiltracijskih travnjaka, dok prometni koridori imaju velik potencijal za implementaciju drvoreda i bioswale sustava.

Tablica 57. Odabir NbS sustava prema tipu urbanog prostora.

TIP URBANOG PROSTORA	GLAVNI PROBLEM	PREPORUČENI NBS SUSTAVI
povijesni centar	toplinski otok	mikro kišni vrtovi, zeleni krovovi
stambene zone	površinsko otjecanje	kišni vrtovi, infiltracijski travnjaci
prometni koridori	zagrijavanje površina	drvoredi, bioswale sustavi
parkirališta	otjecanje i zagrijavanje	permeabilni opločnici
parkovi	regulacija mikroklime	retencijski bazeni

Tablica 58. Minimalni tehnički kriteriji za odabir sustava.

NBS SUSTAV	MIN.POVRŠINA	MINIMALNA DUBINA	MINIMALNI INFILTRACIJSKI KAPACITET
mikro kišni vrt	2–5 m²	30–60 cm	10 mm/h
bioswale	širina ≥ 0,6 m	40–80 cm	10–50 mm/h
infiltracijski travnjak	≥ 10 m²	30–50 cm	15 mm/h
retencijski bazen	≥ 50 m²	0,5–2 m	ovisi o volumenu retencije
zeleni krov	≥ 20 m²	8–30 cm supstrata	retencija 40–80 % oborina

FAZA 4 – PROJEKTANTSKO DIMENZIONIRANJE SUSTAVA

Nakon odabira odgovarajućih sustava slijedi faza projektantskog dimenzioniranja. U ovoj fazi definiraju se geometrijske dimenzije sustava, struktura supstrata i hidraulički kapacitet infiltracije i retencije. Dimenzioniranje NbS sustava temelji se na nekoliko ključnih parametara:

- veličina slivnog područja
- intenzitet oborinskih događaja
- infiltracijski kapacitet tla
- dubina i struktura supstrata
- vegetacijska struktura sustava

U urbanim ulicama sustavi često imaju ograničen prostor, zbog čega se dimenzioniranje temelji na kombinaciji više manjih sustava raspoređenih duž uličnog profila.

Tablica 59. Projektantski parametri NBS sustava

SUSTAV	POVRŠINA	DUBINA SUSTAVA	DEBLJINA NOSIVOG SLOJA	INFILTRACIJSKI KAPACITET
kišni vrt	5–25 m²	40–80 cm	20–40 cm šljunka	10–50 mm/h
bioswale	širina 0,6–2 m	50–80 cm	30–50 cm šljunka	10–40 mm/h
infiltracijski travnjak	≥10 m²	30–60 cm	15–30 cm pijeska	15–50 mm/h
retencijski bazen	≥50 m²	0,5–2 m	drenažni sloj	retencija vode
zeleni krov	≥20 m²	8–30 cm	drenažni sloj 5–10 cm	40–80 % retencije

FAZA 5 – INTEGRACIJA U MREŽU ZELENE INFRASTRUKTURE

Posljednja faza metodološkog modela odnosi se na integraciju pojedinačnih NbS sustava u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture. Umjesto izoliranih intervencija, NbS sustavi trebaju biti organizirani kao povezani sustav vegetacijskih i infiltracijskih elemenata koji djeluju na različitim prostornim razinama. Ova mreža omogućuje:

- regulaciju urbanog vodnog ciklusa
- smanjenje učinka urbanog toplinskog otoka
- povećanje bioraznolikosti urbanog prostora

Integracija sustava odvija se kroz hijerarhijsku strukturu koja povezuje mikro intervencije u ulicama s većim zelenim površinama.

Tablica 60. Hijerarhijska mreža NBS sustava

PROSTORNA RAZINA	SUSTAVI	FUNKCIJA
ulica	mikro kišni vrtovi, drvoredi	infiltracija i hlađenje
urbani blok	kišni vrtovi, travnjaci	retencija oborinske vode
gradska četvrt	parkovi	regulacija mikroklime
grad	mreža zelene infrastrukture	klimatska otpornost

Predloženi metodološki model omogućuje integrirano povezivanje prostorne analize urbanog tkiva, klimatskih i hidroloških procesa te projektantskih rješenja u jedinstveni okvir planiranja zelene infrastrukture. Takav pristup omogućuje sustavnu identifikaciju prostora s najvećim potencijalom za implementaciju rješenja temeljenih na prirodi te odabir odgovarajućih projektantskih strategija prilagođenih specifičnim prostornim i klimatskim uvjetima urbanog prostora. Primjena ovog modela omogućuje postupno povezivanje pojedinačnih NbS intervencija u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture koja istodobno regulira vodni režim, poboljšava mikroklimatske uvjete i povećava ekološku stabilnost urbanog prostora.

IMPLEMENTACIJA SMJERNICA

Implementacija smjernica za rješenja temeljena na prirodi (NbS) predstavlja ključnu fazu u prijenosu teorijskih modela zelene infrastrukture u konkretna prostorna i projektantska rješenja. Dok analitički dio istraživanja omogućuje razumijevanje klimatskih, hidroloških i ekoloških procesa koji oblikuju urbani prostor, faza implementacije usmjerena je na razvoj operativnih smjernica koje mogu primjenjivati projektanti, urbanisti, krajobrazni arhitekti i upravljačke institucije.U urbanističkoj praksi NbS sustavi moraju biti pažljivo integrirani u postojeću strukturu grada, pri čemu je potrebno uzeti u obzir prostorna ograničenja, funkcionalne zahtjeve javnog prostora te postojeće infrastrukturne mreže. Implementacija takvih sustava stoga zahtijeva interdisciplinarni pristup koji povezuje hidrologiju, krajobraznu arhitekturu, urbanizam i ekologiju. U tom kontekstu NBS sustavi ne predstavljaju samo vegetacijske elemente urbanog prostora, već funkcionalne infrastrukturne komponente koje doprinose regulaciji vodnog režima, poboljšanju mikroklime i povećanju ekološke stabilnosti urbanih ekosustava. U gradovima srednje veličine poput Varaždina primjena ovih sustava ima posebno velik potencijal jer relativno kompaktna urbana struktura omogućuje učinkovitu integraciju zelene infrastrukture u postojeće ulične profile, parkovne površine i javne prostore. Postupnim uvođenjem infiltracijskih i vegetacijskih elemenata moguće je smanjiti udio nepropusnih površina, povećati infiltraciju oborinske vode te poboljšati mikroklimatske uvjete urbanog prostora.

Kako bi implementacija NbS sustava bila metodološki jasna i operativno primjenjiva, svako rješenje potrebno je analizirati kroz tri međusobno povezana aspekta: strukturu sustava i korištene materijale, funkcionalne procese koji omogućuju regulaciju vodnog režima i mikroklime te prostorni kontekst njihove primjene u urbanom prostoru.Većina rješenja temeljenih na prirodi u urbanom prostoru temelji se na višeslojnoj strukturi koja omogućuje učinkovito upravljanje oborinskim vodama kroz procese infiltracije, retencije, filtracije i evapotranspiracije. Takva struktura funkcionira kao integrirani hidrološko-vegetacijski sustav koji istodobno regulira vodni režim, poboljšava mikroklimatske uvjete i povećava ekološku stabilnost urbanog prostora.



Slika 3. NbS u urbaom prostoru.

Tipičan NbS sustav sastoji se od nekoliko funkcionalnih slojeva koji zajedno omogućuju kontrolirano zadržavanje, filtraciju i postupno otpuštanje oborinske vode u tlo ili sustav odvodnje. Ovakva slojevita struktura posebno je važna u urbanim sredinama gdje su prirodni procesi infiltracije često narušeni velikim udjelom nepropusnih površina. Na površini sustava nalazi se vegetacijski sloj, koji ima ključnu ulogu u stabilizaciji tla, regulaciji mikroklime i povećanju bioraznolikosti urbanog prostora. Vegetacija omogućuje procese evapotranspiracije kroz koje se dio oborinske vode vraća u atmosferu, čime se smanjuje ukupna količina vode koja ulazi u sustav urbane odvodnje. Osim hidrološke funkcije, vegetacijski sloj ima i važnu ekološku i krajobraznu ulogu jer stvara staništa za različite organizme te doprinosi estetskoj i prostornoj kvaliteti javnog prostora. U urbanim uvjetima najčešće se koriste trajnice, trave, šaševi i nisko grmlje koje može tolerirati promjenjive uvjete vlažnosti tla. Ispod vegetacijskog sloja nalazi se filtracijski sloj, koji se obično sastoji od mješavine pijeska, mineralnog supstrata i organske tvari. Njegova osnovna funkcija je filtracija suspendiranih čestica, zadržavanje nutrijenata i postupno propuštanje vode prema dubljim slojevima sustava. U ovom sloju razvija se i korijenski sustav biljaka te mikrobiološke zajednice koje sudjeluju u biološkoj razgradnji zagađujućih tvari. Ovaj proces, poznat kao biološka filtracija u rizosferi, predstavlja jedan od ključnih ekoloških mehanizama funkcioniranja NbS sustava. Drenažni sloj predstavlja zonu privremenog zadržavanja vode i najčešće se sastoji od krupnijeg agregata poput šljunka ili lomljenog kamena. Njegova osnovna funkcija je osigurati prostor za retenciju oborinske vode tijekom intenzivnih oborinskih događaja te omogućiti postupnu infiltraciju vode u tlo. U pojedinim sustavima, osobito u urbanim područjima s lošijim infiltracijskim svojstvima tla, u ovom sloju mogu biti ugrađene i perforirane drenažne cijevi koje omogućuju kontrolirano odvođenje viška vode. Na dnu sustava često se nalazi nosivi ili konstrukcijski sloj, čija je funkcija osigurati stabilnost sustava i spriječiti miješanje različitih granulacijskih slojeva. U mnogim projektima koristi se i geotekstil koji razdvaja slojeve supstrata i agregata, sprječava ispiranje finih čestica i povećava dugoročnu stabilnost sustava.

Uz ove osnovne slojeve često se projektiraju i konstrukcijski rubovi, poput betonskih ili kamenih obruba, koji definiraju granice sustava i osiguravaju stabilnost rubnih zona u urbanom prostoru. Zajedničkim djelovanjem svih navedenih slojeva stvara se sustav koji omogućuje kontrolirano zadržavanje oborinske vode, njezinu filtraciju i postupno vraćanje u prirodni vodni ciklus. Takav pristup predstavlja jednu od ključnih razlika između NbS sustava i konvencionalne urbane infrastrukture za odvodnju oborinskih voda.

Tablica 61. Struktura slojeva NbS sustava

SLOJ SUSTAVA	FUNKCIJA	TIPIČNI MATERIJALI	DEBLJINA
vegetacijski sloj	evapotranspiracija, stabilizacija tla, mikroklima	travnjački supstrat, trajnice, trave	10–20 cm
filtracijski sloj	filtracija vode i razvoj korijena	pijesak, mineralni supstrat, organska tvar	30–50 cm
drenažni sloj	retencija i infiltracija vode	šljunak, lomljeni kamen	20–40 cm
nosivi sloj	stabilnost konstrukcije	zbijeni agregat	20–30 cm
geotekstil	razdvajanje slojeva	sintetski geotekstil	prema projektu
konstrukcijski rubovi	stabilizacija sustava	betonski ili kameni obrubi	prema projektu

Odabir materijala predstavlja važan element projektiranja rješenja temeljenih na prirodi jer izravno utječe na hidrološku učinkovitost, stabilnost konstrukcije i dugoročnu funkcionalnost sustava. Materijali koji se koriste u NbS sustavima moraju osigurati odgovarajuću kombinaciju visoke propusnosti vode, mehaničke stabilnosti i otpornosti na urbane uvjete, uključujući opterećenje prometa, zbijanje tla i promjenjive klimatske uvjete. U infiltracijskim i retencijskim sustavima posebno je važna kontrola granulacijskog sastava materijala, jer veličina čestica izravno utječe na infiltracijski kapacitet i sposobnost zadržavanja vode. Materijali se stoga koriste u slojevitoj strukturi gdje svaki sloj ima specifičnu funkciju u procesu filtracije, retencije i infiltracije oborinske vode. Prirodni agregati, poput šljunka i lomljenog kamena, najčešće se koriste u drenažnim slojevima jer omogućuju visok stupanj propusnosti i privremeno zadržavanje vode tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Pijesak i mješavine mineralnih supstrata koriste se u filtracijskim slojevima jer omogućuju uklanjanje suspendiranih čestica i postupno propuštanje vode prema dubljim slojevima sustava. Organski supstrati koriste se u vegetacijskim slojevima jer osiguravaju hranjive tvari, odgovarajuću strukturu tla i uvjete potrebne za razvoj korijenskog sustava biljaka. U tim slojevima razvija se i mikrobiološka aktivnost koja doprinosi biološkoj filtraciji i razgradnji zagađujućih tvari. Važnu ulogu u konstrukciji sustava ima i geotekstil, koji se koristi za razdvajanje slojeva različite granulacije. Njegova funkcija je sprječavanje migracije finih čestica u drenažni sloj, čime se dugoročno održava infiltracijski kapacitet sustava. U pojedinim sustavima koriste se i perforirane drenažne cijevi, koje omogućuju kontrolirano odvođenje viška vode u slučajevima kada infiltracija u tlo nije dovoljna.

Tablica 62. Tipični materijali u NbS sustavima

MATERIJAL	FUNKCIJA	TIPIČNI NBS SUSTAVI
šljunak / lomljeni kamen	drenaža i retencija vode	kišni vrtovi, bioswale, infiltracijski travnjaci
pijesak	filtracija vode	infiltracijski i filtracijski slojevi
geotekstil	razdvajanje granulacijskih slojeva	svi infiltracijski sustavi
organski supstrat	vegetacijski sloj i rast biljaka	kišni vrtovi, zeleni krovovi
perforirane drenažne cijevi	kontrolirana odvodnja viška vode	retencijski i infiltracijski sustavi

Učinkovitost rješenja temeljenih na prirodi proizlazi iz njihove sposobnosti integracije hidroloških, klimatskih i ekoloških procesa u strukturu urbanog prostora. Za razliku od konvencionalnih sustava odvodnje koji se oslanjaju na tehničku infrastrukturu poput kanalizacijskih cijevi i kolektora, NbS sustavi koriste prirodne procese tla, vegetacije i mikroorganizama za regulaciju oborinskih voda i poboljšanje mikroklimatskih uvjeta. Funkcionalnost NbS sustava temelji se na nekoliko ključnih procesa koji zajedno čine osnovu djelovanja zelene infrastrukture u urbanim ekosustavima.

NbS KATALOG RJEŠENJA

U suvremenom urbanističkom planiranju rješenja temeljena na prirodi (NbS) sve se češće predstavljaju kroz kataloge projektantskih rješenja koji omogućuju sustavno povezivanje znanstvenih spoznaja o ekološkim, hidrološkim i klimatskim procesima s praktičnim modelima njihove primjene u urbanom prostoru. Takvi katalozi predstavljaju važan alat u planiranju zelene infrastrukture jer omogućuju projektantima, urbanistima i krajobraznim arhitektima brzu identifikaciju odgovarajućih tipova sustava za različite prostorne situacije i urbane funkcije. Katalog NbS rješenja pritom ne predstavlja samo popis pojedinačnih tehničkih intervencija, već integrirani sustav projektantskih smjernica koji povezuje hidrološke, klimatske i krajobrazne funkcije urbanog prostora. Na taj način katalog djeluje kao most između teorijskih modela zelene infrastrukture i konkretnih projektantskih rješenja koja se mogu primijeniti u planiranju urbanih prostora. Razvoj ovakvih kataloga posebno je važan u kontekstu gradova srednje veličine, gdje postoji mogućnost postupne transformacije urbanog prostora kroz integraciju manjih vegetacijskih i infiltracijskih sustava u postojeću urbanu strukturu. U gradovima poput Varaždina, koji imaju relativno kompaktan urbani oblik i razvijenu mrežu javnih prostora, NbS sustavi mogu se implementirati kroz kombinaciju mikro intervencija u ulicama, infiltracijskih sustava u stambenim zonama te retencijskih sustava u parkovima i drugim zelenim površinama. Katalog rješenja razvijen u ovom radu predstavlja pregled sustava koji imaju najveći potencijal primjene u kontinentalnom urbanom prostoru. Poseban naglasak stavljen je na sustave koji doprinose regulaciji oborinskih voda, poboljšanju mikroklime i povećanju vegetacijskog pokrova, jer upravo ti procesi imaju ključnu ulogu u smanjenju negativnih posljedica urbanizacije i u prilagodbi gradova klimatskim promjenama. Kako bi katalog bio operativno primjenjiv u projektantskoj praksi, svako rješenje analizirano je kroz nekoliko ključnih komponenti koje omogućuju jasnu procjenu njegove funkcije, tehničkih zahtjeva i mogućnosti primjene u urbanom prostoru. Svako rješenje u katalogu opisano je kroz četiri osnovna elementa:

- primarnu funkciju sustava, koja definira njegovu ulogu u upravljanju vodnim i klimatskim procesima
- tehničke parametre, koji određuju osnovne dimenzije i konstrukcijske karakteristike sustava
- vegetacijsku strukturu, koja omogućuje stabilnost, infiltraciju i ekološku funkcionalnost sustava
- prostorni kontekst primjene, koji definira u kojim urbanim situacijama je sustav najprimjenjiviji

Takav pristup omogućuje sustavno vrednovanje različitih tipova NbS sustava te olakšava njihovu integraciju u urbanističke planove, krajobrazne projekte i strategije klimatske prilagodbe gradova.

Tablica 63. Katalog NbS-a s tehničkim i prostornim uvjetima.

NbS sustav	Primarna funkcija	Hidrološki procesi	Klimatski učinak	Tip prostora	Minimalna dimenzija	Preporučene dimenzije	Dubina sustava	Infiltracijski kapacitet	Prostorni potencijal	Ograničenja primjene
kišni vrt	infiltracija i retencija oborinske vode	infiltracija, filtracija	srednji	stambene zone, javni prostori	5 m²	10–25 m²	20–30 cm	>10 mm/h	srednji	ograničen prostor u gustoj urbanoj strukturi
bioswale	filtracija i infiltracija oborinske vode	infiltracija, filtracija	srednji	prometne ulice, parkirališta	širina 0,6 m	1–2 m	30–60 cm	>10 mm/h	srednji	potreban kontinuirani prostor uz prometnice
infiltracijski travnjak	infiltracija oborinske vode	infiltracija	srednji	parkovi, dvorišta	10 m²	20–50 m²	30–60 cm	10–50 mm/h	visok	zbijeno tlo smanjuje infiltraciju
permeabilne površine	smanjenje površinskog otjecanja	infiltracija	nizak	parkirališta, trgovi	ovisno o prostoru	ovisno o prostoru	20–40 cm	>50 mm/h	vrlo visok	začepljenje pora opločenja
retencijski bazen	retencija oborinske vode	retencija	srednji	parkovi	50 m²	200–1000 m²	0,5–2 m	srednja	srednji	potreban veći prostor
zeleni krov	retencija i mikroklimatska regulacija	retencija, evapo transpiracija	visok	krovovi zgrada	ovisno o krovu	ovisno o krovu	8–30 cm	srednja	visok	nosivost konstrukcije
urbani drvored	zasjenjenje i mikroklimatska regulacija	evapo transpiracija	vrlo visok	ulice, trgovi	razmak 6 m	6–10 m	volumen tla 20–40 m³	lokalna infiltracija	srednji	podzemna infrastruktura

Objedinjena tablica kataloga omogućuje sustavni pregled ključnih projektantskih i funkcionalnih karakteristika različitih NbS sustava. U jednoj tablici objedinjeni su hidrološki procesi, klimatski učinci, tehnički parametri i prostorni kontekst primjene, čime se olakšava usporedba različitih rješenja i njihova primjena u urbanističkom planiranju. Analiza pokazuje da različiti sustavi imaju različite funkcionalne naglaske. Sustavi poput kišnih vrtova, bioswale kanala i infiltracijskih travnjaka primarno djeluju kroz infiltraciju i filtraciju oborinske vode te doprinose regulaciji urbanog vodnog ciklusa. Permeabilne površine posebno su učinkovite na parkiralištima i drugim popločanim površinama jer omogućuju infiltraciju oborinske vode kroz konstrukciju opločenja. S druge strane, sustavi poput urbanih drvoreda i zelenih krovova imaju izraženiji mikroklimatski učinak jer putem zasjenjenja i evapotranspiracije doprinose smanjenju temperature urbanog prostora i ublažavanju učinka urbanog toplinskog otoka. Retencijski bazeni predstavljaju sustave većeg kapaciteta koji omogućuju zadržavanje većih količina oborinske vode i smanjenje rizika od urbanih poplava. U kontekstu Grada Varaždina najveći potencijal implementacije imaju sustavi koji se mogu integrirati u postojeće ulične profile i javne prostore, poput drvoreda, bioswale sustava i kišnih vrtova. Kombinacijom ovih sustava moguće je razviti funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture koja djeluje na više prostornih razina – od pojedinačnih parcela i ulica do parkova i urbanih koridora – te značajno povećava klimatsku otpornost urbanog prostora. Takva mreža omogućuje integrirano upravljanje oborinskim vodama, poboljšanje mikroklimatskih uvjeta i povećanje bioraznolikosti urbanog prostora, čime se značajno povećava klimatska otpornost grada.

Tablica 64. projektantska matrica za planiranje zelene infrastrukture.

NBS sustav	Primarna funkcija	Tip urbanog prostora	smanjenje otjecanja	smanjenje temperature	Prostorni zahtjev	Trošak implementacije	Održavanje	Prioritet implementacije
kišni vrt	infiltracija i retencija oborinske vode	stambene zone, javni prostori	visok (20–40 %)	srednji (1–2 °C)	mali–srednji	srednji	srednje	visok
bioswale	filtracija i infiltracija oborinske vode	prometne ulice, parkirališta	visok (20–40 %)	srednji (1–2 °C)	srednji	srednji	srednje	visok
infiltracijski travnjak	infiltracija oborinske vode	parkovi, dvorišta	srednji (10–30 %)	srednji (1–2 °C)	srednji–velik	nizak	nizak	srednji
permeabilne površine	smanjenje površinskog otjecanja	parkirališta, trgovi	srednji (10–30 %)	nizak (<1 °C)	mali–srednji	srednji	srednje	visok
retencijski bazen	retencija oborinske vode	parkovi, rubne zone grada	vrlo visok (40–80 %)	srednji (1–2 °C)	velik	visok	srednje	srednji
zeleni krov	retencija i mikroklimatska regulacija	krovovi zgrada	srednji (30–60 %)	visok (1–3 °C)	mali	srednje–visok	srednje	srednji
urbani drvored	zasjenjenje i mikroklima	ulice, trgovi	nizak	vrlo visok (2–5 °C)	srednji	srednji	srednje	vrlo visok

Projektantska matrica omogućuje usporednu procjenu različitih NbS sustava prema njihovom hidrološkom i klimatskom učinku, prostornim zahtjevima i razini održavanja. Analiza pokazuje da sustavi imaju različite funkcionalne naglaske, zbog čega se u urbanističkom planiranju najčešće primjenjuju kao komplementarni elementi mreže zelene infrastrukture. Sustavi poput kišnih vrtova i bioswale kanala imaju visok hidrološki učinak jer značajno smanjuju površinsko otjecanje oborinske vode i rasterećuju kanalizacijski sustav tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Retencijski bazeni imaju najveći kapacitet zadržavanja vode, ali zahtijevaju veće prostorne površine te se najčešće implementiraju u parkovima ili rubnim dijelovima urbanog prostora. S druge strane, sustavi poput urbanih drvoreda i zelenih krovova imaju izraženiji klimatski učinak jer putem zasjenjenja i evapotranspiracije doprinose smanjenju temperature urbanog prostora i ublažavanju učinka urbanog toplinskog otoka. U kontekstu Grada Varaždina najveći prioritet implementacije imaju drvoredi, kišni vrtovi, bioswale sustavi i permeabilne površine, jer se mogu relativno jednostavno integrirati u postojeće ulične profile i javne prostore. Kombinacijom ovih sustava moguće je razviti funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture koja regulira vodni režim, poboljšava mikroklimu i povećava bioraznolikost urbanog prostora.

Iako se rješenja temeljena na prirodi mogu primijeniti u različitim urbanim situacijama, većina sustava temelji se na sličnom principu slojevite konstrukcije koja omogućuje infiltraciju, filtraciju i privremeno zadržavanje oborinske vode. Razlike između pojedinih sustava proizlaze prvenstveno iz njihove funkcije u urbanom vodnom ciklusu, prostornog konteksta primjene i dimenzija infiltracijskih slojeva. U urbanističkom planiranju najčešće se razlikuje nekoliko osnovnih tipova presjeka NbS sustava koji odgovaraju različitim urbanim situacijama. Ovi sustavi uključuju kišne vrtove, bioswale kanale, infiltracijske travnjake, permeabilne površine, retencijske bazene i zelene krovove. Svaki od navedenih sustava ima specifičnu konstrukcijsku strukturu i različite projektantske parametre koji određuju njegovu funkcionalnost u urbanom prostoru. Kišni vrtovi i bioswale sustavi najčešće se koriste u ulicama i stambenim zonama gdje omogućuju infiltraciju i filtraciju oborinske vode s nepropusnih površina poput kolnika, pločnika i krovova. Njihova konstrukcija uključuje vegetacijski sloj, filtracijski supstrat i drenažni sloj koji omogućuju privremeno zadržavanje vode i njezinu postupnu infiltraciju u tlo. Infiltracijski travnjaci predstavljaju jednostavniji tip NbS sustava koji se temelji na povećanju infiltracijskog kapaciteta tla kroz odgovarajuću strukturu travnjačkog supstrata. Ovakvi sustavi najčešće se primjenjuju u parkovima, dvorištima i drugim zelenim površinama gdje postoji dovoljno prostora za infiltraciju oborinske vode. Permeabilne površine predstavljaju konstrukcijska rješenja koja omogućuju infiltraciju vode kroz popločane površine poput parkirališta i pješačkih zona. Ovakvi sustavi obično se sastoje od permeabilnog opločenja, filtracijskog sloja i drenažnog agregata koji omogućuje infiltraciju vode u tlo. Retencijski bazeni predstavljaju sustave većeg kapaciteta koji omogućuju privremeno zadržavanje većih količina oborinske vode. Ovi sustavi najčešće se implementiraju u parkovima i drugim većim zelenim površinama gdje postoji dovoljno prostora za razvoj retencijskih zona. Zeleni krovovi predstavljaju specifičan tip NbS sustava koji omogućuje povećanje vegetacijskog pokrova na krovovima zgrada. Njihova konstrukcija uključuje sloj hidroizolacije, drenažni sloj i vegetacijski supstrat koji omogućuje retenciju oborinske vode i regulaciju mikroklime zgrada.

Tablica 65. Tipologija presjeka NbS sustava.

NBS sustav	Tip presjeka	Osnovni konstrukcijski slojevi	Tipični materijali	Debljina vegetacijskog sloja	Debljina filtracijskog sloja
kišni vrt	infiltracijski vegetacijski presjek	vegetacija, filtracijski supstrat, drenažni sloj	organski supstrat, pijesak, šljunak	10–20 cm	30–50 cm
bioswale	linearni infiltracijski presjek	vegetacija, filtracijski sloj, drenažni agregat	pijesak, šljunak, vegetacija	10–20 cm	40–60 cm
infiltracijski travnjak	travnjački infiltracijski presjek	travnjački sloj, strukturirano tlo	travnjački supstrat, pijesak	15–20 cm	20–30 cm
permeabilne površine	permeabilni konstrukcijski presjek	permeabilni opločnici, filtracijski sloj, drenažni sloj	betonski opločnici, pijesak, šljunak	—	5–10 cm
retencijski bazen	retencijski presjek	vegetacija, vodeni sloj, drenažni sloj	glina, šljunak, vodena vegetacija	20–40 cm	—
zeleni krov	vegetacijski krovni presjek	vegetacijski supstrat, drenažni sloj, hidroizolacija	supstrat, drenažne ploče	5–15 cm	—
NbS sustav	Debljina drenažnog sloja	Ukupna dubina sustava	Infiltracijski kapacitet	Minimalna površina sustava	Prostorni kontekst primjene
kišni vrt	20–30 cm	60–80 cm	>10 mm/h	5–10 m²	stambene zone, javni prostori
bioswale	20–30 cm	70–100 cm	>10 mm/h	širina 0,6–1 m	prometne ulice
infiltracijski travnjak	—	30–60 cm	10–50 mm/h	10–20 m²	parkovi, dvorišta
permeabilne površine	20–30 cm	25–40 cm	>50 mm/h	ovisno o prostoru	parkirališta, trgovi
retencijski bazen	30–50 cm	0,5–2 m	srednja	50–200 m²	parkovi
zeleni krov	2–5 cm	8–30 cm	srednja	ovisno o krovu	krovovi zgrada



Analiza pokazuje da se sustavi razlikuju prvenstveno prema dubini infiltracijskih slojeva, kapacitetu zadržavanja vode i prostornim zahtjevima implementacije. Sustavi poput kišnih vrtova i bioswale kanala imaju najizraženiju infiltracijsku funkciju jer uključuju duboke filtracijske i drenažne slojeve koji omogućuju zadržavanje i postupnu infiltraciju oborinske vode. Infiltracijski travnjaci imaju jednostavniju konstrukciju, ali mogu značajno povećati infiltracijski kapacitet urbanog prostora kada se primjenjuju na većim površinama. Permeabilne površine predstavljaju konstrukcijska rješenja koja omogućuju infiltraciju vode kroz popločane površine, dok retencijski bazeni omogućuju zadržavanje većih količina oborinske vode i smanjenje vršnog protoka tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Zeleni krovovi imaju specifičnu funkciju jer omogućuju retenciju oborinske vode na razini zgrada te doprinose regulaciji mikroklime urbanog prostora. Kombinacijom različitih tipova presjeka moguće je razviti višerazinsku mrežu zelene infrastrukture koja djeluje na više prostornih razina – od pojedinačnih parcela i ulica do parkova i urbanih koridora – čime se značajno povećava otpornost urbanog prostora na klimatske promjene.

FUNKCIONALNA INTERPRETACIJA PRESJEKA NBS SUSTAVA

Presjeci rješenja temeljenih na prirodi (NbS) ne predstavljaju samo tehnički prikaz konstrukcije sustava, već i analitički alat koji omogućuje razumijevanje hidrauličkih, ekoloških i mikroklimatskih procesa koji se odvijaju unutar sustava. Svaki konstrukcijski sloj ima specifičnu funkciju u regulaciji urbanog vodnog ciklusa, a njihova međusobna interakcija određuje ukupnu učinkovitost sustava u upravljanju oborinskim vodama i mikroklimatskim uvjetima. Vegetacijski sloj nalazi se na površini sustava i djeluje kao biološki regulator hidroloških i klimatskih procesa. Biljke kroz proces evapotranspiracije uklanjaju dio oborinske vode iz sustava te pritom doprinose hlađenju zraka i stabilizaciji mikroklime urbanog prostora. Korijenski sustav vegetacije povećava poroznost tla i poboljšava infiltracijski kapacitet sustava, čime se omogućuje učinkovitije prodiranje vode u dublje slojeve supstrata. Filtracijski sloj predstavlja ključnu zonu pročišćavanja oborinske vode. U ovom sloju dolazi do mehaničkog zadržavanja suspendiranih čestica te do niza biokemijskih procesa koji omogućuju razgradnju određenih zagađivača. Kombinacija mineralnih i organskih komponenti supstrata osigurava stabilnu strukturu tla, ali i povoljne uvjete za razvoj vegetacije i mikroorganizama koji sudjeluju u procesima filtracije. Drenažni sloj ima funkciju privremenog zadržavanja oborinske vode tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Ovaj sloj omogućuje akumulaciju vode i njezinu postupnu infiltraciju u tlo, čime se sprječava zasićenje gornjih slojeva sustava i smanjuje rizik od površinskog otjecanja. U nekim projektima drenažni sloj uključuje perforirane drenažne cijevi koje omogućuju kontrolirano odvođenje viška vode u sustav urbane odvodnje. Nosiva podloga predstavlja konstrukcijski element koji osigurava stabilnost sustava i omogućuje njegovu integraciju u urbani prostor. Ovaj sloj posebno je važan u sustavima koji se nalaze u prometnim zonama jer mora podnijeti opterećenje vozila i pješačkog prometa. Stabilna nosiva podloga sprječava deformacije konstrukcije i osigurava dugoročnu funkcionalnost sustava.

HIDROLOŠKI PROCESI U PRESJECIMA NBS SUSTAVA

U presjecima NbS sustava mogu se identificirati tri osnovna hidrološka procesa koji određuju njihovu funkcionalnost u urbanom prostoru: infiltracija oborinske vode, retencija i privremeno zadržavanje vode te evapotranspiracija vegetacije. Ovi procesi djeluju istodobno i zajedno omogućuju regulaciju urbanog vodnog ciklusa. Infiltracija omogućuje prodiranje oborinske vode u tlo kroz poroznu strukturu supstrata i korijenskog sustava biljaka. Time se smanjuje površinsko otjecanje vode i rasterećuje kanalizacijski sustav tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Retencija predstavlja proces privremenog zadržavanja oborinske vode unutar drenažnog sloja sustava. Ovaj proces omogućuje smanjenje vršnog protoka oborinske vode i smanjuje rizik od urbanih poplava. Evapotranspiracija omogućuje prijenos vode iz sustava u atmosferu putem procesa isparavanja s površine tla i transpiracije biljaka. Ovaj proces ima važnu ulogu u regulaciji temperature zraka i ublažavanju učinka urbanog toplinskog otoka.

Tablica 66. Hidrološki procesi u presjecima NbS sustava.

PROCES	KONSTRUKCIJSKI SLOJ	FUNKCIJA U SUSTAVU
infiltracija	filtracijski sloj	prodiranje oborinske vode u tlo
retencija	drenažni sloj	privremeno zadržavanje vode
evapotranspiracija	vegetacijski sloj	prijenos vode u atmosferu i hlađenje zraka

PROSTORNA INTEGRACIJA PRESJEKA U URBANI PROSTOR

Jedna od najvažnijih karakteristika NbS sustava jest njihova sposobnost integracije u različite tipove urbanog prostora. Presjeci sustava omogućuju razumijevanje načina na koji se pojedini sustav može uklopiti u postojeći profil ulice, parkovne površine ili građevinsku konstrukciju.nU prometnim ulicama bioswale sustavi najčešće se nalaze između kolnika i pješačkih površina, gdje prikupljaju oborinsku vodu s prometnih površina i omogućuju njezinu filtraciju i infiltraciju u tlo. U parkovima i javnim zelenim površinama kišni vrtovi mogu se integrirati u krajobrazne kompozicije kao infiltracijske depresije koje zadržavaju oborinsku vodu i istodobno doprinose estetskoj i ekološkoj vrijednosti prostora. Zeleni krovovi predstavljaju posebnu kategoriju NbS sustava jer se implementiraju na građevinskim konstrukcijama. Oni djeluju kao vegetacijski sloj koji povećava retencijski kapacitet zgrada, smanjuje površinsko otjecanje oborinske vode i poboljšava mikroklimatske uvjete urbanog prostora.

PROSTORNA INTEGRACIJA PRESJEKA NBS SUSTAVA

Uspješna implementacija rješenja temeljenih na prirodi (NbS) u urbanom prostoru u velikoj mjeri ovisi o razumijevanju prostornog konteksta u kojem se sustavi primjenjuju. Presjeci NbS sustava predstavljaju važan projektantski alat jer omogućuju prikaz načina na koji se pojedini sustav može integrirati u postojeću strukturu urbanog prostora, uključujući prometne koridore, javne prostore, parkovne površine i građevinske konstrukcije. Za razliku od konvencionalnih sustava odvodnje koji su često skriveni unutar podzemne infrastrukture, NBS sustavi djeluju kao vidljivi elementi urbanog krajolika. Njihova integracija stoga zahtijeva istodobno razmatranje tehničkih, krajobraznih i urbanističkih aspekata prostora. Presjek sustava omogućuje razumijevanje odnosa između konstrukcije sustava, površinske morfologije prostora i načina prikupljanja oborinske vode. U urbanističkom planiranju različiti tipovi NbS sustava integriraju se u različite tipove prostora. Linearni infiltracijski sustavi poput bioswale kanala najčešće se implementiraju uz prometnice i parkirališta, gdje prikupljaju oborinsku vodu s velikih nepropusnih površina. Kišni vrtovi integriraju se u parkovne površine, dvorišta i javne prostore kao vegetacijske depresije koje omogućuju infiltraciju i privremeno zadržavanje oborinske vode. Permeabilne popločane površine primjenjuju se na trgovima, parkiralištima i pješačkim zonama gdje omogućuju infiltraciju vode kroz strukturu popločanja. Zeleni krovovi predstavljaju posebnu kategoriju sustava jer se implementiraju na građevinskim konstrukcijama i djeluju kao vegetacijski sloj koji povećava retencijski kapacitet zgrade. Presjeci sustava omogućuju projektantima da razumiju kako se pojedini sustav uklapa u prostorni profil urbanog prostora, ali i kako se povezuje s postojećom infrastrukturom poput kolnika, pješačkih površina i podzemnih instalacija. Na taj način presjeci djeluju kao poveznica između tehničkog projektiranja i prostornog planiranja zelene infrastrukture.

Tablica 67. Prostorna integracija presjeka NBS sustava.

SUSTAV	TIP URBANOG PROSTORA	NAČIN INTEGRACIJE U PROSTOR
bioswale	prometnice i parkirališta	linearni infiltracijski kanal uz rub kolnika
kišni vrt	parkovi, dvorišta, javni prostori	vegetacijska infiltracijska depresija
permeabilni pločnik	trgovi, parkirališta, pješačke zone	infiltracijska popločana površina
zeleni krov	zgrade	vegetacijski sloj integriran u krovnu konstrukciju

Tablica prikazuje osnovne modele prostorne integracije presjeka NbS sustava u urbanom prostoru. Vidljivo je da različiti sustavi imaju različite prostorne zahtjeve i funkcionalne karakteristike. Linearni sustavi poput bioswale kanala posebno su prikladni za prometne koridore jer omogućuju prikupljanje i filtraciju oborinske vode s kolnika. Kišni vrtovi primjenjuju se u prostorima gdje postoji mogućnost formiranja manjih infiltracijskih depresija, dok permeabilne površine omogućuju infiltraciju vode na velikim popločanim površinama. Zeleni krovovi predstavljaju vertikalnu ekstenziju zelene infrastrukture i omogućuju povećanje vegetacijskog pokrova u gusto izgrađenim urbanim područjima. Ovakav pristup integraciji NbS sustava omogućuje razvoj distribuirane mreže zelene infrastrukture u kojoj različiti sustavi djeluju zajedno u regulaciji urbanog vodenog ciklusa.

ULOGA PRESJEKA U PROJEKTANTSKOM PROCESU

Presjeci rješenja temeljenih na prirodi (NbS) imaju ključnu ulogu u projektantskom procesu jer omogućuju razumijevanje konstrukcije sustava, njegovih funkcionalnih karakteristika i načina integracije u urbani prostor. Za razliku od konvencionalnih infrastrukturnih sustava odvodnje koji se često projektiraju isključivo kroz hidrauličke proračune i podzemne instalacije, NbS sustavi temelje se na slojevitoj strukturi tla, vegetacije i filtracijskih materijala. Upravo zbog toga presjek sustava postaje jedan od najvažnijih alata u njihovom projektiranju. U fazi konceptualnog planiranja presjeci omogućuju razumijevanje osnovne strukture sustava i njegovih ekoloških i hidroloških funkcija. Kroz presjek se može jasno prikazati odnos između vegetacijskog sloja, filtracijskog supstrata i drenažnog sloja, kao i način na koji se oborinska voda prikuplja, filtrira i infiltrira u tlo. Ova faza posebno je važna jer omogućuje projektantima da procijene potencijal sustava za regulaciju oborinskih voda i poboljšanje mikroklime urbanog prostora. U fazi tehničkog projektiranja presjeci postaju detaljan projektantski alat koji omogućuje definiranje točnih dimenzija slojeva, odabir odgovarajućih materijala i određivanje infiltracijskog kapaciteta sustava. U ovoj fazi definiraju se ključni parametri poput debljine filtracijskog sloja, granulacije drenažnog materijala, dubine vegetacijskog supstrata i nagiba površine sustava. Ovi parametri izravno utječu na funkcionalnost sustava jer određuju njegov retencijski volumen, brzinu infiltracije i stabilnost vegetacije. Tijekom faze izvedbe presjeci služe kao dio tehničke dokumentacije koja omogućuje pravilnu izgradnju sustava. Izvođači radova kroz presjek dobivaju jasne informacije o rasporedu slojeva, vrsti materijala i načinu njihove ugradnje. Time se smanjuje mogućnost pogrešne izvedbe i osigurava dugoročna stabilnost sustava. U fazi upravljanja i održavanja presjeci također imaju važnu ulogu jer omogućuju razumijevanje načina funkcioniranja sustava i identifikaciju potencijalnih problema. Primjerice, presjek može pomoći u identifikaciji slojeva u kojima dolazi do smanjenja infiltracijskog kapaciteta zbog zbijanja supstrata ili nakupljanja sedimenta. Zbog toga se presjeci NbS sustava mogu promatrati kao ključni alat koji povezuje različite faze projektantskog procesa — od konceptualnog planiranja i tehničkog projektiranja do izvedbe i dugoročnog upravljanja sustavom. Oni omogućuju jasnu komunikaciju između projektanata, izvođača i upravljača prostora te osiguravaju da sustav bude pravilno implementiran i održavan tijekom svojeg životnog ciklusa.

MATRICA KOMPATIBILNOSTI PRESJEKA I TIPOVA URBANOG PROSTORA

U urbanističkom planiranju izbor odgovarajućeg rješenja temeljenog na prirodi ovisi o morfološkim i funkcionalnim karakteristikama prostora u kojem se sustav implementira. Različiti dijelovi grada imaju različite prostorne uvjete, uključujući širinu prometnih koridora, gustoću izgradnje, raspoloživi prostor za vegetaciju i prisutnost podzemne infrastrukture. Ovi čimbenici izravno utječu na mogućnost implementacije pojedinih NbS sustava. Kako bi se olakšao proces planiranja i projektiranja, presjeci NbS sustava mogu se analizirati kroz matricu kompatibilnosti koja povezuje tip urbanog prostora s odgovarajućim konstrukcijskim modelima sustava. Ovakav pristup omogućuje sustavno vrednovanje potencijala implementacije pojedinih NbS sustava u različitim urbanističkim kontekstima.Matrica kompatibilnosti predstavlja analitički alat koji projektantima i urbanistima omogućuje brzu procjenu prikladnosti pojedinog sustava za određeni tip prostora. Na primjer, linearni infiltracijski sustavi poput bioswale kanala posebno su prikladni za prometne koridore jer mogu prikupljati oborinsku vodu s kolnika i parkirališnih površina. S druge strane, kišni vrtovi zahtijevaju nešto veći raspoloživi prostor i stoga se najčešće implementiraju u parkovima, dvorištima i stambenim zonama. Permeabilne popločane površine često se primjenjuju na trgovima i parkiralištima gdje omogućuju infiltraciju vode kroz strukturu popločanja bez značajnog utjecaja na funkcionalnost prostora. Zeleni krovovi predstavljaju specifičan tip NBS sustava jer nisu izravno povezani s horizontalnom organizacijom urbanog prostora, već se implementiraju na građevinskim konstrukcijama. Analiza kompatibilnosti između tipova urbanog prostora i presjeka NbS sustava omogućuje projektantima da identificiraju optimalne modele implementacije zelene infrastrukture i povećaju učinkovitost upravljanja oborinskim vodama u urbanim sredinama.

Tablica 68. Kompatibilnost presjeka i tipova urbanog prostora

TIP PROSTORA	BIOSWALE PRESJEK	KIŠNI VRT PRESJEK	PERMEABILNI PLOČNIK	ZELENI KROV
uske gradske ulice	moguće	ograničeno	često	rijetko
široke prometnice	dominantno	moguće	moguće	rijetko
trgovi	rijetko	moguće	dominantno	rijetko
parkovi	moguće	dominantno	moguće	rijetko
stambene zone	moguće	dominantno	moguće	moguće

Tablica prikazuje stupanj kompatibilnosti između različitih tipova urbanog prostora i presjeka NbS sustava. Iz tablice je vidljivo da određeni sustavi imaju dominantnu primjenu u određenim prostornim kontekstima. Bioswale sustavi posebno su prikladni za prometne koridore, dok su kišni vrtovi najučinkovitiji u parkovima i stambenim zonama gdje postoji veći raspoloživi prostor za vegetaciju i infiltraciju oborinske vode. Permeabilni pločnici najčešće se primjenjuju na trgovima i parkiralištima jer omogućuju infiltraciju vode bez značajnog utjecaja na funkcionalnost prostora. Zeleni krovovi predstavljaju dodatni element zelene infrastrukture koji se može integrirati u gusto izgrađenim urbanim područjima gdje je horizontalni prostor za vegetaciju ograničen. Ovakva matrica kompatibilnosti omogućuje razvoj strategije distribuirane implementacije NbS sustava, u kojoj se različiti tipovi sustava integriraju u različite dijelove urbanog prostora kako bi zajedno djelovali kao funkcionalna mreža zelene infrastrukture.

INFILTRACIJSKI KAPACITET KONSTRUKCIJSKIH SLOJEVA

Jedan od najvažnijih parametara koji određuju učinkovitost presjeka rješenja temeljenih na prirodi jest infiltracijski kapacitet konstrukcijskih slojeva. Infiltracija predstavlja proces prodiranja oborinske vode u tlo kroz poroznu strukturu supstrata i mineralnih materijala koji čine konstrukciju sustava. U urbanim sredinama ovaj proces često je ograničen zbog velikog udjela nepropusnih površina poput asfalta, betona i popločanih ploha, koje sprječavaju prirodno prodiranje vode u tlo. NbS sustavi djeluju kao infiltracijske strukture koje omogućuju povrat dijela oborinske vode u prirodni hidrološki ciklus. Njihova učinkovitost u velikoj mjeri ovisi o strukturi konstrukcijskih slojeva i njihovim fizikalnim svojstvima, uključujući granulaciju materijala, poroznost i stupanj zbijenosti tla. Konstrukcija sustava obično se sastoji od vegetacijskog sloja, filtracijskog sloja, drenažnog sloja i nosive podloge, pri čemu svaki sloj ima specifičnu ulogu u regulaciji kretanja vode. Vegetacijski sloj predstavlja površinski dio sustava u kojem se razvija biljni pokrov. Ovaj sloj ima relativno umjeren infiltracijski kapacitet jer sadrži organski supstrat koji zadržava dio vode i omogućuje razvoj korijenskog sustava biljaka. Filtracijski sloj, koji se najčešće sastoji od mješavine pijeska i mineralnog supstrata, omogućuje znatno bržu infiltraciju vode i predstavlja ključnu zonu filtracije oborinske vode. Drenažni sloj, koji se obično sastoji od šljunka ili lomljenog kamena, ima vrlo visok infiltracijski kapacitet i djeluje kao zona privremenog zadržavanja vode. Zbog velike poroznosti materijala ovaj sloj omogućuje akumulaciju oborinske vode i njezino postupno prodiranje u tlo. Nosiva podloga, koja se sastoji od zbijenog agregata ili prirodnog tla, ima niži infiltracijski kapacitet, ali osigurava stabilnost konstrukcije i omogućuje integraciju sustava u urbani prostor. Razumijevanje infiltracijskih karakteristika pojedinih slojeva posebno je važno u projektiranju NbS sustava jer omogućuje procjenu ukupnog infiltracijskog kapaciteta sustava i njegovu prilagodbu lokalnim hidrološkim uvjetima. U urbanim sredinama s velikim udjelom nepropusnih površina pravilno dimenzionirani infiltracijski slojevi mogu značajno smanjiti površinsko otjecanje oborinske vode i rasteretiti sustav urbane odvodnje.

Tablica 69. Infiltracijski kapacitet konstrukcijskih slojeva.

KONSTRUKCIJSKI SLOJ	TIPIČNI MATERIJAL	TIPIČNA INFILTRACIJA
vegetacijski sloj	travnjački supstrat, organski materijal	20–40 mm/h
filtracijski sloj	pijesak i mineralni supstrat	50–100 mm/h
drenažni sloj	šljunak, lomljeni kamen	>100 mm/h
nosiva podloga	zbijeni agregat ili prirodno tlo	5–20 mm/h

Tablica prikazuje tipične vrijednosti infiltracijskog kapaciteta za različite konstrukcijske slojeve NbS sustava. Vidljivo je da drenažni sloj ima najveći infiltracijski potencijal zbog visoke poroznosti materijala, dok nosiva podloga ima znatno manji kapacitet infiltracije. Filtracijski sloj predstavlja ključnu zonu regulacije protoka vode jer omogućuje ravnotežu između brzine infiltracije i filtracije suspendiranih čestica iz oborinske vode. Pravilna kombinacija ovih slojeva omogućuje da NbS sustavi djeluju kao učinkoviti infiltracijski elementi unutar urbanog prostora, čime doprinose smanjenju površinskog otjecanja, poboljšanju kvalitete vode i stabilizaciji urbanog vodnog ciklusa.

MODEL OPTIMALNE DUBINE NBS SUSTAVA

Dubina rješenja temeljenih na prirodi predstavlja jedan od ključnih projektantskih parametara jer izravno utječe na retencijski volumen, infiltracijski kapacitet i stabilnost vegetacijskog sloja. U infiltracijskim i retencijskim sustavima dubina presjeka određuje količinu oborinske vode koju sustav može privremeno zadržati prije infiltracije u tlo ili kontroliranog otpuštanja u sustav odvodnje. U urbanim uvjetima optimalna dubina sustava često je ograničena postojećom infrastrukturom, uključujući vodovodne i kanalizacijske instalacije, elektroenergetske vodove i telekomunikacijsku infrastrukturu. Osim toga, geotehnički uvjeti tla, poput nosivosti i prirodne infiltracije tla, također mogu utjecati na maksimalnu dubinu sustava. Zbog toga projektiranje NBS sustava zahtijeva pažljivo usklađivanje hidroloških zahtjeva sustava s prostornim i infrastrukturnim ograničenjima urbanog prostora. Dubina sustava određuje volumen filtracijskog i drenažnog sloja koji može privremeno zadržati oborinsku vodu. Sustavi veće dubine imaju veći retencijski kapacitet jer omogućuju akumulaciju većeg volumena vode unutar pora drenažnog sloja. Međutim, u gusto izgrađenim urbanim područjima često je potrebno pronaći kompromis između potrebnog retencijskog volumena i raspoloživog prostora. Za različite tipove NbS sustava postoje preporučene minimalne i optimalne dubine koje omogućuju učinkovito funkcioniranje sustava. Bioswale sustavi, koji se najčešće implementiraju uz prometnice, obično imaju nešto manju dubinu jer su ograničeni prostorom između kolnika i pješačkih površina. Kišni vrtovi, s druge strane, mogu imati veću dubinu jer se često nalaze u parkovima ili stambenim zonama gdje postoji više raspoloživog prostora za infiltraciju. Permeabilne popločane površine zahtijevaju relativno plitke konstrukcijske slojeve jer moraju zadržati nosivost površine za promet vozila i pješački promet. Zeleni krovovi imaju najmanju dubinu sustava jer su ograničeni nosivošću krovne konstrukcije, ali unatoč tome mogu imati značajan retencijski kapacitet zbog sposobnosti vegetacijskog supstrata da zadržava vodu.

Tablica 70. Optimalna dubina NbS sustava

NBS SUSTAV	MINIMALNA DUBINA	OPTIMALNA DUBINA
bioswale	50 cm	70–80 cm
kišni vrt	60 cm	70–90 cm
permeabilni pločnik	40 cm	50–60 cm
zeleni krov	10 cm	15–20 cm

Tablica prikazuje preporučene vrijednosti dubine za najčešće tipove NbS sustava. Minimalna dubina predstavlja donju granicu koja omogućuje osnovno funkcioniranje sustava, dok optimalna dubina osigurava veći retencijski volumen i stabilniji razvoj vegetacije. U projektantskoj praksi ove vrijednosti mogu se prilagoditi specifičnim uvjetima lokacije, uključujući karakteristike tla, veličinu slivnog područja i prostorna ograničenja urbanog prostora. Pravilno dimenzionirana dubina sustava omogućuje učinkovitije upravljanje oborinskim vodama i povećava otpornost urbanog prostora na ekstremne oborinske događaje. Istodobno, odgovarajuća dubina vegetacijskog supstrata osigurava stabilan razvoj biljaka, što je ključno za dugoročnu funkcionalnost NbS sustava.

MODEL RETENCIJSKOG VOLUMENA PRESJEKA NBS SUSTAVA

Retencijski volumen predstavlja količinu oborinske vode koju sustav može privremeno zadržati prije infiltracije u tlo ili kontroliranog otpuštanja u sustav urbane odvodnje. U rješenjima temeljenim na prirodi retencijski volumen uglavnom se ostvaruje unutar porozne strukture drenažnog i filtracijskog sloja, gdje voda privremeno ispunjava pore između mineralnih čestica. Za razliku od konvencionalnih sustava odvodnje, u kojima se oborinska voda brzo odvodi kroz cjevovode, NbS sustavi omogućuju postupno zadržavanje i infiltraciju vode unutar urbanog prostora. Ovaj proces značajno smanjuje vršni protok oborinskog otjecanja i smanjuje opterećenje kanalizacijskog sustava tijekom intenzivnih oborinskih događaja.
Retencijski kapacitet presjeka ovisi o nekoliko ključnih čimbenika:

- debljini drenažnog sloja
- poroznosti korištenih materijala
- površini sustava
- strukturi filtracijskog supstrata
- nagibu površine sustava

Drenažni sloj, koji se najčešće sastoji od šljunka ili lomljenog kamena, ima najveći retencijski potencijal jer sadrži velik volumen međuzrnačnih pora koje mogu privremeno zadržati vodu. Filtracijski sloj također doprinosi retencijskom volumenu, ali u manjoj mjeri jer sadrži finije čestice i manju ukupnu poroznost. U projektiranju NbS sustava retencijski volumen presjeka mora biti usklađen s veličinom slivnog područja s kojeg se prikuplja oborinska voda. Sustavi koji prikupljaju vodu s većih nepropusnih površina, poput prometnica i parkirališta, moraju imati veći retencijski volumen kako bi mogli učinkovito regulirati vršni protok oborinske vode.U urbanim sredinama retencijski volumen često se raspodjeljuje kroz mrežu manjih sustava raspoređenih duž ulica, parkova i javnih prostora. Ovakav distribuirani pristup omogućuje postupno zadržavanje oborinske vode kroz veći broj infiltracijskih točaka i povećava otpornost urbanog prostora na ekstremne oborinske događaje.

Tablica 71. Retencijski volumen presjeka NbS sustava

SUSTAV	DEBLJINA DRENAŽNOG SLOJA	RETENCIJSKI VOLUMEN
bioswale	20–30 cm	0,25–0,35 m³ / 10 m²
kišni vrt	20 cm	0,20–0,30 m³ / 10 m²
permeabilni pločnik	30–40 cm	0,30–0,40 m³ / 10 m²
zeleni krov	5–10 cm	0,05–0,10 m³ / 10 m²

Tablica prikazuje tipične vrijednosti retencijskog volumena za različite tipove NBS sustava. Vidljivo je da sustavi s većim udjelom šljunčanog drenažnog sloja, poput permeabilnih pločnika, imaju najveći retencijski kapacitet jer njihov konstrukcijski sloj sadrži velik volumen pora koje mogu privremeno zadržati vodu. Zeleni krovovi imaju manji retencijski volumen zbog ograničene dubine supstrata, ali unatoč tome imaju važnu ulogu u smanjenju površinskog otjecanja s krovnih površina. Razumijevanje retencijskog kapaciteta presjeka posebno je važno u projektiranju sustava upravljanja oborinskim vodama jer omogućuje procjenu ukupnog volumena vode koji može biti zadržan unutar urbanog prostora prije nego što voda dospije u kanalizacijski sustav. U kontekstu suvremenog urbanističkog planiranja presjeci rješenja temeljenih na prirodi mogu se koristiti kao standardizirani projektantski modeli za integraciju zelene infrastrukture u različite dijelove urbanog prostora. Takvi modeli omogućuju povezivanje tehničkih parametara sustava s morfološkim karakteristikama grada i predstavljaju važan alat za sustavno planiranje upravljanja oborinskim vodama. Grad Varaždin karakterizira relativno kompaktna urbana struktura, povijesna jezgra s gusto izgrađenim blokovima te mreža stambenih četvrti i javnih zelenih površina. Klimatski uvjeti sjeverozapadne Hrvatske obilježeni su umjereno-kontinentalnom klimom s izraženim sezonskim oborinama i povremenim intenzivnim oborinskim događajima. Takvi uvjeti zahtijevaju razvoj sustava koji mogu učinkovito regulirati površinsko otjecanje oborinske vode i povećati infiltracijski kapacitet urbanog prostora.

Primjena NbS sustava u Varaždinu može se temeljiti na modelu distribuirane zelene infrastrukture, u kojem se infiltracijski i retencijski sustavi raspoređuju kroz različite prostorne razine grada. U tom modelu pojedinačni sustavi djeluju kao lokalne točke infiltracije i retencije, dok njihova kombinacija stvara funkcionalnu mrežu upravljanja oborinskim vodama. U prometnim ulicama presjeci bioswale sustava mogu se integrirati uz rub kolnika gdje prikupljaju oborinsku vodu s prometnih površina i omogućuju njezinu filtraciju i infiltraciju. Ovi sustavi mogu se kombinirati s urbanim drvoredima koji dodatno doprinose regulaciji mikroklime kroz zasjenjenje i evapotranspiraciju. U parkovima i javnim zelenim površinama kišni vrtovi mogu djelovati kao infiltracijske depresije koje zadržavaju oborinsku vodu tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Osim hidrološke funkcije, ovi sustavi doprinose povećanju bioraznolikosti i estetskoj vrijednosti urbanog krajolika. Na trgovima i parkiralištima primjena permeabilnih popločanih površina omogućuje infiltraciju vode kroz strukturu popločanja, čime se smanjuje površinsko otjecanje s velikih nepropusnih površina. Ovakva rješenja posebno su prikladna za javne prostore gdje je potrebno zadržati funkcionalnost površine za pješački promet i povremeno prometovanje vozila. Zeleni krovovi predstavljaju dodatni element zelene infrastrukture koji omogućuje povećanje vegetacijskog pokrova u gusto izgrađenim dijelovima grada gdje je horizontalni prostor za vegetaciju ograničen. Oni doprinose smanjenju površinskog otjecanja s krovnih površina i poboljšavaju mikroklimatske uvjete u urbanom prostoru.

Tablica 72. Projektantski modeli presjeka NBS sustava.

Tip urbanog prostora	Preporučeni presjek	Glavna funkcija
gradske ulice	bioswale presjek	filtracija i infiltracija oborinske vode
parkovi	kišni vrt presjek	retencija i infiltracija vode
trgovi	permeabilni pločnik	infiltracija oborinske vode
zgrade	zeleni krov	mikroklimatska regulacija i retencija

Tablica prikazuje osnovne projektantske modele presjeka koji se mogu primijeniti u različitim tipovima urbanog prostorSvaki model povezuje određeni tip prostora s odgovarajućim NbS sustavom i njegovom primarnom funkcijom u regulaciji vodnog režima i mikroklime. Primjenom ovih modela moguće je razviti sustav zelene infrastrukture koji djeluje na više prostornih razina urbanog prostora. Kombinacijom infiltracijskih sustava u ulicama, retencijskih sustava u parkovima i vegetacijskih sustava na građevinama može se stvoriti integrirani sustav upravljanja oborinskim vodama koji povećava otpornost grada na klimatske promjene.

PROJEKTANTSKI PARAMETRI PRESJEKA NBS SUSTAVA

Projektiranje presjeka rješenja temeljenih na prirodi zahtjeva definiranje niza tehničkih parametara koji određuju funkcionalnost, stabilnost i dugoročnu učinkovitost sustava. Ovi parametri uključuju geometriju presjeka, debljinu konstrukcijskih slojeva, infiltracijski kapacitet materijala, retencijski volumen sustava i nagib površine koji omogućuje usmjeravanje oborinske vode prema infiltracijskim zonama. Za razliku od konvencionalnih sustava odvodnje, koji se primarno oslanjaju na transport vode kroz cjevovode, NbS sustavi koriste slojevitu strukturu tla i vegetacije za upravljanje oborinskim vodama. Upravo zbog toga pravilno dimenzioniranje pojedinih slojeva predstavlja ključni element projektiranja. Vegetacijski sloj mora imati dovoljnu dubinu kako bi omogućio stabilan razvoj korijenskog sustava biljaka. Vegetacija u NbS sustavima ima važnu funkciju u evapotranspiraciji i stabilizaciji tla, zbog čega dubina ovog sloja mora osigurati adekvatne uvjete za rast biljaka i zadržavanje vlage u tlu. Filtracijski sloj predstavlja ključnu zonu pročišćavanja oborinske vode. U ovom sloju dolazi do mehaničkog zadržavanja suspendiranih čestica i djelomične razgradnje zagađivača. Debljina filtracijskog sloja mora biti dovoljno velika kako bi osigurala učinkovitu filtraciju i stabilnu strukturu supstrata. Drenažni sloj ima funkciju privremenog zadržavanja vode i omogućuje postupnu infiltraciju oborinske vode u tlo. Ovaj sloj najčešće se sastoji od šljunka ili lomljenog kamena koji imaju visok stupanj poroznosti i omogućuju akumulaciju vode unutar konstrukcije sustava. Nagib površine sustava predstavlja još jedan važan projektantski parametar jer omogućuje kontrolirano usmjeravanje oborinske vode prema infiltracijskim zonama. U većini NbS sustava nagib površine je relativno blag kako bi se omogućilo ravnomjerno raspoređivanje vode unutar sustava. Pravilno dimenzionirani projektantski parametri omogućuju da NbS sustavi učinkovito reguliraju vodni režim urbanog prostora, smanjuju površinsko otjecanje i povećavaju infiltraciju oborinske vode u tlo.

Tablica 73. Projektantski parametri presjeka

PARAMETAR	PREPORUČENA VRIJEDNOST	FUNKCIJA
nagib površine	1–5 %	usmjeravanje oborinske vode
debljina filtracijskog sloja	30–40 cm	filtracija suspendiranih čestica
debljina drenažnog sloja	20–30 cm	retencija i infiltracija vode
dubina vegetacijskog sloja	20–30 cm	razvoj korijenskog sustava

Tablica prikazuje osnovne projektantske parametre koji određuju konstrukciju presjeka NbS sustava. Ove vrijednosti predstavljaju preporučene projektantske smjernice koje se mogu prilagoditi specifičnim uvjetima lokacije, uključujući karakteristike tla, veličinu slivnog područja i prostorna ograničenja urbanog prostora. U projektantskoj praksi ovi parametri omogućuju standardizaciju konstrukcije sustava i olakšavaju integraciju NbS rješenja u različite tipove urbanog prostora.

Analiza presjeka rješenja temeljenih na prirodi pokazuje da konstrukcija ovih sustava predstavlja jedan od ključnih elemenata njihove funkcionalnosti u urbanom prostoru. Za razliku od konvencionalnih sustava odvodnje, koji se temelje na linearnom transportu oborinske vode kroz cjevovode, NbS sustavi koriste slojevitu strukturu tla i vegetacije kako bi omogućili infiltraciju, filtraciju i privremeno zadržavanje oborinske vode. Slojevita konstrukcija sustava omogućuje integraciju više međusobno povezanih hidroloških i ekoloških procesa. Vegetacijski sloj doprinosi evapotranspiraciji i regulaciji mikroklime, filtracijski sloj omogućuje pročišćavanje oborinske vode, dok drenažni sloj omogućuje privremeno zadržavanje vode i njezinu postupnu infiltraciju u tlo. Nosiva podloga osigurava stabilnost sustava i omogućuje njegovu integraciju u urbanu infrastrukturu. Analiza infiltracijskih kapaciteta konstrukcijskih slojeva pokazuje da pravilno dimenzionirani filtracijski i drenažni slojevi mogu značajno povećati infiltraciju oborinske vode i smanjiti površinsko otjecanje u urbanim sredinama. Ovi procesi imaju važnu ulogu u smanjenju opterećenja kanalizacijskog sustava i povećanju otpornosti gradova na intenzivne oborinske događaje. Definiranje optimalne dubine sustava i retencijskog volumena predstavlja važan korak u projektiranju NbS sustava jer omogućuje prilagodbu konstrukcije sustava lokalnim hidrološkim i prostornim uvjetima. U urbanim sredinama dubina sustava često je ograničena postojećom infrastrukturom, zbog čega je potrebno razviti projektantske modele koji omogućuju učinkovitu infiltraciju vode unutar ograničenog prostora. Presjeci NbS sustava imaju posebno važnu ulogu u projektantskom procesu jer omogućuju povezivanje tehničkih parametara sustava s prostornim planiranjem zelene infrastrukture. Kroz presjek je moguće jasno prikazati raspored konstrukcijskih slojeva, način infiltracije oborinske vode i odnos sustava prema okolnom urbanom prostoru. U urbanističkom planiranju presjeci također omogućuju razvoj standardiziranih projektantskih modela koji se mogu primjenjivati u različitim tipovima urbanog prostora. Analiza kompatibilnosti presjeka i tipova urbanog prostora pokazuje da različiti sustavi imaju različite prostorne zahtjeve i funkcionalne karakteristike. Bioswale sustavi posebno su prikladni za prometne koridore, kišni vrtovi za parkove i stambene zone, dok permeabilne površine omogućuju infiltraciju vode na velikim popločanim površinama poput trgova i parkirališta. U kontekstu Grada Varaždina presjeci NbS sustava mogu se koristiti kao standardni projektantski modeli za integraciju zelene infrastrukture u postojeću urbanu strukturu. Relativno kompaktan urbani oblik grada i razvijena mreža javnih prostora omogućuju postupnu implementaciju infiltracijskih i retencijskih sustava u različitim dijelovima urbanog prostora. Kombinacijom infiltracijskih sustava u ulicama, retencijskih sustava u parkovima i vegetacijskih sustava na građevinama moguće je razviti integrirani sustav upravljanja oborinskim vodama koji djeluje kao distribuirana mreža zelene infrastrukture. Takav sustav omogućuje regulaciju urbanog vodnog ciklusa, poboljšanje mikroklimatskih uvjeta i povećanje bioraznolikosti urbanog okoliša. Presjeci NbS sustava stoga predstavljaju važan projektantski alat koji povezuje hidrotehničke principe upravljanja oborinskim vodama s urbanističkim planiranjem i krajobraznom arhitekturom. Njihova primjena omogućuje razvoj urbanog prostora koji je otporniji na klimatske promjene i koji integrira prirodne procese u infrastrukturu grada.

Kako bi se omogućila jasna usporedba različitih tipova rješenja temeljenih na prirodi, u nastavku je prikazana objedinjena tablica koja integrira ključne projektantske parametre presjeka NbS sustava. Tablica povezuje konstrukcijske karakteristike sustava s njihovim hidrološkim funkcijama i tipičnim prostornim kontekstima primjene u urbanom prostoru. Ovakav pregled omogućuje projektantima i urbanistima da brzo identificiraju odgovarajući tip sustava za određeni urbani kontekst te da procijene njegov potencijal za infiltraciju i retenciju oborinske vode.

Tablica 74. Sintezni pregled presjeka NbS sustava

NBS sustav	Tipična dubina sustava	Infiltracijski kapacitet	Retencijski volumen	Tip urbanog prostora	Glavna funkcija
bioswale	70–80 cm	vrlo visok	0,25–0,35 m³ / 10 m²	prometnice, parkirališta	filtracija i infiltracija oborinske vode
kišni vrt	70–90 cm	visok	0,20–0,30 m³ / 10 m²	parkovi, stambene zone	retencija i infiltracija
permeabilni pločnik	50–60 cm	vrlo visok	0,30–0,40 m³ / 10 m²	trgovi, parkirališta	infiltracija oborinske vode
zeleni krov	15–20 cm	srednji	0,05–0,10 m³ / 10 m²	zgrade	retencija vode i mikroklimatska regulacija

Sintezna tablica presjeka omogućuje usporednu analizu različitih tipova NbS sustava s obzirom na njihove konstrukcijske karakteristike, hidrološke funkcije i prostornu primjenjivost. Iz tablice je vidljivo da sustavi s većom dubinom presjeka, poput bioswale kanala i kišnih vrtova, imaju veći retencijski kapacitet i mogu zadržati veće količine oborinske vode tijekom intenzivnih oborinskih događaja. Permeabilni pločnici imaju nešto manju ukupnu dubinu sustava, ali zbog visokog udjela šljunčanog drenažnog sloja mogu imati vrlo visok infiltracijski kapacitet. Zeleni krovovi imaju najmanju dubinu presjeka, ali unatoč tome mogu značajno doprinijeti smanjenju površinskog otjecanja oborinske vode s krovnih površina i poboljšanju mikroklimatskih uvjeta urbanog prostora. Analiza također pokazuje da različiti sustavi imaju različite prostorne kontekste primjene. Bioswale sustavi posebno su prikladni za prometne koridore jer omogućuju prikupljanje oborinske vode s kolnika i njezinu filtraciju prije infiltracije u tlo. Kišni vrtovi imaju najveći potencijal primjene u parkovima i stambenim zonama gdje postoji više raspoloživog prostora za infiltraciju. Permeabilne površine mogu se primijeniti na trgovima i parkiralištima, dok zeleni krovovi omogućuju povećanje vegetacijskog pokrova u gusto izgrađenim dijelovima grada. U kontekstu Grada Varaždina kombinacija ovih sustava može omogućiti razvoj distribuirane mreže zelene infrastrukture koja povezuje infiltracijske sustave u ulicama, retencijske sustave u parkovima i vegetacijske sustave na građevinama. Takva mreža djeluje kao integrirani sustav upravljanja oborinskim vodama i mikroklimom urbanog prostora.

5 . PRIMJENA RJEŠENJA UTEMELJENA NA PRIRODU

U metodološkom okviru ovoga Plana, tablični prikazi u nastavku predstavljaju integrirani sustav analize, vrednovanja i projektiranja zelene infrastrukture i rješenja utemeljena na prirodu (eng. *Nature-Based Solutions*) u urbanom prostoru. Oni zajedno čine analitičko-projektantski model koji omogućuje prijelaz od prostorne analize urbanog tkiva prema konkretnoj implementaciji NbS sustava. Prvi blok ima posebnu ulogu jer definira prostorni i tipološki okvir unutar kojega se NbS sustavi mogu implementirati. Drugim riječima, prije nego što se analiziraju hidrološki, klimatski ili ekološki parametri, potrebno je jasno definirati tipove prostora i strukturu zelene infrastrukture u gradu.

Zelena i plava infrastruktura u suvremenom urbanističkom planiranju definira se kao planski osmišljena mreža prirodnih i poluprirodnih površina, zelenih i plavih elemenata te otvorenih prostora koji zajedno osiguravaju ekološke, društvene i gospodarske funkcije urbanog sustava. Takav sustav obuhvaća parkove, urbane šume, vodotoke, zelene koridore, vegetacijske pojaseve, zelene površine uz prometnice, kao i niz manjih intervencija poput zelenih krovova, kišnih vrtova ili urbanih vrtova. Bitna karakteristika zelene infrastrukture jest njezina mrežna struktura, odnosno činjenica da pojedinačni elementi ne djeluju izolirano nego kao međusobno povezani sustav koji omogućuje ekološku povezanost, regulaciju mikroklime i upravljanje oborinskim vodama.

U tom kontekstu, prava cjelina predstavlja temeljnu tipološku klasifikaciju prostora. Njegova osnovna funkcija jest povezivanje tri razine analize: prostorne tipologije, urbanističkog konteksta i potencijalnih NbS intervencija. Time se stvara konceptualni okvir koji omogućuje sustavno povezivanje urbanističkih kategorija prostora (npr. parkovi, ulice, trgovi, stambene zone) s konkretnim rješenjima utemeljenima na prirodi (npr. kišni vrtovi, bioswale sustavi, zeleni krovovi ili retencijska jezerca). Takav pristup posebno je važan u gradovima srednje veličine poput Varaždina, gdje su prostorni uvjeti i morfologija grada relativno heterogeni te zahtijevaju diferencirani pristup implementaciji zelene infrastrukture.

Tipologija zelene infrastrukture predstavlja prvi i najvažniji parametar ove cjeline koja omogućuje identifikaciju osnovnih kategorija otvorenih prostora u urbanom sustavu. U suvremenim planerskim dokumentima razlikuju se različiti tipovi zelenih i plavih površina, uključujući parkove, urbane šume, zelene koridore, vodotoke, travnjake, perivoje, zelene površine uz prometnice, zelene površine uz zgrade te različite konstruktivne elemente poput zelenih krovova i fasada. Svaki od tih tipova ima različitu ekološku funkciju, prostornu strukturu i potencijal za implementaciju NbS sustava. Primjerice, parkovi i urbane šume imaju izrazito visok potencijal za retenciju vode i regulaciju mikroklime, dok su prometni koridori posebno pogodni za implementaciju linearnih sustava poput bioswale kanala ili drvoreda.

Osim tipologije prostora, ova cjelina uključuje i parametar tipa urbanog prostora. Ovaj parametar proizlazi iz urbanističke strukture grada i omogućuje razlikovanje funkcionalnih kategorija prostora kao što su prometnice, javni trgovi, parkovi, parkirališta, industrijske zone i stambena područja. Svaka od tih kategorija ima specifične morfološke i funkcionalne karakteristike koje izravno utječu na mogućnost implementacije NbS sustava. Primjerice, u povijesnim jezgrama grada često nedostaje slobodnog prostora za veće zelene intervencije, zbog čega se primjenjuju mikro-NbS rješenja poput infiltracijskih sadnih jama ili zelenih fasada. Nasuprot tome, u parkovima i otvorenim zelenim površinama moguće je implementirati veće sustave poput retencijskih bazena ili urbanih močvara.

Treći važan element ove cjeline odnosi se na potencijalne NbS sustave koji se mogu implementirati u pojedinim tipovima prostora. Rješenja utemeljena na prirodi obuhvaćaju širok raspon intervencija koje koriste prirodne procese za rješavanje urbanih problema. U kontekstu upravljanja oborinskim vodama to uključuje sustave infiltracije, retencije i filtracije vode poput kišnih vrtova, bioswale sustava, infiltracijskih travnjaka ili retencijskih bazena. U kontekstu regulacije mikroklime važnu ulogu imaju vegetacijski elementi poput drvoreda, urbanih šuma i zelenih krovova. U kontekstu povećanja bioraznolikosti važni su urbani biotopi, zelene površine uz vodotoke i ekološki koridori.



Važno je naglasiti da jedan tip zelene infrastrukture može uključivati više različitih NbS sustava. Primjerice, park može sadržavati retencijsko jezero, infiltracijske travnjake i drvorede, dok prometni koridor može uključivati bioswale sustav, vegetacijske filtracijske pojaseve i linearne zelene koridore. Zbog toga blok 1 ne predstavlja rigidnu klasifikaciju nego analitičku matricu mogućnosti implementacije.

Posljednji parametar ove cjeline odnosi se na dominantnu funkciju prostora. Zelena infrastruktura u urbanom prostoru obično obavlja više funkcija istodobno, ali se u analitičkom modelu često identificira jedna dominantna funkcija koja definira osnovnu ulogu prostora u mreži zelene infrastrukture. Te funkcije mogu biti ekološke (očuvanje bioraznolikosti), klimatske (smanjenje toplinskog otoka), hidrološke (retencija i infiltracija oborinske vode), društvene (rekreacija i javni prostor) ili prostorno-morfološke (strukturiranje urbanog prostora).

Korištenje vrijednosti ove cjeline u planiranju provodi se na nekoliko razina. Na analitičkoj razini tipologija omogućuje identifikaciju potencijalnih lokacija za implementaciju NbS sustava. Na projektantskoj razini omogućuje izbor odgovarajućih intervencija za pojedini tip prostora. Na strateškoj razini omogućuje razvoj mreže zelene infrastrukture, odnosno sustava povezanih parkova, koridora i vodnih površina koji zajedno čine ekološku strukturu grada. Drugim riječima, ova cjelina predstavlja prostorni temelj ovog poglavlja. Bez jasne tipološke klasifikacije prostora nije moguće razviti sustav evaluacije klimatskih i ekoloških funkcija urbanog prostora niti definirati projektantske parametre za implementaciju NbS sustava. Zbog toga se ovaj blok može smatrati početnom fazom metodologije koja povezuje urbanističku analizu prostora s kasnijim blokovima koji se bave hidrološkim, klimatskim i ekološkim parametrima.

Tablica 75.Tipološka klasifikacija prostora i NbS-a.

—	TIPOLOGIJA	TIP URBANOG PROSTORA	POTENCIJALNI NbS SUSTAVI	DOMINANTNA FUNKCIJA	PROSTORNA PRIMJENA
1.	gradski parkovi	javni parkovi	retencijski bazeni, infiltracijski travnjaci, drvoredi	mikroklima, rekreacija	parkovi
2.	perivoji	povijesni parkovi	infiltracijski travnjaci, drvoredi	rekreacija	centar grada
3.	urbane šume	park-šume	prirodna infiltracija, šumska retencija	bioraznolikost	rub grada
4.	urbane livade	otvorene zelene površine	infiltracijski travnjaci	bioraznolikost	parkovi
5.	urbani vrtovi	urbana poljoprivreda	urbani vrtovi	proizvodnja hrane	stambene zone
6.	urbani voćnjaci	periurbane zone	voćnjaci	proizvodnja hrane	rub grada
7.	zeleni trgovi	javni trgovi	permeabilni pločnici, kišni vrtovi	mikroklima	centar
8.	permeabilni javni prostori	pješačke zone	permeabilni pločnici	infiltracija	centar
9.	parkirališta	parkirališta	permeabilni parking	infiltracija	parkirališta
10.	prometni koridori	gradske prometnice	bioswale, drvoredi	filtracija i hlađenje	ulice
11.	zelene površine uz prometnice	prometni pojasevi	vegetacijski filtracijski pojasevi	filtracija zraka	prometnice
12.	drvoredi	gradske ulice	urbana stabla	sjenčenje	ulice
13.	linearni parkovi	koridori uz infrastrukturu	zeleni koridori	rekreacija	grad
14.	riječni koridori	vodotoci	renaturacija vodotoka	retencija	rijeke
15.	urbane močvare	vodeni sustavi	urbane močvare	filtracija vode	parkovi
16.	retencijski sustavi	retencijske zone	retencijska jezerca	upravljanje vodama	parkovi
17.	kišni vrtovi	stambene zone	kišni vrtovi	infiltracija	naselja
18.	zelene površine uz zgrade	dvorišta	urbani vrtovi	mikroklima	naselja
19.	zeleni krovovi	zgrade	zeleni krov	mikroklima	zgrade
20.	zelene fasade	zgrade	zelena fasada	mikroklima	zgrade
21.	vertikalni vrtovi	urbane fasade	vertikalni vrt	mikroklima	centar
22.	urbani biotopi	mikro staništa	urbani biotopi	bioraznolikost	grad
23.	rekreacijski koridori	pješačke i biciklističke rute	zeleni koridori	rekreacija	grad
24.	zaštitni zeleni pojasevi	rub grada	vegetacijski bufferi	zaštita od vjetra	periferija
25.	periurbani zeleni pojasevi	rub grada	urbane šume	klimatska regulacija	periferija

U metodološkom okviru ovog Plana, druga cjelina predstavlja **skup hidroloških i klimatskih parametara** koji omogućuju kvantitativnu procjenu funkcionalnosti zelene infrastrukture i NbS sustava u urbanom prostoru. Dok prva cjelina definira prostorni i tipološki okvir unutar kojega se mogu implementirati različite intervencije utemeljene na prirodi, druga cjelina omogućuje procjenu fizičkih procesa koji se odvijaju unutar tih prostora, osobito onih povezanih s vodnim ciklusom i mikroklimom. Upravo ti procesi predstavljaju temelj ekološke i klimatske učinkovitosti zelene infrastrukture. U urbanim sredinama hidrološki ciklus značajno je izmijenjen u odnosu na prirodne uvjete. Velik udio nepropusnih površina poput asfalta i betona smanjuje infiltraciju oborinske vode i povećava površinsko otjecanje. Kao posljedica toga dolazi do povećanog opterećenja sustava oborinske odvodnje i većeg rizika od urbanih poplava. Istodobno se smanjuje dostupnost vode u tlu, što negativno utječe na vegetaciju i mikroklimatsku stabilnost prostora. Rješenja utemeljena na prirodi nastoje obnoviti prirodne hidrološke procese kroz infiltraciju, retenciju i evapotranspiraciju vode. Zbog toga je procjena tih procesa ključna komponenta analitičkog modela planiranja zelene infrastrukture.

U metodologiji evaluacije NbS sustava hidrološki i klimatski parametri koriste se kao indikatori učinkovitosti. Oni omogućuju usporedbu različitih rješenja, procjenu klimatskih učinaka i identifikaciju prostora u kojima su intervencije najpotrebnije. Parametri uključeni u ovaj blok predstavljaju skup osnovnih pokazatelja koji se najčešće koriste u analizi urbanih ekosustava: koeficijent otjecanja, infiltraciju, retencijski kapacitet, evapotranspiraciju, smanjenje temperature zraka, smanjenje temperature površine i albedo.

Prvi i temeljni hidrološki parametar jest **koeficijent otjecanja.** Ovaj parametar opisuje odnos između količine oborinske vode koja otječe s površine i ukupne količine oborine. Vrijednost koeficijenta otjecanja izravno ovisi o propusnosti površine. Nepropusne površine poput asfalta imaju vrlo visoke vrijednosti koeficijenta otjecanja, dok prirodne površine poput travnjaka ili šumskih tla imaju znatno niže vrijednosti. U kontekstu planiranja zelene infrastrukture ovaj parametar omogućuje procjenu potencijala prostora za infiltraciju oborinske vode i smanjenje opterećenja kanalizacijskog sustava. U urbanim projektima cilj je smanjiti koeficijent otjecanja povećanjem udjela vegetacije i propusnih površina.

Drugi ključni parametar je **infiltracija**, odnosno brzina kojom voda prodire u tlo. Infiltracija je temeljni proces koji omogućuje obnavljanje podzemnih voda i smanjenje površinskog otjecanja. U prirodnim ekosustavima infiltracija ovisi o strukturi tla, organskoj tvari i vegetacijskom pokrovu. U urbanim sustavima infiltracija je često ograničena zbog zbijenog tla i nepropusnih površina. NbS sustavi poput kišnih vrtova, bioswale kanala i infiltracijskih travnjaka projektirani su upravo s ciljem povećanja infiltracije i vraćanja prirodnih hidroloških procesa u urbanom prostoru.

Treći važan parametar je **retencijski kapacitet**, koji predstavlja količinu vode koju određeni sustav može privremeno zadržati. Retencijski kapacitet posebno je važan u kontekstu ekstremnih oborina, jer omogućuje privremeno zadržavanje velikih količina vode i smanjenje opterećenja sustava odvodnje. Sustavi poput retencijskih bazena, urbanih močvara i infiltracijskih travnjaka mogu zadržati značajne količine oborinske vode te je postupno vraćati u vodni ciklus kroz infiltraciju i evapotranspiraciju.

Uz hidrološke procese, druga cjelina uključuje i parametre koji se odnose na regulaciju mikroklimatskih uvjeta. Jedan od najvažnijih klimatskih procesa u urbanim ekosustavima jest **evapotranspiracija.** Ovaj proces obuhvaća isparavanje vode s površine tla i transpiraciju biljaka kroz listove. Evapotranspiracija ima značajnu ulogu u regulaciji mikroklime jer troši energiju iz okoliša i na taj način smanjuje temperaturu zraka. Vegetacija s velikom lisnom površinom, poput urbanih stabala ili šumskih ekosustava, ima izrazito visok potencijal evapotranspiracije i značajno doprinosi hlađenju urbanog prostora.

Smanjenje temperature zraka i **temperature površine** također su važni indikatori klimatskih funkcija zelene infrastrukture. U urbanim sredinama fenomen urbanog toplinskog otoka nastaje zbog velikog udjela nepropusnih i tamnih površina koje apsorbiraju sunčevu energiju. Vegetacija smanjuje ovaj učinak kroz zasjenjenje, evapotranspiraciju i povećanje refleksije sunčeve energije. Parkovi, urbane šume i drvoredi mogu smanjiti temperaturu zraka za nekoliko stupnjeva u odnosu na okolne izgrađene površine, dok zasjenjenje asfaltnih površina može smanjiti temperaturu površine i za više od deset stupnjeva.

Tablica 76. Hidrološki i klimatski parametri NbS-a.

PARAMETAR	JEDINICA	NISKA VRIJEDNOST	SREDNJA VRIJEDNOST	VISOKA VRIJEDNOST
koeficijent otjecanja	—	>0.70	0.30–0.70	<0.30
infiltracija	mm/h	<10	10–30	>30
retencijski kapacitet	m^3/ha	<100	100–500	>500
evapotranspiracija	mm/dan	<2	2–4	>4
smanjenje temperature zraka	°C	<0.5	0.5–1.5	>1.5
smanjenje temperature površine	°C	<5	5–15	>15
albedo	—	<0.15	0.15–0.30	>0.30

Posljednji parametar u ovom bloku jest **albedo**, odnosno sposobnost površine da reflektira sunčevu energiju. Površine s visokim albedom reflektiraju veći dio sunčevog zračenja i manje se zagrijavaju. Vegetacija ima relativno visok albedo u usporedbi s asfaltom, što dodatno doprinosi smanjenju temperature urbanih površina. U projektiranju urbanih prostora često se kombiniraju vegetacijski elementi s materijalima visokog albeda kako bi se smanjio toplinski stres i poboljšala mikroklima.

Vrijednosti ovih parametara ne predstavljaju fiksne karakteristike pojedinog tipa prostora, nego raspone koji ovise o lokalnim uvjetima, poput vrste tla, vegetacije, nagiba terena i intenziteta urbanizacije. U analitičkom modelu planiranja zelene infrastrukture oni se koriste kao referentne vrijednosti koje omogućuju usporedbu različitih prostora i procjenu učinkovitosti NbS intervencija. Na primjer, povećanje infiltracije ili smanjenje koeficijenta otjecanja nakon implementacije NbS sustava može se koristiti kao indikator uspješnosti projekta. U kontekstu Varaždina ovi parametri imaju posebnu važnost jer grad ima ravničarski reljef i značajne oborinske epizode tijekom godine. To znači da su infiltracija i retencija vode ključni procesi za smanjenje rizika od urbanih poplava. Istodobno, vegetacija i evapotranspiracija imaju važnu ulogu u regulaciji mikroklime i smanjenju toplinskog stresa tijekom ljetnih mjeseci. Integracijom ovih parametara moguće je razviti model procjene klimatske otpornosti urbanih blokova, koji se kasnije koristi kao temelj za izračun kompozitnog indikatora poput NbS indeksa. Drugim riječima, ova cjelina predstavlja kvantitativnu komponentu analitičkog modela. Dok prvi blok definira prostornu strukturu zelene infrastrukture, drugi blok omogućuje procjenu fizičkih procesa koji određuju funkcionalnost tih prostora. Time se stvara veza između urbanističkog planiranja i ekološko-klimatske evaluacije prostora.



Nadalje, treća cjelina ovog metodološkog okvira odnosi se na **ekološke parametre** urbane zelene infrastrukture, odnosno na skup indikatora koji omogućuju procjenu biološke raznolikosti, kvalitete staništa i funkcionalne povezanosti urbanih ekosustava. Dok driga cjelina analizira fizičke procese povezane s vodnim ciklusom i mikroklimom, ova cjelina usmjeren je na procjenu ekološke funkcionalnosti urbanog prostora. U suvremenom urbanističkom planiranju ova dimenzija ima sve veću važnost jer gradovi nisu samo tehnički sustavi infrastrukture, nego i kompleksni socioekološki sustavi u kojima prirodni procesi i biološka raznolikost imaju važnu ulogu u održavanju stabilnosti urbanih ekosustava. Ekološki parametri omogućuju procjenu sposobnosti urbanog prostora da podrži različite organizme i ekološke procese. U kontekstu zelene infrastrukture i rješenja utemeljenih na prirodi, posebno su važni parametri koji opisuju raznolikost staništa, strukturu vegetacije i prostornu povezanost ekosustava. Ovi parametri omogućuju procjenu kako pojedini elementi zelene infrastrukture doprinose očuvanju biološke raznolikosti i stabilnosti urbanog ekosustava.

Prvi i najvažniji parametar u ovom bloku jest **indeks bioraznolikosti**. Bioraznolikost u urbanim ekosustavima obično se procjenjuje kroz broj vrsta biljaka i životinja te kroz raznolikost vegetacijskih zajednica. U urbanističkom planiranju često se koristi pojednostavljeni pristup koji procjenjuje bioraznolikost kroz vegetacijsku strukturu i raznolikost staništa. Prostori s višeslojnom vegetacijom i različitim tipovima staništa imaju znatno veći potencijal za podršku različitim vrstama organizama. Urbane šume, parkovi i prirodni vodeni sustavi obično imaju najviši indeks bioraznolikosti, dok su potpuno urbanizirane površine poput asfaltiranih trgova ili parkirališta ekološki znatno siromašnije.

Drugi važan parametar je **stanišni potencijal.** Ovaj parametar opisuje sposobnost prostora da osigura uvjete za život različitih organizama. Stanišni potencijal ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući dostupnost hrane, prisutnost vegetacije, dostupnost vode i heterogenost staništa. Na primjer, parkovi s kombinacijom travnjaka, grmlja i drveća imaju znatno veći stanišni potencijal od monokulturnih travnjaka. Vodeni sustavi poput urbanih močvara i/ili retencijskih jezera također imaju visok stanišni potencijal jer podržavaju različite skupine organizama, uključujući vodene biljke, kukce, ptice i male sisavce.

Treći parametar odnosi se na **ekološku povezanost prostora**. U urbanim sredinama prirodna staništa često su fragmentirana zbog izgradnje i prometne infrastrukture. Fragmentacija staništa smanjuje mogućnost migracije organizama i može dovesti do smanjenja biološke raznolikosti. Zbog toga suvremeno planiranje zelene infrastrukture naglašava važnost stvaranja ekoloških koridora, odnosno linearnih elemenata koji povezuju različite zelene površine u funkcionalnu mrežu. Takvi koridori mogu uključivati drvorede, zelene pojaseve uz prometnice, vegetaciju uz vodotoke ili linearne parkove. Ekološka povezanost omogućuje kretanje organizama između staništa i smanjuje negativne učinke fragmentacije prostora.

Sljedeći važan parametar je **struktura vegetacije.** Vegetacija u urbanim prostorima može biti organizirana u različitim slojevima, uključujući travnjake, grmlje i drveće. Višeslojna vegetacija obično ima veći ekološki potencijal jer stvara raznovrsne mikrostaništa. Na primjer, drveće pruža staništa za ptice i kukce, grmlje pruža zaklon za male životinje, dok travnjaci mogu biti važni za oprašivače. Struktura vegetacije također utječe na druge ekološke procese, poput infiltracije vode i regulacije mikroklime.

Posljednji parametar u ovom bloku je **udio vegetacije**, odnosno postotak površine prostora koji je pokriven vegetacijom. Ovaj parametar često se koristi kao jednostavan indikator ekološke kvalitete urbanog prostora. Veći udio vegetacije obično znači bolju mikroklimu, veću bioraznolikost i veću sposobnost prostora da infiltrira oborinsku vodu. U urbanističkim smjernicama često se preporučuju minimalni udjeli vegetacije za različite tipove prostora, pri čemu parkovi i prirodne zelene površine imaju najveći udio vegetacije, dok je u prometnim i trgovačkim prostorima taj udio znatno manji.

Vrijednosti ovih parametara ne predstavljaju apsolutne mjere, nego indikativne kategorije koje omogućuju usporedbu različitih prostora. U analitičkom modelu planiranja zelene infrastrukture oni se koriste za procjenu ekološke kvalitete urbanih blokova i identifikaciju prostora u kojima je potrebno povećati udio vegetacije ili poboljšati povezanost ekološke mreže. Na primjer, prostor s niskim udjelom vegetacije i slabom ekološkom povezanošću može se identificirati kao prioritet za implementaciju novih zelenih koridora ili parkova.

Tablica 77. Ekološki parametri NbS-a.

PARAMETAR	JEDINICA / TIP MJERENJA	NISKA VRIJEDNOST	SREDNJA VRIJEDNOST	VISOKA VRIJEDNOST
indeks bioraznolikosti	kvalitativni indeks	dominantno nepropusne površine	travnjaci i pojedinačna stabla	višeslojna vegetacija
stanišni potencijal	kvalitativni indeks	pojedinačna stabla	parkovi i zelene površine	urbane šume i vodeni ekosustavi
ekološka povezanost	mrežni indeks	izolirane zelene površine	djelomično povezani parkovi	kontinuirana mreža zelenih koridora
struktura vegetacije	broj vegetacijskih slojeva	travnjak	travnjak + grmlje	travnjak + grmlje + drveće
udio vegetacije	% površine	<20 %	20–50 %	>50 %

U kontekstu Varaždina ovi parametri imaju posebnu važnost jer grad ima relativno razvijenu mrežu parkova i zelenih površina, ali je njihova prostorna povezanost često ograničena prometnom infrastrukturom i izgrađenim područjima. Analiza ekoloških parametara omogućuje identifikaciju ključnih prostora koji mogu djelovati kao jezgre zelene infrastrukture, kao i potencijalnih koridora koji mogu povezati različite zelene površine u funkcionalnu mrežu. Treća cjelina stoga predstavlja ekološku komponentu analitičkog modela. Integracijom ekoloških parametara s hidrološkim i klimatskim parametrima iz prethodne cjeline moguće je razviti cjelovit model procjene ekološke i klimatske otpornosti urbanog prostora. Takav model omogućuje kvantitativnu evaluaciju učinaka NbS sustava i predstavlja temelj za daljnji razvoj indikatora NbS-a.

Četvrta cjelina metodološkog okvira predstavlja skup projektantskih i ekonomskih parametara koji omogućuju prijelaz iz analitičkog modela procjene zelene infrastrukture prema konkretnom projektiranju i implementaciji rješenja utemeljenih na prirodi. Upravo ova cjelina omogućuje transformaciju teorijskih koncepata zelene infrastrukture u operativne projektantske smjernice koje se mogu primijeniti u urbanističkom planiranju i krajobraznoj arhitekturi.

Kako je prethodno spomenuto, projektantski parametri definiraju osnovne prostorne i konstrukcijske uvjete potrebne za implementaciju pojedinih NbS sustava. Oni uključuju minimalne dimenzije intervencija, prostorne uvjete za razvoj vegetacije, tehničke slojeve sustava za upravljanje oborinskim vodama te ekonomske pokazatelje povezane s implementacijom i održavanjem sustava. U održivom upravljanju oborinskim vodama naglašava se da rješenja utemeljena na prirodi moraju biti projektirana na način koji omogućuje njihovu dugoročnu funkcionalnost i integraciju u postojeću infrastrukturu.

Prvi parametar u ovoj cjelini odnosi se na minimalnu površinu intervencije. Ovaj parametar određuje najmanju površinu prostora potrebnu za implementaciju pojedinog NbS sustava. U urbanim sredinama, gdje je prostor često ograničen, minimalna površina intervencije predstavlja važan kriterij za odabir odgovarajućeg rješenja. Na primjer, kišni vrtovi mogu biti implementirani na relativno malim površinama, dok retencijski bazeni ili urbane močvare zahtijevaju znatno veće površine.

Drugi važan parametar je minimalna širina zelenog koridora. Ovaj parametar posebno je važan za linearne elemente zelene infrastrukture poput drvoreda, zelenih pojaseva uz prometnice ili rekreacijskih koridora. Širina koridora utječe na njegovu ekološku funkcionalnost, mikroklimatske učinke i sposobnost infiltracije oborinske vode. Širi koridori omogućuju razvoj složenije vegetacijske strukture i imaju veći potencijal za stvaranje ekoloških staništa i migracijskih putova za različite vrste.

Sljedeći parametar odnosi se na gustoću stabala i volumen tla potreban za njihov rast. Urbano drveće ima iznimno važnu ulogu u regulaciji mikroklime, smanjenju urbanog toplinskog otoka i poboljšanju kvalitete zraka. Međutim, u urbanim uvjetima stabla često imaju ograničen prostor za razvoj korijenskog sustava. Zbog toga je volumen tla jedan od ključnih projektantskih parametara za uspješan rast stabala. Veći volumen tla omogućuje bolji razvoj korijenskog sustava, veću stabilnost stabla i dugoročnu održivost urbanih drvoreda.

Osim prostorno-bioloških parametara, projektiranje NbS sustava uključuje i konstruktivne elemente. Većina sustava za upravljanje oborinskim vodama sastoji se od nekoliko slojeva koji imaju različite funkcije. Vegetacijski sloj omogućuje rast biljaka i sudjeluje u procesu evapotranspiracije. Infiltracijski sloj omogućuje filtraciju i infiltraciju oborinske vode, dok drenažni sloj omogućuje odvod viška vode iz sustava. Debljina i sastav tih slojeva moraju biti pažljivo projektirani kako bi sustav mogao učinkovito upravljati oborinskim vodama i spriječiti zasićenje tla.

Tablica 78. Prostorno – tipološki okvir.

—	TIPOLOGIJA ZI	URBANI KONTEKST	PRIMARNI NbS SUSTAVI	SEKUNDARNI NbS SUSTAVI	MREŽNA ULOGA	DOMINANTNA FUNKCIJA
1	Park	veliki javni parkovi	retencijski bazeni, infiltracijski travnjaci	kišni vrtovi, drvoredi, jezerca	velika urbana točka	regulacijsko-zaštitna + društvena
2	Gradska / urbana šuma	rubni i veći zeleni kompleksi	prirodna infiltracija, šumska retencija	šumski putovi, edukativni koridori	velika urbana točka i koridor	ekološka + klimatska
3	Površine za sport i rekreaciju	sportski kompleksi, igrališta	infiltracijski travnjaci, drvoredi	permeabilne staze, kišni vrtovi	urbana točka	društvena + klimatska
4	Travnjak	otvorene travnate površine	infiltracijski travnjaci	cvjetne livade, mikrodepresije	urbana točka	hidrološka + krajobrazna
5	Botanički vrt / arboretum / zoološki vrt	specijalizirane javne ustanove	zbirne vegetacijske strukture, vodeni mikrostaništa	zeleni krovovi pomoćnih objekata	urbana točka	ekološka + edukativna
6	Perivoj	povijesno oblikovani parkovi	infiltracijski travnjaci, drvoredi	kišni vrtovi, permeabilne staze	urbana točka	urbano-morfološka + društvena
7	Zeleni konstruktivni elementi na zgradama	zgrade javne, stambene i gospodarske namjene	zeleni krovovi, zelene fasade	krovni vrtovi, vertikalni vrtovi	manja urbana točka	klimatska + energetska
8	Produktivna zelena infrastruktura	urbani vrtovi, voćnjaci, rasadnici	urbani vrtovi, zajednički vrtovi	voćnjaci, kompostne zone, kišnica	urbana točka	gospodarska + društvena
9	Integrirani sustav urbane odvodnje	prometnice, blokovi, javni prostori	kišni vrtovi, bioswale, bioretencija	infiltracijski rovovi, filtracijski pojasevi	manja urbana točka / koridor	hidrološka
10	Urbana močvara	parkovni i retencijski prostori	urbana močvara, plitka retencija	edukativne staze, obalna vegetacija	velika urbana točka	hidrološka + ekološka
11	Krajobrazno uređeno groblje	memorijalni i parkovni prostori	infiltracijski travnjaci, drvoredi	cvjetne livade, permeabilne staze	urbana točka	krajobrazna + ekološka
12	Brownfield površina	napuštene industrijske / degradirane zone	renaturacija brownfielda, urbani biotopi	kišni vrtovi, linearni parkovi, urbane šume	urbana točka / razvojna jezgra	regeneracijska + ekološka
13	Vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode	rijeke, potoci, kanali, inundacije	renaturacija vodotoka, poplavne ravnice	riparijska vegetacija, retencijske zone	plavo-zeleni koridor	hidrološka + ekološka
14	Trg	centralni i kvartovski trgovi	permeabilni pločnici, zeleni otoci	sadne jame, fontane s recirkulacijom, mala stabla	urbana točka	klimatska + društvena
15	Zelene površine uz stambene zgrade	blokovska dvorišta, okućnice	kišni vrtovi, urbani vrtovi	mala stabla, travnjaci, pergole	urbana točka	društvena + mikroklimatska
16	Zelene površine uza zgrade javne, društvene i gospodarske namjene	škole, vrtići, bolnice, uprava, poslovne zone	kišni vrtovi, zeleni krovovi, drvoredi	senzorički vrtovi, edukativni vrtovi	manja urbana točka	društvena + klimatska
17	Tematski park	specijalizirani javni parkovi	tematski vegetacijski sklopovi	vodeni elementi, infiltracijske zone	urbana točka	društvena + edukativna
18	Arheološki park	zaštitni i prezentacijski prostori	livade niske intervencije, permeabilne staze	rubna vegetacija, kišni vrtovi periferije	urbana točka	kulturna + krajobrazna
19	Zelene površine uz prometnice	ulični profili i zaštitni pojasevi	bioswale, vegetacijski bufferi	drvoredi, filtracijski pojasevi	urbani koridor	klimatska + regulacijsko-zaštitna
20	Sadnja stabala	sve javne i privatne površine	pojedinačna i linearna sadnja stabala	proširene sadne jame, strukturno tlo	manja urbana točka / koridor	klimatska + urbano-morfološka
21	Parkirališta s vegetacijom	javna i privatna parkirališta	permeabilni parking, bioswale	drvoredi, travne rešetke	infiltracijska zona	hidrološka + klimatska
22	Linearni park / rekreacijski	biciklistički i pješački potezi	zeleni koridori, drvoredi	infiltracijski travnjaci, kišni vrtovi	urbani koridor	društvena + ekološka
23	Riječni / riparijski koridor	obale i uzobalni pojas	renaturacija obale, riparijska vegetacija	plavne livade, retencijske terase	plavo-zeleni koridor	hidrološka + ekološka
24	Zaštitni zeleni pojas / periurbani zeleni pojas (izvedena podtipologija)	rub grada, prijelaz urbanog i ruralnog	urbane šume, zaštitni vegetacijski pojasevi	voćnjaci, livade, biotopi	ekološki koridor	klimatska + zaštitna
25	Zeleni / permeabilni javni	pješačke zone i polu-javni prostori	permeabilni platoi, sadne jame	vertikalno zelenilo, drvoredi malog formata	manja urbana točka	mikroklimatska + društvena

Tablica 79. Hidrološko – klimatska i ekološka evaluacija.

—	TIPOLOGIJA ZI	KLJUČNI HIDROLOŠKI INDIKATORI	HIDROLOŠKI UČINAK	KLIMATSKI INDIKATORI	KLIMATSKI UČINAK	EKOLOŠKI INDIKATORI	EKOLOŠKI UČINAK
1	Park	infiltracija, retencijski kapacitet, runoff	visok	temperatura zraka, temperatura površine	visok	bioraznolikost, udio vegetacije	visok
2	Gradska / urbana šuma	infiltracija, retencija tla, oborinsko presretanje	visok	hlađenje zraka, zasjenjenje	vrlo visok	stanišni potencijal, povezanost	vrlo visok
3	Površine za sport i rekreaciju	infiltracija, otjecanje s travnatih površina	srednji	hlađenje, zasjenjenje	srednji	struktura vegetacije	srednji
4	Travnjak	infiltracija, zadržavanje vode u tlu	srednji	hlađenje površine	nizak do srednji	stanište oprašivača	srednji
5	Botanički vrt / arboretum / zoološki vrt	presretanje oborina, zadržavanje vode	srednji	mikroklimatsko hlađenje	srednji	broj vrsta, biološka raznolikost	vrlo visok
6	Perivoj	infiltracija, zadržavanje oborine	srednji	hlađenje i zasjenjenje	srednji do visok	krajobrazna i vegetacijska raznolikost	visok
7	Zeleni konstruktivni elementi na zgradama	zadržavanje oborine na zgradi, runoff reduction	srednji	smanjenje LST, uštede energije	visok	mikrostaništa	nizak do srednji
8	Produktivna zelena infrastruktura	infiltracija, zadržavanje vode u tlu	srednji	lokalno hlađenje	srednji	agrobioraznolikost	visok
9	Integrirani sustav urbane odvodnje	infiltracija, peak flow reduction, runoff storage	vrlo visok	lokalno hlađenje	srednji	sekundarni ekološki učinci	srednji
10	Urbana močvara	retencija, flood peak reduction, kvaliteta vode	vrlo visok	hlađenje zraka i vode	srednji do visok	vodena i močvarna bioraznolikost	vrlo visok
11	Krajobrazno uređeno groblje	infiltracija, odgođeno otjecanje	srednji	zasjenjenje i hlađenje	srednji	mirna parkovna staništa	srednji
12	Brownfield površina	remediation runoff, infiltration, soil recovery	srednji do visok	lokalno hlađenje	srednji	obnova staništa	visok
13	Vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode	flood peak reduction, retention, water quality	vrlo visok	hlađenje riječnog koridora	srednji do visok	povezanost plavo-zelenih staništa	vrlo visok
14	Trg	infiltracija kroz propusne plohe, runoff reduction	srednji	smanjenje temperature površine	srednji	ograničen ekološki učinak	nizak
15	Zelene površine uz stambene zgrade	infiltracija, smanjenje opterećenja kanalizacije	visok	lokalna mikroklima	srednji	kvartovska bioraznolikost	srednji
16	Zelene površine uza zgrade javne, društvene i gospodarske namjene	infiltracija, zadržavanje vode	srednji	hlađenje i zasjenjenje	srednji do visok	edukativna i funkcionalna ekologija	srednji
17	Tematski park	ovisno o temi parka; najčešće srednji	srednji	srednji	srednji	srednji do visok	srednji
18	Arheološki park	nisko do srednje, zbog zaštitnih uvjeta lokacije	nizak do srednji	hlađenje otvorenog tla	nizak do srednji	travnjačka i rubna staništa	srednji
19	Zelene površine uz prometnice	filtracija, infiltracija, runoff control	visok	zasjenjenje, smanjenje UHI	visok	linearna povezanost	srednji
20	Sadnja stabala	interception, zasjenjenje, lokalna infiltracija	srednji	vrlo visok	vrlo visok	staništa za ptice i kukce	srednji
21	Parkirališta s vegetacijom	infiltracija, storage beneath paving	visok	smanjenje temperature površine	srednji	nizak do srednji	nizak
22	Linearni park / rekreacijski koridor	infiltracija, linearno zadržavanje vode	srednji do visok	hlađenje koridora	visok	ekološka povezanost	visok
23	Riječni / riparijski koridor	retention, flood storage, bank filtration	vrlo visok	riječna mikroklima	visok	riparijska povezanost	vrlo visok
24	Zaštitni zeleni pojas / periurbani zeleni pojas	infiltracija, zaštita od vjetra, zadržavanje vode u tlu	srednji do visok	klimatski buffer	visok	povezanost urbanog i ruralnog	vrlo visok
25	Zeleni / permeabilni javni plato	infiltracija, smanjenje runoff-a	srednji	smanjenje temperature površine i zraka	srednji	ograničen, ali pozitivan	nizak do srednji

Tablica 80. Projektantsko – ekonomski parametri.

—	TIPOLOGIJA ZI	PROJEKTANTSKI FOKUS	TIPIČNI PROJEKTANTSKI ELEMENTI	INTENZITET ODRŽAVANJA	TROŠKOVI IMPLEMENTACIJE	POTENCIJAL EKO.USLUGA	PLANSKI PRIORITET
1	Park	velika parkovna retencija	dubinske retencijske zone, vodeni rubovi, travnjaci	srednji	srednji do visok	vrlo visok	visok
2	Gradska / urbana šuma	očuvanje i proširenje šumskog sklopa	minimalna intervencija, staze, rubno upravljanje	nizak do srednji	nizak do srednji	vrlo visok	visok
3	Površine za sport i rekreaciju	sportske travnate plohe i rubno zelenilo	otporno tlo, drvoredi, propusne staze	srednji	srednji	srednji	srednji
4	Travnjak	travnate i livadne površine	travnjački supstrat, košnja po režimu	nizak	nizak	srednji	srednji
5	Botanički vrt / arboretum / zoološki vrt	specijalizirana hortikultura	kolekcijske sadnje, navodnjavanje, edukativna infrastruktura	visok	visok	visok	selektivno
6	Perivoj	povijesni karakter i infiltracija	permeabilne staze, travnjaci, pažljiva sadnja	srednji	srednji	visok	visok u centru
7	Zeleni konstruktivni elementi na zgradama	konstrukcijska integracija na zgradama	hidroizolacija, drenaža, supstrat, vegetacija	srednji	srednji do visok	srednji do visok	visok na javnim zgradama
8	Produktivna zelena infrastruktura	produktivni supstrati i dostupnost vode	vrtne parcele, spremnici kišnice, kompost	srednji	nizak do srednji	visok	srednji
9	Integrirani sustav urbane odvodnje	sustavska urbana odvodnja	bioretencijski slojevi, perforirane cijevi, preljev	srednji	srednji	vrlo visok	vrlo visok
10	Urbana močvara	kontrolirana retencija i kvaliteta vode	više dubinskih zona, močvarna vegetacija	srednji	srednji	vrlo visok	visok
11	Krajobrazno uređeno groblje	parkovno održavanje uz memorijalnu funkciju	propusne staze, drvoredi, travnjaci	srednji	srednji	srednji	selektivno
12	Brownfield površina	remedijacija i fazna prenamjena	analiza tla, fitoremedijacija, sukcesijska vegetacija	srednji do visok	srednji	visok	vrlo visok
13	Vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode	integralno upravljanje vodotocima	obalne terase, riparijska sadnja, inundacija	srednji	visok	vrlo visok	vrlo visok
14	Trg	mikroklimatski urbani dizajn	propusni opločnici, sadne jame, zasjenjenje	srednji	srednji	srednji	vrlo visok
15	Zelene površine uz stambene zgrade	mali parcelni i blokovski NBS	kišni vrtovi, mikrodepresije, kvartovsko zelenilo	srednji	nizak do srednji	visok	visok
16	Zelene površine uza zgrade javne, društvene i gospodarske namjene	javne i društvene čestice kao demonstratori	kišni vrtovi, drvoredi, zeleni krovovi	srednji	srednji	visok	vrlo visok
17	Tematski park	tematska interpretacija prostora	specifične sadnje i edukativni elementi	srednji do visok	srednji do visok	srednji	selektivno
18	Arheološki park	zaštita baštine uz minimalnu intervenciju	propusne staze, niska vegetacija	nizak do srednji	srednji	srednji	selektivno
19	Zelene površine uz prometnice	linearna bioretencija i zasjenjenje	bioswale, bufferi, drvoredi	srednji	srednji	visok	vrlo visok
20	Sadnja stabala	standardizirana sadnja stabala	volumen tla, strukturno tlo, zaštita korijena	srednji	srednji	visok	vrlo visok
21	Parkirališta s vegetacijom	propusna parkirališna konstrukcija	travne rešetke, šljunčani i drenažni slojevi	srednji	srednji	srednji	vrlo visok
22	Linearni park / rekreacijski koridor	linearna mreža javnih prostora	staze, drvoredi, infiltracijski rubovi	srednji	srednji	visok	visok
23	Riječni / riparijski koridor	riparijska obnova i retencijski profil	obalna stabilizacija vegetacijom, plavne terase	srednji	visok	vrlo visok	vrlo visok
24	Zaštitni zeleni pojas / periurbani zeleni pojas	krajobrazna zaštita ruba grada	pojasevi drveća, livade, šumarci	nizak do srednji	nizak do srednji	vrlo visok	visok
25	Zeleni / permeabilni javni plato	polu-javni mikroklimatski platoi	propusni platoi, sadne jame, manje krošnje	srednji	srednji	srednji	visok

Tablica 81. Minimalni tehnički uvjeti implementacije.

—	TIPOLOGIJA ZI	MINIMALNA POVRŠINA	MINIMALNA ŠIRINA SUSTAVA	VEGETACIJSKI SLOJ	FILTRACIJSKI SLOJ	DRENAŽNI SLOJ	MINIMALNI VOLUMEN TLA ZA STABLA	MINIMALNI UDIO VEGETACIJE	SLOJEVITOST VEGETACIJE
1	Park	>200 m²	10 m	30 cm	40 cm	30 cm	30 m³	>70 %	travnjak + grmlje + visoko drveće
2	Gradska / urbana šuma	>500 m²	20 m	prirodno tlo	–	–	prirodni profil	>80 %	višeslojna šumska struktura (travnjaci + grmlje + drveće)
3	Površine za sport i rekreaciju	>100 m²	5 m	25 cm	30 cm	20 cm	20 m³	>60 %	travnjak + visoko drveće
4	Travnjak	>50 m²	3 m	20 cm	20 cm	15 cm	–	>60 %	travnjak / cvjetna livada
5	Botanički vrt / arboretum / zoološki vrt	>200 m²	10 m	30 cm	30 cm	20 cm	30 m³	>70 %	trajnice + grmlje + drveće
6	Perivoj	>100 m²	5 m	25 cm	30 cm	20 cm	25 m³	>70 %	travnjak + grmlje + drveće
7	Zeleni konstruktivni elementi na zgradama	>20 m²	–	10–20 cm	drenažna ploča	5–10 cm	–	>80 %	sukulentne vrste / trajnice (jednoslojna vegetacija)
8	Produktivna zelena infrastruktura	>20 m²	3 m	30 cm	20 cm	10 cm	–	>70 %	trajnice + povrtnice
9	Integrirani sustav urbane odvodnje	>5 m²	1 m	25 cm	40 cm	20 cm	–	>60 %	trajnice + šaševi
10	Urbana močvara	>300 m²	10 m	vodena vegetacija	sediment	–	–	>80 %	vodene biljke + močvarna vegetacija
11	Krajobrazno uređeno groblje	>100 m²	5 m	25 cm	25 cm	20 cm	20 m³	>70 %	travnjak + drveće
12	Brownfield površina	>500 m²	10 m	30 cm	40 cm	20 cm	30 m³	>60 %	sukcesijska vegetacija (trave + grmlje + drveće)
13	Vodotoci, poplavna područja i površinske kopnene vode	>1000 m²	20 m	prirodni sediment	–	–	prirodni profil	>80 %	riparijska vegetacija (trave + grmlje + drveće)
14	Trg	>50 m²	3 m	20 cm	30 cm	20 cm	15 m³	>20 %	mala stabla + trajnice
15	Zelene površine uz stambene zgrade	>10 m²	2 m	30 cm	30 cm	20 cm	20 m³	>50 %	trajnice + grmlje
16	Zelene površine uza zgrade javne, društvene i gospodarske namjene	>20 m²	3 m	30 cm	30 cm	20 cm	25 m³	>60 %	trajnice + nisko drveće
17	Tematski park	>100 m²	5 m	30 cm	30 cm	20 cm	25 m³	>70 %	tematska višeslojna vegetacija
18	Arheološki park	>100 m²	5 m	20 cm	20 cm	15 cm	–	>50 %	travnjak + niska vegetacija
19	Zelene površine uz prometnice	>10 m²	1.5 m	25 cm	40 cm	20 cm	20 m³	>40 %	trave + drveće
20	Sadnja stabala	>5 m²	1.5 m	–	strukturno tlo	drenažni sloj	20–30 m³	>30 %	pojedinačno visoko drveće
21	Parkirališta s vegetacijom	>50 m²	5 m	travna rešetka	30 cm	30 cm	20 m³	>20 %	travnjak + drveće
22	Linearni park / rekreacijski koridor	>50 m²	5 m	25 cm	30 cm	20 cm	25 m³	>50 %	travnjak + drveće
23	Riječni / riparijski koridor	>500 m²	20 m	riparijska vegetacija	prirodni sediment	–	prirodni profil	>80 %	višeslojna riječna vegetacija
24	Zaštitni zeleni pojas / periurbani zeleni pojas	>1000 m²	20 m	prirodna vegetacija	–	–	prirodni profil	>80 %	livade + šumarci
25	Zeleni / permeabilni javni plato	>50 m²	5 m	20 cm	30 cm	20 cm	20 m³	>30 %	trajnice + mala stabla

6. ISPITIVANJE JAVNOG MNIJENJA



Fotografija 3. Grad Varaždin.
Izvor podataka: Mrežne stranice Grada Varaždina, obrada autora.

U sklopu izrade Plana zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina, u razdoblju od 22. prosinca 2025. do 15. siječnja 2026. godine, provedeno je opsežno ispitivanje javnog mnijenja. Cilj istraživanja bio je prikupiti izravne stavove, iskustva i prijedloge građana kako bi se budući strateški razvoj grada temeljio na stvarnim potrebama i specifičnostima lokalnih zajednica. Istraživanje je provedeno metodom anonimne online ankete objavljene na službenim mrežnim stranicama Grada Varaždina. Ovakvim participativnim pristupom nastojalo se osigurati da glas javnosti postane integralni dio budućih politika upravljanja prostorom, posebice u kontekstu prilagodbe klimatskim promjenama i povećanja kvalitete života u urbanim sredinama.Upitnik je bio podijeljen u tri ključne tematske cjeline, od kojih je svaka imala specifičnu ulogu u definiranju smjernica razvoja:

- Socio-demografski profil: Analiza strukture ispitanika[42] () radi utvrđivanja reprezentativnosti uzorka i razumijevanja specifičnih potreba različitih skupina građana,

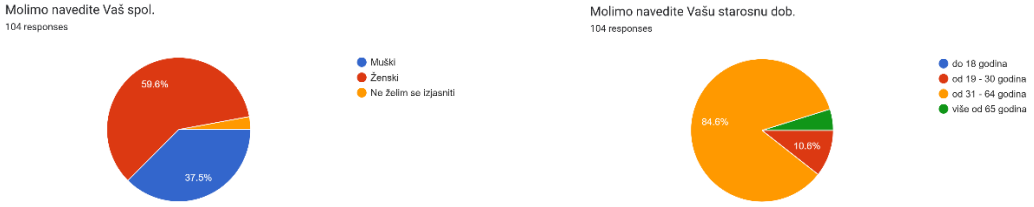
- Percepcija klimatskih promjena i informiranost te evaluacija prostorne kvalitete: Ispitivanje razine poznavanja suvremenih ekoloških koncepata (zelena i plava infrastruktura, NbS rješenja) te prepoznavanje lokalnih klimatskih ugroza poput toplinskih otoka i poplava. Detaljna ocjena trenutačnog stanja parkova, šetnica, pješačko-biciklističke infrastrukture i elemenata pristupačnosti, uz definiranje prioritetnih mikrolokacija za buduće zahvate,

- Potrebe građana i prioriteti ulaganja: identifikacija prioritetnih potreba stanovništva. Dobiveni odgovori služe kao smjernice za oblikovanje budućih razvojnih mjera, osiguravajući da planirane intervencije u prostoru budu usklađene s očekivanjima i potrebama građana Varaždina

[42] Dob, spol, obrazovanje, radni status.

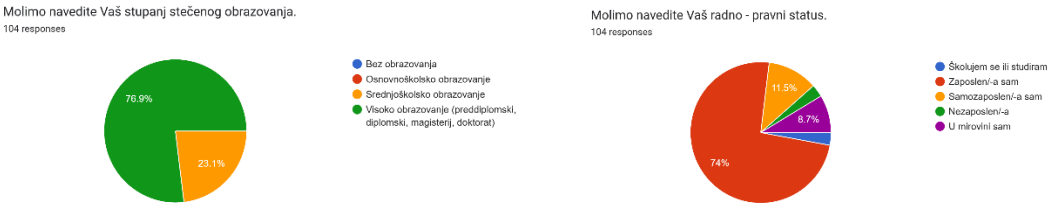
I. SOCIO-DEMOGRAFSKI PROFIL

Istraživanju je pristupilo ukupno 104 ispitanika. U uzorku prevladavaju žene s udjelom od 59,6 %, dok muškarci čine 37,5 %. Analiza dobne strukture pokazuje da je najzastupljenija skupina zrele radne dobi (31 – 64 godine) s visokih 84,6 %. Slijede mladi od 19 do 30 godina (10,6 %) te osobe starije od 65 godina (4,8 %), dok u populaciji mlađoj od 18 godina nije sudjelovao niti jedan ispitanik.



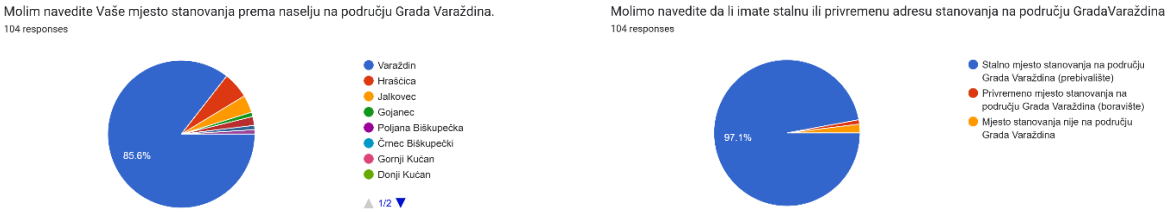
Grafički prikaz 1. Demografska struktura ispitanika prema spolu i dobi

Struktura obrazovanja ukazuje na visoku razinu kvalificiranosti: čak 76,9 % ispitanika posjeduje viši ili visoki stupanj obrazovanja, dok preostalih 23,1 % ima srednju stručnu spremu. U pogledu radnog statusa, dominiraju zaposlene osobe (85,5 %), od čega je 74 % zaposlenih u organizacijama, a 11,5 % samozaposlenih. Ostale kategorije čine umirovljenici (8,7 %) te studenti i nezaposleni s po 2,9 % udjela.



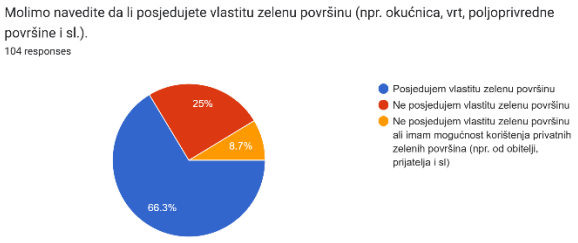
Grafički prikaz 2. Socioekonomska struktura: obrazovanje i radni status

Većina sudionika stanuje u samom naselju Varaždin (85,6 %), dok se preostalih 14,4 % distribuira na ostala gradska naselja: Hrašćicu (5,8 %), Jalkovec (3,8 %), Kućan Marof (1,9 %), Gojanec (1 %) i Zbelavu (1 %). Grad Varaždin je stalno mjesto stanovanja (prebivalište) za gotovo sve ispitanike (97,1), dok tek neznatan udio čine osobe s boravištem (1 %) ili adresom izvan granica Grada (1,9 %).



Grafički prikaz 3. Prostorna distribucija i status stanovanja ispitanika

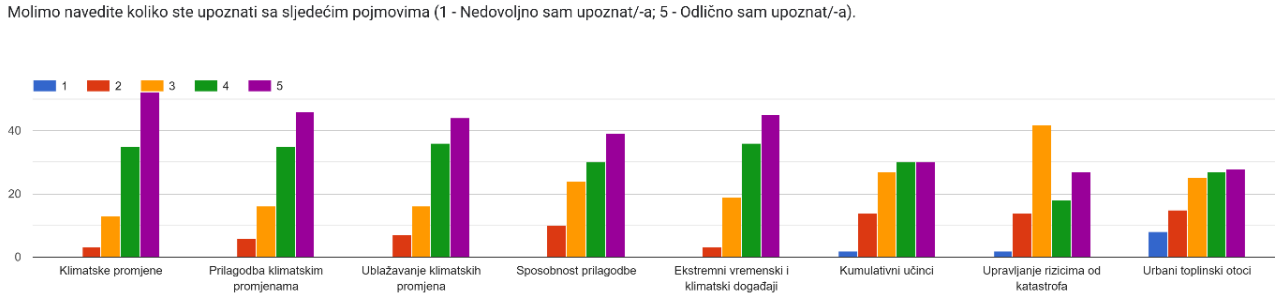
U pogledu dostupnosti privatnih zelenih površina (poput vrtova ili okućnica), dvije trećine ispitanika (66,3 %) izjasnilo se kao vlasnici istih. Četvrtina (25 %) ne posjeduje vlastite zelene površine, dok 8,7 % ispitanika, iako ne posjeduje, ima mogućnost koristiti privatne zelene površine u vlasništvu obitelji ili prijatelja.



Grafički prikaz 4. Dostupnost privatnih zelenih površina

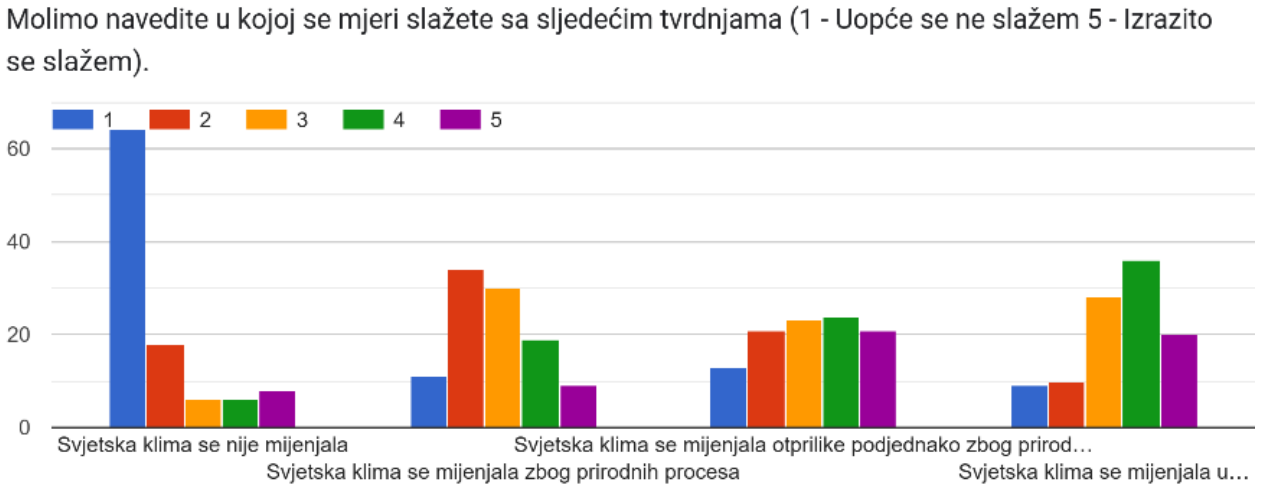
II. KLIMATSKE PROMJENE, INFORMIRANOST TE EVALUACIJA PROSTORNIH KVALITETA
II.1. PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA I UPRAVLJANJE RIZICIMA

Ispitanici su ocjenjivali svoje poznavanje stručnih pojmova na skali od 1 (nedovoljno upoznat/-a) do 5 (odlično upoznat/-a). Generalno, rezultati ukazuju na visoku razinu ekološke pismenosti, pri čemu se najviša razina informiranosti bilježi kod općih pojmova, dok se kod specifičnih stručnih termina razina informiranosti smanjuje. Najveći stupanj poznavanja ispitanici su iskazali kod pojma klimatske promjene, gdje je 83,7 % sudionika dalo ocjenu odlično ili vrlo dobro. Slično visok trend prati i poznavanje ekstremnih vremenskih događaja (77,8 % visokih ocjena) te koncepata prilagodbe (77,8 %) i ublažavanja (76,9 %) klimatskih promjena. Važno je naglasiti da za ove pojmove niti jedan ispitanik nije odabrao opciju 1 (nedovoljno upoznat/-a). Nešto niža, ali i dalje visoka razina informiranosti, zabilježena je kod pojma sposobnost prilagodbe, koji je visokim ocjenama (4 i 5) vrednovalo 66,3 % ispitanika. Termini poput kumulativnih učinaka (57,6 %) i urbanih toplinskih otoka (52,8 %) pokazuju trend rasta nesigurnosti među ispitanicima, što potvrđuje i veći broj onih koji su odabrali srednju ocjenu „dobro“ ili niže kategorije. Pojam upravljanje rizicima od katastrofa jedini je pojam kod kojeg dominira ocjena 3 (dobro) (40,3 %), uz 43,2 % onih koji se smatraju odlično ili vrlo dobro upoznatima. Kod urbanih toplinskih otoka zabilježen je najveći broj ispitanika koji su se izjasnili kao nedovoljno upoznati (7,7 %), što sugerira potrebu za dodatnom edukacijom o specifičnim mikroklimatskim izazovima grada.

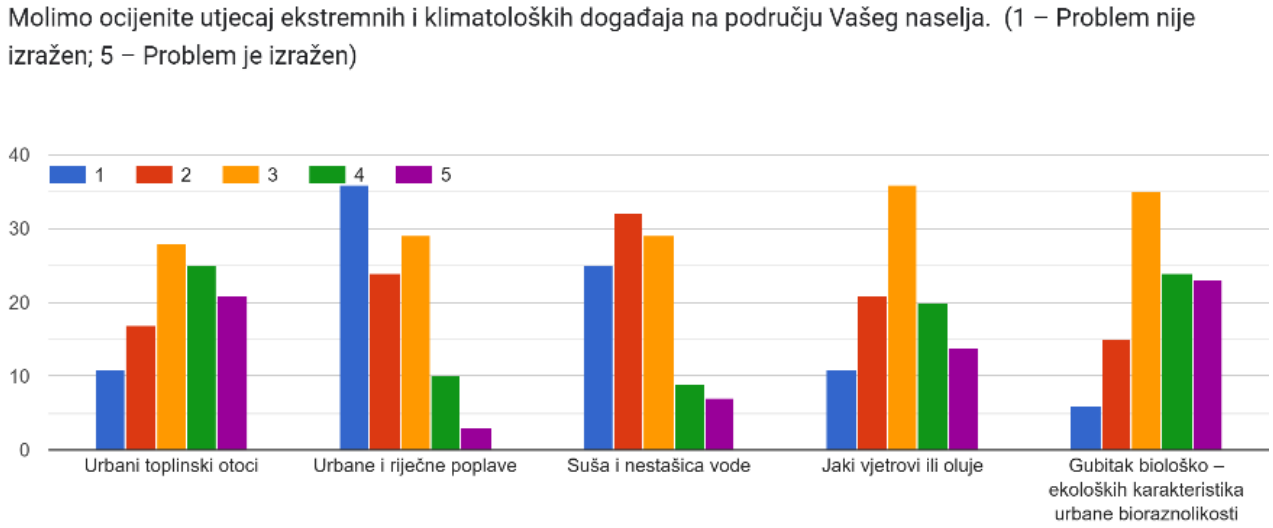


Grafički prikaz 5. Informiranost ispitanika o ključnim pojmovima klimatskih promjena i upravljanja rizicima

Ispitanici su izrazili stupanj slaganja s tvrdnjama o promjeni klime na skali od 1 (uopće se ne slažem) do 5 (izrazito se slažem). Rezultati ukazuju na to da velika većina prepoznaje postojanje klimatskih promjena, ali postoje varijacije u stavovima o njihovim uzrocima.. Tvrdnja da se svjetska klima uopće nije mijenjala naišla je na najveći otpor ispitanika. Čak 78,9 % ispitanika odbacuje ovu tvrdnju (ocjene 1 i 2), dok se tek 13,5 % slaže s idejom o nepromjenjivosti klime. Najveći udio ispitanika, njih 53,9 %, slaže se s tvrdnjom da su promjene klime prvenstveno uzrokovane ljudskim djelovanjem (ocjene 4 i 5). Nasuprot tome, teoriju o isključivo prirodnim procesima podržava tek 26,9 % sudionika istraživanja. Zanimljivo je da je stav o podjednakom utjecaju prirode i čovjeka podijelio ispitanike – 43,3 % se slaže s tim kompromisnim stavom, dok se trećina ispitanika (32,7 %) s njim ne slaže, što ukazuje na određenu polarizaciju u percepciji težine ljudskog utjecaja.

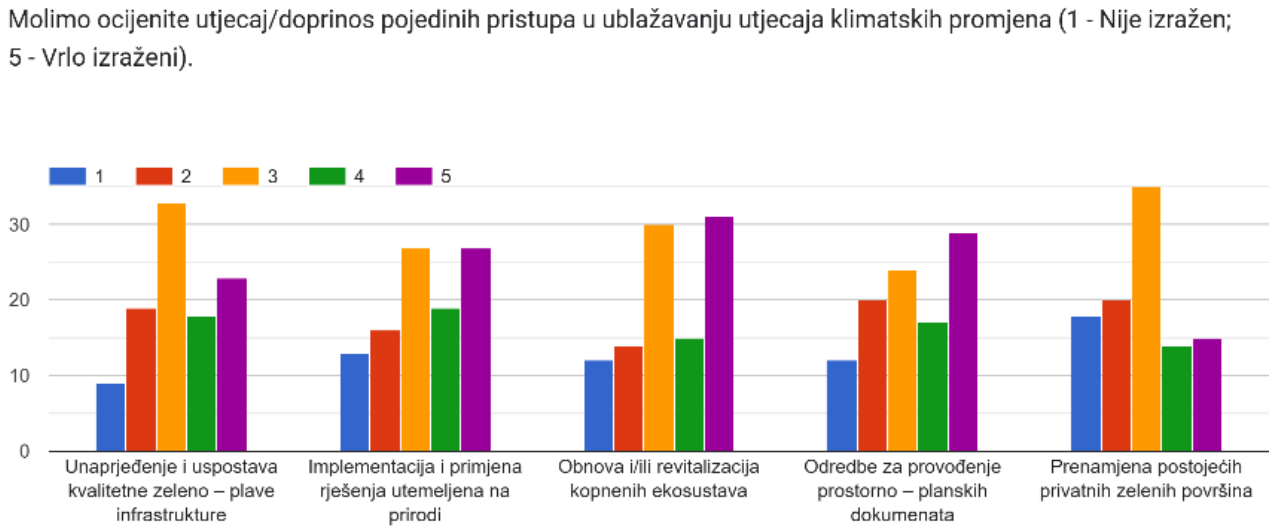


Grafički prikaz 6. Stavovi ispitanika o postojanju i uzrocima klimatskih promjena



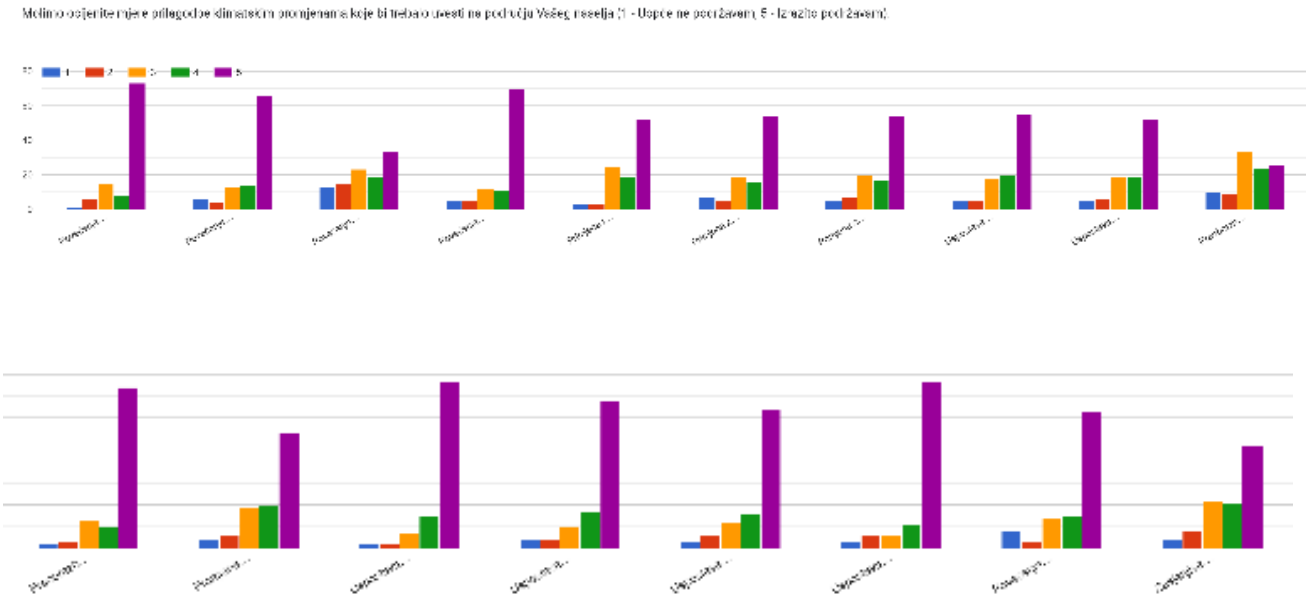
Grafički prikaz 7. Percepcija izraženosti klimatskih ugroza na području naselja ispitanika

U okviru procjene lokalnih rizika, ispitanici su ocjenjivali mjeru u kojoj su određeni klimatski događaji izraženi u njihovim naseljima (1 – problem nije izražen; 5 – problem je jako izražen). Rezultati ukazuju na to da se najvećim izazovima smatraju gubitak urbane bioraznolikosti i javljanje toplinskih otoka. Kao najizraženiji problem ističe se gubitak biološko-ekoloških karakteristika urbane bioraznolikosti, kojeg 45,2 % ispitanika ocjenjuje visokim ocjenama (4 i 5). Odmah uz njega su urbani toplinski otoci, koje 44,2 % ispitanika prepoznaje kao značajan problem u svom okruženju. Jaki vjetrovi i oluje predstavljaju umjerenu ugrozu prema percepciji građana – iako dominira srednja ocjena (34,6 %), trećina ispitanika smatra ovaj problem izraženim. S druge strane, suša i nestašica vode percipiraju se kao manji rizik, s obzirom na to da više od polovice ispitanika (54,8 %) smatra da taj problem nije izražen ili je slabo izražen. Zanimljivo je da su urbane i riječne poplave ocijenjene kao najmanja prijetnja. Čak 57,7 % ispitanika smatra da ovaj problem u njihovom naselju nije izražen, dok samo 12,5 % ispitanika pokazuje visoku razinu zabrinutosti zbog poplava.



Grafički prikaz 8. Procjena doprinosa različitih pristupa u ublažavanju klimatskih promjena

Ispitanici su ocjenjivali doprinos različitih strateških pristupa u ublažavanju klimatskih promjena na skali od 1 (nije izražen) do 5 (vrlo izražen). Rezultati sugeriraju da građani najveći potencijal vide u izravnim intervencijama u prirodne sustave i prostornom planiranju. Najveći doprinos pripisuje se obnovi i revitalizaciji kopnenih ekosustava, koju 44,2 % ispitanika ocjenjuje visokim ocjenama (4 i 5). Slijedi implementacija rješenja utemeljenih na prirodi (44,2 % visokih ocjena), što ukazuje na to da su građani prepoznali važnost biološke komponente u urbanom planiranju. Unaprjeđenje zeleno-plave infrastrukture te strože odredbe u prostorno-planskoj dokumentaciji dobili su podjednaku potporu (44,2 % ispitanika smatra njihov doprinos izraženim ili vrlo izraženim). Visoka ocjena prostorno-planske dokumentacije sugerira da građani prepoznaju institucionalno planiranje kao ključan alat za dugoročnu zaštitu prostora. Najmanji doprinos ispitanici pripisuju prenamjeni postojećih privatnih zelenih površina, gdje je zabilježen najveći udio suzdržanih (34,6 % s ocjenom 3) te značajan udio onih koji smatraju da je utjecaj ovog pristupa nizak (36,5 % s ocjenama 1 i 2).

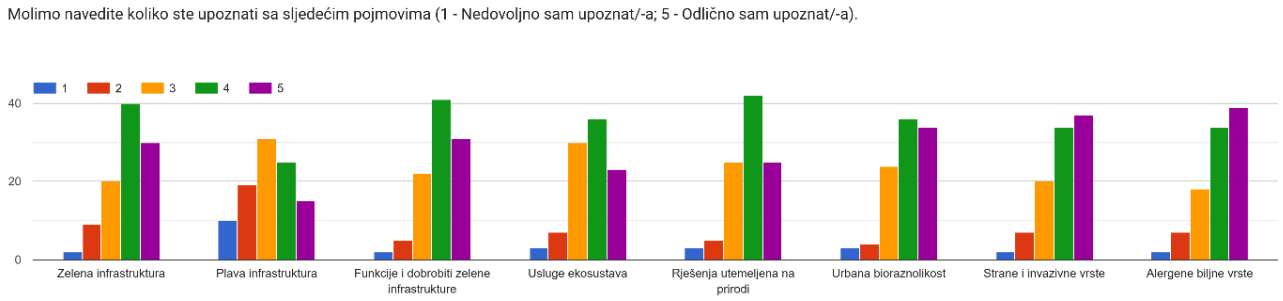


Grafički prikaz 9. Podrška specifičnim mjerama prilagodbe klimatskim promjenama.

Ispitanici su ocjenjivali razinu podrške za uvođenje specifičnih mjera prilagodbe na području svojih naselja (1 – uopće ne podržavam; 5 – izrazito podržavam). Rezultati ukazuju na izrazito visoku ambiciju građana prema ozelenjivanju urbanog prostora, s posebnim naglaskom na parkovne površine i drvorede. Građani najviše podržavaju uspostavu džepnih i kvartovskih parkova (88,5 % podrške – ocjene 4 i 5) te uspostavu zelenih promenada i drvoreda (84,6 %). Visoku razinu prioriteta imaju i povećanje udjela vegetacije na javnim površinama i trgovima (77,9 %), gospodarskim zonama (77,9 %) te općenita preobrazba i povećanje udjela zelenih površina (80,8 %). Postoji snažna potpora za implementaciju suvremenih rješenja poput kišnih vrtova (72,1 %), zelenih krovova i zidova (cca 68 %) te zamjenu podloga propusnim popločenjima (68,3 %). Također, 70,2 % ispitanika podržava promjene u prostorno-planskoj dokumentaciji kojom bi se unaprijedile mjere ozelenjavanja i razvoja zelene infrastrukture. Mjere s umjerenom ili podijeljenom podrškom: Najmanju, iako i dalje značajnu podršku, ispitanici su iskazali prema povećanju pješačkih površina na račun parkirnih mjesta (50 % podrške), što ukazuje na osjetljivost pitanja prometne infrastrukture. Također, uspostava retencijskih jezera (48,1 %) te povećanje udjela pješačkih površina bilježe nešto veći udio suzdržanih ispitanika (ocjena 3).

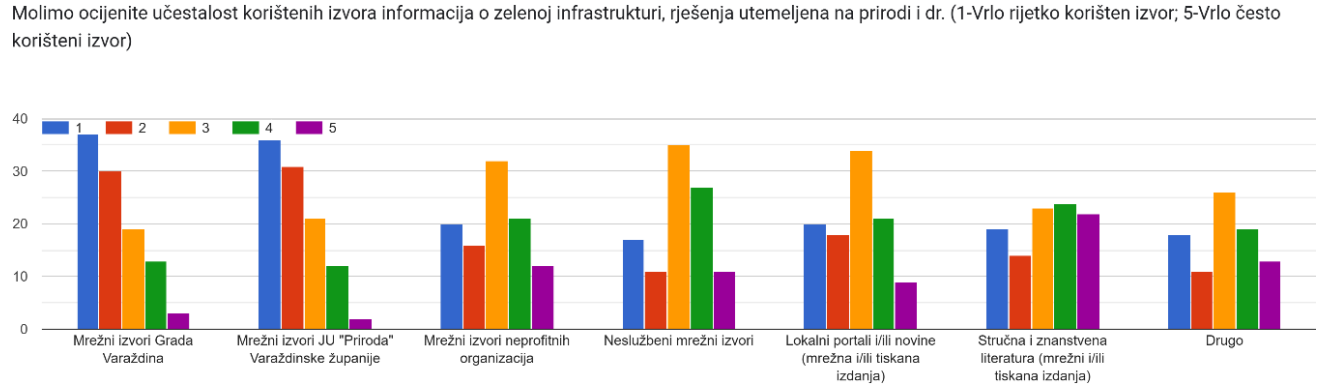
II.2. ZELENA INFRASTRUKTURA I RJEŠENJA UTEMELJENA NA PRIRODI

U ovom dijelu istraživanja ispitanici su ocjenjivali svoje poznavanje stručnih pojmova povezanih sa zelenom infrastrukturom i rješenjima utemeljenih na prirodi (1 - Nedovoljno sam upoznat/-a; 5 - Odlično sam upoznat/-a). Rezultati ukazuju na solidnu razinu informiranosti, ali i na jasnu distinkciju između poznavanja bioloških pojmova i infrastrukturnih rješenja. Najveći stupanj izvrsnog poznavanja (ocjena 4 i 5) zabilježen je kod alergenih biljnih vrsta (70,2 %) i stranih/invazivnih vrsta (68,3 %). Također, urbana bioraznolikost se ističe kao pojam s kojim je preko 67 % ispitanika vrlo dobro ili odlično upoznato. Ovo sugerira da je javnost senzibilizirana na izravne ekološke faktore koji utječu na njihovo zdravlje i neposredni okoliš. Većina ispitanika (67,3 %) smatra se vrlo dobro ili odlično upoznatima s pojmom zelene infrastrukture te njezinim funkcijama i dobrobitima (69,2 %). Poznavanje rješenja utemeljenih na prirodi (64,4 %) i usluga ekosustava (56,7 %) također je na visokoj razini, što ukazuje na kvalitetnu podlogu za prihvaćanje novih smjerova razvoja Grada. Najslabije poznavanje zabilježeno je kod termina plava infrastruktura. Manje od polovice ispitanika (38,4 %) svoje znanje ocjenjuje visokim ocjenama, dok je značajnih 27,9 % ispitanika priznalo slabo ili nedovoljno poznavanje ovog pojma (ocjene 1 i 2). S obzirom na važnost plave infrastrukture za Varaždin, postoji jasan prostor za dodatnu edukaciju o važnosti vodnih resursa u sklopu gradske infrastrukture.



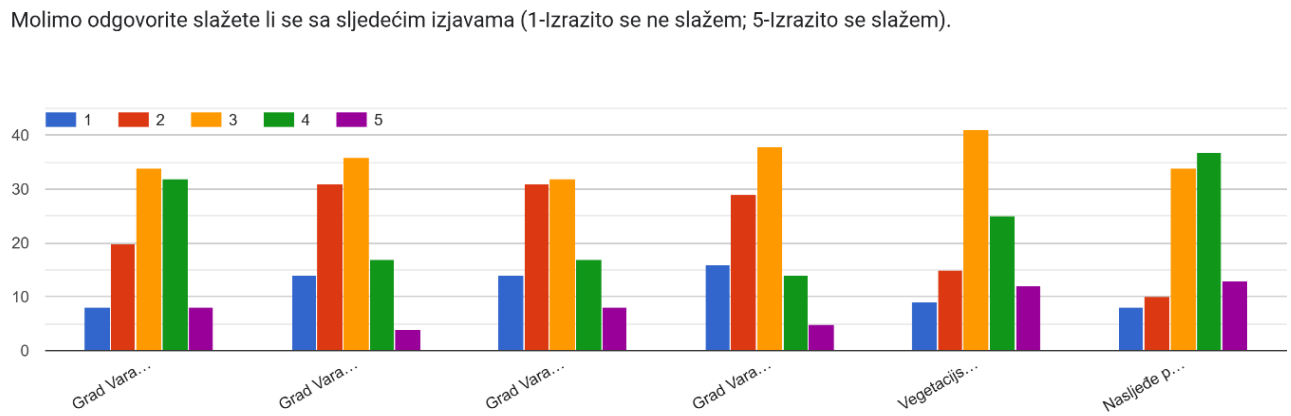
Grafički prikaz 10. Razina informiranosti ispitanika o konceptima zelene i plave infrastrukture te bioraznolikosti.

Analizirani su kanali putem kojih se građani informiraju o zelenoj infrastrukturi i rješenjima utemeljenima na prirodi (1 – vrlo rijetko; 5 – vrlo često). Rezultati ukazuju na to da ispitanici preferiraju stručne i neovisne izvore nad službenim institucionalnim kanalima. Najkorišteniji izvor informacija je stručna i znanstvena literatura, koju često ili vrlo često koristi 44,2 % ispitanika. Slijede neslužbeni mrežni izvori (36,5 %) te neprofitne organizacije (31,7 %), što sugerira da su građani aktivni u samostalnom istraživanju tema održivog razvoja.
Lokalni portali i novine služe kao primarni izvor za 28,8 % ispitanika, dok njih 32,7 % taj izvor koristi povremeno (ocjena 3), što ih svrstava u sredinu ljestvice po učestalosti korištenja. Najmanju učestalost korištenja bilježe službeni kanali. Mrežni izvori Grada Varaždina često su korišteni kod svega 15,4 % ispitanika, dok mrežne stranice Javne ustanove Priroda Varaždinske županije koristi tek 13,5 % građana. Čak 64,4 % ispitanika rijetko ili vrlo rijetko (ocjene 1 i 2) posjećuje službene gradske stranice radi informiranja o ovim specifičnim temama.



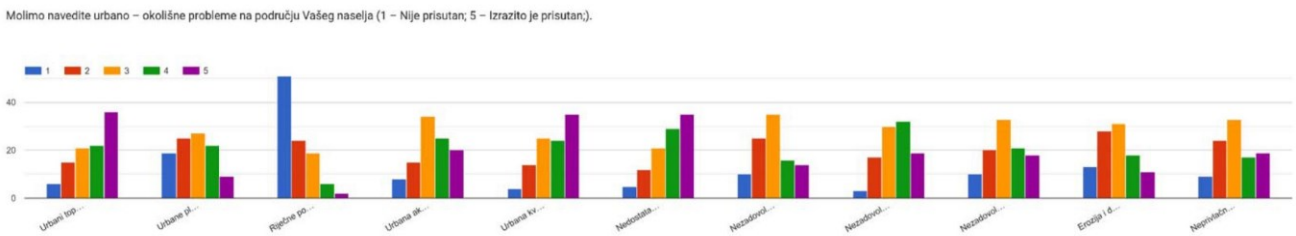
Grafički prikaz 11. Učestalost korištenja izvora informacija o zelenoj i plavoj infrastrukturi

U ovom su dijelu istraživanja ispitanici ocjenjivali vizualna i funkcionalna obilježja Varaždina kao „zelenog grada“ (1 – izrazito se ne slažem; 5 – izrazito se slažem). Rezultati ukazuju na to da građani prepoznaju povijesnu vrijednost prostora, ali uočavaju ozbiljne nedostatke u suvremenom planiranju i opremanju. Najveći stupanj suglasnosti ispitanici su iskazali oko tvrdnje da je nasljeđe parkovne arhitekture baštinjeno i očuvano. Visokih 48,1 % ispitanika slaže se ili izrazito slaže s ovom tvrdnjom, što potvrđuje da Varaždinci i dalje percipiraju povijesne perivoje kao ključnu vrijednost gradskog identiteta. Tvrdnju da grad ima prepoznatljiva obilježja zelenog identiteta podržava 38,5 % ispitanika, dok je značajan udio (32,7 %) suzdržan, što ukazuje na to da opća slika grada polako gubi svoj nekadašnji dominantni "zeleni" predznak. Najniže ocjene zabilježene su kod funkcionalnih aspekata. Svega 20,2 % ispitanika smatra da grad ima prepoznatljivu mrežu međusobno povezanih zelenih površina, dok se čak 43,3 % s tom tvrdnjom ne slaže. Slično tome, prepoznatljiva vegetacijska obilježja (24 % podrške) i ujednačenost urbane opreme (18,3 % podrške) percipiraju se kao nedovoljno razvijeni ili neusklađeni elementi prostora. Iako su kritični prema trenutnom stanju, 35,6 % ispitanika prepoznaje da vegetacijska obilježja doprinose čitljivosti i orijentaciji u prostoru, dok je najveći dio ispitanika (39,4 %) po tom pitanju neutralan.



Grafički prikaz 12. Stavovi ispitanika o identitetskim i funkcionalnim obilježjima zelenila u Varaždinu

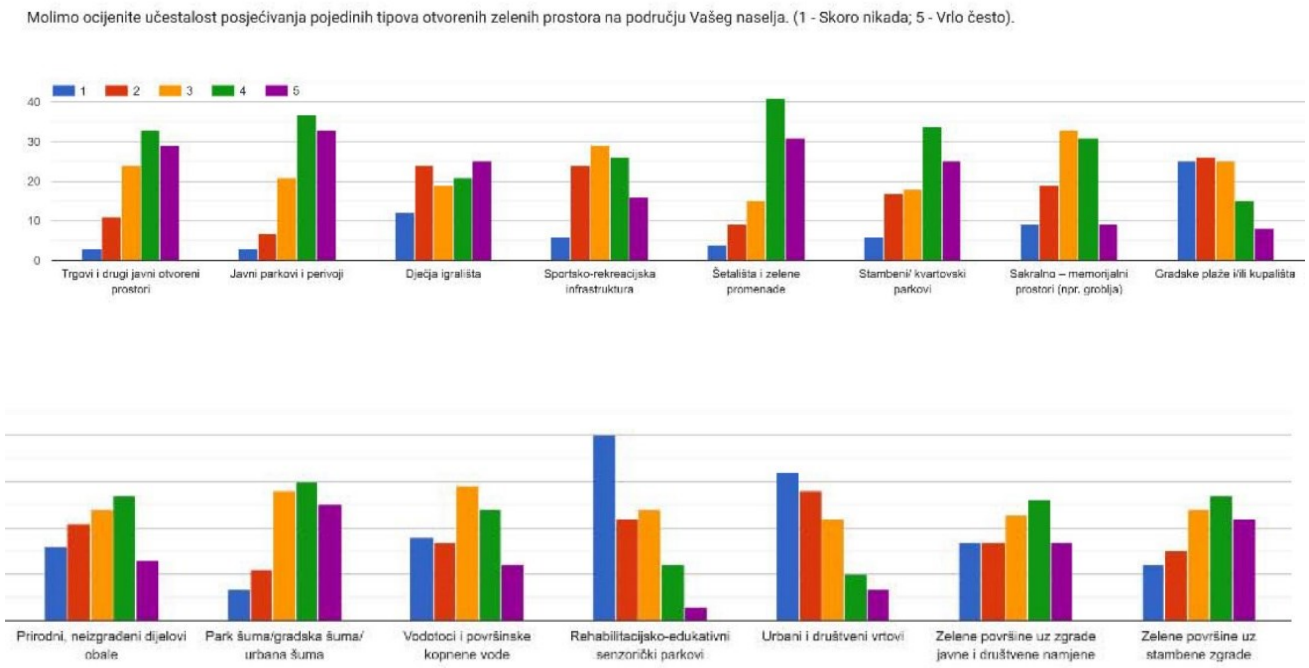
Ispitanici su ocjenjivali prisutnost različitih urbano-okolišnih problema u svojim naseljima na skali od 1 (nije prisutan) do 5 (izrazito prisutan). Odgovori ukazuju na snažnu korelaciju između urbanizacije i pada kvalitete života koji se očituju kroz pojavu urbanih toplinskih otoka i pada kvalitete zraka. Kao najizraženiji problemi ističu se urbana kvaliteta zraka (56,7 % ispitanika dalo je ocjene 4 i 5) te urbani toplinski otoci (55,8 %). Tik uz njih nalazi se nedostatak kvalitetno uređenih zelenih površina (61,5 % visokih ocjena), što potvrđuje da građani ne samo da osjećaju negativne utjecaje klime, već i izravno povezuju te probleme s nedostatkom adekvatne zelene infrastrukture. Degradacija akustičnih kvaliteta (buka prometa i industrije) predstavlja problem za 43,3 % ispitanika, dok gotovo polovica (49 %) smatra da je biološko-ekološka kvaliteta postojećih zelenih površina (bioraznolikost) nezadovoljavajuća. Ovi podaci sugeriraju da postojeća zelenila ne ispunjavaju svoju funkciju barijere protiv buke niti pružaju utočište za bioraznolikost. Dok se urbane poplave percipiraju kao umjeren problem (29,8 % podrške), riječne poplave se smatraju gotovo zanemarivom prijetnjom (svega 7,7 % visokih ocjena). Kvaliteta plave infrastrukture (35,6 %) i degradacija tla (27,9 %) smješteni su u zonu umjerene izraženosti. Više od trećine ispitanika smatra da su javne površine neprivlačne ili nesigurne (34,6 %), a sličan postotak (37,5 %) izražava nezadovoljstvo osvjetljenjem zelenih zona, što ukazuje na potrebu za boljim funkcionalnim opremanjem prostora.



Grafički prikaz 13. Percepcija prisutnosti urbano-okolišnih problema u naseljima

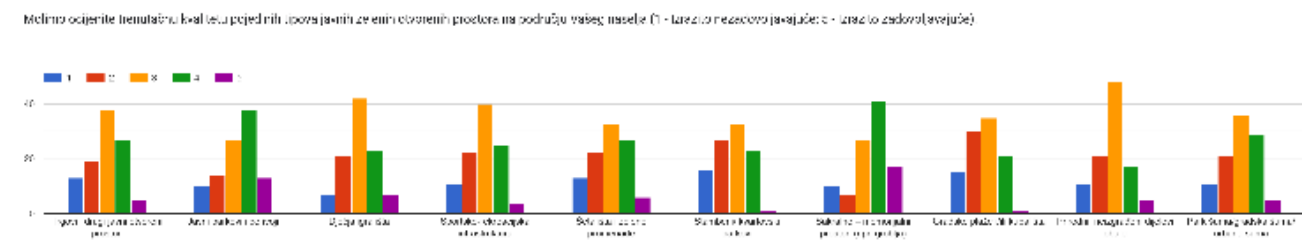
U sklopu analize navika stanovništva, ispitanici su ocjenjivali učestalost posjećivanja različitih tipova zelenih i javnih prostora (1 – skoro nikada; 5 – vrlo često). Dobiveni podaci jasno ocrtavaju primarna mjesta posjećivanja

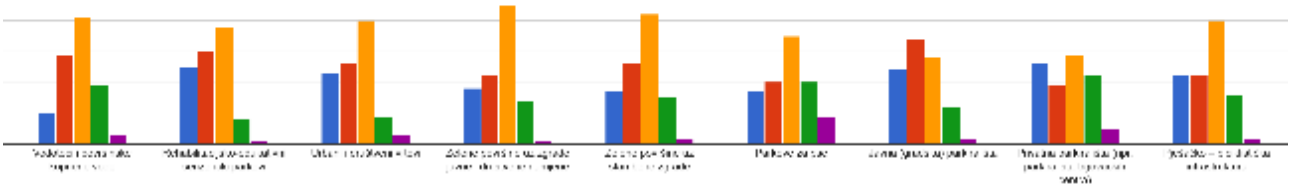
i korištenja javnih (zelenih) prostora u naseljima ispitanika. Najposjećeniji prostori u gradu su šetališta i zelene promenade (69,2 % visokih ocjena) te javni parkovi i perivoji (67,3 %). Ovi podaci potvrđuju važnost linearnih zelenih sustava i velikih parkovnih cjelina za svakodnevnu rekreaciju i kretanje građana. Visoku frekvenciju posjećenosti bilježe i trgovi (59,6 %) te stambeni/kvartovski parkovi (56,7 %). Rezultati ukazuju na to da se život grada podjednako odvija u reprezentativnom centru i u neposrednoj blizini mjesta stanovanja, što opravdava ulaganja u zelenilo mikrolokacija. Značajan udio građana redovito koristi urbane šume i park šume (52,9 %), dok su prirodni, neizgrađeni dijelovi obale (38,5 %) te vodotoci (34,6 %) nešto rjeđe posjećeni, vjerojatno zbog slabije pristupačnosti ili nedostatka prateće infrastrukture. Najnižu učestalost posjećivanja bilježe rehabilitacijsko-edukativni senzorički parkovi (svega 14,4 % visokih ocjena) te urbani i društveni vrtovi (16,3 %). Ovi tipovi prostora, iako strateški važni, trenutno imaju vrlo specifičnu i užu bazu korisnika ili su u gradu nedovoljno zastupljeni.



Grafički prikaz 14. Učestalost posjećivanja različitih tipova javnih i zelenih prostora.

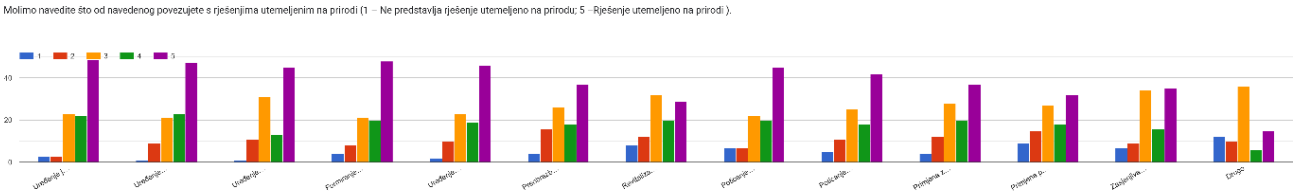
Ispitanici su ocjenjivali kvalitetu različitih tipova prostora na skali od 1 (izrazito nezadovoljavajuće) do 5 (izrazito zadovoljavajuće). Rezultati ukazuju na to da visoka frekvencija posjećivanja ne korelira uvijek s visokim zadovoljstvom kvalitetom, što upućuje na potrebu za ciljanom obnovom. Najvišu razinu zadovoljstva (ocjene 4 i 5) ispitanici iskazuju prema sakralno-memorijalnim prostorima (grobljima) s visokih 55,8 %. Slijede javni parkovi i perivoji s 49 % podrške, što potvrđuje da su povijesne zelene jezgre i dalje najkvalitetniji dijelovi gradskog tkiva. Najniže ocjene kvalitete dobila su javna gradska parkirališta, gdje je čak 55,8 % ispitanika izrazilo nezadovoljstvo (ocjene 1 i 2). Slijedi pješačko-biciklistička infrastruktura (42,3 % nezadovoljnih) te zelene površine uz stambene zgrade (41,3 %), što ukazuje na to da razvoj infrastrukture ne prati estetske i ekološke standarde koje građani očekuju. Iako su često posjećeni, stambeni i kvartovski parkovi dobili su niske ocjene kvalitete (svega 23,1 % zadovoljnih), uz prevladavajuću srednju ocjenu 3. Sličan trend osrednjosti i nezadovoljstva prati i zelene promenade te vodotoke, gdje građani vide veliki prostor za napredak. Senzorički parkovi i urbani vrtovi bilježe izrazito visok postotak nezadovoljstva (preko 45 % loših ocjena), što sugerira da postojeća rješenja u gradu ne ispunjavaju svoju funkciju ili su zapuštena.





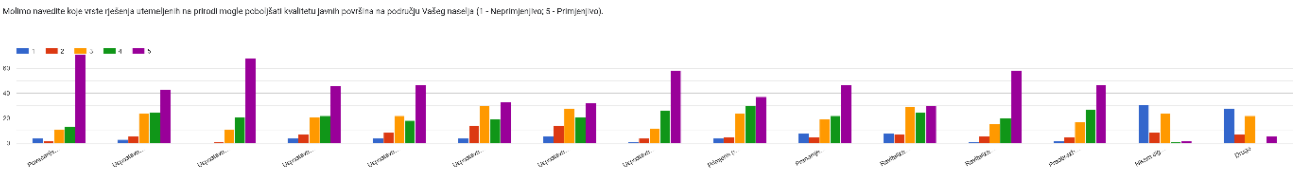
Grafički prikaz 15. Zadovoljstvo kvalitetom javnih zelenih i otvorenih prostora

Ispitanici su ocjenjivali u kojoj mjeri određeni zahvati predstavljaju rješenja utemeljena na prirodi (1 – ne predstavlja; 5 – izrazito predstavlja). Visoke ocjene u gotovo svim kategorijama ukazuju na to da građani Varaždina posjeduju napredno razumijevanje ekoloških funkcija urbanog prostora. Najveći broj ispitanika NbS izravno povezuje s uređenjem javnih zelenih površina (68,3 % visokih ocjena 4 i 5) te formiranjem džepnih parkova (65,4 %) i kvartovskih parkova (67,3 %). Ovi se prostori percipiraju kao primarni nositelji prirodnih rješenja u gradu. Iznimno je značajno da građani prepoznaju specifične ekološke procese kao NbS. Čak 62,5 % ispitanika prepoznaje poticanje oprašivača (cvjetne livade) kao ključno rješenje, dok 62,5 % isto misli za uređenje zelenih promenada. Također, visok stupanj prepoznavanja bilježe kišni vrtovi i drenažne jaruge (bioswales) (55,8 %), što ukazuje na to da su ispitanici upoznati i s modernim metodama upravljanja oborinskim vodama. Nešto nižu, ali i dalje značajnu razinu prepoznavanja NbS-a nalazimo kod zelenih krovova i zidova (54,8 %) te preobrazbe infrastrukturnih površina poput ulica i parkirališta (52,9 %). Najmanji, iako i dalje natpolovičan stupanj prepoznavanja, zabilježen je kod primjene propusnih obloga (48,1 %) i zasjenjivanja s višim albedom (49 %), što sugerira da se ovi elementi češće doživljavaju kao tehničko-građevinska, a rjeđe kao rješenja utemeljena na prirodi.



Grafički prikaz 16. Razina prepoznavanja pojedinih zahvata kao rješenja utemeljenih na prirodi (NbS).

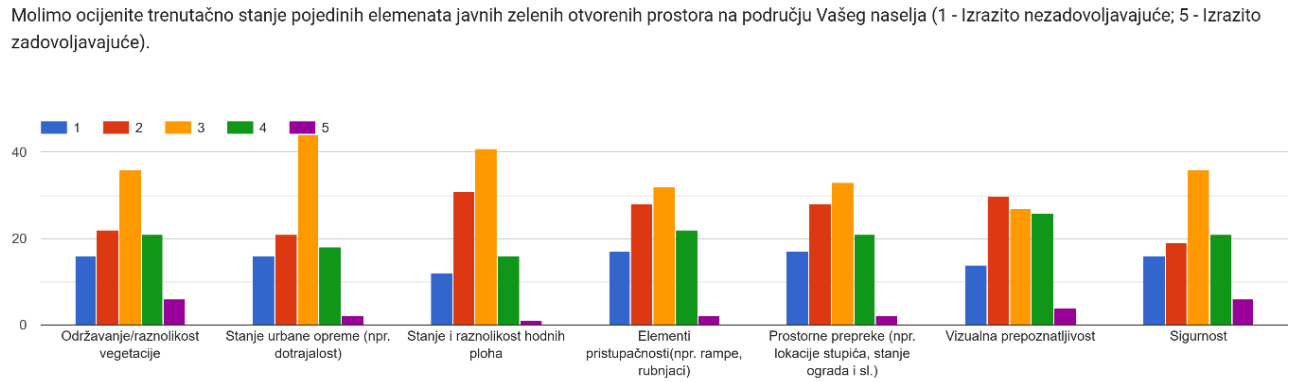
Ispitanici su ocjenjivali primjenjivost specifičnih rješenja utemeljenih na prirodi kao alata za poboljšanje kvalitete javnih površina (1 – neprimjenjivo; 5 – izrazito primjenjivo). Visoke ocjene ukazuju na to da građani prioritet daju rješenjima koja pružaju neposrednu mikroklimatsku korist i estetsku vrijednost. Najveći stupanj primjenjivosti ispitanici vide u povećanju udjela stablašica (80,8 % podrške – ocjene 4 i 5) te uspostavi malih džepnih i kvartovskih parkova (85,6 %). Ova rješenja percipiraju se kao najučinkovitiji način za brzu transformaciju kvalitete života u naseljima. Visoku razinu primjenjivosti građani vide u revitalizaciji stambenih parkova uz višestambene zgrade (75 %) te uspostavi zelenih koridora i promenada (80,8 %). Također, preobrazba infrastrukturnih površina (71,1 %) i primjena propusnih obloga (64,4 %) prepoznati su kao nužni koraci u modernizaciji gradskog prostora. Građani pokazuju veliku otvorenost prema novim konceptima poput cvjetnih livada (66,3 % podrške), zelenih krovova (62,5 %) i urbanih voćnjaka (65,4 %). Nešto manja, ali i dalje značajna podrška, iskazana je prema tehničkim rješenjima za odvodnju, kao što su kišni vrtovi (50 %) i drenažne jaruge (51 %), što sugerira da se ta rješenja doživljavaju kao specifičnija i manje univerzalna od klasičnog ozelenjivanja. Činjenica da je svega 2,9 % ispitanika izjavilo da "nisu sigurni" u primjenjivost ovih rješenja, dok je 30 % njih izrazito sigurno u suprotno, potvrđuje da je uzorak ispitanika vrlo profiliran i uvjeren u prednosti NbS-a.



Grafički prikaz 17. Procjena primjenjivosti različitih tipova NbS rješenja u naseljima ispitanika

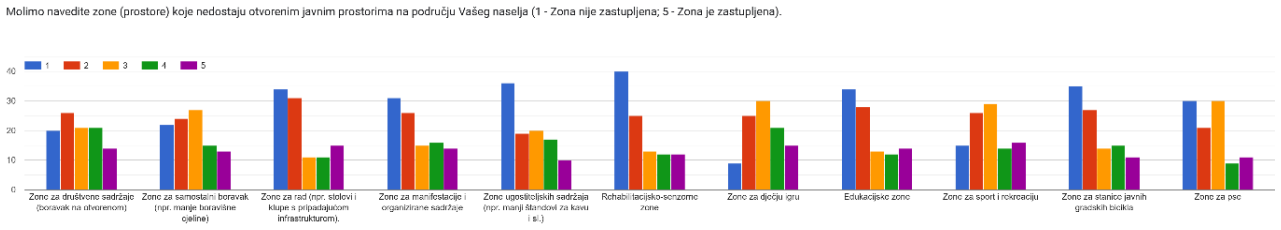
II. 3. OPĆENITA KVALITETA I OPREMLJENOST OTVORENIH POVRŠINA

U ovom dijelu ispitanici su ocjenjivali trenutačno stanje ključnih elemenata opreme i infrastrukture (1 – izrazito nezadovoljavajuće; 5 – izrazito zadovoljavajuće). Odgovori sugeriraju da su javne površine funkcionalno dotrajale te da im nedostaje suvremen pristup oblikovanju i održavanju. Dominantna ocjena za većinu elemenata je srednja (3), što ukazuje na prosječnu razinu održavanja koja ne zadovoljava visoke kriterije građana. Održavanje i raznolikost vegetacije pozitivno ocjenjuje tek 26 % ispitanika, dok je stanje urbane opreme (klupe, koševi i sl.) zadovoljavajuće za svega 19,2 % sudionika, uz značajan udio onih koji je smatraju dotrajalom (35,6 %). Posebno su nisko ocijenjeni elementi pristupačnosti (rampe i rubnjaci) te prostorne prepreke, gdje je preko 43 % ispitanika iskazalo nezadovoljstvo. Sličan negativan trend prati i stanje hodnih ploha, koje samo 16,3 % ispitanika smatra kvalitetnima, dok ih čak 41,3 % ocjenjuje nezadovoljavajućima. Vizualna prepoznatljivost prostora podijelila je ispitanike – dok je 28,8 % vidi kao kvalitetnu, 42,3 % smatra da prostori nemaju jasan identitet. Osjećaj sigurnosti u zelenim zonama također je narušen; svega 26 % ispitanika osjeća se potpuno sigurno, dok trećina (33,7 %) smatra da su sigurnosni aspekti (vjerojatno povezani s rasvjetom i preglednošću) na niskoj razini.



Grafički prikaz 18. Ocjena stanja javnih zelenih i otvorenih površina

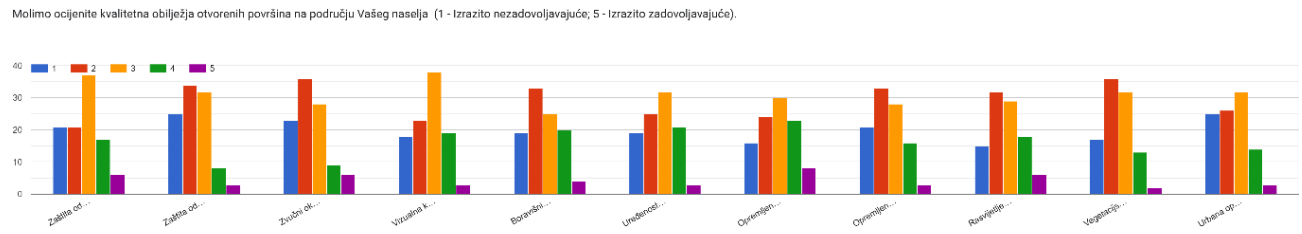
U ovoj cjelini ispitanici su procjenjivali zastupljenost specifičnih funkcionalnih zona u svojim naseljima (1 – zona nije zastupljena; 5 – zona je zastupljena). Rezultati ukazuju na to da većina naselja oskudijeva sadržajima koji nadilaze osnovnu funkciju prolaza ili kratkotrajnog boravka. Kao najveći deficiti ističu se zone za rad na otvorenom (stolovi s pripadajućom infrastrukturom) i edukacijske zone, koje preko 60 % ispitanika smatra nezastupljenima (ocjene 1 i 2). Također, zamjetan je nedostatak rehabilitacijsko-senzornih zona (62,5 %) te diskretnih ugostiteljskih sadržaja poput štandova za kavu (52,9 %), što ukazuje na nisku razinu multifunkcionalnosti prostora. Iako Varaždin slovi kao grad manifestacija, ispitanici smatraju da u njihovim naseljima nedostaju zone za organizirane sadržaje (54,8 % nezastupljenosti). Također, zabilježena je slaba pokrivenost stanicama javnih gradskih bicikala (59,6 %) te specifičnim zonama za pse (57,7 %). Najbolju zastupljenost, iako i dalje nedovoljnu, imaju zone za dječju igru (34,6 % smatra da su prisutne) te zone za sport i rekreaciju (28,8 %). Ipak, i kod ovih tradicionalnih sadržaja prevladava osjećaj nedorečenosti ili loše prostorne raspoređenosti.



Grafički prikaz 19. Percepcija zastupljenosti specifičnih tematskih zona u naseljima

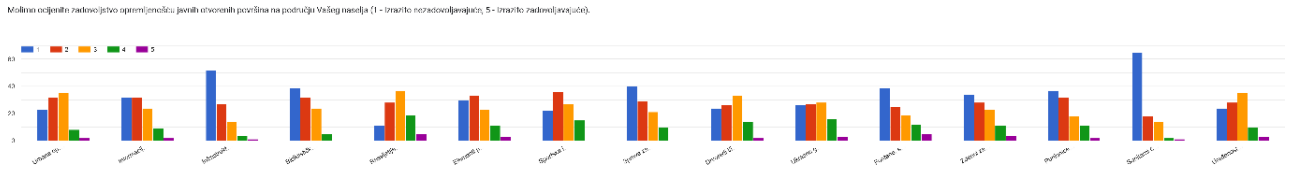
U ovom dijelu istraživanja ispitanici su ocjenjivali kvalitativne aspekte javnih površina na skali od 1 (izrazito nezadovoljavajuće) do 5 (izrazito zadovoljavajuće). Rezultati ukazuju na sustavne nedostatke u oblikovanju prostora koji bi trebali pružati zaštitu, udobnost i suvremene sadržaje. Najniže ocjene zabilježene su kod zaštite od neugodnih vanjskih utjecaja (vjetar, padaline, zagađenje, buka), gdje je čak 56,7 % ispitanika iskazalo

nezadovoljstvo. Slično tome, zvučni okoliš (ugodna razina buke) ocjenjuje negativnim visokih 56,7 % sudionika, što potvrđuje da javne površine ne služe kao učinkovite "zelene barijere" protiv urbane buke i prašine. Urbana oprema (dotrajalost i suvremenost) te vegetacijski elementi (održavanje i raznolikost) dobili su izrazito niske ocjene – preko 50 % ispitanika nezadovoljno je njihovim trenutačnim stanjem. Iako su dječja igrališta nešto bolje ocijenjena, sportsko-rekreacijska infrastruktura i dalje bilježi visok udio nezadovoljstva (51,9 % loših ocjena). Tek 23 % ispitanika smatra da su zone za sjedenje i boravak na otvorenom zadovoljavajuće kvalitete. Vizualna kvaliteta (pogledi bez barijera, rasvjeta) i opća uređenost prostora u "humanom mjerilu" također nisu dosegnule prag visoke prolaznosti, s prevladavajućom neutralnom ocjenom (3). Iako je zaštita od prometa relativno najbolje ocijenjena kategorija (22,1 % zadovoljnih), osjećaj sigurnosti narušava nezadovoljstvo rasvijetljenošću otvorenih površina, koju 45,2 % ispitanika smatra neadekvatnom.



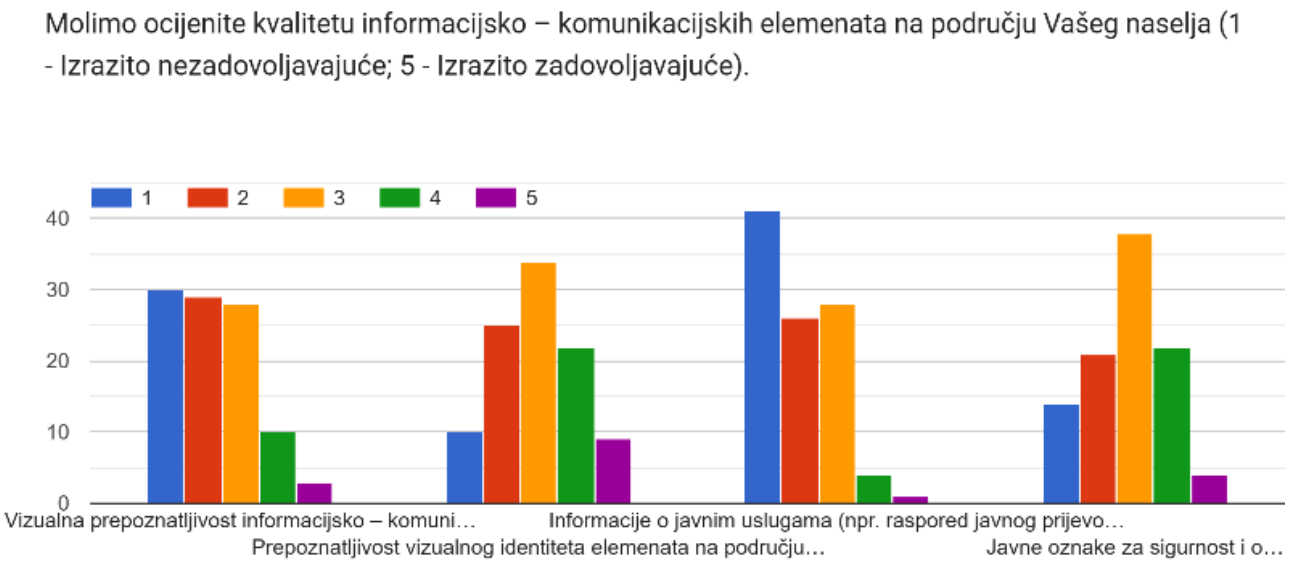
Grafički prikaz 20. Ocjena kvalitativnih obilježja otvorenih površina

U ovom dijelu ankete, ispitanici su ocjenjivali opremljenost javnih prostora specifičnim elementima (1 – izrazito nezadovoljavajuće; 5 – izrazito zadovoljavajuće). Rezultati ukazuju na sustavni nedostatak suvremene opreme i drugih sadržaja na javnim otvorenim površinama. Najlošije ocijenjen element u cijelom istraživanju su sanitarni čvorovi, kojima je čak 79,8 % ispitanika izrazito nezadovoljno (ukupno 80% loših ocjena). Slijedi infrastruktura za elektroničke uređaje (USB, utičnice) s 76 % nezadovoljstva, što Varaždin u očima građana udaljava od koncepta suvremenog „Smart Cityja“. Posebno su loši rezultati za biciklističku infrastrukturu, sportska igrališta i sprave za vježbanje, gdje nije zabilježena niti jedna najviša ocjena (5). Kod sprava za vježbanje nezadovoljstvo iznosi 66,3 %, dok kod biciklističke infrastrukture iznosi 68,3 %. Ni elementi poput zdenca za pitku vodu (59,6 % nezadovoljnih) i urbane opreme (klupe, stolovi – 52,9 % nezadovoljnih) ne zadovoljavaju potrebe građana. Čak i drvoredi, kao ključni element vizualnog identiteta, imaju više negativnih (48,1 %) nego pozitivnih ocjena (15,4 %). Rasvjeta je jedini element koji donekle balansira ocjene, s 23,1 % zadovoljnih ispitanika, iako i ovdje dominira osrednjost (ocjena 3) ili nezadovoljstvo (37,5 %).



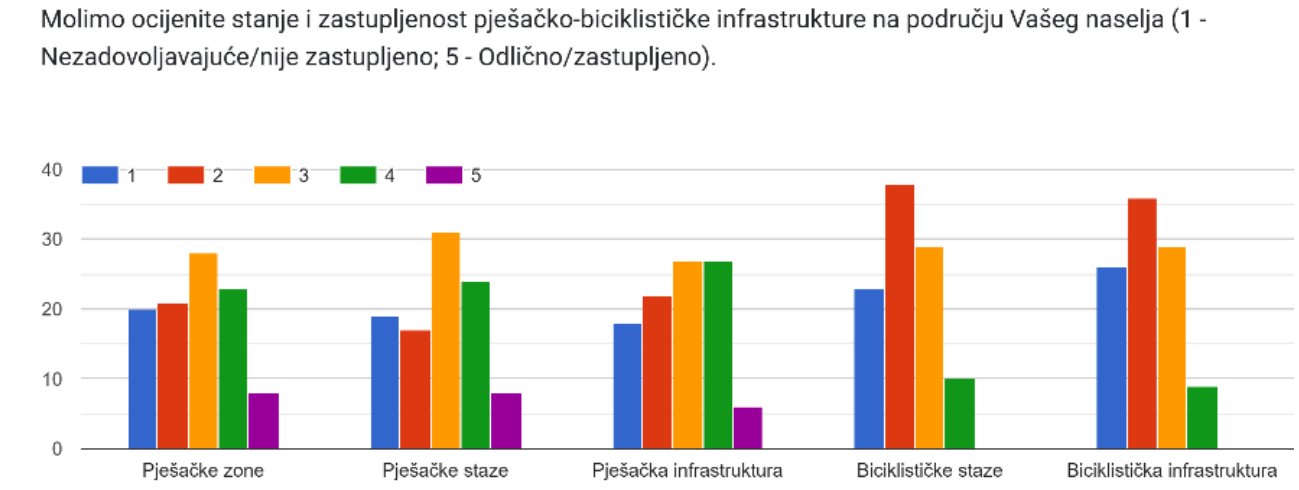
Grafički prikaz 21. Zadovoljstvo specifičnim elementima opreme na javnim zelenim površinama

U ovom dijelu analize, ispitanici su ocjenjivali kvalitetu informacijskih sustava u svojim naseljima (1 – izrazito nezadovoljavajuće; 5 – izrazito zadovoljavajuće). Rezultati ukazuju na ozbiljne nedostatke u pružanju osnovnih servisnih informacija građanima. Najniže ocjene zabilježene su kod informacija o javnim uslugama (npr. raspored javnog prijevoza). Čak 64,4 % ispitanika izrazilo je nezadovoljstvo (ocjene 1 i 2), od čega je 39,4 % dalo najnižu moguću ocjenu. Ovaj podatak sugerira da je sustav informiranja o javnom prijevozu gotovo nepostojeći ili potpuno nefunkcionalan. Vizualna prepoznatljivost informacijsko-komunikacijskih elemenata također je ocijenjena vrlo nisko – 56,7 % ispitanika smatra je nezadovoljavajućom. Iako su oznake ulica i putokazi nešto bolje pozicionirani (29,8 % zadovoljnih), prevladava osjećaj neusklađenosti i vizualnog nereda u prostoru. Relativno najbolje, ali i dalje tek osrednje, ocijenjene su javne oznake za sigurnost i prometni panoi. Njihovom kvalitetom zadovoljno je 25 % ispitanika, dok najveći udio (36,5 %) zauzimaju neutralni odgovori, što upućuje na to da su ovi elementi prisutni, ali ne ostavljaju dojam suvremenosti ili visoke kvalitete.



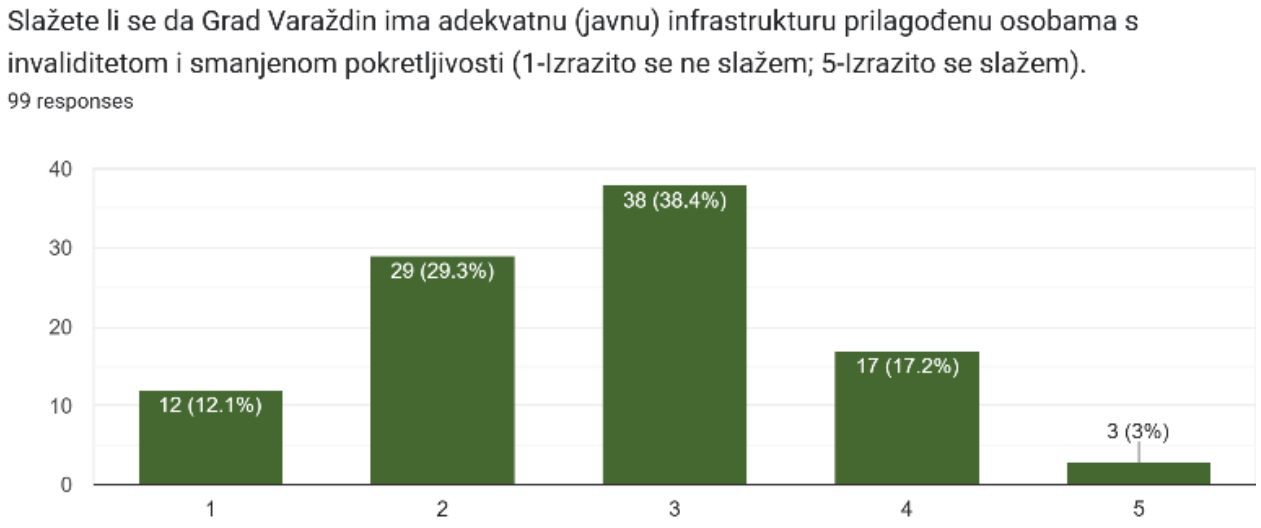
Grafički prikaz 22. Zadovoljstvo informacijsko-komunikacijskim elementima

U ovom dijelu ispitanici su ocjenjivali stanje i zastupljenost pješačko-biciklističke infrastrukture (1 – nezadovoljavajuće/nije zastupljeno; 5 – odlično/zastupljeno). Rezultati ukazuju na duboko nezadovoljstvo biciklističkom infrastrukturom te tek osrednju ocjenu pješačkih koridora. Rezultati za biciklističku infrastrukturu su alarmantni: niti jedan ispitanik (0 %) nije je ocijenio ocjenom „odlično“ (5). Čak 59,6 % ispitanika smatra da su biciklističke staze loše ili nezastupljene, a taj postotak raste na 59,7 % kada se ocjenjuje općenita biciklistička infrastruktura (parkirališta za bicikle, povezanost, sigurnost). Ovi podaci sugeriraju da trenutna mreža ne zadovoljava ni osnovne potrebe korisnika. Pješačke zone i staze ocijenjene su nešto bolje - oko 30 % ispitanika zadovoljno je pješačkim zonama i stazama (ocjene 4 i 5), dok najveći udio (cca 30 %) zauzimaju neutralni odgovori. Ipak, značajnih 40 % građana smatra pješačku infrastrukturu nezadovoljavajućom, što može ukazivati na probleme s održavanjem, širinom staza ili njihovim prekidima. Iako Varaždin slovi kao grad bicikala, visoki postotak nezadovoljstva (preko 60 % s ocjenama 1 i 2) ukazuje na to da biciklistička infrastruktura nije pratila suvremene standarde sigurnosti i povezanosti, što je ključna prepreka za razvoj održive mobilnosti.



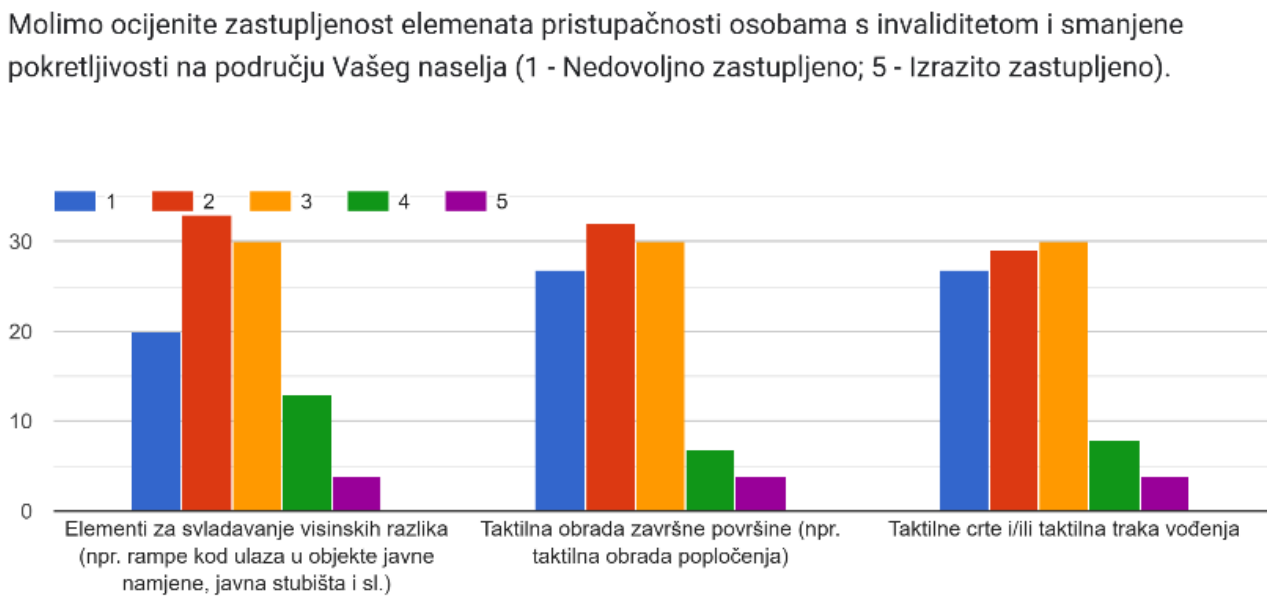
Grafički prikaz 23. Stanje i zastupljenost pješačko-biciklističke infrastrukture

U okviru analize inkluzivnosti javnih prostora, ispitanici su ocjenjivali adekvatnost (javne) infrastrukture prilagođene osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (1 – izrazito se ne slažem; 5 – izrazito se slažem). Rezultati ukazuju na izrazito nisko povjerenje u pristupačnost gradskih prostora. Više od trećine ispitanika, njih 39,4 %, izrazilo je neslaganje s tvrdnjom da je infrastruktura adekvatno prilagođena (ocjene 1 i 2). Najveći udio ispitanika (36,5 %) zauzeo je neutralan stav (ocjena 3), što može sugerirati da, iako određeni elementi postoje, oni nisu sustavno implementirani ili su u praksi teško upotrebljivi. Svega 19,2 % ispitanika smatra da je infrastruktura zadovoljavajuća (ocjene 4 i 5), pri čemu je zanemariv udio onih koji su dali najvišu ocjenu (2,9 %). Ovi podaci šalju jasnu poruku da trenutno stanje javnih površina, staza i pristupa zelenim zonama predstavlja barijeru za osobe s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (uključujući i starije osobe te roditelje s dječjim kolicima).



Grafički prikaz 24. Adekvatnost infrastrukture prilagođene osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti

U okviru ocjene inkluzivnosti javnog prostora, ispitanici su analizirali prisutnost specifičnih elemenata prilagođenih osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (1 – nedovoljno zastupljeno; 5 – izrazito zastupljeno). Rezultati ukazuju na sustavni deficit elemenata koji omogućuju neovisno kretanje u urbanom okruženju. Čak 51 % ispitanika smatra da su rampe i slični elementi kod ulaza u objekte javne namjene i na stubištima nedovoljno zastupljeni (ocjene 1 i 2). Tek 16,3 % ispitanika vidi ove elemente kao adekvatno prisutne, što ukazuje na ozbiljne fizičke barijere u svakodnevnom kretanju. Najniže ocjene zabilježene su kod elemenata za slijepe i slabovidne osobe. Čak 56,7 % ispitanika smatra da je taktilna obrada popločenja nedovoljna, dok se 53,8 % njih slaže da taktilne crte i trake vođenja gotovo uopće nisu zastupljene. Značajan udio najnižih ocjena (1) kod taktilne obrade (26 %) i traka vođenja (26 %) potvrđuje da ovi elementi u većini naselja praktički ne postoje. Prevladavajuća neutralna ocjena (cca 29 %) kod svih kategorija ukazuje na to da su ovi elementi toliko rijetki da ih značajan dio građana uopće ne primjećuje u svom okruženju.



Grafički prikaz 25. Zastupljenosti elemenata pristupačnosti osobama s invaliditetom ili slabijom pokretljivosti

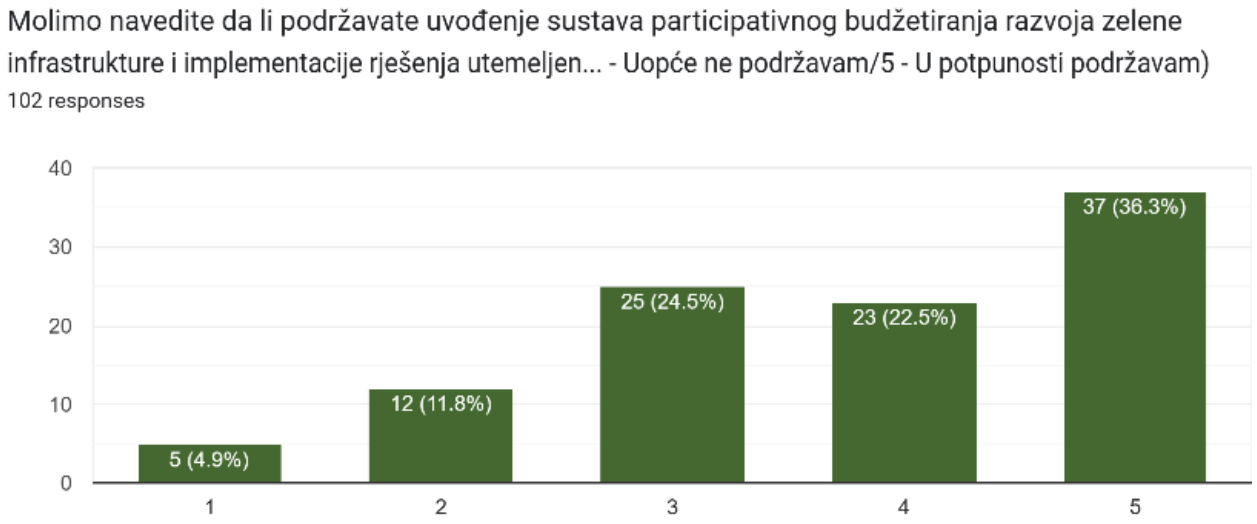
III. POTREBE GRAĐANA I PRIORITETI ULAGANJA

U ovom dijelu istraživanja ispitanici su ocjenjivali adekvatnost dosadašnjih ulaganja Grada Varaždina u razvoj zelene infrastrukture i mjere prilagodbe klimatskim promjenama (1 – uopće se ne slažem; 5 – u potpunosti se slažem). Odgovori odražavaju kritičan stav javnosti prema dinamici i opsegu investicija. Gotovo polovica ispitanika, njih 48,1 %, izrazila je neslaganje s tvrdnjom da Grad ulaže dovoljno sredstava (ocjene 1 i 2). Posebno je značajan udio onih koji se „uopće ne slažu“ (25 %), što može ukazivati na percepciju stagnacije ili nedovoljne ambicioznosti gradske uprave u razvoj zelene infrastrukture i mjere prilagodbe klimatskim promjenama. Trećina ispitanika (36,5 %) zauzela je neutralan stav (ocjena 3), što se može tumačiti kao prepoznavanje određenih napora, ali i kao nedostatak vidljivih, kapitalnih projekata koji bi značajnije promijenili sliku grada. Svega 13,5 % građana smatra da su trenutačna ulaganja adekvatna (ocjene 4 i 5), pri čemu je udio onih koji se u potpunosti slažu zanemariv (2,9 %). Ovi podaci upućuju da javnost očekuje snažniji financijski zaokret prema zelenim i plavim rješenjima u idućim proračunskim ciklusima.



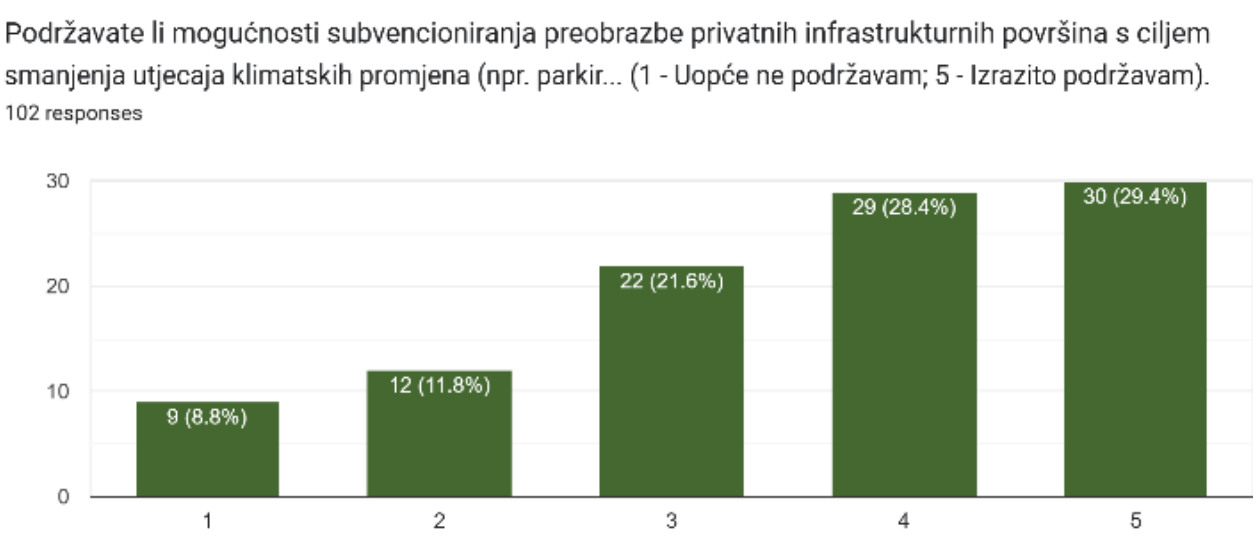
Grafički prikaz 26. Dostatnost ulaganja Grada Varaždina u zelenu infrastrukturu i klimatsku prilagodbu

Ispitanici su ocjenjivali razinu podrške uvođenju sustava participativnog budžetiranja za razvoj zelene infrastrukture i implementaciju rješenja utemeljenih na prirodi (1 – uopće ne podržavam; 5 – u potpunosti podržavam). Rezultati ukazuju na snažan trend rasta interesa građana za izravnim sudjelovanjem u kreiranju gradskih politika.Velika većina ispitanika, njih 57,7 %, iskazala je visoku razinu podrške (ocjene 4 i 5) uvođenju ovog modela financiranja. Posebno se ističe visok udio onih koji „u potpunosti podržavaju“ participativno budžetiranje (35,6 %), što sugerira da građani žele veću transparentnost i utjecaj na raspodjelu proračunskih sredstava namijenjenih ekološkim projektima. Četvrtina ispitanika (24 %) zauzela je neutralan stav (ocjena 3), što može ukazivati na potrebu za dodatnim pojašnjenjem samog mehanizma participativnog budžetiranja i načina na koji bi on funkcionirao u praksi. Tek mali udio od 16,3 % ispitanika ne podržava ovaj pristup (ocjene 1 i 2). Ovako niska razina otpora, uz visoku razinu potpore, šalje jasnu poruku Gradu da postoji zrela društvena klima za testiranje ovakvih inovativnih modela upravljanja.



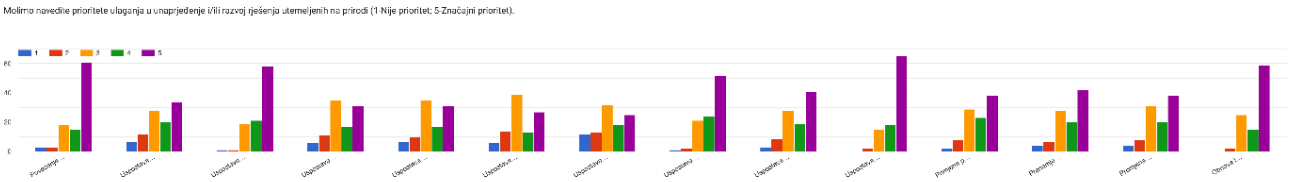
Grafički prikaz 27. Razina podrške uvođenju participativnog budžetiranja za zelene i plave projekte

U ovom dijelu istraživanja, ispitanici su ocjenjivali podršku sustavu subvencioniranja transformacije privatnih infrastrukturnih površina (poput parkirališta trgovačkih centara) u ekološki prihvatljivije forme (1 – uopće ne podržavam; 5 – izrazito podržavam). Rezultati ukazuju na visoku razinu suglasnosti oko potrebe za integriranim pristupom ublažavanju klimatskih promjena. Većina ispitanika, njih 56,7 %, podržava ideju da Grad subvencionira preobrazbu privatnih "sivih" površina u "zelene" (ocjene 4 i 5). Posebno se ističe visok udio izrazite podrške (28,8 %), što sugerira da građani shvaćaju kako klimatska otpornost grada ne ovisi isključivo o javnim površinama, već i o velikim privatnim infrastrukturnim sustavima. Petina ispitanika (21,2 %) zauzela je neutralan stav (ocjena 3), vjerojatno s oprezom prema trošenju javnog novca na privatne posjede, što implicira potrebu za strogo definiranim kriterijima i javnim koristima takvih subvencija. Unatoč potencijalnim kontroverzama oko subvencioniranja privatnika, svega 20,2 % ispitanika ne podržava ovaj model (ocjene 1 i 2). Ovakav rezultat otvara put za kreiranje inovativnih natječaja za "ozelenjivanje" velikih parkirališta trgovačkih centara i gospodarskih zona.



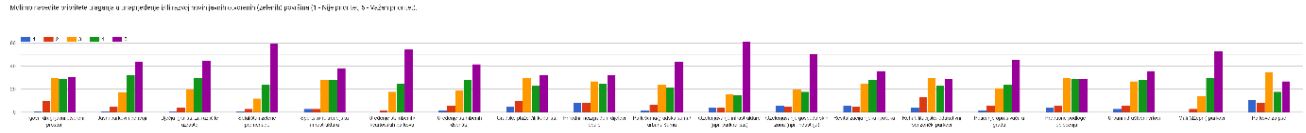
Grafički prikaz 28. Podrška subvencioniranju preobrazbe privatnih infrastrukturnih površina u svrhu klimatske prilagodbe

U ovom dijelu istraživanja, ispitanici su iskazali prioritete ulaganja u rješenja utemeljena na prirodi (1 – nije prioritet; 5 – značajan prioritet). Rezultati ukazuju na jasnu hijerarhiju potreba, s fokusom na povećanje ukupnog fonda zelenila i stratešku obnovu postojeće infrastrukture. Kao najznačajniji prioriteti izdvajaju se uspostava novih javnih zelenih površina (79,8 % visokih ocjena 4 i 5) te obnova i unaprjeđenje postojeće zeleno-plave infrastrukture (71,1 %). Ovi podaci sugeriraju da građani očekuju dvosmjeran pristup: sanaciju zapuštenog nasljeđa uz istovremeno širenje zelenog fonda. Iznimno visoku razinu prioriteta imaju sadnja stabala (73,1 % podrške), uspostava džepnih i kvartovskih parkova (75,9 %) te razvoj zelenih koridora i promenada (73,1 %). Ovi zahvati percipiraju se kao ključni za dugoročnu klimatsku otpornost i estetsku kvalitetu naselja. Značajan prioritet ispitanici pripisuju sustavima uporabe kišnice (podzemni spremnici) s 57,7 % podrške, što ukazuje na visoku ekološku svijest o važnosti očuvanja vodnih resursa. Također, primjena propusnih obloga (58,6 %) i prenamjena travnjaka u cvjetne livade (59,6 %) prepoznati su kao važni, ali sekundarni prioriteti u odnosu na sadnju stabala. Rješenja poput kišnih vrtova, zelenih krovova i urbanih voćnjaka nalaze se u sredini ljestvice prioriteta. Iako uživaju natpolovičnu podršku, kod ovih je kategorija zabilježen veći udio neutralnih odgovora (ocjena 3), što sugerira da ih građani vide kao komplementarne, a ne primarne zahvate.



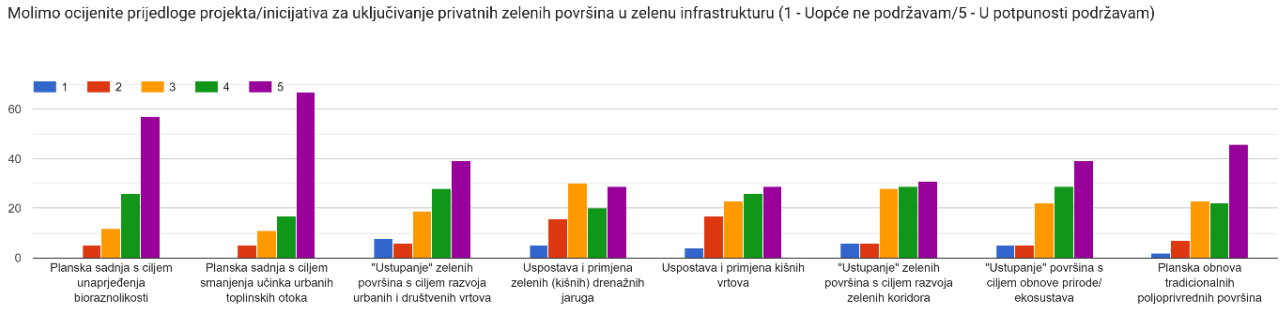
Grafički prikaz 29. Prioriteti ulaganja u rješenja utemeljena na prirodi

U završnoj procjeni razvojnih potreba, ispitanici su rangirali tipologije prostora prema prioritetu ulaganja (1 – nije prioritet; 5 – važan prioritet). Rezultati ukazuju na snažnu potrebu za transformacijom svakodnevnih ruta kretanja i neposrednog stambenog okruženja. Kao apsolutni prioriteti izdvajaju se šetališta i zelene promenade (80,8 % podrške – ocjene 4 i 5) te ozelenjavanje infrastrukture, poput parkirališta (73,1 %). Ovi podaci sugeriraju da građani Varaždina prioritet daju funkcionalnom zelenilu koje ublažava toplinske otoke i omogućuje ugodnije kretanje gradom. Izrazito visoku razinu prioriteta imaju mali (džepni) parkovi (79,8 %) i stambeni/kvartovski parkovi (76,9 %). Uz visoku potporu za uređenje stambenih dvorišta (67,3 %), jasno je da građani zahtijevaju decentralizaciju zelenila i njegovo snažnije prisustvo u neposrednoj blizini mjesta stanovanja. Javni parkovi i perivoji (73,1 %) i dječja igrališta (72,1 %) zadržavaju status visokog prioriteta, dok se poticanje oprašivača (67,3 %) i ozelenjavanje gospodarskih zona (66,3 %) probijaju kao novi, ekološki osviješteni zahtjevi javnosti. Urbani šumski sustavi (63,5 %) i revitalizacija rijeka/potoka (61,5 %) percipiraju se kao važni zahvati, dok se na začelju liste prioriteta nalaze parkovi za pse (43,3 %) i propusne podloge (55,8 %), vjerojatno zbog njihove specifične namjene ili manje vidljivosti izravne koristi za širu populaciju.



Grafički prikaz 30. Prioriteti ulaganja u specifične tipove javnih otvorenih površina

U ovom dijelu istraživanja ispitana je podrška inicijativama koje bi privatne zelene površine integrirale u širu gradsku mrežu (1 – uopće ne podržavam; 5 – u potpunosti podržavam). Visoke ocjene ukazuju na izraženu svijest građana da se klimatska otpornost ne može postići isključivo na javnim površinama. Najveću podršku ispitanici iskazuju prema planskoj sadnji na privatnim parcelama s ciljem smanjenja urbanih toplinskih otoka (80,8 % podrške – ocjene 4 i 5) te unaprjeđenja bioraznolikosti (79,8 %). Ovi podaci sugeriraju da bi građani vjerojatno pozitivno reagirali na poticaje Grada za sadnju stabala na vlastitim posjedima. Iznimno je značajna podrška konceptima koji uključuju određeni stupanj dijeljenja privatnog prostora. Čak 65,4 % ispitanika podržava ustupanje površina za obnovu ekosustava, dok 64,4 % podržava razvoj urbanih i društvenih vrtova na privatnim parcelama. Nešto je niža, ali i dalje visoka, podrška razvoju zelenih koridora (57,7 %) kroz privatne posjede, što je ključno za povezivanje izoliranih gradskih parkova. Obnova tradicionalnih poljoprivrednih površina (65,4 %) prepoznata je kao važan smjer razvoja, dok su specifičnija tehnička rješenja poput kišnih vrtova (52,9 %) i drenažnih jaruga (47,1 %) na dnu ljestvice podrške. Ovo ukazuje na to da su građani skloniji "prirodnijim" metodama ozelenjivanja nego tehničkim rješenjima odvodnje na svom posjedu.



Grafički prikaz 31. Razina podrške inicijativama za uključivanje privatnih zelenih površina u sustav zelene infrastrukture

7. SWOT ANALIZA



Fotografija 4. Prolaz Marijana Zubera.
Izvor podataka: Terenska istraživanja, obrada autora.

Za potrebe prepoznavanja razvojnih potencijala i potreba Grada Varaždina u području razvoja zelene i plave infrastrukture izrađena je analiza razvojnih snaga i slabosti te mogućih prilika i potencijalnih prijetnji, odnosno SWOT analiza, usmjerena na unaprjeđenje i razvoj elemenata zelene i plave infrastrukture te primjenu rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom prostoru. Analiza je pritom izrađena u skladu sa smjernicama i prioritetima utvrđenima u Strategiji zelene urbane obnove Grada Varaždina, na koju se ovaj Plan izravno nadovezuje.

SWOT analiza predstavlja osnovni strateško-planski analitički alat kojim se identificiraju unutarnji i vanjski čimbenici koji utječu ili mogu utjecati na razvoj zelene i plave infrastrukture. Unutarnji čimbenici odnose se na razvojne snage i slabosti koje proizlaze iz postojećih prirodnih, prostornih, infrastrukturnih i institucionalnih obilježja grada te na koje jedinica lokalne samouprave može izravno utjecati. S druge strane, prilike i prijetnje predstavljaju vanjske čimbenike, odnosno šire razvojne okolnosti na koje Grad nema izravan utjecaj, ali im se kroz planiranje i provedbu razvojnih mjera može prilagođavati.

Razvojne snage i slabosti stoga odražavaju postojeće potencijale i ograničenja u razvoju zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina, dok prilike i prijetnje upućuju na moguće buduće razvojne smjerove, ali i rizike koje je potrebno uzeti u obzir pri planiranju daljnjeg razvoja. SWOT analiza izrađena je na temelju prikupljenih i analiziranih podataka prikazanih u prethodnim poglavljima Plana, dostupne prostorno-planske i strateške dokumentacije te stručnih procjena vezanih uz razvoj zelene i plave infrastrukture. Na temelju provedene analize prepoznate su ključne razvojne snage i slabosti te prilike i prijetnje, a njihova sinteza prikazana je u tabličnom prikazu u nastavku.

SNAGE – STRENGTHS (S)

1. Bogato kulturno-povijesno nasljeđe i prepoznatljiva urbana struktura grada omogućuju kvalitetnu integraciju zelene infrastrukture u javni prostor.
2. Postojanje zaštićenih prirodnih područja i vrijednih krajobraznih prostora na području grada predstavlja važan temelj za razvoj zelene infrastrukture.
3. Rijeka Drava, rijeka Plitvica i drugi vodni tokovi imaju značajnu ulogu u očuvanju biološke raznolikosti te predstavljaju prirodne koridore za razvoj plave infrastrukture.
4. Šumske površine u neposrednoj blizini urbanog područja (Dravska park-šuma i šuma Jelačićka) imaju važnu ekološku, rekreacijsku i krajobraznu funkciju.
5. Dugogodišnja tradicija uređenja i održavanja parkovnih površina i drvoreda doprinosi prepoznatljivom identitetu grada.
6. Prostorni potencijali za razvoj novih zelenih površina i revitalizaciju postojećih prostora.
7. Prepoznat značaj prirodnih, krajobraznih i kulturnih vrijednosti te njihova zaštita u dokumentima prostornog uređenja (PPUG, GUP).
8. Postojeći prirodni elementi prostora omogućuju primjenu rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom planiranju i upravljanju prostorom.

SLABOSTI – WEAKNESSES (O)

1. Nedostatak javnih zelenih površina diferenciranog sadržaja namijenjenih različitim skupinama korisnika.
2. Nedostatak zaštitnog zelenila uz industrijske, gospodarske i poslovne zone.
3. Nedovoljno razvijena mreža zelene infrastrukture u periurbanim i rubnim dijelovima grada.
4. Nedovoljna međusobna povezanost postojećih zelenih površina u funkcionalnu mrežu zelene infrastrukture.
5. Nedostatni institucionalni i stručni kapaciteti za provedbu zelene i digitalne tranzicije.
6. Nedovoljno razvijen sustav digitalnog praćenja i upravljanja zelenom infrastrukturom (GIS baze podataka).
7. Prisutnost zapuštenih i nedovoljno uređenih prostora u urbanom području.
8. Onečišćenje pojedinih površinskih vodnih tijela i nedovoljno iskorišten potencijal plave infrastrukture.
9. Nedostatak zaštitnog zelenila i prirodnih barijera u zonama intenzivnog prometa i industrije.

PRILIKE – OPPORTUNITIES (O)

1. Razvoj integrirane mreže zelene i plave infrastrukture temeljene na prirodnim vrijednostima rijeke Drave, Plitvice i njihovih pritoka.
2. Razvoj rješenja utemeljenih na prirodi za upravljanje oborinskim vodama (kišni vrtovi, retencijske površine, infiltracijske zone).
3. Ozelenjavanje velikih površina sive infrastrukture poput parkirališta, prometnih koridora i gospodarskih zona.
4. Razvoj zelenih koridora i pješačko-biciklističkih veza između zelenih površina.
5. Uvođenje drvoreda, parkovnih površina i drugih oblika urbanog zelenila u izgrađene dijelove grada.
6. Revitalizacija zapuštenih i brownfield lokacija kroz razvoj zelenih površina i javnih prostora.
7. Ulaganja u sportsko-rekreacijske sadržaje povezane sa zelenim i plavim površinama.
8. Razvoj urbanih vrtova, rekreacijskih zona i prostora za boravak u prirodi u urbanom području.
9. Korištenje EU fondova i drugih međunarodnih izvora financiranja za projekte zelene i plave infrastrukture.

PRIJETNJE – THREATS (T)

1. Klimatske promjene i povećana učestalost ekstremnih vremenskih događaja poput toplinskih valova, suša, intenzivnih oborina i poplava.
2. Pritisci urbanizacije i izgradnje koji mogu dovesti do smanjenja zelenih površina.
3. Prenamjena postojećih zelenih površina u građevinska područja.
4. Nedovoljna provedba i kontrola prostorno-planskih odredbi vezanih uz zaštitu zelenih površina.
5. Nedovoljno održavanje i upravljanje postojećim zelenim površinama.
6. Financijska i politička nestabilnost koja može usporiti provedbu projekata zelene i plave infrastrukture.
7. Nedostatak financijskih sredstava za dugoročno održavanje projekata zelene infrastrukture.
8. Nedostatni administrativni i stručni kapaciteti za provedbu projekata zelene i plave infrastrukture.

8. PROVEDBENI PLAN



Fotografija 5. Ulica Zrinskih i Frankopana.
Izvor podataka: Grad Varaždin, obrada autora.

Provedbeni okvir Plana zelene i plave infrastrukture Grada Varaždina prilagođen je ulozi ovog dokumenta kao provedbenog akta. Budući da se Plan izravno nadovezuje na Strategiju zelene urbane obnove Grada Varaždina, u ovom dokumentu nisu zasebno definirani strateški ciljevi. Razvojna usmjerenja Plana proizlaze iz strateških i posebnih ciljeva Strategije zelene urbane obnove Grada Varaždina te iz ciljeva Programa razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima, dok Plan predstavlja njihovu operativnu razradu u području razvoja zelene i plave infrastrukture. U skladu s navedenim, hijerarhijska struktura Plana obuhvaća posebne ciljeve, mjere i aktivnosti.

Posebni ciljevi predstavljaju srednjoročne razvojne prioritete usmjerene na unaprjeđenje i razvoj elemenata zelene i plave infrastrukture te primjenu rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom prostoru. Njihova svrha je operacionalizirati razvojna usmjerenja definirana Strategijom zelene urbane obnove te osigurati sustavno i koordinirano djelovanje u područjima očuvanja prirodnih i krajobraznih vrijednosti, povećanja otpornosti na klimatske promjene te poboljšanja kvalitete života u urbanom prostoru.

Mjere predstavljaju skup međusobno povezanih aktivnosti i projekata koji se provode u okviru pojedinog posebnog cilja. Njihova je svrha omogućiti učinkovitu provedbu definiranih razvojnih prioriteta kroz konkretne intervencije usmjerene na razvoj, povezivanje i unaprjeđenje elemenata zelene i plave infrastrukture.

Aktivnosti obuhvaćaju konkretne, vremenski definirane operativne radnje i projekte koji se provode u okviru pojedinih mjera. Svaka aktivnost izravno doprinosi provedbi pripadajuće mjere, a time i ostvarenju posebnih ciljeva Plana. Aktivnosti predstavljaju ključan instrument provedbe jer omogućuju jasnu operacionalizaciju planiranih intervencija te stvaraju pretpostavke za praćenje i evaluaciju uspješnosti provedbe.

TUMAČ OZNAKA

SUDIONICI U PROVEDBI PLANIRANIH MJERA, AKTIVNOSTI I PROJEKATA

FZOEU	—	Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost
HC	—	Hrvatske ceste d.o.o.
HŠ	—	Hrvatske šume d.o.o.
HV	—	Hrvatske vode d.o.o.
HZJZ	—	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
HŽ	—	Hrvatske željeznice d.o.o.
JP	—	Javno poduzeće
LZ	—	Lokalna zajednica
MDU	—	Ministarstvo demografije i useljeništva
MINT	—	Ministarstvo turizma i sporta Republike Hrvatske
MINPŠR	—	Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske
MKUL	—	Ministarstvo kulture i medija Republike Hrvatske
MMPI	—	Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture
MPGI	—	Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine
MZO	—	Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih Republike Hrvatske
MZOZT	—	Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije Republike Hrvatske
OCD	—	Organizacije civilnog društva
OIE	—	Obnovljivi izvori energije
PARKOVI	—	Parkovi d.o.o.
PRIRODA	—	Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Varaždinske županije "Priroda"
PV	—	Privatni vlasnik
RS	—	Razni suradnici
RH	—	Republika Hrvatska
SO	—	Stručne organizacije
VŽ	—	Grad Varaždin
VZŽ	—	Varaždinska županija
VS	—	Vanjski suradnici
ZO	—	Znanstvene organizacije
ŽUC	—	Županijska uprava za ceste Varaždinske županije

IZVORI FINANCIRANJA PLANIRANIH MJERA, AKTIVNOSTI I PROJEKATA

EU	—	Europski fondovi, instrumenti i programi
RH	—	Republika Hrvatska
VVŽ	—	Varaždinska županija
VŽ	—	Grad Varaždin
JP	—	Javno poduzeće
PV	—	Sredstva privatnih vlasnika
JPP	—	Javno – privatno partnerstvo
×	—	Nije moguće procijeniti

PRIORITET PROVEDBE MJERA, AKTIVNOSTI I PROJEKATA

P.1.	—	Dodjeljuje se mjerama i aktivnostima koje su ključne za provedbu Plana zelene i plave infrastrukture te su nužne za ostvarenje definiranih posebnih ciljeva. Riječ je o aktivnostima koje je potrebno provesti tijekom razdoblja provedbe Plana, jer njihovo neprovođenje može značajno otežati ili onemogućiti ostvarivanje planiranih ciljeva.
P.2.	—	Dodjeljuje se mjerama i aktivnostima koje su važne za provedbu Plana, ali njihovo privremeno odgađanje ne bi trebalo uzrokovati značajnije negativne posljedice. Ove aktivnosti planira se provesti tijekom razdoblja provedbe Plana, uz određenu razinu fleksibilnosti u dinamici njihove realizacije. U slučaju odgode provedbe potrebno je postojanje opravdanog razloga.
P.3.	—	Dodjeljuje se mjerama i aktivnostima koje su dugoročno važne za razvoj zelene i plave infrastrukture, ali se njihova provedba može odgoditi. Riječ je o poželjnim aktivnostima koje se mogu provoditi kada za to postanu dostupni odgovarajući financijski, organizacijski ili institucionalni kapaciteti, odnosno kada njihova provedba ne ugrožava realizaciju prioritetnijih aktivnosti. Identifikacija ovih aktivnosti važna je kako bi se u budućnosti moglo pravodobno reagirati na nove razvojne prilike i mogućnosti.

POSEBNI CILJ 1.

OČUVANJE I OBNOVA KOPNENIH EKOSUSTAVA



Fotografija 6. Dravski bazeni.
Izvor podataka: Mrežni izvori Grada Varaždina, obrada autora.

Tablica 82. Mjere i aktivnosti obuhvaćene posebnim ciljem (PC.1.)

POSEBNI CILJEVI	MJERE
PC. 1. → Očuvanje i obnova kopnenih ekosustava	**M. 1.1.** Očuvanje i obnova urbanih kopnenih ekosustava

Posebni cilj 1 (PC.1) usmjeren je na očuvanje, obnovu i unaprjeđenje kopnenih ekosustava na području Grada Varaždina s ciljem zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti te očuvanja ključnih ekoloških funkcija prostora. Kopneni ekosustavi, uključujući parkovne površine, šumska područja, travnjake, drvorede i druge zelene površine, predstavljaju temelj urbane zelene infrastrukture te imaju važnu ulogu u očuvanju prirodnih vrijednosti, regulaciji mikroklimatskih uvjeta i stvaranju kvalitetnog životnog okruženja za stanovnike. U okviru ovog cilja posebna se pozornost posvećuje zaštiti postojećih prirodnih i poluprirodnih staništa, obnovi degradiranih i oštećenih površina te jačanju njihove funkcionalne povezanosti unutar mreže urbane zelene infrastrukture. Time se nastoji osigurati stabilnija struktura urbanih ekosustava te očuvati prostorni kontinuitet zelenih površina koje omogućuju kretanje i opstanak biljnih i životinjskih vrsta u urbanom i periurbanom prostoru. Poseban naglasak stavlja se na očuvanje ekološki vrijednih područja, revitalizaciju degradiranih staništa te razvoj zelenih koridora koji doprinose povezivanju fragmentiranih staništa. Unaprjeđenjem i obnovom prirodnih i poluprirodnih staništa stvaraju se povoljniji uvjeti za očuvanje i razvoj urbane bioraznolikosti te se doprinosi povećanju ukupne ekološke stabilnosti prostora. Takve mjere imaju važnu ulogu i u ublažavanju učinaka klimatskih promjena, poboljšanju kvalitete zraka, regulaciji temperature u urbanim područjima te zadržavanju oborinskih voda. Provedba ovog posebnog cilja zahtijeva koordiniranu suradnju različitih dionika i nadležnih institucija na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini, kao i uključivanje stručne i znanstvene zajednice u planiranje i provedbu mjera očuvanja i obnove ekosustava.

Posebni cilj PC.1 ujedno doprinosi ostvarivanju ciljeva Uredba o obnovi prirode, kojom se na razini Europske unije uspostavljaju pravno obvezujući ciljevi obnove degradiranih ekosustava i očuvanja bioraznolikosti. U skladu s ciljevima navedene uredbe, države članice obvezne su provoditi mjere obnove degradiranih staništa te spriječiti daljnje pogoršanje stanja staništa koja su već u povoljnom stanju očuvanosti. U tom kontekstu posebno se naglašava važnost očuvanja postojećih zelenih površina u urbanim područjima te povećanja prekrivenosti krošnjama stabala, što doprinosi poboljšanju kvalitete okoliša i otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene. Ostvarenje posebnog cilja PC.1 planira se kroz provedbu mjera usmjerenih na očuvanje i obnovu urbanih kopnenih ekosustava, jačanje funkcionalne mreže zelene infrastrukture te unapređenje stanišnih uvjeta za biljne i životinjske vrste, čime se doprinosi dugoročno održivom razvoju i očuvanju prirodnih vrijednosti na području Grada Varaždina.

MJERA 1.1.
OČUVANJE I OBNOVA URBANIH KOPNENIH EKOSUSTAVA

Mjera M.1.1. usmjerena je na očuvanje, obnovu i unapređenje urbanih kopnenih ekosustava na području Grada Varaždina kroz zaštitu postojećih prirodnih i poluprirodnih staništa, obnovu degradiranih površina te jačanje funkcionalne mreže zelene infrastrukture. Provedbom ove mjere nastoji se osigurati dugoročno očuvanje ekoloških funkcija urbanog prostora, povećati otpornost grada na klimatske promjene te unaprijediti stanišne uvjete za biljne i životinjske vrste u urbanom i periurbanom okruženju. Posebna pozornost posvetit će se očuvanju postojećih zelenih površina, obnovi degradiranih staništa te povećanju njihove ekološke povezanosti. Mjera također uključuje aktivnosti usmjerene na povećanje prekrivenosti krošnjama stabala, jačanje urbane bioraznolikosti te sustavno praćenje čimbenika koji mogu negativno utjecati na stanje ekosustava, poput širenja stranih invazivnih vrsta. Time se doprinosi stvaranju stabilnije i funkcionalnije mreže zelene infrastrukture koja osigurava brojne ekosustavne usluge, uključujući regulaciju klime, poboljšanje kvalitete zraka, zadržavanje oborinskih voda i povećanje kvalitete života stanovnika. Mjera M.1.1. provodi se kroz skup međusobno povezanih aktivnosti koje obuhvaćaju unapređenje urbane zelene infrastrukture, uspostavu sustava praćenja invazivnih vrsta, obnovu urbanih ekosustava kroz sadnju i očuvanje stabala te poticanje razvoja staništa za oprašivače i druge skupine organizama važnih za očuvanje urbane bioraznolikosti.

A.1.1.1. UNAPRJEĐENJE I OČUVANJE URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE – PLANSKA ZAŠTITA

Ova aktivnost usmjerena je na očuvanje, unaprjeđenje i održivo upravljanje postojećom urbanom zelenom infrastrukturom na području Grada. Urbana zelena infrastruktura obuhvaća parkove, drvorede, travnjake, zelene koridore, šumske površine, javne zelene površine te druge prirodne i poluprirodne elemente koji imaju važnu ulogu u očuvanju bioraznolikosti, poboljšanju kvalitete okoliša i kvaliteti života stanovnika. Provedba aktivnosti uključuje identifikaciju, kartiranje i vrednovanje postojećih zelenih površina, njihovo plansko očuvanje te unapređenje njihove funkcionalne i ekološke povezanosti. Poseban naglasak stavlja se na očuvanje postojećih prirodnih i poluprirodnih staništa, razvoj novih zelenih površina gdje je to moguće te integraciju elemenata zelene infrastrukture u urbanističko planiranje i razvoj grada. Aktivnost također uključuje mjere održivog upravljanja zelenim površinama, poput primjene prirodnih i ekološki prihvatljivih metoda održavanja, povećanja udjela autohtonih biljnih vrsta te smanjenja negativnih utjecaja urbanizacije na prirodna staništa. Jačanjem urbane zelene infrastrukture doprinosi se povećanju otpornosti grada na klimatske promjene, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju urbanog toplinskog otoka te stvaranju kvalitetnijeg i zdravijeg životnog prostora za stanovnike

A.1.1.2. USPOSTAVA SUSTAVA ZA PRAĆENJE STANJA STRANIH INVAZIVNIH VRSTA

Ova aktivnost usmjerena je na uspostavu sustavnog praćenja prisutnosti, rasprostranjenosti i utjecaja stranih invazivnih vrsta na području Grada Varaždina. Strane invazivne vrste predstavljaju jednu od najvećih prijetnji biološkoj raznolikosti jer mogu negativno utjecati na autohtone vrste, narušiti prirodnu ravnotežu ekosustava te uzrokovati gospodarske i ekološke štete. U okviru aktivnosti planira se uspostava sustava prikupljanja, obrade i analize podataka o pojavi i širenju invazivnih vrsta, uključujući terenska istraživanja, izradu baze podataka i kartiranje njihovih staništa. Poseban naglasak stavlja se na identifikaciju prioritetnih vrsta i područja koja zahtijevaju hitne mjere upravljanja. Aktivnost također uključuje razvoj smjernica za upravljanje invazivnim vrstama, provedbu mjera kontrole i uklanjanja tamo gdje je to potrebno te podizanje svijesti javnosti o negativnim učincima širenja invazivnih vrsta. Uspostavom učinkovitog sustava praćenja omogućit će se pravodobno reagiranje, smanjenje širenja invazivnih vrsta te očuvanje prirodnih i poluprirodnih staništa.

A.1.1.3. OBNOVA URBANIH EKOSUSTAVA – STABLA I PREKRIVENOST KROŠNJAMA

Aktivnost obuhvaća uspostavu sustavnog i stručno utemeljenog pristupa upravljanju postojećim fondom stabala na području Grada Varaždina, s ciljem očuvanja njihove vitalnosti, sigurnosti i krajobrazne vrijednosti. U tu svrhu izradit će se sveobuhvatna studija zdravstvenog stanja stabala koja uključuje terensku inventarizaciju te procjenu vitaliteta, stabilnosti i starosti pojedinih jedinki. U okviru aktivnosti provest će se i klasifikacija stabala prema metodologiji Ancient Tree Foruma, čime će se omogućiti njihovo vrednovanje s obzirom na ekološki značaj, starost i doprinos identitetu prostora. Na temelju rezultata analize i klasifikacije definirat će se prioriteti za očuvanje vrijednih stabala te mjere za obnovu, revitalizaciju ili zamjenu stabala lošeg zdravstvenog stanja, uz primjenu odgovarajućih vrsta i suvremenih sadnih standarda. Tijekom provedbe aktivnosti analizirat će se složenost planiranih zahvata te će se, prema potrebi, izraditi odgovarajuća projektna i tehnička dokumentacija (geodetske podloge, elaborati, studije, idejna i izvedbena rješenja i dr.), kao i ishoditi svi potrebni akti za njihovu realizaciju. Aktivnost uključuje i provedbu radova, stručni nadzor te završno uređenje prostora. Sastavni dio aktivnosti je i kontinuirano ažuriranje i nadopuna geografskog informacijskog sustava (GIS) Grada Varaždina, čime se osigurava uspostava ažurne i pouzdane evidencije te učinkovitog upravljanja urbanim fondom stabala u dugoročnom razdoblju.

A.1.1.4. OBNOVA I RAZVOJ URBANE BIORAZNOLIKOSTI - OPRAŠIVAČI

Ova aktivnost usmjerena je na očuvanje i unaprjeđenje staništa za oprašivače u urbanom prostoru, uključujući pčele, leptire, bumbare i druge skupine kukaca koje imaju ključnu ulogu u održavanju ekosustava i proizvodnji hrane. Provedba aktivnosti uključuje uspostavu i održavanje cvjetnih livada, sadnju medonosnih i autohtonih biljnih vrsta te stvaranje mikro-staništa pogodnih za oprašivače u parkovima, javnim zelenim površinama i drugim urbanim prostorima. Posebna pažnja posvetit će se povezivanju takvih staništa u funkcionalnu mrežu koja omogućuje kretanje i opstanak oprašivača u urbanom krajoliku. Aktivnost također obuhvaća edukativne i promotivne aktivnosti usmjerene na podizanje svijesti građana o važnosti oprašivača za očuvanje bioraznolikosti i funkcioniranje ekosustava. Poticanjem razvoja urbanih staništa za oprašivače doprinosi se jačanju urbane bioraznolikosti, stabilnosti ekosustava i dugoročno održivom razvoju grada.

POSEBNI CILJ 2.

UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE



Fotografija 7. Stari grad u Varaždinu.
Izvor podataka: Duić (2020.), obrada autora.

Tablica 83. Mjere i aktivnosti obuhvaćene posebnim ciljem (PC.2.).

POSEBNI CILJEVI	MJERE
PC. 2. → Unaprjeđenje i razvoj zelene i plave infrastrukture	**M. 2.1.** Unaprjeđenje i razvoj zelene infrastrukture **M. 2.2.** Unaprjeđenje i razvoj plave infrastrukture **M. 2.3.** Unaprjeđenje i razvoj sive infrastrukture **M. 2.4.** Unaprjeđenje i obnova opremljenosti otvorenih prostora

Posebni cilj 2 (PC.2) usmjeren je na unaprjeđenje i razvoj zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina s ciljem jačanja otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene, poboljšanja kvalitete života stanovnika te očuvanja i održivog korištenja prirodnih resursa. Zelena i plava infrastruktura čine integrirani sustav prirodnih i poluprirodnih elemenata, uključujući parkove, drvorede, urbane šume, travnjake, vodotoke, vodene površine i druge krajobrazne strukture, koje zajedno doprinose očuvanju ekološke ravnoteže i funkcionalnosti urbanog prostora. U okviru ovog cilja naglasak se stavlja na planski razvoj i međusobno povezivanje elemenata zelene i plave infrastrukture kako bi se osigurala njihova prostorna i funkcionalna cjelovitost. Time se doprinosi učinkovitijem upravljanju oborinskim vodama, smanjenju rizika od poplava, ublažavanju učinaka urbanog toplinskog otoka te povećanju dostupnosti kvalitetnih javnih zelenih i rekreacijskih površina za građane. Posebna se pozornost posvećuje integraciji prirodnih rješenja u urbano planiranje, čime se potiče primjena održivih i prirodi bliskih pristupa u razvoju infrastrukture.

Provedbom posebnog cilja PC.2 nastoji se uspostaviti uravnotežen i međusobno povezan sustav zelene, plave i sive infrastrukture koji doprinosi otpornosti grada, povećanju kvalitete života i očuvanju prirodnih vrijednosti. Ovakav integrirani pristup omogućuje učinkovitije suočavanje s izazovima klimatskih promjena, uključujući ekstremne vremenske uvjete, povećane temperature i promjene u režimu oborina.

Posebni cilj PC.2 ujedno doprinosi provedbi ciljeva europskih i nacionalnih politika usmjerenih na razvoj održivih i klimatski otpornih gradova, uključujući ciljeve vezane uz zelenu infrastrukturu, održivo upravljanje vodama i primjenu rješenja temeljenih na prirodi. U tom kontekstu posebno se naglašava važnost povećanja udjela zelenih i vodenih površina u urbanim područjima, njihove međusobne povezanosti te integracije u prostorno planiranje i razvoj. Ostvarenje posebnog cilja PC.2 planira se kroz provedbu navedenih mjera kojima se potiče razvoj kvalitetne i funkcionalne infrastrukture, jača otpornost urbanog sustava te osigurava dugoročno održivo upravljanje prostorom i prirodnim resursima na području Grada Varaždina.

MJERA 2.1.
UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ ZELENE INFRASTRUKTURE

Mjera je usmjerena na sustavno unaprjeđenje kvalitete urbanog prostora Grada Varaždina kroz razvoj i transformaciju javnih i stambenih površina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj mjere je povećati funkcionalnost, otpornost i ekološku vrijednost prostora, uz istodobno poboljšanje uvjeta boravka i kvalitete života građana. Naglasak se stavlja na ozelenjavanje i preoblikovanje različitih tipova urbanih prostora – od trgova i javnih zelenih površina do okoliša stambenih i javnih objekata – u međusobno povezanu mrežu zelene infrastrukture. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, povećanju zasjenjenosti, poboljšanju kvalitete zraka i upravljanju oborinskim vodama kroz prirodne procese. Mjera također potiče primjenu raznolikih, klimatski prilagođenih i autohtonih biljnih vrsta te oblikovanje slojevitog zelenila, čime se unapređuje bioraznolikost i stabilnost urbanih ekosustava. Integracijom NbS rješenja u planiranje, uređenje i upravljanje prostorom osigurava se dugoročna održivost i prilagodljivost grada na klimatske promjene. Dodatno, mjera uključuje razvoj sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih rješenja, čime se omogućuje kontinuirana evaluacija njihovih učinaka i prilagodba budućih intervencija, uz osiguranje kvalitetnog i otpornog urbanog okoliša.

A.2.1.1. USPOSTAVA ZELENIH TRGOVA SUKLADNO PLANU RAZVOJA ZI (GUP)

Aktivnost je usmjerena na transformaciju postojećih javnih prostora u zelene trgove na području Grada Varaždina, u skladu sa smjernicama Plana zelene infrastrukture i odredbama Generalnog urbanističkog plana (GUP-a), s ciljem povećanja kvalitete javnih prostora, poboljšanja mikroklimatskih uvjeta i jačanja urbane bioraznolikosti. Poseban naglasak stavlja se na preoblikovanje pretežno popločanih i infrastrukturno opterećenih površina u funkcionalne, estetski kvalitetne i klimatski prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikog i slojevitog zelenila, sadnju stabala i grmlja, povećanje zasjenjenih površina te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i propusnih materijala. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka i stvaranju ugodnijeg prostora za boravak i društvene aktivnosti. Poseban naglasak stavlja se na integraciju zelenih trgova u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

A.2.1.2. UNAPRJEĐENJE I UREĐENJE OKOLIŠA UZ ZGRADE STAMBENE NAMJENE PRIMJENOM NbS-A

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje i funkcionalno oblikovanje okoliša uz stambene zgrade na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem poboljšanja kvalitete stanovanja, mikroklimatskih uvjeta i otpornosti na klimatske promjene. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju pretežno neuređenih ili jednoličnih površina u raznolike, zelene i korisnički prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje slojevitog i raznolikog zelenila, sadnju autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, povećanje zasjenjenosti te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, vegetacijskih pojaseva, propusnih površina i manjih retencijskih zona. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka, povećanju bioraznolikosti te stvaranju ugodnijeg i zdravijeg okruženja za stanare. Poseban naglasak stavlja se na povezivanje ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

A.2.1.3. UNAPRJEĐENJE I UREĐENJE OKOLIŠA OBJEKTA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE PRIMJENOM NbS-a

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje i funkcionalno oblikovanje okoliša objekata javne i društvene namjene na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, povećanja kvalitete boravka korisnika te jačanja ekološke i društvene vrijednosti prostora. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju pretežno popločanih i infrastrukturno opterećenih površina u zelene, ugodne i klimatski prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikog i slojevitog zelenila, sadnju autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, povećanje zasjenjenih površina te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, zelenih krovova, vegetacijskih pojaseva i propusnih površina. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka i stvaranju ugodnijeg okruženja za korisnike objekata poput škola, vrtića, zdravstvenih i drugih javnih ustanova. Poseban naglasak stavlja se na integraciju ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

A.2.1.4. UREĐENJE POSTOJEĆIH JAVNIH ZELENIH POVRŠINA PRIMJENOM NbS-a

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje postojećih javnih zelenih površina na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem povećanja njihove ekološke funkcionalnosti, otpornosti na klimatske promjene i kvalitete boravka korisnika. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju postojećih, često jednoličnih i intenzivno održavanih površina u raznolike, slojevite i klimatski prilagođene zelene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikih i autohtonih biljnih vrsta, povećanje udjela drvenaste i grmolike vegetacije, smanjenje intenziteta održavanja te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i vegetacijskih pojaseva. Time se doprinosi poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, povećanju zasjenjenosti, očuvanju bioraznolikosti i učinkovitijem upravljanju vodnim resursima. Poseban naglasak stavlja se na unaprjeđenje postojećih zelenih površina kao dijela mreže zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

A.2.1.5. UNAPRJEĐENJE NOVIH JAVNIH ZELENIH POVRŠINA (Z1 – PARKOVNO UREĐENE POVRŠINE, GUP) PRIMJENOM NbS-a

Aktivnost je usmjerena na razvoj i unapređenje novih javnih zelenih površina kategorije Z1 u skladu s odredbama Generalnog urbanističkog plana Grada Varaždina, uz primjenu rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj je osigurati visoku ekološku, funkcionalnu i krajobraznu vrijednost novoplaniranih parkovnih prostora, uz istodobno povećanje njihove otpornosti na klimatske promjene. Uređenje ovih površina temelji se na integraciji prirodnih procesa i elemenata, uključujući sadnju raznolikih, autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, oblikovanje slojevitog zelenila te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i prirodnih depresija. Time se doprinosi poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, očuvanju bioraznolikosti i učinkovitijem upravljanju vodnim resursima. Poseban naglasak stavlja se na razvoj parkova kao integralnih elemenata zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

MJERA 2.2.
UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ PLAVE INFRASTRUKTURE

Mjera je usmjerena na unapređenje upravljanja vodnim resursima i jačanje otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na klimatske promjene kroz integrirani razvoj zelene i plave infrastrukture. Naglasak se stavlja na revitalizaciju vodotoka te primjenu rješenja utemeljenih na prirodi u sustavu urbane odvodnje, čime se istodobno doprinosi smanjenju rizika od poplava, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta i očuvanju bioraznolikosti. U okviru mjere potiče se obnova i unaprjeđenje prirodnih funkcija vodnih ekosustava, osobito rijeke Plitvice i njezinih pritoka, uz njihovu integraciju u urbani prostor kao višefunkcionalnih koridora ekološke, krajobrazne i rekreacijske vrijednosti. Istodobno se razvija pristup upravljanju oborinskim vodama koji se temelji na prirodnim procesima zadržavanja, infiltracije i pročišćavanja, čime se smanjuje opterećenje postojeće komunalne infrastrukture i povećava prilagodljivost grada na ekstremne vremenske uvjete. Mjera doprinosi stvaranju održivog, otpornog i kvalitetnog urbanog okoliša kroz povezivanje vodnih i zelenih sustava, unaprjeđenje funkcionalnosti javnih prostora te primjenu inovativnih, ekološki prihvatljivih rješenja u planiranju i upravljanju prostorom.

A.2.2.1. REVITALIZACIJA PLITVICE S PRITOCIMA

Aktivnost je usmjerena na cjelovito uređenje i revitalizaciju rijeke Plitvice i njezinih pritoka na području Grada Varaždina, s ciljem unapređenja ekološkog stanja vodotoka, povećanja otpornosti na klimatske promjene te podizanja kvalitete javnog prostora. Poseban naglasak stavlja se na primjenu rješenja utemeljenih na prirodi, obnovu prirodnih riječnih staništa, poboljšanje hidromorfoloških uvjeta te integraciju vodotoka u sustav zelene i plave infrastrukture grada. Aktivnost obuhvaća i izradu potrebne studijske i projektne dokumentacije kao preduvjeta za planiranje i provedbu zahvata, uključujući definiranje optimalnih rješenja za uređenje korita, obalnog pojasa i pripadajućih prostora, uz osiguravanje zaštite od poplava, očuvanje bioraznolikosti i povećanje rekreacijske i krajobrazne vrijednosti prostora.

A.2.2.2. IMPLEMENTACIJA NbS-a – URBANA ODVODNJA

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje sustava urbane odvodnje na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem povećanja otpornosti na intenzivne oborine, smanjenja rizika od urbanih poplava te poboljšanja kvalitete urbanog okoliša. Naglasak se stavlja na primjenu rješenja koja omogućuju prirodno zadržavanje, infiltraciju i pročišćavanje oborinskih voda, čime se smanjuje opterećenje postojeće kanalizacijske infrastrukture i istovremeno unapređuju mikroklimatski i ekološki uvjeti u gradu. U tom kontekstu predviđa se primjena različitih tipova NbS rješenja, poput kišnih vrtova i bioretencijskih površina, propusnih kolničkih i pješačkih površina, zelenih krovova i zidova, retencijskih i infiltracijskih bazena te vegetacijskih kanala za usporavanje i usmjeravanje oborinskih voda. Ova rješenja integriraju se u javne i infrastrukturne površine, poput ulica, trgova, parkirališta i parkova, čime se osigurava njihova višefunkcionalnost i dugoročna održivost.

MJERA 2.3.
UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ SIVE INFRASTRUKTURE

Mjera je usmjerena na unaprjeđenje prometne infrastrukture Grada Varaždina kroz integraciju zelene infrastrukture i primjenu rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem smanjenja negativnih utjecaja prometa na okoliš te povećanja otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene. Naglasak se stavlja na transformaciju prometnih i parkirališnih površina u funkcionalne, klimatski prilagođene i ekološki vrijedne prostore koji doprinose kvaliteti života u gradu. U okviru mjere potiče se ozelenjavanje prometnih koridora i parkirališnih površina kroz povećanje zasjenjenosti, primjenu propusnih materijala te uvođenje rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju površinskog otjecanja te povećanju bioraznolikosti. Mjera također naglašava ulogu prometnih površina kao dijela šire mreže zelene infrastrukture, čime se osigurava njihova višefunkcionalnost i bolja integracija u urbani prostor. Sustavnim pristupom planiranju, uređenju i upravljanju prometnim površinama doprinosi se stvaranju otpornijeg, zdravijeg i estetski kvalitetnijeg urbanog okoliša.

A.2.3.1. PROMET U MIROVANJU – IMPLEMENTACIJA NbS-a

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje sustava prometa u mirovanju na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem smanjenja negativnih utjecaja parkirališnih površina na okoliš te povećanja njihove funkcionalne i ekološke vrijednosti. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju postojećih i planiranih parkirališta iz dominantno nepropusnih i toplinski opterećenih površina u zelene, klimatski prilagođene i višefunkcionalne prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje propusnih materijala, sadnju drveća i grmlja radi povećanja zasjenjenosti, te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova i bioretencijskih zona. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju površinskog otjecanja te povećanju bioraznolikosti u urbanom prostoru. Poseban naglasak stavlja se na integraciju ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja.

A.2.3.2. PROMETNI KORIDORI – SADNJA DRVOREDA U SKLOPU ULICE

Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje prometnih koridora na području Grada Varaždina kroz plansku sadnju drvoreda kao sastavnog dijela uličnog prostora, primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj je povećati udio zelenila u prometnim zonama, poboljšati mikroklimatske uvjete te doprinijeti smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka i poboljšanju kvalitete zraka. Sadnja drvoreda planira se kao integralni element oblikovanja ulica, uz primjenu klimatski otpornih i autohtonih vrsta te osiguravanje odgovarajućih uvjeta za rast i razvoj stabala. Time se postiže povećanje zasjenjenosti prometnih površina, smanjenje pregrijavanja kolnika i pješačkih zona te poboljšanje uvjeta za kretanje pješaka i biciklista. Dodatno, drvoredi doprinose estetskoj vrijednosti prostora i jačanju kontinuiteta zelene infrastrukture u gradu. Poseban naglasak stavlja se na integraciju drvoreda u postojeće i planirane prometne koridore te na uspostavu sustava za praćenje njihove vitalnosti i funkcionalnosti u urbanom prostoru.

MJERA 2.4.
UNAPRJEĐENJE I OBNOVA OPREMLJENOSTI OTVORENIH PROSTORA

Planom se predviđa izrada jedinstvenog priručnika s tehničkim, funkcionalnim i oblikovnim smjernicama za vanjsku (urbanu) opremu na području Grada Varaždina, kao i postupna obnova i unaprjeđenje postojećeg fonda urbane opreme u skladu s definiranim smjernicama. Priručnik će se temeljiti na kulturno-povijesnim, krajobraznim i prostornim obilježjima Varaždina, uz uvažavanje rezultata analize i valorizacije postojeće urbane opreme, s ciljem uspostave prepoznatljivog i koherentnog identiteta javnih prostora. Standardizacijom urbane opreme osigurat će se viša razina funkcionalnosti, estetske usklađenosti, pristupačnosti i dugoročne održivosti, uz očuvanje specifičnog identiteta grada. Poseban naglasak stavlja se na kvalitetu materijala, otpornost na klimatske utjecaje te prilagodbu potrebama različitih skupina korisnika.

POSEBNI CILJ 3.

UBLAŽAVANJE UTJECAJA I PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA



Fotografija 8. Pogled na Grad Varaždin.
Izvor podataka: Varaždinski.hr, obrada autora.

Tablica 84. Mjere i aktivnosti obuhvaćene posebnim ciljem (PC.3.).

POSEBNI CILJEVI	MJERE
PC. 3. → Ublažavanje utjecaja i prilagodba klimatskim promjenama	**M. 3.1.** Ublažavanje ekstremnih klimatskih događaja **M. 3.2.** Klimatsko i ekološko potvrđivanje

Posebni cilj 3 (PC.3) usmjeren je na povećanje otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na negativne posljedice klimatskih promjena te na smanjenje rizika povezanih s ekstremnim vremenskim događajima. Klimatske promjene u urbanim sredinama očituju se kroz porast prosječnih temperatura, sve učestalije toplinske valove, intenzivne oborine te druge ekstremne klimatske pojave koje utječu na kvalitetu života stanovnika, funkcioniranje infrastrukture i stanje urbanih ekosustava. U tom kontekstu zelena i plava infrastruktura predstavljaju važne instrumente ublažavanja klimatskih utjecaja i prilagodbe urbanog prostora promjenjivim klimatskim uvjetima. Elementi zelene infrastrukture, poput parkova, drvoreda, travnjaka, urbanih šuma, zelenih krovova i drugih vegetacijskih površina, doprinose smanjenju učinka urbanih toplinskih otoka, poboljšanju kvalitete zraka te regulaciji mikroklimatskih uvjeta u gradskom prostoru. Istodobno, elementi plave infrastrukture imaju važnu ulogu u očuvanju prirodnih vodnih sustava i stabilnosti urbanih ekosustava. Poseban naglasak stavlja se na primjenu rješenja utemeljenih na prirodi (eng. *nature-based solutions* – NbS), koja omogućuju istodobno postizanje klimatskih, ekoloških i društvenih koristi. Takva rješenja uključuju povećanje udjela vegetacijskih površina u urbanom prostoru, razvoj zelenih koridora, očuvanje i revitalizaciju prirodnih elemenata prostora te primjenu inovativnih pristupa upravljanju mikroklimatskim uvjetima u urbanom okruženju.

U okviru ovog posebnog cilja potiče se i primjena pristupa klimatskog i ekološkog potvrđivanja kojim se osigurava da planirani projekti i razvojne intervencije budu usklađeni s ciljevima prilagodbe klimatskim promjenama, očuvanja okoliša i održivog upravljanja prirodnim resursima. Time se doprinosi povećanju otpornosti urbanog prostora te dugoročnom održivom razvoju grada. Za praćenje ostvarenja Posebnog cilja 3 koriste se sljedeći pokazatelji:

- broj implementiranih rješenja utemeljenih na prirodi (NbS) usmjerenih na ublažavanje klimatskih utjecaja
- površina novih ili revitaliziranih zelenih površina koje doprinose smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka (ha)
- broj projekata koji su prošli postupak klimatskog i ekološkog potvrđivanja

Praćenje navedenih pokazatelja omogućuje sustavnu procjenu napretka u provedbi mjera usmjerenih na ublažavanje utjecaja klimatskih promjena i jačanje otpornosti urbanog prostora. Redovitim praćenjem njihovih vrijednosti osigurava se uvid u učinkovitost provedenih intervencija te se omogućuje pravodobno prilagođavanje mjera i aktivnosti u skladu s promjenjivim klimatskim uvjetima i potrebama urbanog prostora. U svrhu ostvarenja Posebnog cilja PC.3 planirana je provedba mjera koje su usmjerene na smanjenje negativnih posljedica ekstremnih klimatskih događaja te na sustavno uključivanje klimatskih i okolišnih kriterija u procese planiranja i provedbe projekata. Mjere obuhvaćaju aktivnosti usmjerene na povećanje udjela vegetacijskih površina u urbanom prostoru, primjenu rješenja utemeljenih na prirodi za ublažavanje učinka urbanog toplinskog otoka te razvoj metodologija i postupaka klimatskog i ekološkog potvrđivanja projekata.

MJERA 3.1
UBLAŽAVANJE EKSTREMNIH KLIMATOLOŠKIH DOGAĐAJA

Mjera je usmjerena na sustavno jačanje otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na negativne učinke klimatskih promjena, s posebnim naglaskom na ublažavanje učinka urbanog toplinskog otoka i poboljšanje mikroklimatskih uvjeta. Temelji se na primjeni rješenja utemeljenih na prirodi te razvoju i umrežavanju zelene infrastrukture kao ključnog alata za prilagodbu klimatskim promjenama. Kroz ovu mjeru nastoji se povećati udio i funkcionalnost vegetacijskih površina u gradu, unaprijediti njihova prostorna raspodjela te osigurati njihovu međusobnu povezanost. Time se doprinosi stvaranju ugodnijeg i zdravijeg urbanog okruženja, smanjenju ekstremnih temperatura, poboljšanju kvalitete zraka te očuvanju i jačanju urbanih ekosustava. Mjera također potiče primjenu različitih tipova zelenih rješenja u prostoru, uključujući ona koja omogućuju povećanje zasjenjenih površina i smanjenje zagrijavanja izgrađenih struktura, čime se izravno utječe na kvalitetu boravka u gradu, osobito tijekom toplinskih valova. Posebna pažnja posvećuje se očuvanju i unapređenju postojećih prirodnih i poluprirodnih elemenata koji imaju važnu ulogu u regulaciji mikroklime, zadržavanju vlage i stabilnosti urbanih ekosustava. Provedbom mjere osigurava se integrirani pristup planiranju i upravljanju zelenim površinama, kojim se istodobno odgovara na klimatske izazove, unapređuje kvaliteta života građana i jača dugoročna održivost urbanog razvoja Grada Varaždina.

A.3.1.1. EKSTREMNI KLIMATOLOŠKI DOGAĐAJI - UBLAŽAVANJE URBANIH TOPLINSKIH OTOKA

Planom se predviđa sustavan i usmjeren pristup ublažavanju negativnih učinaka ekstremnih klimatskih događaja, s posebnim naglaskom na smanjenje urbanih toplinskih otoka (UTO) na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (Nature-based Solutions – NbS). Polazište za provedbu mjera predstavlja već izrađena stručna podloga procjene ranjivosti i rizika, koja omogućuje jasno definiranje prioritetnih područja djelovanja i usmjeravanje intervencija. Na temelju izrađene podloge definiraju se jasne, prostorno specifične i provedive smjernice za ublažavanje negativnih učinaka urbanih toplinskih otoka, s naglaskom na unaprjeđenje otvorenih javnih prostora te razvoj i jačanje zelene i plave infrastrukture kroz primjenu rješenja utemeljenih na prirodi. Planom se nadalje predviđa provedba ciljanih mjera na identificiranim prioritetnim lokacijama, s ciljem poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, povećanja zasjenjenosti, smanjenja toplinskog opterećenja te jačanja otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na klimatske ekstreme.

A.3.1.2. EKSTREMNI KLIMATOLOŠKI DOGAĐAJI – VJETROLOMI I VJETROIZVALE

Vjetrolomi i vjetroizvale posljedica su ekstremnih meteoroloških uvjeta, poput jakih i olujnih vjetrova, intenzivnih oborina ili mokrog snijega, te mogu uzrokovati značajne mehaničke i fiziološke štete na stablašicama i šumskim sastojinama. Osim izravnih šteta na biljnim zajednicama, ovakvi događaji nepovoljno utječu na strukturu i stabilnost tla, mikroklimatske uvjete i šumske ekosustave u cjelini, a ujedno predstavljaju i sigurnosni rizik za ljude, životinje i izgrađeni okoliš. S ciljem smanjenja negativnih posljedica ekstremnih klimatskih pojava i povećanja otpornosti urbanih i periurbanih ekosustava, Strategijom se predviđa jačanje institucionalnih, stručnih i operativnih kapaciteta ključnih dionika, kao i sustavno podizanje razine znanja i svijesti javnosti.

MJERA 3.2
KLIMATSKO I EKOLOŠKO POTVRĐIVANJE

Planom se predviđa uspostava integriranog sustava vrednovanja i potvrđivanja projekata i zahvata u prostoru s obzirom na njihove klimatske i ekološke učinke, s ciljem osiguravanja njihove usklađenosti s načelima održivog razvoja i otpornosti na klimatske promjene. U tom kontekstu razvijaju se mehanizmi klimatskog i ekološkog potvrđivanja kao alati za sustavnu procjenu i unaprjeđenje kvalitete planiranih intervencija u urbanom prostoru Grada Varaždina. Sustav klimatskog potvrđivanja usmjeren je na procjenu doprinosa projekata ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama, uključujući utjecaj na smanjenje emisija, regulaciju mikroklime, povećanje zasjenjenih površina i otpornost na ekstremne vremenske uvjete. Paralelno s time, sustav ekološkog potvrđivanja omogućuje procjenu utjecaja zahvata na bioraznolikost, stanje ekosustava, očuvanje prirodnih resursa i ukupnu kvalitetu okoliša. Uspostavom ovih sustava osigurava se uvođenje standardiziranih kriterija i postupaka za donošenje informiranih odluka u planiranju i provedbi projekata, povećava se transparentnost procesa te potiče primjena rješenja utemeljenih na prirodi. Time se doprinosi dugoročnom unapređenju kvalitete prostora, jačanju otpornosti grada na klimatske promjene te očuvanju njegovih ekoloških vrijednosti. U tom kontekstu predlaže se provedba sljedećih aktivnosti: razvoj i uspostava sustava klimatskog potvrđivanja te razvoj i uspostava sustava ekološkog potvrđivanja.

A.3.2.1. RAZVOJ I USPOSTAVA SUSTAVA KLIMATSKOG POTVRĐIVANJA[43]

Planom se predviđa uspostava sustava klimatskog potvrđivanja infrastrukturnih projekata, koji obuhvaćaju novogradnju, rekonstrukciju i dogradnju, s ciljem osiguravanja njihove otpornosti na očekivane učinke klimatskih promjena. Klimatsko potvrđivanje predstavlja planski i analitički postupak kojim se u ranoj fazi pripreme projekata procjenjuju klimatski rizici, utjecaji i potrebne mjere prilagodbe, kako bi se osigurala dugoročna funkcionalnost, sigurnost i održivost infrastrukture. Kako bi sustav bio učinkovit, nužno je uspostaviti jedinstven i sustavan pristup klimatskom potvrđivanju, koji se provodi pravodobno, već tijekom izrade projektno-tehničke dokumentacije. Time se omogućuje izrada detaljnih procjena financijskih i tehničkih zahtjeva prilagodbe za svaki infrastrukturni projekt zasebno, kao i integracija mjera prilagodbe u projektna rješenja prije početka njihove provedbe.

A.3.2.2. RAZVOJ I USPOSTAVA EKOLOŠKOG POTVRĐIVANJA

Ekološki indeks predstavlja integrirani urbanistički pokazatelj, koji se određuje kombinacijom različitih ekoloških parametara prostora, uključujući površine zelenila u kontaktu s tlom, polupropusne površine, raznolikost i strukturu vegetacije, brojnost i kvalitetu drveća te površine ozelenjenih krovova i fasada. Primjena ekološkog indeksa omogućava sustavno unapređenje ekološkog komfora i održivosti pri svakoj novoj izgradnji, te doprinosi stvaranju kvalitetnijeg, otpornijeg i zdravijeg urbanog okoliša.

[43] MINGO (2024) Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programskom razdoblju od 2021. – 2027. godine u Republici Hrvatskoj.

POSEBNI CILJ 4.

UPRAVLJANJE RAZVOJEM ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE



Fotografija 9. Ulica Ljudevita Gaja.
Izvor podataka: Terenska istraživanja, obrada autora.

Tablica 85. Mjere i aktivnosti obuhvaćene posebnim ciljem (PC.4.).

POSEBNI CILJEVI	MJERE
PC. 4. → Upravljanjem razvojem zelene i plave infrastrukture	**M. 4.1.** Uspostava, implementacija i praćenje razvoja zelene i plave infrastrukture **M. 4.2.** Edukacija i podizanje društvene svijesti o zelenoj i plavoj infrastrukturi **M. 4.3.** Uspostava sustava participativnog budžetiranja

Posebni cilj 4 (PC.4) usmjeren je na uspostavu učinkovitog sustava planiranja, provedbe i praćenja razvoja zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina. Njegova je svrha osigurati koordinirano i dugoročno upravljanje elementima zelene i plave infrastrukture kroz integraciju njihovih načela u sustav prostornog planiranja, razvojne politike grada i procese upravljanja prostorom. U okviru ovog cilja posebna se pozornost posvećuje uključivanju načela zelene i plave infrastrukture u dokumente prostornog uređenja i druge razvojne dokumente kako bi se osigurala njihova sustavna i dosljedna primjena u planiranju urbanog prostora. Zelena i plava infrastruktura pritom se promatra kao važan alat za unaprjeđenje ekološke stabilnosti urbanog područja, jačanje otpornosti grada na klimatske promjene te očuvanje prirodnih i krajobraznih vrijednosti. Provedba ovog posebnog cilja uključuje i razvoj mehanizama za praćenje provedbe projekata i mjera vezanih uz zelenu i plavu infrastrukturu, uključujući uspostavu sustava prikupljanja i analize podataka te razvoj pokazatelja za procjenu njihovih učinaka na okoliš i kvalitetu urbanog prostora. Sustavno praćenje provedbe projekata omogućuje kvalitetnije upravljanje razvojem zelene i plave infrastrukture te donošenje informiranih odluka u planiranju budućih intervencija. Uz institucionalne mehanizme upravljanja, provedba posebnog cilja obuhvaća i aktivnosti usmjerene na informiranje i edukaciju javnosti o važnosti zelene i plave infrastrukture te poticanje aktivnog sudjelovanja građana u procesima planiranja i razvoja urbanog prostora. Jačanje svijesti o ulozi prirodnih rješenja u urbanom okolišu doprinosi boljem razumijevanju njihove vrijednosti te potiče širu društvenu podršku njihovoj provedbi. Poseban naglasak stavlja se i na razvoj participativnih pristupa upravljanju urbanim



prostorom, uključujući uvođenje modela participativnog budžetiranja koji građanima omogućuje aktivnije sudjelovanje u odlučivanju o projektima zelene i plave infrastrukture. Takav pristup doprinosi transparentnijem upravljanju javnim prostorom te jača suradnju između gradske uprave, stručne javnosti i lokalne zajednice. Za praćenje ostvarenja Posebnog cilja 4 koriste se pokazatelji koji mjere stupanj integracije zelene i plave infrastrukture u sustav planiranja, razvoj mehanizama za praćenje provedbe projekata te razinu uključenosti javnosti u procese planiranja i odlučivanja.

Za praćenje ostvarenja posebnog cilja koriste se sljedeći pokazatelji:

- broj dokumenata prostornog uređenja i razvojnih dokumenata u koje su integrirana načela zelene i plave infrastrukture,
- broj projekata zelene i plave infrastrukture obuhvaćenih sustavom praćenja provedbe,
- broj pokazatelja uključenih u ekološki indeks za praćenje učinaka rješenja utemeljenih na prirodi,
- broj provedenih aktivnosti informiranja, edukacije i participativnih događanja vezanih uz zelenu i plavu infrastrukturu,
- broj projekata zelene i plave infrastrukture uključenih u sustav participativnog budžetiranja.

MJERA 4.1.
USPOSTAVA, IMPLEMENTACIJA I PRAĆENJE RAZVOJA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Mjera je usmjerena na sustavnu integraciju načela zelene i plave infrastrukture u prostorno planiranje Grada Varaždina te na razvoj učinkovitih mehanizama za praćenje i vrednovanje provedbe rješenja utemeljenih na prirodi. Njezin je cilj osigurati koordiniran i dugoročno održiv pristup planiranju, provedbi i evaluaciji zahvata koji doprinose povećanju ekološke stabilnosti urbanog prostora, ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama te očuvanju i unaprjeđenju bioraznolikosti. U okviru mjere naglasak se stavlja na usklađivanje strateških i planskih dokumenata s načelima zelene i plave infrastrukture, čime se omogućuje njihova dosljedna primjena u razvoju prostora. Time se osigurava da rješenja utemeljena na prirodi postanu sastavni dio planerske prakse, a ne pojedinačni ili izolirani zahvati. Istodobno, mjera predviđa uspostavu strukturiranog sustava praćenja provedbe projekata, koji će omogućiti kontinuirano prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka o njihovim učincima. Poseban naglasak stavlja se na razvoj mjerljivih pokazatelja i alata za evaluaciju, uključujući i ekološke indekse, kako bi se omogućila objektivna procjena doprinosa projekata kvaliteti okoliša, otpornosti grada i dobrobiti građana.Na taj način mjera doprinosi donošenju informiranih odluka, unapređenju planerskih i upravljačkih praksi te osiguravanju transparentnog i učinkovitog praćenja napretka u provedbi rješenja utemeljenih na prirodi na području Grada Varaždina.

A.4.1.1. IMPLEMENTACIJA PLANA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE U DOKUMENTE PROSTORNOG UREĐENJA

Aktivnost je usmjerena na integraciju ciljeva i smjernica definiranih u Planu razvoja zelene i plave infrastrukture u relevantne dokumente prostornog uređenja. Time se osigurava sustavno planiranje razvoja zelene i plave infrastrukture te dugoročna provedba rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom prostoru. Aktivnost uključuje analizu postojećih planskih dokumenata, izradu stručnih smjernica za integraciju zelene i plave infrastrukture te njihovu primjenu u postupcima izrade i izmjena prostornih planova.

A.4.1.2. USPOSTAVA SUSTAVA ZA PRAĆENJE IMPLEMENTACIJE PILOT PROJEKATA U SKLADU SA SZUO

Ova aktivnost usmjerena je na razvoj sustava za sustavno praćenje provedbe pilot projekata rješenja utemeljenih na prirodi. Sustav praćenja omogućit će prikupljanje i analizu podataka o provedbi projekata te procjenu njihovih ekoloških, klimatskih i društvenih učinaka. U okviru aktivnosti planira se definiranje metodologije praćenja, uspostava baze podataka o projektima te razvoj sustava redovitog izvještavanja o napretku provedbe projekata.

A.4.1.3. USPOSTAVA EKOLOŠKOG INDEKSA ZA PRAĆENJE USPJEŠNOSTI PROVEDBE PILOT PROJEKATA NBS-A

Aktivnost uključuje razvoj ekološkog indeksa koji će omogućiti kvantitativno praćenje učinaka pilot projekata rješenja utemeljenih na prirodi. Ekološki indeks predstavlja skup pokazatelja koji omogućuju procjenu utjecaja projekata na stanje urbanih ekosustava i kvalitetu okoliša. Indeks može uključivati pokazatelje poput povećanja zelenih površina, povećanja prekrivenosti krošnjama stabala, poboljšanja stanišnih uvjeta za oprašivače, smanjenja urbanog toplinskog otoka ili povećanja infiltracije oborinskih voda.

MJERA 4.2.
EDUKACIJA I PODIZANJE DRUŠTVENE SVIJESTI O ZELENOJ I PLAVOJ INFRASTRUKTURI

Mjera je usmjerena na jačanje razine informiranosti, razumijevanja i kompetencija javnosti te ključnih dionika o ulozi zelene i plave infrastrukture i rješenja utemeljenih na prirodi u održivom razvoju urbanog prostora Grada Varaždina. Njezin je cilj potaknuti aktivnije sudjelovanje građana i stručne javnosti u planiranju i provedbi razvojnih inicijativa te doprinijeti stvaranju zajedničkog razumijevanja važnosti očuvanja prirodnih resursa i prilagodbe klimatskim promjenama. Mjera podrazumijeva uspostavu kontinuiranog i transparentnog sustava komunikacije s javnošću, kojim se osigurava pravodobno informiranje o planovima, projektima i rezultatima vezanim uz razvoj zelene i plave infrastrukture. Poseban naglasak stavlja se na dostupnost i razumljivost informacija, kako bi se povećala razina svijesti o ekološkim i društvenim koristima takvih rješenja. Istodobno, mjera potiče razvoj edukativnih i participativnih procesa koji omogućuju razmjenu znanja i iskustava između stručnjaka, javne uprave, obrazovnih institucija, organizacija civilnog društva i građana. Time se doprinosi jačanju kapaciteta za planiranje i provedbu održivih rješenja te stvaranju poticajnog okruženja za suradnju i inovacije. Dodatno, mjera uključuje razvoj i diseminaciju stručnih i edukativnih materijala koji pružaju smjernice za primjenu rješenja utemeljenih na prirodi i integraciju zelene i plave infrastrukture u urbani prostor. Na taj način osigurava se dugoročna dostupnost znanja i alata potrebnih za kvalitetno upravljanje prostorom, uz poticanje odgovornog odnosa prema okolišu i unapređenje kvalitete života u Gradu Varaždinu.

A.4.2.1. INFORMIRANJE I EDUKACIJA JAVNOSTI O ZELENO-PLAVOJ INFRASTRUKTURI PUTEM SLUŽBENIH SREDSTAVA PRIOPĆAVANJA

Aktivnost uključuje informiranje građana o konceptu zelene i plave infrastrukture, njenoj ulozi u prilagodbi klimatskim promjenama i očuvanju bioraznolikosti te o projektima koji se provode na području grada. Informiranje se provodi putem službenih mrežnih stranica grada, društvenih mreža, medijskih objava i drugih komunikacijskih kanala. Nadalje, ova aktivnost odnosi se na kontinuirano informiranje javnosti o provedbi aktivnosti i projekata povezanih s razvojem zelene i plave infrastrukture. Cilj aktivnosti je osigurati transparentnost provedbe Plana te povećati uključenost građana u razvoj projekata.

A.4.2.2. ORGANIZACIJA PARTICIPATIVNIH DOGAĐANJA POSVEĆENIM TEMAMA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Aktivnost obuhvaća organizaciju radionica, stručnih panela i javnih rasprava usmjerenih na teme zelene i plave infrastrukture te rješenja utemeljena na prirodi. Ovakvi formati potiču razmjenu znanja i iskustava među stručnjacima, predstavnicima javne uprave, organizacijama civilnog društva i građanima te doprinose zajedničkom oblikovanju održivih rješenja.

A.4.2.3. IZRADA TEMATSKIH PRIRUČNIKA

Aktivnost obuhvaća izradu stručnih priručnika koji nude jasne smjernice za planiranje i provedbu rješenja utemeljenih na prirodi te razvoj zelene i plave infrastrukture u urbanim sredinama, s ciljem pružanja praktične podrške dionicima u primjeni održivih pristupa u prostoru. U okviru aktivnosti planirana je izrada priručnika o obnovi prirode i rješenjima utemeljenima na prirodi (NbS), priručnika o zeleno-plavoj infrastrukturi, priručnika o prilagodbi klimatskim promjenama te priručnika o implementaciji ekološkog indeksa.

A.4.2.4. DISTRIBUCIJA IZRAĐENIH PRIRUČNIKA RELEVANTNIM DIONICIMA I ŠIROJ JAVNOSTI

Aktivnost obuhvaća sustavnu distribuciju izrađenih priručnika kroz fizičke i digitalne komunikacijske kanale, s ciljem osiguravanja njihove široke dostupnosti i primjene među ciljanim dionicima. Priručnici će biti usmjereni prema stručnjacima, predstavnicima javne uprave, obrazovnim institucijama te zainteresiranoj javnosti, uz naglasak na njihovu praktičnu primjenu i dugoročnu korist. U okviru aktivnosti izradit će se detaljan plan distribucije s jasno definiranim ciljnim skupinama i odgovarajućim komunikacijskim kanalima. Također će se osigurati priprema, tisak i ciljano distribuiranje fizičkih primjeraka relevantnim dionicima, dok će digitalne verzije priručnika biti objavljene i aktivno promovirane putem službenih mrežnih stranica, društvenih mreža i medija. Poseban naglasak stavit će se na praćenje dosega i korištenja priručnika te prikupljanje povratnih informacija korisnika, kako bi se omogućilo njihovo kontinuirano unaprjeđenje i prilagodba potrebama u praksi.

MJERA 4.3.
USPOSTAVA SUSTAVA PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA

Mjera je usmjerena na jačanje participativnog upravljanja razvojem zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina kroz uspostavu mehanizama koji omogućuju aktivno i strukturirano uključivanje građana u procese donošenja odluka. Njezin je cilj povećati transparentnost upravljanja javnim resursima, potaknuti građansku inicijativu te osigurati da razvojni projekti u većoj mjeri odražavaju potrebe i prioritete lokalne zajednice. U središtu mjere je primjena participativnog budžetiranja kao alata koji omogućuje građanima da sudjeluju u predlaganju, vrednovanju i odabiru projekata financiranih iz javnih sredstava, posebno onih koji doprinose unapređenju kvalitete urbanog okoliša, bioraznolikosti i otpornosti na klimatske promjene. Time se potiče osjećaj zajedničke odgovornosti za prostor te jača povjerenje između građana i javne uprave. Mjera također doprinosi razvoju kapaciteta lokalne zajednice za sudjelovanje u planiranju prostora, poticanju inovativnih i održivih rješenja te stvaranju inkluzivnog okvira u kojem različite društvene skupine mogu aktivno sudjelovati u oblikovanju zelenijih i otpornijih urbanih sredina.

A.4.3.1. RAZVOJ METODOLOGIJE PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA PROJEKATA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Aktivnost je usmjerena na uspostavu jasnog, transparentnog i provedivog okvira za participativno budžetiranje projekata zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina. Metodologijom će se definirati pravila i postupci koji omogućuju aktivno sudjelovanje građana u predlaganju, vrednovanju i odabiru projekata, uz osiguravanje pravednosti, stručne utemeljenosti i usklađenosti s razvojnim prioritetima grada. U okviru aktivnosti razradit će se kriteriji prihvatljivosti i vrednovanja projekata, modeli uključivanja građana i dionika te postupci donošenja odluka i raspodjele sredstava. Poseban naglasak stavit će se na jednostavnost primjene, transparentnost procesa i dostupnost svim društvenim skupinama.

A.4.3.2. IMPLEMENTACIJA PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA PROJEKATA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Aktivnost obuhvaća provedbu participativnog budžetiranja kao operativnog mehanizma za uključivanje građana u odlučivanje o financiranju projekata zelene i plave infrastrukture na području Grada Varaždina. Cilj je omogućiti građanima i lokalnim zajednicama da aktivno sudjeluju u oblikovanju urbanog prostora kroz predlaganje i odabir projekata koji doprinose unapređenju okoliša, povećanju bioraznolikosti i otpornosti na klimatske promjene. Proces se temelji na transparentnom i inkluzivnom modelu koji obuhvaća prikupljanje projektnih prijedloga, njihovu stručnu evaluaciju te donošenje odluka putem javnog glasanja. Poseban naglasak stavlja se na dostupnost procesa svim građanima, jasnoću pravila te osiguravanje ravnoteže između stručne procjene i javnog interesa

9. TERMINSKI PLAN PROVEDBE



Fotografija 10. Stari Grad Varaždin.
Izvor podataka: Grad Varaždin, obrada autora.

Planom razvoja zelene i plave infrastrukture definirani su strateški i operativni ciljevi koji se razrađuju kroz međusobno povezane mjere, aktivnosti i projekte, čime se uspostavlja cjelovit i hijerarhijski strukturiran provedbeni okvir. U ovom se poglavlju posebno naglašava terminski plan provedbe kao ključni alat za vremensko usklađivanje aktivnosti, uz istovremeno definiranje sustava praćenja, vrednovanja i izvještavanja o napretku provedbe. Time se osigurava transparentno i učinkovito upravljanje realizacijom Plana te pravodobno reagiranje na eventualna odstupanja.

Terminski plan koncipiran je kao okvirni i fleksibilan instrument koji aktivnosti raspoređuje prema vremenskim horizontima – kratkoročnom, srednjoročnom i dugoročnom razdoblju – uzimajući u obzir njihovu prioritetnost, stupanj pripremljenosti, tehničku zahtjevnost i dostupnost financijskih i institucionalnih kapaciteta. U početnim fazama naglasak je stavljen na pripremne aktivnosti, uključujući analize, izradu projektne dokumentacije i jačanje institucionalnih kapaciteta, dok se u kasnijim fazama planira intenzivnija provedba infrastrukturnih zahvata, pilot-projekata i sustavnih mjera, uz kontinuirano praćenje i evaluaciju učinaka.

Predloženi terminski okvir ima indikativni karakter te ne predstavlja obvezujući raspored provedbe, već služi kao strateški alat za koordinaciju dionika i usmjeravanje provedbenih aktivnosti. Detaljna razrada dinamike provedbe, uključujući precizne rokove, financijske procjene i izvore financiranja, predviđena je kroz izradu posebnih provedbenih dokumenata, kao što su akcijski planovi, programi mjera i proračunski dokumenti nadležnih tijela. Ovakav pristup omogućuje veću prilagodljivost provedbe Plana, osigurava njegovu dugoročnu održivost te doprinosi učinkovitom povezivanju strateškog planiranja s operativnom realizacijom, u skladu s dostupnim nacionalnim i europskim financijskim instrumentima.

POSEBNI CILJ 1.

OČUVANJE I OBNOVA KOPNENIH EKOSUSTAVA

Tablica 86. Provedbeni plan posebnog cilja 1, Očuvanje i obnova kopnenih ekosustava (PC.1).

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
POSEBNI CILJ 1.	OČUVANJE I OBNOVA KOPNENIH EKOSUSTAVA									
MJERA **1.1.**	OČUVANJE I OBNOVA URBANIH KOPNENIH EKOSUSTAVA	Mjera M.1.1. usmjerena je na očuvanje, obnovu i unapređenje urbanih kopnenih ekosustava na području Grada Varaždina kroz zaštitu postojećih prirodnih i poluprirodnih staništa, obnovu degradiranih površina te jačanje funkcionalne mreže zelene infrastrukture. Provedbom ove mjere nastoji se osigurati dugoročno očuvanje ekoloških funkcija urbanog prostora, povećati otpornost grada na klimatske promjene te unaprijediti stanišne uvjete za biljne i životinjske vrste u urbanom i periurbanom okruženju. Posebna pozornost posvetit će se očuvanju postojećih zelenih površina, obnovi degradiranih staništa te povećanju njihove ekološke povezanosti. Mjera također uključuje aktivnosti usmjerene na povećanje prekrivenosti krošnjama stabala, jačanje urbane bioraznolikosti te sustavno praćenje čimbenika koji mogu negativno utjecati na stanje ekosustava, poput širenja stranih invazivnih vrsta. Time se doprinosi stvaranju stabilnije i funkcionalnije mreže zelene infrastrukture koja osigurava brojne ekosustavne usluge, uključujući regulaciju klime, poboljšanje kvalitete zraka, zadržavanje oborinskih voda i povećanje kvalitete života stanovnika.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **1.1.1.**	UNAPRJEĐENJE I OČUVANJE URBANE ZELENE INFRASTRUKTURE - PLANSKA ZAŠTITA	Ova aktivnost usmjerena je na očuvanje, unaprjeđenje i održivo upravljanje postojećom urbanom zelenom infrastrukturom na području Grada Varaždina. Urbana zelena infrastruktura obuhvaća parkove, drvorede, travnjake, zelene koridore, šumske površine, javne zelene površine te druge prirodne i poluprirodne elemente koji imaju važnu ulogu u očuvanju bioraznolikosti, poboljšanju kvalitete okoliša i kvaliteti života stanovnika. Provedba aktivnosti uključuje identifikaciju, kartiranje i vrednovanje postojećih zelenih površina, njihovo plansko očuvanje te unapređenje njihove funkcionalne i ekološke povezanosti. Poseban naglasak stavlja se na očuvanje postojećih prirodnih i poluprirodnih staništa, razvoj novih zelenih površina gdje je to moguće te integraciju elemenata zelene infrastrukture u urbanističko planiranje i razvoj grada. Aktivnost također uključuje mjere održivog upravljanja zelenim površinama, poput primjene prirodnih i ekološki prihvatljivih metoda održavanja, povećanja udjela autohtonih biljnih vrsta te smanjenja negativnih utjecaja urbanizacije na prirodna staništa. Jačanjem urbane zelene infrastrukture doprinosi se povećanju otpornosti grada na klimatske promjene, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju urbanog toplinskog otoka te stvaranju kvalitetnijeg i zdravijeg životnog prostora za stanovnike. Aktivnosti predviđene Planom obuhvaćaju: • Izrada stručne podloge s provedbom vrijednosne analize urbane zelene infrastrukture, uključujući identifikaciju prioritetnih područja za očuvanje i unaprjeđenje (1); • Provedba mjera zaštite, revitalizacije i sustavnog praćenja stanja urbanih zelenih površina, u skladu s utvrđenim smjernicama (1); • Informiranje i edukacija javnosti te relevantnih dionika o rezultatima izrađenih planova, s ciljem podizanja svijesti o važnosti urbane zelene infrastrukture (1); • Ugradnja i provedba izrađenih planova i mjera u dokumente prostornog uređenja svih razina, radi osiguranja njihove trajne i dosljedne primjene (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	50.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **1.1.2.**	USPOSTAVA SUSTAVA ZA PRAĆENJE STANJA STRANIH I INVAZIVNIH VRSTA	Ova aktivnost usmjerena je na uspostavu sustavnog praćenja prisutnosti, rasprostranjenosti i utjecaja stranih invazivnih vrsta na području Grada Varaždina. Strane invazivne vrste predstavljaju jednu od najvećih prijetnji biološkoj raznolikosti jer mogu negativno utjecati na autohtone vrste, narušiti prirodnu ravnotežu ekosustava te uzrokovati gospodarske i ekološke štete. U okviru aktivnosti planira se uspostava sustava prikupljanja, obrade i analize podataka o pojavi i širenju invazivnih vrsta, uključujući terenska istraživanja, izradu baze podataka i kartiranje njihovih staništa. Poseban naglasak stavlja se na identifikaciju prioritetnih vrsta i područja koja zahtijevaju hitne mjere upravljanja. Aktivnost također uključuje razvoj smjernica za upravljanje invazivnim vrstama, provedbu mjera kontrole i uklanjanja tamo gdje je to potrebno te podizanje svijesti javnosti o negativnim učincima širenja invazivnih vrsta. Uspostavom učinkovitog sustava praćenja omogućit će se pravodobno reagiranje, smanjenje širenja invazivnih vrsta te očuvanje prirodnih i poluprirodnih staništa. Aktivnosti predviđene Planom obuhvaćaju: • Izradu stručne podloge s jasno definiranim metodološkim pristupom za prepoznavanje, uklanjanje i suzbijanje stranih i invazivnih vrsta, uključujući utvrđivanje kriterija i pokazatelja za praćenje uspješnosti provedbe mjera (1). • Provedbu operativnih mjera uklanjanja i suzbijanja stranih i invazivnih biljnih i životinjskih vrsta na područjima zaštićenih lokaliteta, u skladu s izrađenom metodologijom i važećim propisima (1). • Uspostavu sustava monitoringa radi kontinuiranog praćenja učinkovitosti provedenih aktivnosti, procjene njihova utjecaja na obnovu autohtonih staništa te pravodobne prilagodbe budućih mjera upravljanja (1).	**P.2.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	50.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2030.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
AKTIVNOST **1.1.3.**	OBNOVA URBANIH EKOSUSTAVA –STABLA I PREKRIVENOST KROŠNJAMA	Aktivnost obuhvaća uspostavu sustavnog i stručno utemeljenog pristupa upravljanju postojećim fondom stabala na području Grada Varaždina, s ciljem očuvanja njihove vitalnosti, sigurnosti i krajobrazne vrijednosti. U tu svrhu izradit će se sveobuhvatna studija zdravstvenog stanja stabala koja uključuje terensku inventarizaciju te procjenu vitaliteta, stabilnosti i starosti pojedinih jedinki. U okviru aktivnosti provest će se i klasifikacija stabala prema metodologiji Ancient Tree Foruma, čime će se omogućiti njihovo vrednovanje s obzirom na ekološki značaj, starost i doprinos identitetu prostora. Na temelju rezultata analize i klasifikacije definirat će se prioriteti za očuvanje vrijednih stabala te mjere za obnovu, revitalizaciju ili zamjenu stabala lošeg zdravstvenog stanja, uz primjenu odgovarajućih vrsta i suvremenih sadnih standarda. Tijekom provedbe aktivnosti analizirat će se složenost planiranih zahvata te će se, prema potrebi, izraditi odgovarajuća projektna i tehnička dokumentacija (geodetske podloge, elaborati, studije, idejna i izvedbena rješenja i dr.), kao i ishoditi svi potrebni akti za njihovu realizaciju. Aktivnost uključuje i provedbu radova, stručni nadzor te završno uređenje prostora. Sastavni dio aktivnosti je i kontinuirano ažuriranje i nadopuna geografskog informacijskog sustava (GIS) Grada Varaždina, čime se osigurava uspostava ažurne i pouzdane evidencije te učinkovitog upravljanja urbanim fondom stabala u dugoročnom razdoblju. • Provedba arborikulturne analize postojećeg fonda stabala, s ciljem utvrđivanja zdravstvenog stanja, starosti i krajobrazne vrijednosti (1); • Zamjena stabala lošeg zdravstvenog stanja, u skladu s rezultatima provedene analize, uz primjenu odgovarajućih vrsta i sadnih standarda (1); • Ažuriranje i nadopuna geografskog informacijskog sustava Grada Varaždina, radi osiguranja ažurne evidencije i učinkovitog upravljanja urbanim fondom stabala (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2030.**
AKTIVNOST **1.1.4.**	OBNOVA I RAZVOJ URBANE BIORAZNOLIKOSTI - OPRAŠIVAČI	Ova aktivnost usmjerena je na očuvanje i unaprjeđenje staništa za oprašivače u urbanom prostoru, uključujući pčele, leptire, bumbare i druge skupine kukaca koje imaju ključnu ulogu u održavanju ekosustava i proizvodnji hrane. Provedba aktivnosti uključuje uspostavu i održavanje cvjetnih livada, sadnju medonosnih i autohtonih biljnih vrsta te stvaranje mikro-staništa pogodnih za oprašivače u parkovima, javnim zelenim površinama i drugim urbanim prostorima. Posebna pažnja posvetit će se povezivanju takvih staništa u funkcionalnu mrežu koja omogućuje kretanje i opstanak oprašivača u urbanom krajoliku. Aktivnost također obuhvaća edukativne i promotivne aktivnosti usmjerene na podizanje svijesti građana o važnosti oprašivača za očuvanje bioraznolikosti i funkcioniranje ekosustava. Poticanjem razvoja urbanih staništa za oprašivače doprinosi se jačanju urbane bioraznolikosti, stabilnosti ekosustava i dugoročno održivom razvoju grada. • Ozelenjavanje javnih zelenih površina vrstama pogodnima za oprašivače (medonosne vrste) na odabranim lokacijama (5); • Praćenje brojnosti i stanja urbane bioraznolikosti na odabranim pilot-lokacijama (5); • Praćenje zadovoljstva građana prilagođenim načinima održavanja javnih zelenih površina (5); • Informiranje i edukacija javnosti o važnosti urbane bioraznolikosti i održivog upravljanja zelenim površinama (5);	**P.2.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	UREĐENA CJELINA (broj)	**0 → 20**	30.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2029.**

POSEBNI CILJ 2.

UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Tablica 87. Provedbeni plan posebnog cilja 2, Unaprjeđenje i razvoj zelene i plave infrastrukture (PC 2).

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
POSEBNI CILJ 2.	UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE									
MJERA **2.1.**	UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ ZELENE INFRASTRUKTURE	Mjera je usmjerena na sustavno unaprjeđenje kvalitete urbanog prostora Grada Varaždina kroz razvoj i transformaciju javnih i stambenih površina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj mjere je povećati funkcionalnost, otpornost i ekološku vrijednost prostora, uz istodobno poboljšanje uvjeta boravka i kvalitete života građana. Naglasak se stavlja na ozelenjavanje i preoblikovanje različitih tipova urbanih prostora – od trgova i javnih zelenih površina do okoliša stambenih i javnih objekata – u međusobno povezanu mrežu zelene infrastrukture. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, povećanju zasjenjenosti, poboljšanju kvalitete zraka i upravljanju oborinskim vodama kroz prirodne procese. Mjera također potiče primjenu raznolikih, klimatski prilagođenih i autohtonih biljnih vrsta te oblikovanje slojevitog zelenila, čime se unapređuje bioraznolikost i stabilnost urbanih ekosustava. Integracijom NbS rješenja u planiranje, uređenje i upravljanje prostorom osigurava se dugoročna održivost i prilagodljivost grada na klimatske promjene.Dodatno, mjera uključuje razvoj sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih rješenja, čime se omogućuje kontinuirana evaluacija njihovih učinaka i prilagodba budućih intervencija, uz osiguranje kvalitetnog i otpornog urbanog okoliša.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.1.1.**	USPOSTAVA ZELENIH TRGOVA SUKLADNO PLANU ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE (GUP)	Aktivnost je usmjerena na transformaciju postojećih javnih prostora u zelene trgove na području Grada Varaždina, u skladu sa smjernicama Plana zelene infrastrukture i odredbama Generalnog urbanističkog plana (GUP-a), s ciljem povećanja kvalitete javnih prostora, poboljšanja mikroklimatskih uvjeta i jačanja urbane bioraznolikosti. Poseban naglasak stavlja se na preoblikovanje pretežno popločanih i infrastrukturno opterećenih površina u funkcionalne, estetski kvalitetne i klimatski prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikog i slojevitog zelenila, sadnju stabala i grmlja, povećanje zasjenjenih površina te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i propusnih materijala. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka i stvaranju ugodnijeg prostora za boravak i društvene aktivnosti. Poseban naglasak stavlja se na integraciju zelenih trgova u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje zelenih trgova uz integraciju NbS rješenja (5); • Provedba uređenja i transformacije javnih prostora u zelene trgove (5); • Razvoj metodologije, pokazatelja i sustava za praćenje i evaluaciju uspješnosti NbS rješenja (5); • Održavanje i prilagodba upravljanja prostorima na temelju rezultata praćenja (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	300.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.1.2.**	UNAPRJEĐENJE I UREĐENJE OKOLIŠA UZ ZGRADE STAMBENE NAMJENE PRIMJENOM NbS-A	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje i funkcionalno oblikovanje okoliša uz stambene zgrade na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem poboljšanja kvalitete stanovanja, mikroklimatskih uvjeta i otpornosti na klimatske promjene. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju pretežno neuređenih ili jednoličnih površina u raznolike, zelene i korisnički prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje slojevitog i raznolikog zelenila, sadnju autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, povećanje zasjenjenosti te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, vegetacijskih pojaseva, propusnih površina i manjih retencijskih zona. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka, povećanju bioraznolikosti te stvaranju ugodnijeg i zdravijeg okruženja za stanare. Poseban naglasak stavlja se na povezivanje ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje uređenja okoliša uz stambene zgrade uz integraciju NbS rješenja (5); • Provedba uređenja i unaprjeđenja prostora primjenom raznolikih NbS elemenata (5); • Razvoj metodologije, pokazatelja i sustava za praćenje i evaluaciju uspješnosti NbS rješenja (5); • Održavanje i prilagodba upravljanja okolišem na temelju rezultata praćenja (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
AKTIVNOST **2.1.3.**	UNAPRJEĐENJE I UREĐENJE OKOLIŠA OBJEKTA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE PRIMJENOM NbS-a	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje i funkcionalno oblikovanje okoliša objekata javne i društvene namjene na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, povećanja kvalitete boravka korisnika te jačanja ekološke i društvene vrijednosti prostora. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju pretežno popločanih i infrastrukturno opterećenih površina u zelene, ugodne i klimatski prilagođene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikog i slojevitog zelenila, sadnju autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, povećanje zasjenjenih površina te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, zelenih krovova, vegetacijskih pojaseva i propusnih površina. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju kvalitete zraka i stvaranju ugodnijeg okruženja za korisnike objekata poput škola, vrtića, zdravstvenih i drugih javnih ustanova. Poseban naglasak stavlja se na integraciju ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje uređenja okoliša objekata uz integraciju NbS rješenja (10); • Provedba uređenja i unaprjeđenja prostora primjenom raznolikih NbS elemenat (10); • Razvoj metodologije, pokazatelja i sustava za praćenje i evaluaciju uspješnosti NbS rješenja (10); • Održavanje i prilagodba upravljanja okolišem na temelju rezultata praćenja (10);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr..	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 10**	150.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.1.4.**	UREĐENJE POSTOJEĆIH JAVNIH ZELENIH POVRŠINA PRIMJENOM NbS-a	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje postojećih javnih zelenih površina na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem povećanja njihove ekološke funkcionalnosti, otpornosti na klimatske promjene i kvalitete boravka korisnika. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju postojećih, često jednoličnih i intenzivno održavanih površina u raznolike, slojevite i klimatski prilagođene zelene prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje raznolikih i autohtonih biljnih vrsta, povećanje udjela drvenaste i grmolike vegetacije, smanjenje intenziteta održavanja te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i vegetacijskih pojaseva. Time se doprinosi poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, povećanju zasjenjenosti, očuvanju bioraznolikosti i učinkovitijem upravljanju vodnim resursima. Poseban naglasak stavlja se na unaprjeđenje postojećih zelenih površina kao dijela mreže zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje uređenja postojećih zelenih površina uz integraciju NbS rješenja (7); • Provedba uređenja i unaprjeđenja površina primjenom raznolikih NbS elemenata (7); • Razvoj metodologije, pokazatelja i sustava za praćenje i evaluaciju uspješnosti NbS rješenja (7); • Održavanje i prilagodba upravljanja zelenim površinama na temelju rezultata praćenja (7);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 7**	70.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2032.**
AKTIVNOST **2.1.5.**	RAZVOJ NOVIH JAVNIH ZELENIH POVRŠINA (Z1 – PARKOVNO UREĐENE POVRŠINE, GUP) PRIMJENOM NbS-a	Aktivnost je usmjerena na razvoj i unapređenje novih javnih zelenih površina kategorije Z1 u skladu s odredbama Generalnog urbanističkog plana Grada Varaždina, uz primjenu rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj je osigurati visoku ekološku, funkcionalnu i krajobraznu vrijednost novoplaniranih parkovnih prostora, uz istodobno povećanje njihove otpornosti na klimatske promjene. Uređenje ovih površina temelji se na integraciji prirodnih procesa i elemenata, uključujući sadnju raznolikih, autohtonih i klimatski otpornih biljnih vrsta, oblikovanje slojevitog zelenila te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova, bioretencijskih zona i prirodnih depresija. Time se doprinosi poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, očuvanju bioraznolikosti i učinkovitijem upravljanju vodnim resursima. Poseban naglasak stavlja se na razvoj parkova kao integralnih elemenata zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje, projektiranje i uspostava novih Z1 parkova uz integraciju NbS rješenja (5); • Razvoj metodologije, pokazatelja i sustava za praćenje i evaluaciju uspješnosti NbS rješenja (5); • Održavanje i prilagodba upravljanja parkovima na temelju rezultata praćenja (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	80.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2032.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
MJERA **2.2.**	UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ PLAVE INFRASTRUKTURE	Mjera je usmjerena na unapređenje upravljanja vodnim resursima i jačanje otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na klimatske promjene kroz integrirani razvoj zelene i plave infrastrukture. Naglasak se stavlja na revitalizaciju vodotoka te primjenu rješenja utemeljenih na prirodi u sustavu urbane odvodnje, čime se istodobno doprinosi smanjenju rizika od poplava, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta i očuvanju bioraznolikosti. U okviru mjere potiče se obnova i unaprjeđenje prirodnih funkcija vodnih ekosustava, osobito rijeke Plitvice i njezinih pritoka, uz njihovu integraciju u urbani prostor kao višefunkcionalnih koridora ekološke, krajobrazne i rekreacijske vrijednosti. Istodobno se razvija pristup upravljanju oborinskim vodama koji se temelji na prirodnim procesima zadržavanja, infiltracije i pročišćavanja, čime se smanjuje opterećenje postojeće komunalne infrastrukture i povećava prilagodljivost grada na ekstremne vremenske uvjete. Mjera doprinosi stvaranju održivog, otpornog i kvalitetnog urbanog okoliša kroz povezivanje vodnih i zelenih sustava, unaprjeđenje funkcionalnosti javnih prostora te primjenu inovativnih, ekološki prihvatljivih rješenja u planiranju i upravljanju prostorom.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 2**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.2.1.**	REVITALIZACIJA PLITVICE S PRITOCIMA	Aktivnost je usmjerena na cjelovito uređenje i revitalizaciju rijeke Plitvice i njezinih pritoka na području Grada Varaždina, s ciljem unapređenja ekološkog stanja vodotoka, povećanja otpornosti na klimatske promjene te podizanja kvalitete javnog prostora. Poseban naglasak stavlja se na primjenu rješenja utemeljenih na prirodi, obnovu prirodnih riječnih staništa, poboljšanje hidromorfoloških uvjeta te integraciju vodotoka u sustav zelene i plave infrastrukture grada. Aktivnost obuhvaća i izradu potrebne studijske i projektne dokumentacije kao preduvjeta za planiranje i provedbu zahvata, uključujući definiranje optimalnih rješenja za uređenje korita, obalnog pojasa i pripadajućih prostora, uz osiguravanje zaštite od poplava, očuvanje bioraznolikosti i povećanje rekreacijske i krajobrazne vrijednosti prostora. Predložene aktivnosti: • Izrada studijske i projektne dokumentacije (analize, idejna i glavna rješenja) (1); • Ishođenje potrebnih dozvola i suglasnosti (1); • Provedba radova uređenja i revitalizacije vodotoka i obalnog prostora (1); • Praćenje stanja i održavanje uređenih područja (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	100.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.2.2.**	IMPLEMENTACIJA NbS – URBANA ODVODNJA	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje sustava urbane odvodnje na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem povećanja otpornosti na intenzivne oborine, smanjenja rizika od urbanih poplava te poboljšanja kvalitete urbanog okoliša. Naglasak se stavlja na primjenu rješenja koja omogućuju prirodno zadržavanje, infiltraciju i pročišćavanje oborinskih voda, čime se smanjuje opterećenje postojeće kanalizacijske infrastrukture i istovremeno unapređuju mikroklimatski i ekološki uvjeti u gradu. U tom kontekstu predviđa se primjena različitih tipova NbS rješenja, poput kišnih vrtova i bioretencijskih površina, propusnih kolničkih i pješačkih površina, zelenih krovova i zidova, retencijskih i infiltracijskih bazena te vegetacijskih kanala za usporavanje i usmjeravanje oborinskih voda. Ova rješenja integriraju se u javne i infrastrukturne površine, poput ulica, trgova, parkirališta i parkova, čime se osigurava njihova višefunkcionalnost i dugoročna održivost. Predložene aktivnosti za provedbu: • Provedba pilot-projekata primjene NbS rješenja u sustavu urbane odvodnje na odabranim lokacijama (1); • Izrada projektne i tehničke dokumentacije za implementaciju odabranih rješenja (1); • Ugradnja NbS elemenata u javne i infrastrukturne površine (1); • Integracija NbS rješenja u planiranje novih zahvata i rekonstrukciju postojeće infrastrukture (1); • Praćenje učinkovitosti i održavanje implementiranih sustava (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
MJERA **2.3.**	UNAPRJEĐENJE I RAZVOJ SIVE INFRASTRUKTURE	Mjera je usmjerena na unaprjeđenje prometne infrastrukture Grada Varaždina kroz integraciju zelene infrastrukture i primjenu rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem smanjenja negativnih utjecaja prometa na okoliš te povećanja otpornosti urbanog prostora na klimatske promjene. Naglasak se stavlja na transformaciju prometnih i parkirališnih površina u funkcionalne, klimatski prilagođene i ekološki vrijedne prostore koji doprinose kvaliteti života u gradu. U okviru mjere potiče se ozelenjavanje prometnih koridora i parkirališnih površina kroz povećanje zasjenjenosti, primjenu propusnih materijala te uvođenje rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju površinskog otjecanja te povećanju bioraznolikosti. Mjera također naglašava ulogu prometnih površina kao dijela šire mreže zelene infrastrukture, čime se osigurava njihova višefunkcionalnost i bolja integracija u urbani prostor. Sustavnim pristupom planiranju, uređenju i upravljanju prometnim površinama doprinosi se stvaranju otpornijeg, zdravijeg i estetski kvalitetnijeg urbanog okoliša.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 2**	500.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.3.1.**	PROMET U MIROVANJU – IMPLEMENTACIJA NbS-a	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje sustava prometa u mirovanju na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS), s ciljem smanjenja negativnih utjecaja parkirališnih površina na okoliš te povećanja njihove funkcionalne i ekološke vrijednosti. Poseban naglasak stavlja se na transformaciju postojećih i planiranih parkirališta iz dominantno nepropusnih i toplinski opterećenih površina u zelene, klimatski prilagođene i višefunkcionalne prostore. Uređenje obuhvaća uvođenje propusnih materijala, sadnju drveća i grmlja radi povećanja zasjenjenosti, te primjenu rješenja za zadržavanje i infiltraciju oborinskih voda, poput kišnih vrtova i bioretencijskih zona. Time se doprinosi smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka, poboljšanju mikroklimatskih uvjeta, smanjenju površinskog otjecanja te povećanju bioraznolikosti u urbanom prostoru. Poseban naglasak stavlja se na integraciju ovih prostora u širu mrežu zelene infrastrukture te na uspostavu sustava za praćenje uspješnosti primijenjenih NbS rješenja. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje parkirališnih površina uz integraciju NbS rješenja (5); • Provedba uređenja i implementacija NbS elemenata (propusne površine, zelenilo, sustavi za oborinsku vodu) (5); • Razvoj sustava za praćenje učinkovitosti NbS rješenja (5); • Održavanje i prilagodba upravljanja parkirališnim površinama (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	400.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **2.3.2.**	PROMETNI KORIDORI – SADNJA DRVOREDA U SKLOPU ULICE	Aktivnost je usmjerena na unaprjeđenje prometnih koridora na području Grada Varaždina kroz plansku sadnju drvoreda kao sastavnog dijela uličnog prostora, primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (NbS). Cilj je povećati udio zelenila u prometnim zonama, poboljšati mikroklimatske uvjete te doprinijeti smanjenju učinka urbanog toplinskog otoka i poboljšanju kvalitete zraka. Sadnja drvoreda planira se kao integralni element oblikovanja ulica, uz primjenu klimatski otpornih i autohtonih vrsta te osiguravanje odgovarajućih uvjeta za rast i razvoj stabala. Time se postiže povećanje zasjenjenosti prometnih površina, smanjenje pregrijavanja kolnika i pješačkih zona te poboljšanje uvjeta za kretanje pješaka i biciklista. Dodatno, drvoredi doprinose estetskoj vrijednosti prostora i jačanju kontinuiteta zelene infrastrukture u gradu. Poseban naglasak stavlja se na integraciju drvoreda u postojeće i planirane prometne koridore te na uspostavu sustava za praćenje njihove vitalnosti i funkcionalnosti u urbanom prostoru. Predložene aktivnosti: • Planiranje i projektiranje drvoreda u sklopu prometnih koridora (5); • Sadnja drveća i osiguravanje odgovarajućih uvjeta za rast (tlo, zaštita, navodnjavanje) (5); • Razvoj sustava za praćenje stanja i funkcionalnosti drvoreda (5); • Održavanje i upravljanje drvoredima (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 5**	100.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI, PROJEKTI TE KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1 – P.2 – P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
MJERA **2.4.**	UNAPRJEĐENJE I OBNOVA OPREMLJENOSTI OTVORENIH PROSTORA[44]	Planom se predviđa izrada jedinstvenog priručnika s tehničkim, funkcionalnim i oblikovnim smjernicama za vanjsku (urbanu) opremu na području Grada Varaždina, kao i postupna obnova i unaprjeđenje postojećeg fonda urbane opreme u skladu s definiranim smjernicama. Priručnik će se temeljiti na kulturno-povijesnim, krajobraznim i prostornim obilježjima Varaždina, uz uvažavanje rezultata analize i valorizacije postojeće urbane opreme, s ciljem uspostave prepoznatljivog i koherentnog identiteta javnih prostora. Standardizacijom urbane opreme osigurat će se viša razina funkcionalnosti, estetske usklađenosti, pristupačnosti i dugoročne održivosti, uz očuvanje specifičnog identiteta grada. Poseban naglasak stavlja se na kvalitetu materijala, otpornost na klimatske utjecaje te prilagodbu potrebama različitih skupina korisnika.	**P.3.**	**VŽ**	VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 1**	100.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2030.**
AKTIVNOST **2.4.1.**	UNAPRJEĐENJE I OBNOVA OPREMLJENOSTI OTVORENIH PROSTORA	Planom se predviđa izrada jedinstvenog priručnika s tehničkim i oblikovnim smjernicama za vanjsku (urbanu) opremu na području Grada Varaždina te obnova i unaprjeđenje postojećeg fonda u skladu s definiranim standardima. Cilj je uspostava funkcionalnog, estetski usklađenog i dugoročno održivog sustava urbane opreme, uz očuvanje identiteta grada i provedbu pilot-projekta na odabranim lokacijama. U okviru Plana predviđeni su sljedeći projekti i aktivnosti: • Izrada priručnika za primjenu vanjske (urbane) opreme, koji obuhvaća elemente poput koševa za otpad, klupa, ograda, komunikacijsko-informacijskih ploča i drugih sastavnica urbane opreme (1); • Obnova i zamjena postojeće urbane opreme sukladno smjernicama izrađenog priručnika na području dviju jedinica mjesne samouprave, kao pilot-projekt standardizacije urbane opreme (2).	**P.3.**	**VŽ**	VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2030.**

[44] npr. Prague Public Space Design Manual.

POSEBNI CILJ 3.

UBLAŽAVANJE UTJECAJA I PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA

Tablica 88. Provedbeni plan posebnog cilja 3, Ublažavanje utjecaja i prilagodba klimatskim promjenama (PC 3).

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI I PROJEKTI		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1→P.2→P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
POSEBNI CILJ 3.	UBLAŽAVANJE UTJECAJA I PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA									
MJERA **3.1.**	UBLAŽAVANJE EKSTREMNIH KLIMATOLOŠKIH DOGAĐAJA	Mjera je usmjerena na sustavno jačanje otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na negativne učinke klimatskih promjena, s posebnim naglaskom na ublažavanje učinka urbanog toplinskog otoka i poboljšanje mikroklimatskih uvjeta. Temelji se na primjeni rješenja utemeljenih na prirodi te razvoju i umrežavanju zelene infrastrukture kao ključnog alata za prilagodbu klimatskim promjenama. Kroz ovu mjeru nastoji se povećati udio i funkcionalnost vegetacijskih površina u gradu, unaprijediti njihova prostorna raspodjela te osigurati njihovu međusobnu povezanost. Time se doprinosi stvaranju ugodnijeg i zdravijeg urbanog okruženja, smanjenju ekstremnih temperatura, poboljšanju kvalitete zraka te očuvanju i jačanju urbanih ekosustava. Mjera također potiče primjenu različitih tipova zelenih rješenja u prostoru, uključujući ona koja omogućuju povećanje zasjenjenih površina i smanjenje zagrijavanja izgrađenih struktura, čime se izravno utječe na kvalitetu boravka u gradu, osobito tijekom toplinskih valova. Posebna pažnja posvećuje se očuvanju i unapređenju postojećih prirodnih i poluprirodnih elemenata koji imaju važnu ulogu u regulaciji mikroklime, zadržavanju vlage i stabilnosti urbanih ekosustava. Provedbom mjere osigurava se integrirani pristup planiranju i upravljanju zelenim površinama, kojim se istodobno odgovara na klimatske izazove, unapređuje kvaliteta života građana i jača dugoročna održivost urbanog razvoja Grada Varaždina.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 2**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **3.1.1.**	EKSTREMNI KLIMATOLOŠKI DOGAĐAJI - UBLAŽAVANJE URBANIH TOPLINSKIH OTOKA (NbS)	Planom se predviđa sustavan i usmjeren pristup ublažavanju negativnih učinaka ekstremnih klimatskih događaja, s posebnim naglaskom na smanjenje urbanih toplinskih otoka (UTO) na području Grada Varaždina primjenom rješenja utemeljenih na prirodi (Nature-based Solutions – NbS). Polazište za provedbu mjera predstavlja već izrađena stručna podloga procjene ranjivosti i rizika, koja omogućuje jasno definiranje prioritetnih područja djelovanja i usmjeravanje intervencija. Na temelju izrađene podloge definiraju se jasne, prostorno specifične i provedive smjernice za ublažavanje negativnih učinaka urbanih toplinskih otoka, s naglaskom na unaprjeđenje otvorenih javnih prostora te razvoj i jačanje zelene i plave infrastrukture kroz primjenu rješenja utemeljenih na prirodi. Planom se nadalje predviđa provedba ciljanih mjera na identificiranim prioritetnim lokacijama, s ciljem poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, povećanja zasjenjenosti, smanjenja toplinskog opterećenja te jačanja otpornosti urbanog prostora Grada Varaždina na klimatske ekstreme. Predlaže se provedba sljedećih pilot projekata: • Kapucinski trg (1); • Prostor Sajmišta Banfica ((1); • Mali Plac (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **3.1.2.**	EKSTREMNI KLIMATOLOŠKI DOGAĐAJI – VJETROLOMI I VJETROIZVALE	Vjetrolomi i vjetroizvale posljedica su ekstremnih meteoroloških uvjeta, poput jakih i olujnih vjetrova, intenzivnih oborina ili mokrog snijega, te mogu uzrokovati značajne mehaničke i fiziološke štete na stablašicama i šumskim sastojinama. Osim izravnih šteta na biljnim zajednicama, ovakvi događaji nepovoljno utječu na strukturu i stabilnost tla, mikroklimatske uvjete i šumske ekosustave u cjelini, a ujedno predstavljaju i sigurnosni rizik za ljude, životinje i izgrađeni okoliš. S ciljem smanjenja negativnih posljedica ekstremnih klimatskih pojava i povećanja otpornosti urbanih i periurbanih ekosustava, Strategijom se predviđa jačanje institucionalnih, stručnih i operativnih kapaciteta ključnih dionika, kao i sustavno podizanje razine znanja i svijesti javnosti. U tom kontekstu Strategijom se planira provedba sljedećih aktivnosti: • Edukacija ključnih dionika radi uspostave učinkovitije koordinacije i zajedničkog djelovanja u prevenciji, pripremi i ublažavanju posljedica vjetroloma i vjetroizvala te drugih ekstremnih klimatskih pojava (5); • Edukacija i podizanje svijesti šire javnosti o rizicima, uzrocima i posljedicama ekstremnih vremenskih događaja, kao i o mjerama osobne i kolektivne sigurnosti (5);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 10**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI I PROJEKTI		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1→P.2→P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
MJERA **3.2.**	KLIMATSKO I EKOLOŠKO POTVRĐIVANJE	Planom se predviđa uspostava integriranog sustava vrednovanja i potvrđivanja projekata i zahvata u prostoru s obzirom na njihove klimatske i ekološke učinke, s ciljem osiguravanja njihove usklađenosti s načelima održivog razvoja i otpornosti na klimatske promjene. U tom kontekstu razvijaju se mehanizmi klimatskog i ekološkog potvrđivanja kao alati za sustavnu procjenu i unaprjeđenje kvalitete planiranih intervencija u urbanom prostoru Grada Varaždina. Sustav klimatskog potvrđivanja usmjeren je na procjenu doprinosa projekata ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama, uključujući utjecaj na smanjenje emisija, regulaciju mikroklime, povećanje zasjenjenih površina i otpornost na ekstremne vremenske uvjete. Paralelno s time, sustav ekološkog potvrđivanja omogućuje procjenu utjecaja zahvata na bioraznolikost, stanje ekosustava, očuvanje prirodnih resursa i ukupnu kvalitetu okoliša. Uspostavom ovih sustava osigurava se uvođenje standardiziranih kriterija i postupaka za donošenje informiranih odluka u planiranju i provedbi projekata, povećava se transparentnost procesa te potiče primjena rješenja utemeljenih na prirodi. Time se doprinosi dugoročnom unapređenju kvalitete prostora, jačanju otpornosti grada na klimatske promjene te očuvanju njegovih ekoloških vrijednosti. U tom kontekstu predlaže se provedba sljedećih aktivnosti: razvoj i uspostava sustava klimatskog potvrđivanja te razvoj i uspostava sustava ekološkog potvrđivanja.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 2**	50.000,00	VŽ	**2026. → 2029.**
AKTIVNOST **3.2.1.**	RAZVOJ I USPOSTAVA SUSTAVA KLIMATSKOG POTVRĐIVANJA[45]	Planom se predviđa uspostava sustava klimatskog potvrđivanja infrastrukturnih projekata, koji obuhvaćaju novogradnju, rekonstrukciju i dogradnju, s ciljem osiguravanja njihove otpornosti na očekivane učinke klimatskih promjena. Klimatsko potvrđivanje predstavlja planski i analitički postupak kojim se u ranoj fazi pripreme projekata procjenjuju klimatski rizici, utjecaji i potrebne mjere prilagodbe, kako bi se osigurala dugoročna funkcionalnost, sigurnost i održivost infrastrukture. Kako bi sustav bio učinkovit, nužno je uspostaviti jedinstven i sustavan pristup klimatskom potvrđivanju, koji se provodi pravodobno, već tijekom izrade projektno-tehničke dokumentacije. Time se omogućuje izrada detaljnih procjena financijskih i tehničkih zahtjeva prilagodbe za svaki infrastrukturni projekt zasebno, kao i integracija mjera prilagodbe u projektna rješenja prije početka njihove provedbe. Predlaže se provedba sljedećih aktivnosti: • Uspostava sustava klimatskog potvrđivanja te njegova integracija u dokumente prostornog uređenja i ostale relevantne planske i provedbene akte (1); • Izrada tehničke i stručne dokumentacije za prilagodbu infrastrukturnih projekata očekivanim učincima klimatskih promjena, uključujući definiranje prilagodbenih mjera i tehničkih rješenja (1); • Procjena troškova prilagodbe klimatskim promjenama, uz monetizaciju emisija stakleničkih plinova, radi potpore donošenju informiranih odluka i dugoročnog planiranja infrastrukturnih ulaganja (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	25.000,00	VŽ	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **3.2.2.**	RAZVOJ I USPOSTAVA EKOLOŠKOG POTVRĐIVANJA	Ekološki indeks predstavlja integrirani urbanistički pokazatelj, koji se određuje kombinacijom različitih ekoloških parametara prostora, uključujući površine zelenila u kontaktu s tlom, polupropusne površine, raznolikost i strukturu vegetacije, brojnost i kvalitetu drveća te površine ozelenjenih krovova i fasada. Primjena ekološkog indeksa omogućava sustavno unapređenje ekološkog komfora i održivosti pri svakoj novoj izgradnji, te doprinosi stvaranju kvalitetnijeg, otpornijeg i zdravijeg urbanog okoliša. Predlaže se provedba sljedećih aktivnosti: • Komparativna analiza ekološkog indeksa i/ili sličnih parametra (1); • Razvoj kriterija i parametra ekološkog indeksa s metodologijom praćenja uspješnosti realiziranih projekata s kombinacijom klimatskog potvrđivanja (1); • Implementacija ekološkog indeksa u dokumente prostornog uređenja te u novu studijsku, stratešku dokumentaciju (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	25.000,00	VŽ	**2026. → 2029.**

[45] MINGO (2024) Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programsko razdoblje od 2021. – 2027. godine u Republici Hrvatskoj.

POSEBNI CILJ 4.

UPRAVLJANJE RAZVOJEM ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE

Tablica 89. Provedbeni plan posebnog cilja 4, Upravljanje razvojem zelene i plave infrastrukture (PC 4).

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI I PROJEKTI		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1→P.2→P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
POSEBNI CILJ 4.	UPRAVLJANJE RAZVOJEM ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE									
MJERA **4.1.**	USPOSTAVA, IMPLEMENTACIJA I PRAĆENJE RAZVOJA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE	Mjera je usmjerena na sustavnu integraciju načela zelene i plave infrastrukture u prostorno planiranje Grada Varaždina te na razvoj učinkovitih mehanizama za praćenje i vrednovanje provedbe rješenja utemeljenih na prirodi. Njezin je cilj osigurati koordiniran i dugoročno održiv pristup planiranju, provedbi i evaluaciji zahvata koji doprinose povećanju ekološke stabilnosti urbanog prostora, ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama te očuvanju i unaprjeđenju bioraznolikosti. U okviru mjere naglasak se stavlja na usklađivanje strateških i planskih dokumenata s načelima zelene i plave infrastrukture, čime se omogućuje njihova dosljedna primjena u razvoju prostora. Time se osigurava da rješenja utemeljena na prirodi postanu sastavni dio planerske prakse, a ne pojedinačni ili izolirani zahvati. Istodobno, mjera predviđa uspostavu strukturiranog sustava praćenja provedbe projekata, koji će omogućiti kontinuirano prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka o njihovim učincima. Poseban naglasak stavlja se na razvoj mjerljivih pokazatelja i alata za evaluaciju, uključujući i ekološke indekse, kako bi se omogućila objektivna procjena doprinosa projekata kvaliteti okoliša, otpornosti grada i dobrobiti građana.Na taj način mjera doprinosi donošenju informiranih odluka, unapređenju planerskih i upravljačkih praksi te osiguravanju transparentnog i učinkovitog praćenja napretka u provedbi rješenja utemeljenih na prirodi na području Grada Varaždina.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	100.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **4.1.1.**	IMPLEMENTACIJA PLANA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE U DOKUMENTE PROSTORNOG UREĐENJA	Aktivnost je usmjerena na integraciju ciljeva i smjernica definiranih u Planu razvoja zelene i plave infrastrukture u relevantne dokumente prostornog uređenja. Time se osigurava sustavno planiranje razvoja zelene i plave infrastrukture te dugoročna provedba rješenja utemeljenih na prirodi u urbanom prostoru. Aktivnost uključuje analizu postojećih planskih dokumenata, izradu stručnih smjernica za integraciju zelene i plave infrastrukture te njihovu primjenu u postupcima izrade i izmjena prostornih planova. Predložene aktivnosti: • Analiza postojećih dokumenata prostornog uređenja u odnosu na ciljeve i smjernice zelene i plave infrastrukture (1); • Izrada stručnih smjernica i kriterija za integraciju zelene i plave infrastrukture u prostorne planove (1); • Ugradnja definiranih smjernica u postupke izrade, izmjena i dopuna prostornih planova (1); • Praćenje provedbe i usklađenosti prostornih planova s načelima zelene i plave infrastrukture (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2029.**
AKTIVNOST **4.1.2.**	USPOSTAVA SUSTAVA PRAĆENJA IMPLEMENTACIJE PILOT PROJEKATA U SKLADU SA SZUO	Ova aktivnost usmjerena je na razvoj sustava za sustavno praćenje provedbe pilot projekata rješenja utemeljenih na prirodi. Sustav praćenja omogućit će prikupljanje i analizu podataka o provedbi projekata te procjenu njihovih ekoloških, klimatskih i društvenih učinaka. U okviru aktivnosti planira se definiranje metodologije praćenja, uspostava baze podataka o projektima te razvoj sustava redovitog izvještavanja o napretku provedbe projekata. Predložene aktivnosti: • Definiranje metodologije i pokazatelja za praćenje provedbe pilot projekata rješenja utemeljenih na prirodi (1); • Uspostava i razvoj baze podataka o projektima, uključujući prikupljanje i obradu relevantnih podataka (1); • Uspostava sustava redovitog praćenja i izvještavanja o napretku provedbe te procjeni ekoloških, klimatskih i društvenih učinaka projekata (1); • Analiza prikupljenih podataka i izrada preporuka za unaprjeđenje budućih projekata i planerskih praksi (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS i dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2028.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI I PROJEKTI		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1→P.2→P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
AKTIVNOST **4.1.3.**	USPOSTAVA EKOLOŠKOG INDEKSA ZA PRAĆENJE USPJEŠNOSTI PROVEDBE NbS-a	Aktivnost uključuje razvoj ekološkog indeksa koji će omogućiti kvantitativno praćenje učinaka pilot projekata rješenja utemeljenih na prirodi. Ekološki indeks predstavlja skup pokazatelja koji omogućuju procjenu utjecaja projekata na stanje urbanih ekosustava i kvalitetu okoliša. Indeks može uključivati pokazatelje poput povećanja zelenih površina, povećanja prekrivenosti krošnjama stabala, poboljšanja stanišnih uvjeta za oprašivače, smanjenja urbanog toplinskog otoka ili povećanja infiltracije oborinskih voda. Predložene aktivnosti: • Definiranje strukture ekološkog indeksa i odabir relevantnih pokazatelja za praćenje učinaka rješenja utemeljenih na prirodi (1); • Razvoj metodologije prikupljanja, obrade i interpretacije podataka za izračun ekološkog indeksa (1); • Pilot primjena ekološkog indeksa na odabranim projektima radi testiranja i unaprjeđenja metodologije (1); • Uspostava sustava redovitog praćenja i izvještavanja o vrijednostima indeksa te njegova integracija u sustav upravljanja i planiranja (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS 1 dr.	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2029.**
MJERA **4.2.**	EDUKACIJA I PODIZANJE DRUŠTVENE SVIJESTI O ZELENOJ I PLAVOJ INFRASTRUKTURI	Mjera je usmjerena na jačanje razine informiranosti, razumijevanja i kompetencija javnosti te ključnih dionika o ulozi zelene i plave infrastrukture i rješenja utemeljenih na prirodi u održivom razvoju urbanog prostora Grada Varaždina. Njezin je cilj potaknuti aktivnije sudjelovanje građana i stručne javnosti u planiranju i provedbi razvojnih inicijativa te doprinijeti stvaranju zajedničkog razumijevanja važnosti očuvanja prirodnih resursa i prilagodbe klimatskim promjenama. Mjera podrazumijeva uspostavu kontinuiranog i transparentnog sustava komunikacije s javnošću, kojim se osigurava pravodobno informiranje o planovima, projektima i rezultatima vezanim uz razvoj zelene i plave infrastrukture. Poseban naglasak stavlja se na dostupnost i razumljivost informacija, kako bi se povećala razina svijesti o ekološkim i društvenim koristima takvih rješenja. Istodobno, mjera potiče razvoj edukativnih i participativnih procesa koji omogućuju razmjenu znanja i iskustava između stručnjaka, javne uprave, obrazovnih institucija, organizacija civilnog društva i građana. Time se doprinosi jačanju kapaciteta za planiranje i provedbu održivih rješenja te stvaranju poticajnog okruženja za suradnju i inovacije. Dodatno, mjera uključuje razvoj i diseminaciju stručnih i edukativnih materijala koji pružaju smjernice za primjenu rješenja utemeljenih na prirodi i integraciju zelene i plave infrastrukture u urbani prostor. Na taj način osigurava se dugoročna dostupnost znanja i alata potrebnih za kvalitetno upravljanje prostorom, uz poticanje odgovornog odnosa prema okolišu i unapređenje kvalitete života u Gradu Varaždinu.	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	50.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **4.2.1.**	INFORMIRANJE I EDUKACIJA JAVNOSTI O ZELENO – PLAVOJ INFRASTRUKTURI PUTEM SLUŽBENIH SREDSTVA PRIOPĆAVANJA	Aktivnost uključuje informiranje građana o konceptu zelene i plave infrastrukture, njenoj ulozi u prilagodbi klimatskim promjenama i očuvanju bioraznolikosti te o projektima koji se provode na području grada. Informiranje se provodi putem službenih mrežnih stranica grada, društvenih mreža, medijskih objava i drugih komunikacijskih kanala. Nadalje, ova aktivnost odnosi se na kontinuirano informiranje javnosti o provedbi aktivnosti i projekata povezanih s razvojem zelene i plave infrastrukture. Cilj aktivnosti je osigurati transparentnost provedbe Plana te povećati uključenost građana u razvoj projekata. • Redovita objava informacija o zeleno-plavoj infrastrukturi i projektima putem službenih mrežnih stranica i društvenih mreža Grada Varaždina (1); • Izrada i distribucija informativnih sadržaja (članci, infografike, video materijali) o važnosti zelene i plave infrastrukture, klimatskoj prilagodbi i bioraznolikosti (1); • Suradnja s medijima radi pravovremenog i šireg informiranja javnosti o provedbi aktivnosti i projekata (1); • Uspostava sustava redovitog izvještavanja i omogućavanje dvosmjerne komunikacije s građanima radi povećanja transparentnosti i uključenosti (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **4.2.2.**	ORGANIZACIJA PARTICIPATIVNIH DOGAĐAJA POSVEĆENIM TEMAMA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE	Aktivnost uključuje organizaciju radionica, stručnih panela i javnih rasprava posvećenih temama zelene i plave infrastrukture te rješenjima utemeljenima na prirodi. Takva događanja omogućuju razmjenu znanja između stručnjaka, predstavnika javne uprave, organizacija civilnog društva i građana. Predložene aktivnosti: • Organizacija tematskih radionica i stručnih panela o zeleno-plavoj infrastrukturi i rješenjima utemeljenima na prirodi (1); • Provedba javnih rasprava i participativnih događanja s ciljem uključivanja građana i dionika u planiranje i provedbu projekata (1); • Uspostava platforme za razmjenu znanja i iskustava između stručnjaka, javne uprave i zainteresirane javnosti (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 3**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2026. → 2035.**

IDENTIFIKACIJSKA OZNAKA	POSEBNI CILJEVI, MJERE, AKTIVNOSTI I PROJEKTI		PRIORITETI	SUDIONICI U PROVEDBI		POKAZATELJ REZULTATA		INDIKATIVNI FINANCIJSKI PLAN		TERMINSKI PLAN PROVEDBE (2026. → 2035.)
	NAZIV MJERE, AKTIVNOSTI	KLJUČNE TOČKE OSTVARENJA	P.1→P.2→P.3	NOSITELJ	SURADNICI	MJERNA JEDINICA	VRIJEDNOST (2026.→2035.)	PROCIJENJENA VRIJEDNOST €	IZVOR FINANCIRANJA	
AKTIVNOST **4.2.3.**	IZRADA TEMATSKIH PRIRUČNIKA	Aktivnost uključuje izradu stručnih priručnika koji pružaju smjernice za planiranje i provedbu rješenja utemeljenih na prirodi te razvoj zelene i plave infrastrukture u urbanom prostoru. Planirana je izrada sljedećih priručnika: • Priručnik o obnovi prirode i rješenjima utemeljenima na prirodi (NbS) (1); • Priručnik o zeleno-plavoj infrastrukturi (1); • Priručnik o prilagodbi klimatskim promjenama (1); • Priručnik o implementaciji ekološkog indeksa (1);	**P.1.**	**VŽ**	VS	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	60.000,00	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2027. → 2028.**
AKTIVNOST **4.2.4.**	DISTRIBUCIJA IZRAĐENIH PRIRUČNIKA RELEVANTNIM DIONICIMA I ŠIROJ JAVNOSTI	Aktivnost obuhvaća distribuciju izrađenih priručnika putem fizičkih i digitalnih kanala komunikacije. Priručnici će biti dostupni stručnjacima, predstavnicima javne uprave, obrazovnim institucijama te zainteresiranoj javnosti. • Izrada plana distribucije priručnika s definiranim ciljnim skupinama i komunikacijskim kanalima (1); • Priprema, tisak i distribucija fizičkih primjeraka priručnika relevantnim dionicima (1); • Objavljivanje i promocija digitalnih verzija priručnika putem službenih mrežnih stranica, društvenih mreža i medija (1); • Praćenje distribucije i korištenja priručnika te prikupljanje povratnih informacija radi njihovog daljnjeg unaprjeđenja (1);	**P.1.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	×	VŽ, VŽZ, RH, EU	**2028. → 2035.**
MJERA **4.3.**	USPOSTAVA SUSTAVA PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA	Mjera je usmjerena na jačanje participativnog upravljanja razvojem zelene i plave infrastrukture na području Varaždina kroz uspostavu mehanizama koji omogućuju aktivno i strukturirano uključivanje građana u procese donošenja odluka. Njezin je cilj povećati transparentnost upravljanja javnim resursima, potaknuti građansku inicijativu te osigurati da razvojni projekti u većoj mjeri odražavaju potrebe i prioritete lokalne zajednice. U središtu mjere je primjena participativnog budžetiranja kao alata koji omogućuje građanima da sudjeluju u predlaganju, vrednovanju i odabiru projekata financiranih iz javnih sredstava, posebno onih koji doprinose unapređenju kvalitete urbanog okoliša, bioraznolikosti i otpornosti na klimatske promjene. Time se potiče osjećaj zajedničke odgovornosti za prostor te jača povjerenje između građana i javne uprave. Mjera također doprinosi razvoju kapaciteta lokalne zajednice za sudjelovanje u planiranju prostora, poticanju inovativnih i održivih rješenja te stvaranju inkluzivnog okvira u kojem različite društvene skupine mogu aktivno sudjelovati u oblikovanju zelenijih i otpornijih urbanih sredina.	**P.2.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 2**	225.000,00	VŽ	**2026. → 2035.**
AKTIVNOST **4.3.1.**	RAZVOJ METODOLOGIJE PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE	Aktivnost je usmjerena na uspostavu jasnog, transparentnog i provedivog okvira za participativno budžetiranje projekata zelene i plave infrastrukture na području Varaždina. Metodologijom će se definirati pravila i postupci koji omogućuju aktivno sudjelovanje građana u predlaganju, vrednovanju i odabiru projekata, uz osiguravanje pravednosti, stručne utemeljenosti i usklađenosti s razvojnim prioritetima grada. U okviru aktivnosti razradit će se kriteriji prihvatljivosti i vrednovanja projekata, modeli uključivanja građana i dionika te postupci donošenja odluka i raspodjele sredstava. Poseban naglasak stavit će se na jednostavnost primjene, transparentnost procesa i dostupnost svim društvenim skupinama. Predložene aktivnosti realizacije: • Analiza primjera dobre prakse participativnog budžetiranja na nacionalnoj i međunarodnoj razini (1); • Definiranje kriterija za prijavu i odabir projekata te modela sudjelovanja građana (1); • Izrada metodologije participativnog budžetiranja s opisom procesa, uloga i odgovornosti dionika; • Provedba konzultacija s relevantnim dionicima (građani, stručnjaci, javna uprava) radi unaprjeđenja metodologije (1); • Priprema operativnih smjernica i alata za provedbu (obrasci, digitalne platforme, upute za korisnike) (1);	**P.2.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	25.000,00	VŽ	**2026. → 2027.**
AKTIVNOST **4.3.2.**	IMPLEMENTACIJA PARTICIPATIVNOG BUDŽETIRANJA PROJEKATA ZELENE I PLAVE INFRASTRUKTURE	Aktivnost obuhvaća provedbu participativnog budžetiranja kao operativnog mehanizma za uključivanje građana u odlučivanje o financiranju projekata zelene i plave infrastrukture na području Varaždina. Cilj je omogućiti građanima i lokalnim zajednicama da aktivno sudjeluju u oblikovanju urbanog prostora kroz predlaganje i odabir projekata koji doprinose unapređenju okoliša, povećanju bioraznolikosti i otpornosti na klimatske promjene. Proces se temelji na transparentnom i inkluzivnom modelu koji obuhvaća prikupljanje projektnih prijedloga, njihovu stručnu evaluaciju te donošenje odluka putem javnog glasanja. Poseban naglasak stavlja se na dostupnost procesa svim građanima, jasnoću pravila te osiguravanje ravnoteže između stručne procjene i javnog interesa. Predložene aktivnosti: • Objava javnog poziva za predlaganje projekata zelene i plave infrastrukture uz jasno definirane uvjete i kriterije (1); • Zaprimanje i administrativna obrada projektnih prijedloga te njihova stručna evaluacija (1); • Organizacija i provedba javnog glasanja građana (online i/ili fizički modeli sudjelovanja) (1); • Objava rezultata i odabir projekata za financiranje uz osiguranje transparentnosti procesa (1); • Praćenje provedbe odabranih projekata i informiranje javnosti o njihovom napretku i rezultatima (1);	**P.2.**	**VŽ**	PARKOVI, VS LZ, OCD, SZ	PROVEDENA AKTIVNOST (broj)	**0 → 4**	200.000,00	VŽ	**2028. → 2035.**

10. IZVORI PODATAKA

ZAKONODAVNI OKVIR

A. STRATEGIJE I PLANOVI

1. NACIONALNI PLAN OPORAVKA I OTPORNOSTI 2021. – 2026. (NPOO), "Narodne novine" broj 78/21.
2. NACIONALNA RAZVOJNA STRATEGIJA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. GODINE, "Narodne novine" broj 13/21.
3. PLAN UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2016. – 2021., "Narodne novine" broj 66/16.
4. PLAN UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2022.-2027., "Narodne novine" broj 84/23.
5. STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA U RH ZA RAZDOBLJE OD 2040. GODINE S POGLEDOM NA 2070. GODINU, "Narodne novine" broj 46/20.
6. STRATEGIJA I AKCIJSKI PLAN ZAŠTITE PRIRODE REPUBLIKE HRVATSKE ZA RAZDOBLJE OD 2017. DO 2025. GODINE,
7. "Narodne novine" broj 72/17.
8. STRATEGIJA DEMOGRAFSKE REVITALIZACIJE REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030.GODINE, "Narodne novine" broj 36/24.
9. STRATEGIJA PROSTORNOG UREĐENJA REPUBLIKE HRVATSKE (NEVAŽEĆI), "Narodne novine" broj 23/97, 76/13.
10. STRATEGIJA PROSTORNOG RAZVOJA REPUBLIKE HRVATSKE, "Narodne novine" broj 106/17.

B. ZAKONSKI AKTI

11. ZAKON O GRADNJI, "Narodne novine" broj 155/25.
12. ZAKON O GROBLJIMA, "Narodne novine" broj 18/98, 50/12, 89/17.
13. ZAKON O KLIMATSKIM PROMJENAMA I ZAŠTITI OZONSKOG SLOJA, "Narodne novine" broj 127/19.
14. ZAKON O LOKALNOJ (REGIONALNOJ) SAMOUPRAVI, "Narodne novine" broj 33/01, 60/01, 129/05, 109/07, 125/08, 16/09, 36/09, 150/11, 144/12, 19/12, 137/17, 123/17, 98/19, 144/20.
15. ZAKON O NASELJIMA, "Narodne novine" broj 39/22.
16. ZAKON O GOSPODARENJU OTPADOM, "Narodne novine" broj 84/21, 142/23.
17. ZAKON O PODRUČJIMA ŽUPANIJA, GRADOVA I OPĆINA U REPUBLICI HRVATSKOJ, "Narodne novine" broj 90/92.
18. ZAKON O POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU, "Narodne novine" broj 20/18, 115/18, 98/19, 57/22.
19. ZAKON O PROSTORNOM UREĐENJU, "Narodne novine" broj 155/25.
20. ZAKON O RAVNOPRAVNOSTI SPOLOVA, "Narodne novine" broj 82/08, 69/17.
21. ZAKON O REGIONALNOM RAZVOJU REPUBLIKE HRVATSKE, "Narodne novine" broj 147/14, 123/17, 118/18.
22. ZAKON O REGISTRU OSOBA S INVALIDITETOM, "Narodne novine" broj 64/01, 63/22.
23. ZAKON O LOVSTVU, "Narodne novine" broj 99/18, 32/19.
24. ZAKON O VODAMA, "Narodne novine" broj 66/19, 84/21.
25. ZAKON O SIGURNOSTI PROMETA NA CESTAMA, "Narodne novine" broj 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22, 133/23, 145/24.
26. ZAKON O SPRJEČAVANJU UNOŠENJA I ŠIRENJA STRANIH TE INVAZIVNIH VRSTA I UPRAVLJANJE NJIMA, "Narodne Novine" broj 15/18, 14/19.
27. ZAKON O SUSTAVU STRATEŠKOG PLANIRANJA I UPRAVLJANJA RAZVOJEM REPUBLIKE HRVATSKE, "Narodne Novine" broj 123/17, 151/22.
28. ZAKON O ŠUMAMA, "Narodne novine" broj 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 36/24.
29. ZAKON O TURIZMU, "Narodne novine" broj 156/23.
30. ZAKON O UBLAŽAVANJU I UKLANJANJU POSLJEDICA PRIRODNIH NEPOGODA, "Narodne novine" broj 16/19.
31. ZAKON O UGOSTITELJSKOJ DJELATNOSTI, "Narodne novine" broj 85/15, 121/16, 99/18, 25/19, 98/19, 32/20, 42/20, 126/21.
32. ZAKON O ZAŠTITI BUKE, "Narodne novine" broj 30/90, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21.
33. ZAKON O ZAŠTITI OD SVJETLOSNOG ONEČIŠĆENJA, "Narodne novine" broj 14/19.
34. ZAKON O ZAŠTITI OKOLIŠA, "Narodne novine" broj 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18.
35. ZAKON O ZAŠTITI I OČUVANJU KULTURNIH DOBARA ,"Narodne novine" broj 151/03, 157/03 – ispravak, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20.
36. ZAKON O ZAŠTITI PRIRODE, "Narodne novine" broj 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23.

C. PODZAKONSKI AKTI

37. ODLUKA O DONOŠENJU PROGRAMA FINANCIRANJA EKOLOŠKE MREŽE NATURA 2000, Narodne novine broj 54/22.
38. ODLUKA O RAZVRSTAVANJU JAVNIH CESTA, "Narodne novine" broj 86/24.
39. ODLUKA O RAZVRSTAVANJU JEDINICA LOKALNE I PODRUČNE (REGIONALNE) SAMOUPRAVE PREMA STUPNJU RAZVIJENOSTI, "Narodne novine" broj 3/24.
40. PRAVILNIK O EVIDENCIJI UPORABE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA, "Narodne novine" broj 1/23, 41/23, 150/23, 158/23.
41. PRAVILNIK O MJERILIMA ZA UTVRĐIVANJE OSOBITO VRIJEDNOG OBRADIVOG (P1) I VRIJEDNOG OBRADIVOG (P2) POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA, "Narodne novine" broj 53/10.
42. PRAVILNIK O CILJEVIMA OČUVANJA I MJERAMA OČUVANJA CILJNIH VRSTA PTICA U PODRUČJIMA EKOLOŠKE MREŽE, "Narodne novine" broj 25/20.
43. PRAVILNIK O CILJEVIMA OČUVANJA I MJERAMA OČUVANJA CILJNIH VRSTA I STANIŠNIH TIPOVA U PODRUČJIMA EKOLOŠKE MREŽE ,"Narodne novine" broj 111/22.
44. PRAVILNIK O POPISU STANIŠNIH TIPOVA I KARTI STANIŠTA, "Narodne novine" broj 27/21.
45. PRAVILNIK O PROSTORNIM PLANOVIMA, "Narodne novine" broj 152/23.
46. PRAVILNIK O RASVIJETLJENOSTI, DOPUŠTENIM VRIJEDNOSTIMA RASVJETLJAVANJA I NAČINIMA UPRAVLJANJA RASVJETNIM SUSTAVIMA, "Narodne Novine" broj 128/20.
47. PRAVILNIK O RAZVRSTAVANJU I KATEGORIZACIJI UGOSTITELJSKIH OBJEKATA IZ SKUPINE HOTELI, "NN" broj 56/16.
48. PRAVILNIK O RAZVRSTAVANJU I KATEGORIZACIJI UGOSTITELJSKIH OBJEKATA IZ SKUPINE KAMPOVI, "NN" broj 54/16.
49. PRAVILNIK O OSIGURANJU PRISTUPAČNOSTI GRAĐEVINAMA OSOBAMA S INVALIDITETOM I SMANJENE POKRETLJIVOSTI, "Narodne novine" broj 78/13.
50. PRAVILNIK O UREĐIVANJU ŠUMA, "Narodne novine" broj 97/18, 101/18, 31/20.
51. PRAVILNIK O UTVRĐIVANJU NAKNADA ZA ŠUMU I ŠUMSKO ZEMLJIŠTE, "Narodne novine" broj 68/18, 115/18, 98/19, 12/20.
52. PRAVILNIK O UTVRĐIVANJU ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA, "Narodne novine" broj 55/22.
53. PROGRAM KRUŽNOG GOSPODARENJA PROSTOROM I ZGRADAMA ZA RAZDOBLJE 2021. DO 2030. GODINE, "Narodne novine" broj 143/21.
54. PROGRAM RAZVOJA ZELENE INFRASTRUKTURE U URBANIM PODRUČJIMA ZA RAZDOBLJE OD 2021. DO 2030. GODINE, "Narodne novine" broj 147/21.

55. PROPIS O OSIGURANJU PRISTUPAČNOSTI GRAĐEVINA OSOBAMA S INVALIDITETOM I SMANJENE POKRETLJIVOSTI, "Narodne novine" broj 12/23.
56. UREDBA O EKOLOŠKOJ MREŽI I NADLEŽNOSTIMA JAVNIH USTANOVA ZA UPRAVLJANJE PODRUČJIMA EKOLOŠKE MREŽE, "Narodne novine" broj 80/13, 15/18, 14/19, 80/19.
57. UREDBA O OBNOVI PRIRODE, Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and council of 24. June 2024 on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022/869,
58. UREDBA O RAZVRSTAVANJU ŽELJEZNIČKIH PRUGA, "Narodne novine" broj 84/21.

SLUŽBENI PODACI JAVNO PRAVNIH TIJELA

1. DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE HRVATSKE (2024), Podaci iz grafičkog dijela registra prostornih jedinica, podaci katastra infrastrukture, topografske karte, lidar podaci.
2. GRAD VARAŽDIN (2025), Prostorna planska dokumentacija, popis komunalne infrastrukture.
3. HRVATSKE VODE d.o.o. (2025), Stanje površinskih i podzemnih vodnih tijela za plansko razdoblje 2016. – 2021. i 2022. – 2027., Podaci iz plana upravljanja vodnim područjima i podaci o opasnosti i rizicima o poplavama.
4. HRVATSKE ŠUME d.o.o. (2025), Podaci o općekorisnim funkcijama šuma, opasnost od požara, iskaz površina i šumskih zemljišta, podaci o odjeku/ odjelu te vektorizirani podaci državnih šuma na području Grada Varaždina, podaci o šumama iz programa gospodarenja.
5. HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO (2025), Podaci o vrsti oštećenja koje uzrokuju invaliditet ili kao komorbiditetne dijagnoze koje doprinose stupnju funkcionalnog oštećenja osobe prema naseljima za 2024. godinu.
6. MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA I RIBARSTVA (2025), Podaci o privatnim šumoposjednicima s pripadajućim vektorskim podacima i atributnim tablicama.
7. MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ZELENE TRANZICIJE, ZAVOD ZA ZAŠTITU PRIRODE I OKOLIŠA (2025), Podaci o bioraznolikosti, kopnenim i morskim staništima, podaci o zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže Natura 2000, izvješća i istraživanja flore i faune s pripadajućim vektorskim podacima.
8. PARKOVI (2024), Razni materijali vezano za djelatnost Parkova d.o.o. te prijedloge projekta.

PROSTORNO – PLANSKA DOKUMENTACIJA

1. PROSTORNI PLAN UREĐENJA GRADA VARAŽDINA,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 2/05, 13/14, 9/22.
2. GENERALNI URBANISTIČKI PLAN GRADA VARAŽDINA,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 1/07, 9/22.
3. URBANISTIČKI PLAN POVIJESNE JEZGRE,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 13/22.
4. URBANISTIČKI PLAN UREĐENJA SJEVERNOG DIJELA GRADA,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 2/01.
5. URBANISTIČKI PLAN UREĐENJA GOSPODARSKE ZONE MOTIČNJAK U VARAŽDINU – ISTOČNI DIO,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 7/17.
6. URBANISTIČKI PLAN UREĐENJA ZONE „VIS KONFEKCIJA“ U VARAŽDINU,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 9/22.
7. DETALJNI PLAN UREĐENJA DIJELA JUŽNE ZONE CENTRA GRADA,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 1/09.
8. DETALJNI PLAN UREĐENJA ZA PROŠIRENJE VARAŽDINSKOG GROBLJA,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 7/08.
9. DETALJNI PLAN UREĐENJA GRLICE-RAKITE U BIŠKUPCU,
"Službeni vjesnik Grada Varaždina" broj 3/12.

LITERATURA

1. BENKO, M., ŠTORGA, D., ŽUPANIĆ, M., HABUŠ, G., MEDENJAK, N. (2009), Šume i šumarstvo Varaždinskog kraja, HAZU, Varaždin.
2. BOGNAR, A. (2001), Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, Acta Geographica Croatica, Vol. 34, Zagreb.
3. BOJANIĆ-OBAD-ŠĆITAROCI, B. (2004), Gradski perivoji Hrvatske u 19. stoljeću, Šćitaroci, Arhitektonski fakultet u Zagrebu, Zagreb.
4. BUREK V. (2011), Urbanistički razvoj varaždinskih suburbija tijekom 17. stoljeća, Historia Varasdiensis, Varaždin.
5. CEDRUS FOREST (2024), Projekt sadnje stabala i drvenastog grmlja na području Grada Varaždina, Čakovec.
6. CONING (1998), Studija urbanističko-konzervatorska dokumentacija povijesne jezgre Varaždin, Varaždin.
7. DAV (2019), Arhitektura 20. stoljeća u Varaždinu, Društvo arhitekata Varaždin, Varaždin.
8. DETELJ, B. (2022), Parkovi: drvo, ulica, grad, Parkovi, Varaždin.
9. DRPIĆ, J. (2019), Pregled arheoloških istraživanja povijesne jezgre Grada Varaždina, HAZU Varaždin – radovi Zavoda za znanstveni rad, Varaždin.
10. DUIĆ, R., ŠIMAG, I. (2020), Strategija pilot područja i akcijski plan za održivost zelenih površina u okviru projekta HICAPS – nacrt, Zagreb.
11. GRAD VARAŽDIN (2016), Strategija razvoja Grada Varaždina do 2020. godine, Varaždin.
12. GRAD VARAŽDIN (2017), Strategija razvoja kulture Grada Varaždina za razdoblje od 2017. do 2022. godine, Varaždin.
13. GRAD VARAŽDIN (2020a), Strategija razvoja sporta Grada Varaždina od 2020. do 2028. godine, Varaždin.
14. GRAD VARAŽDIN (2020b), Strategija upravljanja imovinom Grada Varaždina za razdoblje od 2024. do 2030. godine, Varaždin.
15. GRAD VARAŽDIN (2021), Provedbeni program Grada Varaždina za razdoblje 2021. – 2025., Varaždin.
16. HZJZ (2023), Izvješće osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb.
17. INSTITUT ZA TURIZAM (2013), Strateški plan razvoja turizma Grada Varaždina do 2020. – razvojni projekti, Institut za turizam, Varaždin.
18. JURČIĆ, I. (2002), Varaždinski gradski vrt, Kaj, 18/19, Zagreb.
19. KIŠ, D. (1998), Hrvatski perivoji i vrtovi, Prometej, Algoritam, Zagreb.
20. KRAJNIK, D. (2007), Preobrazba bastionskih utvrđenja grada Varaždina, Prostor, 15(2007), 2(34), Zagreb.
21. KUŠTER, S. (2005), Revitalizacija starog grada – povijesne jezgre Varaždin, Međunarodno interdisciplinarno savjetovanje „Njega gradskog prostora: odabir bilja“, Poreč
22. LAPAINE, M. (2009), Kartografija Varaždina – izložba, Hrvatsko kartografsko društvo, Varaždin.
23. LENTIĆ-KUGLI, I. (2001), Zgrade varaždinske povijesne jezgre, Naklada Ljevak, Zagreb.
24. LOZIĆ, S. (1996), Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske, Acta Geographica Croatica, Vol. 31, Zagreb.
25. MARA (2023), Strategija razvoja urbanog područja Varaždin za razdoblje od 2021. do 2027. godine, Međunarodna agencija za razvoj, Varaždin.
26. MILIĆ, B. (2020), Dvadeset pet stoljeća urbane kulture na tlu Hrvatske, UPI-M PLUS, Zagreb.
27. MIŠETIĆ, A. (2017), Socioprostorni aspekti razvoja SZ Hrvatske: između normiranja i praksi, Radovi Zavoda za znanstveni rad Varaždin.

28. PARKOVI (2024), Plan unaprjeđenja dječjih igrališta Grad Varaždina, Varaždin
29. PEŠKAN, I. (2021), Urbanizam i arhitektura Varaždina u 15. i 16. stoljeću: doktorski rad, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zadru, Zadar.
30. RAUŠ, Đ. (1992), Vegetacija ritskih šuma uz rijeku Dravu od Varaždina do Osijeka s težištem na varaždinske podravske šume, Glas.šum.pokuse 28:245-256, Zagreb.
31. REA SJEVER (2022a), Akcijski plan energ. učinkovitosti Varaždina za razdoblje 2022. – 2024. godine, Reg.energetska agencija Sjever, Varaždin.
32. REA SJEVER (2022b), Akcijski plan energetski i klimatski održivog razvoja (SECAP) Varaždina, Reg.energetska agencija Sjever, Varaždin.
33. SLUKAN.ALTIĆ, M. (2009), Povijesni atlas gradova – Varaždin, Državni arhiv u Varaždinu, Varaždin.
34. SVEUČILIŠTE SJEVER (2018), Plan urbane mobilnosti Grada Varaždina – city walk, Sveučilište Sjever – Sveučilišni centar Varaždin, Varaždin.
35. SVEUČILIŠTE SJEVER (2023), Evaluacija Plana održive mobilnosti Grada Varaždina, Varaždin.
36. ŠICEL, M., KAŠTELA, S. (ur) (2009), 800 godina kraljevskog grada Varaždina, Zbornik radova sa Znanstvenog skupa održanog u Varaždinu 3. i 4. prosinca 2009. godine, Varaždin.

MREŽNI IZVORI PODATAKA

1. ANCIENT TREE FORUM,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.ancienttreeforum.org.uk/.
1. ARCANUM MAPS – THE HISTORICAL MAP PORTAL,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://maps.arcanum.com/en/.
2. AGENCIJA ZA PLAĆANJE U POLJOPRIVREDI, RIBARSTVU I RURALNOM RAZVOJU,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.apprrr.hr/.
3. ARKOD – EVIDENCIJA UPORABE POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA,
Službena web stranica, Pristupljeno svibanj 2024., http://preglednik.arkod.hr/.
4. BIOPORTAL – INFORMACIJSKI SUSTAVA ZAŠTITE PRIRODE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., http://www.bioportal.hr/gis/.
5. CORINE LAND COVER,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., http://www.haop.hr/.
6. DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://meteo.hr/.
7. DRŽAVNI ZAVOD ZA STATISTIKU REPUBLIKE HRVATSKE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://dzs.gov.hr/
8. DRUŠTVO ARHITEKATA VARAŽDIN
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://davz.hr/.
9. ENVI, ATLAS OKOLIŠA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://envi.azo.hr/
10. EUROPEAN ENVIRONMENTALAGENCY,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.eea.europa.eu/en.
11. EUROPEAN UNION SPACE PROGRAMME – COPERNICUS,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.copernicus.eu/en.
12. FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.fzoeu.hr/.
13. GEOPORTAL DRŽAVNE GEODETSKE UPRAVE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://geoportal.dgu.hr/.
14. GEOPORTAL GRADA VARAŽDINA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://gis.varazdin.hr/.
15. GEOPORTAL KULTURNIH DOBRA REPUBLIKE HRVATSKE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://geoportal.kulturnadobra.hr/.
16. GRAD VARAŽDIN
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://varazdin.hr/.
17. GRADSKA KNJIŽNICA I ČITAONICA "METEL OŽEGOVIĆ"
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.knjiznica-vz.hr/
18. GOOGLE MAPS,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.google.com/maps.
19. HRVATSKI DRŽAVNI ARHIV,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., http://www.arhiv.hr/hr-hr/.
20. HRVATSKE CESTE d.o.o.,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://geoportal.hrvatske-ceste.hr/gis?c=505971%2C4820302&so=&z=7.5.
21. HRVATSKE ŠUME d.o.o.,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.hrsume.hr/index.php/hr/.
22. HRVATSKE ŠUME JAVNI PODACI (GIS PREGLEDNIK),
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., http://javni-podaci.hrsume.hr/.
23. HRVATSKE VODE d.o.o.,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.voda.hr/.
24. HRVATSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.hzjz.hr/.
25. HRVATSKI ZAVOD ZA MIROVINSKO OSIGURANJE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.mirovinsko.hr/.
26. HRVATSKI ZAVOD ZA ZAPOŠLJAVANJE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://burzarada.hzz.hr/.
27. HRVATSKE ŽELJEZNICE – PUTNIČKI PRIJEVOZ,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.hzpp.hr/.
28. INFORMACIJSKI SUSTAV PROSTORNOG UREĐENJA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://ispu.mgipu.hr/.
29. JAVNA USTANOVA ZA UPRAVLJANJE ZAŠTIĆENIM DIJELOVIMA PRIRODE VARAŽDINSKE ŽUPANIJE
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://priroda-vz.hr/.
30. JAVNA USTANOVA ZAVOD ZA PROSTORNO UREĐENJE VARAŽDINSKE ŽUPANIJE,
S Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://zzpuvz.hr/.

31. KATASTAR – UREĐENA ZEMLJA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025.,, https://oss.uredjenazemlja.hr/.

32. LEKSIKOGRAFSKI ZAVOR MIROSLAV KRLEŽA, HRVATSKA ENCIKLOPEDIJA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025.,https://www.enciklopedija.hr/.
33. MINISTARSTVO DEMOGRAFIJE I USELJENIŠTVA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://mdu.gov.hr/.
34. MINISTARSTVO GOSPODARSTVA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://mingo.gov.hr/.
35. MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://min-kulture.gov.hr/.
36. MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA – REGISTAR KULTURNIH DOBARA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://registar.kulturnadobra.hr/#/.
37. MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA I RIBARSTVA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://poljoprivreda.gov.hr/.
38. MINISTARSTVO PROSTORNOG UREĐENJA, GRADITELJSTVA I DRŽAVNE IMOVINE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://mpgi.gov.hr/.
39. MINISTARSTVO TURIZMA I SPORTA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://mint.gov.hr/.
40. MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ZELENE TRANZICIJE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://mzozt.gov.hr/
41. MUZEJ GRADA VARAŽDINA
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.gmv.hr/.
42. NACIONALNA I SVEUČILIŠNA KNJIŽNICA U ZAGREBU,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.nsk.hr/
43. OPEN STREET MAPS,
Službena web stranica, Pristupljeno svibanj 2024., https://www.openstreetmap.org/#map=8/44.523/16.460.
44. PARKOVI d.o.o.,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.parkovi.eu/.
45. PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA, MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://prilagodba-klimi.hr/zdravlje-zdravstvo/.
46. REGISTRI NACIONALNE INFRASTRUKTURE PROSTORNIH PODATAKA,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://registri.nipp.hr/.
47. UDRUGA GRADOVA,
Službena web stranica, Pristupljeno svibanj 2024., https://www.udruga-gradova.hr/.
48. US GEOLOGICAL SURVEY (USGS),
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., https://www.usgs.gov/.
49. ZAVOD ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I PRIRODE,
Službena web stranica, Pristupljeno siječanj 2025., http://www.haop.hr/.