

Možnosti za modro-zelena infrastrukturo v Mariboru

Prejeto/
Received:
26. 11. 2023
Popravljen/
Revised:
30. 12. 2023
Sprejeto/
Accepted:
31. 12. 2023
Objavljeno/
Published:
31. 12. 2023

Ana VOVK 

Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo; Maribor, Slovenija
ana.vovk@um.si

Izvleček

Mesta se soočajo s posledicami podnebnih sprememb, vključno z višjimi poletnimi temperaturami in večjo pogostostjo intenzivnejših padavin, kar povzroča težave s poplavami zaradi neprepustnih površin. Pomanjkanje zelenih površin povzroča ekstremne temperature in manjšanje biodiverzitete, ki je v urbanih območjih skromna. Zato se v zadnjih letih uvajajo pristopi, ki temeljijo na posnemanju naravnih procesov in jih imenujemo modro-zelena infrastruktura. To so urejene površine, ki omogočajo zadrževanje in čiščenje vode, prispevajo k večji biodiverziteti in pozitivno vplivajo na kakovost bivanja. V prispevku so prikazane možnosti uporabe modro-zelene infrastrukture v Mariboru na osnovi predhodno izvedenih projektov.

Ključne besede

Voda, padavinska voda, ekoremediacija, modro-zelena infrastruktura

Abstract

Prospects for Blue-Green Infrastructure in Maribor

Opportunities for Blue-Green Infrastructure in Maribor

Cities are facing the consequences of climate change, including higher summer temperatures and increased frequency of intense precipitation, leading to flooding issues due to impermeable surfaces. The lack of green spaces causes extreme temperatures and a decrease in biodiversity, which is modest in urban areas. Consequently, recent years have seen the introduction of approaches based on mimicking natural processes, referred to as blue-green infrastructure. These are designed areas that enable water retention and purification, contribute to increased biodiversity, and positively impact quality of life. This article presents the possibilities for implementing blue-green infrastructure in Maribor, based previously executed projects.

Keywords

Water, plants, rain water, ecoremediation, blue-green infrastructure



© Avtor/Author,
2023



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

1 Uvod

Modro-zelena infrastruktura (MZI) povezuje naravne in pol naravne razpršene (decentralizirane) sisteme, ki so v prvi vrsti namenjeni upravljanju s padavinskimi vodami zlasti v poseljenih območjih (Kimic in Ostrysz, 2021). Gre torej za »na naravi temelječe rešitve« (Dremel in Količnik Marušić, 2021), ki hkrat opravljajo širok nabor ekosistemskih storitev. Glavna značilnost teh sistemov je, da uporabljajo procese, kot so filtracija, infiltracija, zadrževanje in čiščenje vode na površini in v tleh ter podpirajo večjo biodiverzitetu (Hamel in Tan, 2022). Podobno kot ekoremediacije (ERM), ki opravljajo zadrževalno, čistilno in ekosistemsko vlogo (Vovk Korže, 2015a; Vovk, 2022), ima tudi MZI večfunkcijski vpliv na okolje. Glavna značilnost MZI je zadrževanje in ponikanje padavinske vode na tisti lokaciji, kjer padavine padejo, s tem pa se posledično zmanjša količina površinskega odtoka, ki v času močnih nalivov pogosto povzroča težave. Z MZI tudi preprečimo mešanje padavinske vode s sanitarno vodo, saj lahko s tem bistveno zmanjšamo obremenitev obstoječih kanalizacijskih sistemov. Številna mesta v tujini že sistemsko uvajajo MZI v svoje strategije. Zato ne gre več le za alternativni pristop urejanja mest z MZI, ampak za »ekosistemski pristop« (Vovk Korže, 2008), ki prinaša številne koristi. Na naravi temelječe rešitve so del MZI. Gre za medsebojno povezano omrežje naravnih in polnaravnih elementov, ki lahko zagotavljajo več funkcij in ekosistemskih storitev. Obsega večje zelene površine (»odprti prostori«), obrežno in obalno rastlinje, ulična drevesa in inženirske sisteme, kot so bioretencijske ali zelene strehe in modre strehe. Gre za ureditve nad in pod površino (Preglednica 1). Ghofrani et al. (2017) trdijo, da bodo podnebne spremembe povzročile intenzivnejše in dolgotrajnejše suše ter pogostejše in intenzivnejše obilne padavine. Kombinacija suše, ki ji sledijo močne padavine, povečuje tveganje hudih poplav z vplivi na vrsto naravnih in antropogenih sistemov, vključno z infrastrukturo (odnašanje cest, poškodbe hiš) in vplivi na kmetijstvo (erozija tal in izguba pridelkov).

V jugovzhodni Aziji projekcije hitre rasti mest skupaj s tveganji, povezananimi s podnebnimi spremembami, zahtevajo znatne naložbe v infrastrukturo – vključno z MZI, kot so gozdoviparki in drugi »rastlinski inženirski sistemi« (površine, zasajene z rastlinami). Večina znanja o MZI izhaja iz severnoevropskih držav, zato so tudi rešitve prilagojene tamkajšnjim razmeram. Države v jugovzhodni Aziji zato razvijajo svoje pristope za prilagajanje na podnebne spremembe. Uvajajo bioretencijske sisteme, grajena mokrišča in druge zelene sisteme. Modeliranje in laboratorijske študije potrjujejo potencial MZI za reševanje težav s poplavami in kakovostjo vode v regiji. Kljub temu je v praksi uporaba MZI v urbanem okolju še vedno omejena. Nezadostni so tudi hidrološki podatki in informacije o vplivih MZI na družbo in okolje. Poleg tega je učinkovitost MZI v kombinaciji s »sivo infrastrukturo« (prometno infrastrukturo) slabo proučena. Prihodnje raziskave in prakse bi se zato morale osredotočiti na pridobitev in izmenjavo podatkov o stanju v okolju, na podlagi katerih bi lahko MZI učinkoviteje vpeljevali v ta mesta (Hamel in Tan, 2022).

Tudi v Sloveniji MZI še ni prepoznana kot potreben ukrep pri urejanju naselij in mest v kontekstu podnebnih sprememb. Vodo so namreč vse relevantne strategije (tako lokalne kot državne) sistematsko spregledale (Atanasova in Radinja, 2020) in jo obravnavajo ozko sektorsko.

2 Metodologija

S ciljem, da bi tudi Maribor dobil vsaj nekaj elementov MZI, smo v sodelovanju z Mestno občino Maribor izvedli dva projekta in sicer Prilaganje na podnebne spremembe v Mariboru (Vovk, 2020) in projekt Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v mestu Maribor (Vovk, 2021). V delo smo vključevali javnost s ciljem, da bi zajeli čim več idej ter jih predstavili v zborniku in javnosti. Vključili smo Srednjo gradbeno šolo in gimnazijo Maribor, Srednjo biotehniško šolo Maribor, Višjo prometno šolo Maribor ter Drugo gimnazijo Maribor. Sodelovanje je potekalo pol leta. V tem času smo izpeljali 6 delavnic z mladimi, da bi pridobili tudi njihove poglede na MZI, vzporedno pa smo izvajali za njih strokovna predavanja o uporabi MZI po svetu in o možnostih MZI v Sloveniji. Rezultat sodelovanja so bile zbrane ideje mladih, ki so bile nadgrajene in preoblikovane v projekte ter objavljene v Zborniku za celovito upravljanje z vodami (Vovk, 2020). Zbrane predloge smo predstavili Medobčinski službi za okolje pri Mestni občini Maribor in so obravnavani kot »projekti na zalogo«. Možno bi jih bilo implementirati tako v mestnem središču kot na obrobju mesta, kar je tudi opredeljeno v Zborniku.

Projekti MZI zbrani za Maribor (skupaj 30) so predstavljeni v E-zborniku Voda in podnebne spremembe (Vovk, 2020) na 178 straneh. Posamezen predlog je opisan in slikovno predstavljen z različnimi grafičnimi materiali kot pomoč za implementacijo. V nadaljevanju so v preglednici 2 izpisani tipi MZI, ki so bili prepoznani v Zborniku kot ustrezni za uporabo v različnih delih mesta. Pomen uvajanja MZI temelji na ekosistemskih koristih za urbana okolja. Le-te so kratko predstavljene v nadaljevanju.

3 Rezultati

MZI so medsebojno povezano omrežje naravnih in oblikovanih krajinskih komponent, vključno z vodnimi telesi ter zelenimi in odprtimi prostori, ki zagotavljajo več hidroloških funkcij, kot so shranjevanje vode, nadzor poplav in čiščenje voda. Ločimo več tipov teh infrastruktur, kot je navedeno v nadaljevanju.

Preglednica 1: Tipi modro-zelene infrastrukture.

Lokacija	Tip modro-zelene infrastrukture
Na površini	Odočna korita
	Zatravljeni kanali
	Infiltracijski jarki
	Vegetacijska korita
	Bioretencijske kotanje
	Zatravljeni zadrževalni in infiltracijski bazeni
	Deževni vrtovi
	Močvirne mlake
	Rezervoarji površinske vode
	Rezervoarji za zadrževanje in infiltracijo vode
	Vodni kvadrati
	Prepustni tlaki

Pod zemljo	Infiltracijske vrtine
	Infiltracijski zabojniki
	Strukturne koreninske celice drevesa
	Podzemni vodni rezervoarji
Nad površino	Modre strehe
	Zelene strehe
	Zelene stene

Vir: Kimic in Ostrysz, 2021.

V raziskavi o možnostih uporabe MZI v Mariboru je bila pregledana dosegljiva literatura in objavljen prispevek v Geografiji v šoli (Vovk, 2022) s poudarkom na primerih dobrih praks MZI po svetu in v Sloveniji.

Uvajanje MZI v mestih po svetu vodi k podnebni varnosti. Pri tem se strategije osredotočajo na vzdrževanje in krepitev obstoječe infrastrukture in prilagajanje celotnega mestnega okolja na podnebne spremembe s sonaravnimi pristopi. Glavni cilj teh strategij je, da bi že do leta 2025 dosegli popolno odpornost mest na podnebne spremembe (Radinja, Atanasova in Zavodnik Lamovšek, 2021). Za pripravo strategij so potrebni izračuni hidrološko-hidravličnih modelov, ki so temelj za načrtovanje ukrepov MZI. Z modeli je namreč možno določiti, kakšna je poplavna ogroženost določenih območij v mestu, in to bodisi zaradi morja, rek ali močnih padavin. V strategijah je kot glavni ukrep pri spopadanju z zgoraj naštetimi problemi predvidena prav uporaba MZI, ki padavinske vode zadrži na mestu, kjer padejo, ter upočasni njihov odtok. Posebna pozornost pri načrtovanju MZI v mestih je namenjena individualni obravnavi posameznega dela mesta. Pri načrtovanju ukrepov sodelujejo vodni sektor, mestna uprava in urbanisti. Pomembno je tudi, da se v razpravo aktivno vključi javnost (Radinja, Atanasova in Zavodnik Lamovšek, 2021).

Vovk (2022) izpostavlja nekaj primerov mest po svetu, ki so uvedle MZI. Povod za uvajanje MZI v ZDA je bila onesnaženost vodnega okolja. Pri tem so imeli pomembno vlogo razbremenilniki. Razbremenilniki so poseben element v kanalizacijskem sistemu. Njegova pglavitna naloga je ta, da ob padavinah presežene količine padavinskih in komunalnih vod odvajajo neposredno v odvodnik, s tem pa razbremenijo kanalizacijski sistem in zaščitijo mesto pred poplavami. Razbremenilniki pa predstavljajo tudi grožnjo okolju. Čeprav je voda, ki jo odvajajo, deloma razredčena lahko še vedno odvajajo neprečiščeno odpadno vodo v vodna telesa. S takšnim problemom se je v preteklosti spopadalo mesto Philadelphia. Mestu sta bila ponujena dva pristopa za obvladovanje delovanja razbremenilnikov, in sicer »siv pristop« (to pomeni gradnja kanalizacijskih sistemov, betonskih ureditev) ter »zeleni pristop« (to pomeni vključitev vegetacije in vodnih ekosistemov). Odločili so se za zelen pristop. Namesto, da bi nadaljevali z gradnjo sive infrastrukture (podzemni zadrževalniki, kolektorji), so se odločili za uvajanje MZI. Na podlagi tega so izdelali 25 letni načrt z naslovom Zelena mesto, čiste vode (Vovk, 2022).

Na Kitajskem je bila vlada primorana poiskati nove rešitve zaradi vedno večjih težav v urbanem vodnem krogu (poplave in onesnaževanje vodnih teles). Razvili so poseben koncept t. i. spužvastih mest (angl. Sponge city) (Radinja, Atanasova in Zavodnik Lamovšek, 2021).

Rotterdamski program za prilagajanje podnebnim spremembam ni osredotočen le na uporabo naravnih rešitev, ampak združuje sive rešitve z zelenimi in modrimi rešitvami. Mesto se je prilagodilo nevarnostim močnega deževja. Rotterdam je postavil tudi več kot 130.000 m² zelenih streh. Z nadzemno drenažo padavinske vode se namreč bistveno poveča zmogljivost obstoječega kanalizacijskega sistema. Mnoge zelene strehe v Rotterdamu so večnamenske in omogočajo kmetovanje in vrtnarjenje na strehah. Streha se namreč lahko uporablja za pridelavo sadja, zelenjave ali zelišč. Investicije v MZI imajo v Rotterdamu široko lokalno podporo, saj se je bistveno izboljšala zaščita pred poplavami v urbani delt (Vovk, 2022).

Nekatera mesta v Sloveniji so se odločila, da se bodo proti podnebnim spremembam začela spopadati tako, da bodo poskusili v okolico implementirati posamezne elemente MZI. V Sloveniji poznamo naslednje primere dobrih praks, ki so opisani v prispevku o problemih meteornih voda (Vovk, 2022) in sicer parkirišče P+R Stanežiče, eko srebrna hiša, zelene strehe, prepustni beton in prepustno parkirišče Arboretum Volčji Potok. Odličan primer je tudi zelena streha na OŠ Staneta Žagarju v Kranju (Prostorož, 2020), ki vzpostavlja pomen te oblike MZI tako za zadrževanje padavin kot za dobro počutje uporabnikov. Primeri dobrih praks so objavljeni tudi v publikaciji z naslovom Beton in ekstremne vremenske razmere (Ramšak in Oberžan, 2017) in v Gradbenem vestniku (Klemen et. al. 2020).

3.1 Ekosistemsko vrednotenje MZI

Vrednotenje izhaja iz delovanja MZI in njihovega prispevka h okolju, družbi in gospodarstvu, na čemer temeljijo ekosistemske storitve. V Millennium Ecosystem Assessment (2005) lahko najdemo celovit pregled ekosistemskih storitev, ki so razvrščene v štiri kategorije: podporne, oskrbovalne, regulatorne in kulturne storitve.

- Podporne storitve ekosistemov so opredeljene kot tiste, ki so nujno potrebne za delovanje vseh ostalih ekosistemskih storitev. Gre za procese znotraj ekosistemov, ki omogočajo fotosintezo in s tem primarno produkcijo, kroženje hranil (obstoj prehranjevalne verige in biogeokemijsko kroženje elementov), kroženje vode in tvorbo tal. Sem lahko štejemo tudi habitatno funkcijo ekosistemov, torej zagotavljanje življenjskega prostora najrazličnejšim organizmom.
- Med oskrbovalne storitve uvrščamo vse proizvode, ki jih lahko pridobimo iz ekosistemov, kot so hrana, vlaknine, viri za preskrbo z energijo, genetski viri (genetska pestrost organizmov), različne kemikalije naravnega izvora, surovine za farmacevtsko industrijo, naravna zdravila, okrasni viri, mineralne surovine in pitna voda.
- Regulatorne storitve ekosistemov predstavljajo sposobnosti ekosistemov uravnavati kakovost vode, zraka in tal (zmožnost čiščenja vode, zraka in tal – samočistilna sposobnost), vplivati na klimo (na primer vezava CO₂ v rastlinah, vpliv na vlažnost zraka), zmanjševati erozijo, preprečevati širjenje bolezni, omogočati opravešanje in vplivati na naravne nevarnosti (uravnavanje suše, poplav, vetra).
- Kulturne storitve ekosistemov so nematerialne koristi, ki izhajajo iz pokrajinske vrednosti ekosistemov: rekreacija, estetska izkušnja, duhovna obogatitev in izobraževalna funkcija.

V Preglednici 2 smo opravili vrednotenje izbranih MZI glede na njihovo ekosistemsko funkcijo po pravilih Millennium Ecosystem Assessment, kar je pomemben kriterij pri implementaciji MZI v mestih.

Preglednica 2: Vrednotenje MZI za Maribor iz vidika ekosistemskih storitev.

MZI	Podporne storitve	Oskrbovalne storitve	Regulativne storitve	Kulturne storitve
Deževni vrt	x		x	x
Zelena parkirišča	x		x	
Drevesa v mestu	x		x	x
Zeleni otoki	x		x	
Zasenčena parkirišča	x		x	
Zelene stene	x		x	
Zelene poti	x		x	
Ozelenitev asvalta	x		x	
Prepustno tlakovanje	x		x	
Urbani vrtovi	x	x	x	
Zelene strehe	x		x	
Preusmeritev deževnice na zelene površine	x		x	
Drevoredi in parki	x		x	x
Čebele v mestu	x	x	x	x
Žepni parki in naravni travniki	x		x	x
Vrtni ribniki	x		x	x
Vrtovi na strehah	x	x	x	
Zelena umetnost v mestu			x	x
Panonski vrtovi v mestu	x	x	x	
Ozelenitev infrastrukture	x		x	
Biodiverziteteta v mestu		x	x	x
Naravni vodni zadrževalniki		x	x	
Deleži %	91	27	100	45

Vir: Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Vovk, 2023.

Oznaka X pomeni, da MZI opravlja označeno ekosistemsko storitev. Kot je razvidno iz preglednice, imajo MZI pomembno regulacijsko vlogo, kar je pomembno v času podnebnih sprememb. Visoka je tudi podporna funkcija, kar pomeni pomoč naravi pri obnovi in delovanju ekosistemov, kar je tudi glavna vloga MZI. Manj pomembna je oskrbovalna vloga, je pa pomembna tudi kulturna vloga, ki v urbanih območjih predstavlja dodano vrednost in se izkazuje v že implementiranih ureditvah.

3.2 Potrebe po uporabi MZI v mestih

Odgovorno vodno gospodarstvo in družba bi morala upravljati z vsemi razpoložljivimi vodnimi viri (vključno s površinskimi, podzemnimi, odpadnimi in prečiščenimi vodami). S tem bi se izognili pomanjkanju vode in onesnaževanju, povečali bi odpornost na podnebne spremembe, ustrezno obvladali tveganja, ki so povezana z vodo in zagotovili, da se pridobijo vse koristne snovi, ki jih je mogoče pridobivati iz postopkov čiščenja odpadne vode. Preizkušen ukrep za zadrževanje vode v urbanih območjih je zbiranje deževnice (zbiranje deževnice s streh, parkirišč), ki prinaša številne prednosti, kot so zmanjšanje vplivov močnih deževij in prispevek k ohranjanju vode. V krožnem gospodarstvu ima tudi ponovna uporaba vode ključno vlogo, ki prinaša pomembne okoljske, socialne in gospodarske koristi. Poleg tega se lahko siva voda (odpadna voda iz kopalnic, pranja perila in kuhinj), ki predstavlja 50 do 80 % stanovanjskih odpadnih voda, široko uporablja za zalivanje v mestnem okolju z vključitvijo ekoremediacij za prehodno čiščenje (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).

Reševanje problematike padavinske vode ni pomembno le zaradi zmanjševanja obremenjevanja okolja. Pri upravljanju s padavinsko vodo se je potrebno zavedati, da je padavinski odtok tudi dragocen vodni vir. Ustrezno očiščena meteorna voda se lahko uporablja za namakanje ali zalivanje zelenih površin, oblikovanje parkovnih vodnih teles, splakovanje stranišč, pranje avtomobilov, kot procesna voda ipd., z ustrezno predpripravo pa tudi kot vir pitne vode (Klemen, Fatur in Bevc Šekoranja, 2021).

Večina parkirišč je izdelanih iz neprepustne vsebine asfalta. Neprepustne asfaltne površine se čez dan segrevajo. Toplota v času padavin povečuje absorpcijo meteornih voda na površini in onemogoča odtok padavinske vode v podtalje, s čimer je hkrati onemogočena infiltracija podtalne vode, kar zmanjšuje prečiščenje meteornih voda, in povečana ogroženost onesnaževanja tekočih voda. Neprepustne površine zaradi prekinitve odtoka meteornih voda v podtalje zavirajo naravno kroženje vode. Za razliko od naravnih pogojev, kjer se deževnica filtrira skozi tla, neprepustne površine ta proces ustavijo. Kot rezultat preprečevanja odtoka deževnice v podtalje se lahko pojavijo problemi, kot so nižanje gladine podtalne vode in s tem manjšanje količine podtalne vode ter večja možnost za nastanek suš in poplav. Tradicionalni sistem odtoka meteornih voda je zgrajen tako, da čim prej preusmeri meteorno vodo na druge prepustne površine, in ne tako, da bi tudi na neprepustnih površinah obstajali sistemi, ki bi omogočali ohranjanje meteornih voda na mestu ostanka (Kimic in Ostrysz, 2021).

Voda je iz neprepustnih na prepustne površine speljana po žlebovih in ceveh, kjer se še dodatno onesnaži. Rezultat tega je kontaminirana meteorna voda, ki je najpogosteje onesnažena z različnimi vrstami naftnih ostankov, kateri pogosto vsebujejo težke kovine, gnojili, pesticidi in drugimi škodljivimi snovmi s parkirnih površin (Radinja in Atanasova, 2020). Vsa onesnaževala, ki se zbirajo v meteorni vodi, negativno vplivajo na ekosisteme, v katere se ta meteorna voda izteka. Zato velja splošno mnenje, da parkirišča slabšajo kakovost vode. Tudi materiali, uporabljeni za gradnjo parkirišč, imajo različne učinke na celoten življenjski cikel, saj vplivajo na kakovost zraka in vode ter zmanjšujejo biotsko raznovrstnost.

Površinski odtok padavinske vode predstavlja netočkovno onesnaževanje okolja. Meteorna voda, ki teče po neprepustnih površinah, se naučije številnih onesnaževal, s katerimi onesnažuje okolje, predvsem površinske in podtalne vodne vire, prav tako

pa lahko kontaminacija padavinske vode vpliva na onesnaženost tal. Do tega onesnaženja vode pride zaradi hitrega površinskega odtoka, ki se ustvari na neprepustnih umetnih površinah, kjer se hitrost odtoka poveča celo od dva- do šestkrat v primerjavi z odtokom padavinske vode na naravni in prepustni površini (Radinja, Atanasova in Zavodnik Lamovšek, 2021).

Te povečane hitrosti odtoka meteornih voda ogrožajo predvsem kanalizacijske sisteme, ki v času močnih nalivov pogosto postanejo preobremenjeni, kar povzroča njihovo preplavitev in možnost nastanka poplav. Poplave, ki nastanejo zaradi tega, so okolju zelo nevarne. Ob preobremenjenosti kanalizacijskega sistema pride do iztoka na površje tako meteornih kot tudi kanalizacijskih voda, slednje pa so onesnažene z bakterijami, ki so nevarne za človekovo zdravje. Te poplavne vode se nato lahko iztečejo v površinske vode, v katerih povečajo vsebnosti onesnaževal. Raven kisika se zato hitro poviša, kar povzroči hitro rast organizmov, zaradi česar nastopi proces evtrofikacije.

Poleg onesnaževanja voda neprepustne površine vplivajo tudi na onesnaževanje zraka. Pri proizvodnji asfalta se v zrak sproščajo delci dušikovih oksidov (NOx), žveplovih oksidov (SOx), ogljikovega monoksida (CO), hlapnih organskih spojin (HOS), policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) in ogljikovega dioksida (CO₂). Dejavnosti, povezane z gradnjo in vzdrževanjem parkirišč, prav tako ustvarjajo emisije, navadno v obliki izpušnih prahov in dimov (Vovk, 2020; Vovk, 2021).

Parkirišča znatno pripomorejo tudi k nastanku mestnega toplotnega otoka. Asfalt je temen material, ki ima veliko sposobnost absorpcije toplote. Ponoči se te površine ohlajajo in v okolje sproščajo toploto, kar povzroča povišanje temperature in s tem pripomore k nastanku mestnega toplotnega otoka. Ta dejavnik lahko znižamo tako, da ob parkiriščih posadimo drevesa in zmanjšamo absorpcijo segrevanja.

Tradicionalna parkirišča z neprepustnimi asfaltnimi površinami imajo lahko številne negativne vplive na sosednje habitate in favne. Povečani hitrost in količina vode s parkirišč lahko poškodujeta nekatere habitate rastlin, rib in nevretenčarjev. Med nevihto se lahko poveča odtok vode in posledično spremeni rečni pretok vode, kar vpliva na spremenjeno naravno obliko plovnih poti, saj povečana hitrost rečnega pretoka povzroči erozijo rečnega korita. Zaradi erozije v plovne poti vstopijo usedline in poveča se motnost rečne vode. Motnost, ustvarjena iz sedimentacije, lahko moti vodni ekosistem, saj zmanjšuje prepustnost svetlobe, slabša rastne pogoje za rastline, spreminja zaloge hrane, ovira navigacijo živih bitij, zmanjšuje drstenje in zavetje. Onesnaženje meteorne vode na parkiriščih lahko negativno vpliva tudi na divje živali. Strupene snovi se lahko bioakumulirajo v tkivih rib in drugih organizmov in s tem predstavljajo grožnjo za okužbe divjih živali, ki se prehranjujejo z okuženimi organizmi v vodi. Vpliv parkirišč na oskrbo z vodo vpliva tudi na lokalno ekologijo. Nenaravno nizki pretoki kot posledica zmanjšane infiltracije lahko znižajo globino vode, kar vpliva na vodne habitate (Vovk Korže, 2015a; Vovk, 2015b; Vovk, 2015c).

Reševanje problematike meteorne vode ni pomembno le zaradi zmanjševanja obremenjevanja okolja. Pri upravljanju s padavinsko vodo se je potrebno zavedati, da je padavinski odtok tudi dragocen vodni vir. Ustrezno očiščena meteorna voda se lahko uporablja za namakanje ali zalivanje zelenih površin, oblikovanje parkovnih vodnih teles, splakovanje stranišč, pranje avtomobilov, kot procesna voda ipd., z ustrezno predpravo pa tudi kot vir pitne vode.

3.2 Možnosti uporabe MZI v Mariboru

V nadaljevanju predstavljamo izbrane primere MZI, ki bi jih lahko implementirali v mestu Maribor. Gre za idejne rešitve, ki smo jih razvijali v prej omenjenih projektih. S pomočjo vodnih rastlin se lahko namreč voda uspešno prečisti in neposredno uporablja za številne potrebe, prav tako pa je lahko namenjena doživljanju, sproščanju in kot nov ekosistem za rastline in živali. Predlagane sisteme MZI smo pripravili kot projekte in jih obširno obrazložili v E-Zborniku z naslovom Voda in podnebna kriza (Vovk, 2020), ki vsebuje natančen opis, tehničen postopek umestitve v prostor, ocenjen strošek umestitve in opisane koristi, ki jih prinašajo tovrstne ureditve. V nadaljevanju na kratko predstavljamo pet ureditev, ki bi jih lahko uporabili v Mariboru z namenom povečanja ekosistemskih storitev in večfunkcionalnosti ureditev.

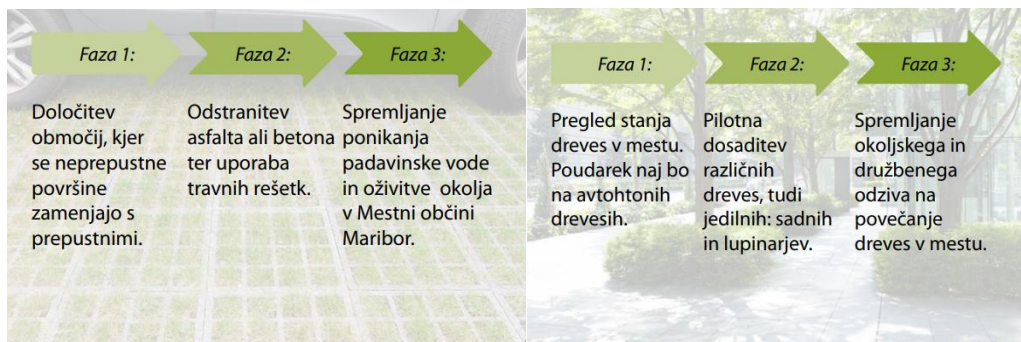
- Plavajoče posode za čiščenje stoječih voda. Plavajoče posode na vodni površini bi lahko umestili na območje Treh ribnikov, kjer bi povečali samočistilno sposobnost vode in doživljajski potencial. V urbanih okoljih je namreč pogosta težava preobremenitev vode, saj vse več padavin pade v zelo kratkem času, pri čemer se nanaša blato. Koreninski sistemi uspešno čistijo stoječo vodo in uravnavajo hranila.
- Zeleni sistemi na reki Dravi. Sedaj so obrežja brez vegetacije in reka ne živi z mestom. Z uporabo zelenih sistemov za oživitev obrežja rek (slika 1) bi povečali senčenje obrežij, kar bi koristilo živalim ob vodi in v vodi. Povečali bi vse ekosistemske funkcije, saj zeleni sistemi ob vodi in v vodi povečajo čiščenje vode, fotosintezo in kulturne funkcije. Tovrstno MZI ureditev bi lahko implementirali vzdolž Lenta, ki je sedaj betonsko urejen. Ker gre za pomembno družbeno vlogo Lenta, bi s tem bistveno povečali prepoznavnost tega dela Maribora.
- Plitvi vodni zadrževalniki. Ker padavinska voda povzroča številne težave zlasti v urbanih okoljih, bi lahko znotraj Maribora uredili plitve vodne zadrževalnike in jih obsadili z rastlinstvom tam, kjer so že sedaj zelene površine, ker bi jih nadgradili v MZI. To bi bilo koristno na javnih površinah.
- Deževni vrt. Deževni vrtovi so eden od ukrepov zadrževanja in čiščenja meteorne vode. Med seboj se razlikujejo po velikosti in poudarku na parkovni ureditvi. Deževni vrtovi se običajno uporabljajo za posamezen objekt in zadržujejo ter čistijo predvsem padavinsko vodo s streh in neprepustnih javnih površin. Predstavljajo pomembno dodano vrednost lokalnemu okolju, blažijo mikroklimo in so nadomestni habitat za vlagoljubne živali in rastline (slika 1). V Mariboru prevladujejo grajene in neprepustne površine, ki povečujejo odtok meteornih voda, kar se v zadnjem času opredeljuje kot velik okoljski problem. Odtok meteornih voda z neprepustnih površin povečuje potencialno nevarnost za nastanek poplav in preplavitvev kanalizacijskih sistemov. Zaradi hitrega odtoka se meteorna voda na neprepustnih površinah onesnaži z različnimi onesnaževali, s katerimi nato naprej onesnažuje tekoče vode. V pomoč bi bili deževni vrtovi, ki so eden izmed sistemov zelene infrastrukture in ERM, s katerimi lahko problem meteornih voda omilimo ali pa ga trajno rešimo. Pilotne lokacije, ki jih predlagamo, so ob zasebnih stanovanjskih hišah, kjer se deževnica zbira in ponikne ter s tem obogati vodne zaloge.



Slika 1: Predlog umeščanja deževnega vrta v prostor (levo) in njegov možen izgled (desno).

Vir: Vovk, 2021.

- Zelena parkirišča prispevajo k ponikanju vode v tla in manjšanju temperaturnih ekstremov zlasti v poletnih mesecih zaradi uporabe travnih in grmovnih ureditev. Predlagana pilotna ureditev je na zasebnih in tudi javnih parkiriščih (slika 2).
- Drevesa v mestu. Pilotni projekt je izvedljiv tako na privatnih kot javnih parcelah (slika 2).
- Urbano čebelarstvo. Projekt že živi na Živilski šoli, kjer imajo svoj čebelnjak s katerim prispevajo k povečanju biodiverzitete, pridelajo pa tudi svoj med (slika 3).
- Žepni parki in naravni travniki v mestih. Prispevajo k »vračanju divjine« v urbana okolja, saj že manjše zelene površine blagodejno vplivajo na človeka in povečujejo biodiverziteto (slika 3).



Slika 2: Postopek umeščanja zelenega parkirišča (levo) in dreves (desno) v urbani prostor.

Vir: Vovk, 2021.



Slika 3: Primera urbanega čebelarjenja (levo) in mestnega žepnega parka (desno).
Vir: Vovk, 2021.

Prikazani projekti so idejne zasnove za začetek uvajanja MZI v mesto Maribor in temeljijo na enostavnosti izvedbe. Ker pa je lastništvo zemlje vedno omejitveni dejavnik za poseganje, nismo predlagali konkretnih lokacij za izvedbo. Želeli smo navdušiti tudi odločevalce, da bi podpirali uvajanje MZI v prostor. S tem širimo tudi zavedanje, da za MZI niso potrebni dolgi administrativni postopki, velike investicije in veliki gradbeni posegi.

Znotraj mestnega okolja med ulicami bi lahko uredili zelene prostore. Kot žive meje in zasaditve opravljajo več ekosistemskih storitev, med katerimi je potrebno izpostaviti zmanjševanje hitrost odtoka meteornih voda, ohranjanje deževnice na mestu nastanka in s tem povečevanje količine podtalne vode, omogočanje infiltracije meteornih voda v podtalje, zmanjševanje učinka mestnega toplotnega otoka in vpliv na večjo kakovost zraka in vode.

Tovrstno MZI bi lahko uporabili v vsem mestnih ulicah znotraj starega dela Maribora in tako učinkovito vplivali na vodne razmere ter povečali privlačnost mesta ter biodiverzitetu.

4 Sklep

Urbana središča se v današnjih časih ubadajo s številnimi problemi, največji problem pa so hitre spremembe vremena (toplotni otoki v mestih, onesnažen zrak, poplave), za katere je v večini primerov kriv prevelik antropogeni vpliv na ekosisteme. Obstoječa »neekosistemska« ureditev mest ima velik vpliv na podnebne spremembe (npr. preko pomanjkanja zelenih rastlin, ki bi sicer absorbirala CO₂), zato bomo morali v prihodnosti izbrati nove tipe infrastruktur, ki bodo vsaj ublažili vpliv podnebnih sprememb. Zato so pristopi MZI rešitev zlasti za urbana območja. S pravilnim naborom elementov MZI je moč znatno zmanjšati vplive podnebnih sprememb v mestih. Veliko svetovnih mest je že poseglo po MZI in zdi se, da se bo ta trend samo še nadaljeval, saj so že vidni pozitivni učinki. Slovenija je glede sistematičnega uvajanja MZI še daleč. Ukrepe MZI bi bilo potrebno umestiti v zakonodajo. Na primer pri prenovi ulic bi morali izvajalci upoštevati elemente MZI kot obvezno sestavino. Slabe izkušnje so tudi z umeščanjem ERM, kjer kljub ministrskemu sklepu leta 2006, da se morajo ERM upoštevati pri sanacijah v okolju, do tega do danes ni prišlo. V Sloveniji sicer obstajajo posamezni primeri MZI kot so zelene strehe, prepustne podlage na parkiriščih in suhi zadrževalniki padavinske vode, kar je zelo malo glede na obstoječe možnosti MZI in ERM in sedanje potrebe zaradi sprememb podnebja.

Mesto Maribor ima pripravljene idejne projekte za vgrajevanje MZI in ERM v načrtovanje prenove in obnove mesta, vendar sedanje aktivnosti teh predlogov še ne vključujejo. Vrednotenje ekosistemskih storitev kažejo, da bi bilo zelo koristno vgrajevati vsaj dele MZI in ERM tam, kjer je potrebno obnoviti okolje (npr. degradirana območja) ali mu vrniti življenje.

Literatura

- Atanasova, N. in Radinja, M. (2020). Uporaba modro-zelene infrastrukture za preudarno ravnanje z vodo v mestih. V *Hladna mesta za vroč planet: Pomen prilagajanja podnebnim spremembam v urbanih območjih* (str. 12-13). Pridobljeno z http://www.dkas.si/files/1DKAS_zbornik2020.pdf
- Dremelj, M. in Goličnik Marušić, B. (2021). Kaj so nature-based solutions (NBS) in kako jih prevajamo. *Urbani izziv*, 12, 102–108.
- Ghofrani, Z., Sposito, V., in Faggian, R. (2017). A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts. *International Journal of Environment and Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>
- Hamel, P., in Tan, L. (2022). Blue-green infrastructure for flood and water quality management in Southeast Asia: evidence and knowledge gaps. *Environmental Management*, 69(4), 699–718. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01467-w>
- Kimic, K., in Ostrysz, K. (2021). Assessment of Blue and Green Infrastructure Solutions in Shaping Urban Public Spaces – Spatial and Functional, Environmental, and Social Aspects. *Sustainability*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131911041>
- Klemen, K., Fatur, M., in Bevc Šekoranja, B. (2021). Problematika načrtovanja sonaravnih ukrepov za celovito upravljanje padavinskih voda na urbanih območjih. *Gradbeni vestnik*, 69, 73-81.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press. Pridobljeno z https://islandpress.org/books/ecosystems-and-human-well-being-synthesis?prod_id=1119
- Prostorož. (2020). *Zelena streha, Kranj*. Pridobljeno z <https://www.prostoroz.org/projekti/zelena-streha>
- Radinja, M. in Atanasova, N. (2020). Krožno upravljanje z vodo v urbanem okolju. *Slovenski vodar*, 30, 6-10.
- Radinja, M., Atanasova, N., in Zavodnik Lamovšek, A. (2021). Vodarski pogled na uvajanje modro-zelene infrastrukture v mestih. *Urbani izziv*, 32(1), 28–39. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-2021-32-01-003>
- Ramšak, V. in Oberžan, T. (2017). Problematika odvodnje padavinskih voda z urbaniziranih površin. V: *Beton in ekstremne podnebne razmere*. Pridobljeno z https://www.zabeton.si/datot/zbrnik_beton_in_traj.pdf
- Vovk Korže, A. (2015a). *Ekoremediacija kopenskih ekosistemov*. Nazarje: GEAart.
- Vovk Korže, A. (2008). Razumevanje pojma »ekosistemski pristop«. *Journal for Geography/Revija za geografijo*, 3(2), 39-48.
- Vovk, A. (2015c). *Naravni čistilni sistemi*. Nazarje: GEAart.
- Vovk, A. (2020). Voda in podnebna kriza. V *Zbornik inovativnih idej za celostno upravljanje z vodami v mestni občini Maribor*. Pridobljeno z https://okolje.maribor.si/data/user_upload/okolje/NVO/E_zbornik_voda_in_podnebn_e_spremembe_041120.pdf
- Vovk, A. (2021). *Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v mestni občini Maribor*. Pridobljeno z https://okolje.maribor.si/data/_temp_/Brosura_Raba_vode_v_MOM_-_final-popravek.pdf
- Vovk, A. (2022). Problemi z odtokom meteornih voda. *Geografija v šoli*, 30(2), 31-37. <https://doi.org/10.59132/geo/2022/2/31-37>
- Vrhovšek, D. in Vovk Korže, A. (2008). *Ekoremediacije*. Nazarje: Geaart.
- Zapisnik Ministrstva za okolje in prostor (2006). Umeščanje ekoremediacij v prostor. Podpisnik sklepa Janez Podobnik, minister za okolje.
- Klemen, K., Pergar, P., Futar, M., Bevc Šekoranja, B., & Konda, K. (2020). Problematika načrtovanja sonaravnih ukrepov za celovito upravljanje padavinskih voda na urbanih območjih. *Gradbeni vestnik*, 69, 61-92.

Summary

The paper presents blue-green infrastructure (BLI), which means an interconnected network of natural and designed landscape components, including water bodies and green and open spaces, which simultaneously provide multiple functions, such as water storage, repair control and water treatment (Kimic in Ostrysz, 2021). MZI are a kind of upgrade of ecoremediation (ERM), which also perform the mentioned functions, except that they focus mainly on degraded areas. It is therefore a question of solutions that are based on nature and at the same time perform a wide range of ecosystem services. The main characteristic of these systems is that they use processes such as filtration, infiltration, retention and purification of water on the surface and in the soil and support biodiversity (Hamel in T an, 2022). Similar to ERMs, which perform a retention, cleaning and ecosystem role (Vovk, 2015a; Vovk, 2022), MZI also has a multifunctional impact on the environment. Otherwise, the main feature of the MZI is the retention and drainage of rainwater at the location where the precipitation falls, which in turn reduces the amount of surface runoff, which often causes problems during heavy downpours. Many cities abroad are already systemically introducing MZI into their strategies, so we can say that it is no longer an alternative approach to city planning with MZI, but an ecosystem approach that brings many benefits.

With the goal of Maribor also getting at least some elements of the MZI, we implemented two projects in cooperation with the Maribor Municipality, namely Adapting to climate change in Maribor (Vovk, 2020) and the Innovative proposals for water reuse in the city of Maribor project (Vovk, 2021). The work was carried out with the involvement of the public with the aim of capturing as many ideas as possible and presenting them in the proceedings and to the public. We included the Secondary Construction School and Gymnasium Maribor, the Secondary Biotechnical School Maribor, the Higher Traffic School Maribor and the Second Gymnasium Maribor. The cooperation took place for half a year, during which time we conducted 6 workshops with young people and obtained their views on MZI, and in parallel we held professional lectures for them about MZI around the world and possibilities in Slovenia. The result of the cooperation was the collected ideas of young people, which were upgraded and transformed into projects. We presented the collected proposals to the Intermunicipal Environmental Service of the Municipality of Maribor, and they are considered as projects in stock. It would be possible to implement them both in the city center and on the outskirts of the city, which is also defined in the Compendium. Each proposal is described and graphically presented with various graphic materials as an aid for implementation. The importance of introducing MZI is based on the ecosystem benefits they bring to urban environments.

In the article "Problems with storm water runoff" (Vovk, 2022) a few selected examples of cities around the world that have started using MZI are presented.

In the Millennium Ecosystem Assessment from 2005, we can find a comprehensive overview of ecosystem services, which he classifies into four categories: support, supply, regulatory and cultural services.

Solving the problem of stormwater is not only important for reducing the burden on the environment. When managing rainwater, it is necessary to be aware that rainwater runoff is also a valuable water source. Adequately purified storm water can be used for irrigation or watering green areas, creating park water bodies, flushing toilets,

washing cars, and with appropriate pre-treatment also as a source of drinking water (Klemen, Fatur in Bevc Šekoranja, 2021). Traditional storm water drainage systems are built in such a way as to redirect storm water to other permeable surfaces as soon as possible, and not in such a way that, even on impermeable surfaces, there are systems that would allow the preservation of storm water at the point of origin (Kimić in Ostrysz, 2021). Water is led through gutters and pipes from impermeable to permeable surfaces, where it is further polluted. Therefore, it is necessary to look for solutions in cities that contribute to the cleaning of water, which is only collected from rainwater.

It would be possible to implement various MZI in the city of Maribor. Even though there are many initiatives in the public for the greening of the city, for the multifunctional use of parking lots, for the collection of rainwater and the like, current technical solutions are not yet connected with green approaches. There are certainly more reasons, one of the important ones being the lack of awareness of the benefits of MZI with relatively low implementation costs, as defined in the Compendium of Water and Climate Change (Vovk, 2020).

Here we list four selected examples of MZI, which could be quickly placed in the city of Maribor and are presented in more detail in the Collection Water and climate crisis (Vovk, 2020). We did not decide on the location for their placement, because the Municipality of Maribor has its Municipal Spatial Plan still under adoption. However, we propose the use of MZI systems on private land, where individuals could make a significant contribution to the water security of the city in this way.

Among the selected MZI, we suggest rain gardens, trees in the city, bees in the city and pocket parks and natural meadows. A rain garden is proposed next to private residential houses; it is important that the rainwater is channelled into the drainage system to enrich water supplies. Trees in the City is a pilot project that can be implemented on both private and public plots. Bees in the city is a project that lives at the School of Agriculture, where they have their own apiary for biodiversity purposes and as a place for honey production. Pocket parks and natural meadows in the city is a pilot project based on the return of wilderness to urban environments, since even smaller green areas have a positive effect on both people and biodiversity. The projects shown are conceptual designs for the start of the introduction of MZI in the city of Maribor and are based on ease of implementation. However, since land ownership is always a limiting factor for encroachment, we did not undertake the selection of locations. We also wanted to impress the decision-makers in order to support the introduction of MZI in the space. With this, we also spread awareness that long administrative procedures, large investments and construction interventions are not necessary for MZI, but often only good will and knowledge and openness to nature.

The city of Maribor has prepared conceptual projects for the incorporation of MZI and ERM in the planning of the renovation and reconstruction of the city, but the current activities do not yet include these proposals. Ecosystem services calculations show that it would be very beneficial to install at least parts of MZI and ERM where it is necessary to restore the environment or bring it back to life.

