

Anja PUGELJ
Alenka MUBI ZALAZNIK
Miran RENČELJ
Urša BRODNIK

Krepitev podnebne odpornosti z grajenimi ekosistemi

Sonaravne rešitve so del strategije prilagajanja podnebnim spremembam. Ukrepi se od drugih konvencionalnih rešitev ločijo predvsem po krepitvi večnamenskih ureditev, kar je bilo zaradi pritiskov različnih sektorjev zanemarljivo, zlasti na škodo biodiverzitete. Zaradi vse večjih škodnih dogodkov padavinskih voda in novih regulatornih oblik varovanja narave bomo v prihodnosti tudi pri nas morali implementirati več trajnostnih sistemov odvodnje, ki ohranjajo naravno vodno bilanco, zmanjšujejo površinski odtok – večajo pokrajinsko zadrževanje vode, čistijo vodo –, izboljšujejo kakovost vodnih teles, podpirajo habitate – večajo biološko raznolikost. Vsako večnamensko

infrastrukturo z dodatnimi koristmi je treba prilagoditi problemskemu področju, ki ga rešujemo. V članku so predstavljena prilagajanja sonaravnih rešitev za: 1. zaščito varovanega območja, 2. ponovno lokalno uporabo vode v kmetijstvu, 3. zmanjšanje razbremenjevanja kanalizacijskega sistema.

Ključne besede: sonaravne rešitve, prilagajanje podnebnim spremembam, modro-zelena infrastruktura, sonaravno urejeni zadrževalniki, deževni vrtovi za padavinske vode

1 Uvod

Ob napovedanih in že vidnih vplivih podnebnih sprememb v Sloveniji se moramo osrediniti na umeščanje prilagoditvenih ukrepov na vročinske valove, poletne suše in izjemne padavine. Vsaka infrastruktura mora biti prilagojena na podnebne spremembe, tudi po usmeritvah Evropske komisije za črpanje evropskih sredstev na scenarije, ki so v skladu s tipom investicije. Opažamo, da na področju upravljanja voda kljub podnebnim spremembam in rastoči podpori politik ni vidnega preboja pri uporabi večnamenskih sonaravnih rešitev (ang. *nature-based solutions*), ki omogočajo (krajinsko) zadrževanje vode ter podpirajo samočistilne procese in druge ekosistemske storitve. Nizko število implementiranih sonaravnih rešitev, še posebej modro-zelene infrastrukture v mestih, potrjuje dejstvo, da upravljanje voda ni celovito. Skupno delovanje različnih sektorjev, predvsem prostorskega načrtovanja in upravljanja voda, se v praksi premalo prepleta, kar pripelje do tega, da je izvedbena raven večinoma v domeni samo enega sektorja, sploh kadar govorimo o ukrepih, ki še nimajo ustaljenih upravljavsko-načrtovalskih pristopov. Sistemsko uvajanje sonaravnih rešitev, ki

bo temeljilo na dodajanju večfunkcionalnosti že obstoječim naravnim prvinam prostora in ustvarjalo nova večfunkcionalna zelena območja, je primeren odziv na podnebno krizo. Kompleksnost izziva seveda presega zmožnosti sonaravnih rešitev in samo ti ukrepi ne bodo dovolj, je pa načrtovana pot z boljšim upravljanjem ekosistemov korak naprej k reševanju različnih družbenih in okoljskih problemov.

Ohranjanje vodnih virov kot ene od najpomembnejših sestavin zdravega okolja je treba poudariti kot primarni javni interes. Zaradi varovanja vodnih virov in zadrževanja vode v krajini, ki bo s tem odpornejša na podnebne spremembe, lahko izvedemo številne smiselno povezane sonaravne ukrepe, ki z razpršenostjo po prostoru dosegajo večjo in boljšo učinkovitost. Ukrepi varovanja kakovosti vodnih virov po vrstnem redu pomembnosti so:

1. zaščita vodnih virov,
2. trajnostno upravljanje,
3. revitalizacija/obnova vodnih in obvodnih habitatov.

Sonaravne rešitve so tako učinkovit blažilec, vendar jih bo treba načrtovati v večjem obsegu in interdisciplinarno. Čeprav je njihov koncept širok ter ga v slovenskem prostoru še vedno razumemo in poimenujemo različno, lahko predstavimo različne primere, ki predstavljajo nov način ravnanja z vodo v našem prostoru:

- sonaravno čiščenje in zadrževanje padavinskih voda za zaščito območja Natura 2000,
- sonaravno urejen manjši zadrževalnik padavinskih voda,
- urbani deževni vrt za zadrževanje in čiščenje padavinskih voda.

2 Zaščita območja Natura 2000

Podnebne spremembe neposredno vplivajo na spremembe ekosistemov (IPBES, 2019). Ko temu dodamo še spremembe namenske rabe zemljišč zaradi investicij, je ranljivost okolja še večja. Ne le da je potrebna ustrezna zaščita biološko bogatih območij Natura 2000, ampak tudi vplivnih/povezovalnih območij med njimi, o čemer govori naslednji primer.

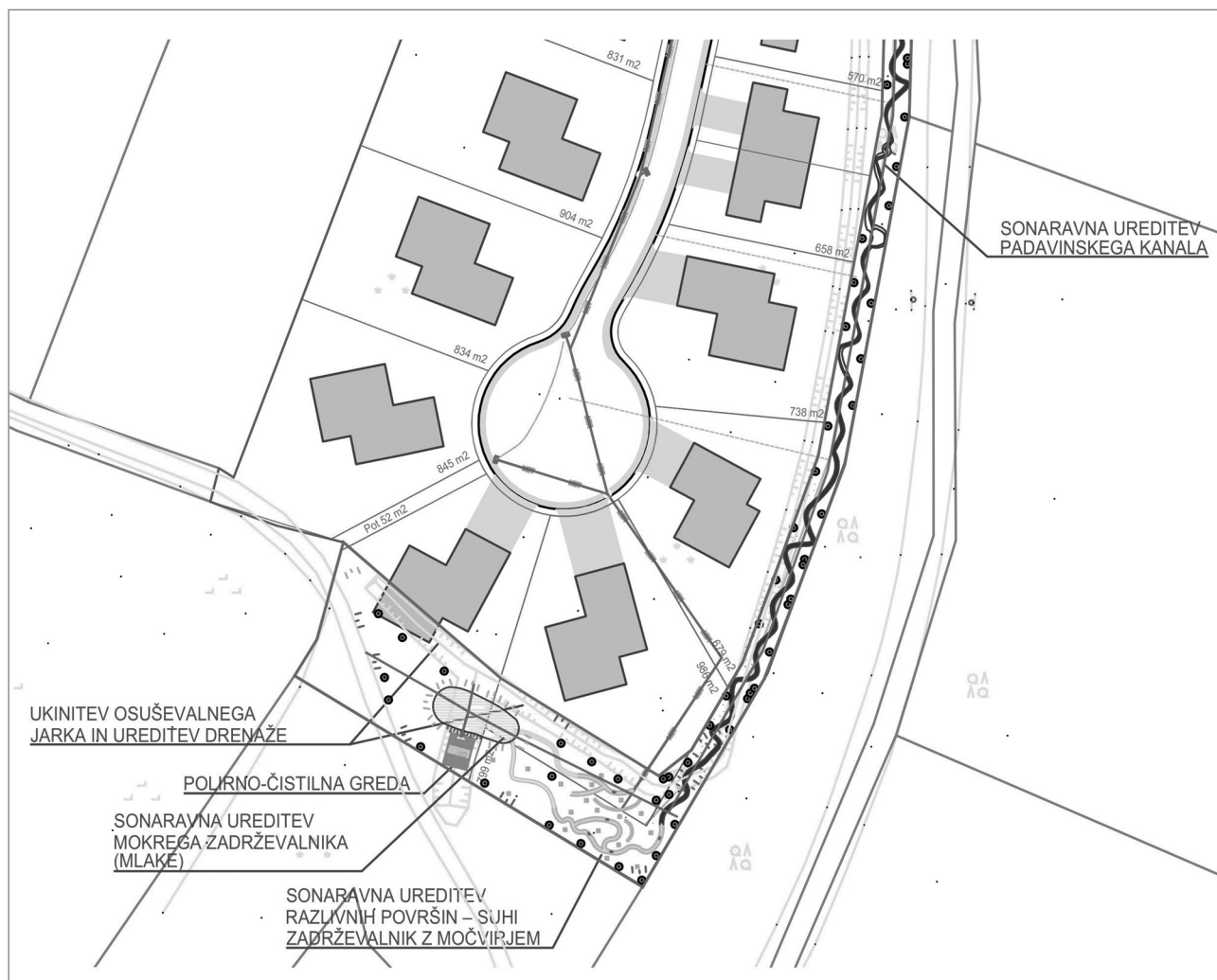
V občini Kranj bo zgrajeno manjše stanovanjsko območje, ki deloma posega tudi v najbolj ogrožene habitatne tipe pri nas, mokrišča. Območje gradnje je mokrotna uleknina na nepropustni podlagi. To je po naravnem razvoju vodilo v razvoj prisotnih mokrotnih habitatov oziroma združb, ki pa bodo z gradnjo uničeni ter so prav zaradi vpliva človeka (kmetijstvo, urbanizem) najbolj ogroženi in najhitreje izginjajoči habitati. Izbrisani habitati, ki se bodo delno poskusili nadomestiti, so sestoji oziroma mejice habitata mehkolesne loke (vrbe, jelše) in ekstenzivni mokrotni travnik, saj se je večina območja vzdrževala kot travnik. Ostanke teh združb z značilnimi vrstami so še ohranjeni v fragmentih, večina pa je bila sicer že pred leti uničena ob melioraciji in spremembi večjega dela v njivske površine. Res je, da območje ni zaščiteno, meji pa na varovano območje Natura 2000 Grad Brdo-Preddvor (ID območja: SI3000219). Vode z obravnavnega območja se stekajo na zavarovano območje in napajajo naravni rezervat glinokopnih bajerjev z okolico na Bobovku pri Kranju (ID območja: 1381). Ti so se razvili v življenjsko pestro vodno okolje, ki je prepoznano kot vredno ohranjanja. Prav tako so glinokopni bajerji pri ljudeh priljubljeno mesto za sprehode oziroma oddih in kopanje v poletnih mesecih. V obeh primerih je vtok čim bolj kakovostne vode bistven za ohranjanje teh koristi, zato je izvajanje ukrepov za njeno razbremenjevanje zelo smiselno.

Izgradnja stanovanjskega območja bo spremenila hidrologijo območja, zato smo v sodelovanju z investitorjem izdelali predlog sonaravne rešitve za blaženje negativnih vplivov posega na območje Natura 2000. Uporabljen je pristop trajnostnih sistemov odvodnje (slika 1), ki nadomešča tradicionalne zace-

vitve ali betonske kanale za odvajanje padavinskih voda. Bolj trajnosten način ravnanja z vodo omogoča, da vodo zadržimo čim bližje mestu nastanka in kar najbolj prečistimo do izpusta, hkrati pa podpiramo biološko raznovrstnost in ekosistemske storitve. V praksi to pomeni, da ustvarjamo večnamenski prostor, ki izpolnjuje sistemske zahteve odvodnje padavinskih voda (stroškovno učinkovit, zanesljiv sistem) in zahteve prostorskega načrtovanja (kakovosten, privlačen prostor za bivanje). Tako območje je zato usklajeno s potrebami narave in družbe.

Na območju gradnje stanovanjskega naselja je slaba prepustnost tal, zaradi česar vsa padavinska voda odteka površinsko preko osuševalnih jarkov. Z zazidavo se načrtuje ukinitve večine teh jarkov, padavinske vode pa se bodo odvajale v prestavljen osuševalni jarek ob cesti. Namesto preprostega jarka, ki bi vodo samo odvajal, bo ta urejen (razširjen v tako imenovani »dvostopenjski jarek« oziroma jarek s poplavno ravnico) tako, da bo zadržal, upočasnil in čistil odtok, hkrati pa podpiral habitatno pestrost. V vegetacijski sezoni se pričakuje tudi manjše zmanjšanje količine odтока zaradi evapotranspiracije, medtem ko bo pronicanje v podtalje zelo omejeno. Ureditev jarka vsebuje plitvo meandrirajočo strugo z zaraščenimi poplavnimi ravnici z močvirno vegetacijo. Struga znotraj jarka se bo sčasoma zaradi erozivnih moči vode sama premikala po jarku oziroma njegovi poplavni ravnici. Naravna sukcesija je zaželena. Pričakuje se, da bo na začetku majhna raznovrstnost, z leti pa bo ta večja s pestrejšimi združbami. Počasno odtekanje vode skozi obraščeno strugo in jarek bo omogočilo intenzivno izvajanje samočistilnih procesov in zagotovilo kar največjo kakovost vode.

Voda iz sonaravno urejenega padavinskega odvodnika bo nato pritekla v t. i. suhi zadrževalnik. Kotanja, narejena s preprostim zemeljskimi deli, bo globoka približno 80 cm. Združevala bo elemente mokrotnega travnika, močvirja in mokrišča. Voda se bo razlivala po plitkih izkopanih meandrih z minimalnim naklonom. Razlivanje po širšem območju ustvarja razmere za naravno zadrževanje vode. Pretok se upočasni in daljši zadrževalni čas prispeva k temeljitejšemu usedanju trdih delcev in tudi odlaganju drugih snovi (okoljskih bremen). Dno zadrževalnika bo poraščeno z močvirsko vegetacijo, avtohtona drevesna in grmovna vegetacija pa posajena poredko v okolici (predvsem na zgornjem robu brežine zadrževalnika). Treba je poudariti, da bo zasadnja močvirnih rastlin izvedena s fizičnim prenosom močvirskega rastlinja na območje suhega zadrževalnika. Z mest, na katerih je še ohranjena vegetacija mokrotnega travnika bodo postrgane zgornje plasti zemljine, ki se bodo raztresle po dnu zadrževalnika. S tem bomo omogočili uspevanje vsaj dela vrst, ki bodo na območju posega zaradi uničenja rastišča izgubile možnost uspevanja in bi drugače izginile. Na najnižji točki suhega zadrževalnika je umeščena manjša mlaka. Stalno



Slika 1: Prikaz povezanih trajnostnih sistemov odvodnje padavinskih voda za zaščito območja Natura 2000 (ilustracija: LIMNOS d. o. o.)

vodno telo bo predvsem habitat za dvoživke. Mlaka je namreč poglobljena pod raven odtoka iz zadrževalnega sistema, zato se pričakuje, da se bo voda v njej zadrževala vse leto. To poleg razmnoževanja dvoživk v prvem delu leta omogoča tudi celoletno zadrževanje vode za vrste, ki vse leto živijo v vodi (na primer veliki pupek). Mlaka za dvoživke ima trapezni prerez in je plitka (0,35 m). Taki habitati so ključni za obstoj dvoživk in drugih vsaj občasno na vodo vezanih organizmov, zato je za njihovo preživetje potrebna določena gostota primernih vodnih teles v krajini. Podobna vodna telesa se spontano pojavljajo na mokrotnih območjih, in če so ta uničena, je tvorjenje nadomestnih habitatov nujno. Iztok iz mlake se bo izvedel s prelivanjem. Rešetke nismo predvideli, ker tak iztok onemogoča prehajanje živali. Voda iz mlake se prelija v čistilno gredo, ki deluje kot rastlinska čistilna naprava. Okoli peska in korenin močvirnih rastlin, umeščenih v gredo, se bodo naselili mikroorganizmi, ki čistijo vodo. Pritrjena biomasa bo omogočila biološko čiščenje, hkrati pa bodo potekali tudi drugi procesi filtracije, sedimentacije, adsorpcije in vgradnje onesnažil v biomaso. Čistilna greda

bo delovala kot nekakšen porozen jez, ki bo počasi prepuščal vodo in jo tako razbremenjeval onesnažil. Čistilna greda je še zadnji korak v verigi ravnanja s padavinsko vodo z območja gradnje, preden vodo zacevimo in speljemo do spodnjih jezer na območju Natura 2000.

Opisana rešitev bo zagotavljala kakovostno vodo za napajanje opuščenih glinokopnih bajerjev, s čimer se bo zagotovilo ohranjanje tega ranljivega močvirnega ekosistema. V Sloveniji prepogosto izgubljam naravna površinska območja, ki nam zagotavljajo številne ekosistemske storitve, ki se jih velikokrat sploh ne zavedamo. Večja močvirna območja so res varovana z različnimi predpisi in ukrepi, manjša pa so žal spregledana in zato (pre)hitro izginjajo. Junija 2024 sprejeta *Uredba EU o obnovi narave* je priložnost za prilagoditev ali razvoj ukrepov za obnovo habitatov, ki so trenutno v slabem stanju. Do junija 2032 mora država pripraviti nacionalni načrt za obnovo, ki bo vseboval konkretne ukrepe.

3 Sonaravna ureditev zadrževalnika padavinskih voda

Podnebje se spreminja in pričakovati je mogoče, da bo v prihodnosti potreba po dodatnih vodnih virih še večja. Mokri zadrževalniki za vodo oziroma umetna vodna telesa so velikokrat res projektirani kot večnamenski zadrževalniki, v praksi pa je njihova uporaba odvisna od kakovosti vode. V Sloveniji je kar 83 % registriranih vodnih teles evtrofnih (Evropska agencija za okolje, 2020), kar priča o veliki omejitvi ponovne uporabe vode ter tudi o omejitvah uporabe vode za kopanje, ribolov, turizem itd. Zadrževalniki praviloma omogočajo zadrževanje in skladiščenje vode, lahko pa vodo tudi čistijo, upočasnijo površinsko odtekanje in visokovodne valove, razbremenijo kanalizacijski sistem, ugodno vplivajo na mikroklimo, biološko raznolikost in nudijo druge ekosistemske storitve. Umeščamo jih v urbaniziran prostor in tudi v kmetijsko krajino, pri čemer je zaželena povezaljivost z zelenimi linijskimi elementi (koridorji) do drugih zelenih površin, kar omogoča prehode živali in boljše kulturne ekosistemske storitve za ljudi.

Sonaravne ureditve s pravilnim, celostnim, trajnostnim upravljanjem vodnega telesa lahko zagotovijo dobro ekološko stanje in dobro kakovost vode. V nadaljevanju bomo predstavili nekaj osnovnih načel sonaravnega urejanja zadrževalnikov.

1. Raje več manjših in različnih zadrževalnikov kot en velik
Z vidika biodiverzitete je bolje načrtovati več manjših in različnih zadrževalnikov kot enega velikega. Priporočljive so manjše mlake, mlakuže, luže okoli večjega telesa ter povezanost s travnatimi in gozdnimi površinami. Tako lahko ustvarimo različne pogoje, ki ustrezajo različnim živalskim in rastlinskim vrstam.

2. Mozaična ureditev

Pristop mozaične ureditve pomeni globlja in plitkejša območja z zaraščenimi plitvinami, senčena in nesenčena območja, ki se prepletajo. Ta način ureditve vzpostavlja naravne procese, ki imajo ključno vlogo pri zagotavljanju kakovosti vode.

3. Vodne rastline

Pri načrtovanju ureditev (skupaj z načrtom upravljanja) moramo ustvariti pogoje za razrast potopljenih rastočih vodnih rastlin. Vloga vodnih rastlin oziroma vodnih makrofytov je zelo očitna pri naravnih plavalnih bazenih, v katere jih naselimo samo zaradi vzdrževanja kakovosti vode. Nič drugačna logika ne bi smela biti pri urejanju drugih vodnih teles. Vodne rastline večajo bistrost vode, zagotavljajo raztopljen kisik, adsorbirajo hranila in druga bremena, preprečujejo erozijo in povečajo sedimentacijo. So hrana in skrivališče za različne živali.

4. Obrežna zarast

Pestra obrežna zarast zagotavlja senčenje vode, preprečuje spiranja onesnažil s prispevnega območja, nudi zaščito pred erozijo in kakovosten habitat. Del zarasti so avtohtona drevesa (senca), grmičevje (skrivališča) in medovite trave (paša za opraševalce). Kjer je mogoče, je priporočljivo utrjevanje brežin z rastlinami.

5. Odmrla lesna biomasa

Odmrla lesna biomasa je normalen pojav. Nudi habitat dvoživkam in nevretenčarjem, je počivališče za ptice, hkrati pa v vodi tudi naravna ovira, ki ustvarja zavetrna mirna območja, primerna za drstenje rib in rast alg, in podpira številne naravne procese. Posušene in padle veje ali cela drevesa so nujen del jezerskega ekosistema.

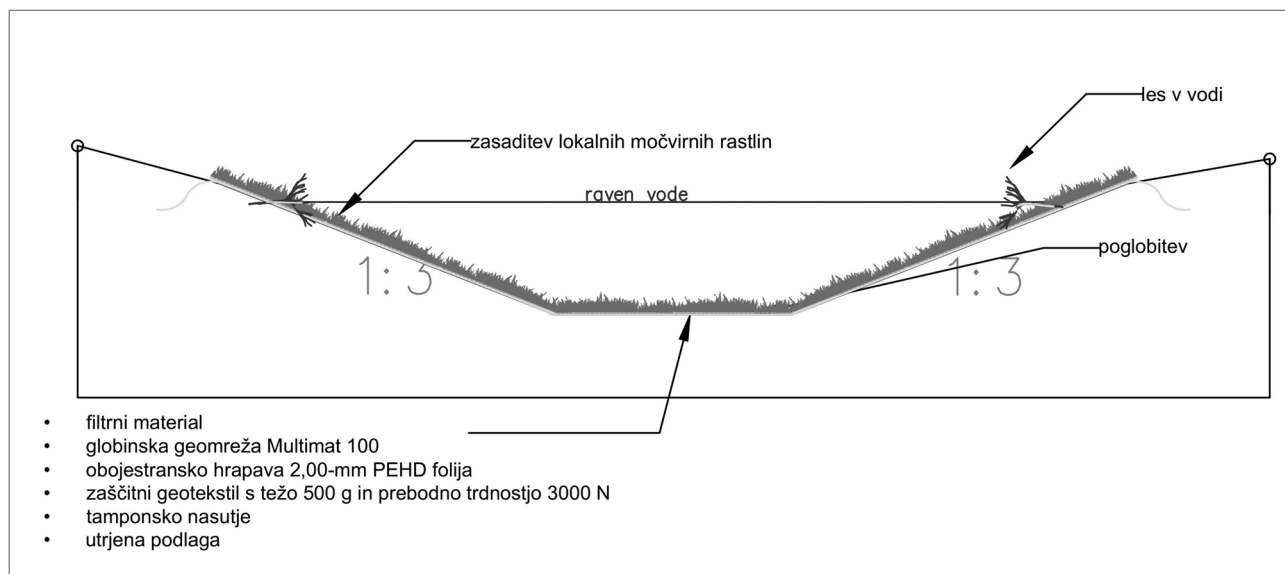
6. Plavajoči otoki

Plavajoči otoki so umetne strukture različnih oblik, ki so zasajene z vodnimi rastlinami in jih umeščamo v vodna telesa za popestritev habitata ali čiščenje vode. Njihova uporaba je smiselna predvsem v vodnih telesih, ki nimajo naravnih brežin, zaradi česar je rast vodnih rastlin slaba.

Zadrževalniki, ki imajo hitra velika nihanja gladine vode, ustvarjajo skrajno nenaravno okolje, ki z vidika biološke raznolikosti ni ugodno. Taki so zadrževalniki za namakanje. Delujejo tako, da se polnijo v vodnatih mesecih, ko je vode dovolj, praznijo oz. uporabljajo pa v sušnih, ko vode primanjkuje. Napajajo se lahko s padavinsko, površinsko ali podzemno vodo, odvisno od lokalnih značilnosti terena in vodnega vira, ki je na voljo. Potreba po tovrstnih zadrževalnikih se bo v prihodnosti povečevala skupaj s trendom namakanja. Opredelili smo te trende za prihodnost, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju oskrbe kmetijskih površin z vodo:

1. namakanje iz vodonosnikov ne bo več spodbujano/odobreno;
2. namakanje iz večjih rek najverjetneje ne bo urejeno še več let;
3. Evropska unija spodbuja sonaravne rešitve oziroma ponovno rabo deževnice.

Sonaravne ureditve in rešitve se vedno gradijo na podlagi lokalne in njene problematike, kar bo tudi pokazal naslednji primer ureditve zadrževalnika za namakanje. Zasebni investitor (kmetijsko gospodarstvo) se je odločil za ureditev zadrževalnika za namakanje zaradi vodnega primanjkljaja v poletnih mesecih. Namesto da se padavinske vode s strešin (okoli 600 m²) odvajajo v naravno okolje, se bodo stekale v zadrževalnik za namakanje. Ta je umeščen v naravno kotanjo z majhnimi padci terena, ki je zaprta s treh strani in leži v bližini kmetije. Kotanja se bo poglobila in sonaravno uredila. Na zgornjo stran bo speljana



Slika 2: Prečni prerez zadrževalnika padavinskih voda za namakanje (ilustracija: LIMNOS d. o. o.)

vsa deževnica s streh, na spodnji strani, kjer zdaj voda prosto prehaja, pa se bo izvedla zapora. Zadrževalnik leži v Kočevju, kjer bi glede na maksimalne padavine potrebovali zadrževalnik z volumnom 1.230 m³, glede na povprečne padavine pa okoli 900 m³. Če upoštevamo še letno evapotranspiracijo in posebnosti terena, je izbran volumen zadrževalnika približno 400 m³. Predlagani zadrževalnik je dolg približno 25 m, širok pa približno 10 m. Ima obliko bazena, ki bo izoliran z neprepustno gumo PEHD in bo imel globino do 2,5 m. Viški vode se bodo odvajali prek preliva v bližnji odvodnik meteoritnih voda. Sonaravna ureditev tega zadrževalnika (slika 2) za namakanje pomeni, da se uredijo čim položnejše brežine, oblikuje čim bolj naravna podlaga in zasadijo rastlinske vrste, ki jim ustreza nihanje vode. Brežine bodo zato urejene samo v manjšem obsegu, tako da bodo puščene v čim bolj položnem – naravnem naklonu od 1 : 1 do 1 : 3.

Samo guma PEHD za izoliranje ne nudi nobenih habitatnih pogojev. Je ravna, gladka površina, na kateri rastline ne morejo uspevati, zato se bodo čeznje namestili travne plosče in substrat za rast vlagoljubnih rastlin. Substrat bo vključeval tudi organski drobir in mulj z dna bližnjih vodnih teles (mlak), kjer ni invazivnih vrst. V substrat se bodo sadile avtohtone vodne rastline, ki bodo nabrane v čim bližjem primerljivem vodnem telesu. Najpomembnejše za zdravje vodnega telesa so potopljenorastoče vrste, pri nas so to predvsem vrste iz rodu dristavcev (*Potamogeton*). Na obrežje bodo posajene lokalne močvirne vrste, ki bodo segale tudi nad vodno gladino. Prav tako se bo pri končnih delih, ureditvi okolice in ozelenitvi pazilo, da bodo prevladovali lokalno značilne domorodne rastlinske vrste. Pri zasadnjah sonaravnih ukrepov je ključno opazovanje okolice, ko presodimo, katere rastline so smiselne. V primeru zadrževal-

nikov pogledamo, kakšne mlake so v okolici in katere rastlinske vrste so prisotne. Pri zasajanju oziroma oživiljanju vodnega telesa se tako zgledujemo po okolici in poskusimo posnemati za okolje značilno čim bolj pestro združbo. Kakovostni in raznovrstni vodni habitati niso koristni le za zagotavljanje biološke raznovrstnosti, ampak tudi za vzdrževanje kakovosti vode. Izbrana podlaga dna in brežin z zasajenimi vodnimi rastlinami ustvarja habitate za alge, dvoživke in druge nevretenčarje, s čimer se razvija prehranska veriga, ki onemogoča čezmerno razrast alg, ki bi lahko poslabšala kakovost vode. Majhna organska obremenitev vode in podnebne razmere v Kočevju ne zahtevajo senčenja z drevesi in grmičevjem. Poleg tega bi lahko preblizu sajena drevesa preluknjala vodotesno gumo. Vzdrževanje sonaravno urejenega zadrževalnika padavinskih voda je preprosto, največji poseg je odstranitev mulja. Padavinske vode s strešin imajo majhne obremenitve, zaradi česar bo v sistemu majhna bioprodukcija, kar pomeni malo obremenitev sedimentacije. Pričakuje se, da se bo mulj v sistemu akumuliral zelo počasi, njegova odstranitev pa bo potrebna šele čez deset ali več let. Zadrževalnik je na območju Natura 2000. V taki sonaravni izvedbi z živimi elementi ureditve lahko pričakujemo pozitiven učinek ukrepa na varovano območje. Objekt bo nudil dodaten habitat dvoživkam in žuželkam. Če pa bi voda v zadrževalniku večkrat letno močno nihala, pozitivnega vpliva tudi v sonaravno urejenem zadrževalniku ne bi bilo v takem obsegu. Nihanje vodne gladine in občasna izsušitev vodnih teles sta naravna pojava, ki podpirata razvoj združb. Nihanje vodne gladine izven siceršnjih naravnih ritmov (na primer letni časi) pa lahko ovira življenje in zmanjšuje pestrost. Bolj ko zadrževalnike vode uredimo sonaravno, boljša bo njihova kakovost vode in tudi več bo koristi. Njihova premišljena ureditev in upravljanje sta koristna za boljše uveljavljanje ukrepov

prilagajanja na podnebne spremembe in tudi za zmanjševanje upadanja biotske pestrosti v prihodnosti.

4 Urbani deževni vrt

Prenovljena *Direktiva o čiščenju komunalne odpadne vode* (ang. *Urban waste water treatment directive* – UWWTD) bo v slovenski prostor do leta 2026 prinesla kar nekaj sprememb. Če smo do zdaj s padavinsko vodo ravnali podobno kot s komunalno odpadno vodo, jo speljali v cev in proč od lokacije nastanka, prenovljena zakonodaja zahteva, da z njo ravnamo bolje ter manj obremenjujemo razbremenilnike in odvodnike. To pomeni, da moramo z njo začeti ravnati bolj celostno, zato bomo v naslednjih letih začeli načrtovati tudi modro-zeleno infrastrukturo. Nov pristop odvodnje padavinskih voda ne pride v poštev samo pri gradnji novih sosesk, ampak tudi pri reševanju problemov obstoječe infrastrukture in onesnaženja odvodnikov. Povečati bo treba infiltracijo minimalno onesnažene vode s streh v zaraščeno zemljino, umestiti ozelenitve ob ceste, poti in trge, ohraniti ali revitalizirati čim bolj naravne odvodnike, povečati uporabo prepustnega tlakovanja (dvorišča, parkirišča), dati prednost decentraliziranim sistemom infiltracije pred centraliziranimi, zadrževati vodo na zelenih strehah, v travnatih odvodnih jarkih, deževnih vrtovih in podobnih sonaravnih ukrepih, vodo zadrževati in vračati v odvodnike z zamikom ali jo skladiščiti in ponovno uporabiti. Če povzamemo, najučinkovitejši ukrep upravljanja padavinske vode je torej ohranjanje čim večjega števila čim prepustnejših površin (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2007). V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili eno od naštetih inženirskih rešitev, to je deževni vrt.

Deževni vrt omogoča razbremenjevanje kanalizacijskega sistema z zadrževanjem, čiščenjem in ponikanjem padavinske vode. Tako imenovano biozadrževalno območje (*bio* vzpostavlja naravne procese, *zadrževalno* zadržuje vodo) veča biološko raznolikost urbanega okolja in zagotavlja udobje prostora, v katerem živimo. Prav tako veča odpornost urbanega prostora na podnebne spremembe (mestne poplave, mikroklima, kakovost vode). Zasajeno območje z vlagoljubnimi rastlinami je umeščeno v plitko depresijo, kamor se stekajo padavinske vode. Oblikujemo ga glede na velikost prispevne površine in vrsto padavinskih voda (strešine, parkirišča ali ceste). Najbolj preprosti so deževni vrtovi za ravnanje s padavinsko vodo iz družinskih hiš. Z večanjem obremenitve in količine se veča tudi kompleksnost deževnega vrta in kombiniranje tehnologije z drugimi ukrepi, še vedno pa gre za relativno preproste strukture, podobne rastlinskim čistilnim napravam. S temi imamo v Sloveniji veliko izkušenj in znanja, ki jih je mogoče prenesti na novo problemsko-razvojno področje. Obliko deževnega vrta prilagodimo lokaciji, lahko gre za linijske objekte med pločnikom in

cesto, lahko jih naredimo v obliki kroga znotraj krožišč, lahko so organske oblike kot del parkovne ureditve in podobno. Pri izbiri oblike pazimo, da je vedno zagotovljena enakomerna razporeditev vode po površini sistema ter da se po potrebi držimo odmikov od stavb in dreves. Odmik od stavb je potreben zaradi potencialnega vpliva vode na temelje, odmik od dreves pa zaradi njihovega ohranjanja. Priporočeno je kombiniranje deževnega vrta s travnatimi odvodnimi jarki in travnatimi filtri z zelo majhnimi nakloni (maksimalno 1 : 3), ki vodo pripeljejo do deževnega vrta ter jo že deloma sedimentirajo in filtrirajo. Če imamo dovolj padca, se lahko deževni vrt izvede tudi na dnu travnatega odvodnega jarka (zasajen ponikovalni jarek). Značilnost deževnega vrta je raznovrstna zasadnja vlagoljubnih rastlin, ki morajo biti avtohtone. Zazeleno je, da rastline prenesejo tako veliko vode kot morebitna sušna obdobja. Rastline so tudi habitat (počivališče, skrivališče, hrana) za koristne žuželke (čebele, metulji, hrošči) in druge živali (dvoživke, na primer krastače), številčnost katerih v urbanem prostoru zaradi pomanjkanja raznolikosti zelenih območij močno upada. Uporaba pesticidov za odstranjevanje plevela naj bo prepovedana, kar naj bo tudi poudarjeno v projektu. Deževni vrtovi so običajno ponikovalni objekti, zato lahko strupi kontaminirajo podzemne vode. Prav tako taki strupi ubijejo mikroorganizme, ki čistijo vodo. Primarno se pojmuje, da je bistvena uspešna rast rastlin, ne pa toliko, katere vrste uspevajo. Zato se z leti ob vzdrževanju dopušča rast rastlin, lastnosti katerih se skladajo s funkcijo sistema in načeli zasaditve. Pod rastlinami je filtrirni medij, ki vodo počasi preceja, deluje kot čistilna naprava in je hkrati medij za rast rastlin. Najpomembnejši procesi čiščenja so sedimentacija, filtracija in biološko čiščenje. Volumen filtrirnega medija naj bi zadržal in očistil običajne in ne ekstremne padavine, zato se po navadi projektira na 15-minutni naliv s pogostnostjo od $n = 0,5$ (2 let) do $n = 0,2$ (5 let). Če to prenesemo na površino filtrirnega medija, pride približno do 5-odstotne prispevne površine. Manjša prispevna območja imajo nižje filtrirne medije (0,3 m) kot večja (do 1,0 m). Načeloma stremimo k nižjemu filtrirnemu mediju, če to omogoča prostor. Izkušnje kažejo, da večina samočistilnih procesov poteka pri ponikanju oziroma navpični poti vode v zgornji (nekaj deset cm) plasti medija (ali prsti), zato večjo učinkovitost razbremenjevanja sistema (če je to zahteva) dosežemo z večjo površino, ne pa z večanjem debeline plasti medija. Izbira sestave filtrirnega medija je tako kot pri rastlinski čistilni napravi ena od kritičnih točk projektiranja, ki zahteva tudi tehnološki nadzor na terenu. Od sestave je namreč odvisno, ali bo sistem deloval ali ne in koliko časa bo minilo, preden se bo zamašil. V tujih priročnikih so sestave filtrirnih medijev najpogostejše navedene v deležu gline, melja, peska in podobno. To prenesti v prakso je običajno zelo težko in ni gospodarno, saj je bolje izhajati iz materialov, ki so na voljo v lokalnem okolju ter bodo delovali v naših podnebnih razmerah in učinkovito prenesli hidravlične in polucijske obremenitve. Naše izkušnje kažejo, da



Slika 3: Deževni vrt za razbremenitev kanalizacijskega sistema v kampusu pensilvanske univerze v ZDA (vir: Sam, 2012)

se je dobro izogniti navadni zemlji in da je bolje uporabljati peske manjših frakcij. Po izbranem filtrirnem mediju je pred vgradnjo priporočljivo izvesti infiltracijski test. Voda, ki se preceedi skozi medij za rast rastlin, se očiščena bremen infiltrira v tla. Za to se uporabi ponikovalni medij (grobe frakcije substrata), ki deluje kot ponikovalnica. Načeloma deževni vrtovi niso vodoneprepusni, se niso tesnjeni s PEHD- ali EPDM-gumo, razen če je potreba po preprečevanju infiltracije, kot je visoka talna voda (< 1 m) ali vodovarstveno območje. V tem primeru lahko vodo v deževnem vrtu zadržimo in očistimo, nato pa jo vrnemo v kanalizacijski sistem in spustimo v bližnji odvodnik ali ponikamo drugje. Drugi strukturni elementi, ki jih mora vsebovati vsak deževni vrt, so:

- varnostni preliv za odvajanje viškov vode, ko je deževni vrt poln;
- drenažne cevi za dreniranje vode iz sistema;
- vertikalne cevi za pregledovanje sistema in čiščenje drenažnih cevi in
- elementi za predhodno sedimentacijo, če se pričakuje vnos peska ali veliko finih delcev oz. ni mogoče kombinirati ukrepa s travnatimi odvodnimi jarki ali to ne zadošča.

Pomembno je, da inženirje in načrtovalce ozavešimo, da se ukrepi modro-zelene infrastrukture lahko implementirajo kjerkoli, tudi na najmanjših prostorih in gosto poseljenih območjih. Ti ukrepi so še posebej pomembni na območjih, kjer je prostor omejen, saj mu vračajo večnamembnost. Ključno pa je, da jih pravočasno vključimo v načrtovalni proces. To lahko storimo s preprostimi vprašanji v vseh fazah projektne dokumentacije (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2007):

1. Ali so upoštevana načela zadrževanja vode v projektu?
2. Ali je infiltracija centralizirana ali decentralizirana?
3. Kakšna je zakasnitev odtoka?

Ker so deževni vrtovi v tujini že uveljavljena praksa (sliki 3 in 4), pri nas pa ni še nobenega, upamo, da ne bomo znanje iz tujine samo prenašali iz tujih priročnikov, ampak hkrati tudi gradili na obstoječem znanju o čistilnih mokriščih in izhajali iz lokalnih značilnosti prostora.

Ker pristop ni samo v domeni gradbene stroke, kot je običajno načrtovanje kanalizacije, se pričakuje, da bo preteklo še nekaj zagonskega časa, da bomo vzpostavili učinkovite prostorsko-načrtovalske procese in akumulirali potrebno znanje. Prav tako si upamo trditi, da se bo v tem obdobju prihajalo tudi do napak, saj gre za tehnologije, ki jih šele prilagajamo našemu prostoru. Te lahko kar najbolj preprečimo s povezovanjem različnih sektorjev in učinkovito izmenjavo znanja med vsemi udeleženci. Prav tako so deževni vrtovi in druga modra-zelena infrastruktura enkratna priložnost, da jih oblikujemo tako, da ne bodo služili samo vodnemu sektorju, ampak bodo v mesta vrnili del izgubljene biološke raznovrstnosti in druge ekosistemske storitve, ki jih potrebujemo že zdaj, ter da bo povpraševanje po njih v prihodnosti še večje.

5 Sklep

Vsak poseg v okolje spremeni naravno ravnoesje. Z okoljskimi rešitvami vedno usklajujemo okoljske cilje, škode in koristi. K problemu lahko pristopimo zelo enodimenzionalno in povezanim vplivom ne posvečamo veliko pozornosti, lahko pa je naš pristop bolj »prijazen« in sonaraven tako, da se trudimo poskrbeti za večnamenskost prostora, koristi. Sonaravne rešitve potrebujejo več potrpežljivosti, saj so odvisne od vzpostavitve naravnih procesov, daljši je čas implementacije zaradi usklajevanja več udeležencev, zahtevajo sprejemanje narave in njene spremenljivosti skozi čas in v svojem bistvu nasprotujejo kapitalističnim načinom razmišljanja – so bolj trajnostne in nas dolgoročno z upoštevanjem vseh koristi manj stanejo. Učinki podnebnih sprememb so nas prisilili, da začnemo o okolju

razmišljati drugače, večdimenzionalno. Implementacija sonaravnih rešitev mu vrača, kar smo vzeli, prostor za naravo in njeno lastno prilagodljivost.

.....
Anja Pugelj, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.
LIMNOS d. o. o., Ljubljana
E-pošta: anja@limnos.si

Alenka Mubi Zalaznik, vodja projektov
LIMNOS d. o. o., Ljubljana
E-pošta: alenka@limnos.si

Miran Renčelj, univ. dipl. biol.
LIMNOS d. o. o., Ljubljana
E-pošta: miran@limnos.si

Urša Brodnik, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.
LIMNOS d. o. o., Ljubljana
E-pošta: ursa@limnos.si

Viri in literatura

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
(2007): *Advisory leaflet DWA-M 153E: Recommended actions for dealing with stormwater*. Hennef.

Evropska agencija za okolje (2020): Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu> (sneto 9. 1. 2022).

IPBES (2019): *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn.

Sam. A. (2012): *State College Borough. Allen Street rain gardens. Full view of rain garden on west side of Allen Street*. Dostopno na: <https://www.statecollegepa.us/346/Allen-Street-Rain-Gardens> (sneto 12. 3. 2025).