

INOVATIVNI PREDLOGI

za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor



Ddr. Ana VOVK





INOVATIVNI PREDLOGI ZA PONOVRNO RABO VODE V MESTNI OBČINI MARIBOR

Avtorica: ddr. Ana Vovk

Strokovni predlogi: asist. Danijel Davidović in Janja Lužnik

Študentske ideje so prispevali: Teja Kolar, Vanesa Korže, Tina Lešnik, Mija Megeš, Matej Meško, Matjaž Pirečnik, Hana Urankar in Aljaž Žagavec.

Fotografije: Shutterstock (odkup)
Mestna občina Maribor in Inštitut za promocijo varstva okolja

Leto izdaje: 2021

Oblikovanje: JR design, Jana Randl

Produkcija: GEAart

E-monografijo Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor sofinancira Mestna občina Maribor.

VSEBINA

Uvod	3
Voda v mestu	4
Pristopi upravljanja meteornih voda v mestih	10
Zbiranje deževnice	12
Zadrževanje deževnice v mestih	13
Deževni vrt	16
Zeleni prostori znotraj neprepustnih površin	20
Zelene strehe	26
Zelene stene	33
Zadrževanje deževnice v mestih	38
Plantaže za deževnico	40
Prepustno tlakovanje	43
Vegetacijski pasovi v mestih	48
Študentski predlogi za ponovno rabo vode v urbanih okoljih	52
Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor	60
Predlog 1: Ponikanje deževnice s prepustnim barvnim tlakovanjem	62
Predlog 2: Travnne mreže	63
Predlog 3: Betonski robniki z odprtino	64
Predlog 4: Samooskrba v mestu	65
Predlog 5: Dvignjene grede na degradiranih površinah	66
Predlog 6: Javni odprti vrtovi	67
Predlog 7: Cvetiči travniki z bivališči za insekte	68
Predlog 8: Mestni gozdovi za ponovno rabo vode	69
Predlog 9: Umetna mokrišča v mestih	70
Predlog 10: Zbiranje vode za namakanje	72
Predlog 11: Vodne izgube in varčevanje z vodo	73
Predlog 12: Kompostna stranišča	74
Zaključek	76



Uvod

Projekt Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor je odsev naraščajočih izzivov povezanih z vodo v urbanih območjih. Potrebno je razmišljati o ponovni rabi vode, saj lahko le tako pripomoremo k večji varnosti življenja v mestih ter odgovornemu odnosu do narave.

Mestna občina Maribor je v podporo promocije narave in okolja razpisala projekte, ki jih izvajamo nevladne organizacije. Projekt Inštituta za promocijo varstva okolja z naslovom Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor je na eni strani namenjen ozaveščanju o pomembnosti varovanja vode kot naravnega vira ter na drugi razvoju inovativnih idej o možnostih ponovne rabe vode v mestu, saj so vodni viri vse bolj omejeni. Pogosto nam manjkajo ideje, kako bi lahko vodo, zlasti v urbanih območjih, ponovno rabili. S tem namenom smo s tem projektom zbrali ideje iz tujine ter jih prilagodili možnostim uresničitve v Mestni občini Maribor na osnovi lastnih izkušenj iz prakse. Želimo, da bi se znanstvena spoznanja, ki jih razvijamo, uporabljala tudi v Mestni občini Maribor, saj vse več primerov kaže, da bo potrebno z vodo ravnati drugače, zlasti padavinsko. Na področju ponovne rabe vode obstaja veliko priložnosti, ki pogosto ne zahtevajo velikih finančnih vlaganj, ampak le spremembo načina razmišljanja ter vrednot. Potrebna je preusmeritev vlaganja od asfaltnih površin k travnatim in prepustnim površinam ter povečati vpojne sposobnosti tal, kjer je to le mogoče.

Voda je naravno bogastvo s katero moramo varčevati nadvse odgovorno, je pa tudi ekonomska dobrina, ki jo je potrebno po principu krožnosti čimbolj vključiti v ponovno rabo. V urbanih območjih v Sloveniji ta vedenja še niso dovolj poznana, medtem ko so v tujini pristopi ponovne rabe že zelo uveljavljeni in z njimi povečujejo vrednost prostora. Biodiverziteta, zeleni sistemi in vodne površine povečujejo možnosti za turizem, rekreacijo, bivanjski standard, samooskrbo ter krajinski izgled mesta.

V tej e-monografiji smo zbrali raznovrstne inovativne predloge za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor. Vključili smo mlade ter upoštevali primere dobrih praks po svetu in oblikovali idejne predloge, ki jih je možno uporabiti že v kratkem času. Zato je ta e-monografija lahko tudi strokovna podlaga za načrtovanje trajnostnih pristopov v Mestni občini Maribor ter za vse tiste, ki imajo željo in možnosti za ponovno rabo vode v svojih bivanjskih skupnostih.



Voda v mestu

 Uporaba plavajočih posod omogoča fitoremediacijsko čiščenje vode in povečuje biodiverziteto in krajinsko privlačnost prostora.

Z rastjo prebivalstva, urbanizacijo in gospodarskim razvojem se povečujejo potrebe po sladki vodi v mestih po vsej Evropi. Hkrati podnebne spremembe in onesnaževanje vplivajo na razpoložljivost vode za prebivalstvo v mestih. Voda v mestih postaja vse večji izziv, tako njena količina, kvaliteta, razpoložljivost, dosegljivost, preobremenjenost oskrbe, kot tudi poškodbe kanalizacijskih sistemov. Potrebni so inovativni predlogi, kako bodo lahko mesta še naprej zagotavljala sladko vodo svojim prebivalcem.

Pametno 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. Eden izmed preizkušenih ukrepov za zadrževanje vode v urbanih območjih je zbiranje deževnice (zbiranje deževnice iz streh, parkirišč), ki prinaša številne prednosti, kot so zmanjšanje močnih nalivov in prispevanje k ohranjanju vode. V krožnem gospodarstvu ima tudi ponovna uporaba vode ključno vlogo, saj 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 namakanje v mestnem okolju in za domače namene (zlasti kot deževnica).

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 in kot industrijska voda. Z ustrezno predpripravo pa tudi kot vir pitne vode.

Večina parkirišč je izdelanih iz neprepustnega 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, s tem pa se povečuje ogroženost onesnaževanja tekočih voda. Neprepustne površine zaradi prekinitev 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. 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 najpogostejše onesnažena z naslednjimi onesnažili: z različnimi vrstami naftnih ostankov, ki pogosto vsebujejo težke kovine, gnojila, pesticide in druge škodljive snovi s parkirnih površin. 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 naužije 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. Te povečane hitrosti odtoka meteornih voda ogrožajo predvsem kanalizacijske sisteme, ki v času močnih nalivov pogosto postanejo preobremenjeni, kar povzroča njihovo prekoračitev in možnost nastanka poplav. Poplave, ki zaradi tega nastanejo, so okolju zelo nevarne. Ob preobremenjenosti kanalizacijskega sistema pride do iztoka na površje tako meteornih kot 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 obremenitve vode neprepustne površine vplivajo tudi na onesnaževanje zraka. Pri proizvodnji asfalta se v zrak sproščajo delci dušikovih oksidov (NO_x), žveplovih oksidov (SO_x), 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.

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. Povečana 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, kar vpliva na spremenjeno naravno obliko plovnih poti, saj povečana hitrost rečnega pretoka povzroči erozijo rečnega korita. V plovne poti zaradi erozije vstopijo usedline, kar poveča motnost rečne vode. Motnost, ki je ustvarjena iz sedimentacije lahko ovira 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 akumulirajo v tkivih rib in drugih organizmov in s tem povzročajo 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.

S pomočjo vodnih rastlin se lahko voda uspešno prečisti in neposredno uporablja za številne možnosti, prav tako je lahko namenjena doživljanju, sproščanju in kot nov ekosistem za rastline in živali. Med pomembne vodne rastline, ki čistijo vodo, spadajo cevaste rastline ter okrasne rastline, kot je lokvanj.

V svetovnih mestih se vse večja pozornost daje krožnemu upravljanju z vodami. Ta pristop vključuje naslednjih šest ciljev upravljanja z vodami:

1. Reciklirati in ponovno uporabiti odpadno vodo.
2. Povečati učinkovitost uporabe in distribucije vode.
3. Zagotoviti dobro kakovost vodnih teles.
4. Zbirati vodo.
5. Spodbujati večkratno uporabo vode in trajnost voda.
6. Ohraniti pretok v vodnih telesih.

V urbanih okoljih je pogosta težava preobremenitev kanalizacije, saj vse več padavin pade v zelo kratkem času. Prelevi kanalizacije povzročajo negativne vplive na rastlinstvo in živalstvo, umrljivost rib ter materialno škodo.

Če voda steče v kanalizacijo brez zadrževanja, se iz prometnih površin izperejo mikroplastika, organska in anorganska onesnažila ter težke kovine. Tak odtok tudi vzpostavlja nenaravno vodno bilanco, saj se zmanjšuje proces lokalnega izhlapevanja in lokalnega polnjenja podzemne vode.

Zato so pomembni centralizirani izpusti deževnice z zadrževalnimi filtri v zemlji, ki blažijo izhlapevanje in odtok v kanalizacijo.

 *Vodni ekosistemi povečujejo biotsko in bivanjsko vrednost prostora.*



V urbanih območjih je potrebno uporabljati pristop prioritete pri upravljanju deževnice:

1. Izogibati se novim pozidavam in širjenju mestnih površin.
2. Zbirati in uporabiti deževnico na kraju samem.
3. Zadrževati deževnico.
4. Infiltrirati deževnico (polniti podzemne vodne bazene).
5. Puščati deževnico v vodna telesa.

 *Večfunkcionalna raba vode in vegetacije je glavna prioriteta trajnostnega upravljanja mest.*





Pristopi upravljanja meteornih voda v mestih

Dandanes je na voljo veliko rešitev, ki lahko učinkovito pripomorejo k zbiranju deževnice tudi na nivoju posameznikov. Za preprečevanje zamašitve žlebov z listjem lahko uporabimo zaščitne rešetke, nadalje je za zbiranje vode na razpolago veliko sistemov, od nadzemnih do podzemnih ter vertikalnih in horizontalnih. Na razpolago je tudi veliko različnih sistemov za zbiranje deževnice, od različno velikih posod, do betonskih podzemnih zbiralnikov. Za manjše uporabnike se večinoma uporablja vkop plastičnih ali betonskih podzemnih zbiralnikov.

Zbiranje deževnice

Za čiščenje deževnice se uporabljajo filtri, od mehanskih in sesalnih, do navpičnih cevi za hitro preusmeritev v rezervoar. Plavajoči fini sesalni filtri zagotavljajo, da se deževnica črpa iz najbolj čistega nivoja rezervoarja in ne vsebuje mehanskih delcev. Tako jo je mogoče takoj vključiti v uporabo. Uporaba deževnice je vedno večja prioriteta za hlajenje z izhlapevanjem v gosto naseljenih urbanih območjih. Zlasti vlagoljubno rastlinstvo zadržuje veliko vode, pri čemer je količina tako izhlapele vode v enem poletnem mesecu podobna količini vode, ki izhlapi iz drevesa. Zato je umeščanje vlagoljubnih rastlin vse bolj pomemben blažilni ukrep.

Koristi zbiranja deževnice v urbanih območjih

- Deževnica je razmeroma čista in njena kakovost običajno zadošča za široko uporabo z malo ali celo brez čiščenja.
- Deževnica ima nizko slanost in jo je mogoče ponovno uporabiti kjerkoli, kjer je potrebna mehka voda, na primer za pranje perila, hlajenje ter v industriji.
- Z vključevanjem deževnice lahko prihranimo do 50 % porabljene vode v gospodinjstvu.
- Uporaba deževnice zmanjša stroške energije za hlajenje, saj 1 m³ deževnice, ki izhlapi sprosti 680 kWh energije.
- Zbiranje deževnice pomembno zmanjša obremenitev odtokov na kanalizacijo in poplave v mestnih območjih.
- Zbiranje deževnice je prilagodljiva tehnologija, ki jo je mogoče zasnovati tako, da izpolnjuje skoraj vse zahteve za uporabo.
- Uporaba deževnice pomembno prispeva k samooskrbi z vodo tako v mestnih kot podeželskih območjih.



 Infiltracija deževnice omogoča njeno zbiranje sredi asfaltnih in betonskih površin.

Zadrževanje deževnice v mestih

Predvsem v urbanih predelih je, zaradi asfaltnih površin in streh, prekinjena povezava med padavinami in podtalnico, kar lahko vodi v zniževanje gladine podtalnice in hitrejšega odtoka vode iz pokrajine. Uporaba meteorne vode v različne namene je zato pomemben prispevek k zmanjševanju porabe podtalnice. K ohranjanju nivoja podtalnice prispevamo tudi z zmanjševanjem nepropustne površine in povečevanjem infiltracije na mestu nastanka meteorne odtoka ter s fragmentacijo nepropustnih površin, med katerimi se nahajajo ponikovalna polja.

Zbiranje in čiščenje ter potencialna uporaba meteorne vode mora biti urejena decentralizirano, kar pomeni, da se padavinska voda zbira in čisti na samem mestu nastanka brez daljšega transporta vode. Naprave za čiščenje meteorne vode morajo ustrezati zahtevam krajinske ureditve, pri čemer se jih pogosto vklaplja v rekreativna območja, parke, vrtove ipd. Poleg vklapljanja v prostor morajo naprave ustrezno zmanjšati hidravlične obremenitve, ki jih povzročajo meteorne vode ter odstraniti onesnažila.

Za zadrževanje in čiščenje meteoritnih vod so razvite različne tehnologije. Nekatere so namenjene zgolj zadrževanju vode in blažitvi pretokov, v drugih pa potekajo tudi procesi čiščenja vode (zadrževanje in transformacija onesnažil). Nekatere tehnologije za upravljanje z meteoritnimi vodami so:

1. BAZENI ZA ZAČASNO ZADRŽEVANJE VODE (suhi bazeni): v suhem obdobju so pogosto brez vode. Suhi bazeni običajno začasno zadržijo padavinsko vodo ali del padavinske vode in s tem ublažijo maksimalne pretoke dovoda vode v sprejemnem vodnem telesu ali čistilni napravi. Suhi bazeni tako delujejo predvsem kot hidravlična kontrola padavinskega odtoka. Po padavinah voda iz suhega bazena odteče, del je tudi izhlapi zaradi evaporacije in/ali transpiracije ali ponikne v podtalnico. V suhih bazenih do določene mere prihaja do usedanja suspendiranih snovi;

2. MOKRI BAZENI: za razliko od suhih bazenov so mokri bazeni stalno vodno telo. V delu bazena se tako ves čas zadržuje voda, nad njo pa je volumen, ki omogoča zadrževanje vode ob nalivih. Oblikovani so kot majhna plitva jezera, kjer se voda tudi ob nalivih zadržuje dovolj dolgo, da lahko potekajo številni procesi odstranjevanja onesnažil. Mokri zadrževalni bazeni tako omogočajo odstranjevanje partikularnih pa tudi nekaterih raztopljenih onesnažil. Poleg hidravlične kontrole in izboljšanja kakovosti vode pa imajo lahko tudi estetsko vlogo (primerna ureditev bazena in zasadnja z ustreznimi rastlinami);

3. GRAJENA MOČVIRJA (rastlinske čistilne naprave): so plitva vodna telesa (0,1—0,3 m) z gosto rastlinsko odejo. Rastlinske čistilne naprave za odpadne vode z asfaltiranih površin so postavljene navadno ob cestah in čistijo vodo z asfaltnih površin. V padavinski vodi, ki odteka z asfaltnih površin, se nabira kup strupenih ostankov, ki jih nato dež izpira v kanalizacijo in voda se ne čisti. Rastlinske čistilne naprave delujejo po posnemanju samočistilnih procesov v naravnih močvirskih ekosistemih. Globina vode niha v odvisnosti od padavin in sezone. Struktura močvirja je raznolika in vključuje predele s prosto vodno površino, predele z gosto rastlinsko odejo in celo manjše otočke. Raznolikost v strukturi močvirja vpliva na fizikalne, kemijske in biološke procese. Z rastlinsko čistilno napravo dosežemo, da se ta voda prečisti in čista odteka v podtalnico. Sestavljena je iz betonskega korita, ki je opremljeno z mrežami, prekat, filtrirnimi vložki in cevmi ter velikim vmesnim prostorom, v katerega nasujemo zemljo in posadimo rastline. Razen občasnega praznjenja žične košare, ki prestreza večje kose nesnage, vzdrževanje ni potrebno. Ob manjšem dežju voda vstopa skozi mrežo v prvi prekat in se počasi preceja ter očisti med zemljo in koreninami. Kadar je vode preveč, jo iz prvega prekata dve prelivni cevi odvedeta v izstopni del, tudi opremljen s filtri. Vse cevi so naluknjane, zato se voda vedno preceja tudi skozi zemljo. Posebne tkanine preprečujejo izpiranje, izpustni ventili pa določajo stopnjo primarnega in sekundarnega filtriranja. Čistilna sposobnost je izjemna. Zemlja v koritu in rastlinske korenine so sposobne vodo filtrirati in izločiti patogene fekalne organizme, dušik, fosfor, baker, svinec, cink in jih pretvoriti v neškodljivo obliko, razgraditi klorirane pesticide in težke kovine, delo pa v kombinaciji z rastlinami opravijo še zemeljski mikroorganizmi;

4. INFILTRACIJSKI BAZENI: padavinska voda se začasno zadrži v bazenu z odprto vodno površino, kjer poteka infiltracija v podtalje. Pogosto so infiltracijski bazeni načrtovani tako, da zadržijo le prvi val naliva;

5. FILTRI: peščeni filtri so namenjeni odstranjevanju suspendiranih snovi. K odstranjevanju onesnažil prispeva tudi biofilm, ki se vzpostavi na površini filtrnega materiala. Filtrni material (medij) je lahko izbran tudi na podlagi adsorpcijskih značilnosti (na primer apnenčasti materiali za odstranjevanje fosforja).

Poleg sistemov za zadrževanje in čiščenje meteoritnih vod so pomembni tudi ukrepi, ki zmanjšujejo vnos onesnažil v meteoritno vodo, kot so pravilno upravljanje cestnih površin (pometanje, vzdrževanje odvodnih kanalov), uporaba inertnih strešnih kritin in preprečevanje razlivanja onesnažil po nepropustnih površinah.

Zelena infrastruktura prispeva k ohranitvi zdravih ekosistemov, da bodo lahko družbi še naprej zagotavljali dragocene storitve, kot sta čisti zrak in sveža voda. Vlaganje v zeleno infrastrukturo je smiselno tudi z gospodarskega vidika, saj ohranja zmogljivosti narave, na primer z bojem proti negativnim vplivom podnebnih sprememb, njeni sistemi pa so stroškovno učinkovitejši kot nadomeščanje izgubljenih storitev z veliko dražjimi tehnološkimi rešitvami. Zeleno infrastrukturo se najbolje doseže s celovitim pristopom k upravljanju zemljišč in skrbnim strateškim prostorskim načrtovanjem.

Zelena infrastruktura ponuja številne prednosti. Poleg čiščenja padavinske meteoritne vode lahko integracija zelene infrastrukture v ulici, na parkiriščih ali ob stavbah ustvari pešcem prijazne prostore, miren promet, vpliva na izboljšanje kakovosti zraka, zmanjšanje učinka mestnega toplotnega otoka, ustvarja življenjski prostor za različne živalske in rastlinske vrste ter izboljšuje energetske učinkovitost urbanega prostora.

V urbanih industrijskih območjih se lahko vzpostavijo naslednji sistemi ekoremediacijskih metod ali sistemov zelene infrastrukture:

- deževni vrt,
- zelena streha,
- zelena fasada,
- vetrna in protiprašna bariera,
- plantaža meteoritne vode,
- zbiranje deževnice ter
- porozni tlakovci in asfalt.

Deževni vrt

V urbanih ter industrijskih območjih 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. Zaradi hitrega odtoka se meteorna voda na neprepustnih površinah, ki jih sestavljajo ceste, ulice, parkirišča, trate lokalnih potokov in jezer ter komunalne naprave, onesnaži z različnimi onesnaževali, s katerimi nato naprej onesnažuje tekoče vode. Deževni vrtovi so eden izmed sistemov zelene infrastrukture in ERM, s katerimi lahko problem meteornih voda omilimo ali pa ga trajno rešimo.

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.

Deževni vrt je vrt, ki izkorišča padavine in odtok meteornih voda ter različne rastlinske vrste za reševanje raznih problemov okolja. Običajno je to majhen vrt, ki je zasnovan tako, da prenese skrajne količine vlage, ki se povečajo predvsem ob deževnih nalivih, višjo koncentracijo hranil, predvsem dušika in fosforja, ter povišanje koncentracij težkih kovin, ki se nahajajo v odtoku meteornih voda. Deževni vrtovi so v najboljših primerih locirani v bližini vira odtekanja meteornih voda in služijo za zmanjševanje meteornih voda in njihove onesnaženosti. Deževni vrt je lahko zasnovan tako, da opravlja samo funkcijo infiltracije deževne meteorne vode v podtalje ali pa lahko najprej opravlja funkcijo čiščenja meteornih voda in nato še funkcijo infiltracije, da se prečiščena voda odteka v podtalje. Na tak način deževni vrtovi v območjih z veliko količino neprepustnih površin preprečujejo povečanje erozije in tveganje za nastanek poplav, saj zmanjšujejo tudi hitrost dotoka meteornih voda.

Bistvo deževnih vrtov nista estetski vidik in oblikovanje habitatov v grajenih okoljih, temveč so bistveni procesi, ki se dogajajo pod površino vrta. Ti procesi posnemajo hidrološko delovanje gozda. Uporabimo izbrane rastline, najboljše avtohtone, ki imajo razvejan koreninski sistem.

Pri postavitvi deževnega vrta je potrebno biti pozoren na sledeče:

- deževni vrt mora biti vsaj 10 metrov od hiše, tako ob infiltraciji voda ne pronica v temelje hiše;
- deževnih vrtov se nikakor ne postavlja na dele dvorišča, kjer je že postavljen ribnik, saj je cilj deževnega vrta spodbujanje infiltracije vode;
- bolje je, da se deževnih vrtov ne postavlja v neposredno okolico velikih dreves. Drevesa potrebujejo dovolj vode za svojo rast in tem primeru sistem deževnega vrta ne bi najbolj učinkovito deloval, saj bi veliko drevo sodelovalo pri procesu infiltracije vode.

Pri oblikovanju in vzdrževanju deževnega vrta moramo upoštevati še naslednje zadeve. Izberemo rastline, ki imajo dobro oblikovan koreninski sistem. Oblikujemo načrt zasaditve posameznih vrst rastlin, pri čemer je zelo dobrodošlo, če so na območju posajene raznovrstne rastline, ki imajo različne biološke pogoje. To vpliva tudi na estetski izgled vrta. Rastline naj se pustijo v lončkih do posaditve v zemljo. Rastline navadno sadimo narazen v dolžini stopala odraslega človeka. Zasajene rastline je potrebno dva tedna zalivati, vendar ne preveč. Po zasaditvi deževnega vrta redno spremljamo, kaj se dogaja s plevelom. Ves plevel je potrebno odstraniti, saj v primeru zaraščenosti in ne vzdrževanja vrt ne bo imel sposobnosti opravljanja svojih funkcij, zmanjšano bo zlasti čiščenje odpadne vode.

Deževni vrt je lahko tudi majhna celica bioremediacije, v kateri se meteorna voda očisti in zmanjša svoj obseg na površini. Rastlinski koreninski sistemi in infiltracija vode skozi sistem tal omogočajo čiščenje meteorne vode in zmanjšanje količin dušika in fosforja, infiltracija pa omogoča tudi čiščenje težkih kovin, če je meteorna voda z njimi onesnažena. Deževni vrt na ta način zmanjšuje raven obremenitve meteornih voda. Če bi v grajeno okolje z neprepustnimi površinami postavili več deževnih vrtov, bi zmanjšali obseg meteorne vode in njen odtok, jo zadržali na mestu nastanka ter zaradi infiltracije vode izboljšali vsesplošno kakovost meteornih voda.

Obstajata dve osnovni vrsti deževnih vrtov:

- izsušeni in
- samostojni.

Obe vrsti deževnih vrtov se uporabljata za:

- izboljšanje kakovosti meteornih voda,
- zmanjševanje odtoka meteornih voda in
- čiščenje meteornih voda.

Preden se odločimo za eno vrsto deževnih vrtov, moramo preučiti: koliko padavin pade v nekem časovnem obdobju na kvadratni meter, kakšne so obstoječe razmere tal, kakšna je razpoložljivost prostora ter kolikšen je finančni proračun za vgradnjo deževnega vrta v prostor.

Nekateri se za deževni vrt odločijo, ker ne želijo izvajati procesa infiltracije. V takih primerih se podzemno vgradijo cevi, v katere odteka padavinska voda, ki se nato steka v konvencionalni kanalizacijski sistem. V določenih primerih infiltracija sploh ni mogoča. Na primer, če so na območjih prisotni zelo plitko podtalna voda, plitka tla ali močno kontaminirana sosednja tla. V teh primerih bi, kljub temu da bi deževni vrtovi predhodno omogočili čiščenje vode, z infiltracijo vode lahko povečali kontaminacijo vode, ko bi ta prišla v stik z onesnaženimi tlemi.

Deževni vrtovi imajo sposobnost, da v približno štirih urah po nevihti meteorna voda odteče v podtalje. Seveda na to vplivajo vlaga v tleh, moč ter dolžina trajanja padavin. Če želimo povečati odtok padavinske vode v podtalje, pri oblikovanju deževnega vrta uporabimo visoko porozne materiale. Višjo poroznost deževnega vrta dosežemo z ne preveč skupaj zasajenimi rastlinami, ki imajo dolge korenine in speljanimi podzemnimi kanali, kjer se opravlja čiščenje meteorne vode, katera kasneje odteka v podzemno vodo.

Pri izbiri rastlin moramo biti pozorni, da izbiramo tiste, ki so avtohtonega izvora, imajo razvejan koreninski sistem in so sposobne prenašati tako sušna kot zelo vlažna obdobja. Rastline, katere zasajamo na zgornjem robu vrta, so pogosto iz vrst xeric in tako preživijo v zelo vlažnih pogojih, celo poplavnih, a tudi v sušnih. Na spodnji rob vrta pa navadno sadimo rastline, ki so bolj prilagojene na sušo, a dobro prenašajo tudi zelo vlažna okolja. Rastline, ki so sajene na območju deževnih vrtov morajo torej biti prilagojene na ekstremne vremenske razmere.

Glavna razlika med avtohtonimi in invazivnimi rastlinskimi vrstami je, da imajo avtohtone rastlinske vrste globlje razvit koreninski sistem, ki je razvejan prav tako kot pri tujih rastlinskih vrstah. Zaradi svojega globokega in razvejanega koreninskega sistema lažje preživijo različne lokalne klimatske spremembe, ki so povezane tako z sušnostjo kot veliko vlažnostjo tal. To je eden izmed najbolj prepričljivih razlogov, zakaj pri procesih infiltracije in čiščenja meteorne vode uporabljati avtohtone vrste rastlin. Hkrati te rastlinske vrste povečujejo poroznost tal in s tem omogočajo hitrejši odtok meteorne vode v podtalje.

Za deževni vrt izbiramo tudi tiste vrste rastlin, ki so sposobne čistiti različne vrste onesnažil. Zelo dobrodošlo je, da v sistem deževnih vrtov vsadimo nekaj rastlin, ki iz meteorne vode odstranjujejo težke kovine. V tabeli ***Rastline, ki imajo sposobnost akumulacije težkih kovin***, so predstavljene rastline, ki se lahko uporabijo v ta namen.

Avtohtone vrste rastlin izbiramo tudi zato, ker:

- prihranimo denar za vzgojo, saj ne potrebujemo denarja za razne vrste gnojil, ki bi jih za svojo rast potrebovale tuje vrste rastlin, in
- bodo uspele, saj so navajene na vremenske pogoje, ki vladajo v lokalnem okolju.



 Kamniti deževni vrtovi okrepijo biodiverziteto prostora.

Deževni vrtovi, ki so narejeni kot sistemi podzemnega odvajanja meteorne vode, imajo navadno sposobnost zadrževanja vlage v daljšem časovnem obdobju, zlasti v nižjih predelih vrta. Rastline, izbrane za te vrtove, morajo biti prilagojene prenašati poplave daljše časovno obdobje. Kljub zadrževanju vlage pa površina omogoča, da meteorna voda odteče v štirih urah, čeprav so lahko tla nasičena. Tla v deževnem vrtu imajo vse značilnosti bioretencijske celice, pri kateri se tla v času padavin spremenijo v zelo porozen medij, kljub temu da je njihova površina posajena z rastlinami. Večjo poroznost tal v določenih primerih omogočijo tudi rastline, ki lahko svoje korenine spustijo tudi do osem metrov globoko. V povprečju korenine avtohtonih rastlin segajo od dva do tri metre v globino.

Nekatere rastline v deževnih vrtovih uspevajo bolje, če so posajene mlade, saj so takrat bolj prilagodljive na pogoje, ki se odvijajo na območju deževnega vrta. Rastline z globokimi koreninami imajo v deževnih vrtovih po navadi prednost, saj zagotavljajo boljše čiščenje in filtracijo, kar je velika korist za okolje. Značilni deževni vrtovi so posajeni z domačimi ali avtohtonimi vrstami, ker so te najboljše prilagojene na podnebne značilnosti lokalnega okolja. Na deževne vrtove lahko sicer posadimo tudi druge okrasne hortikulture rastline, ki so ne invazivne, vendar morajo biti prilagojene na rastne pogoje deževnega vrta.

Večina deževnih vrtov je posajena z zelnatimi trajnicami, lesnim grmovjem ali drevesi. To ne pomeni, da za takšne vrtove ni možno uporabiti enoletnic. Če na deževni vrt posadimo enoletnice, ne bo mogel opravljati vseh funkcij, ki mu jih lahko pripišemo. Takšni vrtovi so pogosto narejeni zaradi estetskega videza in ponujajo kratkotrajne habitate. Kljub temu so nekatere enoletnice dobre kandidatke za zagotavljanje večje raznovrstnosti deževnega vrta.

Deževni vrtovi imajo številne pozitivne lastnosti:

- v tla filtrirajo povečane količine meteornih voda in ta voda polni lokalne in regionalne vodonosnike;
- nudijo pomoč pri zaščiti pred poplavami in predstavljajo drenažo;
- pred onesnaževanjem ščitijo vodotoke in jezera, ki bi jih drugače onesnaževali odtoki mestnih meteornih voda, onesnaženi z umetnimi gnojili, pesticidi, olji in drugimi tekočinami, ki prihajajo iz avtomobilov, težkimi kovinami, s katerimi se meteorna voda onesnaži, ko teče po neprepustnih asfaltih površinah, in s številnimi škodljivimi snovmi, ki pridejo v meteorno vodo pri spiranju s strehe in tlakovanih območij;
- izboljšujejo videz celotnih sosesk;
- zagotavljajo dragocene habitate za ptice, metulje itd.

Deževni vrtovi so eden izmed sistemov zelene infrastrukture, s katerimi lahko problem meteornih voda omilimo ali pa ga trajno rešimo. Deževni vrtovi so tudi biodiverzitetne površine v urbanih okoljih in opravevalcem omogočajo življenjski prostor. Zelo ugodno vplivajo na ljudi, njihovo počutje in razpoloženje, saj so barviti, so kot cvetoči vrtovi, zato so turistični magnet za urbana okolja. Z njimi rešimo problem ploskovnega odtekanja padavinske vode iz asfalta. Umeščamo jih na območjih pozidanih površin, kjer deževnica ne more prosto odtekati in tako istočasno obogatimo prostor, kar je zlasti pomembno v urbanih območjih, ko v nalivih v kratkem času pade zelo veliko padavin.

Zeleni prostori znotraj neprepustnih površin

Rešitev problematike meteornih voda je najlažje doseči z vzpostavitvijo določenih sistemov zelene infrastrukture na območju parkirišč in rabo poroznih materialov za prekritje cest, parkirišč in pločnikov. Te tehnike so že dokaj napredovale, ocenjuje se, da je okoli 30 do 40 odstotkov vseh parkirišč prekritih s prepustnimi poroznimi materiali. Prav tako se ti materiali vse pogosteje uporabljajo za prekritje cest in pločnikov, najpogosteje se za prekritje pločnikov uporabljajo porozni tlakovci.

Ti zeleni prostori so ob parkiriščih oblikovani kot deževni vrtovi in žive meje ter opravljajo več ekosistemskih funkcij, med katerimi je potrebno izpostaviti naslednje: zmanjšujejo hitrost odtoka meteornih voda, ohranjajo deževnico na mestu nastanka in s tem povečujejo količine podtalne vode, omogočajo infiltracijo meteornih voda v podtalje, zmanjšujejo učinek mestnega toplotnega otoka in vplivajo na boljšo kakovost zraka in vode.

Priložnosti za recikliranje materialov obstajajo tudi pri upravljanju in izgradnji parkirišč. Na primer uporaba recikliranega asfalta za gradnjo parkirišča ni le okolju prijazna, ampak lahko prinaša tudi številne finančne ugodnosti, saj so stroški rabe recikliranega materiala nižji od stroškov, ki nastanejo



 Zeleni prostori pozitivno vplivajo na počutje v mestu.

pri rabi novo proizvedenega asfalta. Pozitivni učinki na okolje so sledeči: zmanjšajo se škodljive emisije v zraku, saj ne proizvajamo novega asfalta, pri katerem nastajajo škodljive emisije in delci. Ponovna uporaba naravnih virov je zelo koristna tudi za reševanje problemov odpadne vode. Prav tako so ugotovili, da ima recikliran material za okoli 30 odstotkov zmanjšano neprepustnost. Uporabimo lahko različne tehnike, od oblikovanja deževnih vrtov do v posebne rezervoarje speljane deževnice, kjer se zbira za nadaljnjo rabo. Najpogosteje se ta deževnica zbira za zalivanje zelenih površin ob parkiriščih ali pa ob cestah in pločnikih.

Oblikovanje parkirišč z zelenimi trakovi ima številne ugodne lastnosti za lokalno okolje. Prepustni prostori sredi parkirišč urejajo problematiko odpadnih voda in vzpostavljajo habitate za različne živalske in rastlinske vrste. Pri oblikovanju zelenih pasov na območju parkirišč oblikovalci najpogosteje uporabljajo avtohtone vrste dreves in gromovnice, ki zahtevajo manj namakanja in so primerni za značilnosti lokalnega podnebja. Vegetacija na parkirišču omogoča nižanje ogljikovega dioksida v zraku, zmanjšuje vplive mestnega toplotnega otoka in s tem vzpostavlja blagodejno bivalno okolje za prebivalce urbanih površin.

Kot primer zelenih parkirišč predstavljamo gradnjo in oblikovanje parkirišča *Heifer parking plaza*, kjer so pri oblikovanju upoštevali vse značilnosti in zahteve zelene infrastrukture. Cilj pri izgradnji parkirišča Heifer je bil zmanjšanje škodljivih vplivov na okolje glede na to, da je na območju predviden gost promet, ki bo okolje še dodatno onesnaževal. Neprepustne površine so na območju parkirišča Heifer znižali na minimum. Asfaltne neprepustne površine so zmanjšali za 30 odstotkov. Material, ki so ga uporabljali pri asfaltiranju, je 100 odstotno iz recikliranega materiala. Sestavljen je iz peščeno-gramozne vsebine, ki omogoča prepustnost in je lahka za vzdrževanje. Prehodi in dovozi na parkirišče so tlakovani z betonom in ne z asfaltom. Betonska podlaga vsebuje 90 odstotkov recikliranega cementa, vrhnji sloj pa je izdelan iz lokalno pridelanega betona. Na tak način so zmanjšali materialne stroške in vpliv transporta na okolje. Ker je površina svetla in visoko odsevna, za razliko od asfalta pomaga pri zmanjševanju učinka mestnega toplotnega otoka, zmanjša pa tudi stroške razsvetljave. Na nekaterih mestih so ugotovili, da je v primerjavi z asfaltnimi površinami uporaba betona za tlakanje zmanjšala temperaturo bližnje okolice. Tako lahko z uporabo nadomestkov asfaltnih površin zmanjšamo toplotne vplive mestnega toplotnega otoka. Da bi zmanjšali odtok meteornih voda in vplivov, so zgradili »state-of-the-art« sisteme za uravnavanje meteornih voda. Gradnja konvencionalnih parkirišč na tem območju nima urejenega otoka odpadne vode, zato se vsa meteorna voda izteka neposredno v reko Arkansas, kateri se lahko dolgoročno zaradi velikega pritoka neprečiščenih meteornih voda slabša kakovost.

 Zelena parkirišča imajo večstranske funkcije v mestih.



Na parkirišču so se odločili za oblikovanje zaprtega sistema za odtok odpadne vode, za katerega je značilno, da vsa voda ki nastane, na mestu nastanka ostane in se uporabi naprej. Celoten sistem deluje tako, da del meteorne vode skozi deževne vrtove odteče v podtalje, del vode pa se zbere v posebnih zbiralnikih. Od tam je voda napeljana v rastlinsko čistilno napravo, kjer se očisti in se lahko uporabi za zalivanje zelenih površin parkirišča. Sistem za zbiranje padavinske vode je sestavljen iz zbiralnikov padavinske vode, ki so sestavljeni iz odprtih prostorov, katere gradijo predvsem biološki valovi. Od teh se nato voda steka tudi v rastlinsko čistilno napravo, ki je osrednja enota v sistemu urejanja padavinskih voda na območju. Celoten sistem vključuje pet bioloških valov, ki obsegajo skupaj 0,36 arov površine in se nahajajo na celotnem parkirišču. Za biološke valove so se pri oblikovanju parkirišča odločili zato, ker upočasnjujejo odtok meteornih voda in s filtriranjem tudi čistijo vodo.

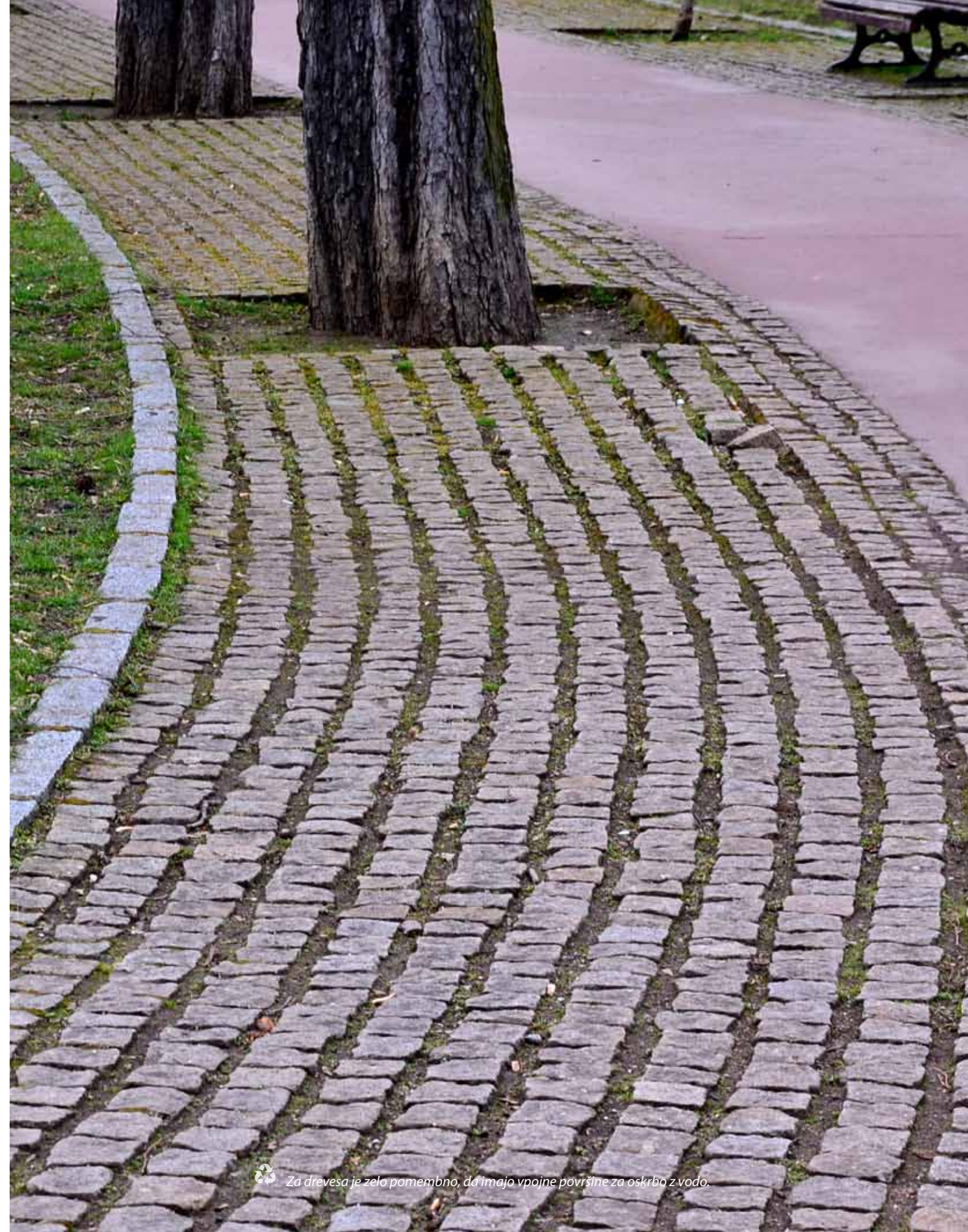
Biološki valovi so krajinski elementi za odstranjevanje mulja ter onesnaževanja iz površinskih odtokov vode. Sestavljeni so iz drenaže s položnimi stranmi (manj kot šest odstotkov) in napolnjeni z vegetacijo, kompostom in kamenjem. Pot pretoka vode je skupaj s širokim in plitvim jarkom načrtovana tako, da voda čim več časa ostane v tej drenaži, ki pomaga da se voda očisti onesnaženosti in mulja. Glede na geometrijo zemljišča, ki je na voljo lahko imajo biološki valovi vijugaste ali skoraj naravnost poravnane kanale. Biološki dejavniki prispevajo tudi k razčlenitvi nekaterih delov onesnaženja. Najpogostejša uporaba le-teh je okoli parkirišča, kjer tlakanje zbira onesnaževanje, ki prihaja od avtomobilov, to pa se nato spere z dežjem. Biološke valove ali druge vrste biofiltrirnih položij okoli parkirišča, pri čemer le-ti obdelajo vodo preden odteče v meteorne vode oziroma kanalizacijo.

Biološki valovi so v okolju ustvarjeni kot valovi, poglobljeni v okolici, njihova spodnja plast je posipana s peskom, ki opravlja funkcijo filtriranja meteorne vode. Na pesek se nato nasuje plast prsti, na katero lahko posadimo avtohtone rastline, ki razvijejo svoj koreninski sistem, kateri ima sposobnost čiščenja kontaminirane meteorne vode. V biološkem bazenu meteorna voda ostane približno 24 ur, vse preostale vode, ki jih zgrajeni biološki valovi na parkirišču ne uspejo infiltrirati v tla, v 24 urah počasi odtečejo v kanalizacijo preko podpovršinskih sistemov drenaže v zadrževalni bazen, ki lahko akumulira do 12 milijonov litrov vode. Voda, ujeta v zadrževalnem bazenu, nato odteče v rastlinsko čistilno napravo, ki obkroža stavbo. Ta rastlinska čistilna naprava lahko shrani okoli 750.000 litrov vode in je namenjena za posnemanje naravnega sistema mokrišč. Poleg čiščenja vode omogoča tudi zadrževanje vode. Tako ustvarjeni zadrževalni bazeni in mokrišča zagotavljajo stalen dotok vode za namakanje in urejanje krajine. Prav tako mokrišča pomagajo zagotoviti habitate za lokalne vrste živali in rastlin. Živalske vrste, ki za svoj habitat uporabljajo mokrišče na območju parkirišča so ptice, vodne kače, kačji pastirji, metulji, želve in žabe. Inovativne oblike krajine in namakanje okoliških območij so za lokalno okolje zelo koristni. Trave, rastline, drevesa in travniške cvetlice, ki so uporabljeni v celotnem sistemu ozelenitve parkirišča, so avtohtoni ter za rast in razvoj ne potrebujejo nobenih pesticidov. Hkrati ponujajo hrano in zatočišče mnogim avtohtonim živalim ter pomagajo ustvariti estetsko prijetnejši prostor za okoliške ljudi. Avtohtone vrste, ki so prilagojene na lokalne podnebne značilnosti, potrebujejo le malo vzdrževanja z dodatnim zalivanjem, saj jim deževnica pogosto predstavlja dovolj potrebne vlage za rast in razvoj. Prav tako parkirišče podpira trajnostno

upravljanje s tlemi. Poraščena območja gnojijo z lokalnim kompostom, saj to prispeva k povečanju zadrževanja hranil v tleh, zaradi česar se potrebe po namakanju zmanjšajo, izboljšata pa se struktura in kakovost tal za rast rastlin.

Namakalni sistem parkirišča je oblikovan kot sistem, ki vključuje kombinacijo škropljenja in kapljičnega namakanja, pri katerem se uporablja voda iz bioloških valov in cisterne z zmogljivostjo 32.000 litrov vode. Voda iz cistern se uporablja predvsem za oskrbo s sanitarno vodo, del pa je še vedno odteče v mokrišče oziroma rastlinsko čistilno napravo. Številni projekti so bili izpeljani tudi na področju odpravljanja težav z odtokom meteorne vode. Najučinkovitejši je bil projekt, ki je vzpostavil recikliranje padavinske vode na mestu nastanka. Tako se meteorna voda na območju parkirišča uporablja za več namenov, tudi za namakanje. Parkirišče uporabi približno 5.000 litrov vode za namakanje tedensko ali 260.000 litrov letno. Glede na krajinsko arhitekturo zelenega območja parkirišča ta uporaba predstavlja dve tretjini zmanjšanja povpraševanja po vodi za namakanje v primerjavi z običajnimi oblikami parkirišč s standardno ureditvijo krajine. Zato z uporabo reciklirane vode in rabe avtohtonih rastlin celotno območje parkirišča letno ohrani okoli 69.500 kubičnih metrov vode. Središče parkirišča predstavlja grajeno mokrišče, ki je osrednji del sistema upravljanja meteorne vode v celotnem sistemu zelene tehnologije. Mokrišče je veliko 32.670 kvadratnih metrov in lahko akumulira preko 700.000 litrov vode. Mokrišča zagotavljajo več dragocenih ekosistemskih storitev, kot so: prečiščevanje vode, uravnavanje vodnega cikla, zaščita pred erozijo, kroženje hranil in zagotavljanje življenjskega prostora različnim živalskim in rastlinskim vrstam. Čeprav se zelene površine na območju parkirišča komaj dobro zaraščajo, je mokrišče že pritegnilo številne živalske vrste, vključno z vodnimi kačami, kačjimi pastirji, metulji, želvami, racami, gosmi in žabami. Opaženih je bilo tudi nekaj avtohtonih vrst rib. Poleg tega so na območju opazili že več kot 25 vrst ptic.

Na območju parkirišč je tudi velik delež posajenih dreves, ki velike dele parkirišča zasenčujejo in s tem prispevajo k večji stabilizaciji temperature v lokalnem okolju. Čeprav ni mogoče natančno izračunati prednosti zelenih površin parkirišča, je treba izpostaviti predvsem dejstvo, da omogočajo zmanjševanje mestnega toplotnega otoka. Ponoči takšna parkirišča, ki se čez dan dodatno ne segrevajo, ohlajajo okolico, kar zmanjšuje potrebe po energiji v sosednjih zgradbah in zagotavlja udobnejše zunanje lokacije v vročih poletnih mesecih.



Zelene strehe

Vse bolj aktualne so tudi zelene strehe, ki omogočajo zadrževanje deževnice in vzpostavljanje novega ekosistema v urbanih območjih.

Poraščene strehe v mestih so pomembni ekosistemi. Takšne strehe zagotavljajo dodatne okoljske in gospodarske koristi, pri čemer tem ne zavzemajo prostora na tleh. Praksa uporabe poraščenih streh prihaja iz Severne Evrope in je stara že stoletje. Izraz »zelene strehe« se uporablja za z industrijsko tehniko grajene strehe, ki jim je dodano rastlinje. Uporabljajo se rastni substrat in rastlinje ter sistem drenaže. V praksi ločimo zelene strehe s substratom, globokim vsaj 20 cm, ki jih je potrebno zalivati in vzdrževati vegetacijo, ter ekstenzivne zelene strehe s plitvo zemljo in bolj naravno poraščene.

Zelene strehe so eden izmed sistemov zelene infrastrukture, ki zaradi svoje sestave vpijejo precejšen del padavinske vode, s tem pa razbremenijo meteorno kanalizacijo. Hkrati so dodatne prepotrebne zelene površine v mestnem središču, ki omogoča kakovostnejše življenjsko okolje, saj rastline čistijo zrak, absorbirajo prah in CO₂ ter ustvarjajo prijetno mikroklimo v poletnih mesecih.

Zelena streha ščiti hidroizolacijo pred neposrednimi mehanskimi in vremenskimi vplivi in tako podaljša življenjsko dobo strehe, izboljša požarno zaščito objekta, izboljša zvočno zaščito objekta, izboljša bivalno ugodje v objektu (preprečuje pregrevanje strehe poleti in znižuje toplotne izgube objekta pozimi), čisti in hladi okoliški zrak ter preprečuje pregrevanje betonskih naselji, akumulira padavinsko vodo ob nalivih in tako razbremeni sistem odvodnjavanja meteornih voda. Ustvarja prihranek vode - primer izračuna za 4-člansko družino, ki živi v hiši z ekstenzivno ozelenjeno ravno streho, ki meri 80 m²: povprečna dnevna poraba pitne vode v Sloveniji je 117 litrov na osebo, povprečna količina padavin na leto pa znaša 1500 mm/m². Intenzivna ozelenitev zadrži in porabi 90 %, ekstenzivna pa 30 % meteorne vode. Štiri članska družina na dan porabi 468 litrov vode (117 litrov x 4 osebe), kar na leto znaša 170.820 litrov vode (468 litrov x 365 dni). Če na leto pade 1500 mm padavin na 80 m² veliko streho, to pomeni 120 m³ oziroma 120.000 litrov padavin. Če od tega 30 % meteorne vode zadrži ekstenzivna ozelenitev, pomeni, da lahko na leto zadržimo in prihranimo 84.000 litrov vode, ki jo lahko porabimo za zalivanje vrta, pranje avtomobila, izpiranje kotlička ter za potrebe pralnega in pomivalnega stroja.

 Zelene strehe so vse bolj pogoste na objektih zaradi dobre izolacije.





 Ravne strehe so primerne za zelene strehe, potrebno pa je imeti ustrezno statiko.

Zelene strehe so znane že iz pradavnine, saj so pokrivala naravna zavetja (jame, votline), v katerih so naši predniki iskali zatočišče predvsem pred vremenskimi vplivi. V kasnejši megalitski dobi so ljudje že ustvarjali podzemne zgradbe (grobnice, kulturne prostore), jih zasuli in zaščitili z zeleno streho. Med najbolj znanimi dosežki te tehnologije sta Atrejeva zakladnica v Mikenah (1350 pr. n. št.) in grobišče Newgrange na Irskem (3200 pr. n.št.). Pozneje, v civiliziranem svetu, so se zaradi nevarnosti pred poplavami pojavile terasaste podzemne zgradbe, ki kar kličejo po ozelenjeni strehi. Najbolj znan primer te tehnologije so Semiramidini viseči vrtovi.

Za ozelenitev so primerne ravne strehe ali strehe z do 25 odstotnim naklonom. Pri postavitvi sta ključnega pomena ustrezna hidroizolacija in drenaža padavinske vode. Izbor rastlin je vezan na lokalne klimatske značilnosti in nosilnost strehe. Na strehah, ki lahko nosijo debelejšo, z vodo nasičeno plast prsti, lahko gojimo tudi grmovnice in zelenjavo. Na strehah z manjšo nosilnostjo pa se na tankem substratu s hitrim odvodnjavanjem običajno sadijo na sušo odporne rastline. Ozelenitev vodoravne strehe podaljša obstojnost strešne membrane in dodatno izolira stavbo.

Zelene strehe so znane že iz pradavnine, saj so pokrivala naravna zavetja (jame, votline), v katerih so naši predniki iskali zatočišče predvsem pred vremenskimi vplivi. V kasnejši megalitski dobi so ljudje že ustvarjali podzemne zgradbe (grobnice, kulturne prostore), jih zasuli in zaščitili z zeleno streho.

Med najbolj znanimi dosežki te tehnologije sta Atrejeva zakladnica v Mikenah (1350 pr. n. št.) in grobišče Newgrange na Irskem (3200 pr. n.št.). Pozneje, v civiliziranem svetu, so se zaradi nevarnosti pred poplavami pojavile terasaste podzemne zgradbe, ki kar kličejo po ozelenjeni strehi. Najbolj znan primer te tehnologije so Semiramidini viseči vrtovi.

Za ozelenitev so primerne ravne strehe ali strehe z do 25 odstotnim naklonom. Pri postavitvi sta ključnega pomena ustrezna hidroizolacija in drenaža padavinske vode. Izbor rastlin je vezan na lokalne klimatske značilnosti in nosilnost strehe. Na strehah, ki lahko nosijo debelejšo, z vodo nasičeno plast prsti, lahko gojimo tudi grmovnice in zelenjavo. Na strehah z manjšo nosilnostjo pa se na tankem substratu s hitrim odvodnjavanjem običajno sadijo na sušo odporne rastline. Ozelenitev vodoravne strehe podaljša obstojnost strešne membrane in dodatno izolira stavbo.

Poznamo več vrst strešnih ozelenitev:

- **ekstenzivna strešna ozelenitev** – po nasaditvi se ohranja in uspeva brez večjih človeških posegov. Potrebni so morda dva ali trije posegi letno. Ta vrsta ozelenitve prevzema funkcijo ekološko učinkovite zaščitne obloge (namesto na primer prodnate obloge). Ekstenzivna ozelenitev je manj obremenilna za streho in manj zahtevna za vzdrževanje. Je najbolj pogosta ozelenitev in te strehe se uveljavljajo že 50 let, največ pa jih je v Evropi. Na njih so zasajene zelo odporne nizko rastoče rastline, ki imajo plitve korenine, kot so nagelj, perunika, rman, netresk, sivka, bor, pušpan, trave, odporne proti suši, mahovi, lahko celo kaktusi, ki so odporni proti zmrzali. Barvni spekter rastlin je zelo raznolik, kar lahko naredi vsako streho unikatno. Zaradi tanke plasti zemlje je rast plevela otežena. Zalivanje ni potrebno, dobrodošlo je le v pogojih ekstremne suše. Ekstenzivna ozelenitev strehe je najprimernejša, saj potrebuje zelo malo nege. Če želimo imeti lepo rast, je priporočljivo dvakrat letno gnojiti in odstranjevati plevel. Dobro je odstraniti tudi morebitne odpadke in pregledati ter očistiti odtoke. Sicer pa je nega primerna predvsem v začetnem obdobju, dokler se rastline ne zarastejo popolnoma. Primerna je tako za ravne strehe kot za strehe z manjšim naklonom;
- **intenzivna strešna ozelenitev** – podobna je tisti v parkih in vrtovih. Zanja je značilno, da vključuje vzgojo vseh vrst rastlin, tudi tistih z visoko rastjo, kot so grmovnice ali drevesa. Debelina vegetacijske plasti (substrata, ki ga rastline potrebujejo za rast) je odvisna od izbora rastlin in pri višjih rastlinah doseže debelino 90 centimetrov. Dodatna obremenitev strehe je zelo velika. Z vzdrževanjem ozelenitve je, podobno kot pri parkih in vrtovih, kar precej dela, v sušnem obdobju pa je potrebno zagotoviti tudi ustrezno namakanje;
- **prestavljiva strešna ozelenitev** – predstavljajo jo rastline v večjih in manjših posodah, na primer v koritih, in jo lahko po želji kombiniramo z intenzivno ali ekstenzivno ozelenitvijo. V njih lahko gojimo veliko različnih rastlin, med najprimernejše sodijo majhne ali srednje velike grmovnice, ki pa morajo biti odporne proti mrazu. Primerni so predvsem listavci ali pa počasneje rastoči iglavci. Zavedati se moramo, da prestavljiva ozelenitev predstavlja veliko točkovno obremenitev, kar je potrebno upoštevati že v zasnovi same strehe in predvsem pri nameščanju in premeščanju po strehi;

- **naklonska strešna ozelenitev** – pri nagibih 10 in več stopinj se izvedba ozelenitve razlikuje od tiste na ravni ali rahlo nagnjenih strehah. Najprej je potrebno potisne sile, ki se z nagibom večajo, preusmeriti na primerne stabilne podpornike. Sloj substrata je nato potrebno zaščititi pred erozijo. Izbor in razpored rastlin morata biti usklajena z nagibom in izpostavljenostjo strehe. S pomočjo ZinCo-Georaster® elementov je mogoča ozelenitev streh z nagibom, večjim od 25°. Približno 54 x 54 cm veliki, 10 cm visoki patentirani Georaster elementi iz recikliranega polietilena (HD-PE) se brez orodja enostavno prilegajo eden drugemu. Posledica je stabilna, prostrana spojna konstrukcija
- **polintenzivna strešna ozelenitev** – kombinacija ekstenzivne in intenzivne ozelenitve. Izbor rastlin je večji kot pri ekstenzivni ozelenitvi, višina substrata je nekoliko večja, vendar sta strošek in vzdrževanje glede na celotno intenzivno ozelenitev manjša.

PREDNOSTI ZELENIH STREH

Podaljšanje življenjske dobe ravne strehe

Življenjska doba ravnih streh je kljub kakovostni izvedbi od 15 do 25 let. Tako je zaradi močnih fizičnih, kemičnih in bioloških obremenitev, ki jim je streha izpostavljena. Temperaturna nihanja do 60 °C v 24 urah niso neobičajna. Ultravijolično sevanje in visoka stopnja ozona pospešujeta staranje strehe, kar se kaže kot krčenje materiala, izguba elastičnosti in posledično pojav puščanja strehe. Zelena streha nudi podporo zadrževanju vode. Temperaturna nihanja na strehi ne presežejo 15 °C v 24 urah, kar omogoča boljšo zaščitenost materialov in podaljševanje njihove življenjske dobe, prav tako pa jih ščiti pred mehanskimi poškodbami.

Razporejanje padavinske vode

Razlika med naravnim in urbanim okoljem je zelo velika. Zavedati se je potrebno, da je v mestnem okolju tudi manj kot 10 odstotkov naravnih tal. Prvi problem v mestih se pojavi pri razporejanju padavinske vode. Za naravo je značilno, da padavinsko vodo vpije in jo tudi nekaj časa zadrži v sebi. Ta ista voda se s pomočjo sonca, torej sončnega sevanja, vrača nazaj v okolje z izhlapevanjem, kar ima hladilni učinek. V mestih je vse nasprotno. Naravnih tal in rastlin ni, torej se ogrevajo le ceste, zgradbe in ves beton ter s tem tudi zrak. Zelene strehe pa pri tem zelo pomagajo, ker zadržijo od 15 do 90 odstotkov vode ter tako poskrbijo za hladilni učinek, hkrati pa zmanjšajo količino padavinske vode, ki odteče v kanalizacijski sistem. Razporejanje vode je prikazano na naslednji sliki.

Uravnavanje temperature in izboljšanje mikroklima

Od vseh površin v urbanem okolju se najbolj segrejejo strehe, predvsem ravne strehe, ki v poletnih mesecih ogrejejo zrak vse tja do 85 °C. To segrevanje povzroča v mestih toplotna jedra in posledično vpliva na bivanjsko klimo, torej na kakovost življenja v mestih. Zelenje oziroma zelene strehe zmanjšujejo učinek toplotnega jedra, saj večino sončnega sevanja absorbirajo rastline in tla.

60 odstotkov sončnega sevanja absorbirajo rastline in 13 odstotkov tla. Učinek toplotnega jedra in segrevanje strehe sta prikazana na sliki v tem poglavju. Omenjeno izhlapevanje vode deluje ugodno tudi na samo zgradbo in njeno notranjost. V vročem poletnem času se hidroizolacija ne pregreva, bistveno hladnejši pa je tudi zrak v prostorih pod streho, kar ugodno vpliva na počutje in zdravje ljudi.

Vezava prahu in škodljivih snovi ter čiščenje zraka

Vemo, da rastline za svoj razvoj uporabljajo ogljikov dioksid in proizvajajo kisik, kar nam v mestih zelo pomaga, hkrati pa so tudi filter za prah in druge škodljive uplinjene materiale, ki so v zraku. Dobro pri tem je, da rastline zadržijo ves ta prah in škodljive snovi in jih ob padavinah sperejo v tla, kar pomeni, da ne pridejo v podtalnico. Prah se torej veže na talne delce. Po dostopnih podatkih naj bi 2.000 m² zatravljene površine lahko odstranilo 4.000 kg prašnih delcev letno. Sliki, ki sledita, prikazujeta proizvodnjo kisika in čiščenje zraka.

Zvočna zaščita

Ozelenjena streha izboljša zvočno izolacijo do 8 dB, kar je zelo pomemben podatek za ljudi, ki živijo v bližini letališč, industrijskih obratov ali glasnih diskotek. Prav tako plast vegetacije ščiti pred elektromagnetnimi valovi. Hrup, ki je redni spremljevalec naselij, se v njih bistveno bolj širi kot v naravnem okolju. Razlog za to so trde površine zgradb in talnih oblog, ki zvok odbijajo, medtem ko rastline v naravnem okolju zvok vpijajo, kar je prikazano na naslednji sliki.

Energijska učinkovitost

Zelene strehe prispevajo k energijski varčnosti objektov, saj vplivajo na zmanjšanje izgube toplote v okolje, izboljšajo energijsko učinkovitost objektov in z manjšanjem temperaturnih nihanj na površini strehe podaljšajo življenjsko dobo gradiv. Ozelenitev strehe z drevesnimi vrstami zniža stroške hlajenja v vročih krajih tudi za 10 do 50 odstotkov. Temperatura zraka v bivanjskem delu pod ozelenjeno streho je za 3 do 4 °C nižja od zunanje temperature (25 do 30 °C). Prihranek energije je odvisen od velikosti stavbe, lokacije, debeline rastnega substrata in izbora rastlinskega gradiva. Pri eno- ali dvonadstropnih stavbah, kjer zavzema streha velik delež površine v stavbnem plašču, so lahko prihranki pri hlajenju tudi do 25 odstotni. Tudi če rastni substrat pozimi zmrzne, deluje ozelenjena streha kot toplotni izolator. Že 30 centimetrov debela plast substrata preprečuje ohladitev strehe pod 0 °C (pri zunanji temperaturi –20 °C). Zelena streha torej predstavlja dobro toplotno izolacijo. Po izračunih Nemškega inštituta za gradbeno tehnologijo (Deutsches Institut für Bautechnik) lahko s to dodatno izolacijo prihranimo od 1 do 2 l/m² kurilnega olja. Prav tako se v poletnih mesecih zmanjša prodor vročine v bivalne prostore. Glede na teste, izvedene v Drefahlu leta 1995, je mikroklima v stanovanju pod zeleno streho primerljiva s stanovanjem v pritličju. Te podatke smo omenili, ker smo jih upoštevali pri stroškovni analizi. Energijsko učinkovitost smo prikazali tudi s sliko.

Prostor za oddih

Zelene strehe so življenju in naravi prijazne ter človeku ponujajo številne možnosti za oddih in rekreacijo. Na takšni strehi lahko zgradimo park, naredimo sprehajališče ali pa uredimo vrtiček. Poleg tega so arhitekturno izjemno privlačne.

Psihološki vpliv

Zelene strehe imajo pozitiven psihološki vpliv na ljudi. Ugodno lahko vplivajo na fizično in mentalno rehabilitacijo, saj so nekatere zelene površine zasnovane za namen sproščanja, rekreacije in terapevtske sprostitev. Lahko so zasnovane v obliki parka ali pa tudi plaže. Ne nazadnje ustvarjajo nova delovna mesta. Strokovno povezujejo ljudi, kot so gradbeni inženirji, gospodarski inženirji, arhitekti in krajinski arhitekti.

Domovanje za živali in rastline

Zelene strehe nam prav tako dajo nov prostor za rastline in živali. Zelena streha je nov biotop, v katerega se vključuje veliko živalskih vrst, kar smo prikazali tudi s sliko.

Zelene strehe v mestnih območjih, kamor sodijo tudi industrijske površine za ublažitev odtoka meteorne vode, v grajenem okolju, kjer prevladujejo v večini neprepustne površine, predstavljajo prepustno površino, koder se lahko del meteorne vode zadrži na mestu nastanka. Hiter odtok padavinske vode s streh in drugih neprepustnih površin lahko poveča možnost poplav in erozije. Študije so pokazale, da lahko zelene strehe absorbirajo vodo in jo v primerjavi s konvencionalnimi strehami počasi oddajajo v naravo. Raziskave so pokazale, da lahko obsežne zelene strehe, odvisno od globine podlage, obdržijo od 60 do 100 odstotkov nastalih padavin.

Zmanjšanje odtoka meteorne vode z zelene strehe vodi do izboljšane kakovosti površinskih voda. Študije v Vancouvru so pokazale, da če bi bile vse obstoječih stavbe v Vancouvru opremljene z zelenimi strehami bi v naslednjih 50 letih lahko dosegli dobro kakovost površinskih voda, zmanjšala bi se tveganja za nastanek poplav ob močnem deževju, zaradi dobre kakovosti rečne vode pa bi se obnovili vodni habitati. Do tega bi prišlo, ker imajo zelene strehe sposobnost, da delujejo kot filter in čistijo meteorne vode, ki so onesnažene s številnimi onesnaževalci. Druge študije so pokazale, da imajo zelene strehe tudi sposobnost čiščenja težkih kovin in hranilnih snovi iz meteorne vode, saj imajo rastline na zeleni strehi sposobnost prevzemanja teh snovi v svoje telo.

Zelene stene

Zelena stena je zid, je samostojna ali pa predstavlja del stavbe in je delno ali v celoti pokrita z vegetacijo. Zelene stene so se v začetku predstavljale dekorativni element v prostoru. Prvi, ki je začel oblikovati zelene stene, je bil francoski botanik Patrick Blanc, ki sodi tudi med prve ustvarjalce velikih zelenih sten. Ko je oblikoval zeleno steno, je vegetacijo vedno postavil na zunanjo stran.

»Ideja živih zidov in navpičnih površin za pridelovanje je zelo stara in sega vse do visečih vrtov Babilona. Prav neverjetno je, da na tem področju do sedaj ni bilo storjenega več, toda zaradi podnebnih sprememb je spreminjanje naših navad postalo nujnost,« pravi Jacqueline Myriam McGlade. Ozelenjevanje streh in sten starih ali novih stavb je čedalje bolj priljubljen ukrep, ki popestri izgled objekta ter blaži temperaturna nihanja v stavbi in njeni okolici. Zelene stene in strehe prispevajo tudi k zadrževanju padavinske vode in s tem k zmanjševanju površinskega odtoka. Vežejo ogljikov dioksid in dajejo objektu naravni izgled. Zasaditve so pogosto kompleksne, usmerjene k estetiki in zato vključujejo različne kultivarje okrasnih rastlin.

Rastline za ozelenitev stene so posajene v korita, kjer imajo na voljo nekaj zemlje za rast. Uporabljamo lahko različne okrasne rastline, lahko pa tudi zelišča ali zelenjavo. Zelo primerne so rastline z visečimi listi. Za razliko od zelenih streh, ki se napajajo s padavinami, je za zelene stene potrebno namakanje. Gre za kompleksen sistem dovajanja vode in drenaže za vsako stensko korito z zasajenimi rastlinami. Na voljo so številne različice visečih korit ali fasad ter namakalnih sistemov. Za namakanje se praviloma uporablja meteorna voda s streh, pojavljajo pa se tudi sistemi, ki za namakanje uporabljajo delno prečiščeno komunalno odpadno vodo, ki hkrati zagotavlja še ustrezen vir hranil za rast rastlin. Poraba vode je odvisna od vrste rastlin.

Zelene stene ali vertikalni vrtovi lahko krasijo pročelja hiš in stavb, lahko pa jih uporabimo tudi v notranjosti – za večje ali manjše notranje stene. Na zunanjih stenah ozelenitve pomenijo tudi vzpostavljanje novega habitata in povečevanje biodiverzitete. Za doseganje teh ciljev je potrebno izbrati avtohtone rastline, posebno tiste, ki privlačijo ptice in metulje.

Obstajata dve glavni kategoriji zelenih sten:

- zelena fasada in
- stena življenja.

Zelene fasade so sestavljene večinoma iz rastlin plazilk, ki rastejo neposredno na steno. Na začetku so uporabljali zlasti naraven sistem zelenih sten, kar je pomenilo, da se je rastlina sama razraščala predvsem po zunanji steni objekta. Pred kratkih pa so ugotovili, da je takšen naraven način vzpenjanja mnogih rastlin neposredno na steno objekta lahko za samo steno uničujoč. Strah vzbujajoče je predvsem dejstvo, da bi lahko nekatere rastline poškodovale zunanjo steno, kar bi privedlo do možnosti zamakanja sten ob velikih nalivih dežja. Dolgoročno bi vlaga v steni povzročila počasen razpad materiala in uničenje zunanje stene objekta.



 Zelene stene so močni regulatorji lokalne klime.

V zadnjem obdobju so prepoznane številne ekološke prednosti zelenih sten. Ob stenah se postavljajo različne podporne strukture za lažjo rast in razporeditev rastlin po celotni zunanji steni, s čimer se stene tudi obvaruje pred zunanjimi vplivi. Steno lahko ozelenimo na dva načina. Lahko uporabimo rastline, ki jih posadimo v tla in se nato plazijo na steni tako dolgo, da ne obrastejo cele stene. Z razvojem tehnologije so se za ozelenjevanje sten pričele uporabljati rastline lončnice. V tem primeru se ob steni naredi posebna konstrukcija, kamor se naložijo lonci in kjer se vzpostavi poseben sistem namakanja, ki je najpogostejše speljan tako, da uporablja za zalivanje kar meteorno vodo, ki se zbira s streh v posebne rezervoarje. Živo steno pa je mogoče izdelati iz modularne plošče, ki je pogosto izdelana iz nerjavečega jekla, posod za lončnice, geotekstila, ki skrbi za stalno vlago in namakalnih sistemov.

Za oblikovanje zelenih sten lahko uporabimo tri vrste oblikovanja rastlin v zeleno steno:

- svobodne zelene stene – te stene lahko ozelenimo na dva načina, in sicer tako, da zemljo, v katero bomo posadili rastline, oblikujemo kot posamezne police ali pa damo zemljo v posebne vrečke, v katere posadimo rastline in jih nato namestimo na steno. Sistem svobodne stene zahteva, da se zemlja, ki predstavlja medij, zamenja vsaj enkrat letno na zunanji steni in vsaki dve leti, če sistem uporabimo na notranji steni. Svobodne zelene stene niso primerne v območjih s pogostimi

potresnimi aktivnostmi. Prav tako je ta sistem neprimeren za javna območja zaradi hitre izgube prsti in rastlin ter zelo svobodnih in netrdih oblik oblikovanja zelene stene. Prst se iz tega sistema izgublja počasi ali trajno, zato je enkrat letno potrebna menjava substrata na zunanji steni. Zaradi vseh težav je potrebno biti pri oblikovanju sistema svobodne zelene stene zelo pazljiv in upoštevati tudi podnebne značilnosti območja. Sistem izgublja prst tudi pri srednje močnem in zelo močnem vetru, kakor tudi pri nalivih dežja. Zato se ne sme uporabljati na stenah, ki so visoke osem ali več metrov. Sistem svobodnih zelenih sten je zaradi navedenih razlogov neprimeren za stene, ki se nahajajo v javnih območjih, kljub temu pa se lahko uporablja na stenah hiš. Za najbolj primeren sistem velja pri ozelenjevanju zunanjih sten zgradb na domačih vrtovih, kjer lahko skrbimo za lep izgled stene, saj sistem svobodnih zelenih sten potrebuje veliko nege;

- rogozne zelene stene – najpogostejše prevlečene z nitmi iz kokosovih vlaken, ki so navzven vidne kot preproga. Te niti so med seboj zelo prepletene in stena je prevlečena z več plastmi teh niti. Te stenske preproge predstavljajo v bistvu medij za rast rastlin. Po prekritju stene s sistemom rogozovine iz kokosovih vlaken oblikujemo zeleno steno tako, da nanjo položimo različne vrste rastlin, ki v ta sistem preprog vpletejo svoje korenine. Sistem preproge lahko omogoča rast rastlin od tri do pet let, po tem obdobju je že poraščen s koreninami rastlin. Ugotovljeno je, da v tem obdobju korenine rastlin že tako prerastejo stenske preproge iz kokosovih vlaken, da lahko pride do medsebojnega koreninskega dušenja koreninskih sistemov rastlin in neenakomernega dohoda vode, saj vodo dobijo le tiste rastline, ki so v spodnjem ali zgornjem delu stene, odvisno od tega, od kod priteka voda za zalivanje. Vsi ti faktorji vplivajo na to, da po tem obdobju rastline na zeleni steni pričnejo umirati in propadati. Po tem obdobju je potrebno velik del celotnega sistema rogozne zelene stene menjati. Menjava stene pa lahko ogroža predvsem rast sosednjih rastlin na steni, saj je zaradi odstranitve dela kokosove preproge njihov koreninski sistem poškodovan. Ti sistemi zelenih sten se najpogostejše uporabljajo za ozelenjevanje notranjih sten v prostoru, prav tako pa je celoten sistem zelo primeren za ozelenjevanje sten na aktivno potresnih območjih. Te sisteme je potrebno stalno namakati, predvsem zaradi tanke narave medija, v katerem rastejo rastline. Če pride do pomanjkanja vode za daljše obdobje, lahko rastline propadejo. Ker zahtevajo veliko skrbi, so ti sistemi najbolj primerni za manjše stene, nižje od osmih metrov, na katerih se lahko napake hitro popravijo;
- strukturno rastoče zelene stene – ta tip združuje oba zgoraj omenjena tipa zelenih sten. To pomeni, da se na steno pritrdi najprej več plasti tako imenovanih mrež kokosovih vlaken, v katere se nato vrežejo prostori, kamor se nasuje zemlja in vanjo posadi vegetacija. Med kokosovo mrežo in prstjo se pogosto napeljejo cevi za stalno namakanje prsti. Za namakalni sistem se uporablja večinoma meteorna voda s streh. Namakalni sistem je mogoče narediti za potrebe vegetacije, ki porašča steno. V sistem namakanja se pri tem tipu zelenih sten pogosto vgradi pH-meter, ki meri pH-vrednosti prsti in tako opozarja na potrebne dodatke za boljšo rast rastlin. S tem se preverja in vzdržuje biotop zelene stene za vse izbrane rastline. Najverjetnejši problem teh zelenih sten je propad nekaterih rastlin. V takšen primeru se v celotnem sistemu opravi le manjši poseg, pri čemer se zgolj menja se rastline, ki so propadle. Te sisteme zelenih sten je mogoče oblikovati v različne strukturne oblike različnih velikosti in debelin. Ta tip zelene strehe je od vseh najvzdržljivejši, saj mu pripisujejo od 10 do 15 let življenjske dobe. Po tem obdobju je treba zamenjati predvsem prsti in na delih, kjer je dotrajana kokosova mreža, tudi to. Sistem je zelo vzdržan in ne potrebuje posebnih vzdrževalnih

del. Zato se raba tega sistema priporoča tako za zunanjo kot notranjo ozelenitev sten, prav tako je primeren za območja z močnimi vetrovi, kot tudi za območja večje potresne aktivnosti. Glede na stroške je ta tip vzpostavitve zelene stene najdražji, vendar ima najnižje stroške vzdrževanja in dolgo življenjsko dobo.

Obstaja tudi nekaj razprav o vzpostavitvi tako imenovane aktivne zelene stene. Aktivna zelena stena je oblikovana tako, da lahko zrak prehaja skozi rastline, listje, korenine in prst. Nato se ta zrak, ki se skozi vegetacijo prečisti, spelje v tako imenovan notranji sistem stavb HVAC (Heating, Ventilation and Air-conditioning – ogrevanje, prezračevanje in hlajenje), od koder se lahko razširi v notranjosti stavbe. Problem teh sistemov je, da gradbena zakonodaja še vedno zahteva namestitve opreme za filtriranje zraka kljub namestitvi tako imenovane žive filtracije zraka, ki jo vzpostavimo z določeno zeleno steno. Splošno mišljenje je namreč, da zelene stene nimajo sposobnosti izboljševanja kakovosti zraka do te mere, da se lahko vgrajujejo namesto drugih sistemov za filtriranje zraka.

Rastline za zelene stene, ki so ukoreninjene na dnu stene ali na strehi potrebujejo približno 3-5 let, preden doseže polno kritje stene. Sama dolžina prekritja celotne stene je tudi odvisna od drugih številnih dejavnikov, kot so: dolžina trajanja vegetacijske dobe, površina stene, vrsta rastlin.

Prednosti zelenih sten:

- zelene stene imajo tako v urbanih kot v industrijskih okoljih sposobnost zmanjševanja temperatur celotnega objekta. Glavni vzroki za kopičenje toplote v mestih so insolacija, absorpcija sončnega sevanja s cest in zgradb v mestu, skladiščenje te toplote v gradbenih materialih ter njihovo poznejše ponovno sevanje temperature nazaj v okolje. Rastlinske površine na stenah ne povzročajo transpiracije in zato omogočajo, da je lahko temperatura v notranjosti zgradb znižana tudi od 4 do 5 °C v primerjavi z notranjimi prostori, ki nimajo zelenih sten. Uravnavanje temperature z zelenimi stenami omogoča tudi zmanjšanje stroškov predvsem za ohlajevanje prostorov. Zelene površine stavbam tudi v zimskem času nudijo dodatno izolacijo stene, kar vpliva tudi na zmanjševanje stroškov ogrevanja;
- zelene stene zmanjšujejo količine emisij ogljikovega dioksida, kar vpliva na izboljšanje ekološkega odtisa celotnega industrijskega ali urbanega območja;
- zelene stene so lahko sredstva za ponovno uporabo vode. Rastline lahko prečistijo rahlo onesnaženo vodo z absorbiranjem raztopljenih hranilnih snovi. Bakterije v koreninskem sistemu rastlin mineralizirajo organske sestavine, ki so raztopljene v onesnaženi vodi, te snovi so kot hranila na voljo za rastline;
- zelene stene so še posebej primerne za mestna in industrijska okolja, saj omogočajo dobro izrabo razpoložljivih vertikalnih površin za ozelenitev, ki povečuje zbranost in delavnost ljudi ter preprečuje psihološke težave. Primerne so tudi za sušna območja, saj omogočajo navpično kroženje vode, pri tem je manj verjetna izguba vode, ki je pogosto prisotna v vodoravnih vrtovih;
- zelena stena lahko v urbanih okoljih opravlja tudi funkcijo vrtnarjenja, saj lahko v zelene stene vsadimo nekatere vrtnine;

- s pomočjo zelenih sten lahko izboljšamo estetsko podobo stavb in jih naredimo zanimive, z zeleno steno lahko obnovimo dotrajano fasado;
- sistemi zelenih zunanjih sten lahko pripomorejo k zaščiti stavbne fasade in njeni daljši obstojnosti, saj zelene stene delujejo kot učinkovit ščit za močan dež in točo ter ščitijo pred škodljivimi učinki UV-svetlobe;
- zelene stene predstavljajo habitate za raznovrstne živali, na primer z vzpostavitvijo ptičjih hišic, ki jih lahko vključimo v samo strukturo gradnje zelene stene;
- zelene stene vplivajo na izboljšanje kakovosti zraka v mestnem območju, predvsem pripomorejo k izboljšanju kakovosti lokalnega zraka, saj delujejo kot biofilter, absorbirajo velike količine ogljikovega dioksida in sproščajo kisik ter nase vežejo prah in druga onesnaževala;
- zelene stene lahko delujejo kot sistem čiščenja odpadne vode, saj imajo nekatere rastline sposobnost, da nase vežejo težke kovine, in tako se odpadna voda, ki priteče iz sten ali neprepustnih asfaltnih površin in je pogosto onesnažena predvsem s težkimi kovinami, očisti in je primerna za nadaljnjo obdelavo;
- zelene stene v urbanih in industrijskih okoljih zmanjšujejo nastanek mestnega toplotnega otoka;
- zelene stene onemogočajo risanje grafitov, kar je lahko zelo dobrodošlo, saj grafitiranje zunanjih sten pogosto vodi do nastanka socialnih težav v lokalnem okolju;
- zelene stene zmanjšujejo hrup v prostoru, ki ima zunanji izvor. Razumemo jih lahko kot dodatno plast izolacije. Zelene stene absorbirajo zvok, kar pozitivno vpliva na ljudi, saj hrup negativno vpliva na psihično stanje ljudi;
- zelene stene v notranjosti potrebujejo le malo prostora, zato so zelo priporočljivi sistemi, ko želimo narediti prostor atraktiven, a smo omejeni z velikostjo;
- zelene stene imajo ugoden učinek na ljudi, saj ne zaradi povezave med človekom in rastlinami ljudje v okolju z zelenimi stenami dobro počutijo.

Številne študije, ki so se ukvarjale s povezanostjo zdravja in počutja ljudi z življenjem v zelenem okolju, so pokazale, da ima že preprost pogled na zeleno okolico pozitiven učinek na človeka. Zelenje povečuje tudi produktivnost na delovnem mestu. Poleg tega rastline v zaprtih prostorih zmanjšujejo simptome neugodja. To zmanjšuje odsotnost z delovnega mesta zaradi različnih bolezni. Vrtovi in zelene stene, ki so postavljeni v bolnišnicah, vplivajo na boljše psihično počutje bolnikov, saj jih pomirjajo. Prav tako so ugotovili, da zelenje vpliva na izboljšanje rezultatov zdravljenja bolezni, s čimer se skrajša čas hospitalizacije.

Dokazano je bilo tudi, da se ljudje, ki živijo z rastlinami, dobro počutijo tudi zaradi kakovostnega zraka, saj rastline delujejo kot filtri zraka, hkrati pa tudi same proizvajajo kisik. Pri tem je potrebno poudariti, da vsaka dodatna rastlina predstavlja večje ugodnosti za življenje ljudi.

Študija, opravljena na Washington State University, je raziskovala medsebojno povezanost med počutjem ljudi in zelenimi rastlinami. Pri sodelujočih v raziskavi so merili krvni tlak in opazovali njihova čustva, medtem ko so reševali preprosto nalogo z rastlinami in brez rastlin v prostoru. Raziskava je

pokazala, da so bili sodelujoči, ko so bile v prostoru rastline, bolj produktivni, njihov reakcijski čas je bil za 12 odstotkov hitrejši v primerjavi s tistimi, ki so isto nalogo reševali v prostoru brez rastlin. Tisti, ki so bili v sobi z rastlinami, so imeli tudi nižji krvni tlak. Poleg tega so takoj po zaključku naloge udeleženci v sobi z rastlinami poročali o občutku večje pozornosti. Na podlagi tega lahko zaključimo, da rastline pomagajo ljudem, da se počutijo bolj sproščeno in osredotočeno, kar vodi do povečane produktivnosti, ustvarjalnosti, novih zamisli in boljše sposobnosti reševanja problemov.

Druga študija je bila izvedena na Norveški agronomski univerzi in je preučevala učinke rastlin v pisarni na zdravje in simptome neugodja med pisarniškimi delavci. Ugotovljeno je bilo, da so se v obdobju, ko so bile v prostoru prisotne rastline, simptomi, kot so kašelj, utrujenost in srbeča koža, zmanjšali s 37 na 23 odstotkov. Na podlagi te raziskave je bilo ugotovljeno, da se ljudje na delovnem mestu počutijo bolj zdravo če imajo pogled na listje. Zaradi prisotnosti rastlin na delovnem mestu se zmanjša tudi število dni odsotnosti delavcev zaradi bolezni.

Sistemi zelenih sten niso enostavni za kontinentalna območja, saj zahtevajo precej vzdrževanja in jih je v mestih lažje nadomestiti z horizontalnimi zelenimi površinami.

Zadrževanje deževnice v mestih

Zbiranje deževnice z neprepustnih površin in njeno shranjevanje za poznejšo uporabo je tehnika, ki je uporabljana že tisočletja. To ni bilo značilno za industrializirane družbe, ki so imele centralizirani vodovodni sistem, kateri se je v kasnejših letih izkazal za manj učinkovitega, kot so predvidevali na začetku. Danes zbiranje deževnice ponovno ponuja številne prednosti v okolju:

- omogoča poceni oskrbo z vodo;
- povečuje zaloge pitne vode;
- zmanjšuje odtok meteornih voda in s tem vpliva na manjše onesnaženje;
- zmanjšuje erozijo v urbanih okoljih;
- zagotavlja vodo, ki ne potrebuje dodatne obdelave in je primerna za namakanje ali sanitarne namene;
- pomaga zmanjšati povpraševanje po vodi poleti.

Zadrževanje in shranjevanje deževnice ima velik potencial za zagotovitev okoljske in gospodarske koristi z zmanjševanjem odtoka meteornih voda in varčevanjem s pitno vodo. Shranjevanje deževnice ponuja alternativno oskrbo z vodo. Sistem shranjevanja deževnice najpogosteje sprejema meteorno vodo s streh. Strešni odtok, imenovan tudi čisti odtok meteornih voda, v večini primerov ne vsebuje škodljivih snovi, kot so kovine ali ogljikovodiki iz strešnih materialov, pogosto pa vsebuje odpadne snovi iz izpustov in bakterije iz ptičjih iztrebkov, vendar so na splošno vse spojine v nižjih koncentracijah in v odtoku z drugih neprepustnih površin ni prisotnih veliko strupov. Namestitev sistema za zbiranje deževnice zahteva preusmeritev meteorne vode s strehe v posebne cisterne ali

posode za zajemanje in shranjevanje. Te posode so izdelane iz materialov, ki so pogosto temni, da preprečijo prodiranje svetlobe, ki bi lahko povzročila evtrofikacijo vode in rast alg. Od shranjevalne posode je nato speljan poseben vodovodni sistem, ki omogoča rabo deževnice v notranjih prostorih za sanitarne namene. Drugi del sistema pa je speljan do namakalnih sistemov.

Predstavljamo primer zbiranja deževnice in njenega recikliranja v mestu Tucson v Arizoni. Mesto Tucson je postalo prvo mesto v ZDA, ki z zakonom zahteva porabo deževnice za namene urejanja okolice, predvsem za namene namakanja. Junija 2010 so v mestu Tucson izračunali, da se okoli 50 odstotkov vseh namakalnih sistemov na javnih površinah napaja iz reciklirane deževnice. Poleg vgradnje cistern za shranjevanje deževnice obstajajo predpisi, ki omogočajo oblikovanje teras in pobočji, kateri imajo funkcijo, da usmerjajo deževnico do dreves in z vegetacijo urejenih območij. V teh predpisih je natančno opredeljena tudi raba deževnice, ki je najbolj vprašljiva v notranji hišni uporabi, saj lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi. Pred uporabo deževnice v bivalnih prostorih je potrebno izvesti kemijsko in fizikalno analizo deževnice in ugotoviti možnosti onesnaženja. To se izvaja predvsem zato, da se ugotovi kakovost vode deževnice. Če je deževnica zelo onesnažena, ni primerna za notranjo uporabo, če pa deževnica le nekoliko presega določene parametre onesnaževal in ta niso posebej nevarna, se lahko deževnica uporablja v sanitarne namene. Za notranjo uporabo se deževnica najpogosteje uporablja za splakovanje straniščnih školjk in pisoarje, saj takšna uporaba vode predstavlja majhno tveganje za zdravje ljudi. Vsak sistem uporabe deževnice pa zahteva uvedbo filtriranja, ki preprečuje, da bi trdi delci in ostala umazanija onesnaževali vodovodni sistem. Prav tako se zahteva dezinfekcija z UV ali kloriranje, ki preprečujeta bakterijsko okužbo vode.

V večini primerov so do sedaj uporabljali le dezinfekcijo deževnice, ki je zmanjševala tveganje za okužbo ljudi. Vendar pa so nedavne raziskave pokazale, da bi bil lahko pri uporabi deževnice le za splakovanje sanitarnih prostorov standard uporabe deževnice manj strog, saj pri sanitarni uporabi ljudje ne prihajajo v neposredni stik z meteorno vodo. Prav tako je z zakonom določeno, da je potrebno oblikovati javno spodbudo o prednostih zbiranja deževnice. Spodbuda naj bi temeljila na dejstvih, da je deževnica vir pivne vode, saj napaja podzemno vodo, in da zbiranje deževnice znižuje okoljske in nekatere druge stroške, nastale v gospodarstvu. Pri spodbujanju zbiranja deževnice je potrebno poudariti tudi, da na tak način z vodo ravnamo trajnostno. Za zalivanje, pranje zunanjih površin, splakovanje sanitarij – torej pri vseh opravilih, kjer človek ne prihaja v neposreden stik z vodo (neposreden stik z vodo predstavljajo tista dejanja, pri katerih človek zaužije vodo ali pa jo uporablja za higienske namene) – se uporablja deževnica in s tem se ohranjajo količine pitne vode. Takšno trajnostno ravnanje z vodo bi bilo tudi zelo varčno, saj bi plačevali le stroške za porabljeno pitno vodo, ki bi jo uporabljali za pitje, kuhanje in higieno, medtem ko bi za vsa ostala opravila uporabljali brezplačno deževnico, ki bi jo zbrali sami.

V urbanih območjih je prepustnost tal najbolj pomemben dejavnik, ki določa, ali je infiltracija deževnice uporabna na določenem mestu, od tega je odvisna tudi izbira tehnologije. Prepustnost tal se meri kot koeficient filtracije. Ta določa, kako hitro se lahko deževnica vsrka v tla in več kot je pozidanih površin, manjša je možnost infiltracije.

Plantaže za deževnico

Plantaže meteornih voda so majhne naprave, urejene za čiščenje meteornih voda. Postavljene so lahko nad ali pod zemljo in so lahko zasnovane za infiltracijo deževnice v tla ali le kot naprave za



 Infiltracijske površine ob asfaltiranih cestah.

filtriranje in čiščenje meteorne vode, katera je nato speljana ali v kanalizacijo ali v sistem za zbiranje deževnice. V plantažah meteornih voda se vršijo naslednji procesi. Najprej poteka zbiranje deževnice, ki nato skozi koreninski del steče v sloj prsti. V koreninskem delu tamkajšnje bakterije opravijo procese čiščenja. Čista voda tako odteče v sloj prsti, kjer poteka infiltracija, in v tem delu meteorna voda odloži preostala onesnaževala. Če je sistem narejen za infiltracijo v podtalje, ta prečiščena voda nadaljuje svojo pot s pomočjo še ene infiltracije v podtalje do podzemne vode. V primeru, da je sistem plantaže meteornih voda narejen tako, da voda odteče v sistem, pa po infiltraciji v plasti prsti ni še ene dodatne infiltracije, ampak voda nadaljuje svojo pot po izpeljanih ceveh.

Plantaža meteornih voda je sestavljena iz korita, ki je lahko iz lesa ali betona, in rastnega substrata, ki ga sestavljajo prst in vegetacije.

Plantaže meteornih voda so zelo primerne za ozelenjevanje urbanih in tudi industrijskih območij. Glede na njihovo obliko se lahko postavijo na različnih mestih, ob stavbah, na terasah in tudi na strehah. Zmanjšujejo delež neprepustnih površin in s tem zagotavljajo boljšo urbano mikroklimo.

Zaradi sposobnosti infiltracije in čiščenja odpadne vode so plantaže meteornih voda zelo primerne za čiščenje vseh onesnaževal, ki jih najdemo v strehi odtoka deževnice, to so različne vrste hranil, različni sedimenti in prah ter bakterije, ki se nahajajo v ptičjih iztrebkih. Plantaže meteornih voda najbolj učinkovito čistijo majhne količine meteornih voda, zato so ti sistemi zelo primeri za stanovanjske hiše in poslovne prostore, ki jim želijo izboljšati tudi zunanjo podobo.

Sistem plantaže meteornih voda pošilja očiščeno vodo v tla kot podzemno vodo ali jo spelje v sistem za alternativno rabo vode, kjer se deževnica uporablja za vse dejavnosti človeka in kjer ne prihaja v neposreden stik z meteorno vodo. Čeprav ta voda ne predstavlja velikega tveganja za zdravje ljudi, saj je prečiščena, je z vidika varnosti, predvsem zaradi možnosti mikrobiološke onesnaženosti, bolje, če se tako prečiščena meteorna voda še vedno uporablja za tiste dejavnosti, pri katerih človek z njo ne prihaja v neposreden stik.

Plantaže meteornih voda različno čistijo meteorno vodo. Na to vplivata:

- vrsta plantaže meteornih voda, pri čemer razlikujemo dve vrsti, in sicer infiltracijsko plantažo meteornih voda in plantažo meteornih voda, kjer je tok meteorne vode izpeljan skozi plantažo v kanalizacijski sistem ali v sistem zbiranja meteornih voda;
- vegetacija, ki raste v samem koritu plantaže meteornih voda in mora biti sestavljena iz avtohtonih vrst. Pri izbiri vegetacije moramo predhodno vedeti, katere vrste onesnaževal bomo čistili z rastlinami, saj moramo izbrati tiste rastline, ki bodo čistile zahtevana onesnaževala. Večina plantaž meteornih voda je narejenih tako, da čistijo iz deževnice predvsem fosfor, sedimente in bakterije.

Plantaze meteornih voda zagotavljajo tudi številne prednosti za upravljanje z meteornimi vodami:

- če so na kraju postavitve plantaže meteornih voda tla v določenih letnih sezonah zelo vlažna in se podtalnica nahaja zelo plitvo pod površino, lahko plantaže meteorne vode oblikujemo tako, da preprečimo dodatno infiltracijo v podtalje in prečiščeno meteorno vodo speljemo v sisteme cevi, ki nam omogočajo tudi zbiranje prečiščene meteorne vode. Tako kljub težavam ohranjamo in skrbimo za kakovost voda;
- pretočni odtoki s plantaž meteornih voda niso gradbeno zahtevni, v njihovo izgradnjo je potrebno vključiti le hidroizolacijsko tehnologijo;
- plantaže meteornih voda ustvarjajo estetski element krajine in znotraj urbanega okolja zagotavljajo mikrohabitat, ki ima blagodejne učinke na življenje vseh organizmov na območju.

Pri vzpostavitvi plantaž meteornih voda so tudi določene omejitve. Še posebej je potrebno izpostaviti primarno omejitev uporabe plantaž meteornih voda, to je njihova velikost. Plantaže meteornih voda so po definiciji majhne celice čiščenja meteornih voda, ki niso primerne le za čiščenje odtoka meteornih voda, ampak tudi za upravljanje z meteornimi vodami. Zaradi svoje majhnosti niso sposobne čiščenja velikih količin odpadnih voda, ki bi odtekale z velikih površin neprepustnih območij. Ostale omejitve, ki so prav tako povezane z velikostjo plantaž meteornih voda, so:

- plantaže meteornih voda niso namenjene čiščenju odtoka meteornih voda s cest ali parkirišč zaradi prevelike količine deževnice, so pa idealne predvsem za čiščenje deževnice s streh ali dvorišč. Plantaže meteornih voda, ki so narejene za sistemski odtok v cevi, ne smejo prejeti meteornih voda z neprepustnih območij, večjih od 15.000 kvadratnih metrov;
- če plantaža meteornih voda dobi prevelik dotok meteorne vode, se lahko zgodi presežek infiltracijske sposobnosti tal, kar povzroči odtok meteorne vode iz plantaže in lahko poškoduje rastline. Zato je ob gradnji plantaže meteornih voda zelo pametno razmišljati o dodatni izgradnji sekundarnega sistema čiščenja meteornih voda, da v primeru prevelikih količin meteorne vode, ki se največkrat pojavijo ob močnih nalivih, speljemo presežek vode v sekundarni sistem, kjer se voda prečisti.

Plantaze meteornih voda posnemajo funkcije gozdnih ekosistemov, zato je potrebno izbrati takšno vegetacijo, ki je čim bolj samozadostna glede na vodne zahteve in prilagodljiva na lokalne podnebne razmere. Priporočljive so predvsem avtohtone vrste rastlin, ki za svojo rast ne potrebujejo veliko gnojil in pesticidov, saj se je tem sredstvom potrebno izogibati, kadar je to mogoče.

Redno in temeljito pregledovanje sistema je bistvenega pomena za pravilno in učinkovito delovanje meteornih voda v plantaži meteornih voda. Po zaključku del je potrebno pregledovati stanje vegetacije po vsakem večjem neurju, ko se zbere na površini do 0,5 centimetra deževnice. V primeru, da ni večjih nalivov pa je potrebno vsaj dvakrat v prvih šestih mesecih od vzpostavitve plantaže pregledati stanje rastlin. Pozneje se redni pregledi stanja rastlin izvajajo vsako leto in po nevihtnih

dogodkih. Prav tako so v vzdrževanje plantaž meteornih voda vključene dejavnosti, kot so rutinsko obrezovanje in nadomeščanje ovenele vegetacije, odstranjevanje plevela, redčenje vegetacije, če se je preveč razrasla, in druga nujna popravila.

Večinoma se plantaže meteornih voda uporabljajo za zbiranje in čiščenje deževnice iz tal, kjer je v primerjavi z neprepustnimi parkirišči količina vode majhna. Rastlinje in prst je potrebno v plantažah meteornih voda zamenjati približno vsakih 25 let. Plantaž meteornih voda se ne sme postaviti na strma pobočja.

Plantaza meteornih voda ima naslednje prednosti za okolje:

- zmanjšuje obseg odtekanja meteornih voda, pretoka in temperature,
- poveča infiltracijo meteorne vode in odtok le-te v podtalnico,
- izboljša kakovost lokalnih celinskih površinskih voda,
- izboljša estetski videz ulic in sosesk,
- zagotavlja habitate za različne vrste živali,
- zagotavlja senco bližnjim stavbam in s tem znižuje stroške hlajenja,
- potrebuje malo prostora,
- prilagodljiva je za uporabo na različnih območjih in se lahko oblikuje v različne oblike in velikosti ter
- zagotavlja stroškovno učinkovit način čiščenja meteornih voda in tako zmanjšuje stroške upravljanja meteornih voda.

Prepustno tlakovanje

Prepustno tlakovanje se uporablja za ceste, parkirišča in pločnike. Prepustno tlakovanje ponuja alternativo konvencionalnim asfaltnim in betonskim površinam in je namenjeno predvsem infiltriranju padavin skozi površino, s čimer se zmanjša odtok meteornih voda iz mesta nastanka. Poleg tega prepustno tlakovanje zmanjšuje negativne okoljske vplive neprepustnih površin. Raba prepustnega tlakovanja povečuje polnjenje podzemne vode s pronicanjem meteorne vode in hkrati zagotavlja, da tla infiltrirajo nekatere vrste onesnaževal.

Prepustno tlakovanje predstavlja tudi veliko tveganje za zamašitev, zato je nujno potrebno, da se pri postavitvi prepustnih tlakovcev v okolje upoštevajo stroge specifikacije proizvajalcev za namestitev in vzdrževanje.

Različne vrste prepustnega tlakovanja se delijo v dve osnovni obliki:

- porozne površine in
- prepustni tlakovci.

Porozna površina je prepustna asfaltna ali betonska površina, ki omogoča meteornim vodam, da se hitro infiltrirajo v osnovni rezervoar, v tem primeru kamen. S tem v prvi vrsti zadržimo odtok meteornih voda na mestu nastanka. Meteorne vode nato neposredno odtekajo v prst, kar povzroča nenehno polnjenje podtalnice in hkrati omogoči infiltracijo meteorne vode skozi prst, pri čemer se odstranijo določena onesnaževala.

Če je pločnik prekrit s porozno površino izgleda podobno kot običajen pločnik, vendar je njegova površina, v primerjavi s pločnikom, ki je prekrit z neprepustnim asfaltom, oblikovana z večjimi agregati in manj drobnimi delci. Večji agregati so tisti, ki povzročajo poroznost površine in dopuščajo možnost infiltracije.

Prepustni tlakovci sestavljajo omrežje, ki je lahko sestavljeno iz trave in tlakovcev, ki so iz betona ali opeke. Sistem poroznega tlakovanja pogosto nima vključenega posebnega rezervoarja, kjer bi se voda zbiral v podtalju, kakor je to narejeno pri prepustnem asfaltu. Porozni tlakovci opravljajo enako vlogo kot prepustne površine asfalta, ki omogočajo zmanjševanje hitrosti pretoka meteorne vode in zadrževanje meteorne vode na mestu nastanka. Prepustno tlakovanje je zelo primerno vgraditi na ceste, ki imajo nizko frekvenco prometa. Predvsem na tistih območjih, kjer so ceste speljane kot dovozne poti k majhnim naseljem hiš, kot samostojni dovozi do hiš, poti okoli stanovanjskih hiš ali poslovnih prostorov. Vsekakor pa je tak način tlakovanja zelo primeren za pločnike. Prepustno tlakovanje je namenjeno zajemanju in upravljanju manjših in pogostih padavin. Ti padavinski dogodki vključujejo kar 30 do 50 odstotkov letnih padavin.

Prepustno tlakovanje ima lahko številne koristi, kadar se uporablja za sanacijo urbanih poti predvsem v mestnih središčih. Najpomembnejše prednosti poroznega tlakovanja so:

- bogatenje podtalnice,
- zmanjševanje hitrosti odtoka meteorne vode, kar vpliva na zmanjšanje tveganja omejitev zmogljivosti v omrežjih kanalizacijskih sistemov,
- učinkovito čiščenje meteornih voda,
- bolj estetski videz celotnega območja.

Pri vzpostavitvi prepustnih talnih podlag moramo biti pozorni predvsem na naslednje probleme in omejitve. Potrebno je upoštevati talno strukturo prsti, že vzpostavljene drenažne sisteme in naravne značilnosti podtalnice. V primeru pravilno izbranega mesta za neprepustne talne obloge se zmanjša stopnja napak, katere bi lahko dodatno ogrožale okolje. Za območja, kot so garažne hiše so takšni sistemi neprimerni, saj so to območja s previsokimi prometnimi gostotami, v katerih se v zaprtih prostorih ustvarja veliko dima, ki lahko meteorno vodo še dodatno onesnažuje.

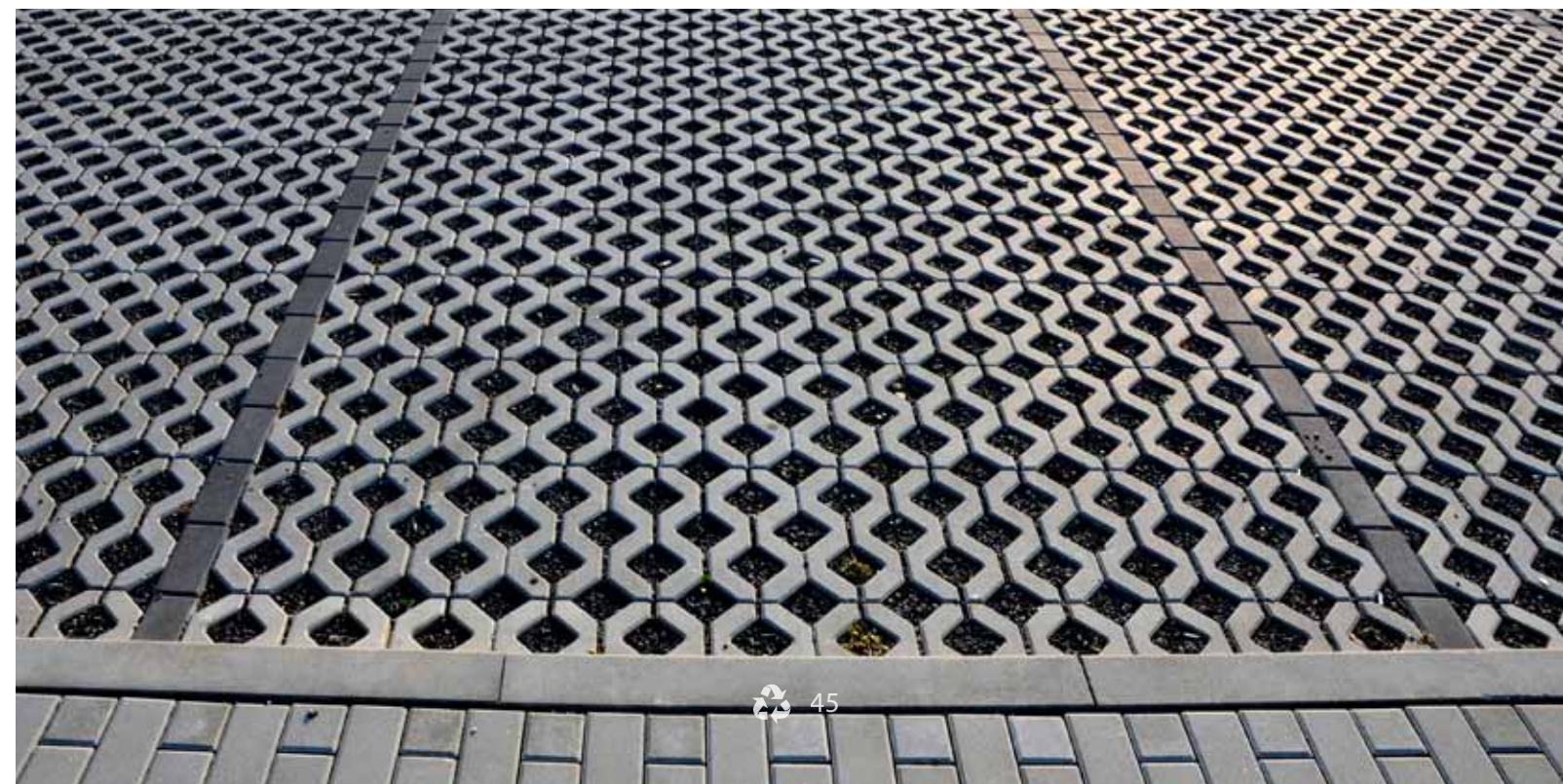
Prepustna naravna tla imajo sposobnost, da v eni uri v podtalje infiltrirajo približno pol centimetra stoječe meteorne vode. To dejstvo moramo upoštevati tudi pri prepustnih površinah in se tej vrednosti čim bolj približati. Tla, ki bodo imela veliko pufersko sposobnost in bodo lahko v procesu infiltracije nase vezala različna onesnaževala, morajo biti organsko bogata, saj prav vsebnost organskih snovi v tleh povečuje sposobnost čiščenja meteornih voda. Prepustni tlakovci so navadno nameščeni na plast proda, lahko pa se postavijo tudi na peščeno plast, ki ima večjo sposobnost drenaže.

Prepustno tlakovanje je učinkovito v območjih s hladnimi klimatskimi pogoji. V takih območjih je potrebno pozimi paziti pri uporabi soli, saj prepustne površine omogočajo, da se meteorna voda, ki je v času soljenja cest zelo obogatena s kloridi, brez težav izteka v podzemno in lahko se zgodi, da pride do onesnaževanja podtalnice s kloridi. Pri tem je tudi pomembno, da izberemo materiale, ki dobro prenašajo zmrzal.

Prepustne površine tal niso primerne za območja, kjer raba tal v okolici povečuje potencialne možnosti za onesnaženost tal. To so predvsem območja drevesnic, avto odpadov, gradbišč, avtopralnice, bencinske črpalke in velika parkirišča. Prepustne površine tal nimajo zgrajenega dodatnega sistema čiščenja meteornih voda, ampak vso čiščenje opravljajo tla skozi infiltracijo, zato takšna območja predstavljajo veliko tveganje. Pred izgradnjo neprepustnih površin je potrebno preučiti vse potencialne nevarnosti, ki v okolju nastajajo.

V parkovnih površinah ter ob cestnih ureditvah lahko s prepustnim tlakovanjem pomagamo drevesom pri oskrbi z vodo. Drevesa v mestih imajo pomembno klimatsko, biodiverzitetno in krajinsko vrednost in ker mnoga propadajo tudi zaradi suše, se vzpostavljajo sistemi za njihovo naravno namakanje.

 Infiltracijske parkovne površine.





 Infiltracijske površine za drevesa.

Za ponikanje in infiltracijo vode se v mestih uporabljajo tudi kombinirani sistemi, to so prepustni travni tlakovci in mreža, ki utrdi tla, ob tem pa se površina pusti gola.

 Infiltracija za parkovne površine ob cestah.



 Različni sistemi infiltracije v mestih.

V mestih se uvajajo tudi obraščeni betonski kanali z vegetacijo, ker omogočajo zadrževanje deževnice in izhlapevanje. Taki kanali so infiltracijski za deževnico, dotok vode omogoča nadzemno zadrževanje vode in nato infiltracijo v globino. Infiltracijski jarki v urbanih območjih pomembno vplivajo na zadrževanje vode in izhlapevanje, kar ugodno vpliva na urbano klimo. V evropskih mestih uvajajo tudi podolgovate jarke kot grede za zadrževanje vode, ki imajo koreninske sisteme v globlje plasti tal.



Vegetacijski pasovi v mestih

Vegetacijski pasovi so ožji in širši pasovi drevesne, grmovne, travnate in mešane vegetacije. Postavljamo oziroma sadimo jih:

- na mejah med posameznimi kmetijskimi zemljišči (mejice),
- ob rekah, potokih in jezerih (filtrirni vegetacijski pasovi),
- ob cestah in industrijskih objektih (protiprašne in protihrupne bariere, žive meje),
- ob virih pitne vode (zaščitni vegetacijski pasovi),
- kot zelene površine v mestih ali večjih monokulturnih kmetijskih območjih (blažilne cone in koridorji).

V industrijskih okoljih navadno postavimo vegetacijske pasove zato, da zavarujemo okolico pred prašnimi delci in hrupom, z vegetacijskim pasom lahko vplivamo tudi na učinkovito varčevanje z energijo.

Zimski vetrovi povišajo stopnjo izmenjave zraka med notranjostjo in zunanostjo hiše, s tem se zniža notranja temperatura hiše in poveča potreba po ogrevanju. V vetrovnem mestu lahko vetrobranska zasaditev (imenovana tudi pas zavetja) predstavlja tudi do 50-odstotno zmanjšanje vpliva vetra in do 25-odstotno zmanjšanje porabe goriva za ogrevanje. Vetrobran se nanaša na eno ali več vrstic dreves ali grmov v linearni konfiguraciji. Cilj vegetacijskega vetrobrana je zmanjšati hitrost vetra. Naravna protivetrna zaščita bo zmanjšala hitrosti vetra na tridesetkratni razdalji višine vetrobrana. Vendar pa se največje območje zmanjšanja vetra pojavlja pri pet- do sedemkratni višini vetrobrana. Na primer, če je višina posajenega vetrobrana 10 metrov, se območje največjega zmanjšanja vetra pojavi nekje 50–70 metrov v smeri vetra glede na vetrobran. Vetrovna ovira, ki omogoča 50–60 odstotkov vetrne penetracije (kot v primeru zimzelenih dreves), je bolj učinkovita kot trdna ovira (kot so ograje), saj omogoča večje območje varstva na zavetrni strani. Vedno zelena drevesa (iglavci ali zimzeleni listavci) so zelo učinkovita pri zmanjševanju hitrosti vetra. Tudi grmi zraven hiše lahko zmanjšajo hitrost vetra. Gosta zimzelena grmovnica, zasajena okoli 5 metrov od hiše, bo ustvarila območje mrtvega zračnega prostora. Ta mrtev zračni prostor zmanjša izgubo toplote iz hiše sten.

Za največjo učinkovitost bi morala biti protivetrna zaščita usmerjena pravokotno na smer prevladujočih vetrov zime. Vetrobran sme biti daljši kot območje, ki ga je treba zaščititi. Kjer koli pa to dopušča prostor, bo podaljšek vetrobrana na vzhodni strani tudi pomagal. Na splošno se prihranki zaradi postavitve in povečanja protivetrne zaščite, kot je zavarovan obseg prostora, v hiši povečujejo, ker že nekaj dobro nasajenih dreves naredi razliko. Primerne drevesne in grmovne vrste so razmeroma hitro rastoče. To so gosti iglavci in širokolistne zimzelene vrste, ki imajo močne, trdne veje. Vrste bi morale ohraniti nizke veje ob tleh tudi ob najboljšem rastju. Večina borov izgubi nižje veje s starostjo, toda kljub temu bodo služili kot učinkovit vetrobran približno dvajset let. Za dolgoročen vetrobran izberemo vrste, ki ohranjajo manjše veje, kot so smreke, jelke ter vzhodne rdeče cedre. V primeru, da v vetrobranu drevesa izgubijo nižje veje, lahko ob vznožju dreves posadimo gosto zimzeleno grmičevje. Norveška bela ter koloradska modra smreka sta med najboljšimi vetrobranskimi drevesi.

Modra smreka običajno zagotavlja najboljšo zaščito, vendar raste počasneje kot ostale. Za optimalno ureditev se je dobro posvetovati z lokalnim agentom za posaditev ali centrom za vrtove, ki bosta pomagali določiti, kateri iglavci in širokolistna zimzelena drevesa so primerni za določeno območje.

Glede na število vrstic dreves se učinkovitost vetrobrana na splošno povečuje z vsako dodano vrstico, največ do pet vrstic. Pri gostih drevesih, kot so smreke, sta dve vrstici običajno najbolj stroškovno učinkoviti. Razdalja med vrsticami je odvisna od zrele višine drevesnih vrst. S severnih vrstic drevo oddaja senco drevesom na sosednjih vrsticah na jugu. Ker večina iglavcev tolerira le malo sence, morajo biti vrstice dovolj daleč narazen, da se prepreči pojav senčenja. Sadilna razdalja je delno odvisna od zrele širine drevesnih vrst. Drevesa so lahko zasajena na razdalji, manjši od svojih zrelih širin, da se zmanjša čas, ko se tvori trdna pregrada. Razmik je odvisen tudi od tega, kako hitro želimo, da rastline zrastejo skupaj. Odločanje o tem, kako blizu naj bodo rastline, je kompromis med sajenjem rastlin na tesen razmik (rastline rastejo skupaj hitro) v primerjavi s stroški nakupa več rastlin, ki bodo potrebne za tesen razmik. Nasprotno pa bo trajalo več časa, da se širši razmik zapolni.

Priprava tal pred sajenjem mora vključevati tudi preizkušanje tal in uporabo hranil ter apna po priporočilih. Zgodaj spomladi je dober čas za sajenje vetrobranskih dreves, saj omogoča, da rastline razvijejo korenine globoko v zemljo pred prvo zimo.

Dobro postavljeno drevje in grmičevje lahko doprineseta k zniževanju stroškov za klimatizacijo prostorov. Drevesa, grmičevje in trave vplivajo na sončno sevanje bolj kot strukturne naprave, na primer platnene strehe. To je zato, ker rastline sproščajo vodno paro iz listov čez dan, pri čemer ima izhlapevanje funkcijo hlajenja. Listnatim rastlinam pozimi odpadejo listi, kar je prednost, saj z listi v zimskem času ne bi dosegli stavb za toploto, kljub temu pa poleti zagotavljajo senco. Senca drevesa lahko bistveno zmanjša temperature zraka poleti tako znotraj kot zunaj, ker drevesa prestrezajo in absorbirajo sončno toploto, medtem ko izpuščajo hlajeno vlago v zrak. Sence dreves, ki se nahajajo na južni strani hiše, lahko poleti hišo precej ohladijo. Poraba energije za klimatske naprave je lahko 30 odstotkov nižja v primerjavi s hišami, ki nimajo sence. V poletnih mesecih so lahko temperature pod drevesom do 2 °C nižje kot v sosednjem območju in do 5 °C nižje od zraka na območju, kjer je v bližini črna streha. Vrednost sence drevesa spoznamo na primer takrat, ko iščemo senco drevesa v puščavi ali na velikem asfaltnem parkirišču. Če želimo senco na določenem delu hiše, kot je recimo veranda, ne smemo pozabiti, da sonce v poletnih mesecih potuje od severovzhoda proti severozahodu. Torej, če je veranda na zahodni strani hiše in želimo senco popoldne, moramo postaviti drevo na jugozahodno stran verande v najbolj vročem delu dneva. Drevesa, s katerimi želimo zagotoviti senco, je treba posaditi predvsem na južni in zahodni strani hiše. Publikacije, ki navajajo prednosti drevesne sence, pogosto navajajo, da je drevesa potrebno saditi približno 5 do 7 metrov od hiše, da oddajajo senco na hišo. To priporočilo je učinkovito za senčenje na hišo in bo imelo za posledico manjšo potrebo po klimatski napravi. Sredi poletja bo 15 metrov visoko drevo metalo 15 metrov dolgo senco na hišo in to v času od 15. do 16. ure. Če pa postavimo 15 metrov visoko drevo 10 metrov od hiše, pade proti hiši le 10 metrov sence drevesa. Možne rešitve za zmanjšanje odgovornosti so, da se posadi mala in srednje velika drevesa (manj kot 15 metrov visoka) v razdalji 7 metrov od hiše. Takšna

drevesa ne bodo nujno delala sence strehi, ampak bo senca na strani hiše. Tudi namestitev grmičevja okoli zunanje enote klimatske naprave ali toplotne črpalke pomaga pri varčevanju z energijo. Glavni pomisleki pri izbiri senčnih drevesnih vrst, ki pomagajo pri hlajenju poleti, so prilagodljivost na lokacijo, enostavnost vzdrževanja in estetski vidik. Večina široko listnatih listavcev je dovolj gosta, da poleti blokira neposredne sončne žarke. Pri sajenju senčnih dreves in protivetrne zaščite je potrebno paziti na učinek skozi vse leto. Listavci ne bodo ovirali sonca pozimi toliko, kot ga bodo iglavci. Vendar lahko tudi listavci v zimskem času zmanjšajo sončno sevanje za približno 20 do 50 odstotkov (odvisno od vrste in velikosti drevesa), saj večje veje blokirajo sončne žarke. Pravilno locirana senčna drevesa bodo pokrivala najpomembnejše dele hiše v poletnih dneh brez preveč senčenja v zimskem času. Na splošno velja, da drevesa na vzhodni ali zahodni strani hiše zagotavljajo senco poleti brez večje sence pozimi. V mrzlih predelih naj bo južna stran prazna, da sonce ne bo blokirano v zimskem obdobju, razen če uporabimo vrste, ki ne oddajajo velike sence. Trdna vrsta zimzelenih rastlin ob steni lahko ustvari mrtev zračni prostor in posledično celoletni izolacijski učinek, zaradi česar se lahko pojavi plesen tako na steni kot v hiši. Zimzelene rastline so lahko drevesa, grmi ali trte. Zimzelene trte ali gosto rastoči listavci trte se lahko uporabijo za rešetkasto steno, ki je obrnjena ali na sever ali na severozahod, le-to je dobro za izolacijo hiše pred mrzlim zimskim vetrom.

 Vegetacijski pasovi so absorpcijske in klimatske zaščite mest.





Študentski predlogi za ponovno
rabo vode v urbanih okoljih

V okviru projekta Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor je potekalo predavanje o ponovni rabi vode v urbanih območjih, kjer so bili predstavljeni primeri dobrih praks po svetu. Študenti Univerze v Mariboru so bili pozvani za posredovanje inovativnih zamisli na Mestno občino Maribor o možnostih ponovne rabe vode. Naslonili so se na spletne vire in nekateri so zapisali tudi svoje predloge. Iz zbranih spletnih informacij je razvidno, da večja mesta po svetu, zlasti v sušnih območjih uporabljajo kanalizacijsko vodo na način, da jo predhodno usedajo v bazenih in jo potem s pomočjo bakterij čistijo in na koncu s pomočjo peščenih filtrov uporabljajo za sekundarno vodo.

Prav tako se v mestih uporablja siva voda iz tušev, pralnih strojev in drugih naprav tako, da namesto, da bi jo spustili v kanalizacijo, jo posebej zbirajo in potem uporabijo za različna čiščenja.

Ekonomsko bogatejše države vlagajo sredstva v razvoj tehnologij za predelavo vlage v vodo na način, da se para kondenzira prečisti pred uporabo.

Med najbolj pogostimi ukrepi, ki spremljajo ponovno rabo vode je remediacija prečiščene kanalizacijske vode s pomočjo bakterij in nanodelcev, ki s pomočjo filtrov prečistijo odpadno vodo, da je ta primerna za ponovno uporabo.

Združeni narodi poudarjajo kot ukrepe za ponovno rabo vode v mestih recikliranje deževnice, umetna mokrišča med "zeleno" rešitve, da bi se s tem lahko prilagodili svetovni vodni krizi.

Največ rezerve je v uporabi deževnice za splakovanje stranišč, pri čemer je potrebno za take ukrepe imeti predhodno urejeno vodno napeljavo. Sicer pa imajo mesta preveč neprepustnih površin, ki ne omogočajo infiltracije in zato veliko padavinske vode ploskovno hitro odteče, pogosto tudi v kanalizacijske napeljave.

»Low Impact Development« je pristop, ki si prizadeva posnemati naravna vodna ravnotežja, cilj LID pristopa je obnovitev procesov, ki so izgubljeni v urbanih okoljih. Pristop vsebuje vrsto inovativnih tehnologij, ki omogočijo, da se voda infiltrira v tla in evaporira v zrak. Zelena oz. živa infrastruktura je zelo prisoten element v LID pristopu, gre za posajene strešne sisteme in zelene strehe, ki so kombinacija rastlin, inženiringa, odtokov in tradicionalnih vodoodpornih strešnih membran. Še enega izmed vegetacijskih sistemov predstavljata bio zadrževanje in dežni vrtovi, gre za površine na tleh, ki padavinski vodi omogočita da se infiltrira direktno v zemljo, v mestih takšni sistemi obnavljajo evapotranspiracijo in očistijo padavinsko vodo. Obstajajo tudi prepustni pločniki, ki omogočajo da se padavinska voda počasi infiltrira v tla, lahko se jih uporabi na področjih z manj prometa, parkiriščih in v pešconah, pločnikih. Zakonodajalci vedno bolj vključujejo LID pristop in zeleno infrastrukturo v javne politike. Decentralizacija infrastrukture za padavinsko vodo (uporaba zelenih streh, zajemanje deževnice, infiltracijski sistemi itd. v kombinaciji z tradicionalno infrastrukturo) skupnostih omogoči pripravo na vsakodnevne in ekstremne podnebne dogodke. Z vzdrževanjem naravnih vodnih procesov v urbanih območjih se zmanjša vpliv grajenega okolja na vodne vire LID pristop se lahko

združi z zeleno infrastrukturo, da zaščiti prebivalce pred ekstremnimi vremenskimi pojavi ter vzdržuje blagostanje urbanih rek in jezer.

Zbiranje deževnice in njeno upravljanje je tisoč let stara tehnika. Klimatske spremembe, hitra urbanizacija, pomanjkanje vode in večje povpraševanje po vodi v mestih oživljajo potrebo po tej tehniki. Mesta, ki želijo postati »water-wise« = modra glede vode, morajo najprej imeti skupnosti, ki se bodo zavedale prednosti takšnih sistemov.

Zajemanje in obdelava deževnice v mestih zahteva sodelovanje akterjev na različnih nivojih. Primeri dobre prakse iz Azije:

1. Singapur: instalacija strešnih sistemov za zbiranje vode. Zbrana voda se uporablja za splakovanje stranišč, kar pomaga zmanjšati porabo vode, energije in stavbenih stroškov.
2. Vietnam: zaradi velike onesnaženosti jim padavinska voda predstavlja edini realen vir pitne vode. Imajo sisteme za zbiranje deževnice na ravni skupnosti
3. Koreja: poudarjanje zelene infrastrukture, ki ščiti pred ekstremnimi padavinami in zmanjšuje vročino v mestih ter možnost poplav
4. Kitajska: Šengen je eno izmed prvih mest, ki so začele s konceptom Sponge city. Mesto želi povečati uporabo nevidne vode (voda, ki se zadržuje v vlažni prsti, živih rastlinah in atmosferi) za nadzor nad temperaturami.

V nadaljevanju so zapisani predlogi študentov iz opazovalne prakse, kako bi lahko ponovno rabili vodo. Posameznik lahko z majhnimi spremembami pri vsakodnevni uporabi zmanjša količino uporabljene vode, kar se pozna tudi pri višini računa. Naslednji primeri delujejo kot nasveti, sploh tistim, ki imajo vrtove: ob čakanju na zaželeno temperaturo za tuširanje, velike količine vode gre v nič. Predlagam uporabo vedra, ki se v primeru čakanja na zaželeno temperaturo, postavi pod tuš. Voda, ki ostane se lahko uporabi za zalivanje vrta. S splakovanjem jedilnega pribora, kozarce, krožnikov itd. se izgubi velika količina vode. Zbrana voda se uporabi za zalivanje vrta. S čiščenjem zelenjave se velika količina vode, ki bi lahko bila ponovno uporabljena izgubi. Za ponovno rabo vode v gospodinjstvih bi bilo potrebno spremeniti prakse pri pripravi hrane, da bi vodo od pranja zelenjave zbirali in uporabili npr. za zalivanje rož ali vrta.

Tudi za čiščenje tal bi lahko uporabi vodo, ki jo uporabimo za pranje perila. V primeru, da uporabljamo organske detergente, se lahko voda uporabi tudi za zalivanje zelišč, grmovnic ali drugih rastlin na vrtu, saj vsebuje organske fosfate, ki so gnojilo za rastline.

Ko postavljamo objekte na vrtu ali ob hiši bi morali upoštevati že v izhodišču principe ponovne rabe, da bi napeljali deževnico preko žlebov v sode ali druge zbiralnike deževnice. Za pohodne površine ne bi smeli uporabljati betonskih in asfaltnih površin, ampak čimveč naj ostane zelenih površin. Za utrjevanje tal uporabimo infiltracijske tlakovce, ki omogočajo pretok deževnice v tla.

Vodovodno omrežje v gospodinjstvih je priključeno na pitno vodo, ki jo pijemo iz pipe, uporabljamo za splakovanje strnišč in zalivanje rastlin, ker ni vgrajenega sistema za uporabo deževnice. Pitno vodo spremenimo v sivo vodo, to je voda ki nastane po pri tuširanju, umivanju posode, pranju posode, medtem ko črna voda nastane pri splakovanju stranišč. Sedanje tehnike omogočajo uporabo kvalitetnih kompostnih stranišč, kjer z ostanki obogatimo rože ali drevesa in pri tem ne uporabimo vode in dodatno pozitivno vplivamo, da ne nastaja odpadna voda, ki jo je znova potrebno čistiti.

Sivo vodo lahko ponovno uporabimo na vrtovih s pomočjo podtalnih namakalnih sistemov, ki počasi dodajajo vodo tlom. Odvodna cev z režami ali posebni odtočni kanali so speljani na vrt, kjer vodo enakomerno delijo po vrtu.

Aplikacija uporabe sive vode je možna na več načinov. Najbolj enostaven je preusmerjanje cevi iz kanalizacije na zeleno lokacijo (npr. vrt). Cevi morajo biti pod naklonom, da voda doseže zaželeno lokacijo. Siva voda po usedanju nima prekomernih substanc, ki bi lahko škodovala okolju. V primeru, da je vrt preveč oddaljen, se namesti rezervoar, ki ga poganja elektrika za dosego površin za zalivanje. Sedanje izkušnje kažejo, da nasipane površine v mestih, kjer si na parcelah ljudje uredijo vrtove, zahtevajo zalivanje, ker je zemljina preveč plitva, peščena in tla so surova, zato potrebujejo dodatno vodo ob ustreznem dohranjevanju rastlin. Sedanje klimatske razmere z visokimi temperaturami in močnimi nalivi ne omogočajo enakomernega vsrkavanja vode, zato bo potrebno razmišljati o tehnikah ponovne rabe vode.

V primeru, da želimo sivo vodo shranjevati, moramo namestiti zbiralnike vode. V času shranjevanja lahko siva voda postane neuporabna, zato je potrebno vodo speljati preko filtra (npr. peskovni filtri). Iz zbiralnika lahko napeljemo in priključimo tako zunanje kot notranje gospodinjstvo (vrt, stranišče, pralni stroj). V primeru, da bi se rezervoar napolnil je ta povezan z kanalizacijo, kamor se lahko spusti odvečno vodo. Enako bi lahko naredili tudi za blokovske stanovalce, ki bi potrebovali večje rezervoarje in močnejše pumpe. Ponovna uporaba obdelane sive vode za splakovanje stranišča lahko prihrani približno 50 litrov pitne vode na dan v povprečnem gospodinjstvu. Ponovna uporaba obdelane sive vode za pranje oblačil lahko prihrani približno 90 litrov pitne vode na dan v povprečnem gospodinjstvu.

V nadaljevanju so na kratko predstavljene evropske trajnostne soseske, ki uporabljajo zgoraj naštetе sisteme:

VAUBAN, FREIBURG (NEMČIJA)

To je ena prvih trajnostnih urbanih mestnih četrti, kjer je prostora za 55.00 ljudi, v četrti pa je tudi do 600 zaposlenih. Ljudje živijo v strnjenih nizko porabnih bivalnikih, opremljenih s sončnimi celicami, urejena pa je tudi bioplinarna ter zbiralnica deževnice (bivališče ustvari več energije kot je porabi). Hiše so opremljene z zelenjem (zelene stene) za boljšo izolacijo ter ustvarjanje mikroklima, ki dobro vpliva na ljudi. Do bivališč se prebivalci pripeljejo s tramvajem ali kolesom, saj so garažne hiše postavljene izven soteske, avtomobile pa se souporablja. Četrť je prilagojena vsem starostnim skupinam, ki vsi enakovredno odločajo o ureditvi soseske.

KRONSBEG, HANNOVER (NEMČIJA)

Največ trajnostnih sotesk nastaja v Nemčiji, v tem primeru v Hannovru, kjer je nastalo vrtno mesto kot del svetovne razstave o trajnostnem razvoju, sedaj pa obvladuje 6.000 stanovanj, mesto pa ponuja prebivalcem vse potrebne komponente mesta (trgovine, igrišča). Prevoz poteka preko javnega prevoza ter neškodljivih prevozov za okolje (peš, kolo), trajnostno urejene so vse javne inštitucije (šole, bolnice), energija pa temelji na zemeljskem plinu, uporablja pa se tudi sončna (na bivališčih, zbiranje deževnice) in vetrna energija, velik poudarek je na delovanju ekoloških kmetij ter ohranjanju naravne pokrajine.

REISELFELD, FREIBURG (NEMČIJA)

Naselje je nastalo na degradiranem območju v 90-tih letih, ko so zgradili prva stanovanja in šole, povezali so se tudi z mestnim javnim prevozom. Naselja so povezali v skupne projekte in zgradili dodatna stanovanja. Prebivalci so zaposleni v samem mestu, v četrti pa je tudi za okoli 1.000 delovnih mest, samo mesto pa je oskrbovano s sončno energijo, hiše so zasnovane z nizko energetske porabo. V četrti je veliko zelenih površin za rekreacijo, strehe so delno zelene. Cilj četrti je, da bi lahko tukaj živelo med 10 in 11 tisoč ljudi v visoko kakovostnih bivalnih pogojih v skladu s sonaravnimi pristopi.

MALMO (ŠVEDSKA)

Tretje največje mesto na Švedskem s preko 300 tisoč prebivalci, ki se je razvilo iz industrijskega mesta v zeleno »pametno« mesto temelji na ohranjanju zraka, tal, vode in biosfere. Obnovili so velike dele mesta, kjer je bila degradacija zaradi nekdanje industrije, sedaj pa so to moderne samooskrbne soseske z vidika energije in hrane. Uporabljajo sončne celice na hišah, dobro izolacijo, souporabo avtomobilov ter javni prevoz, zelene strehe, imajo urejeno recikliranje odpadkov, veliko zelenih površin ter zbiranje deževnice. To naselje spada med najbolj trajnostna mesta na svetu.

HAMMARBY SJOSTAD, STOCKHOLM (ŠVEDSKA)

Naselje deluje na trajnostnem pridobivanju energije ter tudi njeni rabi za predelavo odpadkov, zbirajo tudi deževnico. Promet je zasnovan na javnih prevozih, osebni avtomobili so na sončni pogon. Naselje razvija vse mestne funkcije, ki delujejo na pridelani energiji, večina naselja so stanovanja, veliko pa je tudi zelenih površin.

GWL-TERREIN, AMSTERDAM (NIZOZEMSKA)

Iz tega območja je v preteklosti potekala oskrba s pitno vodo za Amsterdam, v začetku 90-tih so to območje preuredi v stanovanjsko sosesko, ki temelji na neuporabi avtomobilov, saj imajo urejen javni prevoz. Zgradili so 600 stanovanj, v načrtovanje opreme so vključeni sami stanovalci. Uporabljajo le naravne materiale, ki so ekološko učinkoviti, delujejo pa na sončno energijo, poraba vode je tudi omejena, med stanovanjskimi hišami pa so velike zelene površine.

SKUPNE ZNAČILNOSTI TRAJNOSTNIH SOSESK PO EVROPI

- naselja temeljijo na obnovljivih energijskih virih (predvsem sončna energija, sončne celice);
- veliko zelenih površin, tudi zelenih streh;
- uporaba javnega prevoza, souporaba avtomobilov;
- nizko porabne hiše z re-use opremno;
- zbiranje deževnice;
- prebivalci aktivno sodelujejo pri razvoju mesta in
- uspešno recikliranje ter predelava odpadkov za ponovno rabo.

Najbolj pogosta je ponovna rabe vode, ki jo zbirajo kot deževnico in čistijo sivo vodo.

Koristi in slabosti ponovne rabe vode:

+	-
Manjša poraba pitne vode	Dvojni sistem cevovodov
Manjša količina odpadne vode v greznicah in čistilnih napravah	Umestitev zbiralnikov sive vode v prostor
Bogatenje podzemne vode	Upravljanje zajetij/zbiralnikov vode
Ozaveščanje o občutljivosti vodnih virov	Omejen čas shranjevanja sive vode
Bogatenje zgornjih plasti z nutrienti	Poraba energije za ustrezno pripravo sive vode pred ponovno uporabo

Deževnico bi lahko uporabljali tudi za solarne zunanje tuše, ki so vse bolj pogosti z naraščajočimi trendi samooskrbe in urejanjem vrtov tudi v mestih. V mestih bi v obliki parka lahko uredili javne sadovnjake. Nasadili bi sadna drevesa sadno grmičevje in druge oblike sadnih rastlin, ki bi jih lahko vzdrževali s ponovno rabo vode.

Glavna skrb pri ponovni uporabi odpadne vode je možen učinek na okolje ali zdravje ljudi. Študije na to temo so omejene, vendar doslej ni dokumentiranih primerov izbruhov bolezni pri uporabi predelane vode. Po podatkih Agencije za varstvo okolja tveganje za recikliranje odpadne vode kot pitne vode ni večje in je v nekaterih primerih celo manjše od tveganja, ki je prisotno v sedanjih sistemih pitne vode.

PREDLOGI ZA MARIBOR

Glavni trg (Trg Leona Štuklja)

Na Glavnem trgu v Mariboru, kjer je tudi vodometa bi lahko namesto tlakovcev, ki prekrivajo celoten trg uporabili travnate površine za zbiranje deževnice. Deževnica bi se potem lahko uporabila v vodometu. Taka ureditev bi zelo popestrila center mesta, kjer je zelo malo zelenih površin. Deževnico bi lahko uporabili tudi za druge zelene površine v mestu. Hkrati pa bi lahko tlakovan del mesta popestrili še z drevoredom ali travnato površino.

Zelene terase ob Filozofski fakulteti

Filozofska fakulteta v Mariboru je gledano z arhitekturnega vidika terasasto urejena. Če bi statika zgradbe dovoljevala, bi bilo odlično, če bi te terasaste predele namenili zelenim površinam. Seveda bi lahko na nekatere od teras naredili vhod, kjer bi bile zunanje učilnice/ predavalnice. Tako bi fakulteto estetsko popestrili, zelene predavalnice pa so dober način za izvedbo predavanj.

Zeleni tlakovci (parkirišče pred Filozofsko fakulteto)

Pred Filozofsko fakulteto je makadamsko parkirišče, ki sicer služi svojemu namenu, vendar bi lahko makadam in kamenje zamenjali z zelenimi tlakovci. V okolici fakultete so sicer travnate površine, vendar bi to še polepšalo zunanost. Možno bi bilo uporabiti zelene tlakovce pri parkirišču za Športnim centrom, kjer je zdaj asfalt. Ideja je vezana tudi na izobraževalno dejavnost, da bi bodoči učitelji, ki se tod izobražujejo, dobili občutek o pomenu zelenega urejanja mest.

Ponovna raba vode

Mesto bi lahko pristopilo k urejanjem sistemov ponovne rabe na vseh nivojih po zgledu evropskih trajnostnih sosesk.

Študentski predlogi izhajajo iz teoretičnih spoznanj in podpirajo izhodišča, da imamo precej možnosti za ponovno rabo vseh naravnih virov, ne upoštevajo pa lastniških razmer v mestu.



Inovativni predlogi za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor

 Dvignjeni sistemi pridelave hrane imajo večstranski pozitivni učinek.



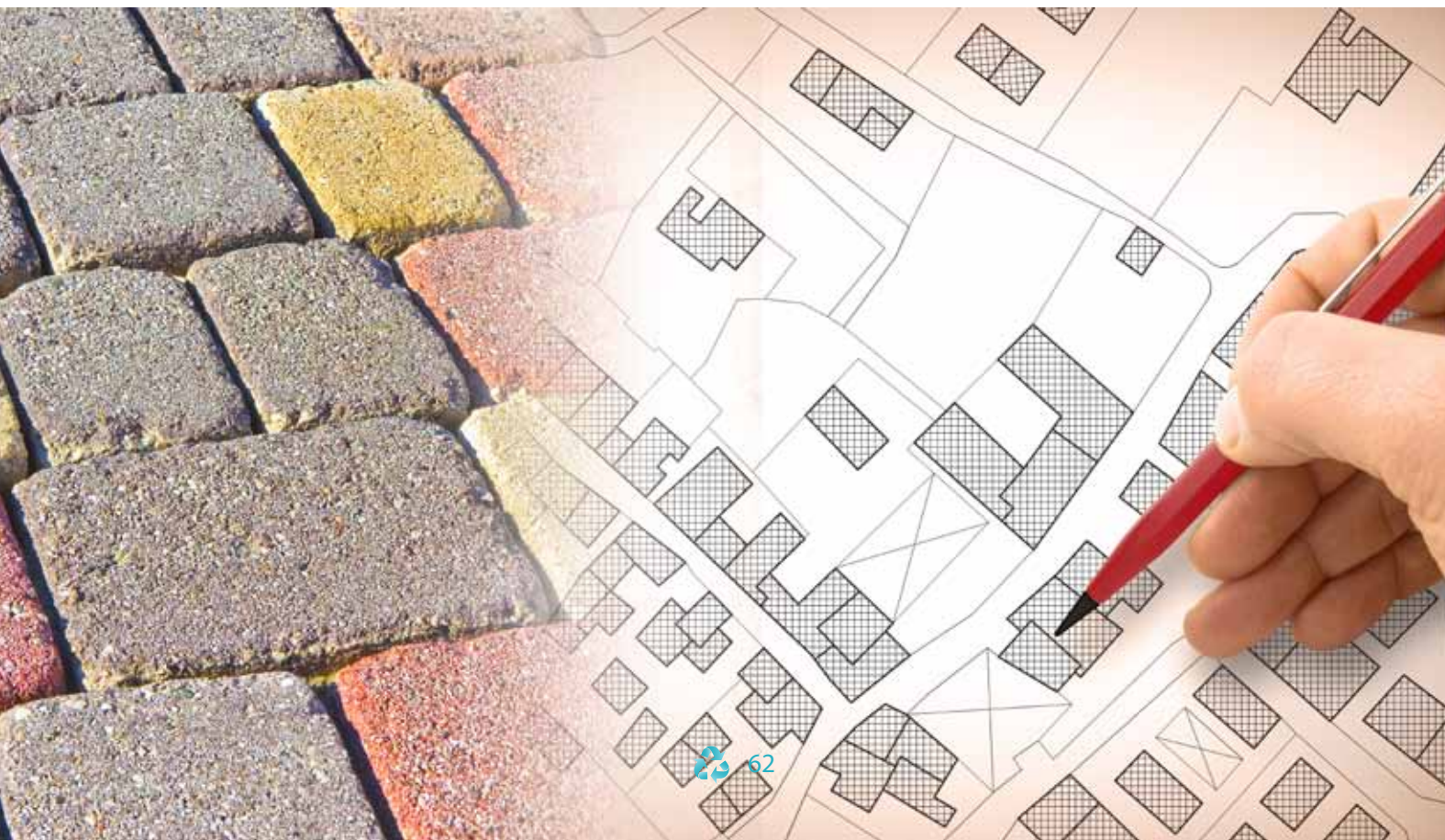
Izsledki iz drugih držav kažejo, da se zaradi potrebe po kroženju vode v urbanih območjih uveljavljajo različne ureditve, s katerimi mesta podpirajo blaženje podnebne krize in istočasno prispevajo k varčevanju z vodo in k boljšemu počutju ljudi.

V nadaljevanju so predstavljeni predlogi, ki pomenijo za Mestno občino Maribor nadgradnjo dosedanjega urejanja mesta, odpirajo pa nove možnosti, s katerimi bi pokazali interes za upoštevanje sedanjih in prihodnjih razmer. Pozitivni učinki tovrstnih ureditev omogočajo krepitev dodatnih dejavnosti v mestu, kot je turistična ponudba, izletništvo, nakupovanje, pa tudi izvajanje storitvenih dejavnosti. Zato bi bilo smiselno na javnih površinah uvesti vsaj nekaj od v nadaljevanju uporabljenih predlogov, saj bi s tem dali občanom in obiskovalcem signal, da je Mestna občina Maribor trajnostno usmerjena. Priložnosti za to je veliko.

Predlog 1: PONIKANJE DEŽEVNICE S PREPUSTNIM BARVNIM TLAKOVANJEM

Mnoge površine v Mestni občini Maribor bi lahko spremenili v prepustne, kar bi imelo ne samo učinek na ponikanje vode, ampak tudi vizualni in vpliv na počutje. V času vročine se popolnoma drugače počutimo na prepustnih površinah, ki so manj vroče. Barvna betonska prepustna tla, imenovana samozapiralna tla, sestavljena na podlagi peska vzdolž ulic, pločnikov, mestnih trgov, tak koncept se pripravi z izbranimi deli mest ali ulic.

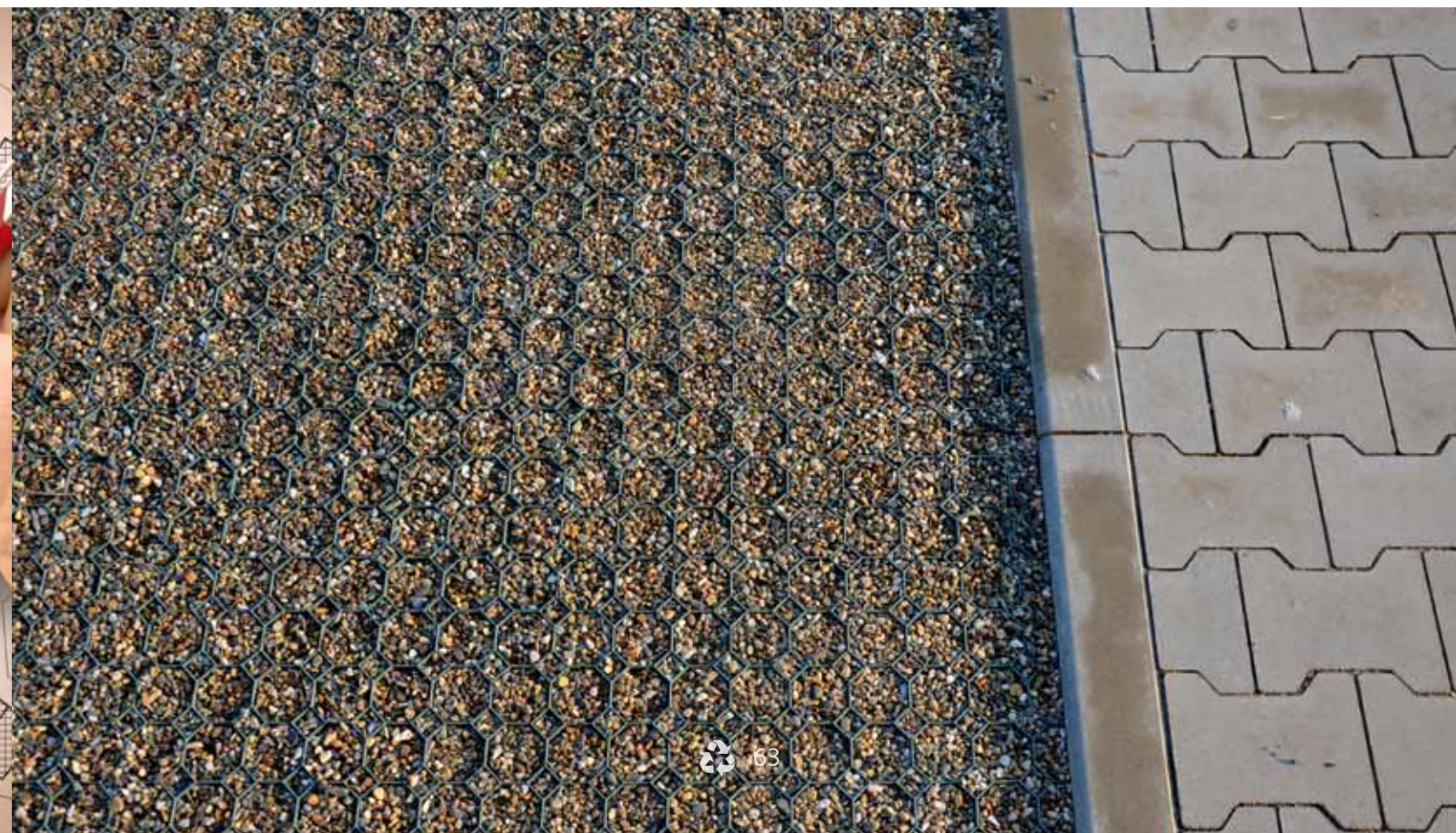
 Barvno tlakovanje vzbuja pozornost in se uporablja za peš cone.



Predlog 2: TRAVNE MREŽE

Travnato tlakovanje omogoča infiltracijo vode neposredno ob neprepustnih površinah. Za utrditev travne površine se položi mreža na tla, kamor se seje trava. Plastično mrežo preraste trava in deluje kot spužvasta površina. Za infiltracijo vode se lahko uporabijo tudi gramozni peski, ki se nasujejo na površino, na primer na območja za parkiranje. Travnne mreže bi lahko uporabili tudi v mestih ob drevesih, da bi le ta dobila padavinsko vodo in da bi s tem zaščitili travno rušo pred poškodbami vozil. Poškodbe zgornje plasti prsti onemogočajo rast rastlinam, zato taka tla ostanejo gola in nimajo visoke infiltracijske moči, saj zbita zemlja nima por, v katere bi lahko vsrkala vodo. Zato je zaščita zgornje plasti tal (prsti) priporočljiva tudi na pohodnih površinah, ki so pogosto izpostavljene fizičnim pritiskom. V Mariboru bi travne mreže uporabili na zemeljskih površinah, ki so neposredno ob asfaltnih ureditvah, da bi lahko voda iz njih ponikala v neposredni bližini in s tem bi zelo zmanjšali obremenitve komunalnih sistemov, saj bi se deževnica vpijala na mestu samem.

 Travnne mreže so zaščita za zgornjo plast prsti.



Predlog 3: BETONSKI ROBNIKI Z ODPRTINO

Ceste so omejene z robniki, ki ploskovno usmerjajo tok padavinske vode, ki pa pogosto ne uspe odtekati in zato zapolni kanalizacijske jarke in poplavi cestišča. Z uporabo robnikov z odprtinami lahko preusmerjamo tok vode na travišča in s tem preprečimo neugodne učinke močnih deževij. Mesto Maribor bi lahko uporabilo tovrstne robnike na območjih, kjer so ceste izpostavljene poplavam, s tem bi zmanjšali učinek poplavne vode in jo preusmerili na bližnja travnata območja in povečali vpijanje vode v tla, kar ugodno vpliva na talni sistem.



 Odpri robniki za usmerjanje deževnice iz cest

Predlog 4: SAMOOSKRBA V MESTU

Balkonska samooskrba na javnih in privatnih površinah bi pomembno vplivala na način življenja v mestu in na mikroklimo. Goji se lahko vsa zelenjava, za korita pa se lahko uporabijo materiali iz ponovne rabe.



 Urbano vrtnarjenje podpira kvaliteto življenja v mestih

Predlog 5: DVIGNJENE GREDE NA DEGRADIRANIH POVRŠINAH

V Mestni občini Maribor znotraj mesta površine, ki bi jih lahko vključili v samooskrbo na način, da bi uporabili pristop dvignjenih gred. Pogosto je zemlja na degradiranih površinah neprimerna za gojenje rastlin, namenjenih za hrano, zato je potrebno ustvariti novo pridelovalno površino v obliki dvignjenih gred. Ker bo prostora v mestu vedno manj, je smiselno vključiti tovrstne površine za samooskrbo, saj so to infiltracijske površine za deževnico, biomasa kot kmetijske rastline pa pripomorejo z zelenim sistemom k čiščenju zraka in ustvarjajo nova bivališča za živali.



 Dvignjeni sistemi pridelave hrane imajo večstranski pozitivni učinek.

Predlog 6: JAVNI ODPRTI VRTOVI

V mestih so bili javni vrtovi v preteklosti običajna praksa, prav tako uporabljajo ta pristop trajnostna mesta. Bistvo javnih vrtov je v koriščenju površin tako za pridelavo kot za druženje in izmenjavo praks in izkušenj. Ti vrtovi imajo tudi etično sporočilo, da na tem svetu posameznik ni edini, ampak da se zaveda, da je potrebno dobrine deliti in omogočiti tudi žuželkam in ptičem ter drugim živim bitjem. Zavedanje upoštevanja skupnosti je pomembno zaradi naraščanja števila ljudi v mestih in pomanjkanja prostorov, kjer se lahko ljudje družijo. Maribor bi s tovrstnimi vrtovi povečal zelene površine za ponovno rabo vode, okrepil biodiverzitetu in socialno družbeno funkcijo. Te vrtove bi umestili ob izobraževalne ustanove, saj bi jim dodali še učno funkcijo in izpostavili odprta učna okolja za vse generacije.



 Javni jedilni vrtovi so odprto učno okolje za vse generacije.

Predlog 7: CVETOČI TRAVNIKI Z BIVALIŠČI ZA INSEKTE

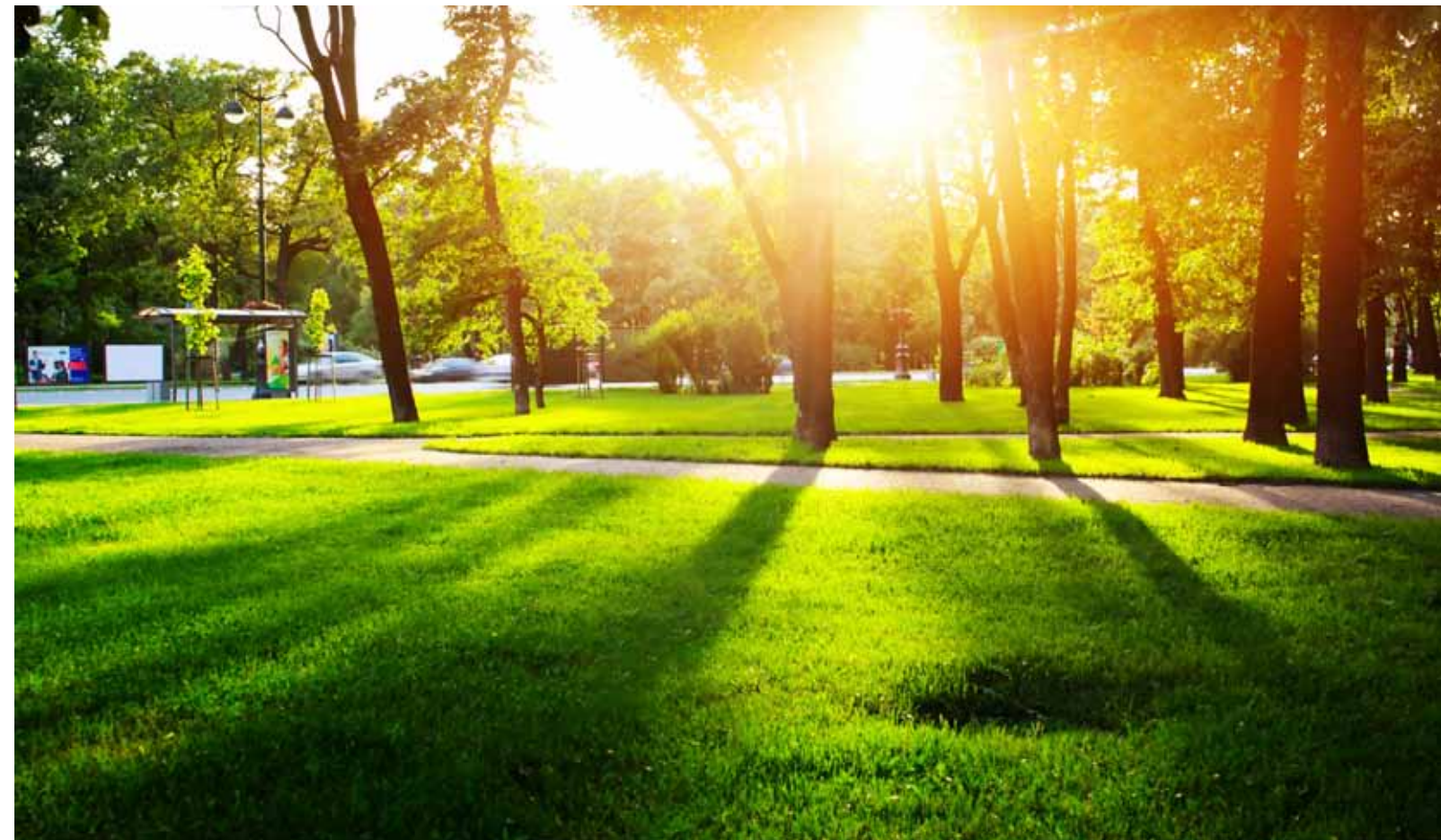
Hotelski šesterokotnik žuželk iz naravnih materialov, kot so les z luknjami, bambusove palice in slamice za boljšo biotsko raznovrstnost v mestu. Postavi se na zelenem travnatem polju s cvetjem in med zgradbami, da na ta način ustvarimo bivanjsko okolje za žuželke. Insekti zelo hitro izumirajo in vse manjša možnost je za naravno opraševanje, zato je pomembna postavitev biodiverzitetnih točk za cvetočih travnikih. Travne površine so spužve znotraj asfaltnih površin in uspešno vsrkavajo vodo, ki se ponovno rabi za krepitev biodiverzitete. Taka območja bi lahko vzpostavili kjerkoli v mestu in zlasti ob izobraževalnih ustanovah, bolnicah in vrtcih.



 Travne površine vpijajo vodo in ugodno vplivajo na biodiverzitetno.

Predlog 8: MESTNI GOZDOVI ZA PONOVO RABO VODE

Maribor že dolgo ni vzpostavil dodatnih gozdnih površin, zato bi ta predlog bil kot prednostni za mesto. Drevesa imajo izredno pomembno vlogo pri zadrževanju vode in njeni ponovni uporabi. Imajo večstranski učinek na naravno in družbeno okolje. Socialni učinki gozdov oz. dreves je že dolgo poznan kot terapevtski učinek. Na desnem bregu Drave ob Pekrskem potoku bi lahko vzpostavili takšne gozdove in s tem povečali trajnostno vrednost tega območja, kjer že potekajo pohodne poti.



 Mestni vrtovi so vpojni sistemi za vodo in njeno izhlapevanje.

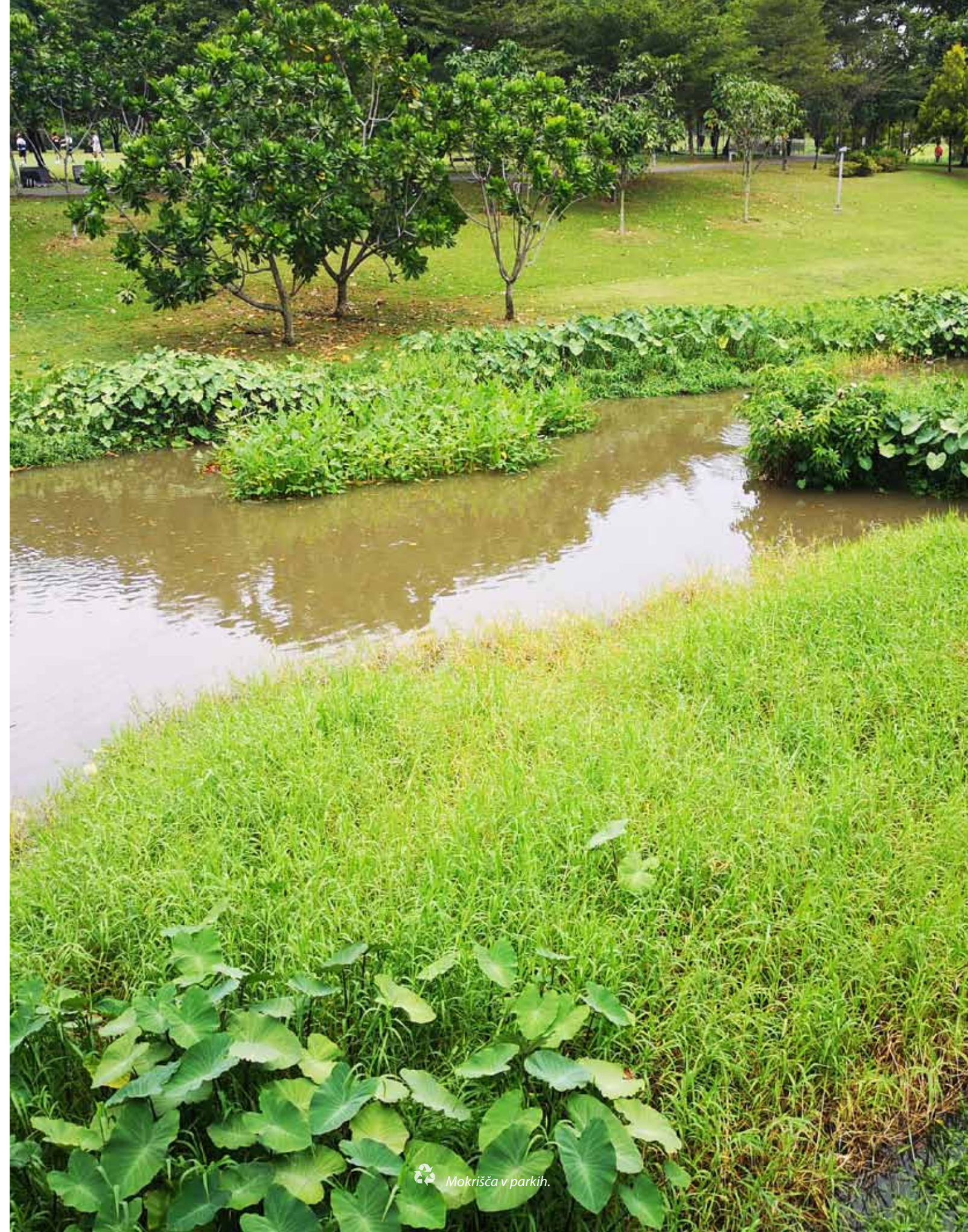
Predlog 9: UMETNA MOKRIŠČA V MESTIH

Zaradi prevlade neprepustnih površin v urbanih območjih je nujno umestiti v mesta čimveč spužvastih površin, ki vpijejo in zadržijo veliko vode. Izhlapevanje vode namreč ugodno vpliva na blaženje podnebnih sprememb in istočasno krepi biodiverzitet.

Mokrišča vplivajo na zadrževanje CO₂, saj je 30 % kopenskega ogljika shranjenega v šotiščih. Vpliv imajo na čiščenje vode, ker odstranjujejo z mikroorganizmi na koreninah rastlin onesnažila. Rastline, ki uspevajo v mlakah imajo nadpovprečno remediacijsko moč, določene rastline kot so šaš, rogoz in trs se uporabljajo v rastlinskih čistilnih napravah za čiščenje odpadne komunalne vode. Pomembna je tudi socialna funkcija mokrišč, saj so to tudi ekosistemi, ki preživljajo ljudi in nadpovprečno prispevajo k prehranjevalnemu krogu na našem planetu. Iz ekosistemskega vidika pa mokrišča omogočajo osnovne storitve na našem planetu kot so proizvodnja kisika, potek fotosinteze, nastajanje humusa in številne druge. Zlasti v urbanih območjih so bila mokrišča zaradi spremembe namembnosti zemljišč uničena, pa tudi zaradi onesnaževanja in izsuševanja tal. Ker je mokrišč vse manj, milijonom živalskih in rastlinskih vrst grozi izumiranje, pri čemer so najbolj ogroženi plazilci, dvoživke, vodne ptice in sesalci. Izgubo vseh teh lahko preprečimo z vzpostavljanjem in obnavljanjem mokrišč, zlasti v urbanih območjih.

Mnoga mesta zaradi pomembnosti zadrževanja vode v urbanih območjih mesta namenjajo površine tudi za ureditev mokrišč. Te vzpostavljajo na čimbolj naraven način z avtohtono vegetacijo. Namreč sredi pozidanih površin imajo vodne površine in zeleni sistemi pomembno vlogo pri uravnavanju lokalne klime.

Mokrišča, ki niso naravnega nastanka zahtevajo redno vzdrževanje in nadzor. Vse to pomeni stroške, zato morajo biti mokrišča zasnovana tako, da predstavljajo čim manjše vzdrževalne stroške. Umetna mokrišča so antropogeni sistemi prečiščevanja odpadnih vod in so sestavljena iz več prečiščevalnih polj, zasajenih z vodnimi rastlinami. Te sisteme imenujemo rastlinske čistilne naprave, ki so namenjene ne le čiščenju odpadnih voda, ampak tudi drugih onesnaženih voda, zlasti v mestih. Naravni vodni zbiralniki so tudi lahko mokrišča, poleg tega da napajajo podtalnico, napajajo tudi vodonosnike, reke in jezera, ali pa obratno – mokrišča se napajajo iz rek in jezer. Mokrišča tudi preprečuje poplave, raziskave kažejo, da je večina poplav v urbanih območjih posledica uničevanja mokrišč, ki so jih nadomestile neprepustne asfaltne površine (npr. ceste in parkirne površine). Mokrišča so kot velike naravne spužve, ki ujamejo površinsko odtekajočo vodo in jih počasi oddajajo, s čimer preprečijo velika nihanja nivoja vode. Blagodejno vplivajo na okoliško mikroklimo: mokrišča z izhlapevanjem vode s površin blažijo sušo in poleti hladijo okolico. So tudi vir dobrin kot so ribe, les, krma in kmetijski pridelki. Imajo nadpovprečno estetsko funkcijo, saj so poleg raznolikosti življenja idealna mesta za opazovanje narave in sprostitve.



Predlog 10: ZBIRANJE VODE ZA NAMAKANJE

Glede na vse večje potrebe po vodi je smiselno na območjih, ki jih je potrebno zalivati, vodo zbirati. Za zbiranje vode obstajajo številni sistemi, od enostavnih do tehnično bolj zahtevnih.

Na območjih neenakomernih padavin in težko dostopnih vodonosnikov se za shranjevanje vode uporabljajo zbiralniki za domače sisteme ali majhna mesta. Namenjeni so shranjevanju deževnice ali površinske vode. V primeru neustrezne javne oskrbe z vodo lahko zbiralniki služijo tudi za gašenje požarov. Z njimi lahko bistveno zmanjšamo porabo pitne vode in tako tudi omogočimo vrnitev vode v naravo, ko je to potrebno.

Za zalivanje vode je smiselno uporabiti kapljične sisteme, saj se ploskovno zalivanje ne obnese zaradi močnega izhlapevanja, ki trdi zemljo in jo dela zbito in neprimerno za vpijanje vode.

Kapljični namakalni sistemi porabijo do polovice manj vode kot običajni namakalni sistemi. Z majhno hitrostjo dovajajo vodo neposredno v korenine rastlin in tako ohranjajo odtekanje in hitrost izhlapevanja vode.



 Kapljično namakanje je pristop varčevanja z vodo.

Predlog 11: VODNE IZGUBE IN VARČEVANJE Z VODO

Vodne izgube so opredeljene kot razlika med vodo, ki se črpa iz vodovodnega sistema in vodo, ki se zaračunava. Izguba vode se pojavi v vsakem sistemu za distribucijo vode v celotni življenjski dobi. Izguba vode povzroča ekonomske in socialne stroške. Do polovica distribuirane vode se izgubi ali nikoli zaračunava zaradi izpustov, slabe infrastrukture, nepravilnega upravljanja tlakov vode, nepravilnega zaračunavanja vode, nepravilnega merjenja vode in uporabe vode preko nezakonite povezave na omrežje.

V urbanih območjih je zato pomembno zmanjšati vodne izgube zaradi ekološkega, higienskega, gospodarskega vidika ter varnosti oskrbe.

Prav tako se uporabljajo naprave in tehnologije za varčevanje z vodo povezane z uporabo glave za tuše z nizkim pretokom, saj se s tem porabi bistveno manj vode.

Kot je razvidno v nadaljevanju obstajajo različne tehnologije za varčevanje z vodo.



 Enostavni sistemi za zbiranje vode.

NAPRAVE IN TEHNOLOGIJE ZA VARČEVANJE Z VODO



Moderna kompostna stranišča so primerna za individualne hiše.

GOSPODINJSKA ODPADNA VODA



Za varčevanje z vodo se uporabljajo številni postopki in naprave, ki omogočajo manjšo izgubo vode. Sem sodijo pipe z nizkim pretokom vode in pipe s mešalnikom, s tem znižujejo porabo vode. Uporaba pip, ki imajo nizki pretok in ki omogočajo mešanje tople in hladne vode bistveno zmanjšuje količino uporabljene vode.

Predlog 12: KOMPOSTNA STRANIŠČA

Kot pomemben ukrep za učinkovito rabo vode se uporabljajo tudi naprave in tehnologije za varčevanje z vodo, povezane s stranišči z dvojnim sistemom splahovanja. S tem se porabi pol manj vode, kar pomeni pomemben prihranek.

Čeprav so kompostna stranišča dokazano najbolj varčni sistem, saj se voda ne uporablja, je še zelo malo tovrstnih pristopov. Težavo predstavlja ljudem fizično delo, povezano z ravnanjem s kompostnim straniščem. Velike rezerve so tudi na področju gospodinjske odpadne vode.

V tem sklopu so predstavljene ureditve za ponovno rabo vode v Mestni občini Maribor, ki ne bi zahtevale večjih posegov v prostor, prav tako ne bi vključevale privatnih zemljišč, ampak bi bile izpeljane na javnih površinah z minimalnimi stroški.



Zaključek

Priča smo vedno večjim pritiskom glede rabe vode zaradi klimatskih sprememb, suš ter večanja prebivalstva in urbanih območij. Vedno več prebivalstva se koncentrira na majhnih območjih, zaradi česar je pitna voda tako prekomerno izrabljena, da njene cene strmo naraščajo, še posebej na južnih delih Evrope ter kmetijskih površinah. Dodatno težavo predstavlja onesnaževanje vod zaradi antropogenih vplivov, zaradi česar so se pojavile pobude za uporabo novih načinov varčevanja ter ponovne rabe vode, kar postaja vedno bolj prisotno v strateških načrtih evropskih držav. Ta koncept ponuja številne ugodnosti: stabilnost zalog pitne vode, trajnostna raba naravnih virov, zmanjšanje črpanja podtalnice, manjša poraba energije ter denarja, zaščita vodnih okolij ipd.

V zadnjih letih se beleži preko tri tisoč projektov v smeri ponovne rabe vode, večino teh poznamo izven Evrope, toda pojavljajo se novi projekti na najbolj kritičnih območjih primanjkovanja vode.

Največje porabe vode so: urbana območja (zalivanje, čiščenje, klime), kmetijstvo (namakanje obdelovalnih površin in nasadov, živinoreja), industrija (pridelava, čiščenje), rekreacija (zalivanje igrišč). Ponovna raba vode naj bi šla ravno v tej smeri uporabe na področjih, kjer ni neposrednega stika z človekom: zalivanje (zelenih površin ter ne pridelovalnih kmetijskih površin), čiščenje ter industrijska raba; toda v praksah posameznih držav se pojavljajo razlike, predvsem je še vedno sporna uporaba vode na področju industrije.

Prakse na tujem so pokazale, da je ponovna raba vode zanesljiv alternativni vir: **reciklirana voda**. To prinaša novi holistični pristop integrirano upravljanje s pomočjo ponovne rabe vode. Ta koncept rešuje tako povpraševanje kot ponudbo pitne vode ter tudi izgubljanje vode na vseh fazah procesa, pri čemer je vse skupaj del širšega koncepta, ti. trajnostnega razvoja.

Alternativni ukrepi primanjkovanja vode so: razvoj vseh neizkoriščenih vodnih virov (tudi razsoljevanje), ponovna raba vode, bolj zanesljivi vodni sistemi, čim manjše izgubljanje vode na prenosih, višanje cen vode in uvoz vode iz sosednjih držav. Med vsemi temi ukrepi je ponovna raba najbolj cenovno ugodna rešitev.

V mediteranskih državah je reciklirana voda že redno uporabljena v kmetijstvu in urbanih območjih. Na primer, v Izraelu reciklirana voda prispeva k ¼ vodnih potreb, delež je večji predvsem na otokih.

Zaradi vse bolj grozečih podnebnih sprememb, naravnih pojavov in problemov s pitno vodo je potrebno začeti z akcijskim pristopom uporabe ERM in tako:

- a) zagotoviti sonaravni razvoj in učinkovito rabo okoljskega kapitala Slovenije z medsektorskim povezovanjem in povezovanjem na državni, regionalni in lokalni ravni;
- b) preventivno in kurativno zaščititi okolje pred naravnimi ujmami in onesnaževanjem z načini, ki so ekonomsko in dolgoročno ustrežnejši ter s stališča prebivalcev sprejemljivejši;
- c) omogočiti vključitev v prednostne trende Evrope in razvoj novih metod ERM;

- d) pomagati Vladi Republike Slovenije pri uresničevanju strategij in strateških dokumentov, zlasti Strategije razvoja Slovenije;
- e) z ekoremediacijskimi tehnološkimi pristopi vzpostaviti in zagotoviti dobro ekološko stanje v Sloveniji in se prilagoditi na podnebne spremembe;
- f) izvajati podporne ukrepe za postopno zagotavljanje trajnostnega razvoja z obveščanjem, ozaveščanjem in vključevanjem javnosti ter lokalnih skupnosti (občin, razvojnih regij, prihodnjih pokrajin) pri oblikovanju okoljskih politik in v posameznih fazah okoljskega odločanja.

Z industrijskim razvojem, urbanizacijo, naraščanjem števila prebivalcev in negativnimi vplivi, ki jih s tem imamo na okolje, se je začela prebujati zavest o pomenu in veliki vrednosti vseh oblik življenja. Zavedati smo se začeli, da neodgovorno ravnanje človeka ogroža celoten planet oziroma da je prihodnost Zemlje v naših rokah. Jasno postaja, da onesnaževanje nima meja in da gre za globalni problem. Jasno so se pokazale potrebe po zagotavljanju okoljske pravičnosti in socialne nepristranskosti ter potrebe po spremembi našega potrošniškega življenjskega sloga. Sprejeta je bila ideja o potrebi po trajnostnem razvoju, torej prehod od miselnosti uničevanja in izkoriščanja narave za potrebe človeka k miselnosti, ki privzgaja potrebo po dolgoročni zaščiti okolja in s tem njegovih prebivalcev. Tako smo se znašli v fazi, ko se moramo vprašati, ali naj z dosedanjo prakso nadaljujemo in ali so na voljo novi pristopi, ki bi nam omogočali obnovo življenjskih funkcij narave, od katerih smo odvisni. Uporaba okoljskih tehnologij je temeljila na osnovi naprav in postopkov preprečevanja in odstranjevanja nastalih emisij. Ukrepi so se pokazali za nezadostne, saj mnogokrat ob rešitvi enega problema ustvarimo drugje novega (na primer prerazporeditev onesnaženja iz enega medija v drug medij ali tvorba nove vrste emisij ob odstranjevanju prve. Različne spremembe v političnih odločitvah, nove zakonodaje in izvedbene prakse, ki se pojavljajo znotraj in zunaj okoljskih in inženirskih krogov, nam kažejo, da počasi prihaja do sprememb in razumnega upoštevanja celovitih ekoloških odnosov.

Gospodarjenje z okoljem v 21. stoletju upošteva kompleksnejše odnose. Gospodarjenje z okoljem je danes širše zastavljeno in vključuje uporabo okoljskih tehnologij, ki vključujejo tehnološke postopke odstranjevanja in preprečevanja nastalih emisij, čistih tehnologij, ki preprečujejo nastajanje onesnaževal v toku proizvodnega procesa in promovirajo uporabo novih čistejših in obnovljivih materialov in virov ter ekološki inženiring za obnovo ekosistemov.

Vloga, obveze in odgovornosti okoljskih inženirjev, ekotehnologov in vseh drugih, ki se ukvarjajo s posegi v okolje, se tako danes spreminja. Njihovo poslanstvo, ki je bilo prej fragmentirano na posamezne medije (na primer trdne odpadke in odpadno vodo posameznega industrijskega objekta) z namenom varovanja javnega zdravja, varnosti in človekove blaginje, zahteva danes celovit pristop k upravljanju z vplivi, ki je osredotočen na zaščito in ohranjanje celotnega okolja. Tranzicija v tehnološkem razvoju in praksah gre torej v smeri:

- uporabe tehnologij, ki posnemajo naravne procese,
- tehnologij, ki ohranjajo naravne vire in energijo,
- promoviranja vzdržnosti v smislu rabe dobrin in posegov v okolje,

- ohranjanja krhkega ravnotežja ekosistemov,
- socialne in etične sprejemljivosti ter
- ekonomske vzdržnosti in vsesplošne koristi.

Razvoj znanosti nas je namreč pripeljal do spoznanj o izjemni kompleksnosti procesov in odnosov v naravnem okolju. Pred reševanjem posameznega problema oziroma pred uvajanjem novega posega v prostor je tako potrebno poznati celotne razsežnosti narave problema. Pri iskanju najoptimalnejših rešitev za posamezni problem je zato potrebno upoštevati ekonomsko, tehnološko in ekološko stališče (M. Zupančič Justin, 2011).

Ekoremediacije kot rešitev kompleksnih problemov

Razvojni problem	Vsebina cilja	Ekoremediacije
prekomerno onesnaževanje vodnih virov	izboljšanje in ohranjanje kakovosti vodnih virov	• zmanjšanje porabe vode v dejavnostih in gospodinjstvih • ustrezno čiščenje odpadnih voda • večnamembnost vodnih virov • zadrževanje vode in preprečevanje poplav • ohranjanje biotske raznovrstnosti
upravljanje z vodami v pogojih klimatskih sprememb	zmanjšanje posledic škodljivega delovanja voda in pomanjkanja vode	• sonaravna sanacija ogroženih območij zaradi poplav in plazov • izboljšanje poplavne varnosti • izboljšanje vodne oskrbe na vodooskrbnih območjih
velike količine odpadkov, negativne snovne in okoljske posledice	zmanjšanje obremenjevanja okolja s komunalnimi odpadki	• regionalni sistemi Limnotop kot model okoljske sanacije odlagališč
povečevanje prometnega obremenjevanja okolja	umiritev prometnih pritiskov na okolje	• priprava operativnega programa sonaravnega varstva pred hrupom in prometom
trajnostno upravljanje z naravnimi viri v kmetijstvu in gozdarstvu	ohranjanje visoke stopnje varnosti hrane zaradi nadzora nad upravljanjem z naravnimi viri	• pomoč pri razvoju kmetijstva v smeri integrirane pridelave • dosledno uveljavljanje okoljskih meril pri pridelavi hrane
zmanjševanje pokrajinske in biotske raznovrstnosti	ohranjanje pokrajinske in biotske raznovrstnosti	• varovanje narave s sonaravnimi metodami • nosilnosti okolja in biotski pestrosti prilagojene dejavnosti

Razvojni problem	Vsebina cilja	Ekoremediacije
velika degradacija okolja v večplastno onesnaženih širših območjih	odprava kritičnega onesnaževanja okolja v večplastno onesnaženih širših kritično onesnaženih lokalnih območjih	• sonaravni ukrepi zmanjševanja kritičnega obremenjevanja sestavin okolja • izdelava regionalnih in občinskih programov sonaravnega varstva okolja ter regionalnih bilanc naravnih in drugih varovalno in razvojno pomembnih virov • okoljska sanacija in uvajanje razvojnih ali varovalnih funkcij zlasti v opuščenih in degradiranih območjih
premajhna integracija okoljevarstvenih zahtev v sektorske politike in potrošniške vzorce	povečanje integracije okoljevarstvenih zahtev v sektorske politike in potrošniške vzorce	• internacionalizacija okoljskih stroškov v cenah proizvodov in storitev • promocija ekoloških izdelkov, varčevanje z energijo in pridobivanje nove • sofinanciranje podjetniških projektov proizvodnje ekoloških izdelkov in storitev ter promocija že obstoječih izdelkov in storitev
nizka stopnja socialnega kapitala onemogoča razmah timskega in projektnega dela ter mrežno organiziranost	spodbujanje vrednot, potrebnih za projektne, timske in mrežne oblike organiziranosti	• spodbujanje timskega dela in projektnih skupin na različnih področjih varstva okolja • oblikovanje ukrepov za spodbujanje timskega dela in projektnega managementa za sonaravni razvoj lokalnih okolij

S pravilnim načrtovanjem in upoštevanjem narave lahko dosežemo posamezen zastavljeni cilj, kot je na primer očiščenje odpadne vode. To pravzaprav lahko dosežemo tudi z uporabo tradicionalnih pristopov na področju preprečevanja in odstranjevanja onesnaženja. Za razliko od tradicionalnih pristopov pa nam ekoremediacijski pristop vedno ponudi širši nabor storitev, kot tudi dobrin. Gre torej za celoten spekter storitev ekosistemov in njihovih komponent (voda, tla, hranila, mineralne komponente in organizmi), na katerih temelji naš obstoj.

Širok nabor ekosistemskih storitev je mogoče opredeliti na različne načine. V *Poročilu o stanju ekosistemov na prelomu tisočletja* (Millennium Ecosystem Assessment) iz leta 2005 lahko najdemo celovit pregled ekosistemskih storitev, ki jih razvršča 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** Poročilo uvršča 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 pri uravnavanju kakovosti vode, zraka in tal (zmožnost čiščenja vode, zraka in tal – samočistilna sposobnost), vpliva na klimo (na primer vezava CO₂ v rastlinah, vpliv na vlažnost zraka ...), vloge pri zmanjševanju erozije, širjenju bolezni, omogočanju oprasovanja in vpliva na naravne nevarnosti (uravnavanje suše, poplav, vetra ...).

Zadnjo kategorijo predstavljajo **kulturne storitve** ekosistemov. Gre za nematerialne koristi, ki izhajajo iz pokrajinske vrednosti ekosistemov: rekreacija, estetska izkušnja, duhovna obogatitev, izobraževalna funkcija. Z ekosistemskim pristopom reševanja posameznega okoljskega problema tako vedno vpletemo celotne ekosistemske funkcije in dosežemo še druge ekosistemske storitve. Kot primer lahko izpostavimo preprečevanje erozije tal na golih njivskih površinah z zasaditvijo grmovnih in drevesnih vrst v obliki mejic. Z zasaditvijo rastlin se bo močno zmanjšala jakost vetra in s tem iznos prašnih delcev z njivskih površin. To bi lahko dosegli tudi s postavitvijo kakršne koli ograje zadostne višine. Ekoremediacijski ukrep pa v tem primeru nudi še vse ostale ekosistemske storitve, zgoraj našteje v podporni, oskrbovalni, regulatorni in kulturni kategoriji storitev ekosistemov.

Možnosti uporabe ERM za ohranjanje zdravega stanja ekosistemov so lahko zelo široke. V posameznih primerih potrebujemo le manjši začetni poseg človeka, da dosežemo želeni cilj in glavnino delovanja prepustimo naravi sami. Tak primer je denimo ponovna vzpostavitev mokrišča, ko je dovolj, da preprečimo povezave z drenažnimi sistemi za aktivno odcejanje vode. V drugih primerih pa so potrebni že posamezni inženirski posegi, kot je na primer dovod električne energije za prečrpavanje vode, ter vključevanje znanj in spretnosti, ki jih poznamo na področjih gozdarstva, ribištva, kmetijstva itd.

Glede na delovanje in namen uporabe ERM lahko opredelimo pet glavnih kategorij:

1. uporaba ekosistemov za zmanjšanje ali rešitev problema onesnaženja;
2. gradnja nadomestnih ekosistemov – ponovna vzpostavitev ekosistemov (njihovo imitiranje ali ustvarjanje kopij), ko gre za zmanjševanje ali reševanje problemov po njihovi odstranitvi iz okolja;
3. pomoč pri obnovi ekosistemov po večjih motnjah ali degradaciji;

4. sprememba obstoječih ekosistemov z upoštevanjem ekoloških vidikov za rešitev posameznega okoljskega problema;
5. uporaba ekosistemov v korist človeku, ne da bi s tem porušili ekološko ravnotežje.

V mnogih primerih se izkazuje potreba po vzpostavitvi ali popolni obnovi naravnega ekosistema za rešitev problema onesnaženja ali izgubljenega vira v smislu izgub ekosistemov zaradi gradnje cest ali objektov, izvajanja golosekov itd. Izgradnja nadomestnih mokrišč je tako danes obvezni del omilitvenih ukrepov v primeru pozidave zemljišč na mestih s pestro strukturo habitatov in biodiverzitet. Stabilnost ekosistema pomeni prožnost ekosistema, da se povrne v prvotno stanje po motnjah ali večjih zunanjih vplivih, oziroma sposobnost ekosistema za kljubovanje spremembam ob prisotnosti motenj mokrišča. Kljub vsemu pa možnost vzpostavitve nadomestnega ekosistema ne sme biti izgovor za uničevanje mokrišč in pozidave na prvovrstnih kmetijskih zemljiščih. Poseg gradnje je lahko sprejemljiv, če ni drugih alternativ in če je v nadomestnem mokrišču resnično možno vzpostaviti prej obstoječi hidrološki režim z enakimi okoljskimi razmerami za vzpostavitev prvotnih habitatov.

Pri izgradnji nadomestnih mokrišč moramo upoštevati naslednja načela:

- dobro poznavanje ekologije mokrišča in njegovih principov (hidrologija, biogeokemija, prilagoditve, sukcesije);
- načrtovanje sistema z minimalnim vzdrževanjem in zanašanje na samoizgradnjo sistema;
- načrtovanje sistemov, ki uporabljajo naravno energijo (potencialna energija vodotoka, gravitacija);
- načrtovanje sistema z večnamensko funkcijo;
- sistem potrebuje svoj čas za vzpostavitev;
- načrtovanje sistema za funkcijo in ne zgolj izgled;
- čim manj inženirskih posegov s pravokotnimi oblikami bazenov, mrežasto strukturo in simetričnimi morfologijami;
- izogibanje vnosom vrst, ki jih sistem ne podpira.

Pomembno vlogo ima tudi ponovna vzpostavitev gozda na območjih golosekov kot posledic neprimerne sečnje pri izkoriščanju lesa ali za namene pridobivanja kmetijskih površin.

Nenadzorovano širjenje in vnos tujerodnih živalskih vrst lahko povzročita hude motnje v delovanju ekosistema. Tak primer je denimo, ko tujerodna vrsta izpodrine določeno avtohtono vrsto in s tem spremeni celotno strukturo prehranjevalne verige oziroma povzroči izumrtje še drugih vrst. V primeru kopenskih ekosistemov lahko to rešujemo z na primer selektivno sečnjo tujerodne rastlinske vrste, ki ovira rast avtohtonih rastlinskih vrst. Enako velja tudi za izlov določenih tujerodnih živalskih vrst, ki izpodrivajo avtohtone vrste.

Uspešni so bili tudi primeri biomanipulacije oziroma vnosa posameznih živalskih vrst v vodni ekosistem za izboljšanje kakovosti vode. Primer tega je vnos predatorskih rib, ki se hranijo z ribami, katerih hrana je zooplankton (drobne planktonske živali), v vodno telo. To vodi v večjo razširjenost zooplanktona, ki zato odstrani večji delež alg. Z odstranitvijo alg pa se zmanjšajo motnost vode ter znaki ekoloških procesov in odnosov.

Če sklenemo, lahko identificiramo precej sistemov za celostno upravljanje z vodami:

- Ohranjanje mokrišč in vegetacijski pasovi v suburbanih in ruralnih območjih
- Bioretencijski jarki (Radvanjski potok, Pekrski potok)
- Deževni vrtovi
- Zelene fasade
- Zelene stene
- Zelene strehe
- Dvignjene pešpoti
- Prepustni tlakovci
- Filtracijska drevesna koriti
- Zeleni parkingi
- Deževni park
- Zbiralniki za deževnico
- Rastlinske čistilne naprave
- Žepni parki
- Premične pridelovalne visoke grede
- Hidroponika in akvaponika z deževnico na degradiranih območjih

Družbeni ukrepi:

- Ozelenitev starih industrijskih con (Tezno, Studenci, Melje)
- Povezovanje s centri ponovne uporabe, društvi
- Uporaba očiščene odpadne vode za čiščenje ulic, zalivanje javnih površin
- Uporaba odpadnega blata za energetske rastline
- Zbiranje deževnice za skupnostne vrtove, urbane grede
- Občinski center za okoljsko informiranje
- Kampanja za vodno varčen življenjski slog
- Maraton za ozaveščanje
- Čistilne akcije
- Šolski vrtovi

- Potujoča vodna razstava po šolah
- Ustanovitev društva za vodne aktivnosti
- Kartiranje, monitoring vegetacije, poplav, toplotnega otoka z daljinskim zaznavanjem
- Javna interaktivna karta za občane, ki želijo intenzivne, ekstenzivne zelene strehe
- Demonstracijsko-raziskovalna zelena streha na javni zgradbi
- Javni spletni in fizični forum za zelene strehe
- Mobilna aplikacija za prikaz količine padavin, ki pade na določeno lokacijo in potencialov za zadrževanje vode



*Naj bo Maribor trajnostno in družbeno odgovorno mesto
z ugodnimi pogoji življenja za vse generacije.*



Inštitut za promocijo varstva okolja



MESTNA OBČINA MARIBOR