

# MODRO-ZELENA INFRASTRUKTURA

Načrtovanje in umeščanje v prostor



UNIVERZA  
V LJUBLJANI



NAČRT ZA  
OKREVANJE  
IN ODORNOST



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,  
ZNANOST IN INOVACIJE



Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU



# VODARSKI POGLED NA MODRO-ZELENO INFRASTRUKTURO PRI NAČRTOVANJU URBANEGA PROSTORA

*doc. dr. Darja Istenič*

*asist. dr. Matej Radinja*

*izr. prof. dr. Nataša Atanasova*



UNIVERZA  
V LJUBLJANI



NAČRT ZA  
OKREVANJE  
IN ODPORNOST



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,  
ZNANOST IN INOVACIJE



Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU

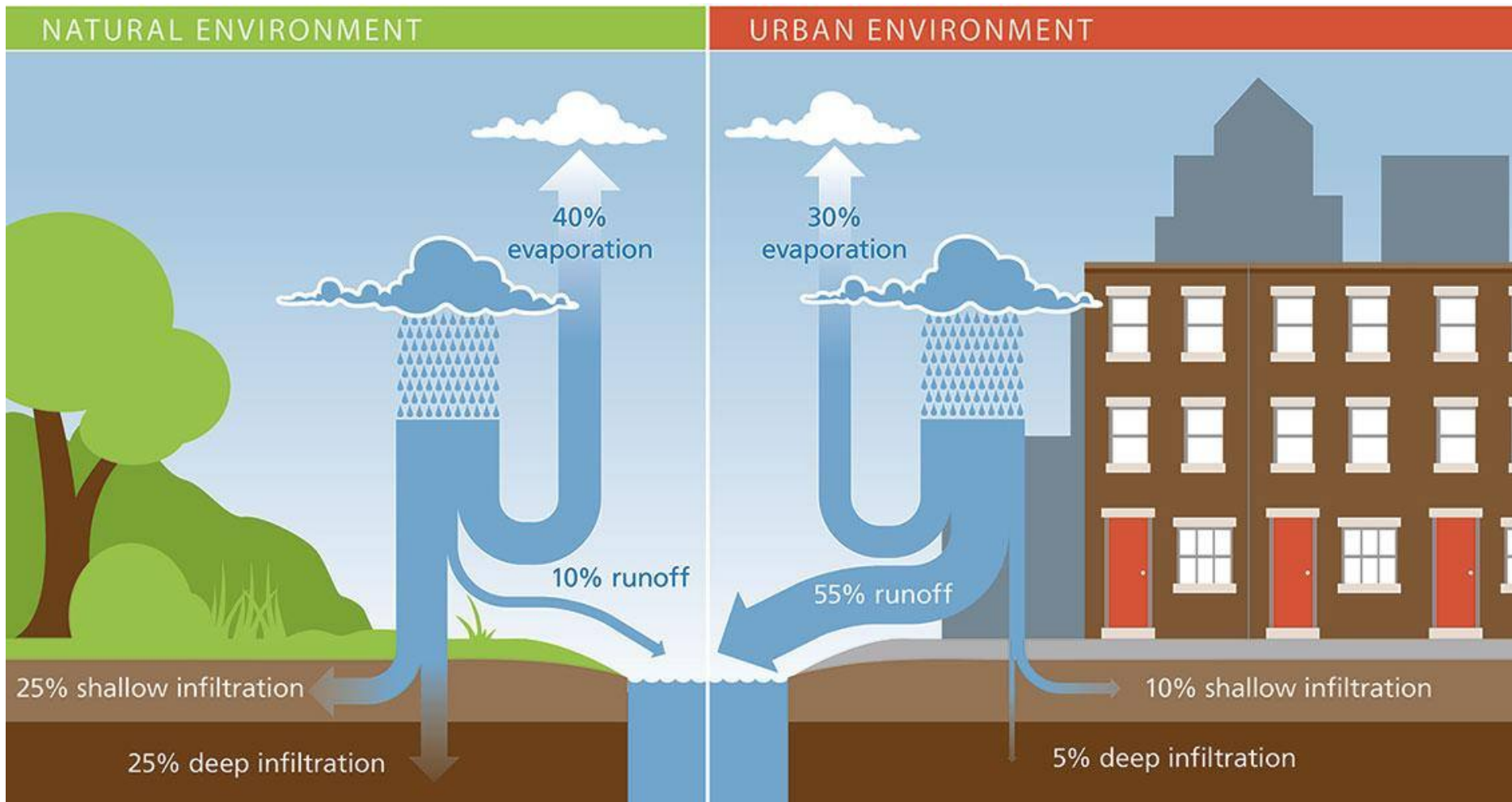
01 Urbana odvodnja

02 Funkcije MZI

03 Tečaj o MZI

04 Primer deževnih vrtov na UL FGG

# 01 Urbana odvodnja



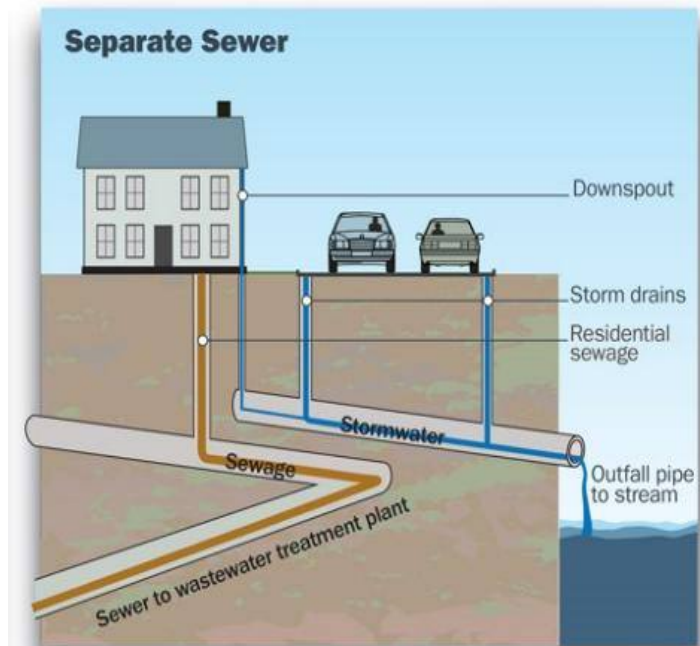
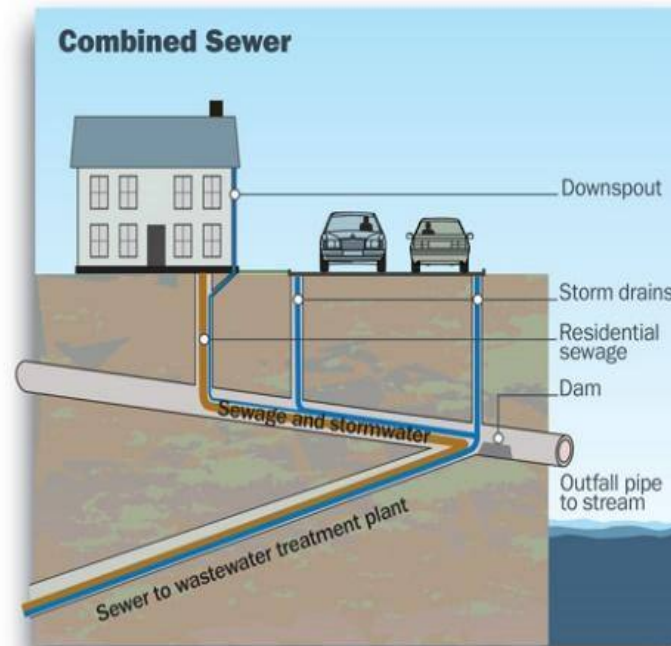
Posledice:

- Hitrejši odtok vode iz pokrajine
- Onesnaževanje voda
- Fizična degradacija sprejemnih vodnih teles (erozija, odlaganje sedimentov)

Vpliv urbanizacije na vodni krog. Vir: City of Detroit Water and Sewerage department

# Kanalizacijski sistem

- a) Mešan → prelivni iz razbremenilnikov
- b) Ločen → iztok v okolje
- c) Modro-zelena infrastruktura

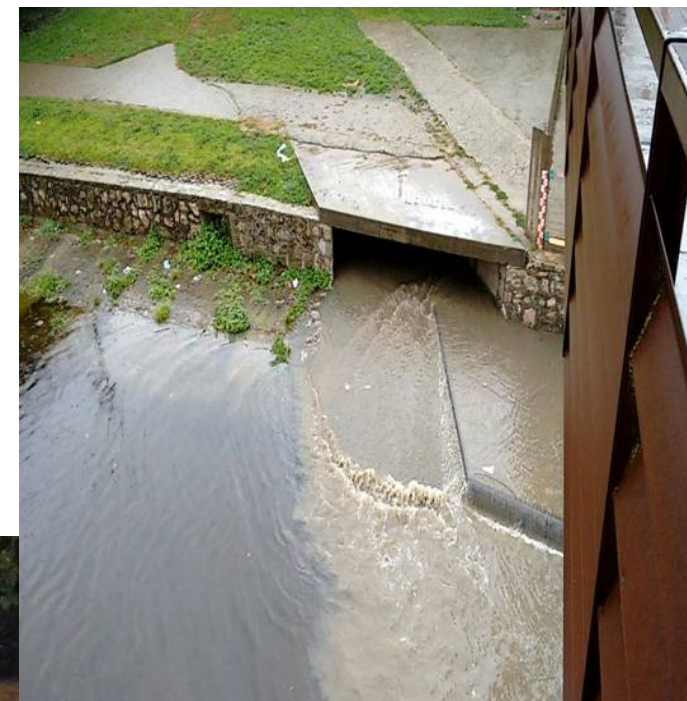


## Ekstremni dogodki

- Padavinske poplave
- Prelevi iz razbremenilnikov mešane kanalizacije → onesnaževanje



Foto: M. Radinja, 2021



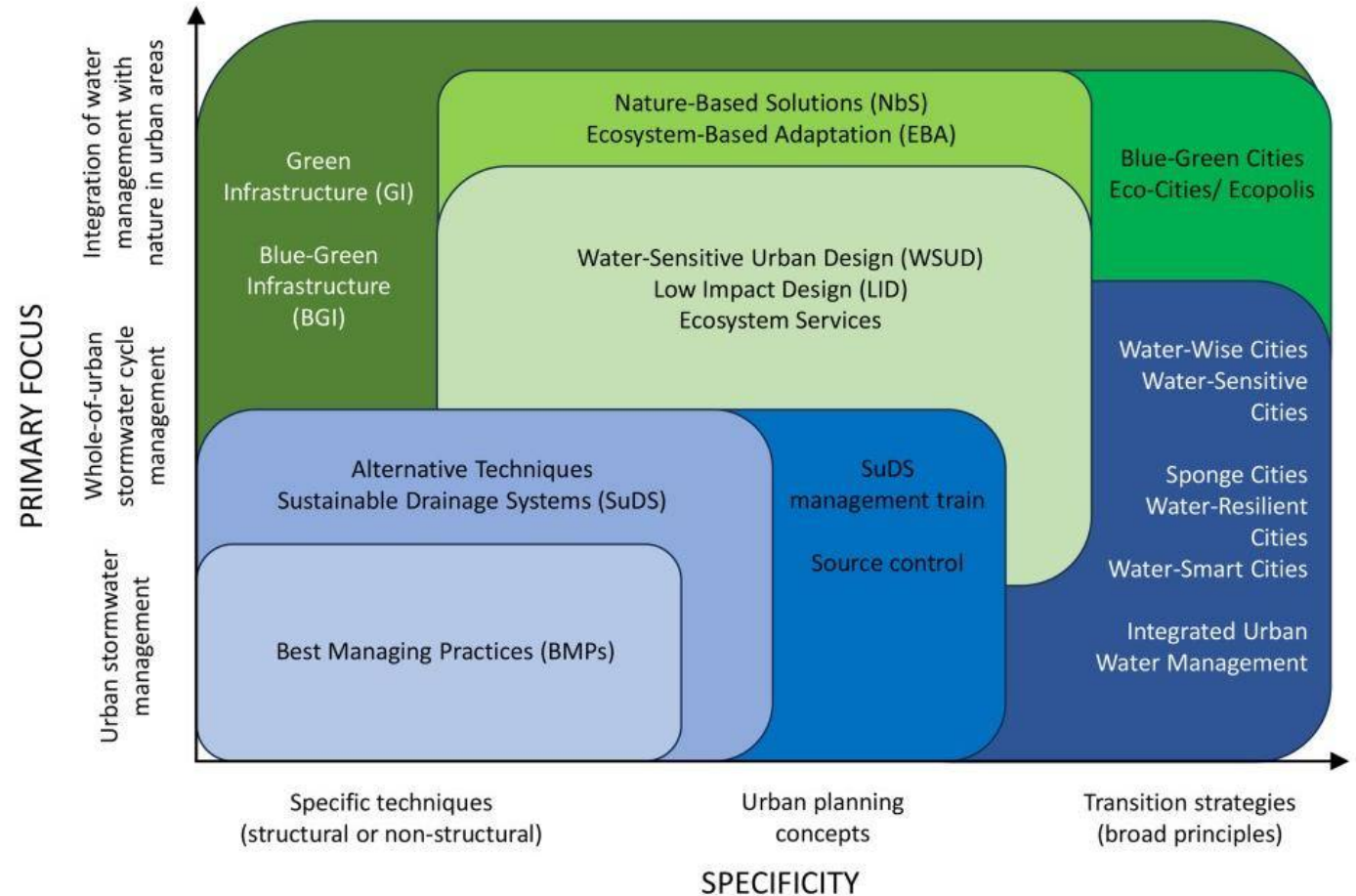
# 02 Funkcije MZI

## MZI definicija

- Modro-zelena infrastrukturo lahko opredelimo kot **naravne in polnaravne (od tod zelena)** decentralizirane sisteme, namenjene upravljanju s **padavinskimi vodami (od tod modra)** v mestih, ki hkrati opravljajo širok nabor ekosistemskih storitev.
- Njihova osnovna filozofija je posnemanje naravnih hidroloških procesov (t.j. zadrževanje, infiltracija, evapo(transpi)racija), katerih cilj je poskrbeti za padavinsko vodo na mestu nastanka ter preprečiti mešanje čiste padavinske vode s sanitarno vodo.



Photo: D. Istenič



Source: Fletcher et al., 2014

## Zelena streha

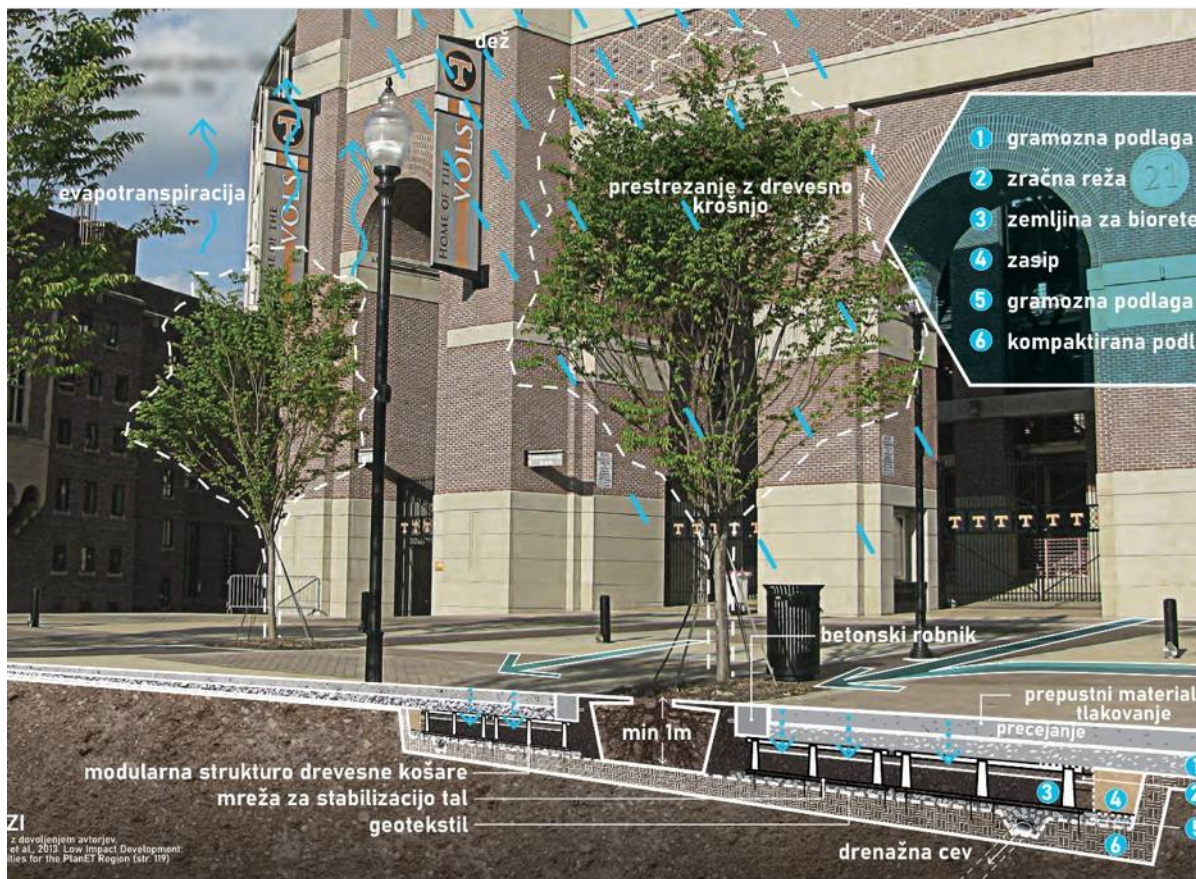


Source: IMZI – Inštitut za modro-zelena infrastrukturo, 2024

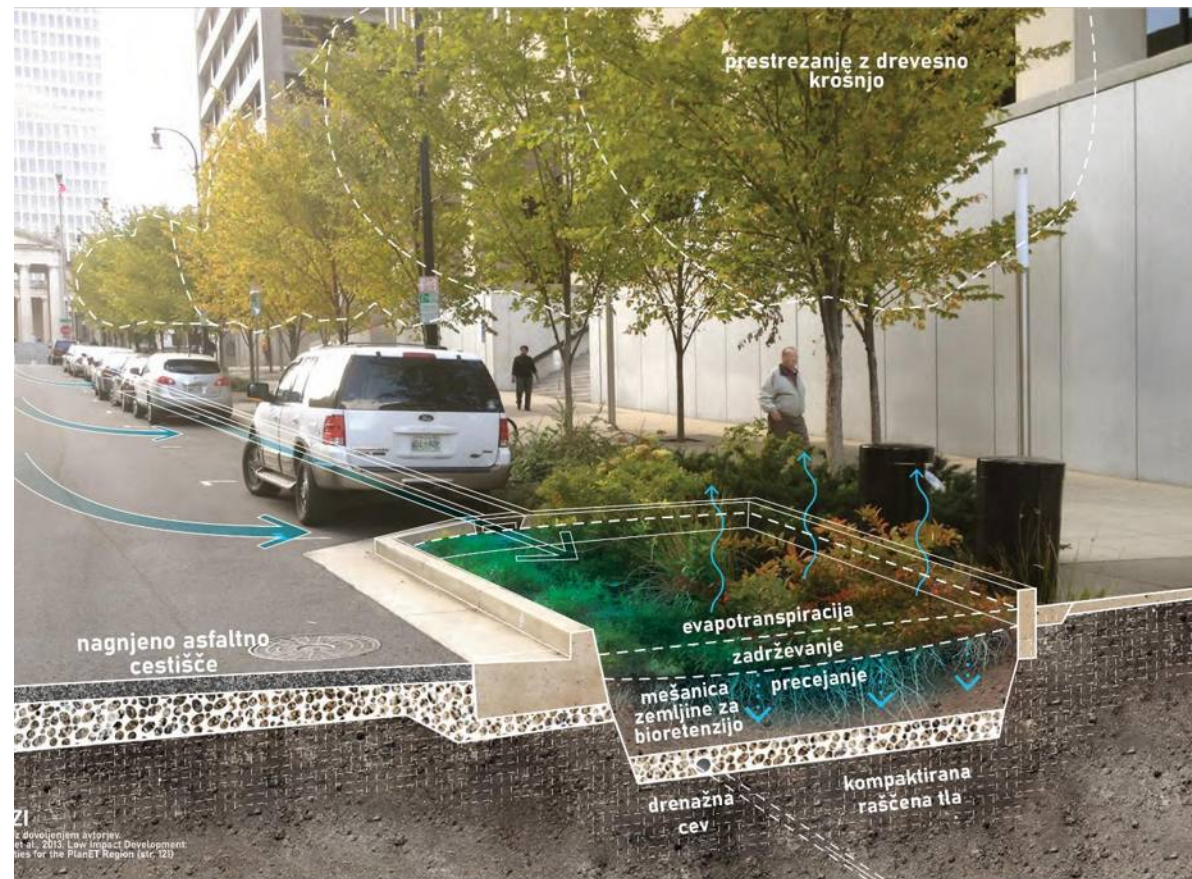
## Prepustni tlaki



## Drevo z drevesno košaro

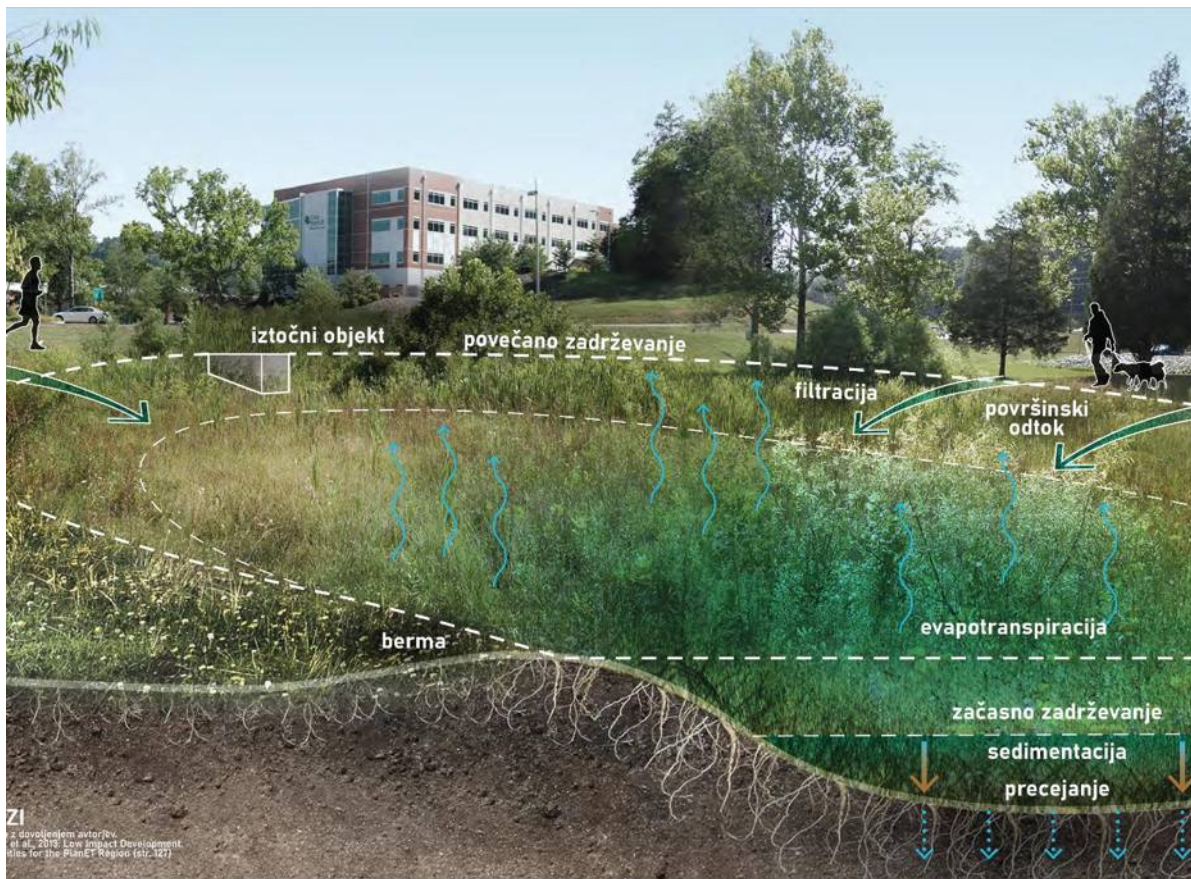


## Bioretenzijska enota



Source: IMZI – Inštitut za modro-zelena infrastrukturo, 2024

## Suhi zadrževalnik / zadrževalna kotanja



Source: IMZI – Inštitut za modro-zelena infrastrukturo, 2024

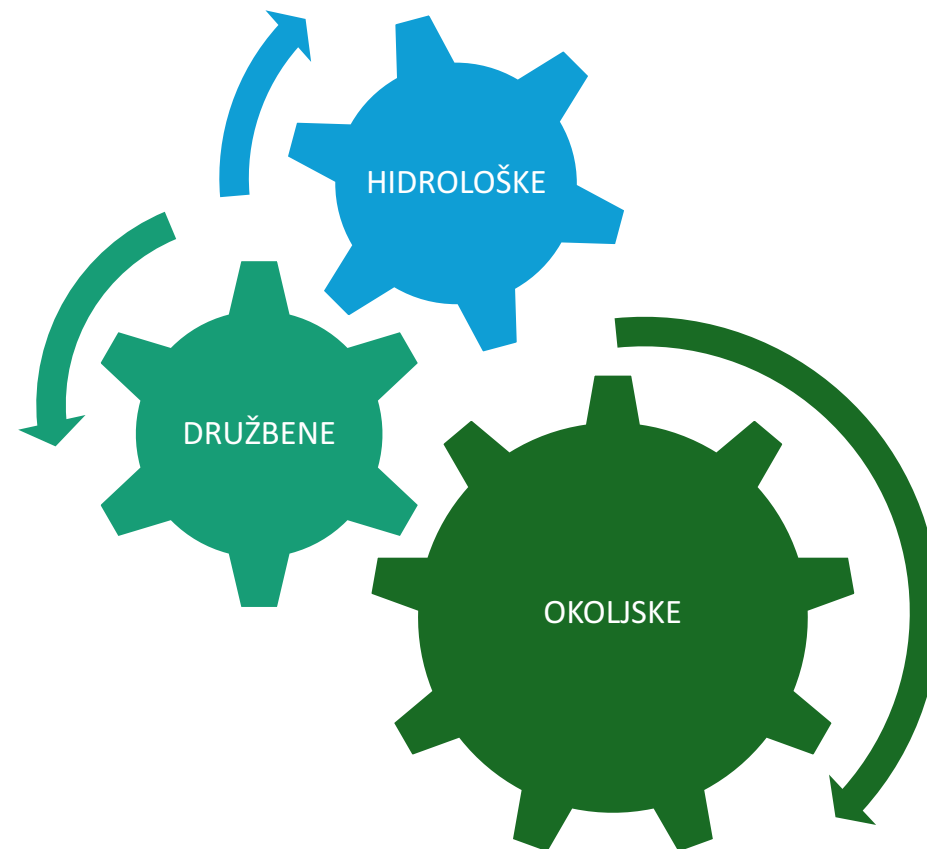
## Mokri zadrževalnik





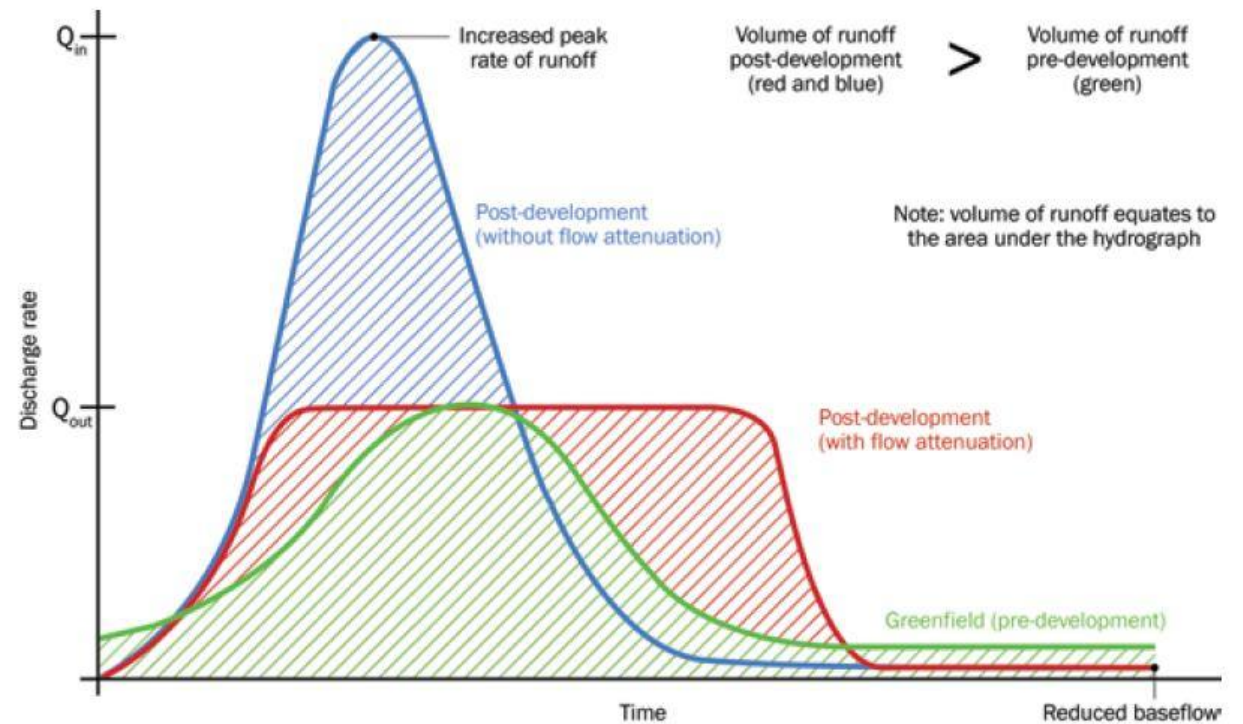
## MZI je večnamenska

- Hidrološke, okoljske in družbene funkcije se prepletajo
    - Sinergije in kompeticije
  - Različne klasifikacije in poimenovanja večnamenskih funkcij
    - Hidrološke / okoljske / družbene
    - Podporne / oskrbovalne / regulatorne / kulturne ekosistemske storitve
- Pri načrtovanju in umeščanju MZI moramo prepoznati medsebojno povezanost med funkcijami, vzpostaviti čim večjo sinergijo ter zmanjšati kompromise.



## Hidrološke funkcije

- Zmanjševanje pretoka
- Zmanjševanje poplavne ogroženosti
- Varovanje naravnih režimov pretoka
  - Ohranjanje morfologije in ekologije rek, jezer, potokov
- Varovanje kakovosti površinskih in podzemnih voda
- Obnavljanje zalog podtalnice
- Alternativni vir vode



Source: CIRIA, SuDS manual, 2015

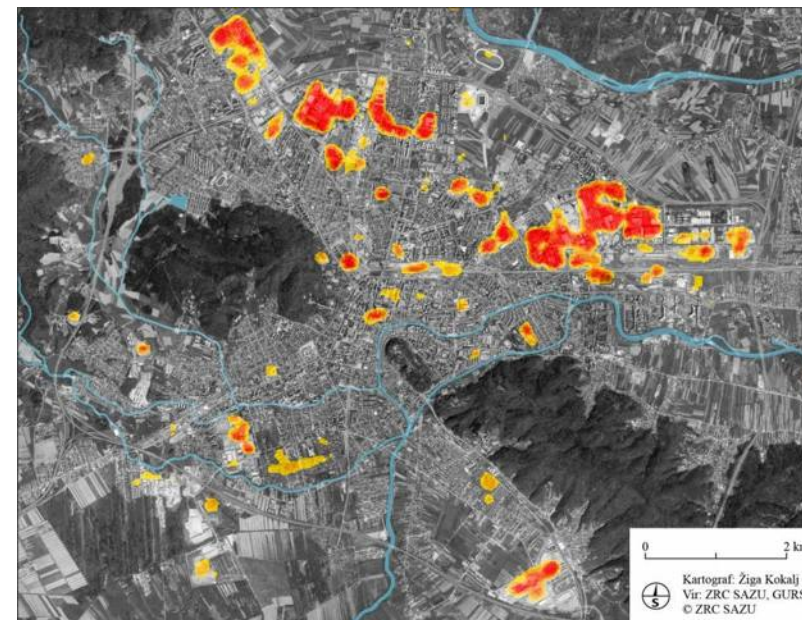
# Okoljske funkcije

## 1. Blaženje toplotnega otoka



Urbana drevesa zagotavljajo senco v Subotici, Srbija

Blaženje toplotnega otoka ni možno brez vode!



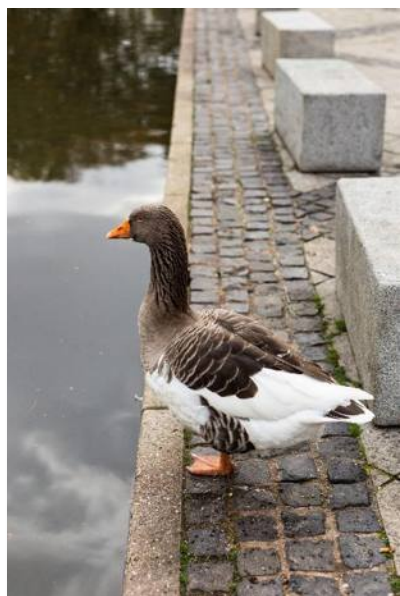
Pod črto: Vročinski valovi: globalno segrevanje ogroža več 100.000 Slovencev

- MZI lahko vpliva na zračno vlago in temperaturo na lokalnem nivoju prek procesov:
  - Evapotranspiracije
  - Ventilacije
  - Senčenja

# Okoljske funkcije

1. Blaženje toplotnega otoka
2. Biodiverziteta

**Preplet vodnih, obvodnih in kopenskih ekosistemov omogoča veliko raznolikost habitatov!**



www.freepik.com



Deževni vrt s številnimi rastlinskimi vrstami ob domu starejših občanov, Middelfart, Danska

## Okoljske funkcije

1. Blaženje toplotnega otoka
2. Biodiverziteteta
3. Vezava ogljika in produkcija biomase



Foto: D. Istenič



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

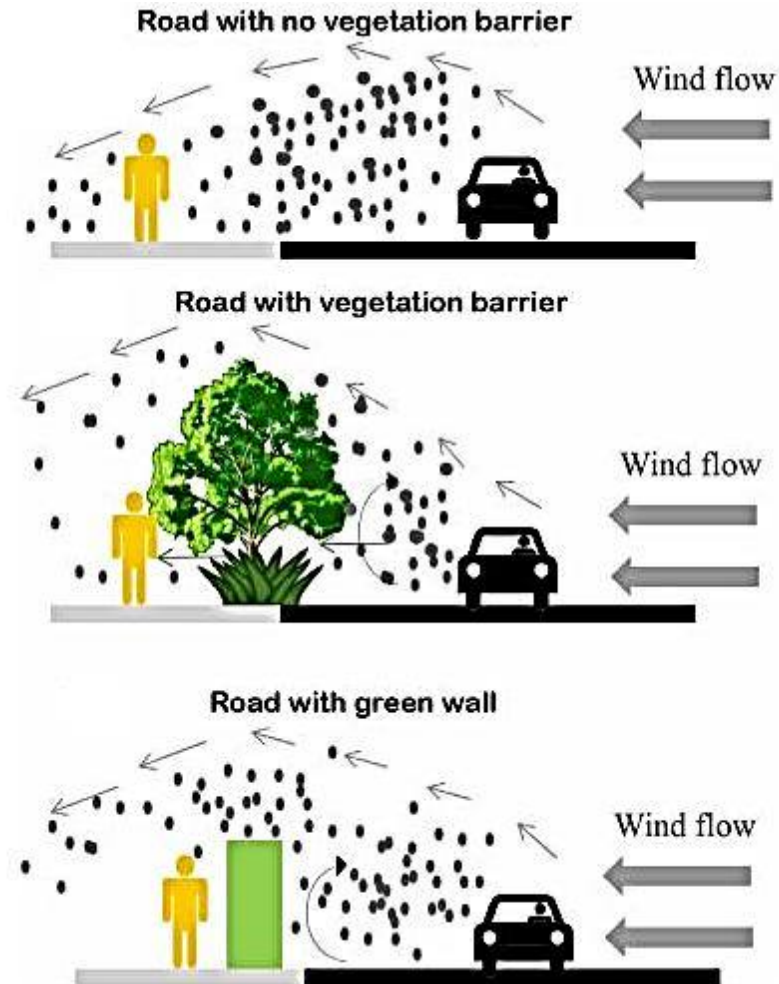
- MZI lahko predstavlja vir biomase
  - Lesna biomasa
  - Biomasa zelenih rastlin



[www.freepik.com](http://www.freepik.com)

# Okoljske funkcije

1. Blaženje toplotnega otoka
  2. Biodiverziteteta
  3. Vezava ogljika in produkcija biomase
  4. Izboljšanje kakovosti zraka
- Pomemben je izbor rastlin
    - Morfologija listov na makro in mikro nivoju
    - Gostota listov
    - Velikost in oblika rastlin / krošenj



Source: [Barwise and Kumar, 2020, Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement](#)

## Environmental functions

1. Blaženje toplotnega otoka
2. Biodiverziteteta
3. Vezava ogljika in produkcija biomase
4. Izboljšanje kakovosti zraka
5. Zmanjševanje hrupa

- Z MZI lahko prispevamo k zmanjševanju hrupa v mestih, saj rastline:
  - Absorbirajo energijo zvoka (predvsem visoke frekvence)
  - Preusmerijo zvok in razpršijo zvočne valove (difuzija hrupa)
  - Ustvarjajo naravne zvoke (šelesenje listov), s čimer prekrivajo urbane.



Drevesa, zelene stene...  
...za rast potrebujejo vodo

→ Integracija z MZI



## Družbene funkcije

1. Izboljšanje fizičnega in mentalnega zdravja
  - Blaženje hrupa
  - Izboljšanje kakovosti zraka
  - Zmanjševanje učinka toplotnega otoka
2. Družbena povezanost
  - Zelene površine za druženje
  - Skupna skrb za MZI
3. Hrana
  - Zbiranje deževnice → boljši pridelek
4. Rekreacija
5. Estetika



Zelena streha veleblagovnice, Aarhus, Danska



Rekreacijske površine in večnamenska MZI za čiščenje preлива iz mešane kanalizacije Gorla Maggiore, Italija (foto IRIDRA srl)



Vodna igrala za otroke in odrasle

# 03 Tečaj o MZI

## Mikrodokazilo

- Tečaj je namenjen implementaciji interdisciplinarnega pristopa pri načrtovanju odprtih javnih in zelenih javnih površin v korelaciji z modro-zelena infrastrukturo (MZI).
- Cilj: pridobivanje dodatnih kompetenc, ki jih trenutno ni v obstoječih študijskih programih.
  - Predvsem kompetence, ki bodo omogočile širše razumevanje problema ter vodile k medsektorskemu in multidisciplinarnemu naslavljanju izzivov mest.



### MODRO-ZELENA INFRASTRUKTURA Načrtovanje in umeščanje v prostor

Vabljeni na brezplačen tečaj!

Priznavanje tečaja: mikrodokazilo, ECTS (2), točke poklicnega usposabljanja - ZAPS (3+2) in IZS (5).  
Izvajalci tečaja: Univerza v Ljubljani - FGG, BF, FA in EF.

UNIVERZA  
V LJUBLJANI  
NOO

REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,  
ZNANOST IN INOVACIJE  
Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU  
Tečaj financira NOO.

#### Vsebina tečaja:

Interdisciplinarno delo in povezovanje urbanizma, krajinske arhitekture ter vodarstva in okoljskega inženirstva za vzpostavitev učinkovite in večnamenske MZI, vključno z investicijsko ekonomiko ter vplivom na okolje.

#### Komu je tečaj namenjen?

**Štrokevnikom iz prakse:** nosilci urejanja prostora, projektanti različnih strokovnih profilov - vodarji/okoljski inženirji, arhitekti, krajinski arhitekti

**Študentom** vodarstva in okoljskega inženirstva, prostorskega načrtovanja, krajinske arhitekture, urbanizma in arhitekture ter gradbeništva

#### Modularnost in obseg tečaja:

Skupni del: Uvod v MZI (12 ur)

Opcija A: Prostorsko in urbanistično načrtovanje MZI (13 ur)

Opcija B: Načrtovanje in dimensioniranje MZI (13 ur)

#### Termini izvajanja tečaja:

Skupni del: 4 termini, april - maj 2025

Izbirni del: 4 termini, september - oktober 2025

Lokacija tečaja: Ljubljana

Oblika izvedbe tečaja: Hibridna predavanja, problemsko učenje, terensko delo.



Prijavnica na povezavi

## Struktura

- 25 ur, dva sklopa
  - **Sklop 1:** 13 ur, skupen za vse udeležence
    - Uvod v MZI – definicije, funkcije, pravni okvir
  - **Sklop 2:** 12 ur, udeleženci lahko izbirajo med:
    - A: Prostorsko in urbanistično načrtovanje MZI
    - B: Načrtovanje in dimenzioniranje MZI
- V popoldanskem času v prostorih UL FGG ali hibridno
- Vključen terenski dan

### 1. Sklop (skupen): Uvod v MZI

Srečanje	Vsebina
1	Urbani vodni krog - splošno: upravljanje, načini odvajanja. Zelene urbane površine (sistemi in tipologija). Domače delo: vprašalnik o lastnem primeru.
2	MZI: definicija, hidrološke in okoljske funkcije ter koristi. Pravni okvir.
3	Ogled že izvedene MZI v Ljubljani in okolici; uporaba merilne opreme za spremljanje učinkovitosti MZI.
4	Ekonomski vidik MZI (stroški in koristi). Diskusija, problemsko učenje: skupine predstavijo izbrani problem/primer.

### 2.a sklop: Prostorsko in urbanistično načrtovanje MZI

Srečanje	Vsebina
1	Okoljske in urbane funkcije MZI. MZI kot del strateškega prostorskega razvoja.
2	Urbanistično načrtovalski vidik. Projektiranje/oblikovanje MZI.
3	Delo na projektu v skupini s konzultacijami.
4	Predstavitev rešitve problema izbranega v sklopu 1.

### 2.b sklop: Načrtovanje in dimenzioniranje MZI

Srečanje	Vsebina
1	Urbana hidrologija. Osnovni principi dimenzioniranja MZI: količinski vidik.
2	Osnovni principi dimenzioniranja MZI: kakovostni vidik. Načrtovanje z naravnimi viri.
3	Delo na projektu v skupini s konzultacijami.
4	Predstavitev rešitve problema izbranega v sklopu 1.

## Izvajalci



Nataša Atanasova  
Matej Radinja  
Darja Istenič  
Primož Banovec  
Alma Zavodnik Lamovšek  
Gregor Čok



Matevž Juvančič



Darja Matjašec  
Nejc Florjanc  
Vesna Zupanc



Anton Manfreda  
Polona Domadenik

Interdisciplinarnost tečaja je zagotovljena s sodelovanjem predavateljev iz različnih članic Univerze v Ljubljani.

## Obveznosti

- Prisotnost 80 %
- Po prvem sklopu predstavitev izbranega problema skupine (4. srečanje)
- Po drugem pa predstavitev predlagane rešitve (8. srečanje)

## Priznavanje

- **Univerza v Ljubljani**
  - Mikrodokazilo v višini 2 KT ECTS.
- **Inženirska zbornica Slovenije (IZS)**
  - pooblaščen in nadzorni inženirji za udeležbo na tečaju pridobijo 5 kreditnih točk iz izbirnih vsebin skladno s Splošnim aktom o stalnem poklicnem usposabljanju pooblaščenih inženirjev.
- **Zbornica za arhitekturo in prostor Slovenije (ZAPS)**
  - Člani ZAPS pridobijo 3 KT za prvi dan in 2 KT za vsak naslednji dan znotraj posameznega sklopa (max. 9 KT za posamezni sklop) / Sklop B – teorija in referenčna praksa.

# 04 Primer deževnih vrtov na UL FG

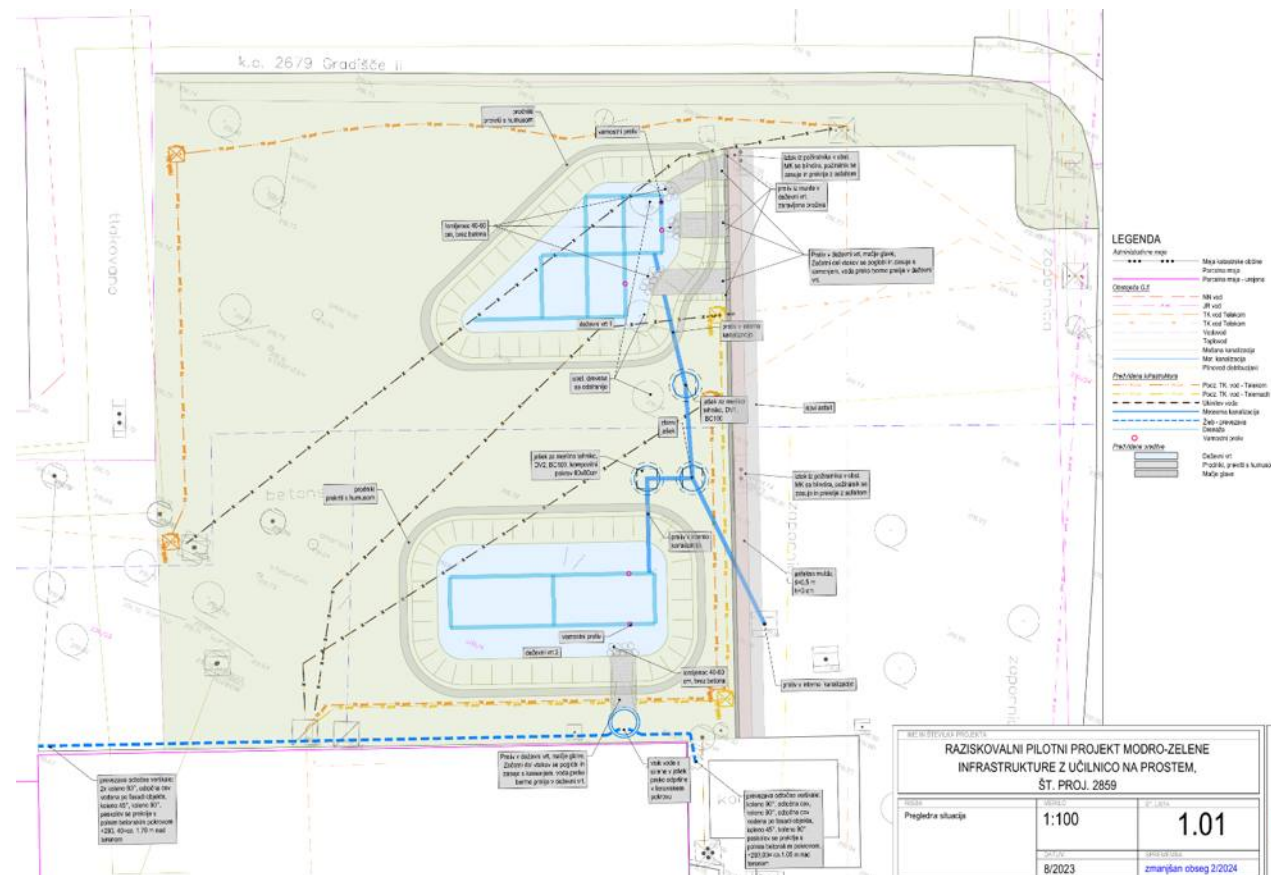
## Deževni vrtovi na UL FGG

- Izvedba v okviru projekta *Univerza v Ljubljani za trajnostno družbo – ULTRA*
- *Lokacija: Oddelek za okoljsko gradbeništvo, UL FGG (Hajdrihova ulica 28, Ljubljana)*
- *Namen deževnih vrtov:*
  - *Prikaz in spremljanje delovanja deževnih vrtov ter vključitev v študijski in raziskovalni proces.*
  - *Z zadržanjem prvega naliva padavinske vode iz prispevnega območja, se razbremeni javni kanalizacijski sistem, v katerega se je predhodno odvajala padavinska voda.*



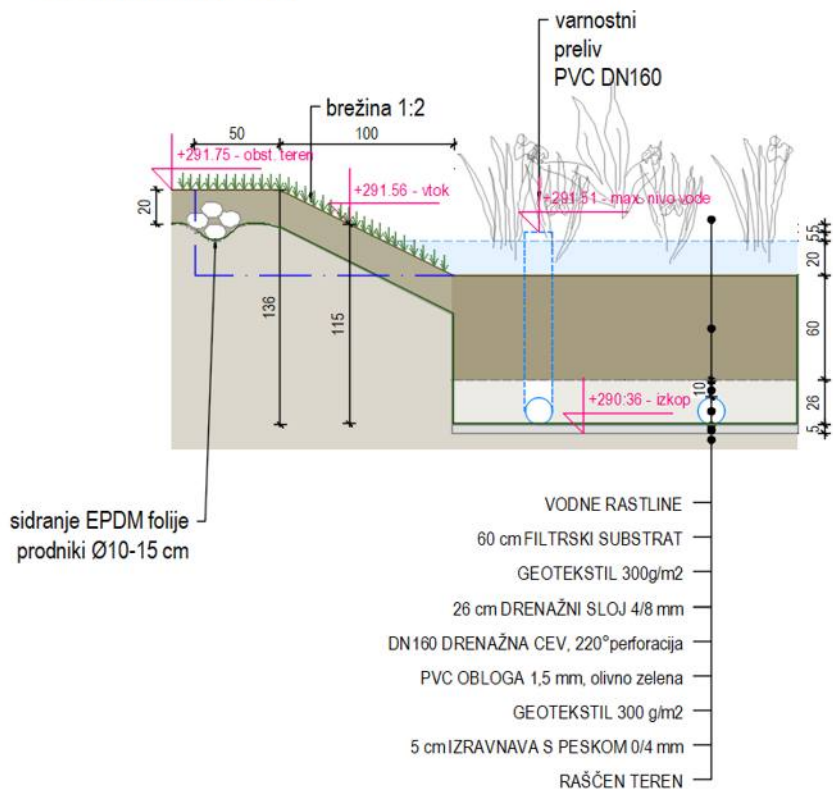
# Situacija

- Deževna vrtova sta dimenzionirana na 15 min naliv s povratno dobo 5 let (252 l/s\*ha).
- Severni deževni vrt zbira padavinski odtok iz parkirišča s površino dobrih 300 m<sup>2</sup> ter ima zadrževalni volumen 6,6 m<sup>3</sup> ter zavzema površino 33 m<sup>2</sup>.
- Južni deževni vrt zbira površinski odtok iz strehe fakultete s površino slabih 400 m<sup>2</sup> ter ima zadrževalni volumen 8 m<sup>3</sup> ter površino 40 m<sup>2</sup>.



# Karakteristike deževnih vrtov

DEŽEVNI VRT - KPP



# Gradnja deževnih vrtov



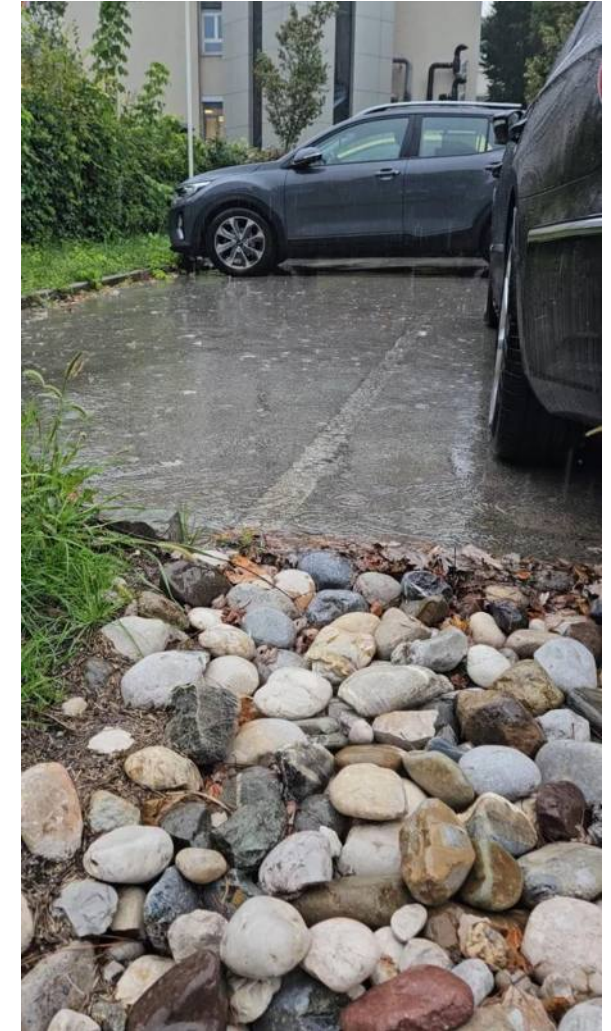
## Gradnja deževnih vrtov





# Spremljanje delovanja deževnih vrtov

- Meritve dotoka in iztoka iz DV (pretok in kakovost).
- Z opazovanjem koncentracije suspendiranih snovi, hranil, težkih kovin, mineralnih olj in policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v različno onesnaženi vodi (dotok iz parkirišča in strehe) bomo določili čistilni učinek filtrnega substrata z rastlinami in mikroorganizmi.



# MODRO-ZELENA INFRASTRUKTURA

Načrtovanje in umeščanje v prostor



UNIVERZA  
V LJUBLJANI



NAČRT ZA  
OKREVANJE  
IN ODORNOST



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,  
ZNANOST IN INOVACIJE



Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU

Thank you for attention  
*Hvala za pozornost*

