

IZZIVI OBVLADOVANJA PADAVINSKE VODE Z MODRO- ZELENO INFRASTRUKTURO

dr. MATEJ RADINJA¹, dr. DARJA ISTENIČ¹,
SHENGNAN YANG¹, mag. MAJA ŠTAJDOHAR²,
dr. NATAŠA ATANASOVA¹

1)



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

2)



VODOVOD
KANALIZACIJA
SNAGA

Vsebina

- Zakaj modro-zelena infrastruktura (MZI)?
- Kaj razumemo kot MZI v urbanem okolju?
- Tuji primeri systemske vpeljave MZI za obvladovanje padavinskih voda
- Izzivi: zakonodajni, načrtovalski, upravljavski
- Primer načrtovanja MZI



Zakaj modro-zelena infrastruktura (MZI)?



Zakaj MZI?



- Izločevanje padavinske vode iz kanalizacijskih sistemov (problem razbremenilnikov in preplavitev, delovanje ČN).
- Vračanje padavinske vode v vodni krog, na mestu nastanka.
- Zagotavljanje hidroloških, okoljskih in družbenih koristi.
- Prilagajanje na podnebne spremembe.
- EU Green deal: DRR – zelena infrastruktura.



Zelena ulica v Antwerpnu, Belgija.



Zakaj MZI?



Zakonodajna prisila:
prenovljena UWWTD,
5. člen: Celoviti načrti
upravljanja s KOV.

	Vrsta aglomeracije	2028	2034	2040	2045
Predivanje padavinskih voda in odvajanje urbanih padavinskih voda	Aglomeracije s PE > 100.000		Vzpostavljeni celoviti načrti upravljanja s KOV	Dosežen okvirni cilj EU (razbremenilniki < 2% letne obremenitve KOV)	
	Ogrožene aglomeracije s PE med 10.000 in 100.000	Opredelitev (seznam)		Vzpostavljeni celoviti načrti upravljanja s KOV	Dosežen okvirni cilj EU (razbremenilniki < 2% letne obremenitve KOV)



Zakaj MZI?

Prenovljena UWWTD, Priloga V: **VSEBINA CELOVITIH NAČRTOV RAVNANJA S KOV**

1. Analiza obstoječega stanja odvodnega območja:
 - a) dinamična analiza površinskega odtoka in pretoka KOV ob padavinah,
 - b) uporaba hidrološko-hidravličnih (HH) modelov in modelov kakovosti vode,
 - c) upoštevanje najsodobnejših projekcij podnebnih sprememb,
 - d) ocena obremenitve odvodnikov z onesnaženjem v primeru padavin;
2. Okvirni cilj, da razbremenjevanje padavinskih voda v odvodnike ne predstavlja več kot 2 % letne komunalne odpadne vode, zbrane v suhem vremenu;
3. Postopna odprava izpustov neočiščenega površinskega odtoka, razen če se dokaže, da ti nimajo neugodnega vpliva na kakovost odvodnika;
4. Opredeljena je hierarhija sprejemanja ukrepov.



Zakaj MZI?

Prenovljena UWWTD, Priloga V: **HIERARHIJA SPREJEMANJA UKREPOV**

1. **preventivni ukrepi**: namenjeni preprečevanju vstopa neonesnažene padavinske vode v KS: spodbujanje naravnega zadrževanja vode ali zbiranja deževnice in ukrepi za povečanje zelenih površin ali omejevanje neprepustnih površin v aglomeracijah (**MODRO-ZELENA INFRASTRUKTURA**);
2. ukrepi za boljše upravljanje in **optimizacijo obstoječe infrastrukture**;
3. **dodatni omilitveni ukrepi**, vključno s prilagoditvijo infrastrukture za zbiranje, shranjevanje in čiščenje KOV.



Kaj razumemo kot MZI v urbanem okolju?



Modro-zelena infrastruktura

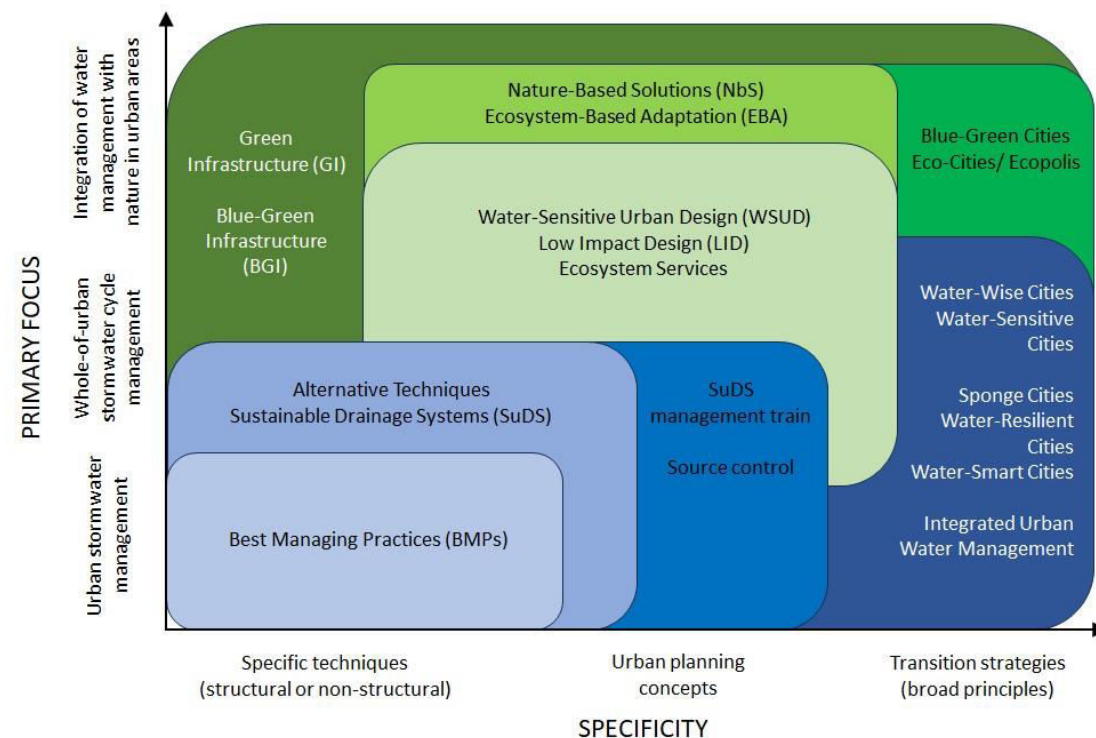
- **Modro-zelena** infrastrukturo lahko opredelimo kot **naravne in polnaravne (od tod zelena)** decentralizirane sisteme, namenjene **upravljanju s padavinskimi vodami (od tod modra)** v mestih, ki hkrati opravljajo širok nabor ekosistemskih storitev.
- Osnovna filozofija je posnemanje naravnih hidroloških procesov: zadrževanje, infiltracija, evapo(transpi)racija.
- Cilj: poskrbeti za padavinsko vodo na mestu nastanka ter preprečiti mešanje čiste padavinske vode s sanitarno vodo.
- Zagotavljajo funkcije na treh področjih:
 - Hidrološke (količina in kakovost vode);
 - Okoljske (biodiverziteteta, blaženje toplotnega otoka itd.);
 - Družbene (rekreacija, zdravje itd.).



Sorodni koncepti in poimenovanja

KRATICA	ANGL. POMEN	SLO. PREVOD
BGI	Blue-Green Infrastructure	Modro-zelena infrastruktura
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems	Trajnostni sistemi urbane odvodnje
LID	Low Impact Development	Posegi/gradnja z majhnim okoljskim vplivom
BMP	Best Management Practice	Najboljša upravljavska praksa
SCM	Stormwater Control Measures	Ukrepi za obvladovanje padavinskih voda
WSUD	Water Sensitive Urban Design	Vodi prilagojeno urbanistično načrtovanje
NBS	Nature-based solutions	Sonaravne/Na naravi temelječe rešitve

Ko zeleno infrastrukturo načrtujemo z aktivno funkcijo upravljanja s padavinsko vodo jo nadgradimo v modro-zeleno infrastrukturo.



Vir: Fletcher, T.D., et al.(2015): SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal.



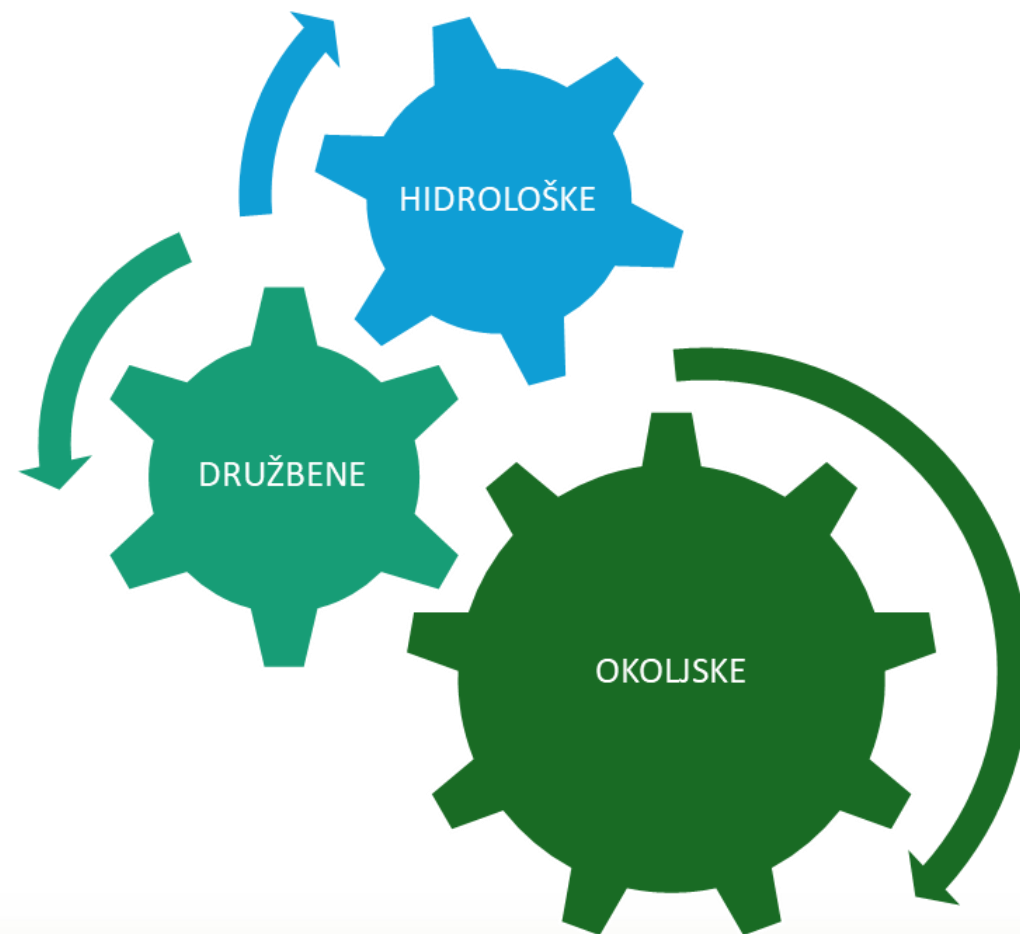
MZI je večnamenska

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.



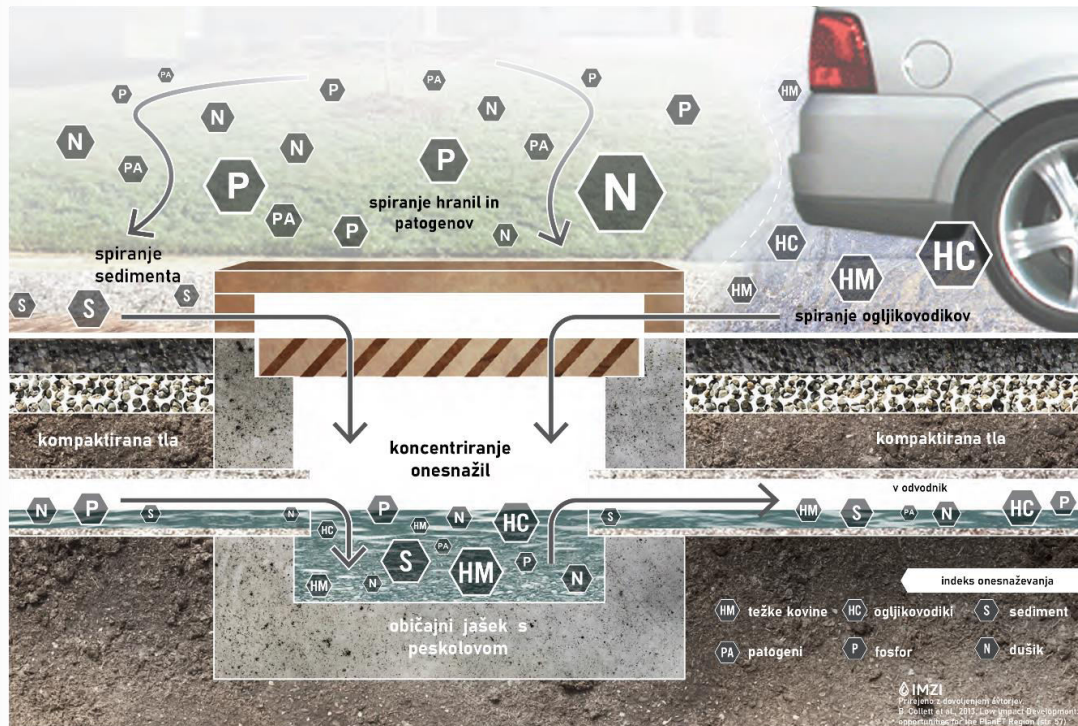
Hidrološke funkcije

- Elementi se med seboj dopolnjujejo s funkcijami.
- Povezati jih moramo v celoto, ki bo odgovarjala potrebam lokacije.
- Upoštevati moramo lokalne pogoje.

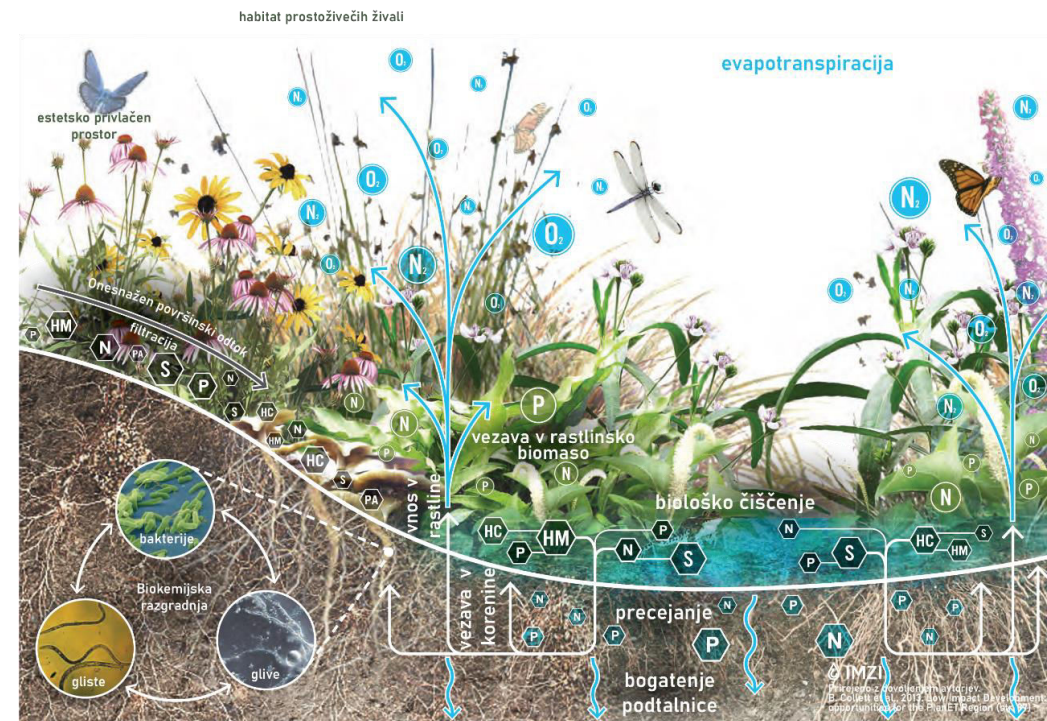
		Zmanjšanje površinskega odtoka							Zmanjšanje konice površinskega odtoka		Izboljšanje kakovosti vode			
		Deževni vrt	Zbiranje deževnice	Prepustne utrjene površine	Zelena streha	Drevo	Bioretenzijska enota	Ponikovalnice	Zadrževalna kotanja	Ribnik	Biolško čiščenje		Mehansko čiščenje	
											Grajeno mokrišče	Zatravljeni jarek	Peščeni filter	Filterni pas
Hidrološka funkcija	Količina površinskega odtoka	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	0	2	2
	Infiltracija	1	0	1		2	1	1	0	0	0	0	2	2
	Dolgotrajno zadrževanje	2			2	2	2	0	1	2	0	2		2
	Evapotranspiracija	2	0		1	1	1		2	0	1	1	0	2
	Sedimentacija	1	0	2			2				1	1	1	1
	Filtracija	1	0	1	1	0	2				1	2	1	1
Kakovost površinskega odtoka	Precejanje	2	0				2				1	1		1
	Nadaljnja obdelava (kemična)	2			0						1	2	2	
	Nadaljnja obdelava (biološka)	1			1	1	2				1	1	1	0
Dodatne koristi (ekosistemske storitve)	Zivljenjsko okolje za živali	+				+	+		+	+	+	+		+
	Prijeten videz	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+
	Ponovna uporaba površinskega odtoka		+							+				
	Zagotavljanje dodatnih prepustnih površin			+	+	+	+	+	+					+
	Izboljšuje kakovost zraka	+		+	+	+	+		+		+	+		+
	Omogoča izobraževanje	+		+	+		+	+			+			+

MZI odstranjuje onesnaževala

Površinski odtok spira onesnaževala.



MZI odstranjuje onesnaževala.



Raziskave potrjujejo tudi do 100% odstranjevanje ogljikovodikov v deževnih vrtovih: <https://doi.org/10.3390/w16131802>



Okoljske funkcije

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



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



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



Tuji primeri systemske vpeljave MZI za obvladovanje padavinskih voda



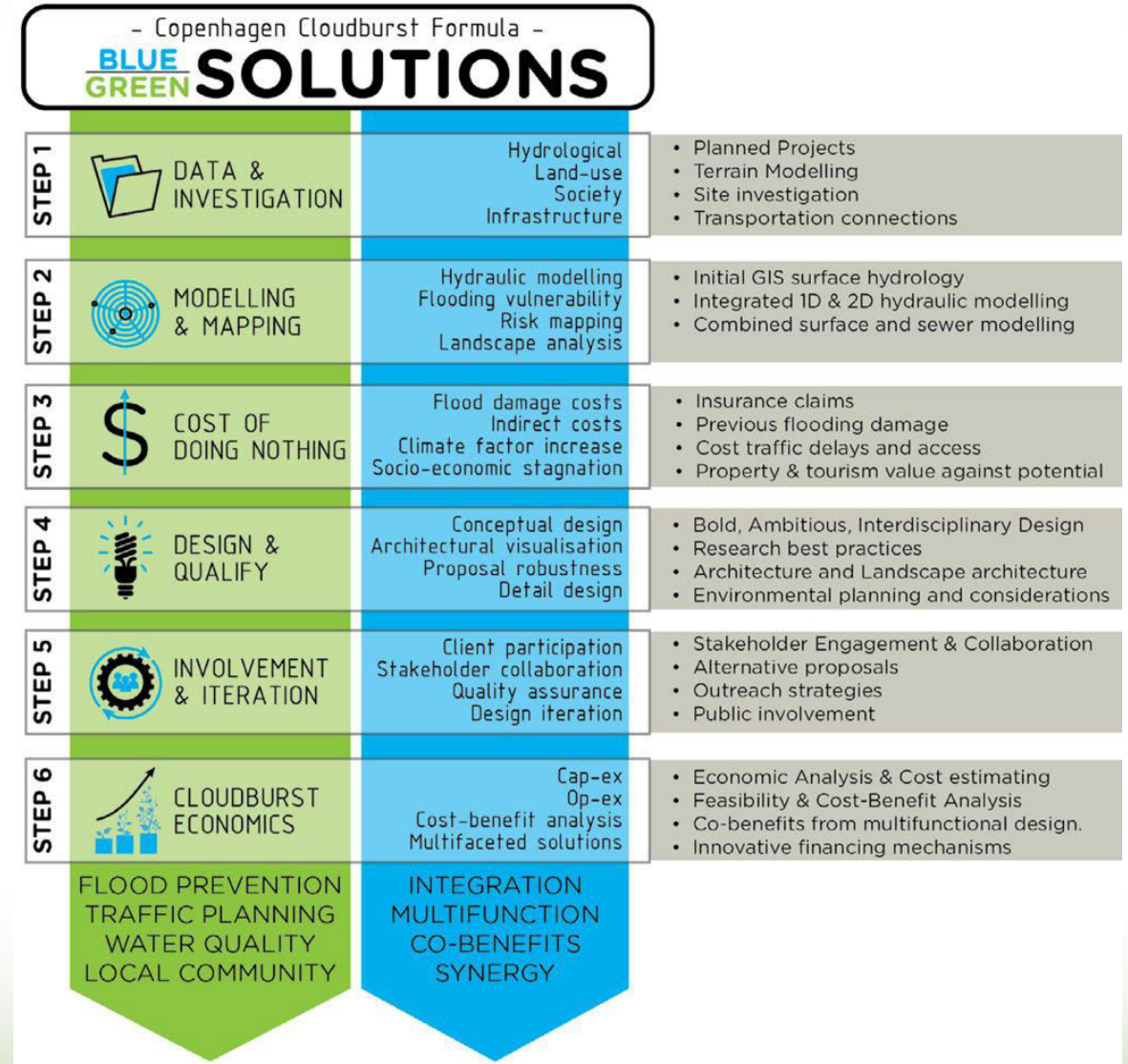
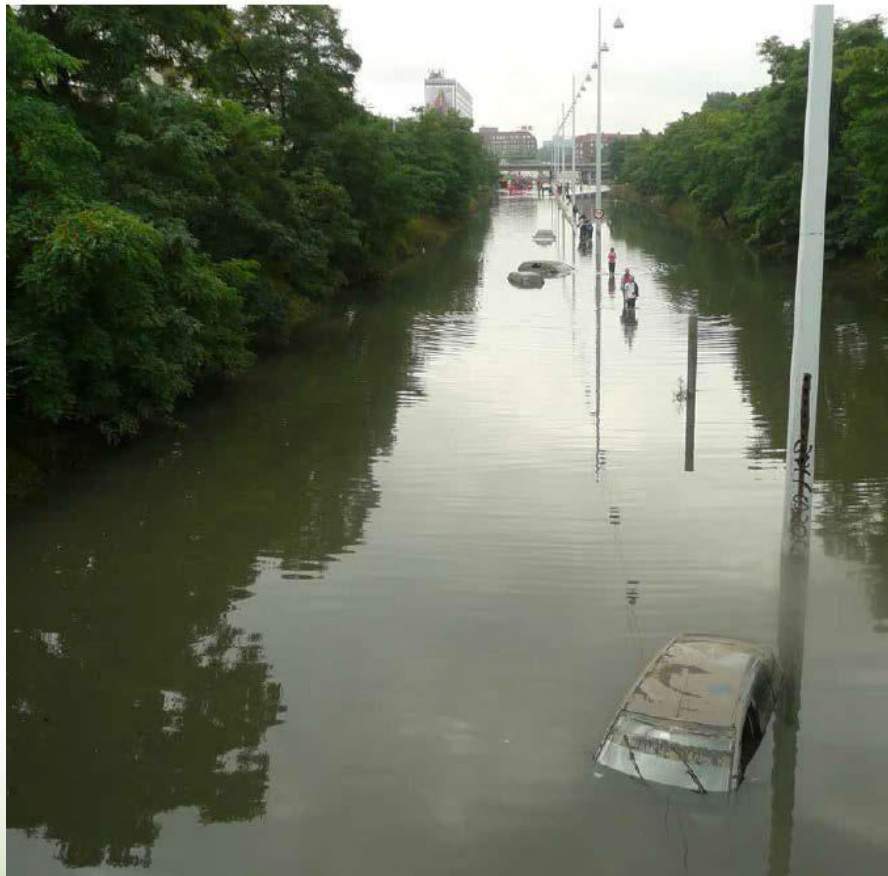
	Kopenhagen, Danska	Rotterdam, Nizozemska	Kitajska, 30 pilotnih mest	Philadelphia, ZDA
Povod	Poplave, podnebne spremembe	Poplave, podnebne spremembe	Onesnaženost vodnega okolja, poplave	Onesnaženost vodnega okolja – problem razbremenilnikov
Ime in leto sprejetja programa	Copenhagen Climate Adaptation Plan, 2011; Cloudburst Management Plan, 2012	Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy, 2013	Sponge City Programme, 2014	Green City, Clean Waters, 2011
Cilj	- Preprečiti odtok iz več kot 1/3 utrjenih površin v kanalizacijski sistem. - Ob 100 letnem nalivu max. 10 cm vode na površju (preprečevanje poplav).	Popolna odpornost mesta na podnebne spremembe do leta 2025.	Do leta 2030 naj bi se na 80% urbanih območjih najmanj 70% padavin infiltriralo ali ponovno uporabilo.	V 25 letih preprečiti odtok iz več kot 1/3 utrjenih površin v kanalizacijski sistem.
Razvite smernice in načrtovalska orodja kot odziv na znane probleme	1) <i>Copenhagen Cloudburst Formula</i> (smernice za strateško načrtovanje MZI); 2) <i>Copenhagen Cloudburst Toolkit</i> (katalog tipskih elementov MZI).	1) <i>Interactive Climate atlas</i> (atlas prikazuje predvidene posledice PS za posamezno lokacijo ob različnih scenarijih); 2) <i>Climate adaptation barometer</i> (orodje za oblikovanje strategije prilagajanja na podnebne spremembe in sledenje njenemu izvajanju); 3) <i>Climate adaptation toolbox</i> (načrtovalsko orodje, ki nudi potencialne prilagoditvene ukrepe, na različnih ravneh urejanja prostora).	1) <i>Code of the Design of Urban Green Space</i> (zakon usklajen s smernicam za spužvasta mesta, s poudarkom na usklajenem pristopu za načrtovanje urbanih zelenih površin); 2) <i>Code for Design of Urban Road Engineering</i> (zakon usklajen s smernicam za spužvasta mesta, vsebuje poglavje o MZI); 3) <i>Assessment Standard for Sponge City Effects</i> (tehnični standard za vrednotenje učinkov spužvastih mest).	1) <i>Stormwater Management Guidance Manual</i> (smernice za načrtovanje MZI, katalog tipskih elementov MZI); 2) <i>A Homeowner's Guide to Stormwater Management</i> (priporočila gospodinjstvom za upravljanje s padavinsko vodo).



Kopenhagen



THE CITY OF COPENHAGEN CLOUDBURST MANAGEMENT PLAN 2012



Izzivi: zakonodajni, načrtovalski, upravljavski



Izzivi: zakonodajni

- ZV-1, 92. člen (varstvo pred padavinskim vodami), (3)
Podrobnejše ukrepe in način varstva pred škodljivim delovanjem padavinskih voda predpiše minister. Čakamo že od leta 2002!
- OP odvajanja in čiščenja KOV (2020) navaja ukrep zmanjševanja količine padavinske vode, vendar ni definirano, kaj je (merljivi) cilj ravnanja z njo.
- Občine predpisujejo ukrepe oz. pogoje za zmanjšanje površinskega odtoka. Vendar nimamo standardov zanje, kakor tudi ne kazalnikov.



Izzivi: zakonodajni

- Klasifikacija objektov: TSG-V-006: 2022

pomožni cestni objekti: objekt za odvodnjavanje ceste	21110 – Avtoceste, hitre ceste, glavne ceste in regionalne ceste ali 21121 – Lokalne ceste in javne poti, nekategorizirane ceste in gozdne ceste	2111 – Avtoceste, hitre ceste, glavne ceste in regionalne ceste 21121 – Lokalne ceste in javne poti, nekategorizirane ceste in gozdne ceste
---	--	--

20.	Pomožni komunalni objekt	črpališče
		grajeni oljni lovilnik in lovilnik maščob, ponikovalnica
		prečrpovalna postaja ter merilna in regulacijska postaja
		ekološki otok

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Priloga 3)

10 c	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, in je pred iztokom zagotovljena obdelava padavinske odpadne vode v lovilniku olj
------	--

- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, 17. člen (ukrepi za padavinsko vodo)

(2) Padavinsko odpadno vodo, ki odteka z utrjenih, tlakovanih ali drugim materialom prekritih površin objektov in vsebuje usedljive snovi, mora upravljavec teh objektov zajeti in mehansko obdelati v:

1. usedalniku, če padavinsko odpadno vodo odvaja v javno kanalizacijo,
2. usedalniku in lovilniku olj ali čistilni napravi padavinske odpadne vode, če padavinsko odpadno vodo odvaja neposredno ali posredno v vode ter gre za:



Izzivi: načrtovalski

- Vsebina ni vključena v tehnične pravilnike.
- Niso predpisani ustrezni standardi:
Npr. DWA-M 153E Recommended Actions for Dealing with Stormwater
- Dobro pokrijejo vodarski vidik: količina in kakovost vode.
- Ampak MZI načrtujemo tudi za zagotavljanje okoljskih in družbenih koristi.

Table 5: Literature on the dimensioning of stormwater treatment systems

Treatment system	Dimensioning according to literature
Laminar infiltration	DWA-A 138E, GEIGER/DREISEITL (1995)
Infiltration through swales	DWA-A 138E, GEIGER/DREISEITL (1995)
Infiltration basins	DWA-A 138E, RAS-Ew, LANGE/SCHUEFELE (1987)
Retention soil filter systems	DWA-M 178, BRUNNER (1998)
Passage through vegetation, trenches	BUWAL (1996)
Street outlets	FGSV-539 (RAS-Ew)
Light liquid separators	FGSV-514 (RiStWag)
Hydrodynamic separators	BROMBACH/WEIß (1997), GEIGER/USTOHAL (1998)
Settling plants	ATV (1995b), FGSV-539 (RAS-Ew)
Stormwater treatment tanks	ATV-A 166, ATV (1995a)
Stormwater retention systems	DWA-A 117E



Izzivi: načrtovalski

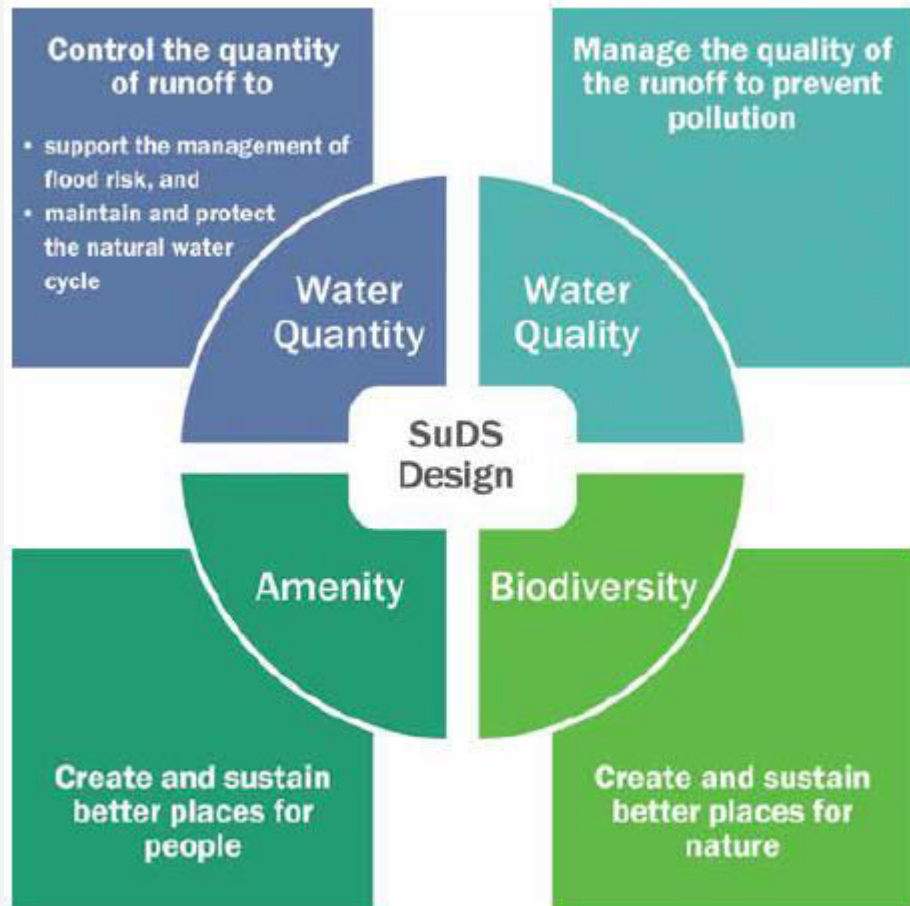


Figure 2.1 The four pillars of SuDS design

TABLE 2.1 Design criteria for SuDS

	Design criteria	Further information
Water quantity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Use surface water runoff as a resource 2 Support the management of flood risk in the receiving catchment 3 Protect morphology and ecology in receiving surface waters 4 Preserve and protect natural hydrological systems on the site 5 Drain the site effectively 6 Manage on-site flood risk 7 Design system flexibility/adaptability to cope with future change 	Chapter 3
Water quality	<ol style="list-style-type: none"> 1 Support the management of water quality in the receiving surface waters and groundwaters 2 Design system resilience to cope with future change 	Chapter 4
Amenity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Maximise multi-functionality 2 Enhance visual character 3 Deliver safe surface water management systems 4 Support development resilience/adaptability to future change 5 Maximise legibility 6 Support community environmental learning 	Chapter 5
Biodiversity	<ol style="list-style-type: none"> 1 Support and protect natural local habitats and species 2 Contribute to the delivery of local biodiversity objectives 3 Contribute to habitat connectivity 4 Create diverse, self-sustaining and resilient ecosystems 	Chapter 6



Izzivi: načrtovalski

- Kako upravičiti (potencialno) višje stroške začetne investicije?
- Ekonomsko vrednotenje koristi: analiza stroškov in koristi.

EXAMPLE 1

MARSH PARK

LOS ANGELES,
CALIFORNIA¹



The City of Los Angeles developed a passive recreation and bioretention area to capture water that would otherwise flow into the LA River. Using project information collected by the American Society of Landscape Architects, benefits of this installation were estimated in the tool. Results show that the installation provides numerous benefits to the city and community including: CSO Reduction, Stormwater Capture for Water Supply, Stormwater Quality, Environmental Education, and Aesthetic Value.

BENEFITS	VALUE (PER YEAR)
CSO Reduction	\$7,009
Stormwater Capture for Water Supply	\$449
Stormwater Quality	\$1,667
Environmental Education	\$88
Aesthetic Value	\$4,376
Costs	
Estimated Capital Costs	-\$135,600
Estimated Maintenance Costs (Annual)	-\$450

Net Present Value (3% discount rate): \$107,311.15

Benefit-Cost Ratio: 1.57



Izzivi: upravljavski

- Zahtevano vzdrževanje, kot pri sivi infrastrukturi.
- Usposobljenost upravljavcev.
- V krajino vključena MZI (npr. deževni vrtovi): vzdrževanje podobno vzdrževanju zelenih površin (skrb za rastlinje, odstranjevanje sedimenta, listje, ...) in ne komunalne infrastrukture.
- Priložnosti: skupnostni projekti: „posvojitev/skrb za MZI“.



Zelena ulica v Antwerpnu, Belgija.



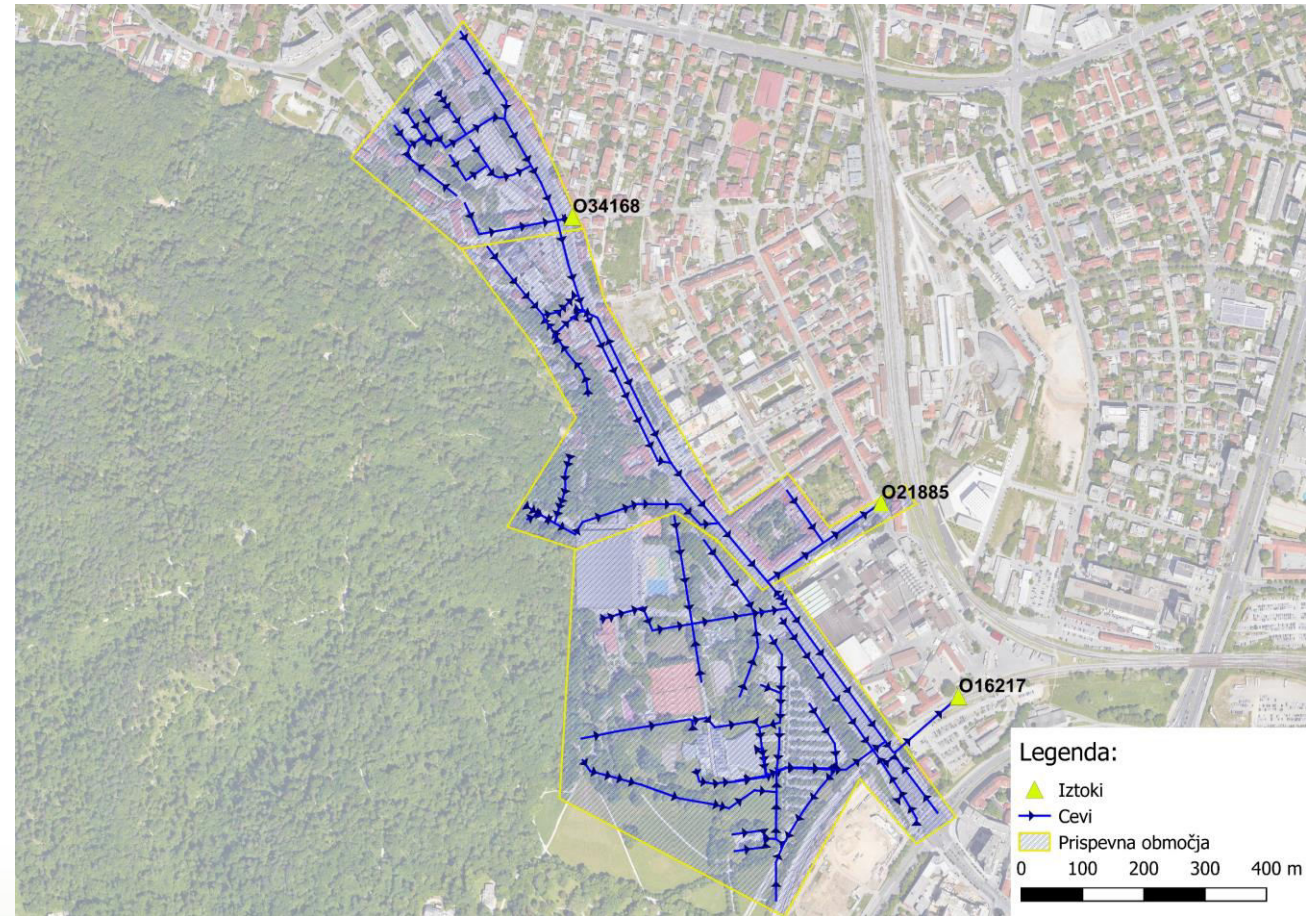
Primer načrtovanja MZI: prispevno območje podvoza na Celovški cesti (Ljubljana)



Vzpostavitev HH modela

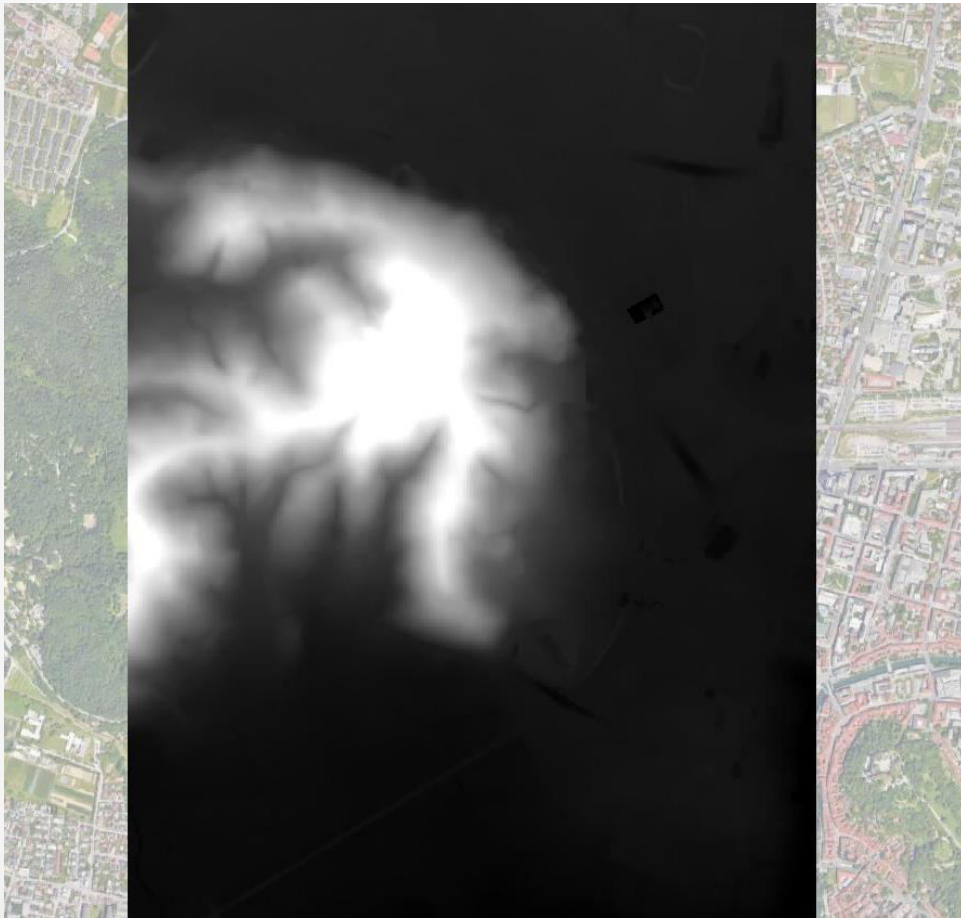
Podatki:

- ✓ meritve pretoka,
- ✓ padavine,
- ✓ kanalizacijsko omrežje (.shp),
- ✓ značilnosti območja (površina, naklon, raba tal, infiltracijska sposobnost tal)

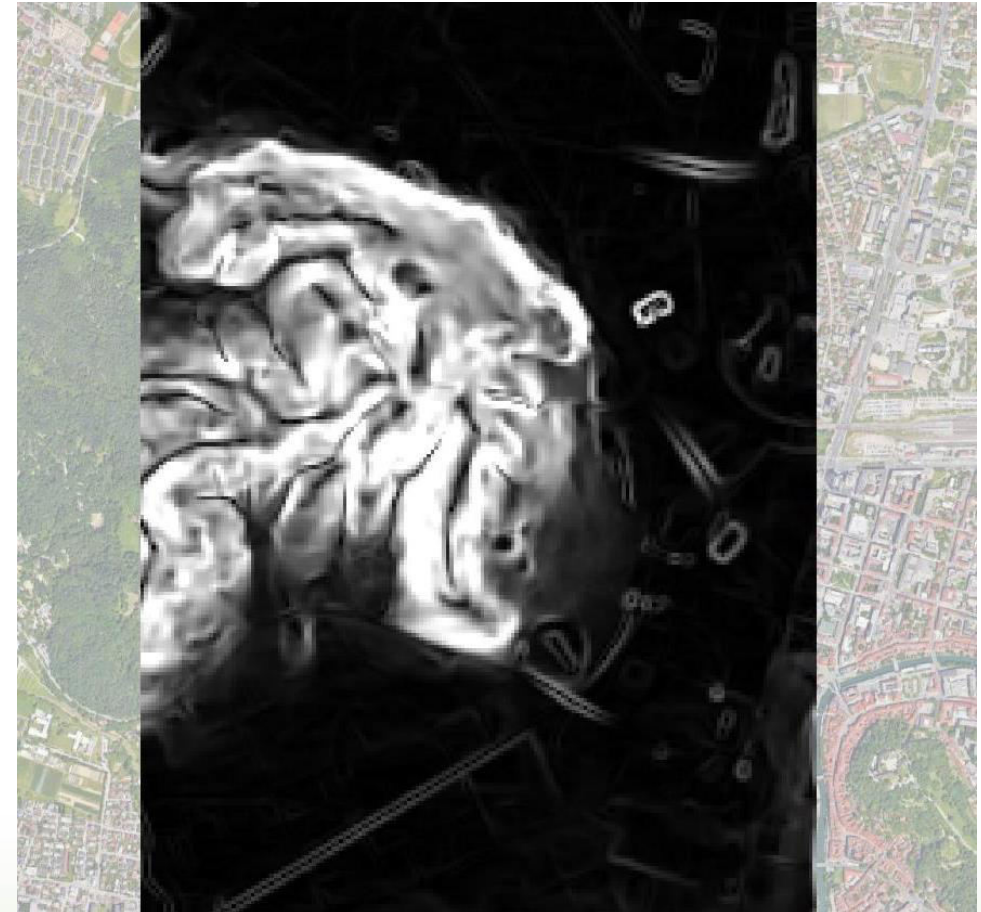


Naklon terena

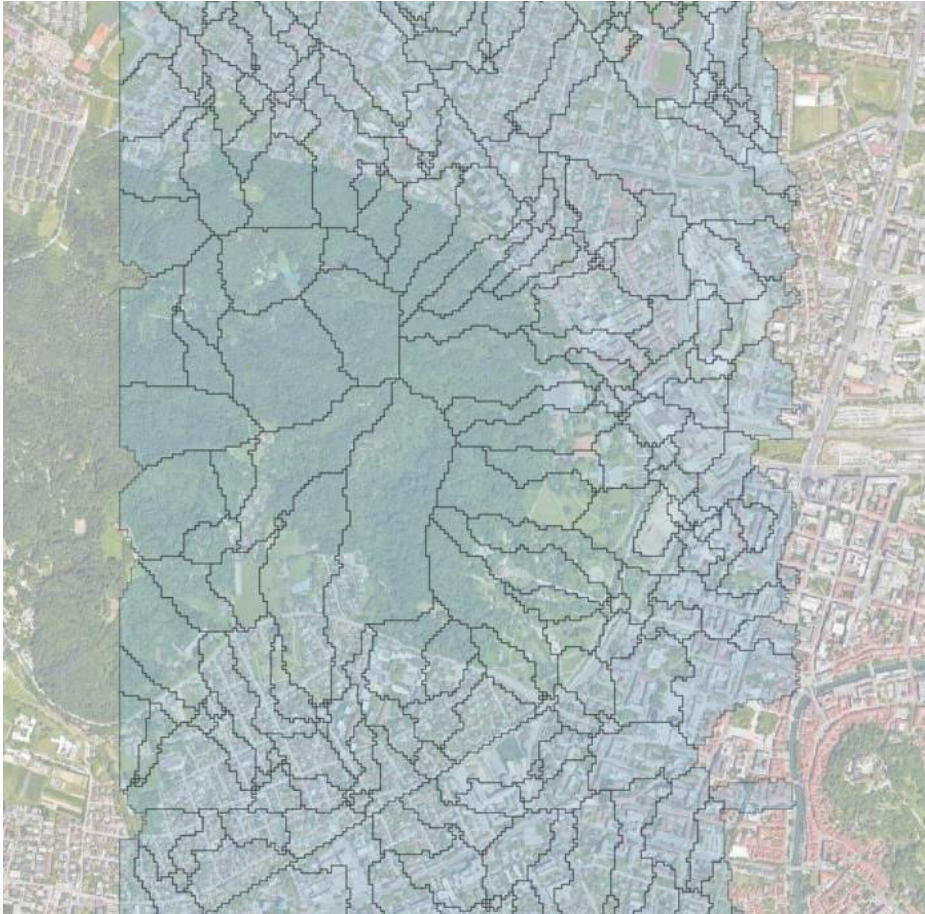
DMV (LIDAR)



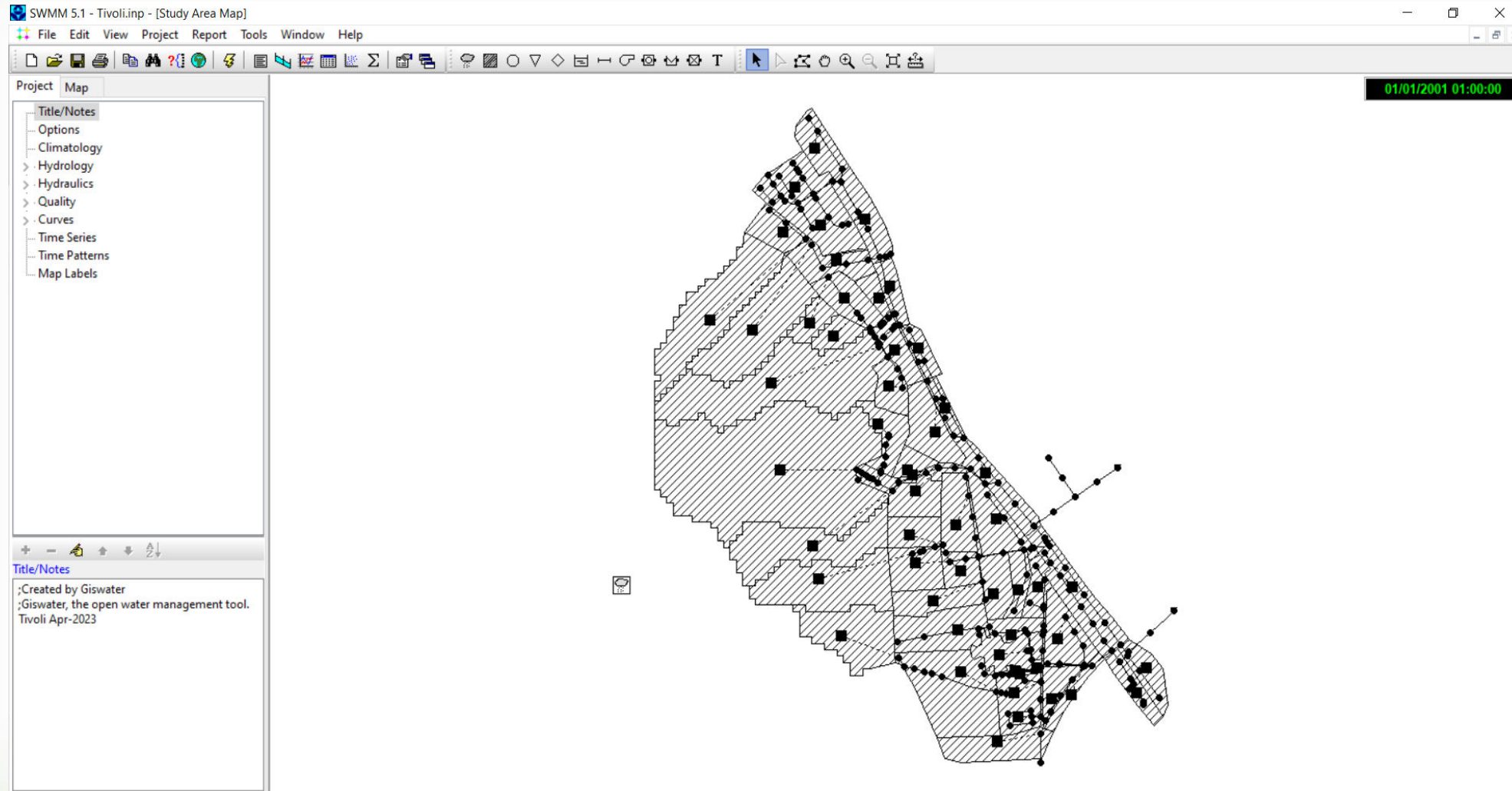
Naklon terena [%]



Določitev podobmočji

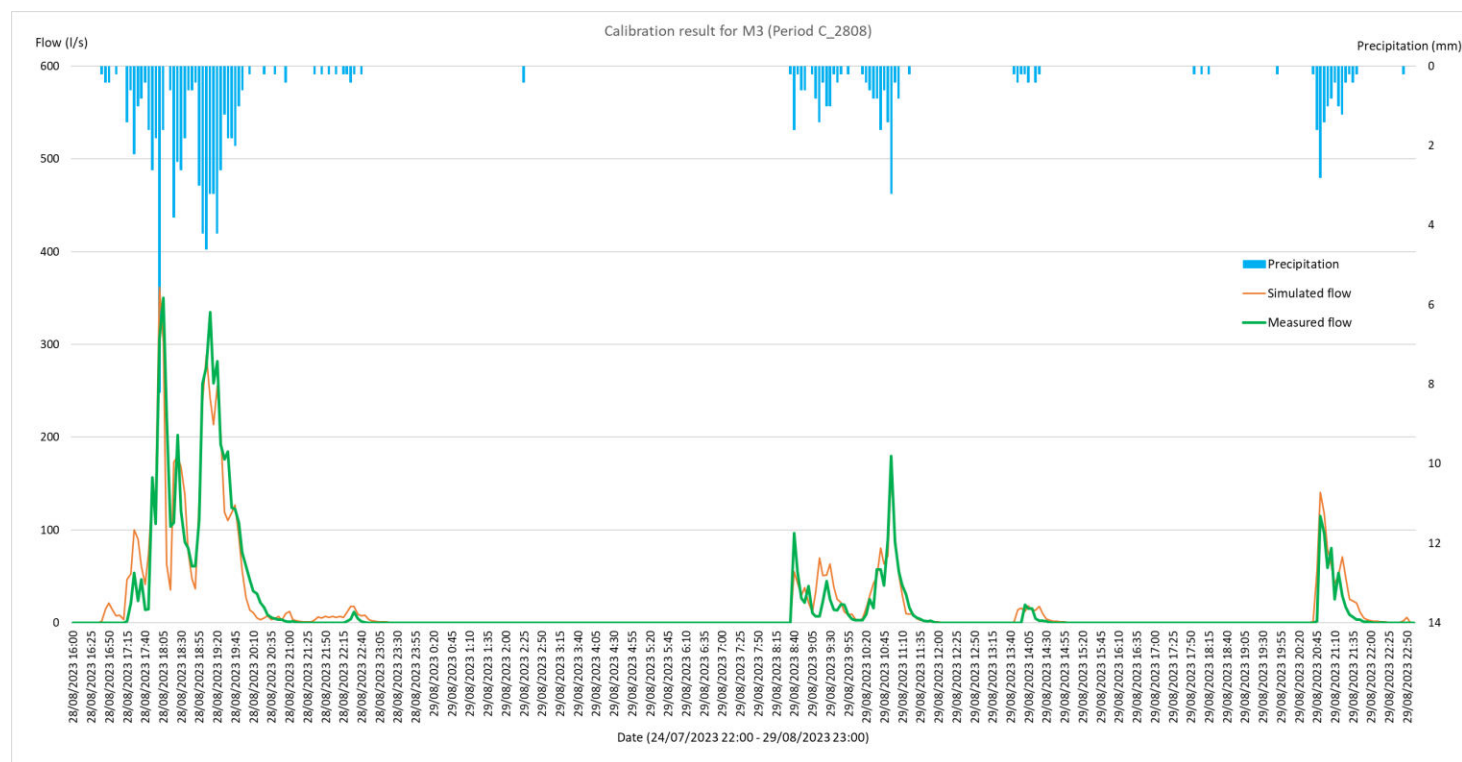


Vzpostavljen HH model: EPA-SWMM



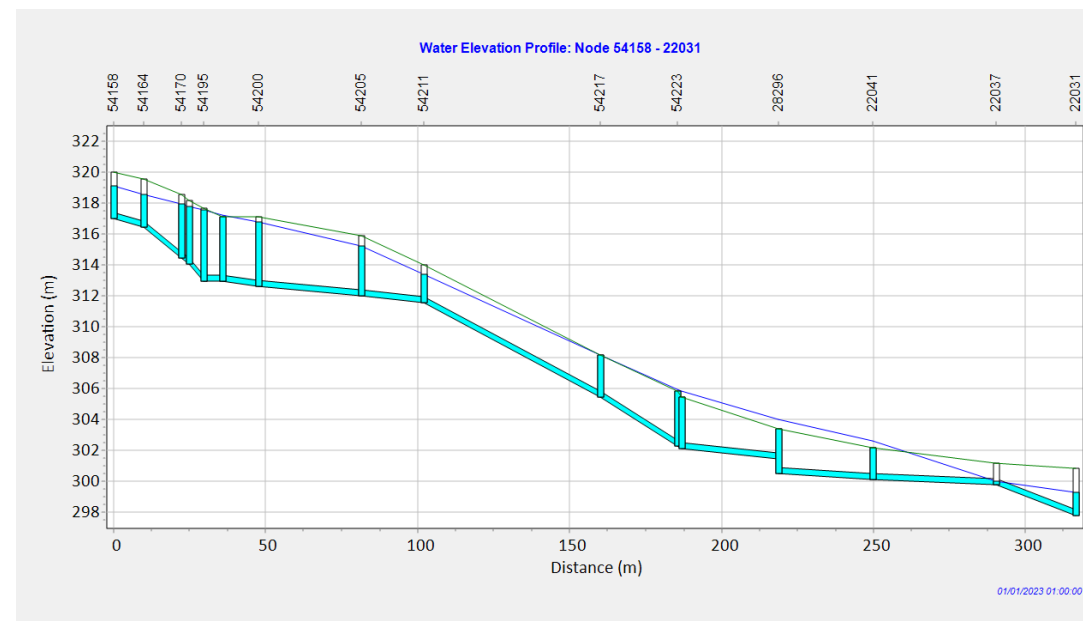
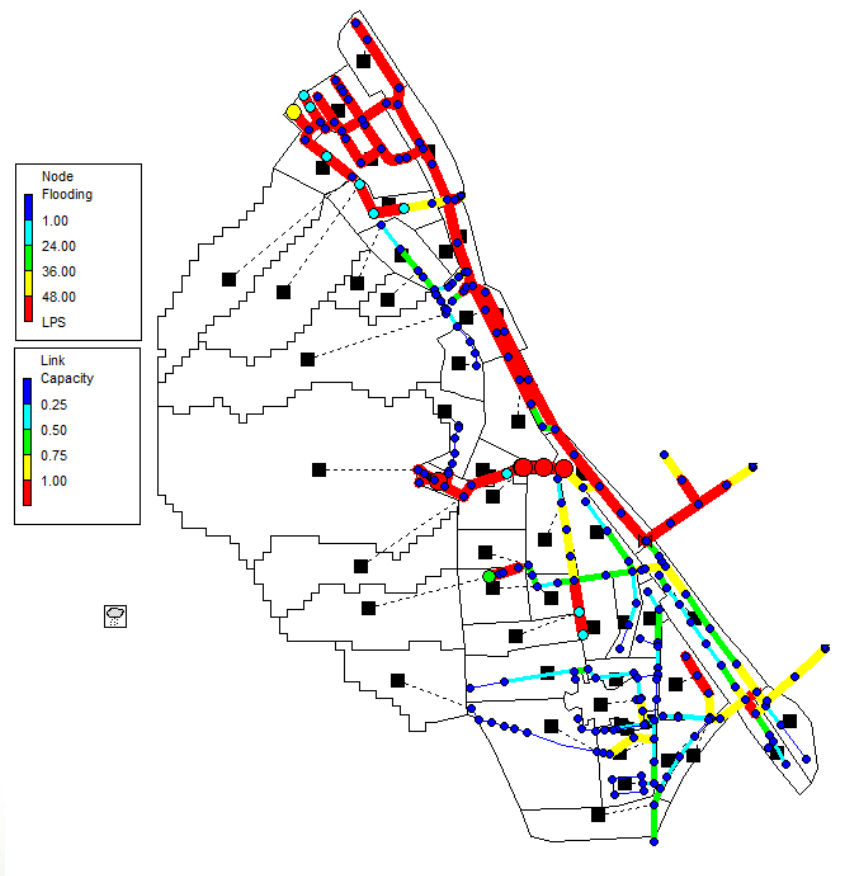
Umerjanje modela

- Metoda: NSGA-II (genetski algoritem z nedominiranim razvrščanjem II).
- Orodje za reševanje več-ciljnih optimizacijskih problemov, ki temelji na Darwinovi evolucijski teoriji.
- Umerjani parametri: 1) površinski odtok: delež ne/prepustnih površin, koeficient hrapavosti in globina depresij (izgube) za ne/prepustne površine, dolžina hidravlične poti; 2) hrapavost cevi.

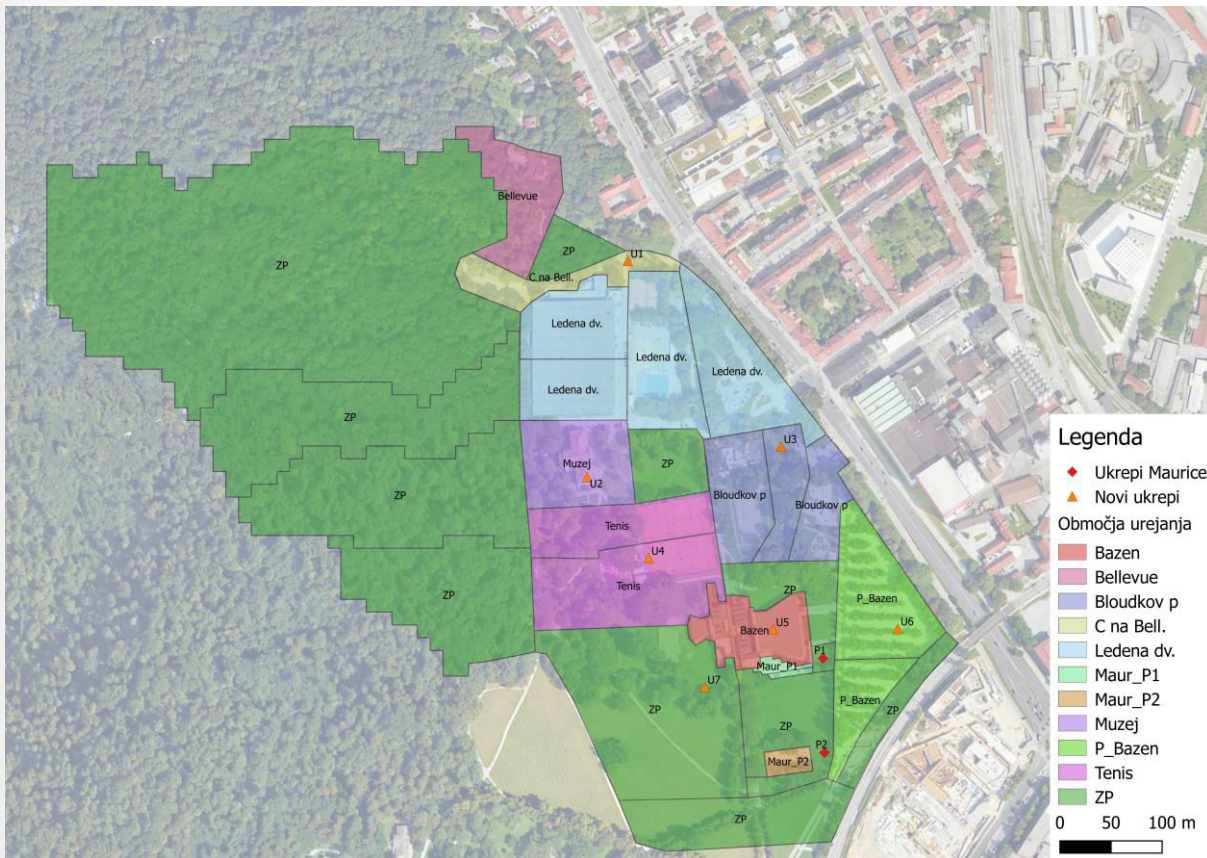


Slika: Primer umerjanja na 3 neodvisne dogodke: NSE 0,78.

Simuliranje obstoječega stanja: izhodišče za umeščanje in dimenzioniranje MZI



Umeščanje in dimenzioniranje MZI



Podobmočje	Površina [ha]	Odočni koef.	Volumen odtoka: P10 10MIN	Volumen odtoka: P10 60MIN	Opis območja	Ukrep
7	0,75	0,06	9	21	Bellevue	Načrtovana je prenova območja – predvideti kontroliran odtok v kanalizacijo (zadrževanje in ponikanje)
19	0,72	0,79	119	251	Ledena dv.	Načrtovana je prenova območja – predvideti kontroliran odtok v kanalizacijo (zadrževanje in ponikanje)
18	0,63	0,76	110	214	Ledena dv.	
33	1,01	0,28	58	127	Ledena dv.	
34	1,06	0,27	60	133	Ledena dv.	Načrtovana je prenova območja z minimalnim odtokom v kanalizacijo;
30	0,45	0,00	0	0	Bloudkov park	
29	0,46	0,29	27	61	Bloudkov p	U3 – zadrževanje odtoka iz mini golfa in parkirišča za avtobuse
31	0,69	0,00	0	0	Bloudkov p	
16	0,05	0,89	10	20	Maur_P1	P1 – ponikovalno čistilni element (Maurice)
15	0,02	0,75	4	8	Maur_P1	P1 - ponikovalno čistilni element (Maurice)
14	0,11	0,80	18	39	Maur_P2	P2 – zadrževalni jarek (Maurice)
35	0,51	0,79	84	177	C na Bell.	U1 – zadrževanje odtoka iz parkirišča nad Halo Tivoli in ceste na Bellevue
20	0,89	0,29	53	115	Muzej	U2 – zadrževanje odtoka iz muzejske stavbe in okolice
22	1,39	0,13	37	83	Tenis	U4 – zadrževanje odtoka iz kioska pri tenis igriščih
21	0,80	0,01	0	0	Tenis	
17	0,66	0,84	116	274	Bazen	U5 – zadrževanje odtoka iz strehe bazena
26	1,03	0,50	119	263	P_Bazen	U6 – zadrževanje odtoka iz parkirišča
24	0,47	0,61	58	132	P_Bazen	
12	2,58	0,21	113	248	ZP	U7 – zadrževanje zalednih voda pred vtokom v kanalizacijo (dušen odtok)



Variante ukrepov za razpravo z deležniki

Podobmočje	Površina [ha]	Odtočni koef.	Volumen odtoka: P10_10MIN	Volumen odtoka: P10_60MIN	Opis območja	Ukrep	TIP UKREPA					
							Podzemni zadrževalnik		Bioretenzijska enota		Zadrževalna kotanja/jarek	
							Globina [m]	Poroznost	Globina [m]	Poroznost	Globina [m]	Poroznost
							Površina [m2] za		Površina [m2] za		Površina [m2] za	
							P10_10MIN	P10_60MIN	P10_10MIN	P10_60MIN	P10_10MIN	P10_60MIN
						Nadzemni del					Globina [m] 0.5	Poroznost 1
						Podzemni del	Globina [m] 4		Globina [m] 2		Globina [m] 1.5	Poroznost 0.35
											Poroznost 0.35	
7	0,75	0,06	9	21	Bellevue	Načrtovana je prenova območja – predvideti kontroliran odtok v kanalizacijo (zadrževanje in ponikanje)	2	5	13	30	9	20
19	0,72	0,79	119	251	Ledena dv.	Načrtovana je prenova območja – predvideti kontroliran odtok v kanalizacijo (zadrževanje in ponikanje)	30	63	170	359	116	245
18	0,63	0,76	110	214	Ledena dv.		28	54	157	306	107	209
33	1,01	0,28	58	127	Ledena dv.		15	32	83	181	57	124
34	1,06	0,27	60	133	Ledena dv.		15	33	86	190	59	130
Skupaj:			347	725		Skupaj:	87	181	496	1036	339	707
30	0,45	0,00	0	0	Bloudkov p	Načrtovana je prenova območja z minimalnim odtokom v kanalizacijo;	0	0	0	0	0	0
29	0,46	0,29	27	61	Bloudkov p	U3 – zadrževanje odtoka iz mini golfa in parkirišča za avtobuse	7	15	39	87	26	60
31	0,69	0,00	0	0	Bloudkov p		0	0	0	0	0	0
Skupaj:			27	61		Skupaj:	7	15	39	87	26	60
16	0,05	0,89	10	20	Maur_P1	P1 – ponikovalno čistilni element (Maurice)	3	5	14	29	10	20
15	0,02	0,75	4	8	Maur_P1	P1 - ponikovalno čistilni element (Maurice)	1	2	6	11	4	8
Skupaj:			14	28		Skupaj:	4	7	20	40	14	27
14	0,11	0,80	18	39	Maur_P2	P2 – zadrževalni jarek (Maurice)	5	10	26	56	18	38
35	0,51	0,79	84	177	C na Bell.	U1 – zadrževanje odtoka iz parkirišča nad Halo Tivoli in ceste na Bellevue	21	44	120	253	82	173
20	0,89	0,29	53	115	Muzej	U2 – zadrževanje odtoka iz muzejske stavbe in okolice	13	29	76	164	52	112
22	1,39	0,13	37	83	Tenis	U4 – zadrževanje odtoka iz kioska pri tenis igriščih	9	21	53	119	36	81
21	0,80	0,01	0	0	Tenis		0	0	0	0	0	0
Skupaj:			37	83		Skupaj:	9	21	53	119	36	81
17	0,66	0,84	116	274	Bazen	U5 – zadrževanje odtoka iz strehe bazena	29	69	166	391	113	267
26	1,03	0,50	119	263	P_Bazen	U6 – zadrževanje odtoka iz parkirišča	30	66	170	376	116	257
24	0,47	0,61	58	132	P_Bazen		15	33	83	189	57	129
Skupaj:			177	395		Skupaj:	44	99	253	564	173	385
12	2,58	0,21	113	248	ZP	U7 – zadrževanje zalednih voda pred vtokom v kanalizacijo (dušen odtok)	28	62	161	354	110	242

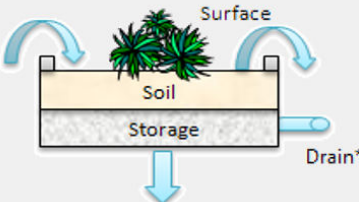


Nadaljevanje raziskave: vrednotenje učinkovitosti posameznih ukrepov MZI

- Vpeljava variantnih rešitev MZI v EPA-SWMM.

Control Name:

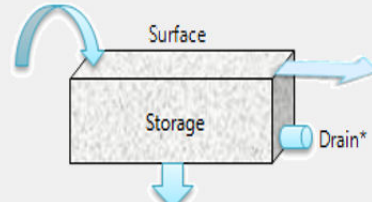
LID Type: **Bio-Retention Cell**



Surface	Soil	Storage	Drain
Berm Height (in. or mm)		<input type="text" value="0.0"/>	
Vegetation Volume Fraction		<input type="text" value="0.0"/>	
Surface Roughness (Mannings n)		<input type="text" value="0.1"/>	
Surface Slope (percent)		<input type="text" value="1.0"/>	

Control Name:

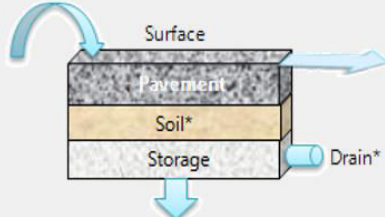
LID Type: **Infiltration Trench**



Surface	Storage	Drain
Berm Height (in. or mm)		<input type="text" value="0.0"/>
Vegetation Volume Fraction		<input type="text" value="0.0"/>
Surface Roughness (Mannings n)		<input type="text" value="0.1"/>
Surface Slope (percent)		<input type="text" value="1.0"/>

Control Name:

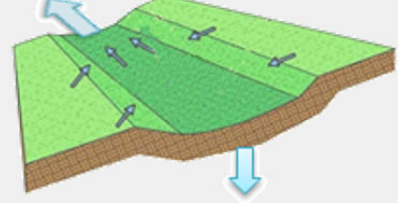
LID Type: **Permeable Pavement**



Soil	Storage	Drain
Surface	Pavement	
Berm Height (in. or mm)		<input type="text" value="0.0"/>
Vegetation Volume Fraction		<input type="text" value="0.0"/>
Surface Roughness (Mannings n)		<input type="text" value="0.1"/>
Surface Slope (percent)		<input type="text" value="1.0"/>

Control Name:

LID Type: **Vegetative Swale**



Surface	
Berm Height (in. or mm)	<input type="text" value="0.0"/>
Vegetation Volume Fraction	<input type="text" value="0.0"/>
Surface Roughness (Mannings n)	<input type="text" value="0.1"/>
Surface Slope (percent)	<input type="text" value="1.0"/>
Swale Side Slope (run / rise)	<input type="text" value="5"/>



Zaključki

1. Z modro-zelena infrastrukturo obvladujemo padavinsko vodo na mestu nastanka.
2. Pravilno načrtovana modro-zelena infrastruktura zagotavlja tudi okoljske in družbene koristi.
3. Načrtovanje in implementacija MZI v Sloveniji še nista zadostno podprta; tuji primeri nas učijo systemske vpeljave MZI v prakso.
4. Hidrološko-hidravlični modeli nam nudijo podporo pri snovanju variantnih rešitev MZI.





FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



Interreg
CENTRAL EUROPE



Co-funded by
the European Union

MAURICE

Hvala za vašo pozornost!



13. konferenca
komunalnega
gospodarstva