



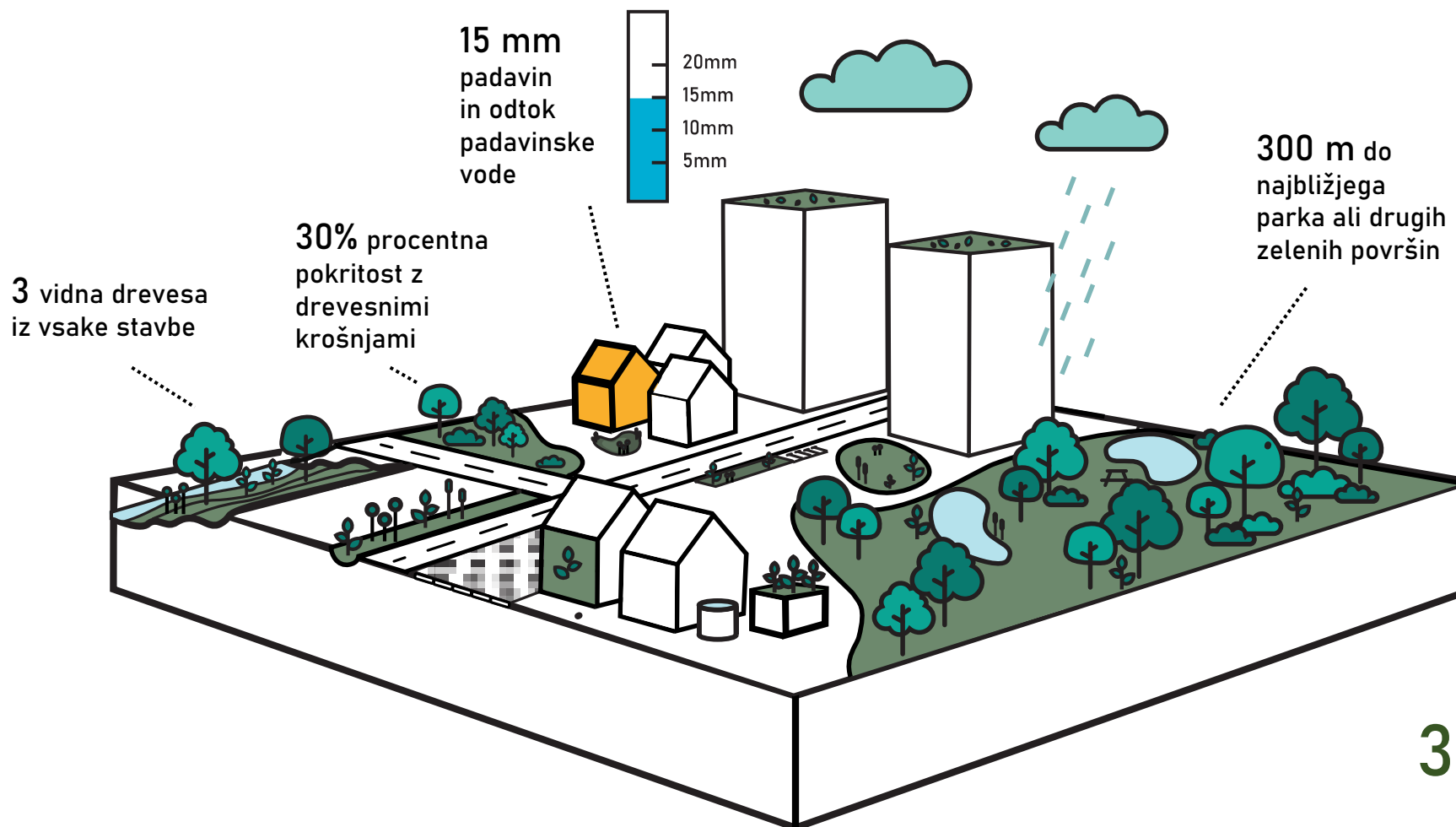
# Inovativna orodja za promocijo in oceno hidrološkega vpliva ukrepov modro-zelene infrastrukture na kroženje vode v urbanem prostoru

---

Kristina Klemen, IMZI - Inštitut za modro-zelena infrastrukturo

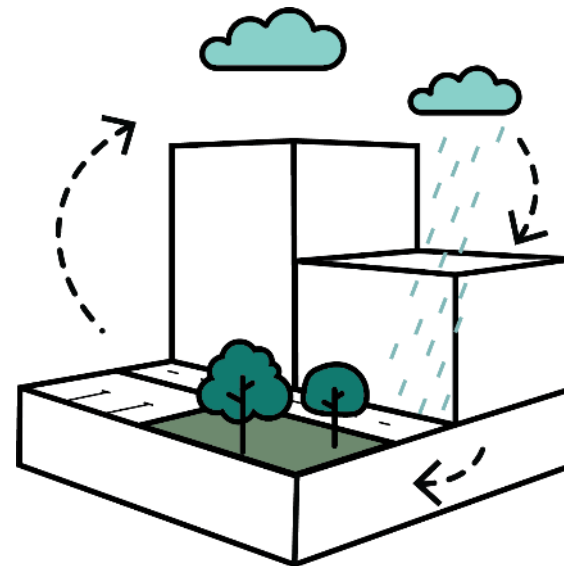
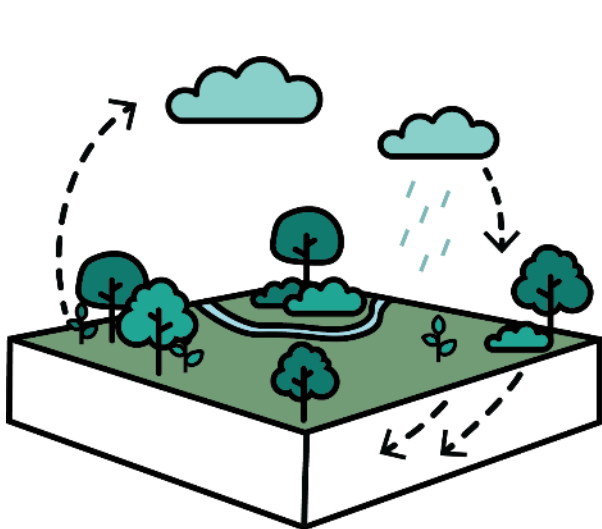
Petra Pergar, IMZI; dr. Nataša Sirnik, IMZI; dr. Matej Radinja, UL; dr. Nataša Atanasova, UL;  
mag. Katarina Konda, MOL; dr. Bernarda Bevc Šekoranja, LUZ

Predlog nadgradnje norme 3-30-300 (C. Konijnendijk, 2021)  
z načelom referenčnih 15 mm padavin

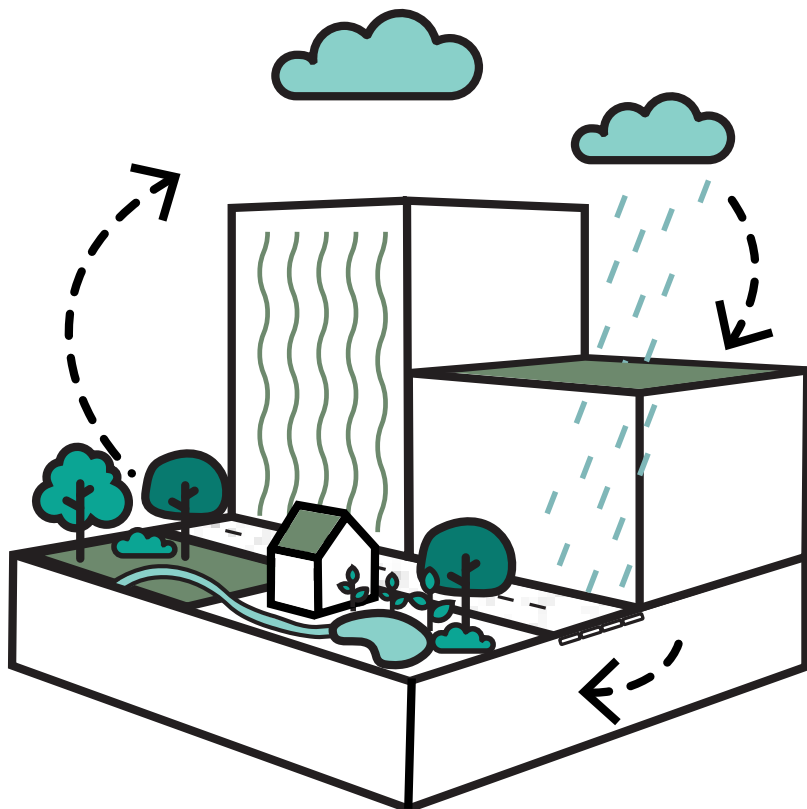




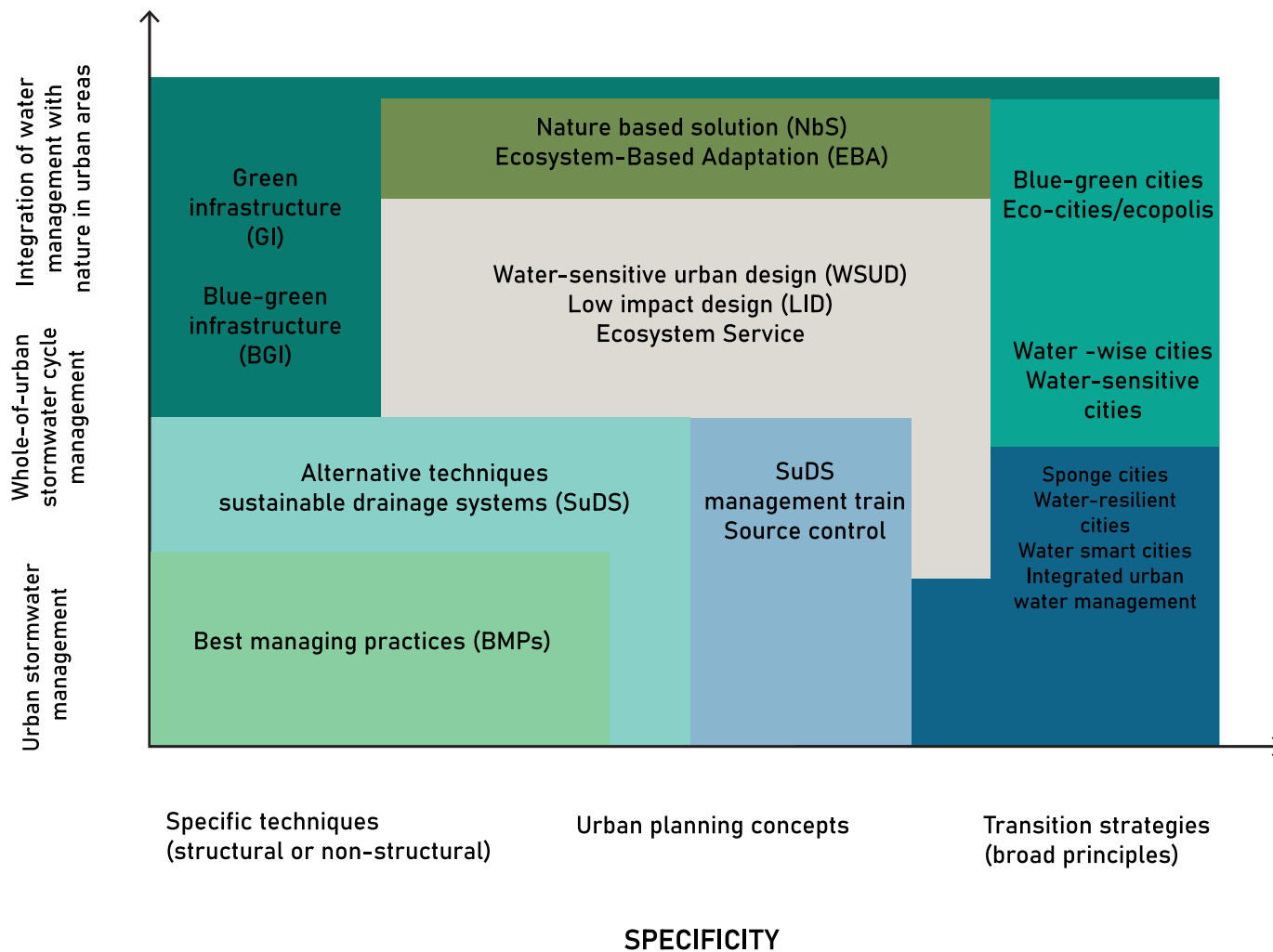
# URAVNOTEŽEN PROSTORSKI RAZVOJ V DOBI PODNEBNIH SPREMENB



## Tehnika MZI



PRIMARY FOCUS



# Faktor F15

... indikator zmožnosti stavbe s svojo okolico, da zadrži normirano vrednost padavin

$$F15 = \frac{\text{odtok padavinske vode}}{\text{pripadajoča okolica stavbe (npr. radij 15 m, gradbena parcela)}}$$

< npr. 5 mm



1

izbor lokacije (stavba, območje)

2

izbor scenarija:  
MZI, projekcija podn. spr.

vpliv ukrepov MZI,  
vpliv projekcij  
podnebnih  
sprememb

3

izračun  $F_{15}$  za izbrano  
lokacijo



## Rac. metoda z SCS-CN modelom padavinskih izgub

... oceni presežek padavin kot funkcijo celotnih padavin, pokrovnosti tal, rabe tal in vlažnost tal (Brilly in Šraj, 2010)

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \times S)^2}{P + 0,8 \times S} \quad [\text{mm}]$$

$$S = \frac{25400 - 254 \times CN}{CN} \quad [\text{mm}]$$

$$CN_{skupaj} = \frac{\sum (A_i \times CN_i)}{\sum A_i}$$

CN ... kazalnik retenzije

Pe ... F15 ... efektivne padavine; del padavin, ki odteče

Pak ... akumulirane padavine; padavinske izgube, ki ostanejo na mestu nastanka; P - Pe

Raba tal	Vrednost CN glede na odtočni potencial			
	A	B	C	D
drevesa	32	58	72	79
zelenica (trava)	52	70	80	84
makadam (pesek)	76	85	89	91
prep. tlakovane pov.	70			
neprep. tlakovane pov.	98			
strehe/stavbe	98			
ceste	98			



# Razvoj orodja vizualizacije kritičnih območij v proj. BUILDSPACE

**Urban Flood Analysis and Resilience** *Betaversion*

Map About Contact

Search...

**Flood scenario**

500-year flood  
Climate change included  
Change flood scenario

**Land use features**

Urban Atlas Cover  
Building data

**Flood damages**

Create damage layer

Classes Cost

Low Middle High Very high

**Costs per land use class**

Overview Detail

Area: 999,395,615m<sup>2</sup>  
N° of features : 98  
N° of features flooded : 41  
Total damage: €30,736,342.38

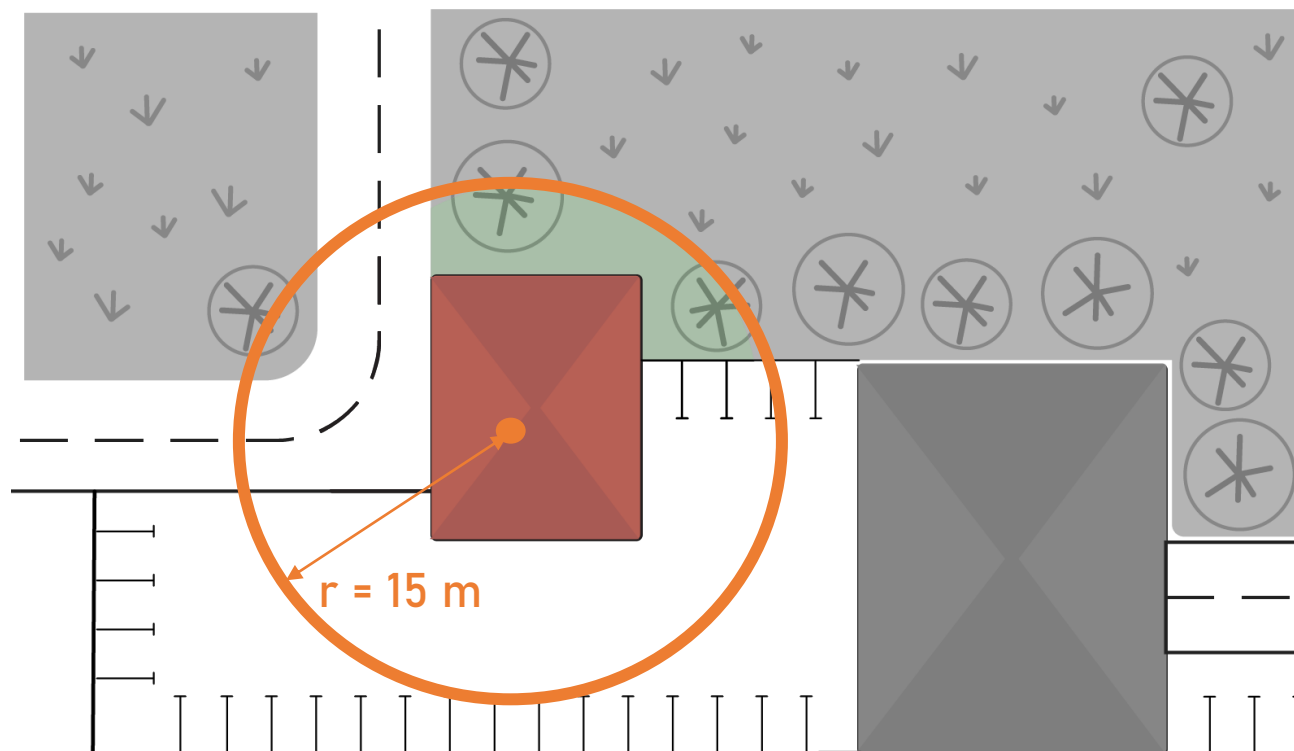
€30,7 M

Class	Estimated damage costs
Discontinuous Dense Urban Fabric	€22,101,515.02
Industrial, commercial, public, military and private units	€4,636,744.62
Discontinuous Medium Density Urban Fabric	€2,358,252.25
Discontinuous Low Density Urban Fabric	€1,049,562.66
Green urban areas	€261,205.75
Green and leisure facilities	€30,317.10

- vizualizacija F15
- primerjava različnih podnebnih scenarijev in scenarijev uporabe MZI
- pogoji za načrtovanje in vzdrževanje MZI



## Vzorčna določitev F15

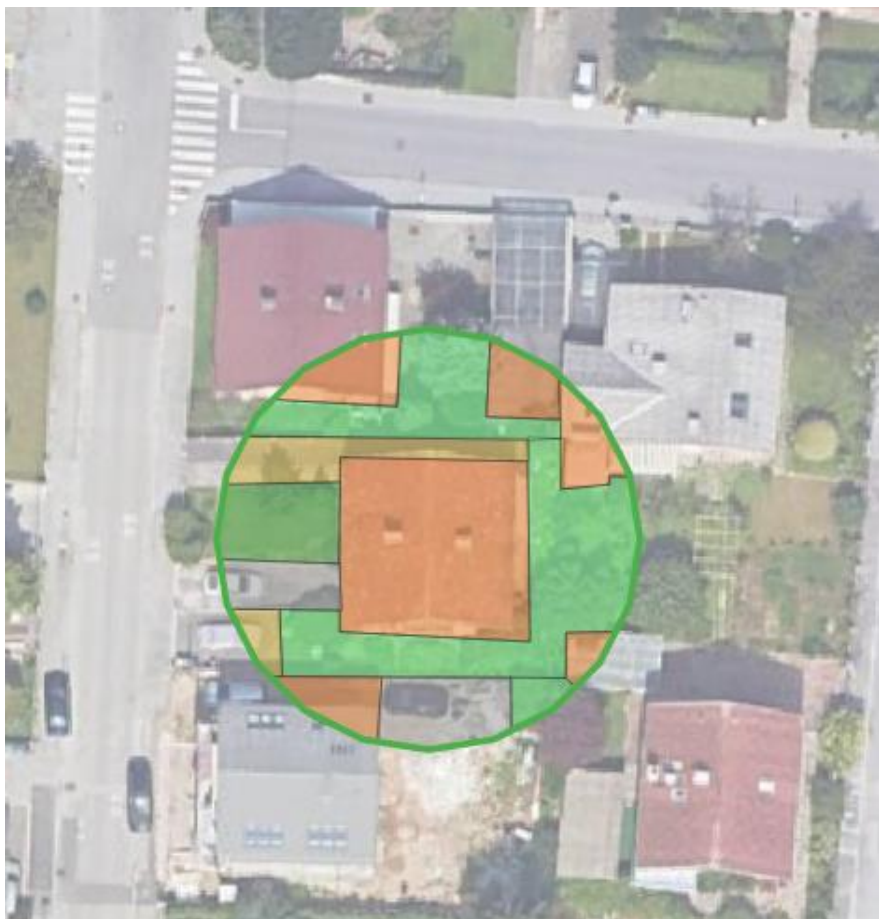




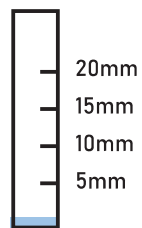


## enostanovanjska stavba, splošne stanovanjske površine (Ul. Pohorskega bat., Lj.)

r = 15 m



F15 = 0,2 mm



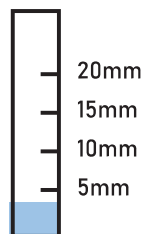
id	Vrsta_NRP	Dej_Raba	AREA [m2]	AREA skupaj [m2]	CN	razred odtočnega potenciala:	
						B	Padavine [mm]
1	SSce	asfalt	44.542	44.542	98		
1	Ssce	asfalt	28.274				
1	SSce	drevo	152.848				
1	SSce	drevo	80.049				
1	SSce	drevo	11.362	244.259	58		
1	SSce	makadam	11.217				
1	SSce	makadam	44620	55.837	85		
1	SSce	streha	170.326				
1	SSce	streha	23320				
1	SSce	streha	21.672				
1	SSce	streha	30.895				
1	SSce	streha	8.814				
1	SSce	streha	22.754	277.781	98	S	
1	SSce	trava	46.695	46.695	70		62,08077
CN skupaj							
						80,4	
							Efektivne padavine (odtok)
							Padavinske izgube
							Pe [mm]
							Pak [mm]
							0,2
							15,8

enostanovanjska stavba, splošne stanovanjske površine (Soška ul., Lj.)

r = 15 m



F15 = 2,6 mm



r = 15 m



F15 = 2,4 mm

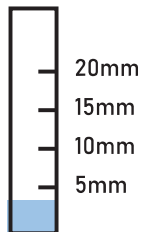


vrstna hiša, splošne stanovanjske površine (Ul. Pohorskega bat., Lj.)

r = 15 m



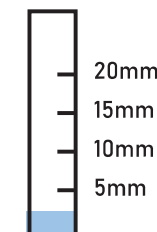
F15 = 2,8 mm



GP

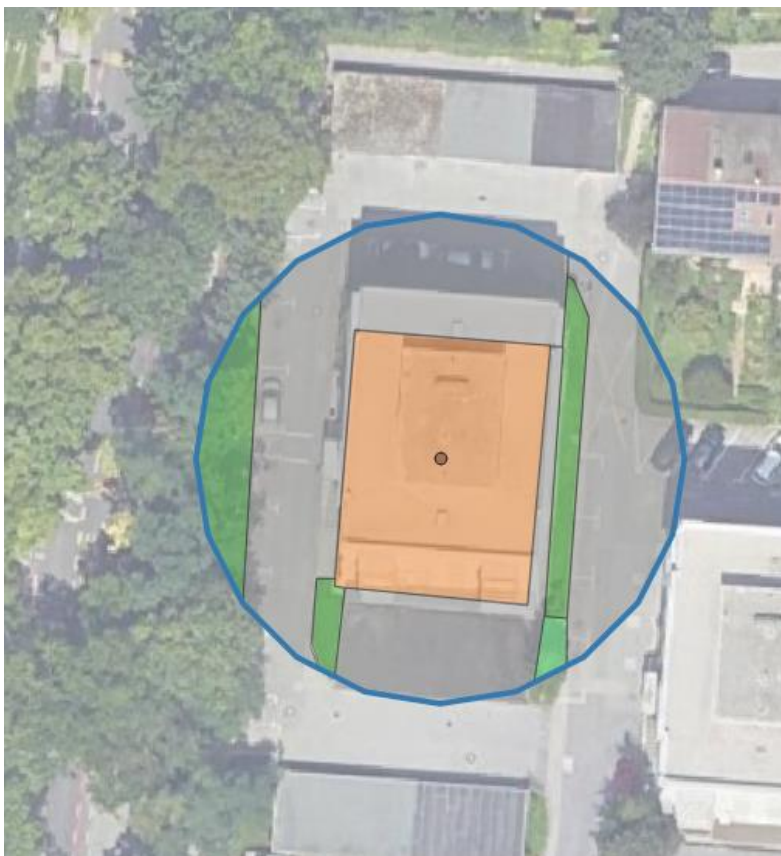


F15 = 2,6 mm

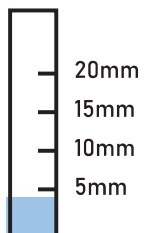


## stolpič, splošne stanovanjske površine (Slovenčeva ul., Lj.)

r = 20 m



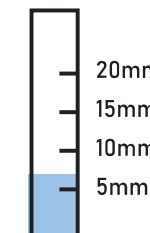
F15 = 4,2 mm



GP



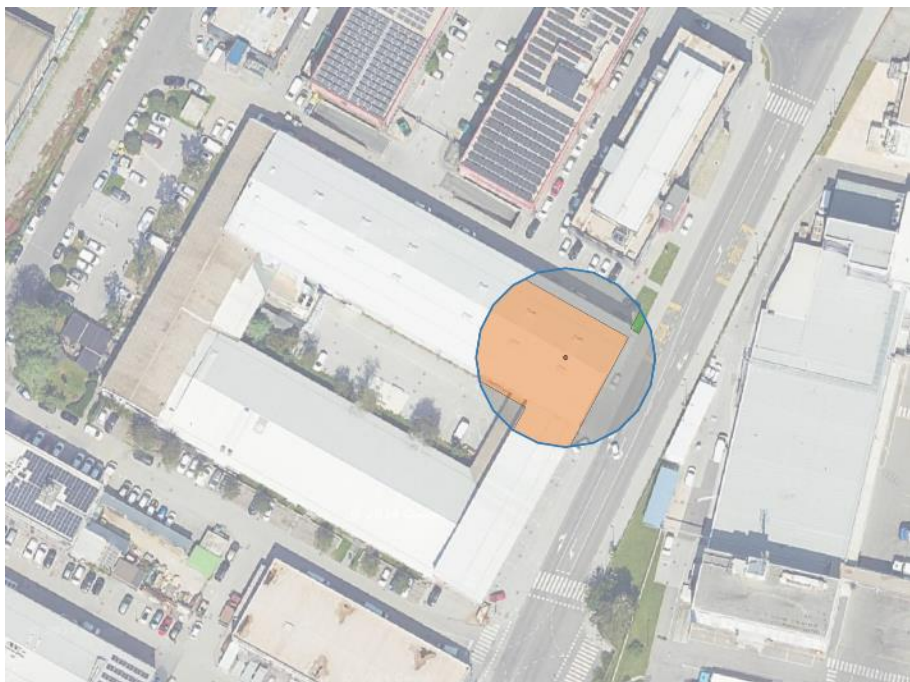
F15 = 6,6 mm



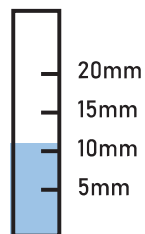


industrijska stavba, gospodarske cone (Ul. Alme Sodnik, Lj.)

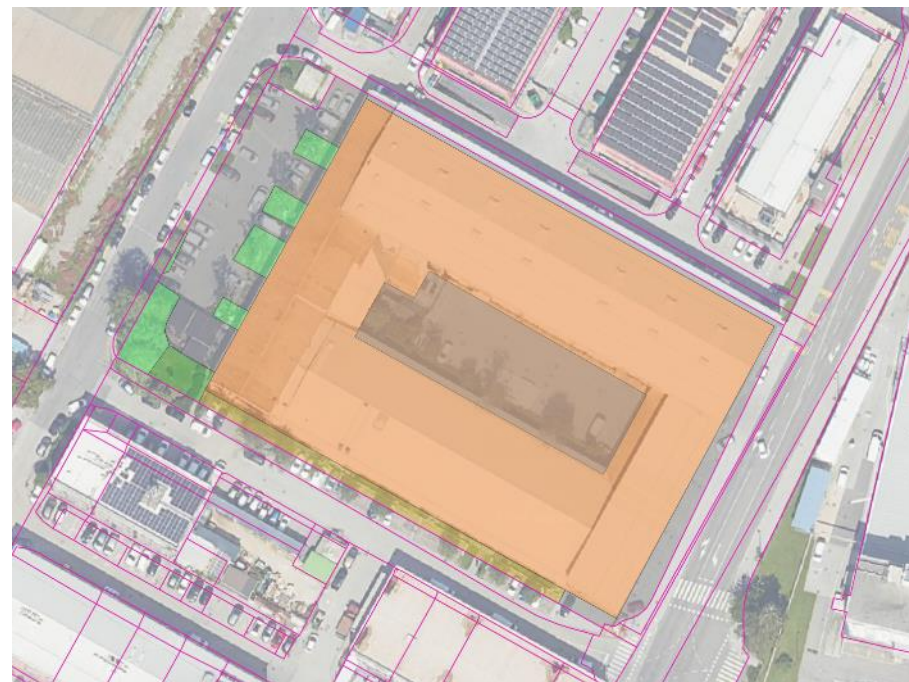
r = 20 m



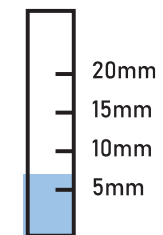
F15 = 10,7 mm



GP



F15 = 6,7 mm



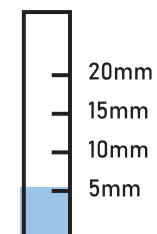


## stavba osnovne šole, območja centralnih dejavnosti (Prule, Lj.)



NRP

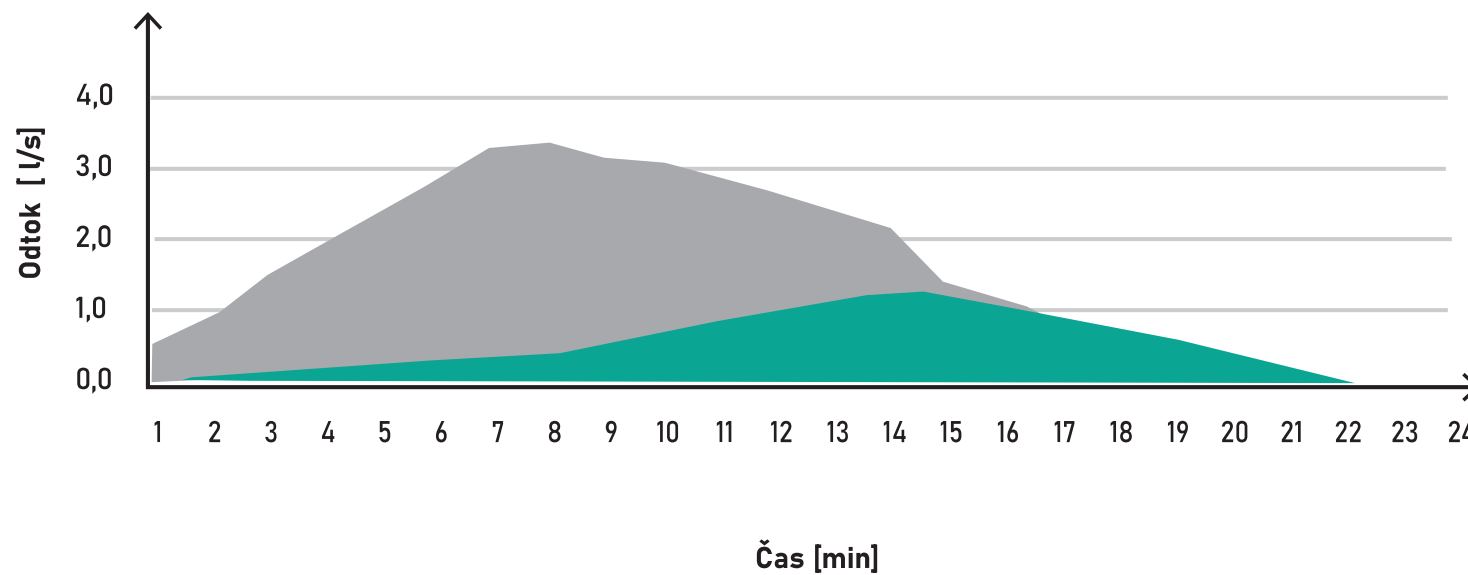
F15 = 5,2 mm





## Vpliv MZI na odtok

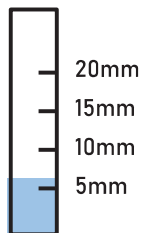
Hidrogram odtoka za utrjene in zelene površine



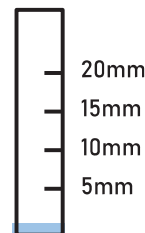
# Kako se F15 spremeni z uvajanjem MZI



F15 = 6,7 mm



F15 = 0,5 mm

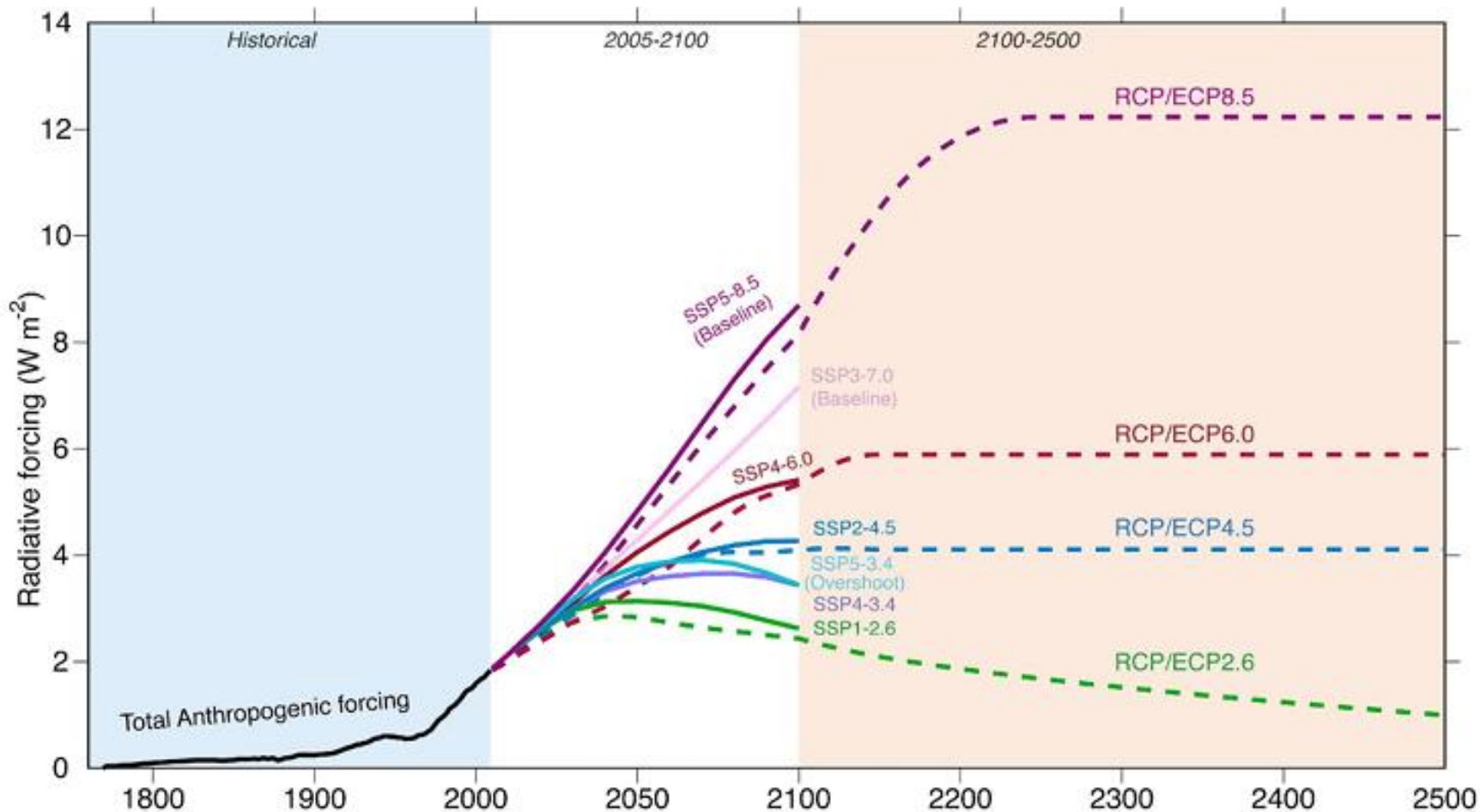


iz -	v -	CN	razlaga
vodna površina	MZI	52,27	ponderirano povprečje CN vseh MZI razen zelenih streh
drevesa	drevesni jarek	85	
ceste	prepustni tlak	70	
neprepustni tlak	MZI	52,27	ponderirano povprečje CN vseh MZI razen zelenih streh
trava	MZI	50,02	ponderirano povprečje CN vseh MZI razen zelenih streh in prepustnih tlakov
stavbe	zelene strehe	86	
gola zemlja	MZI	50,02	ponderirano povprečje CN vseh MZI razen zelenih streh in prepustnih tlakov

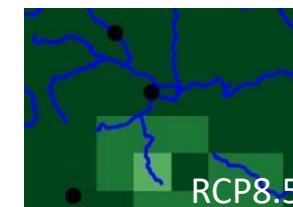
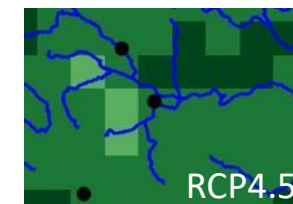
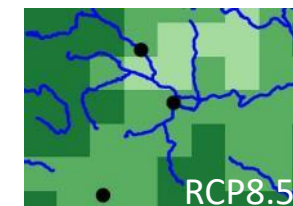




## Podnebni scenariji RCP



Abram, N. Et al. IPCC SR Ocean and Cryosphere, 2019



Rx1day;  
ARSO študija  
podnebnih  
sprememb  
(Bertalanč s  
sod., 2018)

## Primer simulacije

Največja dnevna višina padavin  
(Rx1day, CMIP6)



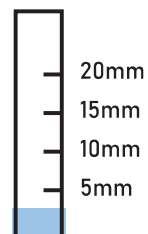
LJ-Bežigrad  
15-min naliv, 2-letna pov. doba



Danes

P = 16 mm

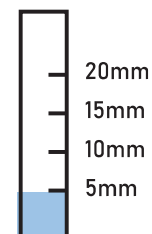
F15 = 2,8 mm



RCP8.5

P = 20 mm

F15 = 4,8 mm

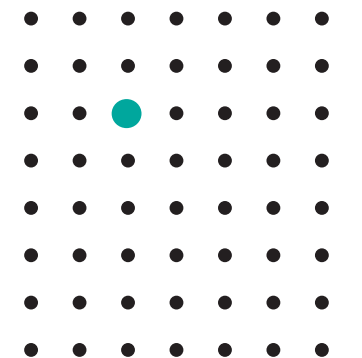
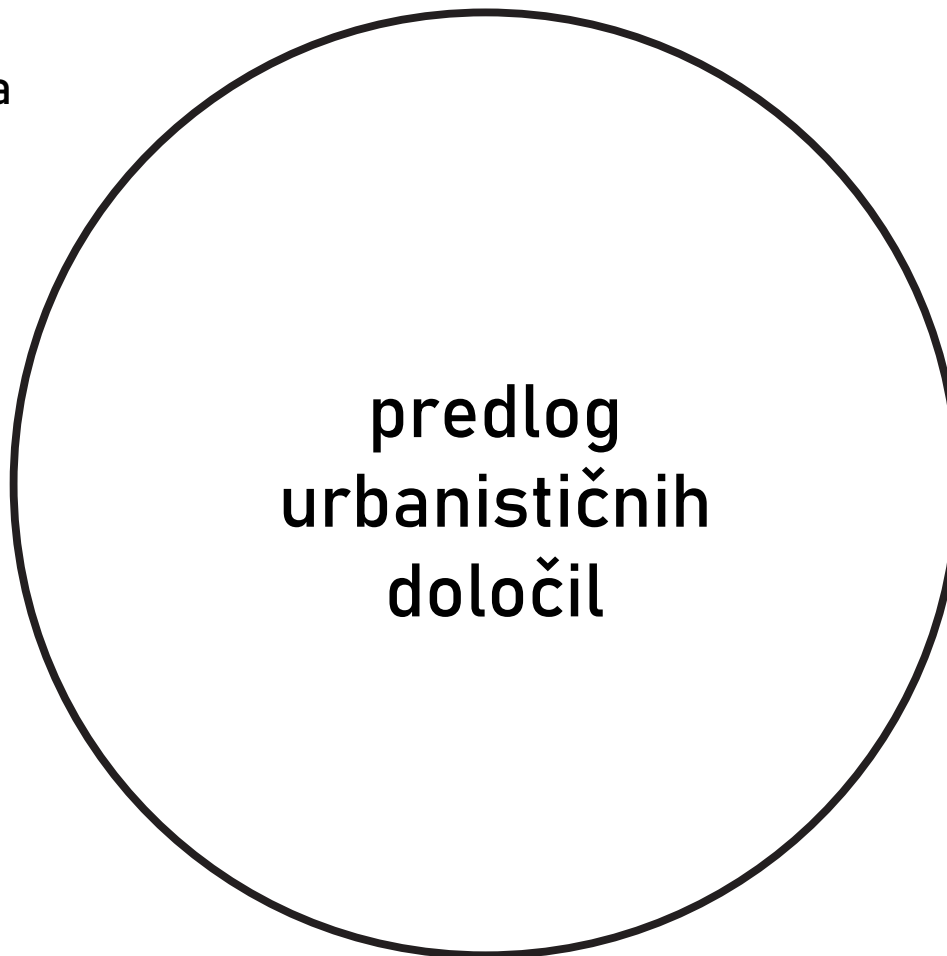




ovrednotena dodatna funkcija  
zelenih površin



omogoča merjenje



preverba in uskladitev  
z obstoječimi  
urbanističnimi pogoji



SEDLARJEVO  
SREČANJE  
SEDLAR'S  
MEETING  
■ LJ·18·10·2024

## URAVNOTEŽEN PROSTORSKI RAZVOJ V DOBI PODNEBNIH SPREMEMB

---



DUPPPS  
TSPAS  
DRUŠTVO  
URBANISTOV IN  
PROSTORSKIH  
PLANERJEV  
SLOVENIJE  
TOWN AND  
SPATIAL  
PLANNING  
ASSOCIATION OF  
SLOVENIA

Hvala za pozornost!