

Projekta zaļās infrastruktūras risinājumi pašvaldībās un applūšanas modelēšana

Jurijs Kondratenko, RTU ŪSBI

28.08.2024



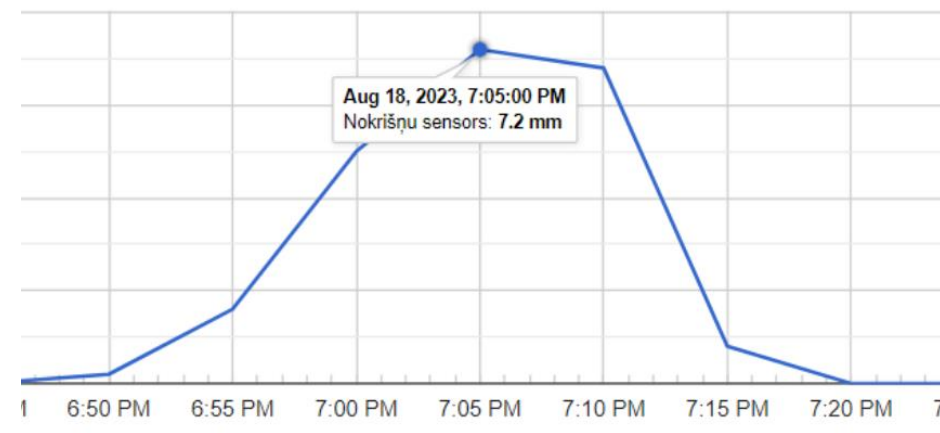
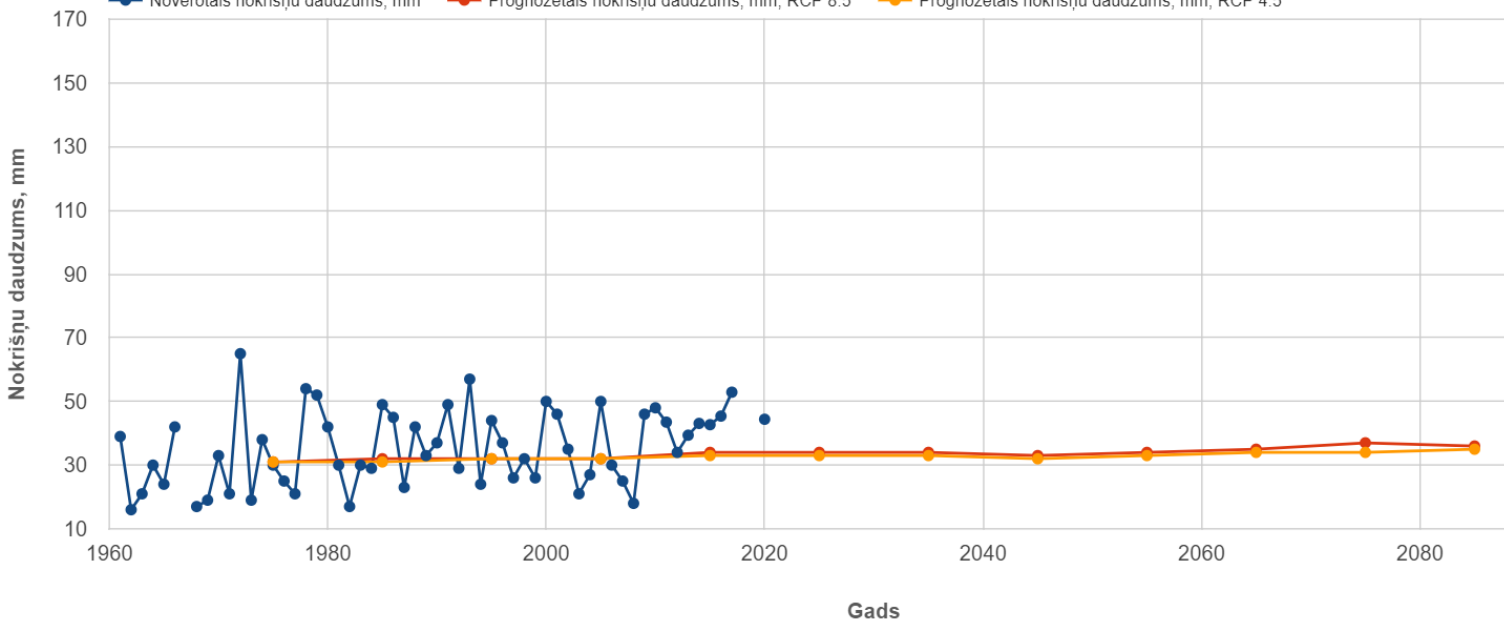
Atkārtojamība (reizi gados)	Nokrišņu daudzuma pieaugums tuvā nākotnē (2021.-2050.gads), %	Nokrišņu daudzuma pieaugums tālā nākotnē (2071.-2100.gads), %
2	21%	27%
5	19%	33%
10	18%	35%
20	18%	37%
100	17%	39%
200	17%	40%

Intensīvo nokrišņu intensitāte pieaug klimata pārmaiņu dēļ

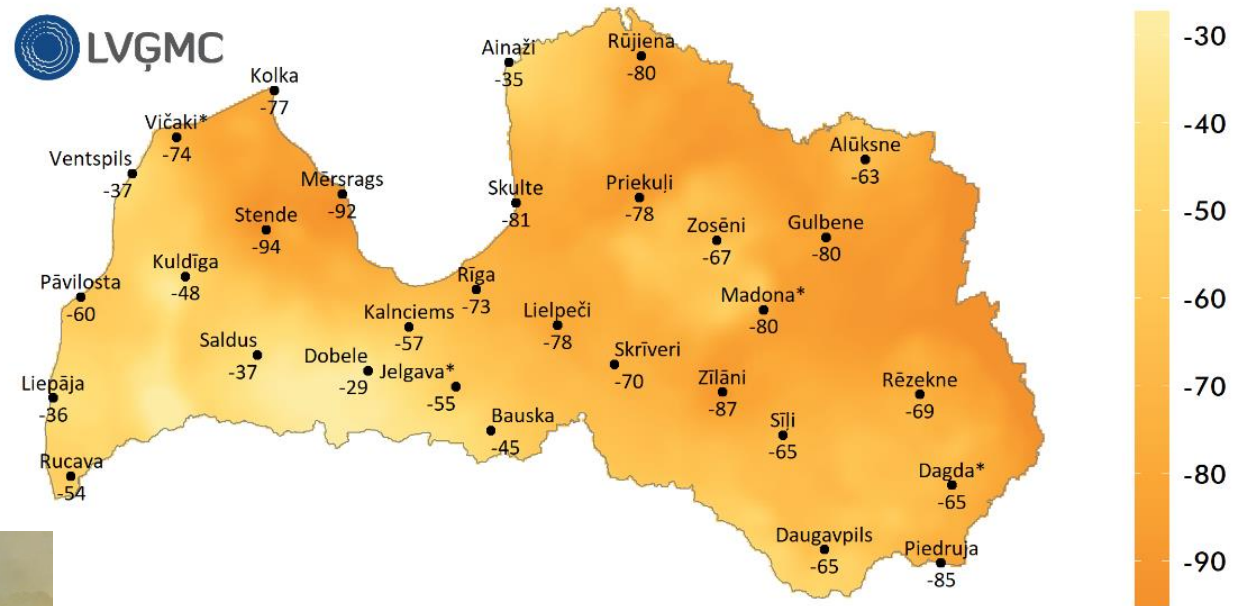
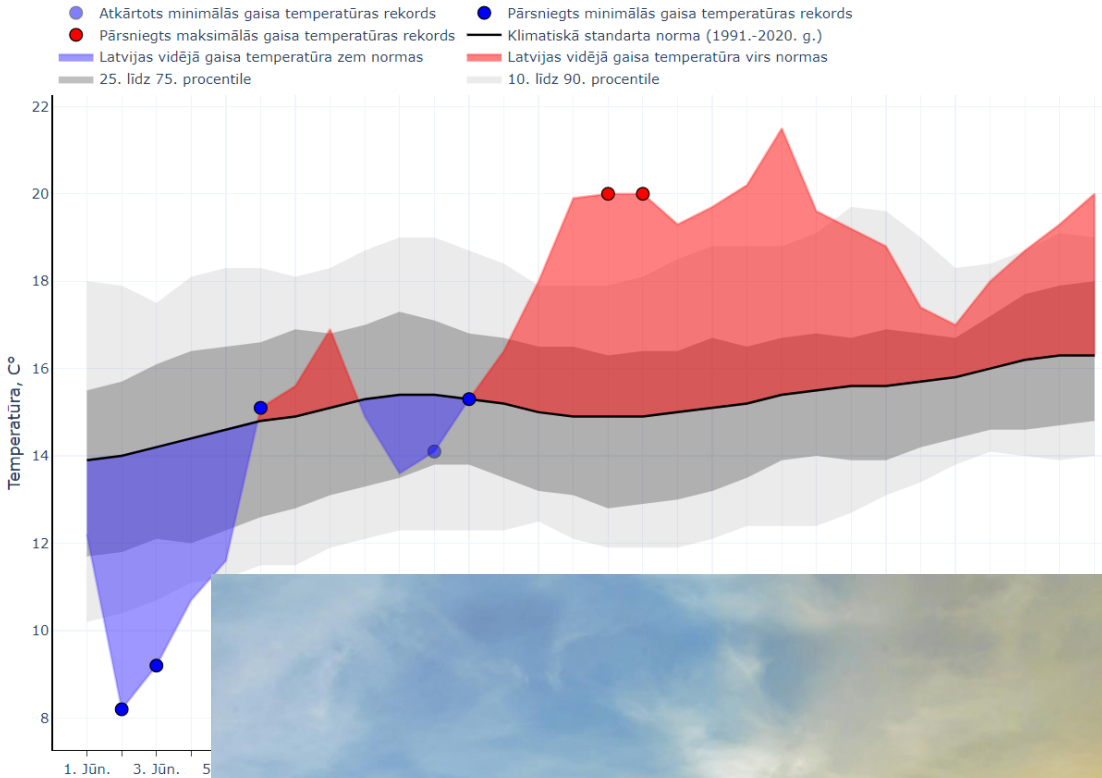
18.08.2023: 28 mm pusstundas laikā =
lietus reizi 50 gados

MAKSIMĀLAIS VIENAS DIENNAKTS NOKRIŠŅU DAUDZUMS, RĪGA

Novērotais nokrišņu daudzums, mm Prognozētais nokrišņu daudzums, mm, RCP 8.5 Prognozētais nokrišņu daudzums, mm, RCP 4.5



Ne tikai ekstrēmie nokrišņi, bet arī sausums

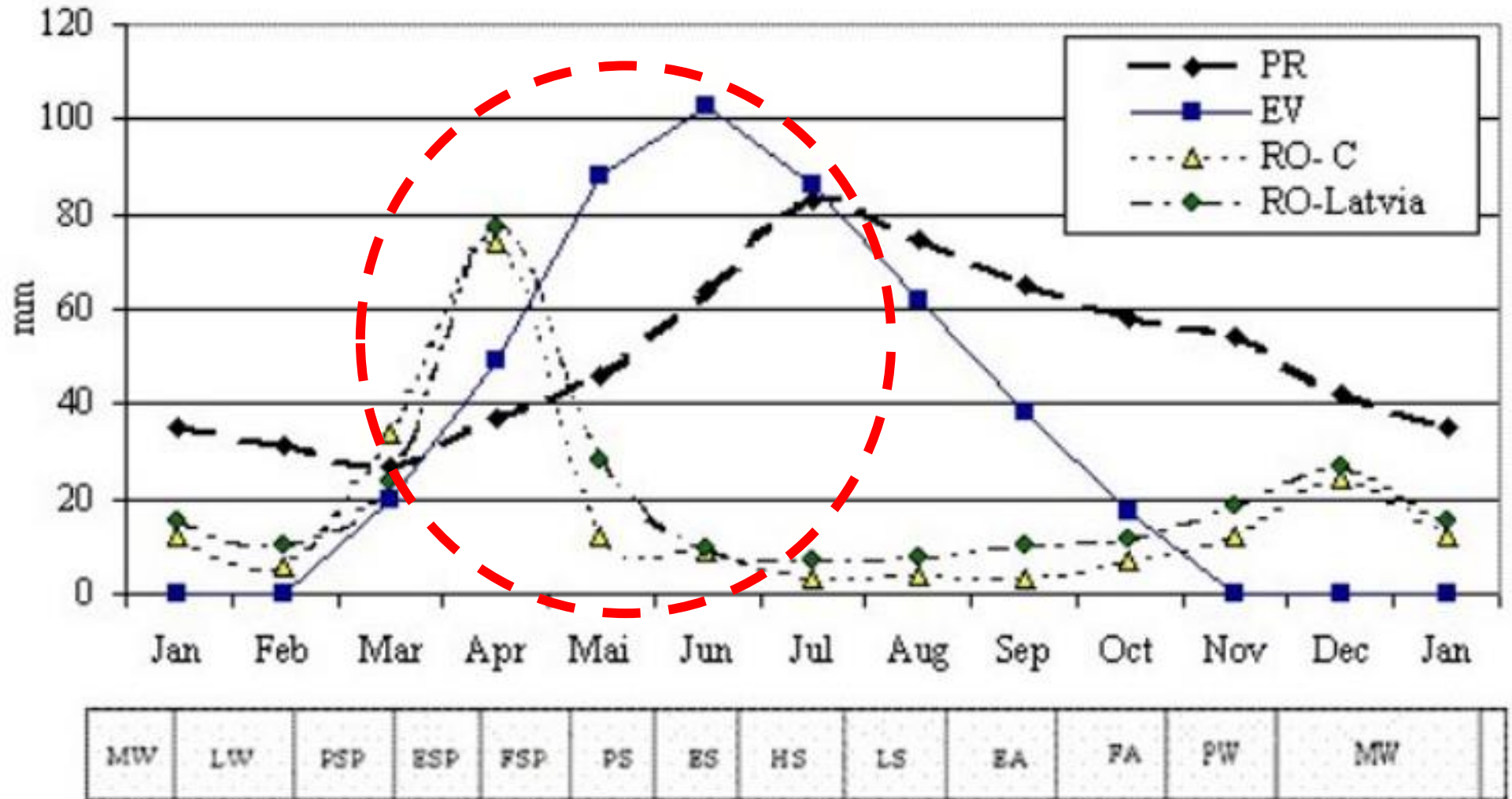


Nokrišņu daudzuma novirze no normas (1991.-2020.g.)
2023. gada jūnijā, %

* novirze no 1991.-2020. gada ilggadīgās vidējās vērtības

Ūdens bilance gada griezumā

No aprīļa līdz augustam evapotranspirācija pārsniedz nokrišņu slāni – liels potenciāls uzkrāt un izmantot lietus ūdeni



Ilgspējīgā lietusūdeņu apsaimniekošana

- Daudzfunkcionālā infrastruktūra
 - Noteces novadīšana / samazināšana
 - Ūdens kvalitātes uzlabošana
 - Publiskās ārtelpas uzlabošana
 - Mikroklimata regulēšana un energopatēriņa samazinājums
 - Sabiedrības veselība un produktivitāte
- Centralizēto un decentralizēto risinājumu kombinācija
 - Lietus kanalizācijas un meliorācijas sistēma
 - Maģistrālie zaļie risinājumi
 - Risinājumi īpašumos
- Infrastruktūras attīstības un uzturēšanas izdevumu segšana



Ilgspējīgas lietus ūdens apsaimniekošanas risinājumi

Noteces samazināšana



- Lietus dārzs (*rain garden*)
- Lietus ūdens savākšana (*rain water harvesting*)
- Caurlaidīgs ceļu segums (*permeable paving*)
- Apzaļumots jumts (*vegetated roof*)
- Bioloģiskā ūdens savākšanas sistēma (*bioretention cell*)
- Infiltrācijas struktūra (*infiltration structure*)

Maksimuma plūsmas samazināšana



- Apzaļumots baseins ūdens aizturēšanai (*water detention basin*)
- Dīķis (*wet pond*)

Uzlabota ūdens kvalitāte



- Mākslīgi konstruēts mitrājs (*constructed wetland*)
- Apzaļumota ievalka (*vegetated swale*)
- Filtrējoša josla (*filter strip*)



LIFE LatEst Adapt risinājumu potenciālās vietas Rīgā

Lietus dārzs / bioievalka ielas telpā

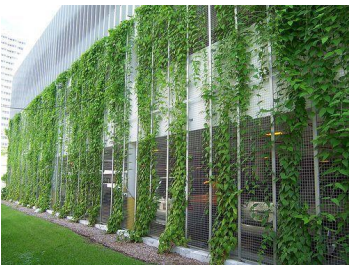


Lietus dārzs / bioievalka iekšpagalmā

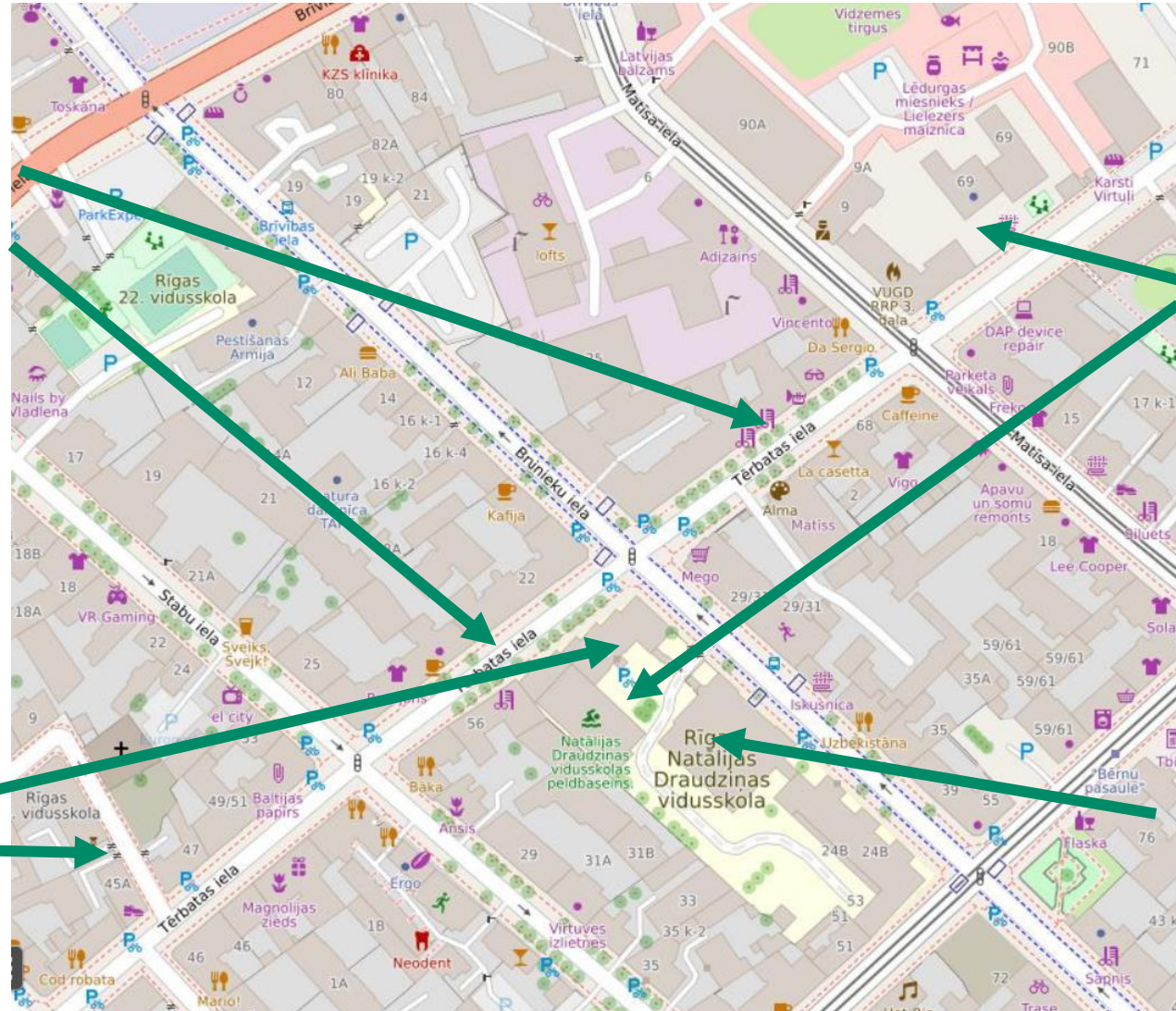


Lietus ūdens uzkrāšana

Zaļā siena



Zaļais jumts



Risinājuma koncepts

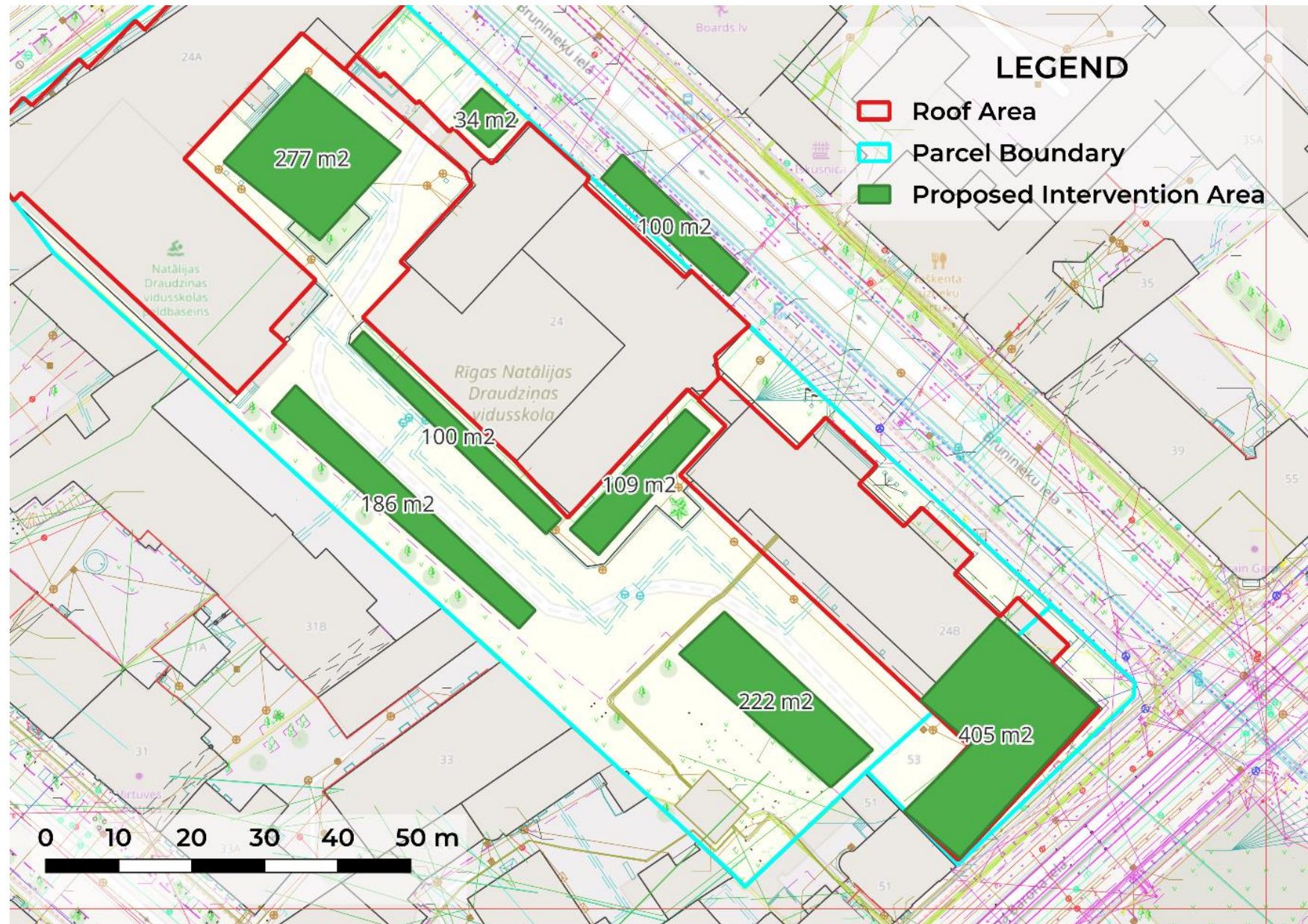
Ēku jumtu un pagalma (2000-3000m²) lietis ūdens noteces «atslēgšana» no kopsistēmas kanalizācijas

Lietus dārzs

Lietus uzkrāšanas amfiteātris

Zaļais jumts

28.08.2024



NDV iekšpagalma **Risinājuma koncepts**

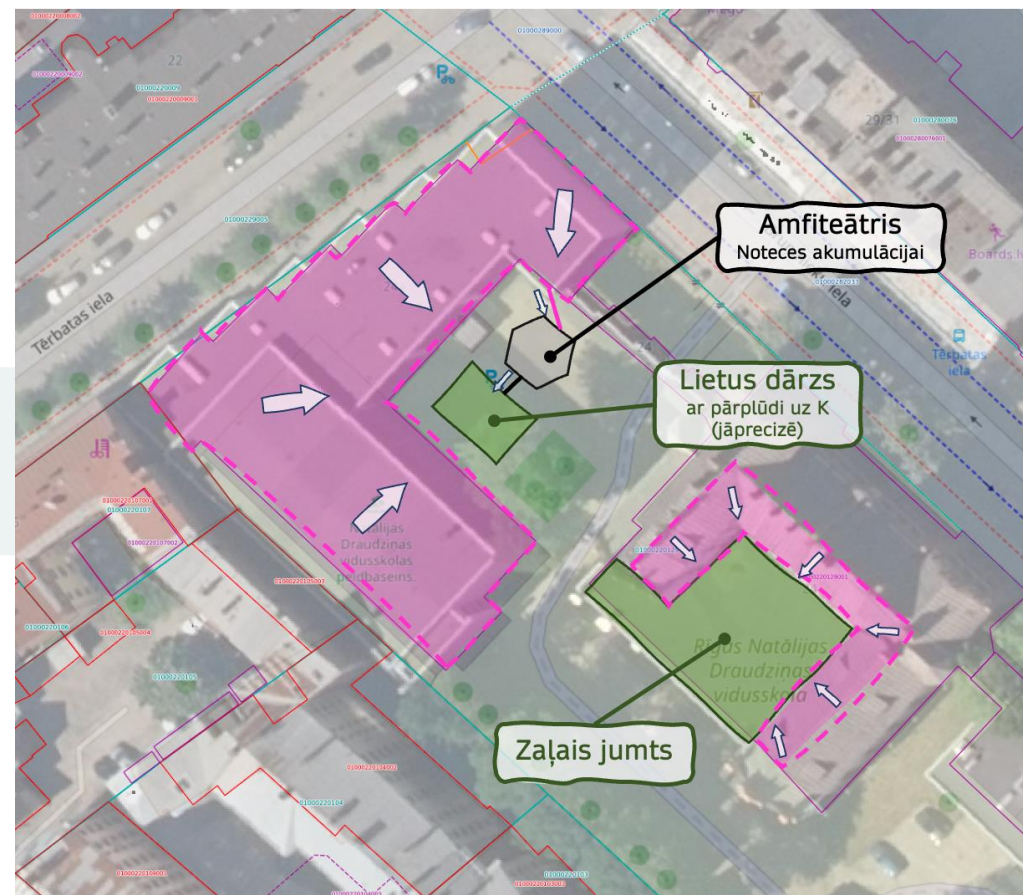
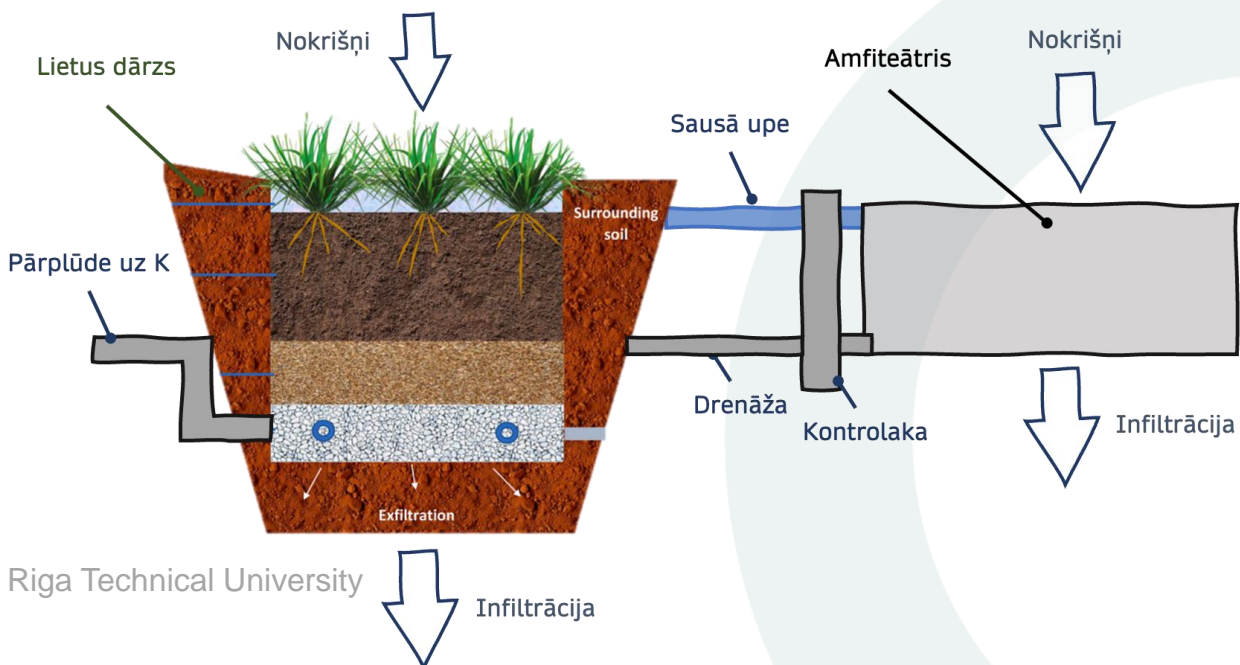
Lietus ūdens nonāk ilgtspējīgajos risinājumos, pārplūde uz infiltrāciju / kopsistēmu

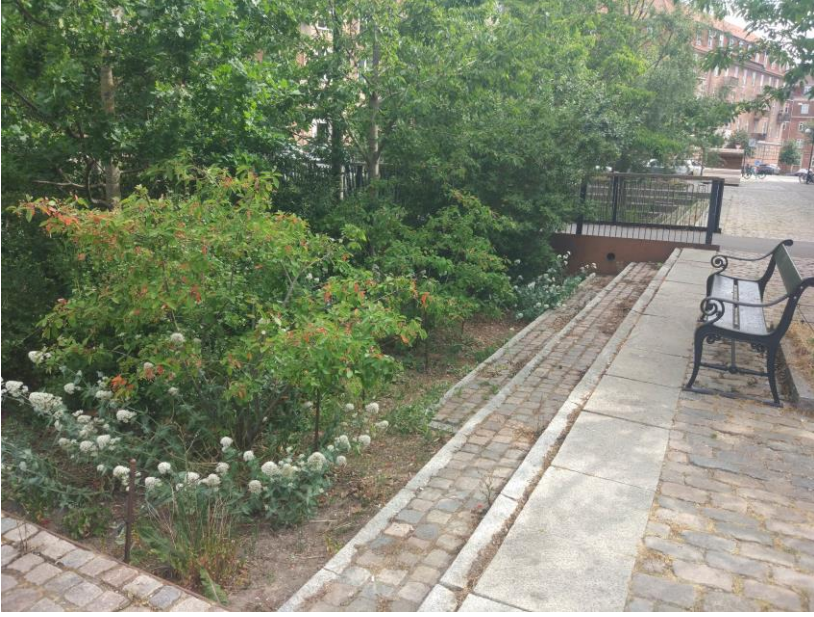
Sateces laukuma platība ~ 2000m²

Risinājumu platība ~200m²

Kopējais uzkrāšanas tilpums ~80m³

(nokrišņu slānis ~41mm – 10 gadi / 6 stundas, 100 gadi / 1 stunda)





Zaļais jumts uz N.Draudziņas vidusskolas jumta

Aptuveni 400m²

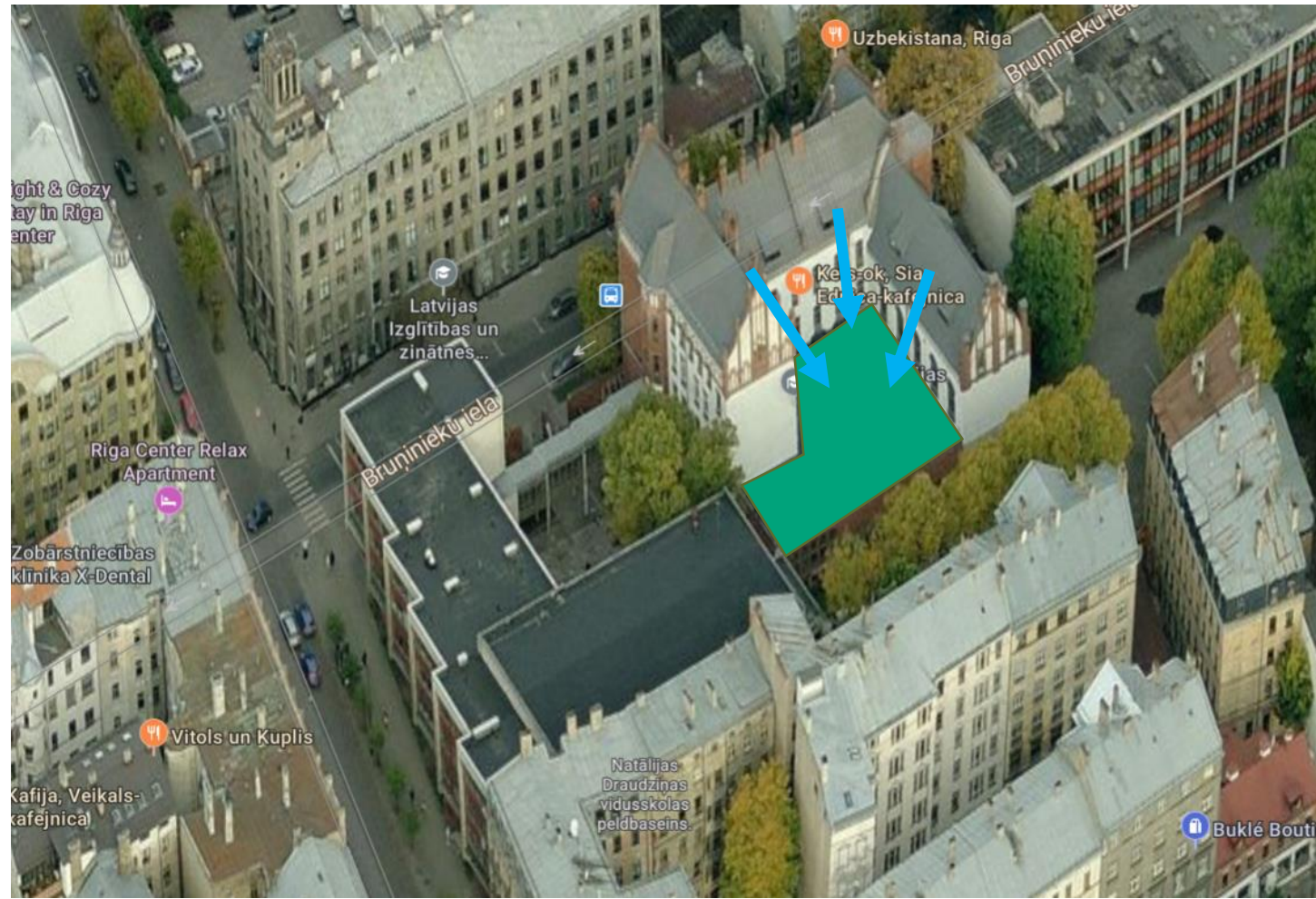
Dienvidrietumu ēkas puse – augsts evapotranspirācijas potenciāls

Sateces laukums 400+300m²

Ekstensīvais vai intensīvais jumts?

- Slodzes
- Izmaksas

Izmantošana izglītībai



Ekstensīvais VS intensīvais zaļais jumts

Ekstensīvais jumts: plānāks substrāta slānis, zemāks svars un izmaksas, mazāka ūdens aizturēšana un funkcionalitāte



Ekstensīvais jumts: biezāks substrāta slānis, lielāks svars un izmaksas, lielāka ūdens aizturēšana un funkcionalitāte



Ekstensīvo un intensīvo zaļo jumtu ūdens aizturēšana: 40 – 70% no nokrišņu apjoma

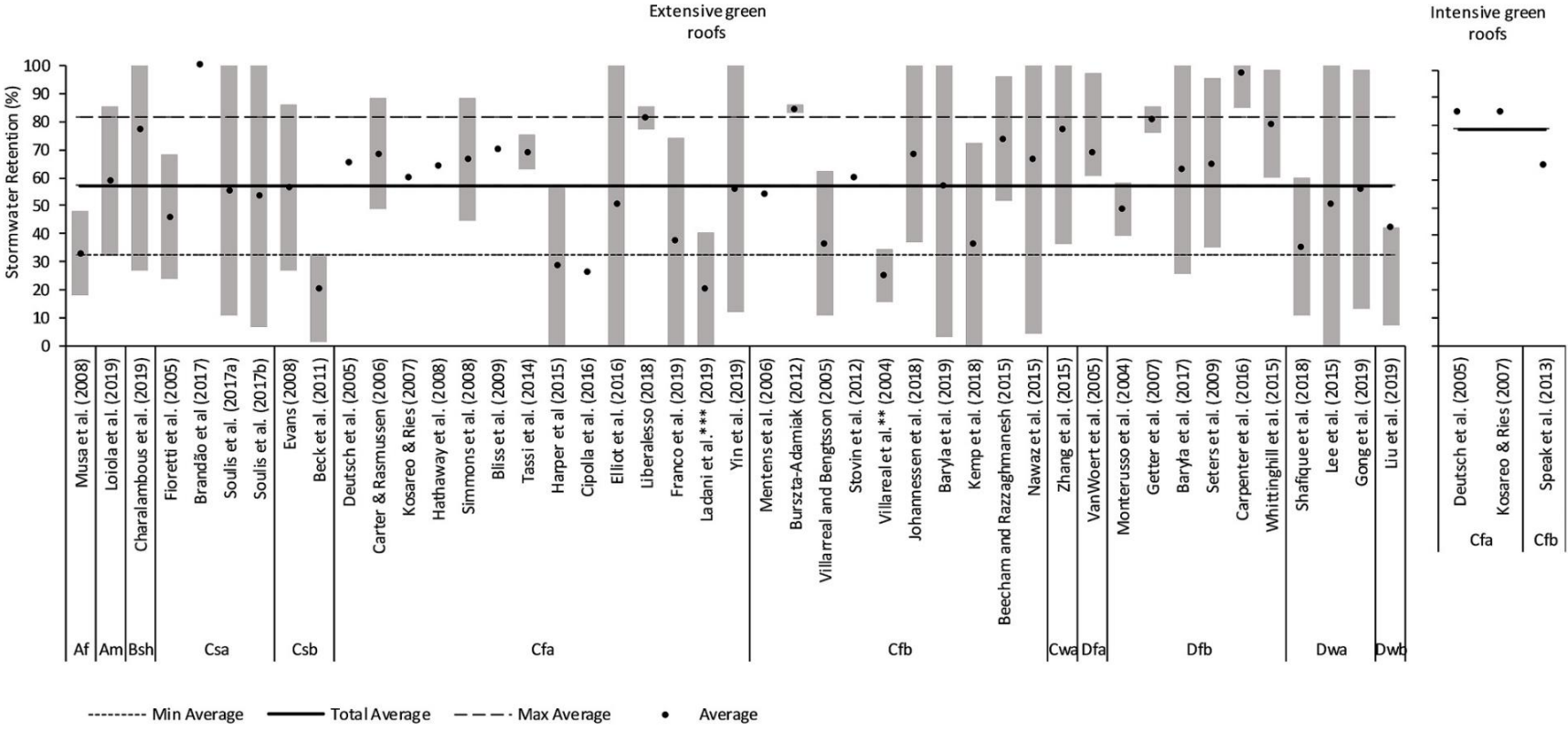


Table 3: Thicknesses of different greening and vegetation types ¹⁾

Rootable layer thickness in cm	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200	
Extensive greening	Moss-sedum greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	Sedum-moss-herbaceous greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	Sedum-herbaceous-grass greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
Simple intensive greening	Grass-herbaceous greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	wild-perennial-shrub greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	woody-shrub-perennial greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
Intensive greening	woody-plant greening	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	Turf	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	Low perennials and woody plants	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
High trees	Med. perennials and woody plants	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	High perennials and woody plants	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
	Big shrubs and small trees	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
High trees	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200	

Roof pitch up to 5°	Roof pitch greater than 5°
for > 50 cm layer thickness	C _s = 0,1
for > 25 – 50 cm layer thickness	C _s = 0,2
for > 15 – 25 cm layer thickness	C _s = 0,3
for > 10 – 15 cm layer thickness	C _s = 0,4
for > 6 – 10 cm layer thickness	C _s = 0,5
for > 4 – 6 cm layer thickness	C _s = 0,6
for > 2 – 4 cm layer thickness	C _s = 0,7

NO.	1	2	3	4
1	Type of greening	Structural thickness in cm	Annual average water retention in %	Annual runoff coefficient Ψ_r / sealing factor
2	Extensive greening	2 – 4	40	0,60
		> 4 – 6	45	0,55
		> 6 – 10	50	0,50
		> 10 – 15	55	0,45
3	Intensive greening	> 15 – 20	60	0,40
		15 – 25	60	0,40
		> 25 – 50	70	0,30
		> 50	≥ 90	≤ 0,10

Fig. 7. Stormwater retention capacity of extensive green roofs [36,107,109,119–124,126–145] and intensive green roofs [72,119,146].

Bāriņtiesas pagalma risinājumi

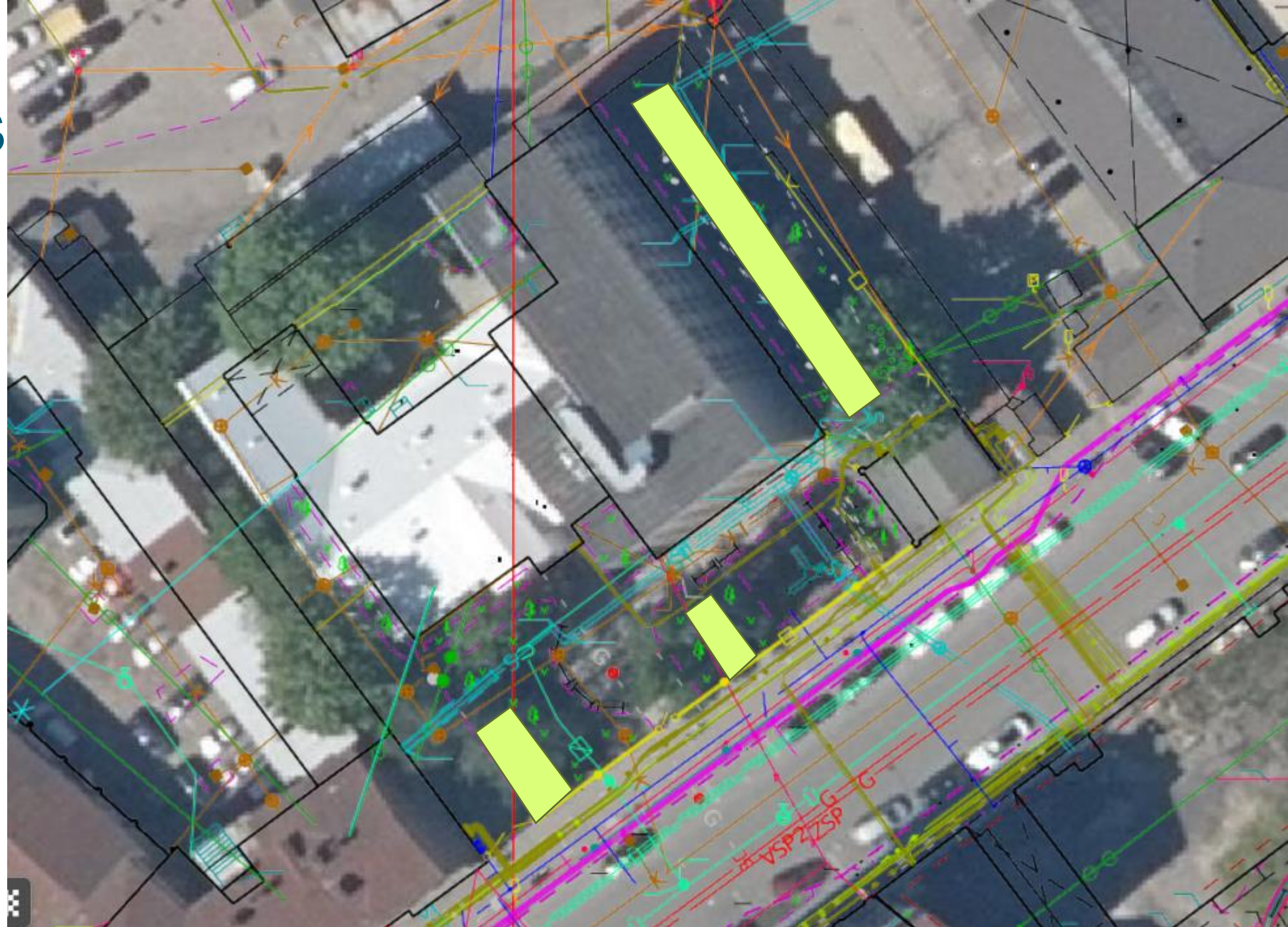
Iespēja novadīt un
uzkrāt lietus ūdeni
no jumtiem

Vieta ierobežota

Inženiertīklu
jautājumi

Iespēja savietot ar
kokiem

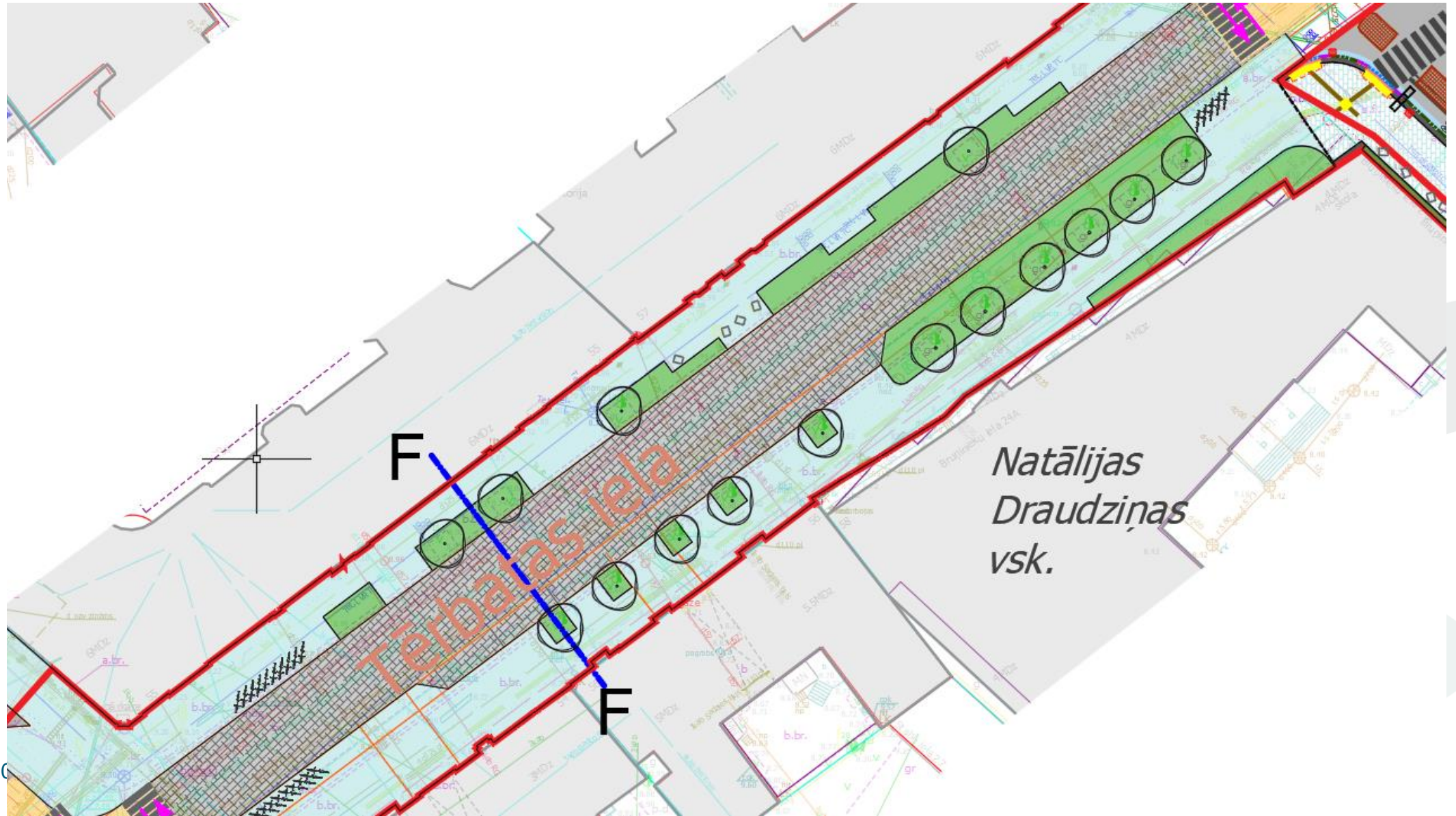
28.08.2024



Lietusdārzi / bioievalkas



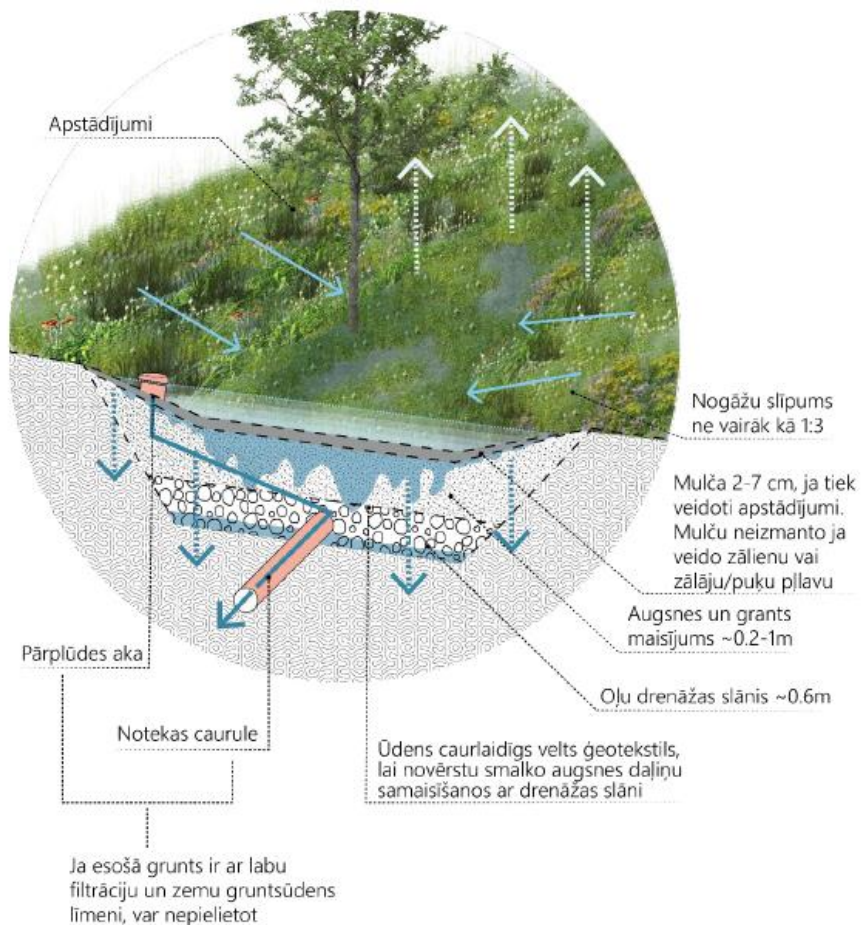
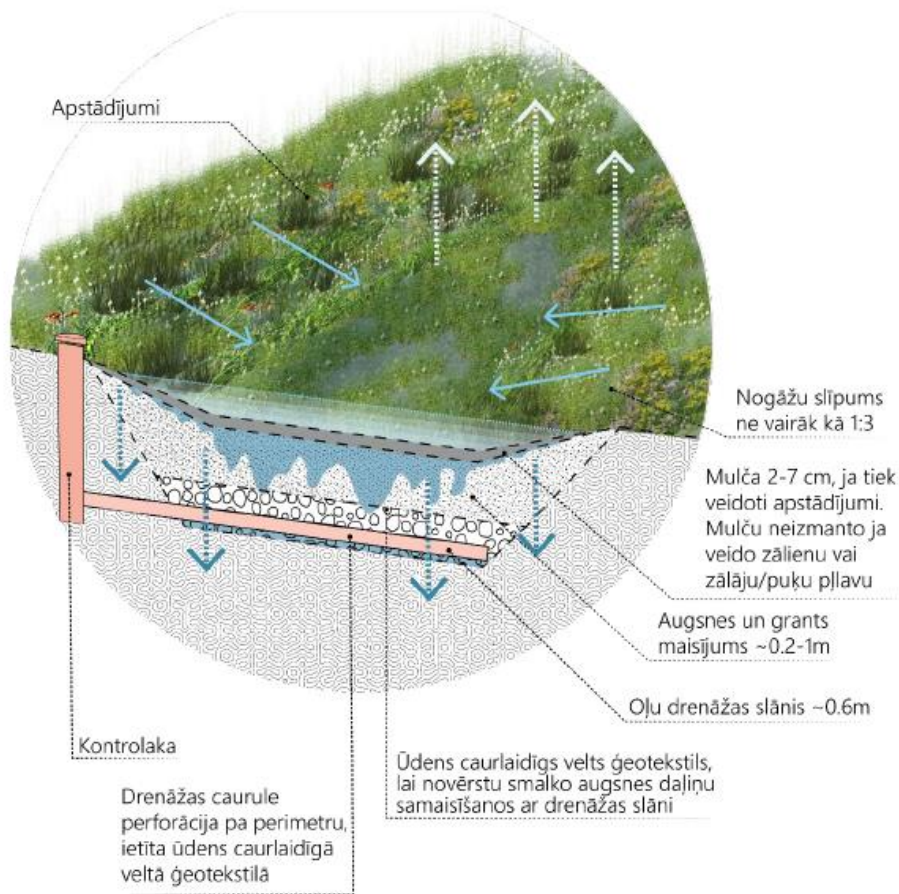
Lietusdārzi / bioievalkas ielas telpā



Lietusdārzi / bioievalkas ielas telpā



Lietus dārzu risinājumi – ar un bez pārplūdes



Lietus dārza risinājums ar ūdens uzkrāšanu

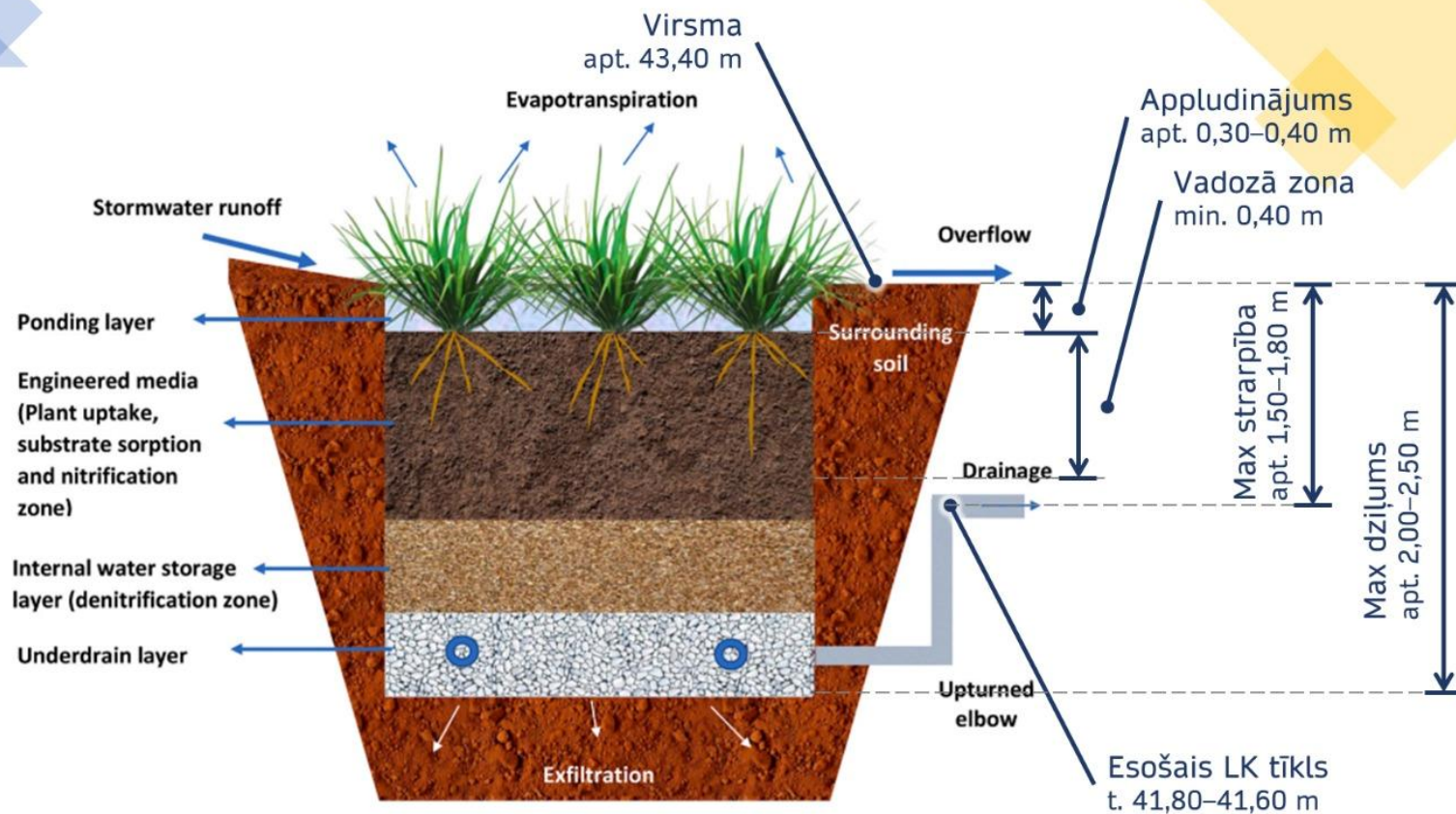
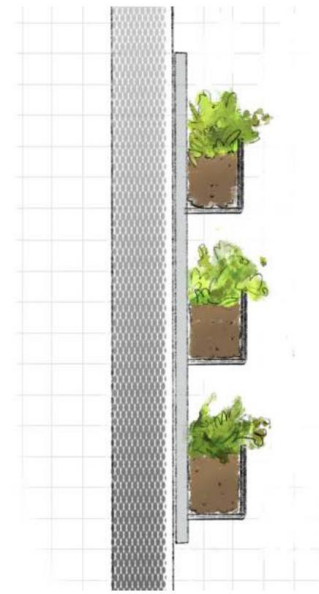
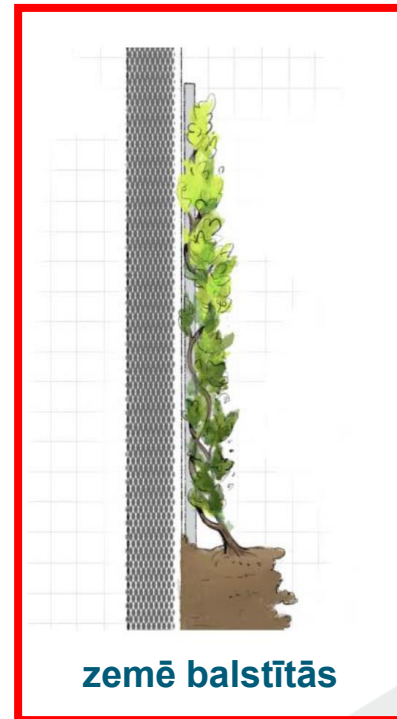


Fig. 1. Schematic representation of bioretention with internal water storage arrangement.

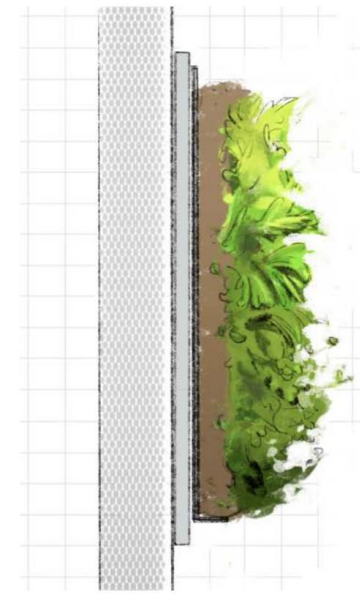
Zaļās sienas / fasādes



Vertikālie zaļie risinājumi Zaļās sienas/fasādes



modulārās



nepārtrauktās

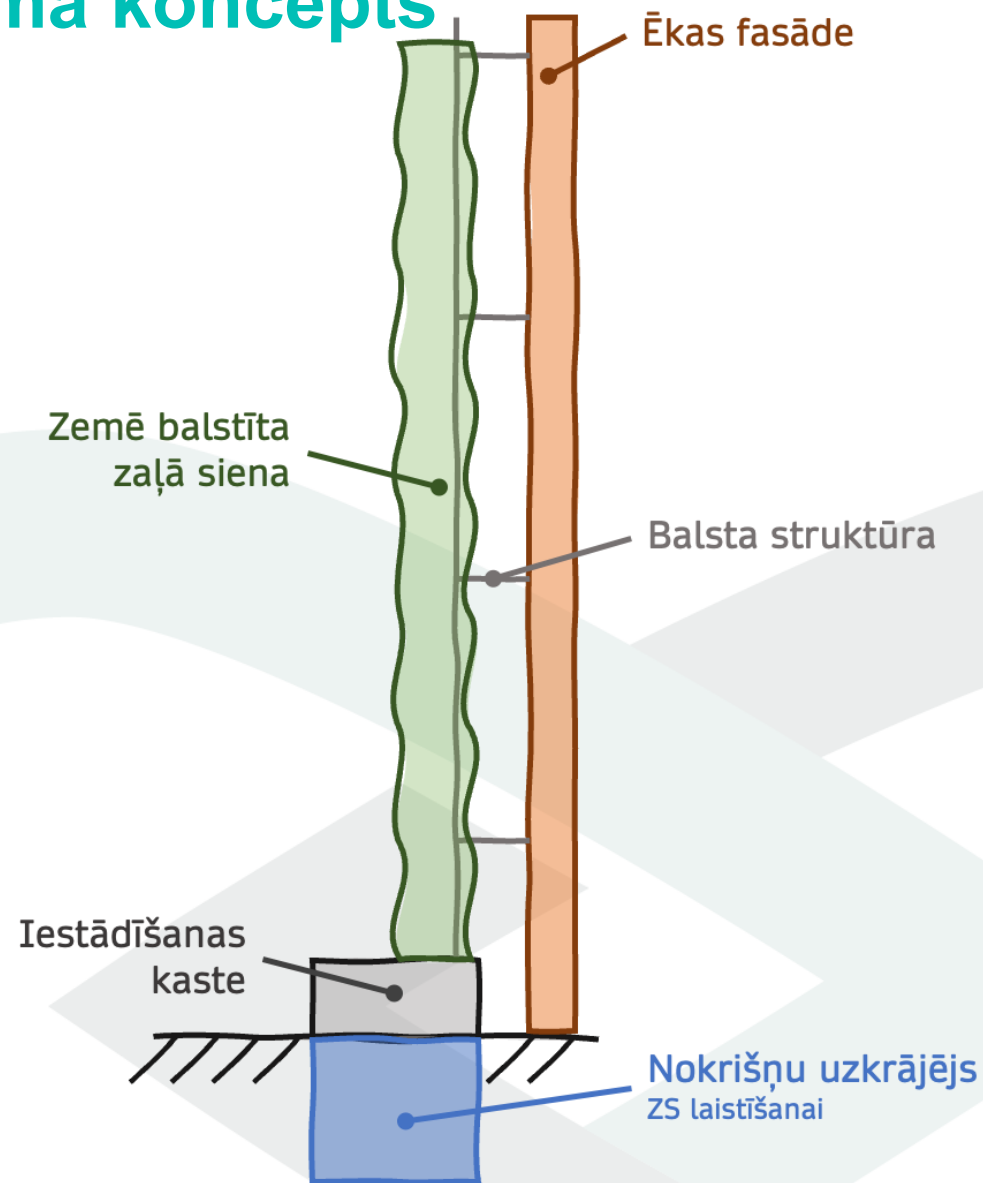
VZR Zaļā siena Risinājuma koncepts

Augiem nepieciešams:

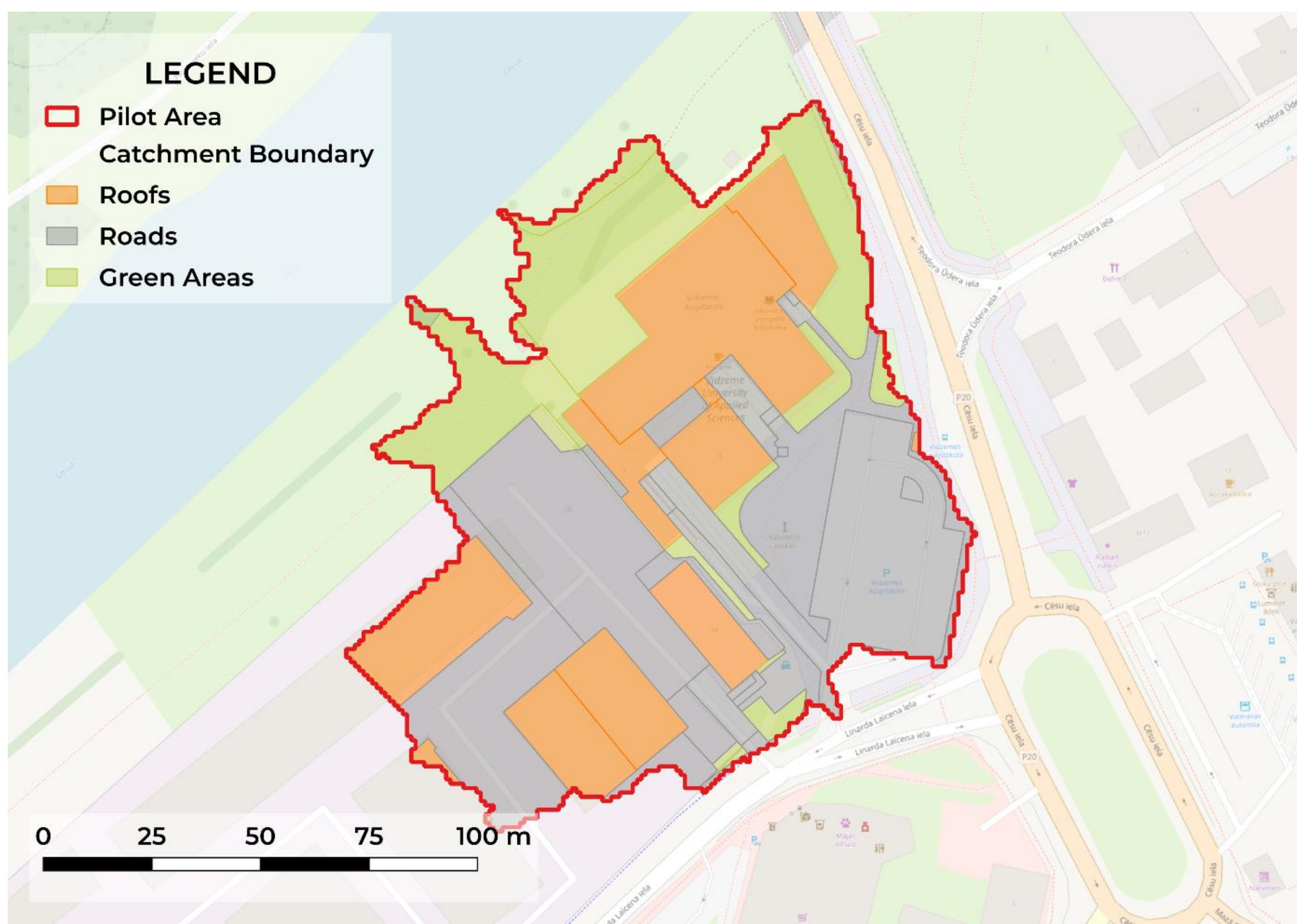
3-5 l/m²d

Jāprecizē, ņemot vērā izvēlēto augu sugu un fasādes orientāciju.

Ja sienas platība 100 m², nepieciešama uzkrāšana ~3m³ (7 dienu ūdens patēriņš)

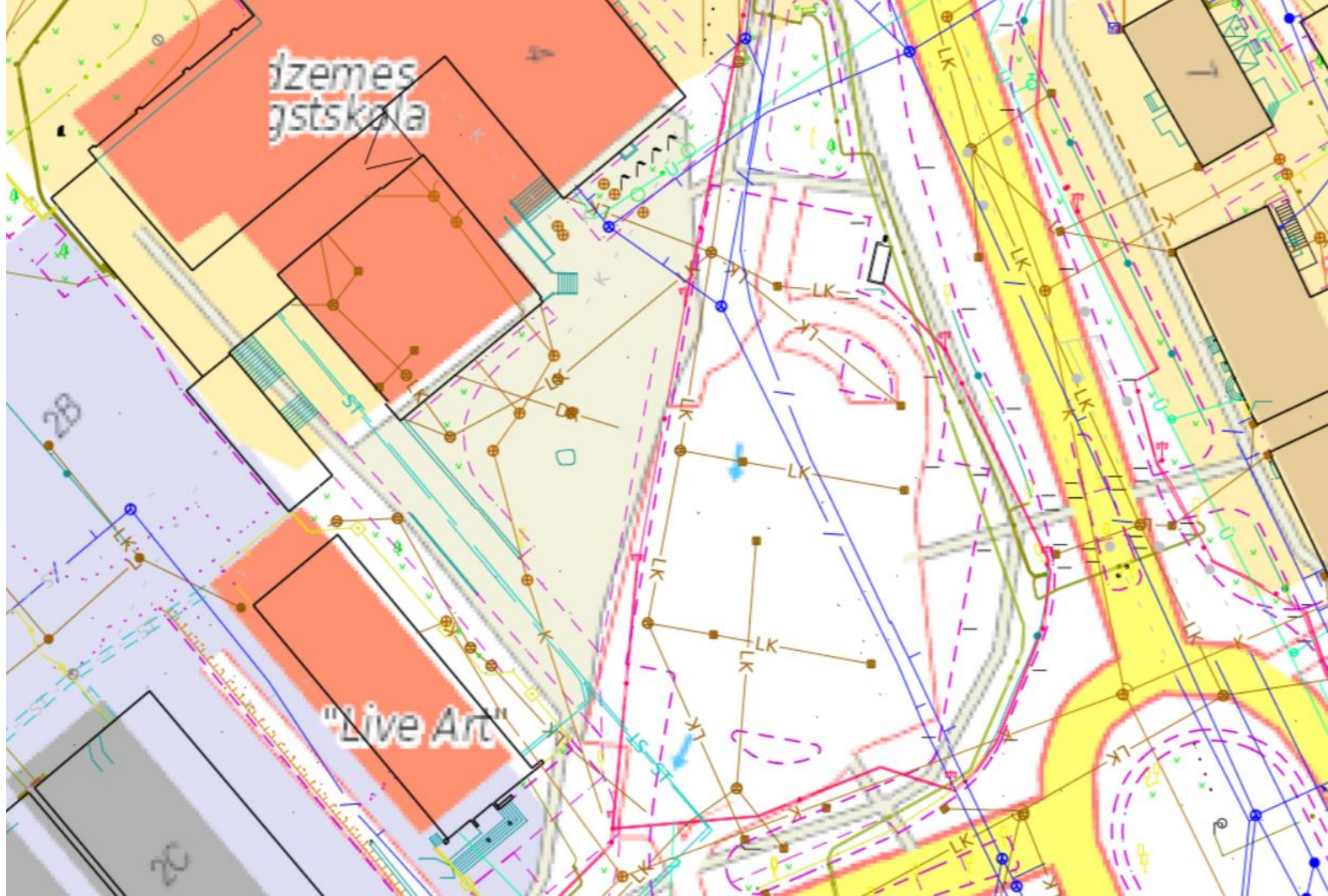


Valmieras piltoteritorija



Sateces baseins





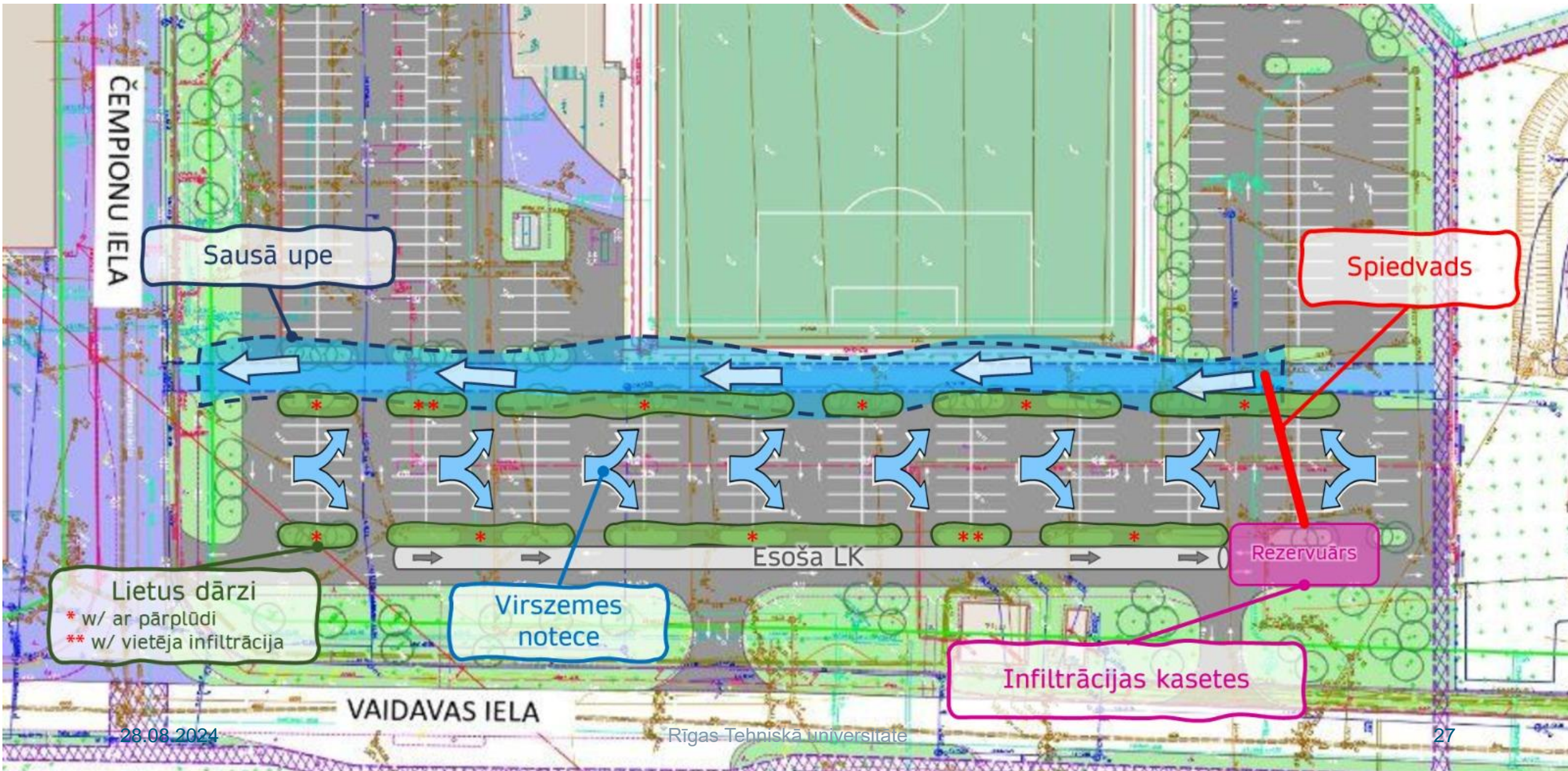
Problēmas

Siltumsalās efekts vasarā

Lieli ūdens apjomi tiek pazaudēti

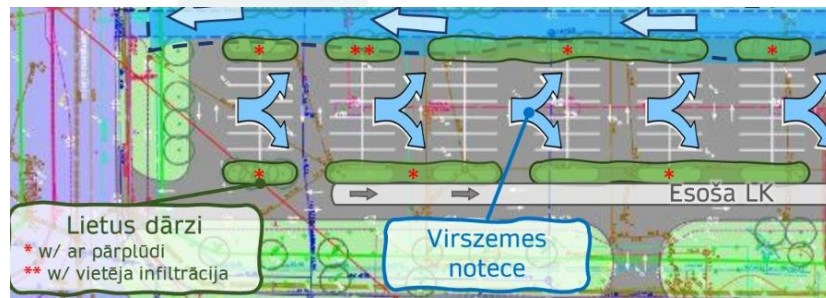
Applūšana nav problēma šajā teritorijā

Pilotvietas idejas vizualizācija

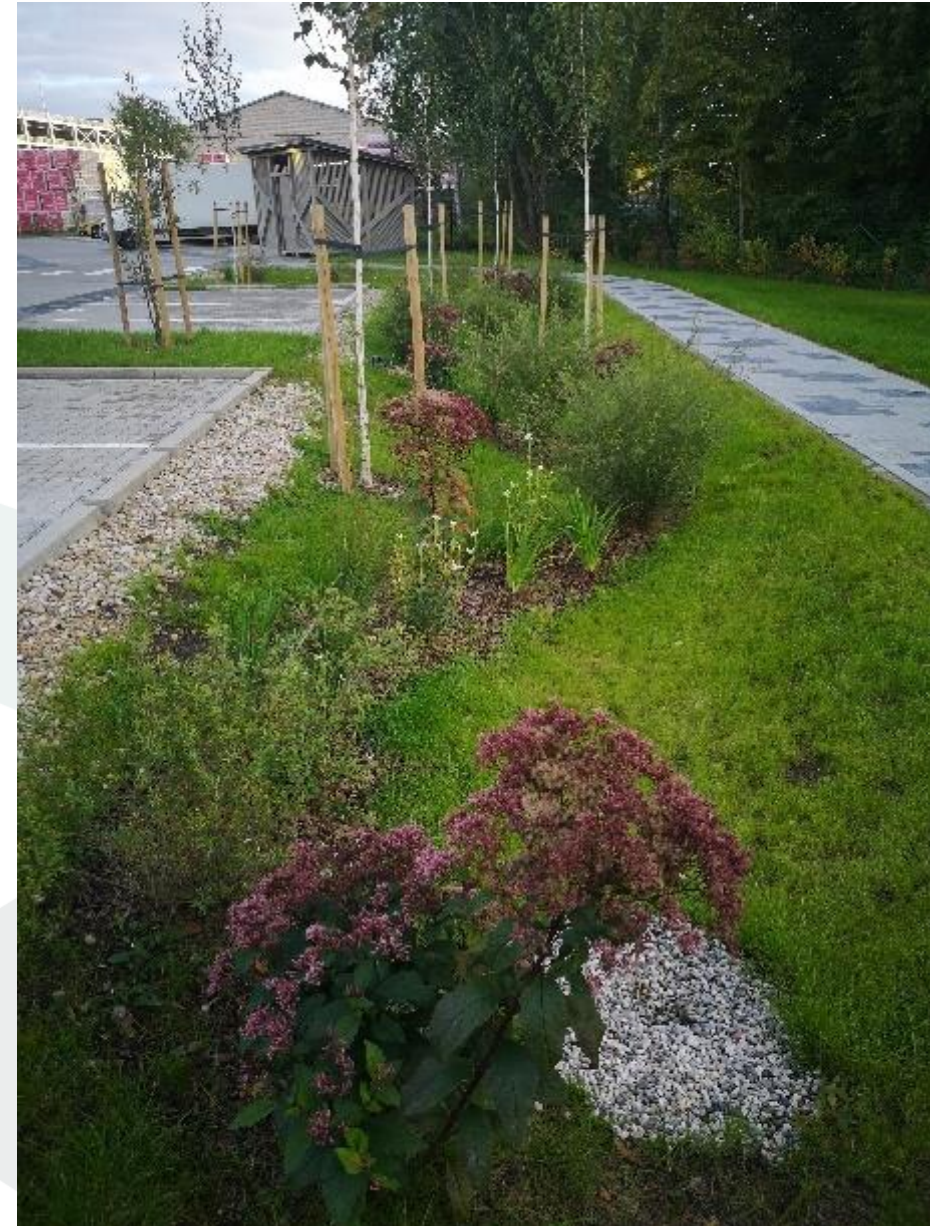


Lietusdārzi stāvlaukumā

- Savāc un filtrē lietus ūdeņus no virsmām
- Virsmas pārplūde uz drenējošo slāni / kolektoru
- Dažādi risinājumi
 - Ar pārplūdi uz teritorijas LK tīklu un ar infiltrāciju gruntī
 - Ar ūdens uzkrāšanu un bez
 - Ar kokiem un bez
- Pārplūde uz LK/rezervuāru lielākām lietusgāzēm



28.08.2024



Lietus dārza risinājums ar kokiem

TYPICAL LID / SUDS TREE PIT DESIGN

Standard profile:

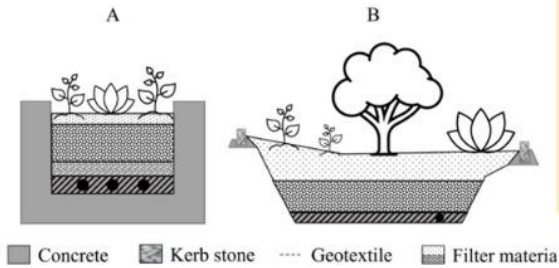
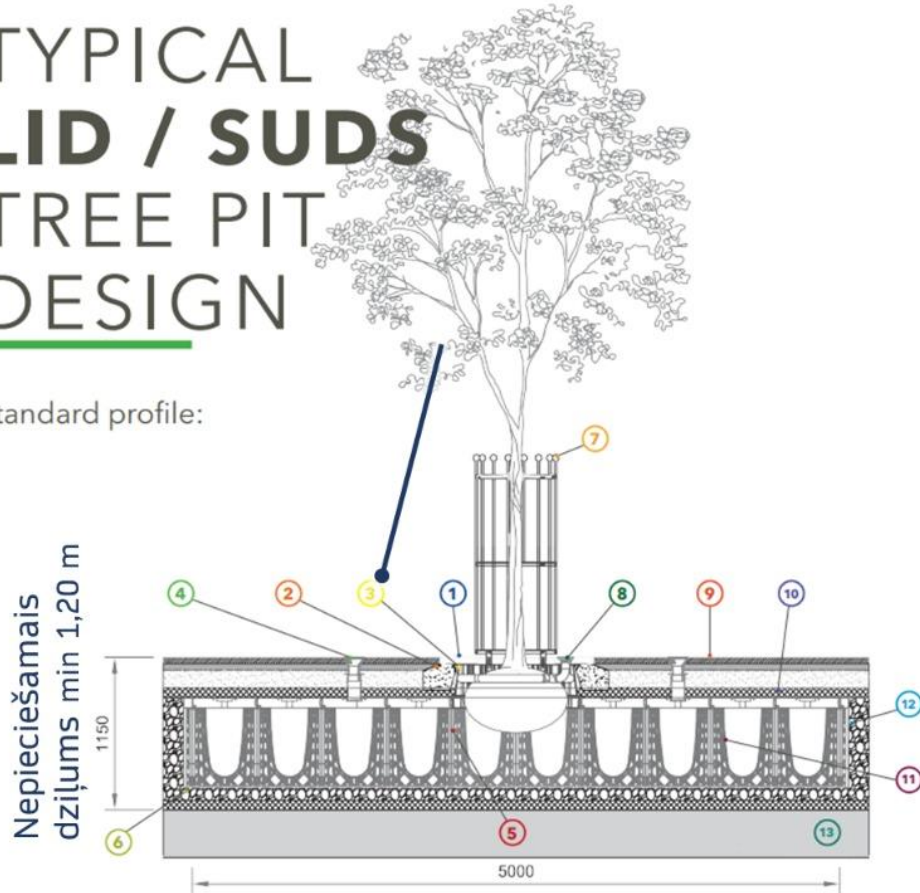


Fig. 1. Schematic illustrations of the design of bioretention types A, B, C, and D. For details see Table 1.

Table 1 Specifications for the bioretention systems that address various design parameters, construction components

		B		C		D	
		B6	B7	C8	C9	D10	D11
Footprint	m ²	300	368	99	99	52	115
Catchment area	m ²	1500	1500	2000	2000	1400	3100
Excavation	m ³	450	550	100	100	105	225
Construction material							
Concrete	m ³	7	9	6	6	3	4
Reinforcing steel	kg	68	92	66	66	27	45
Paving stone	kg	7150	9900	6820	6820	2750	4950
Geotextile	m ²	0	0	0	0	76	135
PVC pipe 110	m	45	55	60	60	0	0
PEH pipe 110	m	0	0	0	0	18	31
Filter material mixture							
Sand	m ³	9	11	84	84	2	2
Gravel	m ³	51	63	11	11	13	19
Pumice	m ³	15	0	0	0	2	6
Biochar	m ³	0	0	0	11	0	0
Soil	m ³	241	331	17	6	16	52
Compost	m ³	15	0	0	0	2	6
Other design features							
Overflow		✓ 331 m ³	-	✓	✓	✓	✓
Saturated zone		-	-	-	-	-	-
Pre-treatment		-	-	✓	✓	-	-
Water storage capacity		high	high	med	med	low	low
Vegetation		a, b, c, d, e	a, b, c, d, e	b, d	b, d	a, b, d	a, b, d

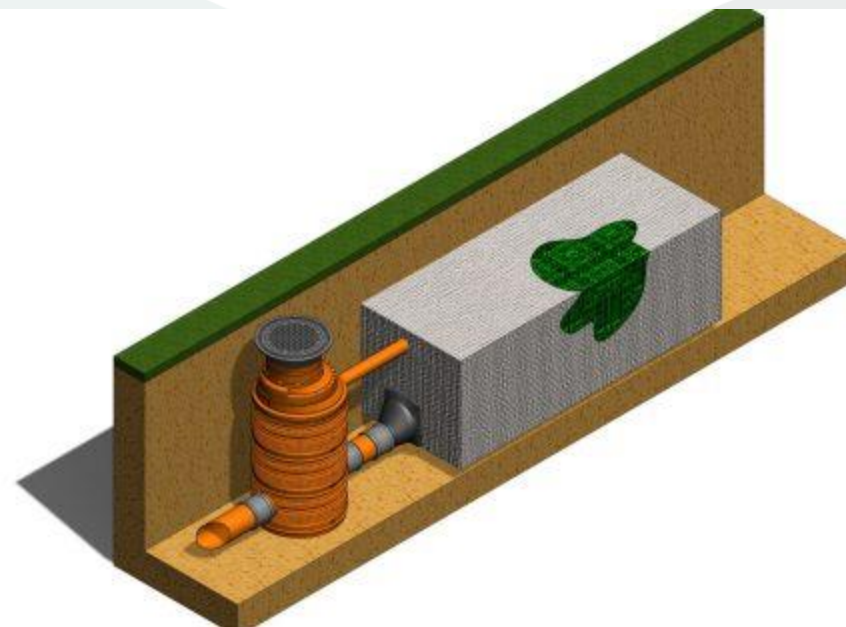
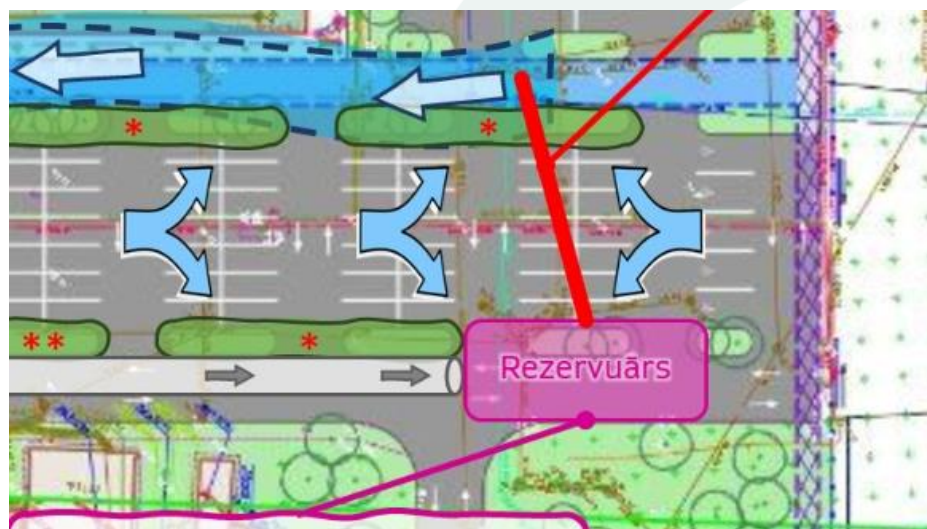
a) shrubs b) perennial c) bulbs d) grasses e) trees. 331 m³/ 300 m² = 1,10 m

Uzkrāšanas rezervuārs

Pieslēgts esošajiem LK kolektoriem

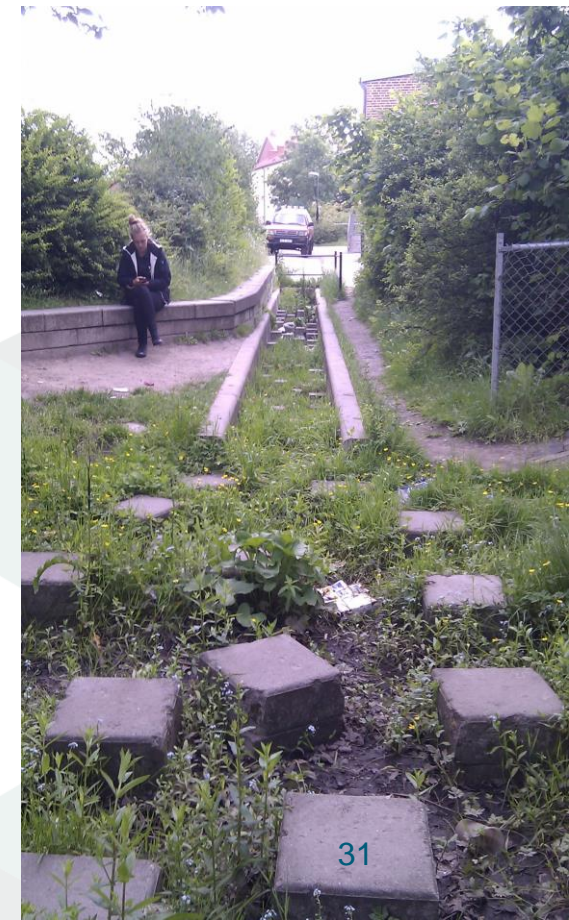
Pārplūde uz pilsētas LK tīklu

Ūdens pārsūkņēšana uz «sauso upi»



Sausā upe / Strautiņš

- Atraktīvs un interaktīvs labiekārtojuma elements
- Paņem ūdeni no rezervuāra un novada uz teritorijas LK / lietusdārziem
- 'Iztvaiko ūdeni' un veido patīkamu vidi / mikroklimatu



Sausā upe

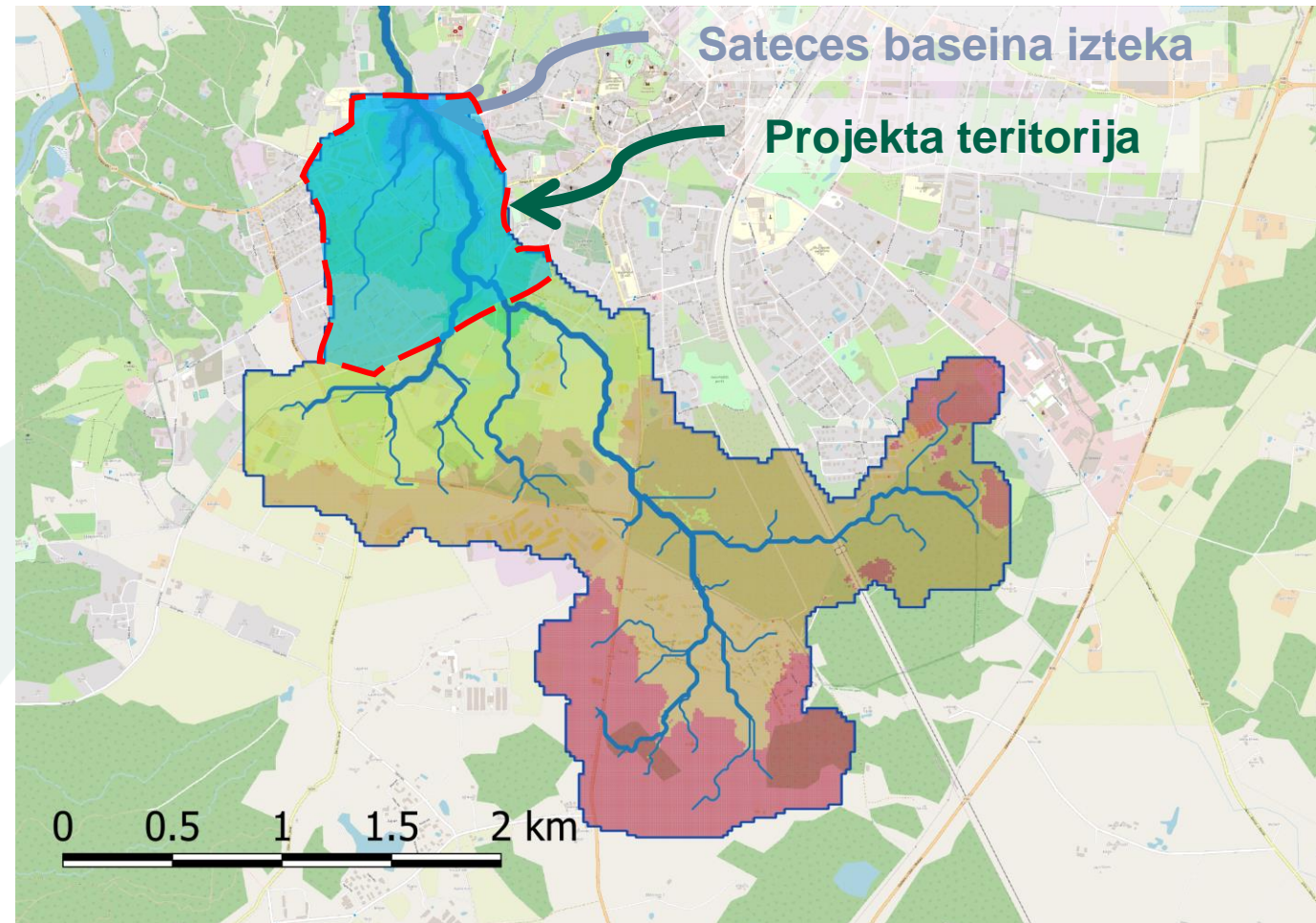




Life LATEST Adapt pilotteritorija Cēsīs

Apraksts:

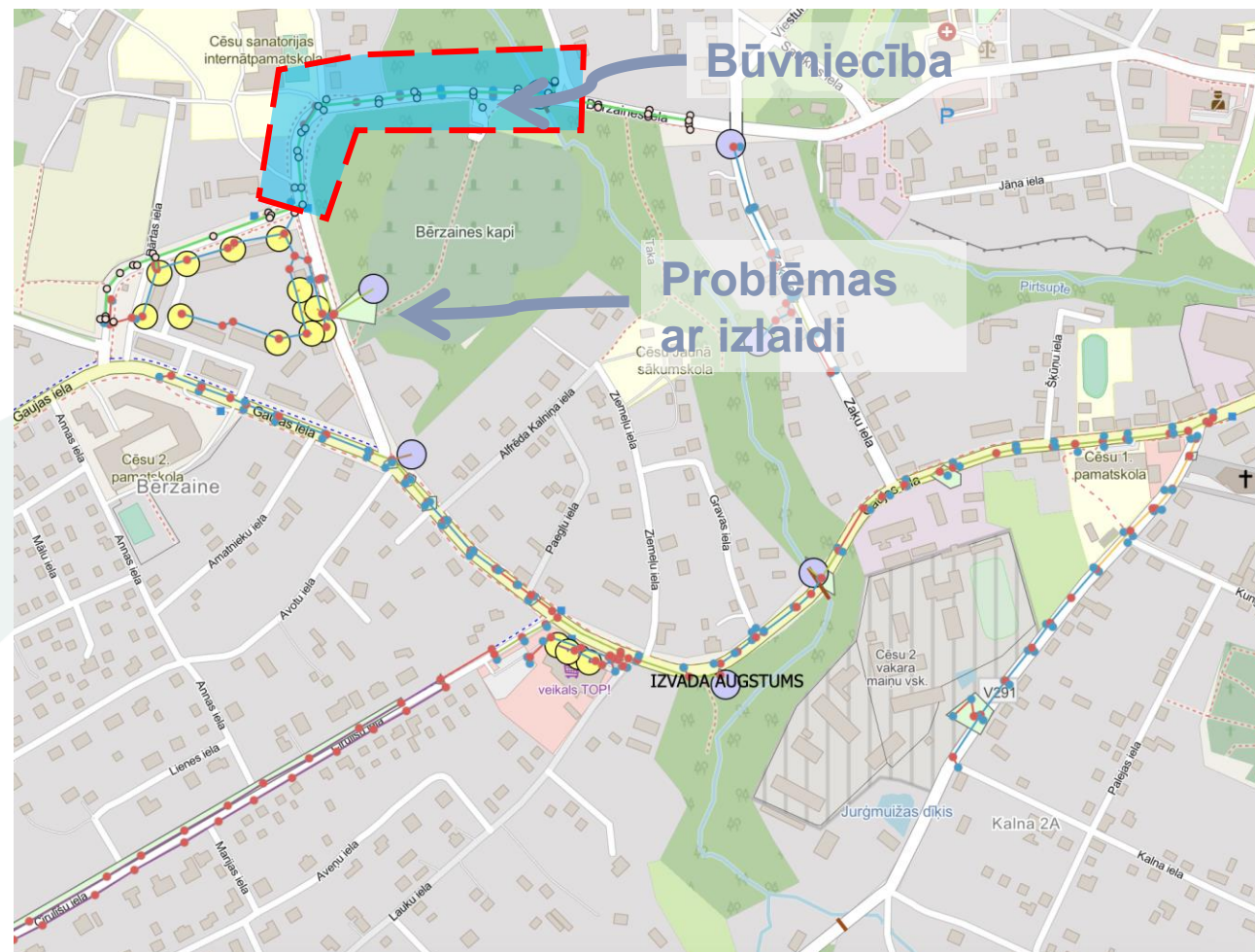
- Kopējais sateces baseins 521 ha, apbūvētā teritorija 63 ha
- Praktiski zaļā teritorija ar apbūvi pie sateces baseina iztekas
- Lietus kanalizācija pie sateces baseina iztekas



Life LATEST Adapt pilotteritorija Cēsīs

Problēmas:

- Visas virszemes noteces novadīšanas sistēmas elementi nedarbojas kā paredzēts
- Erozijs pie lietus kanalizācijas izlaidēm
- Neattīrīti lietus notekūdeņi tiek novadīti upītē, kas ieplūst Natura2000 teritorijā
- Nelegālo pieslēgumu varbūtība
- Augstāki riski intensīvajās lietusgāzēs un klimata pārmaiņu ietekmē



Piesārņojuma problēmas



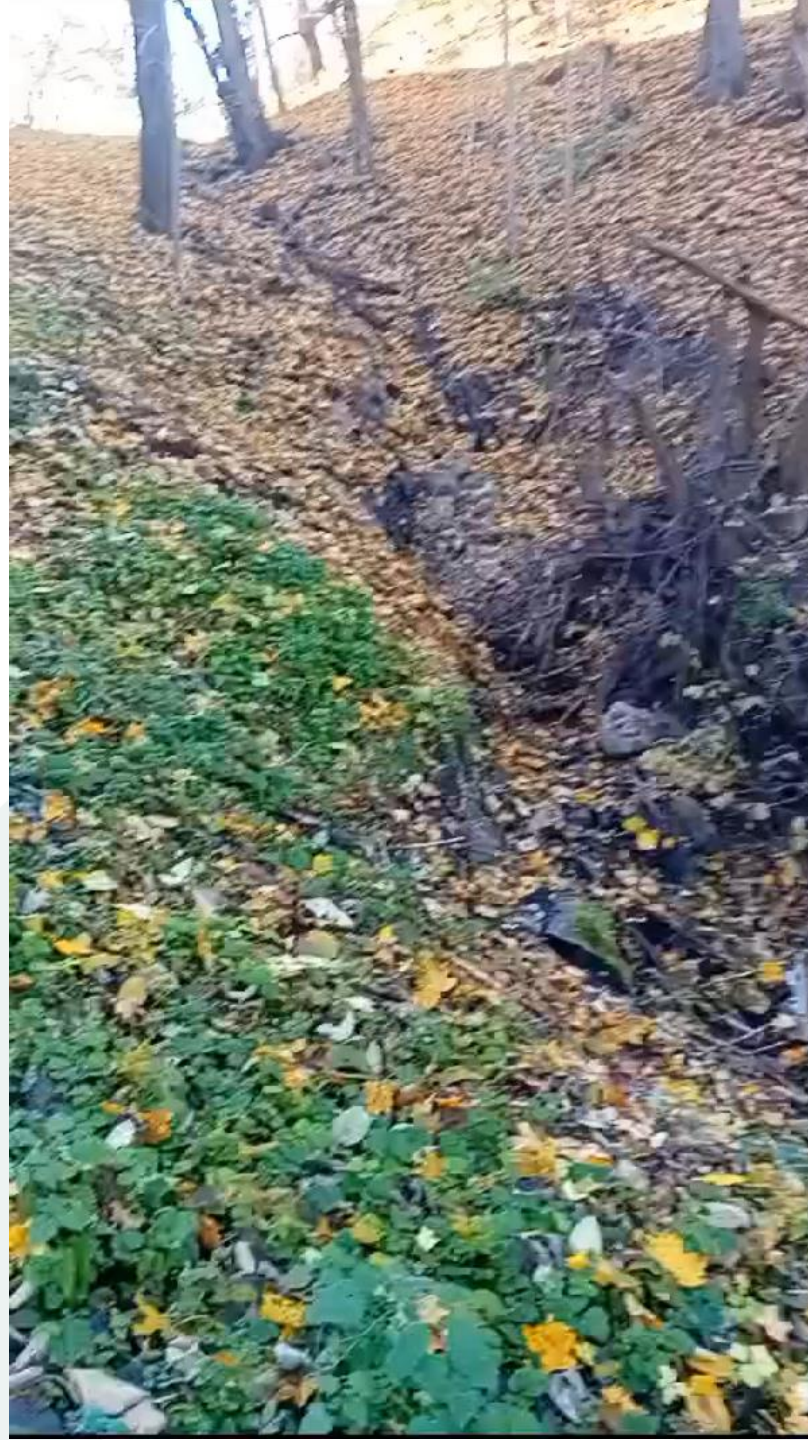
Liela dabas
vērtība,
neizmantots
rekreācijas
potenciāls



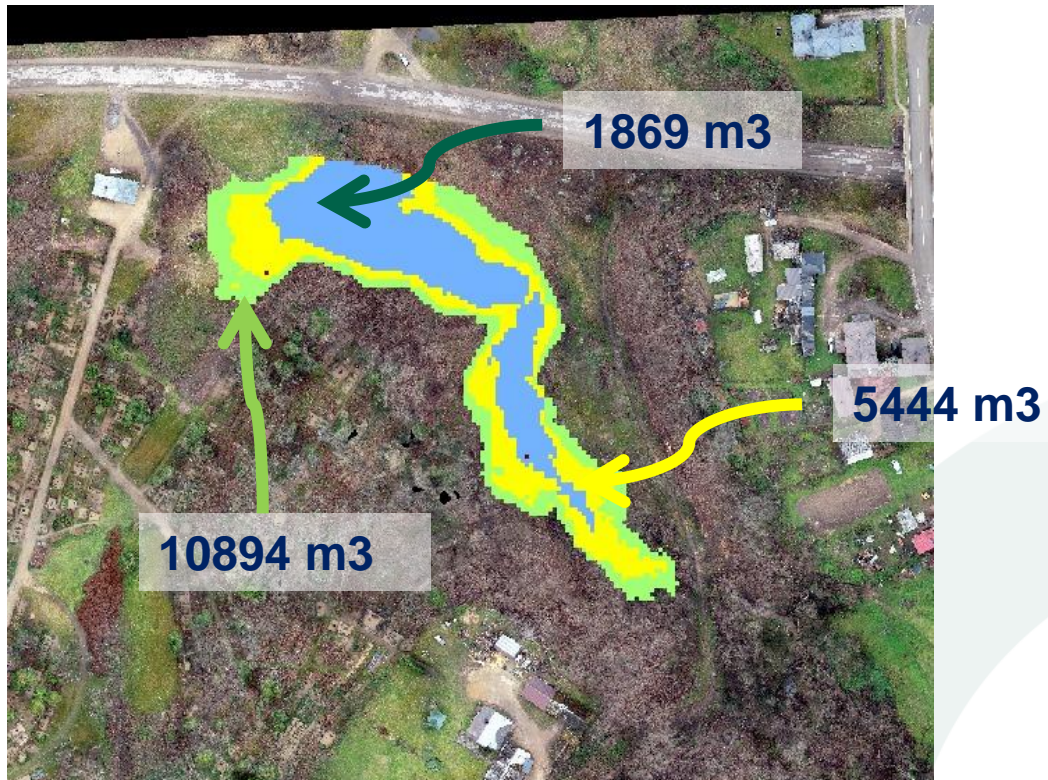
28.08.2024

Frīdrihs Štrūmska universitāte

Izskalotas izlaides

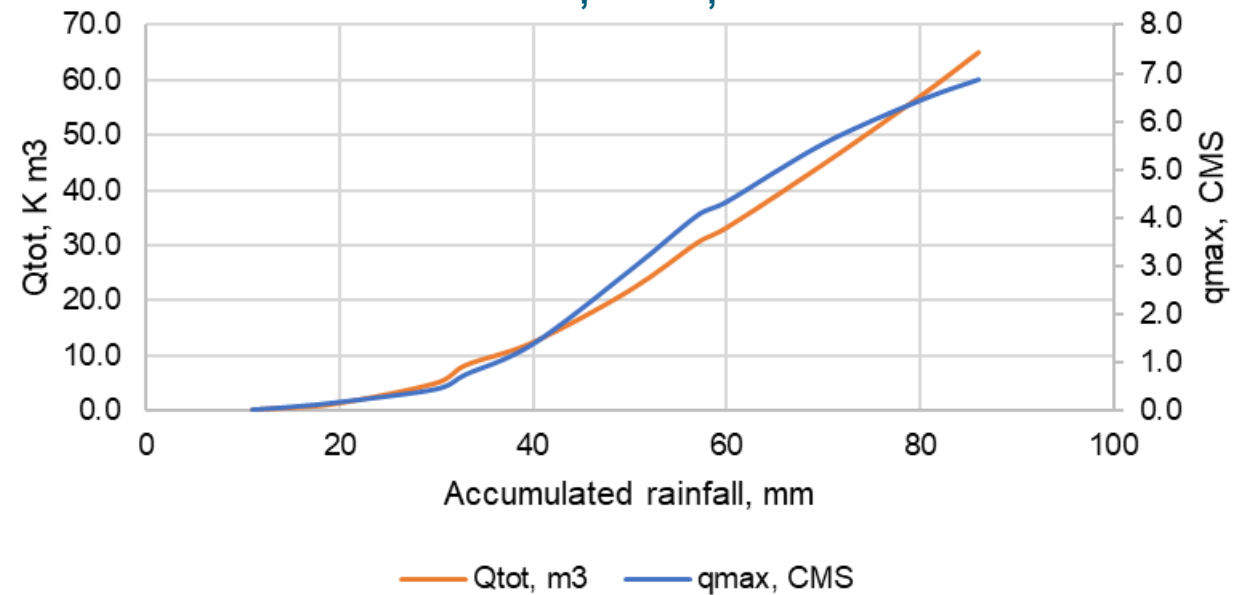


Piedāvātais risinājums Vintergravā



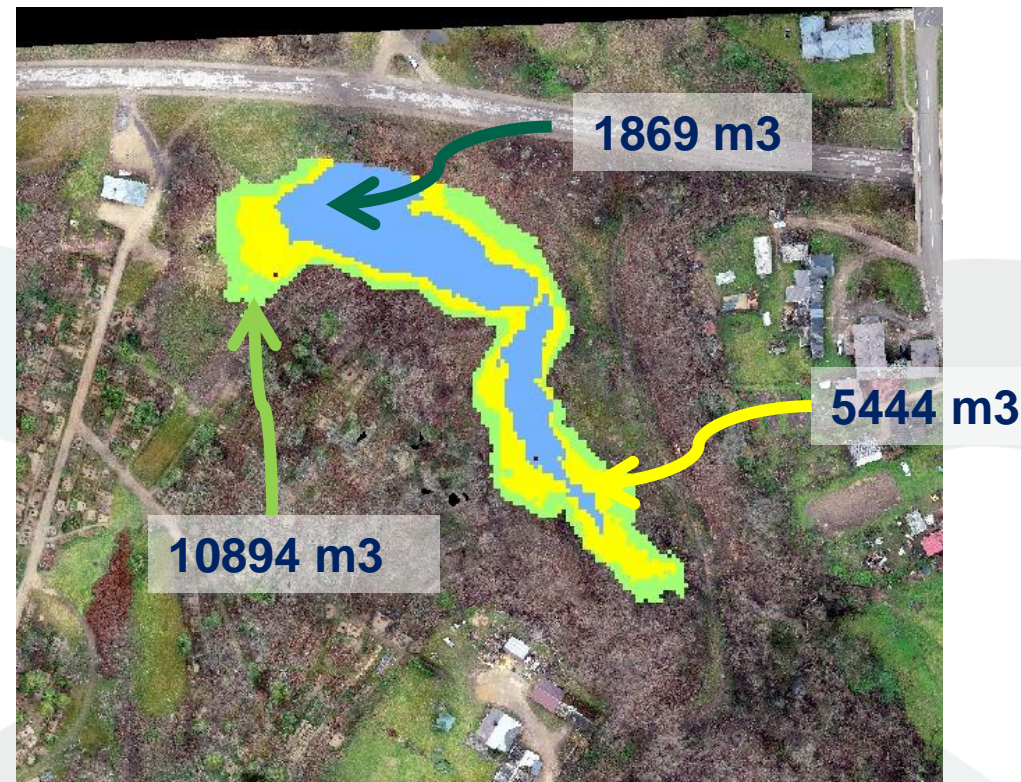
Applūstošās zonas aprēķins

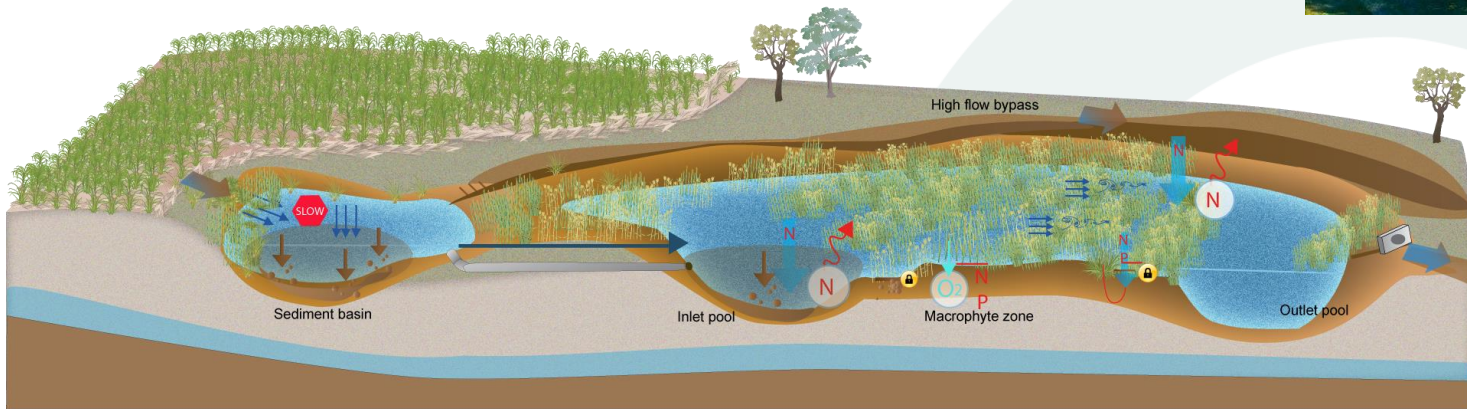
Noteces tilpums un caurplūdums
Bērzaines ielas caurtekā atkarībā no
nokrišņu slāņa





Piedāvātais risinājums Vintergravā


- Mākslīgā mītraine noteces sedimentācijai un attīrīšanai, tilpums līdz 5000m^3
- Plūsmas režīms (tilpums, sausā un lietus laika caurplūdums) jāprecizē pēc sensoru uzstādīšanas
- Projekta risinājums, t.sk. augu sastāvs, jāprecizē
- Noteces samazinājums pie LK izlaides pie skolas
- Ainaviska vieta, kas piesaista apmeklētājus, vides izglītība








- 


Water run-off, carrying sediment particles (coarse and fine) and dissolved pollutants (nutrients and pesticides)
- 


Vegetation slows water and promotes even flow
- 


Wetting and drying of sediments leads to fixation of pollutants in sediments
- 

Processing of nutrients into wetland vegetation and biofilms
- 

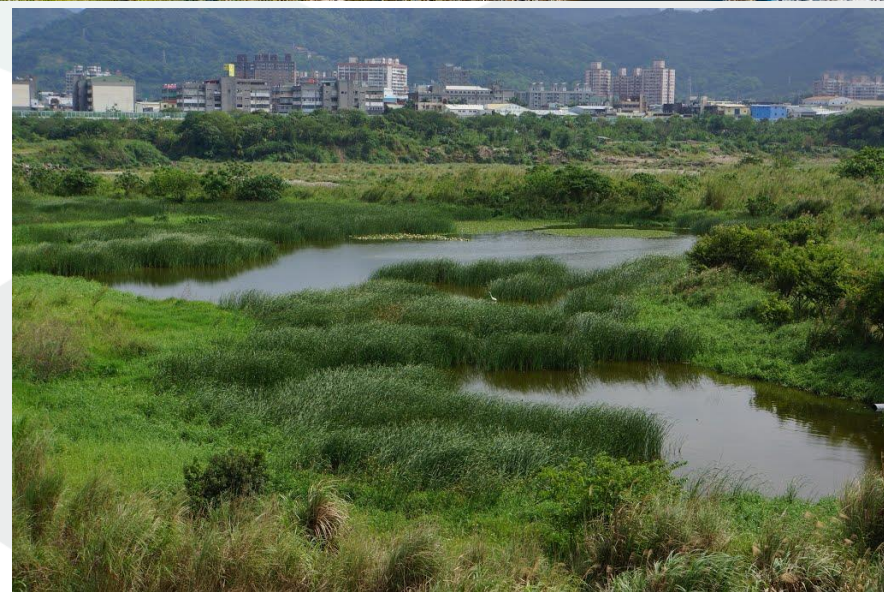
Water leaving treatment system with reduced sediment, nutrient and pesticide loads
- 

Slowing of run-off increases sediment deposition rate.
- 

Deposition of coarse (and medium sized) sediment particles
- 

Wetland vegetation inhibits the release of deposited nutrients by pumping oxygen into the soil.
- 

Vegetation provides a surface for biofilms plus contributes carbon and oxygen to the soils, providing conditions that promote nitrification-denitrification, leading to nitrogen removal.



28.08.2024

Tehnickā universitāte

Version 4
Updated 26-6-22



Viedie risinājumi mitrainē

Tiešsaistes sensori:

- ūdens daudzums: nokrišņi, caurplūdums, augsnes mitrums;
- ūdens kvalitāte: temperatūra, elektrovadītspēja, iesp. duļķainība;
- apmeklētāji: apmeklētāju skaits

Gudrā vadība

- iespēja regulēt caurplūdumu / līmeni atkarībā no ūdens kvalitātes un citiem faktoriem

LK izlaide pie skolas



Applūšanas modelēšana ekstrēmajās leitusgāzēs

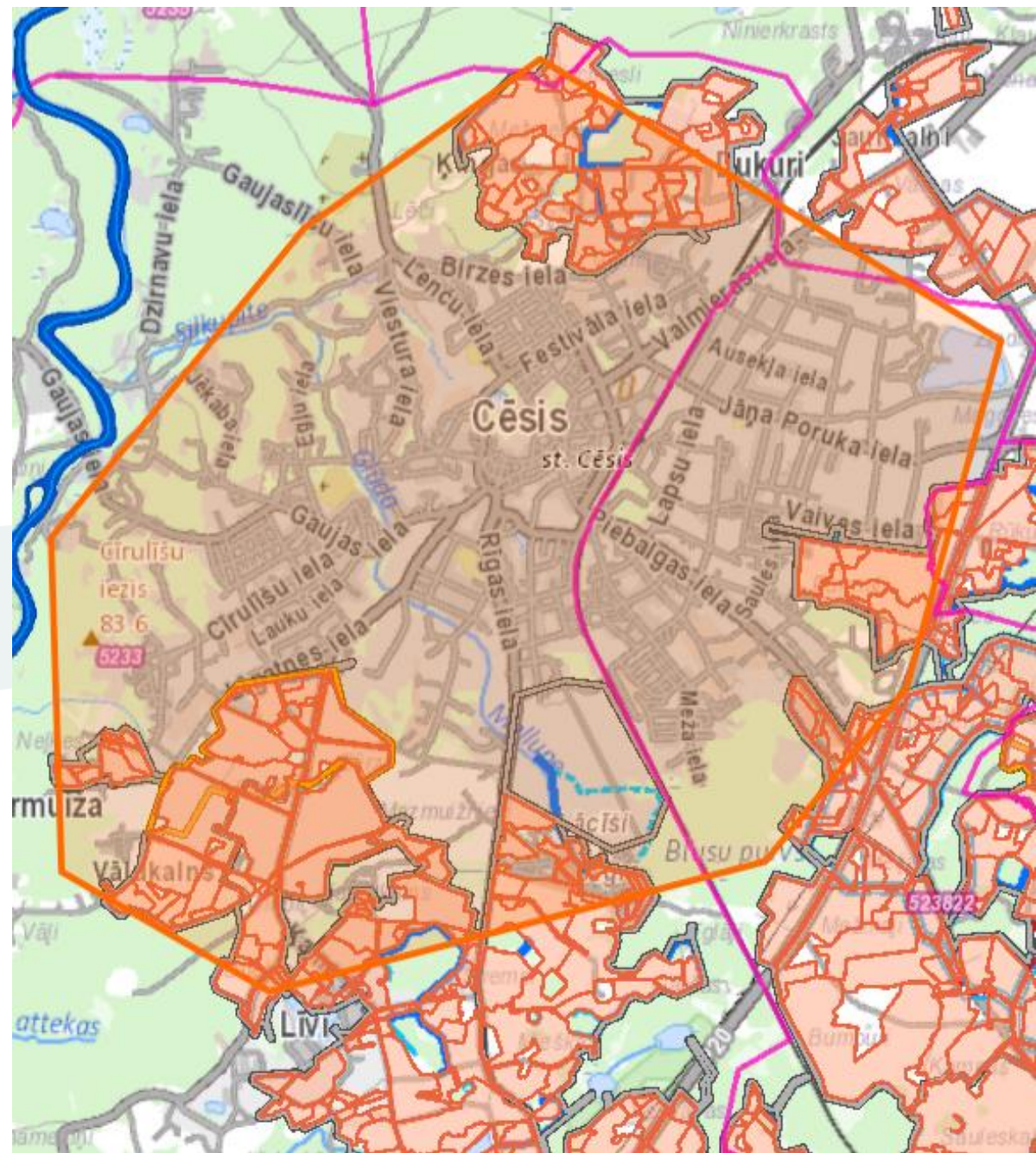
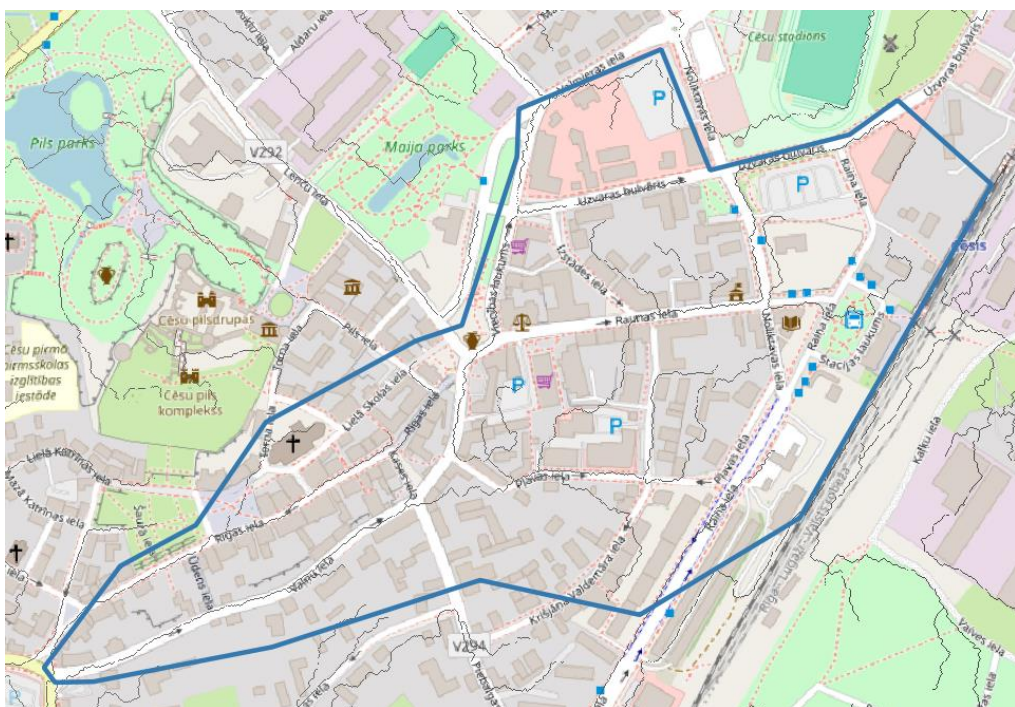
Hidrodināmiskā modelēšana divos līmeņos:

1. Visa pilsēta (un apkārt esošās teritorijas) – 10m izšķirtspēja
Lietusgāze ar varbūtību reizi 1, 10, 100 gados
Scenārijs ar nobloķētu lietus kanalizāciju un ar darbošos lietus kanalizāciju (samazinot nokrišņu slāni)
2024.g. 3.ceturksnis
Modelēšana tiks izmantota zaļināšanas plāna izstrādei
2. Detalizētā teritorija (pilsētas centrs) – 1/3/5 m izšķirtspēja, LK tīkli ņemti vērā modelī
Lietusgāze ar varbūtību reizi 1, 10, 100 gados
Scenārijs ar nobloķētu lietus kanalizāciju un ar darbošos lietus kanalizāciju
2024.g. 4.ceturksnis – 2025.g. 1. ceturksnis
Modelēšana tiks ilgtspējīgo risinājumu stratēģijai teritorijās

Cēsis

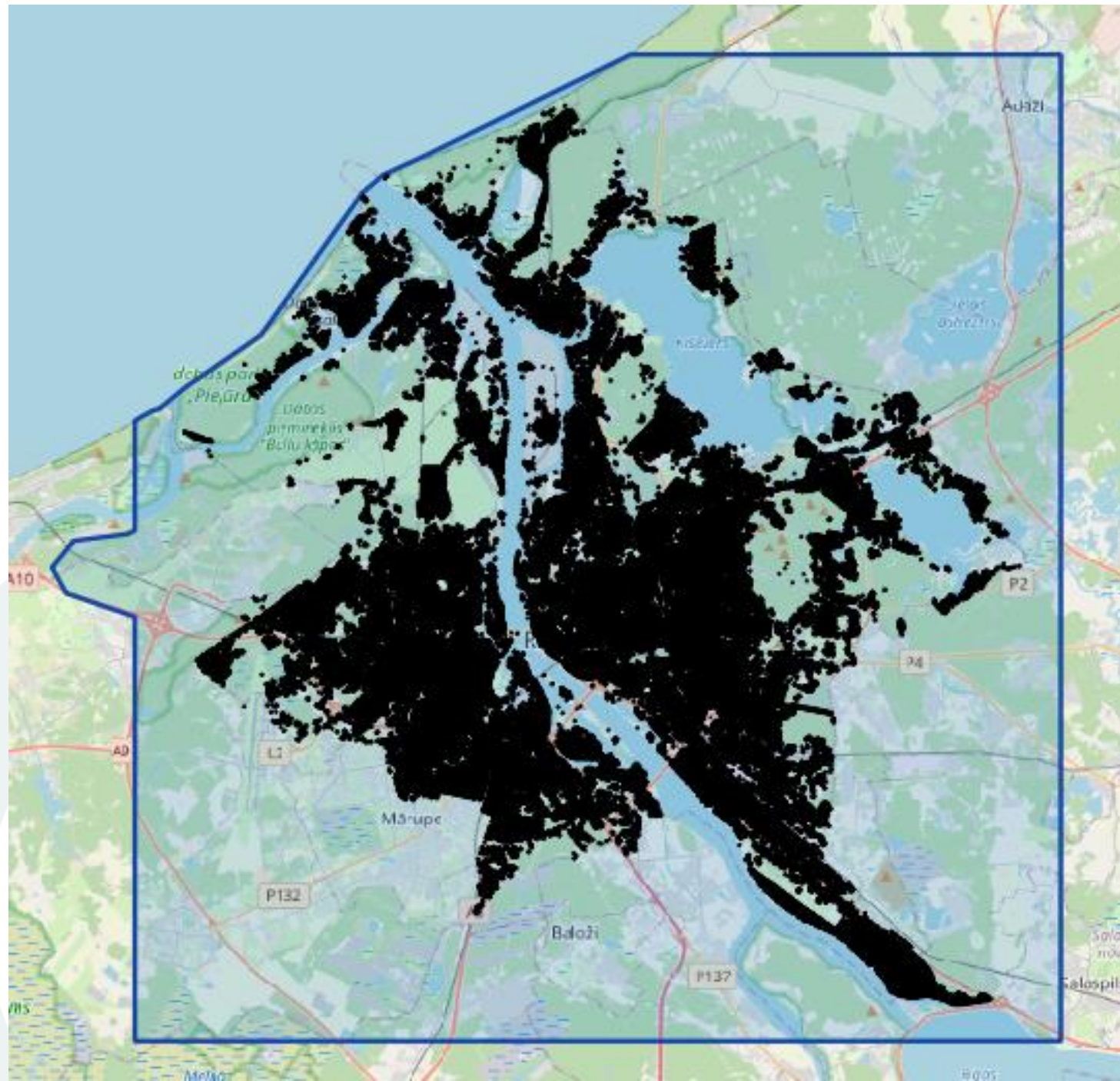
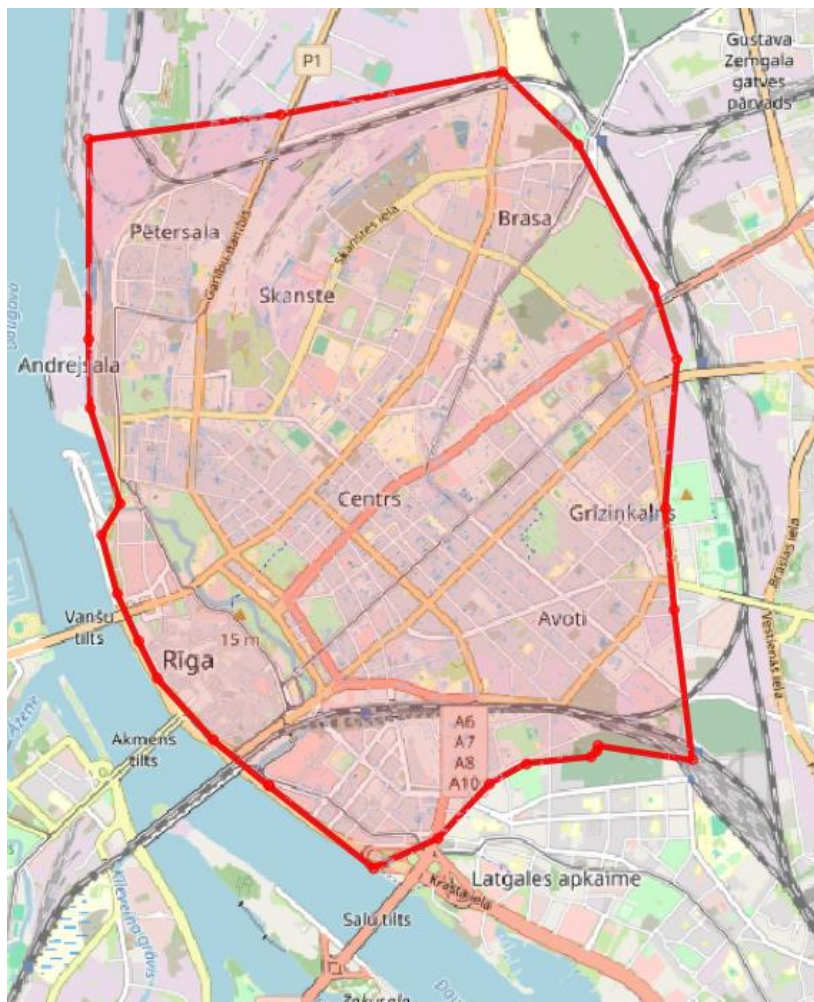
Visa pilsēta ~ 2500 ha

Detalizētā teritorija ~27 ha



Visa pilsēta ~ 65000 ha

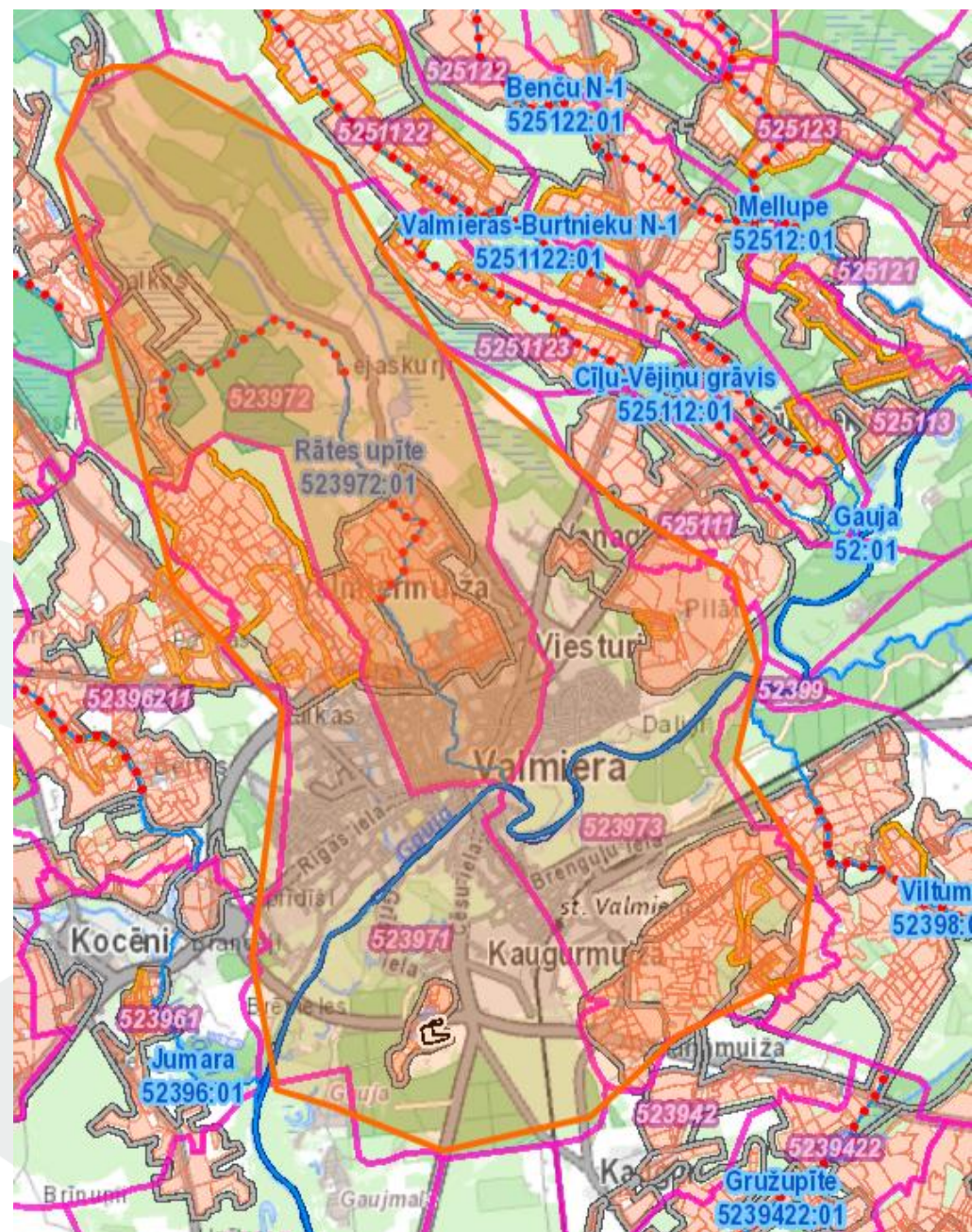
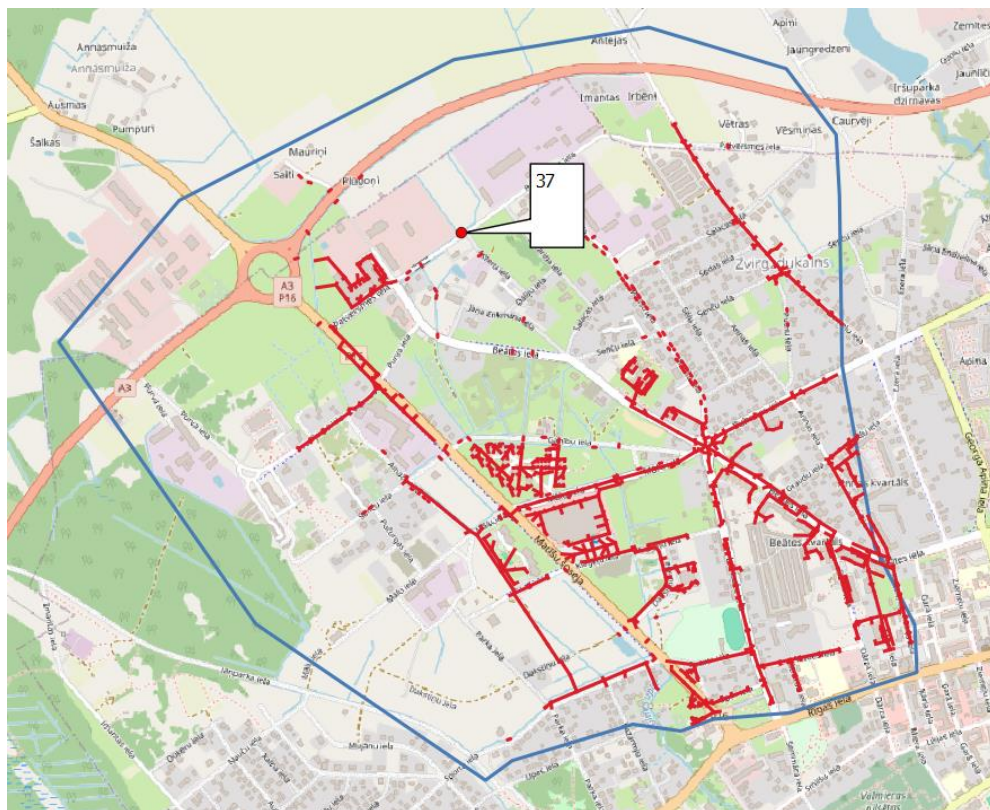
Detalizētā teritorija ~1500 ha



Valmiera

Visa pilsēta ~ 6800 ha

Detalizētā teritorijas ~270 ha



Dati modelēšanai

Visi modeļi:

Reljefa modelis (LGIA LIDAR)

Zemes lietojums (segumi) – Topo 2000/10000, OSM

Augšņu dati – LVĢMC kvartāra nogulumu karte

Gruntsūdens līmeņi (Gruntsūdeņu modelis smilšainiem nogulumiem, SILAVA projekts LIFE OrgBalt)

Lielākās caurtekas

+detalizētajā modelī:

Lietus kanalizācija (ADTĪ, RD??), kanalizācijas kopsistēma

Rezultāti

Kartes ar maksimālo applūšanas dziļumu dažādos scenārijos

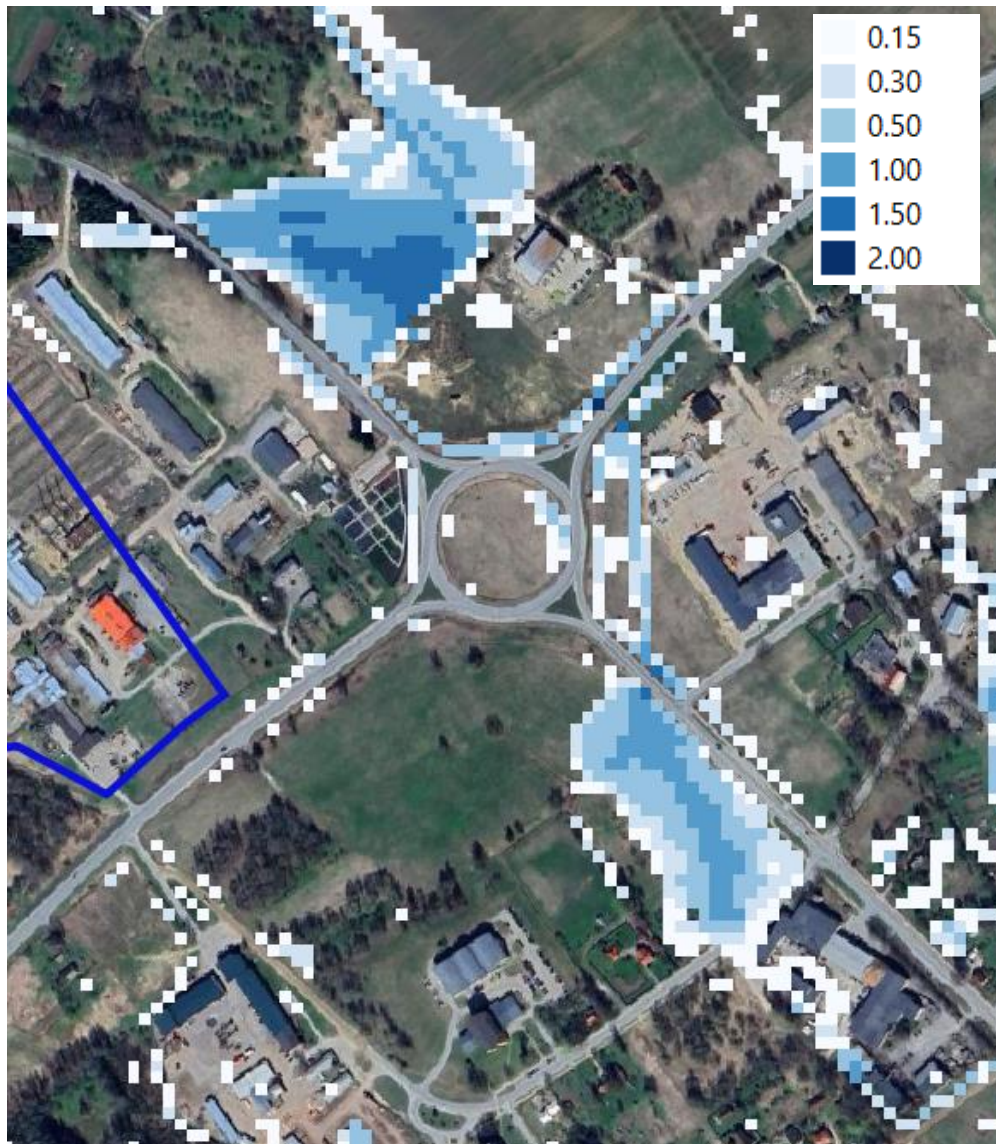
Applūšanas apjoms konkrētajās zonās un zonu prioritizēšana



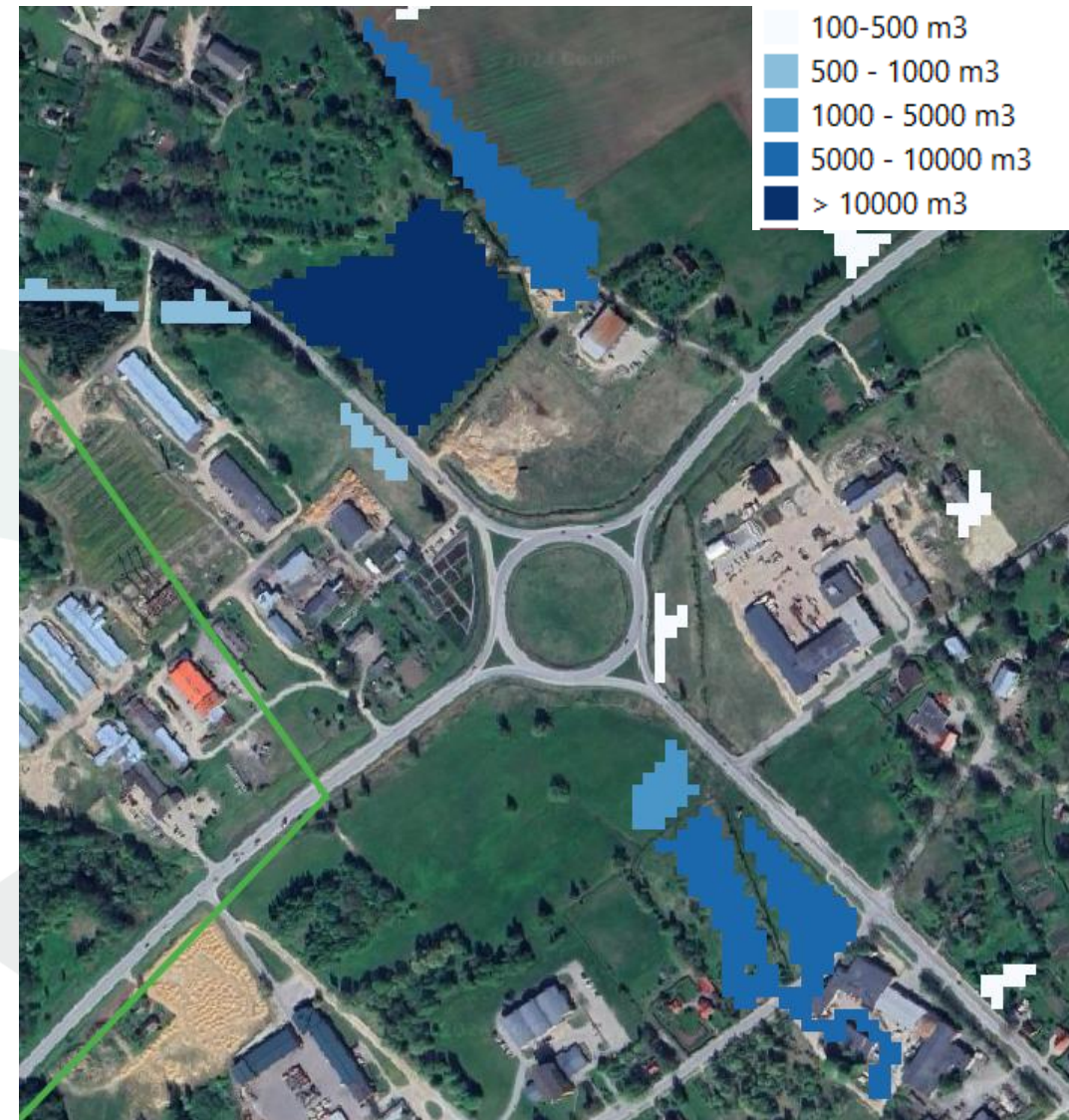
Piemērs – Valmiera (maksimālie dziļumi) – 100 g lietusgāze



Maks.applūšanas dziļums (m)



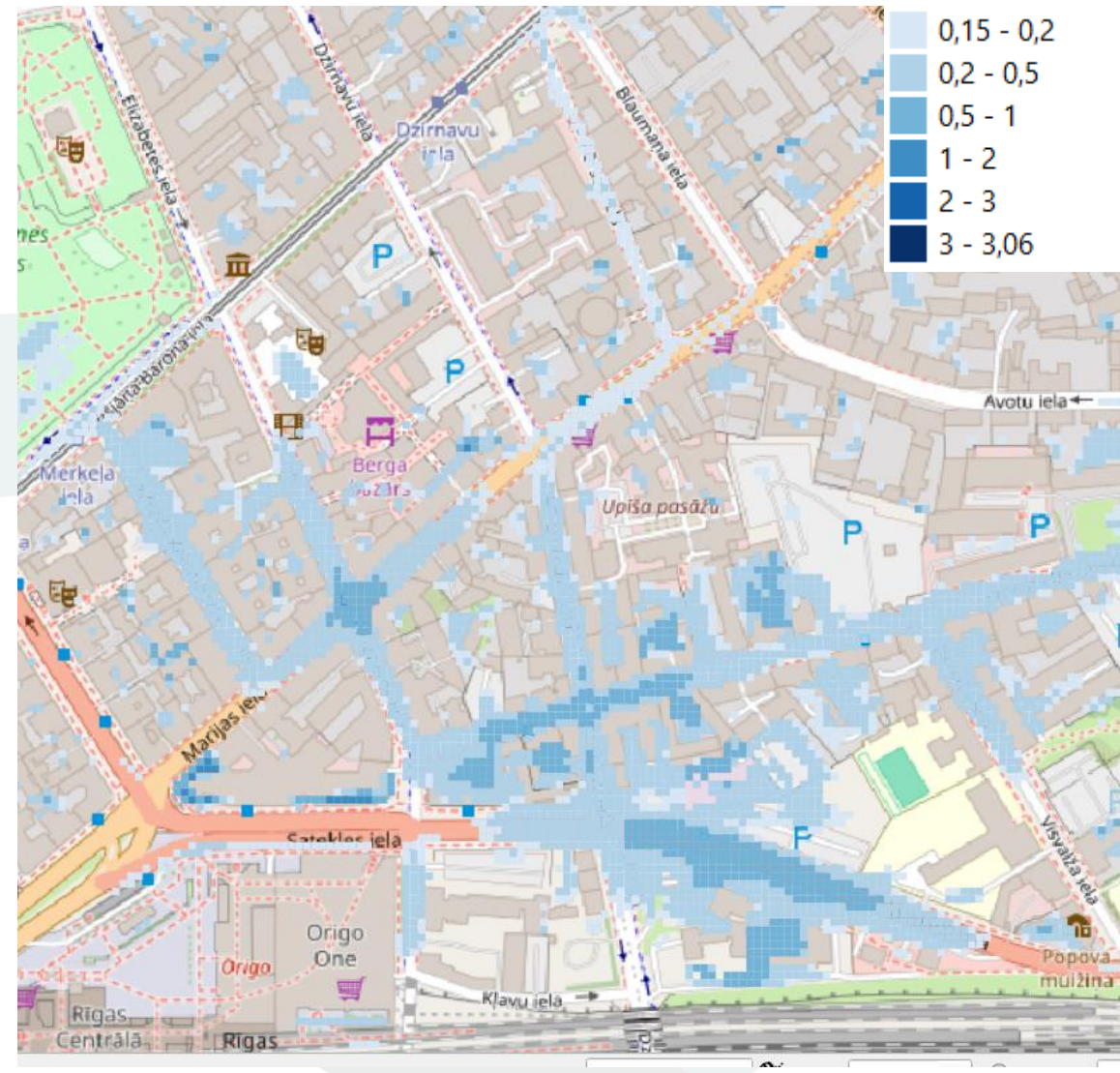
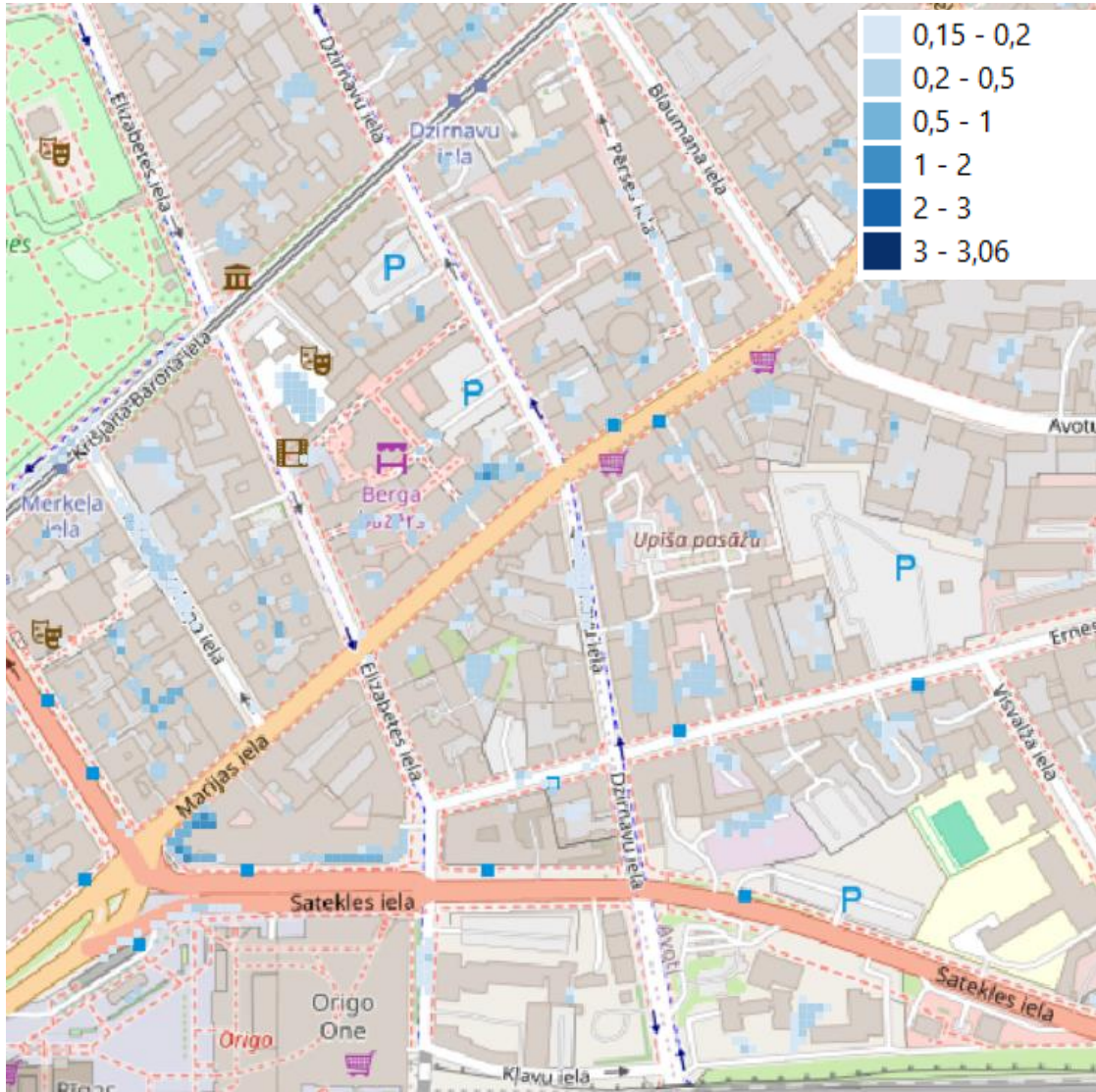
Applūšanas zonu prioritizēšana pēc applūšanas tilpuma



Piemērs – Rīgas centrs, maks.applūšanas dziļums (m) lietussgāzē ar varbūtību reize 10 gados

Ar kanalizāciju (lielākie kolektori)

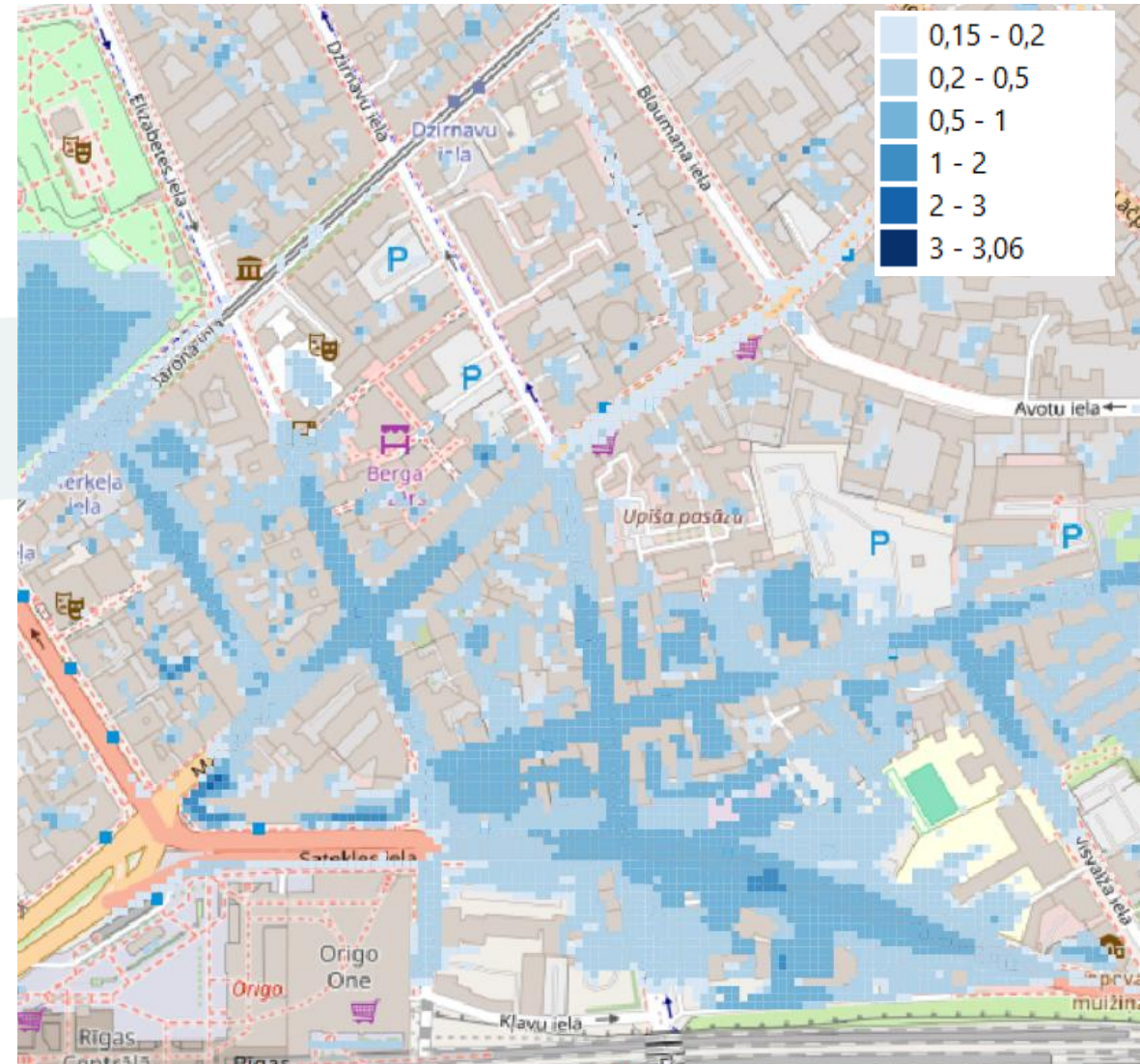
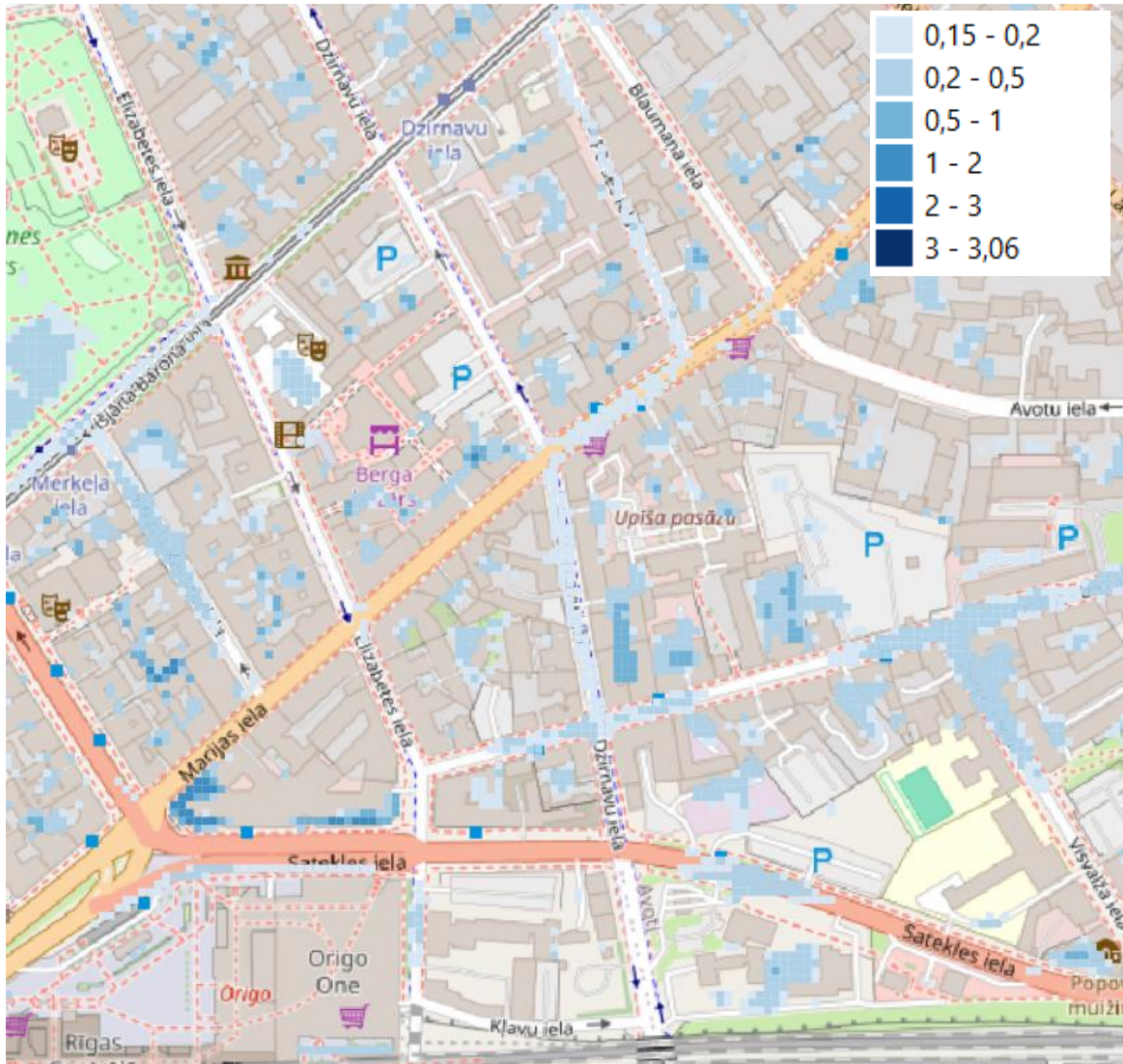
Bez kanalizācijas



Piemērs – Rīgas centrs, maks.applūšanas dziļums (m) lietuskāzē ar varbūtību reize 100 gados

Ar kanalizāciju (lielākie kolektori)

Bez kanalizācijas





RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE



ŪDENS PĒTNIECĪBA &
BIOTEHNOLOĢIJAS

Paldies!



Ūdens sistēmu un biotehnoloģiju institūts

www.rtu.lv

www.usbi.rtu.lv

Ķīpsalas iela 6a-263,

Rīga, LV-1048