

ILGTSPĒJĪGO LIETUS ŪDEŅU
APSAIMNIEKOŠANAS
RISINĀJUMU IZMANTOŠANAS
PROJEKTĒŠANAS VADLĪNIJAS



**Latvijas
vides
aizsardzības
fonds**

Šis dokuments sagatavots ar Latvijas Vides Aizsardzības
Fonda administrācijas finansiālu atbalstu projekta
**Ilgspējīgo lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumu
izmantošanas metodiskie norādījumi un projektēšanas
vadlīnijas ietvaros**

Projekta īstenotājs:

Biedrība CLEANTECH LATVIA

Projekta vadītāji:

Evija Pudāne un Elizabete Betija Ozola

Pētījuma autori:

Jurijs Kondratenko, Daina Ieviņa,

Marta Zemīte, Floris Boogaard,

Ilze Rukšāne, Arnita Verza, Klinta Alpa-Šulmane

Informācijas pārpublicēšanas gadījumā
atsauce uz pētījumu obligāta.

RĪGA
2021

SATURS

6	LIETOTIE SAĪSINĀJUMI UN TERMINI
7	IEVADS
8	1. NODAĻA. PAMATPRINCIPI UN HIERARHIJA, PRIEKŠROCĪBAS, ILGTSPĒJĪGĀS LIETUSŪDENS APSAIMNIEKOŠANAS PRINCIPI
11	2. NODAĻA. ILŪA RISINĀJUMU POTENCIĀLS
12	NOKRIŠŅU NOTEKŪDEŅU KVALITĀTE / PIESĀRŅOJUMS DAŽĀDOS APBŪVES VEIDOS
16	ILGTSPĒJĪGU RISINĀJUMU POTENCIĀLS LIETUSŪDEŅU ATTĪRĪŠANAI
20	IETEIKUMI ILŪA RISINĀJUMIEM TIPVEIDA PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS
21	3. NODAĻA. LIETUSŪDENS CAURPLŪDUMA UN APJOMA APRĒĶINI
22	SATECES BASEINA RAKSTUROJUMU NOTEIKŠANA
23	NOKRIŠŅU DATI
26	NOKRIŠŅU INTENSITĀTES PIEAUGUMA PROGNOZES
28	LIETUSGĀZES ATKĀRTOŠANĀS PERIODA IZVĒLE
30	PRAKTISKĀS LIETUS ŪDEŅU APJOMA UN CAURPLŪDUMA NOTEIKŠANAS METODES
33	APRĒĶINU PIEMĒRI
36	HIDROLOĢISKĀS MODELĒŠANAS PIELIETOŠANA
37	4. NODAĻA. LABIEKĀRTOJUMS UN BIOLOĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA, AUGU IZVĒLE
39	LABIEKĀRTOJUMS
40	BIOLOĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA
41	APSTĀDĪJUMI
43	5. NODAĻA. BIOFILTRĀCIJA (LIETUS DĀRZI, BIOIEVALKAS)
45	PAMATINFORMĀCIJA
45	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
46	HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI
46	TEHNISKĀ INFORMĀCIJA
49	AUGI UN AINAVISKIE ASPEKTI
50	6. NODAĻA. MĀKSLĪGIE MITRĀJI
52	PAMATINFORMĀCIJA

SATURS

52	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
53	MĀKSLĪGO MITRĀJU TIPI
55	7. NODAĻA. TEKNES, IEVALKAS UN GRĀVJI
57	PAMATINFORMĀCIJA
58	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
58	HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI
58	TEHNISKĀ INFORMĀCIJA
63	AUGI
64	APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS
65	8. NODAĻA. DĪĶI
67	PAMATINFORMĀCIJA
67	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
68	HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI
68	TEHNISKĀ INFORMĀCIJA
70	AUGI
70	APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS
71	9. NODAĻA. CAURLAIDĪGIE SEGUMI (BRUĢIS, PORAINS ASFALTS)
73	PAMATINFORMĀCIJA
73	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
74	TEHNISKĀ INFORMĀCIJA
74	APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS
81	10. NODAĻA. PAZEMES INFILTRĀCIJAS RISINĀJUMI UN ŪDENS AIZTURĒŠANAS RISINĀJUMI
83	PAMATINFORMĀCIJA
83	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
84	INFILTRĀCIJAS KASETES UN TUNEĻI
85	INFILTRĀCIJAS AKAS (SOAKAWAYS)
86	INFILTRĀCIJAS TRANŠEJAS (FRENCH DRAINS)
88	11. NODAĻA. ZAĻIE JUMTI
90	PAMATINFORMĀCIJA

SATURS

91	TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI
91	HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI
91	TEHNISKĀ INFORMĀCIJA
91	KOPŠANA UN MONITORINGS
92	12. NODAĻA. CITI RISINĀJUMI
94	ILŪA UN KOKI
98	PĀRTRAUKTIE BORTAKMEŅI
98	KASKĀDES
99	13. NODAĻA. APSAIMNIEKOŠANA, ZIEMAS SPECIFIKA, TIPISKĀS KĻŪDAS
101	APSAIMNIEKOŠANA LATVIJAS APSTĀKĻOS
102	BIO RISINĀJUMI
103	14. NODAĻA. MONITORINGS
105	15. NODAĻA. ZAĻO RISINĀJUMU PIELIETOŠANAS IDEJAS DAŽĀDĀS PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS
106	STĀVVIETAS
107	IELAS
108	DZĪVOJAMĀ UN DARĪJUMU APBŪVE
109	INDUSTRIĀLĀ APBŪVE
110	16. NODAĻA. PIEMĒRI - PIELIETOŠANA TIPISKAJĀS PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS
111	AUGUSTENBORGA, MALME, ZVIEDRIJA
119	SKANSTE, RĪGA, LATVIJA
122	“SPICE HOME” AUTOSTĀVVIETA LIELIRBES IELĀ 25, RĪGĀ
124	RŪJIENA
126	SALASPILS
127	PIELIKUMI
128	I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM
136	II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

LIETOTIE SAĪSINĀJUMI UN TERMINI

AP	alkilfenoli
BPA	bisfenols A
BSP	bioloģiskais skābekļa patēriņš
BTEX	benzolu, toluola, etilbenzola un ksilola indekss
BZC	benzalkonija hlorīds
FIO	fekālie indikatororganismi
GOS	gaistošie organiskie savienojumi
GV	gada vidējais
i.	izšķīdušā frakcija
ILŪA	ilgtspējīga lietus ūdens apsaimniekošana – metožu un dažādu kompleksu tehniku kopums, kas atdarina lietus ūdeņu noteci dabiskajās ekosistēmās. Šādu sistēmu pielietošana praksē piedzīvo arvien lielāku un pamatotu popularitāti gan klimata mainības un tās izraisīto ekstrēmu lietusgāžu, gan dažādo priekšrocību un ieguvumu dēļ. ILŪA sistēmas kontrolē un novērš plūdu riskus, uzlabo un attīra ūdeni, uzlabo publiskās ārtelpas kvalitāti, kā arī nodrošina bioloģiskās daudzveidības veicināšanas funkciju
IVN	ietekmes uz vidi novērtējums
KSV	kopējās suspendētās vielas

ĶSP	ķīmiskais skābekļa patēriņš
MPK	maksimāli pieļaujamā koncentrācija
NAI	notekūdeņu attīrīšanas iekārtas
n.d.	nav dati
NOx	slāpekļa oksīdi
PAO	policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži
PBDE	polibromētie difenilēteri
PFS	perfluorētie savienojumi
PHB	polihlorētie bifenili
SV	suspendētās vielas
TIAN	teritorijas izmantošanas un apbūves noteikumi
ŪSD	ūdens struktūrdirektīva
VDI	gada vidējā ikdienas satiksmes intensitāte

IEVADS

Saskaņā ar Latvijas pielāgošanās klimata pārmaiņām plānu laika posmam līdz 2030. gadam klimata pārmaiņu ietekmē palielināsies nokrišņu intensitāte un biežums, kas nosaka lietus ūdeņu apsaimniekošanas problēmu aktualitāti.

Projekta rezultātā izstrādātie metodiskie norādījumi un projektēšanas vadlīnijas ir vērtīgs atbalsts pašvaldībām, plānojot un īstenojot klimata pārmaiņu pielāgošanās pasākumus, t.sk. stipru nokrišņu izraisītu plūdu risku, pārmērīga sausuma un paaugstinātas gaisa temperatūras un citu ar klimata pārmaiņām saistītu izaicinājumu mazināšanas pasākumus ES fondu plānošanas periodā no 2021.g. – 2027.g. Kā arī šis metodiskais materiāls sniedz ieguldījumu Plūdu riska pārvaldības plānu 2022.g. – 2027.g. izstrādē.

Šis pētījums ir pirmais solis ceļā uz to, lai tiktu veidoti skaidri vienoti principi un kritēriji darbībām, kas attiecas uz nokrišņu notekūdeņu novadīšanas ilgtspējīgu risinājumu pielietošanu un ieviešanu praksē, jo starptautiskā pieredze rāda, ka ilgtspējīgie lietus ūdens apsaimniekošanas risinājumi ir efektīvi lietus notekūdeņu attīrīšanā.

Šī ir projekta III DAĻA, kurā sagatavotas projektēšanas vadlīnijas ilgtspējīgiem lietus notekūdeņu apsaimniekošanas risinājumiem, kas atbilst Latvijas klimatiskajiem un finansiālajiem apstākļiem.

1. NODAĻA

PAMATPRINCIPI UN HIERARHIJA,
PRIEKŠROCĪBAS, ILGTSPĒJĪGĀS LIETUSŪDENS
APSAIMNIEKOŠANAS PRINCIPI

ILŪA ir metožu un dažādu kompleksu tehniku kopums, kas atdarina lietus ūdeņu noteci dabiskajās ekosistēmās. Šādu sistēmu pielietošana praksē piedzīvo arvien lielāku un pamatotu popularitāti gan klimata mainības un tās izraisīto ekstrēmo lietusgāžu, gan dažādo priekšrocību un ieguvumu dēļ. ILŪA sistēmas kontrolē un novērš plūdu riskus, uzlabo un attīra ūdeni, uzlabo publiskās ārtelpas kvalitāti, kā arī nodrošina bioloģiskās daudzveidības veicināšanas funkciju.

Lai arī ILŪA praksei un sistēmu risinājumiem nepastāv strikts definīcijas ietvars, plašākā profesionālā sabiedrībā ar ILŪA tiek saprasti visi tie “zaļie” dizaina risinājumi, kas laikā un telpā atdarina dabisko ekosistēmu lietus ūdeņu noteci un ciklu. ILŪA ietver tādus risinājumus, kā cauruļvadus, virszemes teknes, ievalkas, lietus dārzus, filtrācijas joslas, vaļējās notekas un dīķus, uzkrāšanas baseinus, zaļos jumtus u.c.

Ilgspējīgā lietus ūdeņu apsaimniekošanā ir sekojošā hierarhija:

- Noteces samazināšana, izmantojot caurlaidīgus segumus / ūdens atkārtota izmantošana;
- Lietus ūdens attīrīšana un aizture / infiltrācija uz vietas, izmantojot decentralizētas metodes;
- Lietus ūdens attīrīšana un aizture/infiltrācija, izmantojot centralizētus risinājumus ārpus teritorijas;
- Lietus ūdens novadīšana centralizētā lietus ūdens kanalizācijas / grāvju šķirtsistēmā;
- Lietus ūdens novadīšana centralizētā kopsistēmas kanalizācijas sistēmā.

ILŪA risinājumus atkarībā no to ietekmes mēroga var iedalīt trīs grupās:

Punktveida risinājumi ir paredzēti mikro mēroga lietus ūdeņu apsaimniekošanai, izmantojot, piemēram, zaļos jumtus, caurlaidīgos segumus, infiltrācijas teknes u.t.t.;

Lokālie risinājumi nodrošina plašākas teritorijas lietus ūdeņu apsaimniekošanu, izmantojot, piemēram, uzkrāšanas baseinus, ievalkas, grāvjus u.c.;

Reģionālie risinājumi ir paredzēti, lai apkalpotu atsevišķas lokālo risinājumu sistēmas un uztvertu novadītos lietus ūdeņus dīķos vai mākslīgajos mitrājos.

Ņemot vērā vietas specifiskos apstākļus, noteces tipu un veidu, kā arī ūdens jutību, viens vai vairāki ILŪA risinājumi ir veidojami noteiktās, integrētās un savstarpēji secīgi saistītās sistēmās.

Pilsētvidē nokrišņi tiek akumulēti no ielām, ietvēm, jumtiem un citām virsmām, kas ir iemesls, kāpēc ILŪA prakse sevī integrē sadarbību starp pilsētplānošanu, ūdenssaimniecības un meliorācijas projektēšanu, ainavu arhitektūru, vides pārvaldību un citām jomām, lai nodrošinātu šo ūdeņu tīrību un kvalitāti, kas ir viens no pamata uzstādījumiem – nodrošināt attīrīšanas funkciju.

Ieviešot ILŪA risinājumus ir iespējams efektīvi apvienot gan publiskā, gan privātā sektora pārvaldību, lai izveidotu vienotu lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmu, kas harmoniski celtu pilsētvides ainavas, ekoloģiskās, estētiskās un rekreatīvās vērtības.

ILŪA prakse sniedz šādus ieguvumus:

Uzlaboti pilsētvides ekoloģiskie apstākļi:

- Pārveido lietus ūdeņu apsaimniekošanu par tādu, kas ir daudz tuvāka dabiskajās ekosistēmās notiekošajiem procesiem
- Samazina necaurlaidīgo segumu daudzumu un koncentrāciju
- Palielina infiltrācijas spēju
- Samazina erozijas riskus
- Uzlabo mikroklimatu, nodrošinot dažādas dabas vides funkcijas (ekosistēmu pakalpojumus)
- Palielina apstādījumu platības
- Samazina pilsētas siltuma salas efektu
- Palielina bioloģisko daudzveidību
- Samazina ekoloģisko nospiedumu
- Nodrošina ūdens attīrīšanu un dabisko ūdenstilpju aizsardzību

Samazināta slodze uz pilsētvides fizisko telpu:

- Samazina slodzi uz esošajiem lietus ūdeņu novadīšanas cauruļvadiem un sūkņu stacijām
- Samazina slodzi uz esošajām lietus ūdeņu attīrīšanas iekārtām
- Samazina plūdu risku apdzīvotajās vietās

Uzlabo pilsētas sociālās vides kvalitāti:

- Sabiedrībai un vietējām kopienām ir iespēja būt fiziskā un mentālā kontaktā ar atklātiem ūdeņiem. Ūdens vairs nav jāslēpj pazemes cauruļvados
- ILŪA risinājumi var tikt izmantoti rekreācijas vajadzībām
- Veicina pilsoniskākas sabiedrības veidošanos, tiešā veidā stāstot par harmoniskas vides pārvaldības jautājumiem un vietējām kopienām mācot kolektīvas atbildības nozīmi
- Pievērš uzmanību vides aizsardzības un kvalitātes jautājumiem
- Izglīto sabiedrību par pilsētvides ekoloģijas aspektiem

2. NODAĻA

ILŪA RISINĀJUMU POTENCIĀLS

NOKRIŠŅU NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANAI –

ZINĀTNISKĀS LITERATŪRAS APSKATA UN

METODISKO NORĀDĪJUMU KOPSAVILKUMS

NOKRIŠŅU NOTEKŪDEŅU KVALITĀTE / PIESĀRŅOJUMS DAŽĀDOS APBŪVES VEIDOS

Piesārņojums nokrišņu notekūdeņos galvenokārt rodas antropogēnās darbības seku rezultātā. Lietus savu pirmo piesārņojumu gūst šķērsojot atmosfēru, kur piesārņojumssastopams nelielu cieto daļiņu vai gāzveida stāvoklī. Nākamais piesārņojums tiek noskalots līdzī no noteces virsmām. Visbeidzot, nokrišņu notekūdeņi, īpaši pilsētvidē, nonāk kādā no notekūdeņu novadīšanas / apsaimniekošanas sistēmām, kas arī var būt iemesls ūdens kvalitātes pasliktinājumam. Galvenie piesārņojuma rašanās avoti un to izplatības ceļi apskatīti 1. attēlā.

Apkopojot informāciju no Zviedrijas nokrišņu notekūdens datubāzes **StormTac** (sk. 1. tabula – piesārņojuma daudzumi dažādos apbūves veidos), kurā ir atrodamas kvalitātes parametru vērtības no dažādām valstīm, novērojams, ka katram apbūves veidam ir raksturīgs savs piesārņojošo vielu “nospiedums”. Jāņem vērā, ka datu bāzē apkopoto gadījumu skaits ir relatīvi neliels, tomēr šis “nospiedums” tiek izmantots kā ļoti vispārināts ieskats dažādu teritoriju piesārņojuma atšķirībās. Pasaulē ir vairākas šāda veida datubāzes, un līdzīga pieeja vērtību salīdzinājumam tiek izmantota daudzās valstīs.

Dzīvojamās apbūves zonās būtiski aspekti ir apbūves veids un objekta atrašanās vieta – vai tā ir pilsētas centra apbūve, daudzstāvu dzīvojamās mājas, privātmājas, katram no tiem ir savas īpatnības. Piemēram, pilsētas centra apbūvē potenciāli lielāku piesārņojuma daļu veidos paaugstinātā transporta satiksmes intensitāte, savukārt privātmāju teritorijās papildu piesārņojums radīsies no piemājas dārzos izmantotajiem augu aizsardzības un mēslošanas līdzekļiem.

Atkarībā no ēku celšanas laika posma, piesārņojumu ietekmēs šim laikam raksturīgākie celtniecības materiāli. Tāpat piesārņojumu ietekmē arī mājdzīvnieku un ielas dzīvnieku klātesamība, ceļu pret-apledošanas līdzekļu izmantošana, kā arī atmosfēras radītie nosēdumi.

Komercapbūvē, līdzīgi kā dzīvojamā apbūvē, piesārņojumu visvairāk ietekmēs izmantotie celtniecības materiāli, ceļu pret-apledošanas līdzekļi un, īpaši lielākiem tirdzniecības vai biroju kompleksiem – arī autostāvvietu teritorijas.

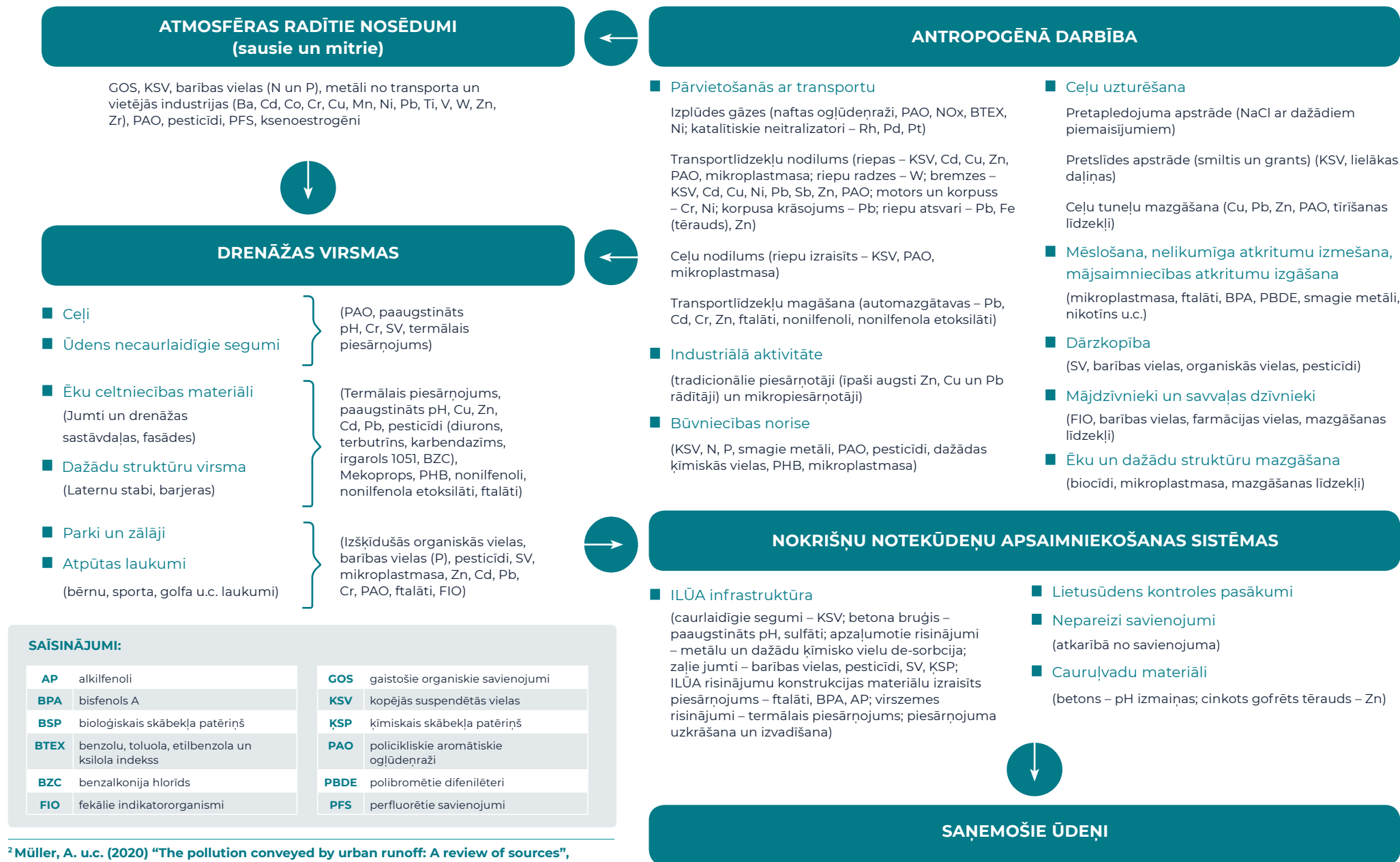
Industriālajā apbūvē sagaidāmais piesārņojums ir atkarīgs no industrijas specifikas. Pārsvārā, īpaši metāla un ķīmijas rūpniecībā, ir iesakāms nodalīt rūpniecības zonu no administratīvajām ēkām un nokrišņu notekūdeņus no rūpniecības teritorijas attīrīt kā industriālos notekūdeņus, savukārt noteci no administratīvajām teritorijām (klientu/ personāla stāvvietas un jumti) apsaimniekot atbilstoši ILŪA praksei.

Parkos un atpūtas teritorijās ir novērojams lielāks daudzums fosfora, organisko vielu, suspendēto vielu, kā arī ir sastopami teritoriju apkopē izmantotie līdzekļi (mēslojums, augu aizsardzības līdzekļi).

Uz ceļiem piesārņojums galvenokārt rodas no transporta daļu nodiluma, tuneļu un citu ceļa būvju uzturēšanas – tas ir, mazgāšanas un pret-apledošanas apstrādes.

1. attēls

Nokrišņu notekūdens piesārņojuma avoti un ar tiem saistītie būtiskākā piesārņojuma veidi (pielāgots un papildināts no Müller u.c., 2020)²



1. tabula.

Biezāk mērīto piesārņojumu vērtības dažādos apbūves veidos³

Apbūves veids	Piesārņojuma grupas				
	Barības vielas (P, N), mg/l	Organiskās vielas mg/l	Naftas produkti mg/l	Metāli µg/l	Suspendētās vielas mg/l
Piesārņojuma robežvērtības					
NAI izplūde	1 (P), 10 (N)	125 (KSP), 25 (BSP)	–	–	35
Vīrszemes ūdens	0,1-0,14 (P), 3 (N)	–	–	7,8 GV, 8,4 MPK (Zn), 1,3 GV, 14 MPK (Pb), 4,9 (Cu), 8,6 GV, 34 MPK (Ni), 3,4 GV (Cr), 0,2 GV, 0,45-1,5 MPK (Cd)	–

Piesārņojuma vērtības no StormTac datubāzes

Dzīvojamā apbūve	0,4±0,2 (P), 2,2±0,9 (N)	79±77 (KSP), 13,4±8,4 (BSP)	12,6±31,5	110,1±100,76 (Zn i.), 33±35 (Pb i.), 22±33 (Cu i.), 3,8±3,3 (Ni i.), 4,1±4,5 (Cr i.), 1,4±0,6 (Cd i.)	115±128
Industriālā apbūve	0,4±0,3 (P), 2,1±0,7 (N)	92,9±61,8 (KSP), 19,2±20,4 (BSP)	10,3±13,8	232,5±295 (Zn i.), 17,9±22,2 (Pb i.), 12,2±4,7 (Cu i.), 11,3±9,9 (Ni i.), 3,8±1,8 (Cr i.), 1,3±0,9 (Cd i.)	186±209
Parki un atpūtas teritorijas	0,57±0,41 (P), 4±3,5 (N)	n.d.	n.d.	40±33 (Zn), 6,3±4,5 (Pb), 7±5 (Cu), 4,2±1,2 (Cr), 0,4±0,3 (Cd)	187±215
Ceļi	0,03-0,7 (P), 1-8,8 (N)	40-255 (KSP), 3,8-24,4 (BSP)	n.d.	8,5-1926 (Zn), 2-123 (Pb), 7-247 (Cu), 5-54 (Ni), 4-72 (Cr), 0,07-2,5 (Cd)	6,8-485
Stāvlaukumi	0,14±0,05 (P), 1,3±0,5 (N)	110±40 (KSP)	746±287	185±121 (Zn), 73±90 (Pb), 42±24 (Cu), 11,9±9,6 (Cr), 0,95±0,97 (Cd)	140±100

Salīdzinot StormTac datubāzē pieejamos nokrišņu notekūdens datus atbilstoši dažādiem apbūves veidiem, un salīdzinot tos ar Baltijas jūras sateces baseina valstu normatīvo aktu robežlielumiem (1. tabula), var secināt, ka, neatkarīgi no apbūves veida, nokrišņu notekūdeņiem ir nepieciešama kā minimums attīrīšana no suspendētajām vielām un metāliem. Saskaņā ar zinātnisko literatūru, suspendētās vielas uz savas virsmas adsorbē arī citus piesārņotājus – tas ir, tās spēj adsorbēt, piemēram, vidēji līdz 85% PAO, no 50% līdz 90% smago metālu, u.c. elementus, adsorbcijas efektivitātei variējot atkarībā no specifiskā elementa (2. attēls).

Līdz ar to risinājumi, kas no nokrišņu notekūdens noteces spēj noņemt suspendētās vielas, ir rekomendējami kā minimālās prasības lietus ūdens attīrīšanai.

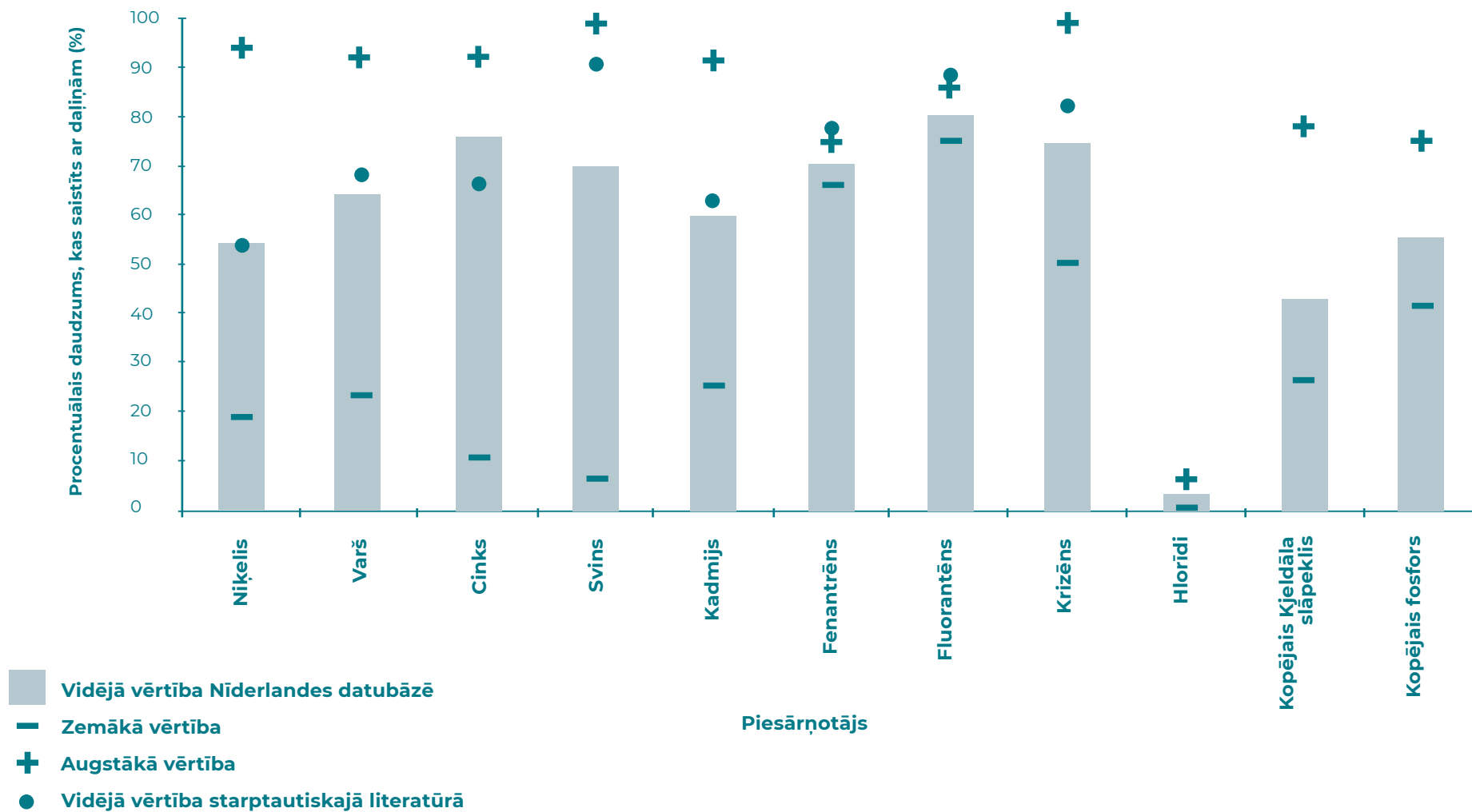
SAĪSINĀJUMI:

BSP	bioloģiskais skābekļa patēriņš pēc 5 vai 7 dienām
GV	gada vidējais
i.	izšķīdušā frakcija
KSP	ķīmiskais skābekļa patēriņš
MPK	maksimāli pieļaujamā koncentrācija
n.d.	nav dati
NAI	notekūdeņu attīrīšanas iekārtas

³ <https://sub.samk.fi/projects/noah/ietvaros>

2. attēls.

Ar daļiņām saistītā piesārņojuma procentuālais daudzums Nīderlandes nokrišņu notekūdeņos (pielāgots no F. Boogaard u.c., 2014⁴)



⁴ Boogaard, F. u.c. (2014) "Stormwater Quality Characteristics in (Dutch) Urban Areas and Performance of Settlement Basins", Challenges, 5, lpp. 112-122. doi: 10.3390/challe5010112.

ILGTSPĒJĪGU RISINĀJUMU POTENCIĀLS LIETUSŪDEŅU ATTĪRĪŠANAI

Labākais veids, kā novērst nokrišņu notekūdens piesārņojuma nonākšanu dabīgajos ūdensobjektos, ir tā lokāla apstrāde. Piesārņojuma izplatību iespējams novērst divējādi: gan samazinot noteces apjomu, gan attīrot to pirms turpmākas novadīšanas. ILŪA sistēmas samazina nokrišņu notekūdens apjomu, infiltrējot to, vai īslaicīgi uzkrājot to risinājumā un tādējādi atslogojot lietus ūdens sistēmu. Papildus noteces samazināšanai, tie nodrošina nokrišņu notekūdens kvalitātes uzlabošanu.

Piesārņojuma noņemšanā var mijiedarboties dažādi procesi (3. attēls). ILŪA risinājumos galvenie attīrīšanas procesi ir nostādināšana (daļiņu izgulsnēšana), filtrācija caur augu saknēm, augsni vai citu materiālu, adsorbcija uz augiem vai materiāla, uzņemšana ar augiem (piesārņojuma akumulācija auga biomasā) un bioloģiskā sadalīšana (biofiltrācija, pārveidojot piesārņojošās vielas mikroorganismu metabolisma rezultātā).

Lielākajā daļā ILŪA risinājumu lielākā vai mazākā mērā darbojas visi vai lielākā daļa no attīrīšanas mehānismiem, bet katram risinājumam ir savi būtiskākie attīrīšanas procesi (2. tabula).

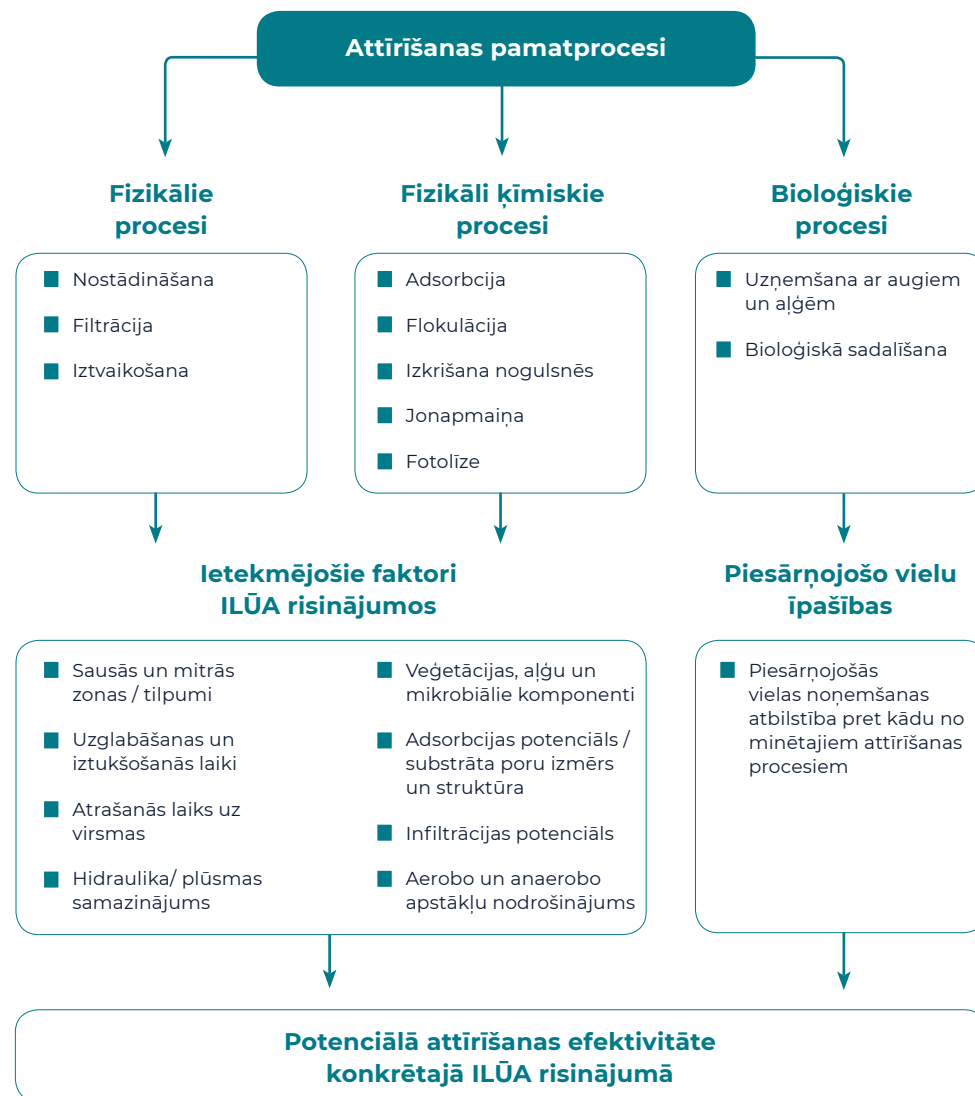
Nostādināšana kā pamatmehānisms darbosies risinājumos, kuros ir pastāvīgāks ūdens daudzums un tiek nodrošināts pietiekoši mazs plūsmas ātrums un lamināri plūsmas apstākļi.

Filtrācija būs viens no pamatmehānismiem risinājumos, kas ūdeni infiltrē cauri augsnei vai citam materiālam.

Adsorbcija darbosies visos risinājumos, kur ir pietiekošs ūdens kontakts ar augsni vai citu materiālu, vai augiem.

Bioloģiskai sadalīšanai (biofiltrācijai) ir būtiski mikroorganismiem labvēlīgi apstākļi.

3. attēls. Pamatprocesu piesārņojuma samazināšanas potenciālam ILŪA infrastruktūrā (pielāgots no Scholes, Revitt, and Ellis 2008)⁵



⁵Scholes, L., Revitt, D. M. un Ellis, J. B. (2008) "A systematic approach for the comparative assessment of stormwater pollutant removal potentials", *Journal of Environmental Management*, 88(3), lpp. 467–478. doi: 10.1016/j.jenvman.2007.03.003.

2. tabula.

ILŪA risinājumu galvenie attīrīšanas mehānismi

Vadlīniju nodaļa	LV	ENG	Nostādināšana	Filtrācija	Adsorbcija	Uzņemšana ar augiem un aļģēm	Bioloģiskā sadalīšana (mikro-organismi)
5	Lietus dārzs, Bioievalka	Rain garden, bioswale		x		x	x
6	Mākslīgā mitraine, mitrājs, mitrzeme	Constructed wetland			x	x	x
7	Ievalka	Swale		x		x	x
8	Grāvis	Ditch			x	x	x
9	Dīķis	Pond, retention basin	x			x	
10	Ūdens caurlaidīgais segums	Permeable pavement		x	x		x
11	Infiltrācijas aka	Soakaway		x	x	x	
11	Infiltrācijas tranšeja	Infiltration trench		x		x	
12	Zaļais jumts	Green roof				x	x
	Filtrējošā josla	Filter strip		x	x	x	
	Infiltrācijas baseins	Infiltration basin	x	x	x	x	x
	Infiltrācijas lauks	Infiltration field		x		x	

PIESĀRŅOJUMA NOŅEMŠANAS EFEKTIVITĀTE, %

3. tabula.

Piesārņojuma noņemšanas efektivitāte dažādos ILŪA risinājumos (Charlesworth un Booth, 2016⁶)

ILŪA risinājums	KSV	KS	Baktērijas	Ogļūdeņraži	Kopējie metāli
Filtrējošie grāvji	60 – 90	20 – 30	20 – 40	70 – 90	70 – 90
Infiltrācijas baseini	60 – 90	20 – 50	70 – 80	70 – 90	70 – 90
Ievalkas	10 – 40	10 – 35	30 – 60	60 – 75	70 – 90
Nostādināšanas lagūnas	50 – 85	10 – 20	45 – 80	60 – 90	60 – 90
Ūdens aizturēšanas baseini	60 – 80	20 – 40	20 – 40	Nav datu	40 – 55
Paplašinātie ūdens aizturēšanas baseini	30 – 60	5 – 20	10 – 35	30 – 50	20 – 50
Ūdens uzkrāšanas baseini (dīķi)	80 – 90	20 – 40	40 – 60	30 – 40	35 – 50
Mitrāji	70 – 95	30 – 50	75 – 95	50 – 85	40 – 75

Apzīmējumi: salīdzinoši augsta efektivitāte, vidēja efektivitāte, salīdzinoši zema piesārņojuma noņemšanas efektivitāte

Attīrīšanas efektivitāte vienā risinājuma veidā var būtiski variēt atkarībā no dažādiem faktoriem, piemēram, atrašanās vietas, augsnes sastāva, risinājuma izmēriem, veiktās apkopes regularitātes un kvalitātes un citiem. 3. tabula ataino literatūrā apkopotās vērtības par attīrīšanas efektivitāti dažādos risinājumos. Neskatoties uz risinājumu

piesārņojuma noņemšanas procentuālo efektivitāti, būtiskāk ir panākt pēc iespējas mazākas piesārņojuma koncentrācijas izplūdē. Jo mazāks ir piesārņotāja sākotnējais daudzums, jo grūtāk ir veikt tā noņemšanu, līdz ar to 4. tabula ataino literatūrā apkopotās izplūdes vērtības no dažādiem risinājumiem.

⁶ Charlesworth, S. M. un Booth, C. A. (2016) Sustainable Surface Water Management: A Handbook for SUDS, Sustainable Surface Water Management: A Handbook for SUDS. doi: 10.1002/9781118897690.

IZPLŪDES VĒRTĪBAS

4. tabula.

Vidējās piesārņojuma vērtības virszemes notecē un ILŪA risinājumu spēja samazināt koncentrācijas (pielāgots no Woods Ballard et al. 2015⁷)

Risinājums	KSV (mg/l)	Kopējais Cd (µg/l)	Kopējais Cu (µg/l)	Kopējais Zn (µg/l)	Kopējais Ni (µg/l)
Filtrējošās joslas	10 – 35	0,1 – 0,3	5 – 12	11 – 53	2 – 4
Bioloģiskās filtrācijas sistēmas	5 – 20	0,04 – 0,1	4 – 10	5 – 29	3 – 8
Ievalkas	10 – 43	0,2 – 0,3	4 – 15	18 – 55	2 – 5
Ūdens aizturēšanas baseini	10 – 47	0,1 – 0,4	2 – 12	6 – 58	2 – 4
Ūdens uzkrāšanas baseini	4 – 28	0,1 – 0,4	3 – 7	11 – 39	2 – 6
Mitrāju baseini	4 – 21	0,1 – 0,4	2 – 6	11 – 33	Nav datu
Caurlaidīgie segumi	14 – 44	0,3 – 0,5	4 – 11	2 – 29	1 – 3
Mākslīgi veidotie biofiltri	2 – 5	Nav datu	Nav datu	38 – 221	Nav datu
Filtrācija	7 – 26	Nav datu	3 – 10	19 – 59	Nav datu
Hidrodinamiskie vai vorteksa tipa atdalītāji	10 – 71	Nav datu	6 – 17	34 – 107	Nav datu
Naftas produktu atdalītāji	16 – 87	Nav datu	6 – 18	60 – 121	Nav datu
Multiprocesi	2 – 8	Nav datu	3 – 16	9 – 27	Nav datu

Apzīmējumi: nepārsniedz robežvērtības (skat. 1. tabulu), daļēji pārsniedz robežvērtības, pārsniedz robežvērtības

Zinātniskās literatūras analīze rāda, ka lietūs notekūdeņu attīrīšanas risinājumi kopumā spēj nodrošināt labu lietūs notekūdeņu attīrīšanu, īpaši ja tiek izmantoti vairāki attīrīšanas risinājumi.

⁷ Woods Ballard, B. u.c. (2015) The SuDS Manual. C753F red. London: CIRIA.

IETEIKUMI ILŪA RISINĀJUMIEM TIPVEIDA PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS

Neatkarīgi no apbūves veida, suspendētās vielas un metāli uzrāda paaugstinātas vērtības nokrišņu notekūdens notecē (1. tabula). Tā kā dažādi elementi lielākā vai mazākā mērā adsorbējas uz suspendētajām daļiņām (2. attēls), visos apbūves veidos ir ieteicami nostādināšanas vai filtrācijas risinājumi.

Vietās, kur ir paaugstināta autotransporta kustība (ceļi, stāvlaukumi), papildus vērojams paaugstināts organisko vielu un naftas produktu daudzums, līdz ar to papildus būtu jāparedz risinājumi, kuri nodrošina šo vielu sadalīšanu (bioloģiskās sadalīšanas risinājumi).

Lielākai piesārņojuma noņemšanas efektivitātei, ka arī, lai pasargātu pret aizsērēšanu jutīgākus risinājumus, ir ieteicams veidot attīrīšanas risinājumu kaskādes, kas sākumā iever nostādināšanas/filtrācijas soli, kam seko adsorbcija/bioloģiskā sadalīšana.

3. NODAĻA.

LIETUSŪDENS CAURPLŪDUMA UN
APJOMA APRĒĶINI

SATECES BASEINA RAKSTUROJUMU NOTEIKŠANA

Pretēji lietus ūdeņu cauruļvadiem, kuri tiek projektēti noteiktās aprēķina lietugāzes maksimālajam caurplūdamam, ILŪA praksē aprēķini tiek veikti gan novadīšanas iekārtām un risinājumiem (cauruļvadi, ievalkas, grāvji), gan uzkrāšanas, aizturēšanas un infiltrācijas risinājumiem (dīķi, baseini, lietusdārzi, caurlaidīgs segums u.c.). Tomēr vienmēr pirmais solis ir specifiskā apakš-baseina noteces aprēķināšana, izmantojot nokrišņu datus un virsmu raksturojošo parametru un noteces koeficientu.

Ilgspējīgas lietus kanalizācijas plānošanai nepieciešamie aprēķini atšķiras atkarībā no tā, vai plānotā sistēma nodrošinās tikai ūdeņu novadīšanu (cauruļvadu sistēmas), vai arī ūdens uzkrāšanu (grāvji, dīķi, baseini utt.). Pirmajā gadījumā jāaprēķina tikai maksimālie caurplūdumi, savukārt otrajā gadījumā jāaprēķina arī kopējais lietus ūdeņu daudzums, kas ir jāuzkrāj un jānovada noteiktajā laika posmā. Jebkura veida aprēķiniem nepieciešams noteikt baseina virsmu raksturojošo koeficientu, kas raksturo, kāds ūdens daudzums no kopējā nokrišņu apjoma veidos noteci (attiecīgi, starpība starp nokrišņu daudzumu, iztvaikošanu un infiltrāciju).

Sateces baseins tiek noteikts ņemot vērā dabisko reljefu, attīstāmās teritorijas virsmas plānoto reljefu un plānotā lietus ūdeņu kanalizācijas tīkla novietojumu un veidu. Pilsētvidē parasti veic apakš-baseinu sadali kvartālos, attiecīgi, notece no kvartāla daļas, kas ir vērsta pret noteikto ielu, tiek novirzīta konkrētajā ielā izvietotā cauruļvadā, grāvī.

Pēc iespējas precīzākai potenciālo lietus ūdeņu apjomu no kvartāliem un ielu telpas aprēķināšanai, kas atrodas noteiktajā sateces baseinā, teritorija ir jāsadala zonās (virsmas kategorijās). Katrai no zonām būs atšķirīgs noteces koeficients, kuru nosaka atbilstoši zemāk tabulā apkopotajam. Ir izdalīti divu veidu noteces koeficienti: virsmu raksturojošs koeficients Z_{mid} , kas tiek izmantots lietus ūdens noteces maksimālā caurplūduma aprēķinam saskaņā ar Latvijas būvnormatīvu LBN 223-15 un noteces koeficients C / ψ , kas tiek izmantots lietus ūdens noteces apjoma aprēķinā, kā arī tiek izmantots noteces aprēķinā pēc „racionālās metodes”, kas plaši tiek izmantota Rietumeiropā vienkāršāko hidraulisko aprēķinu veikšanai⁸.

5. tabula.
Noteces koeficienti dažādām virsmām

Satiksmes intensitāte auto / dnn	Bioloģiskā ietekme	Nepieciešamība pēc tīrīšanas pasākumiem
Necaurlaidīgi segumi (ēku jumti, brauktuves)	0,23 – 0,34	0,9 – 1
Brūģis	0,145 – 0,224	0,45 – 0,6
Šķembu segums	0,135	0,4
Blīva grants (dārza, parka celiņi)	0,125	0,3
Grunts segumi	0,090	0,2
Zālājs	0,038	0,1

⁸ Pēc būtības racionālā metode līdzīga metodei, uz kā balstās LBN 223-99 vai STR 2.07.01:2003, taču ļauj vienkāršāk izmantot lietugāžu intensitātes-ilguma-biezuma tabulas (IIB tabulas)

⁹ Vērtība atkarīga no parametra A, skat. LaBN 223-15

Aprēķina piemērs:

1 ha teritorijai pilsētvidē, kuras 0,3 ha veido ēku jumti,
0,2 ha – asfaltēti ceļi un laukumi,
0,1 ha – bruģēti celiņi un 0,4 ha – zaļā zonā,

noteces koeficienti:

$$Z_{mid} = 0,5 * 0,27 + 0,1 * 0,224 + 0,4 * 0,038 = 0,1726$$

$$C(\psi) = 0,5 * 0,9 + 0,1 * 0,45 + 0,4 * 0,1 = 0,535$$

Konkrētajā piemērā lietus ūdeņu notece veidos 53,5% no kopējā nokrišņu radītā ūdens daudzuma.

Minētie aprēķini ir aptuveni, jo ir atkarīgi no laika apstākļiem, lietus intensitātes, grunts mitruma un sastāva, tomēr tie pietiekami labi modelē situāciju, lai novērtētu iespējamo lietus ūdeņu apjomu lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas plānošanas vajadzībām.

Latvijas būvnormatīvā LBN 223 – 15 atrodamas formulas, lai aprēķinātu maksimālos caurplūdumus dažādām atkārtotās varbūtībām, sateces laukumiem un tecēšanas laikiem. Ilgtspējīgo lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumu aprēķiniem ir nepieciešami dati par nokrišņu daudzumu noteiktā ilguma un atkārtotās varbūtības lietusgāzēm. Šie dati ir apkopojami, statistiski apstrādājot ilggadīgos novērojumus par nokrišņiem. Vispārpieņemts un saprotams veids kā attēlot šādus datus, ir izmantojot Intensitātes-Ilguma-Biežuma (angliski Intensity-Duration-Frequency jeb IDF) vai Nokrišņu Daudzuma-Ilguma-Biežuma (angliski Depth-Duration-Frequency) tabulas, kurās lietusgāze pie dažādiem atkārtotās periodiem un izkrišanas ilgumiem tiek izteikta kā intensitāte (mm/min, mm/s vai l/s*ha vai nokrišņu slānis (mm vai l/m²) attiecīgajā laika intervālā.

Zemāk atrodamas DDF tabulas ar Rīgas datiem, kas aprēķināti projekta Life+ “Rīga pret plūdiem” ietvaros¹⁰. Jāatzīmē, ka ILŪA risinājumu aprēķinos jāņem vērā arī klimata mainība, līdz ar to ietverti arī esošā klimata, kā arī tuvas nākotnes modeļi. DDF tabulas citām Latvijas pilsētām skatīt šī dokumenta 1. pielikumā.

¹⁰ Tabulas aprēķinātas, veicot analīzi pēc Gumbela statistiskā sadalījuma izmantojot augstas izšķirtspējas (5 min) ilggadīgus pluviografa datus Saldus novērojumu stacijā, un tad mērogojot ar kopējo gada nokrišņu daudzumu Rīgā. 1. pielikuma 2. punktā ir atrodamas nokrišņu tabulas, kas aprēķinātas no LBN 223-15 datiem savukārt 1 pielikuma 4. punktā grafika veidā ir atrodama R.Ziemeļnieka promocijas darba kopsavilkumā iekļauta Rīgas novērojumu stacijas nokrišņu datu analīze pēc Gumbela sadalījuma.

6. tabula.

Nokrišņu līmenis pie dažādiem atkārtotās periodiem un lietusgāžu ilgumiem - esošais klimats (mm)

	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
5 min	4,4	6,3	7,5	8,7	11,3	12,4
10 min*	7,1	11,0	13,4	15,8	21,0	23,3
15 min	9,8	15,6	19,3	22,8	30,7	34,1
20 min*	10,7	17,5	21,8	25,8	34,9	38,8
30 min	12,6	21,2	26,7	31,9	43,4	48,3
1h	15,5	26,1	32,7	39,1	53,2	59,2
2h	18,6	29,9	37,1	44,0	59,5	66,0
3h	20,0	31,2	38,5	45,4	60,9	67,5
6h	23,5	35,7	43,6	51,1	68,0	75,3
12h	25,9	37,2	44,7	51,9	68,1	75,0
1d	28,8	40,7	48,6	56,2	73,4	80,7
2d	34,8	46,8	55,0	62,8	80,6	88,3
4d	42,6	54,1	62,1	70,0	87,9	95,7
7d	51,4	62,9	71,2	79,4	98,3	106,5
10d	58,8	72,2	81,8	91,3	113,1	122,6

* Dati par 10 un 20 minūšu lietusgāzēm nebija pieejami, tāpēc tika aprēķināti interpolējot, izmantojot datus par 5, 15 un 30 minūšu lietusgāzēm

7. tabula.

Nokrišņu līmenis pie dažādiem atkārtotās periodiem un lietusgāžu ilgumiem. Tuvas nākotnes modelis (mm)

	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
5 min	5,3	7,5	8,9	10,3	13,2	14,5
10 min*	8,6	13,1	15,9	18,6	24,6	27,2
15 min	11,8	18,6	22,9	26,9	36,0	39,9
20 min*	12,9	20,8	25,8	30,5	40,9	45,5
30 min	15,2	25,3	31,6	37,7	50,8	56,5
1h	18,7	31,1	38,7	46,2	62,3	69,3
2h	22,4	35,7	43,9	52,0	69,7	77,3
3h	24,1	37,2	45,6	53,6	71,4	79,0
6h	28,3	42,6	51,6	60,4	79,7	88,2
12h	31,2	44,4	52,9	61,3	79,8	87,8
1d	34,7	48,6	57,6	66,4	86,0	94,5
2d	42,0	55,8	65,1	74,2	94,4	103,4
4d	51,4	64,6	73,6	82,7	103,0	112,0
7d	62,0	75,1	84,3	93,8	115,2	124,7
10d	70,9	86,2	96,9	107,9	132,5	143,5

* Dati par 10 un 20 minūšu lietusgāzēm nebija pieejami, tāpēc tika aprēķināti interpolējot, izmantojot datus par 5, 15 un 30 minūšu lietusgāzēm

8. tabula.

Lietusgāzes intensitāte (l/s*ha) pie dažādiem atkārtotās periodiem un lietussgāžu ilgumiem. Esošais klimats

	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
5 min	146,7	210,0	250,0	290,0	376,7	413,3
10 min	118,3	182,5	223,3	262,5	350,0	387,5
15 min	108,9	173,3	214,4	253,3	341,1	378,9
20 min	89,4	145,6	181,4	215,3	291,1	323,6
30 min	70,0	117,8	148,3	177,2	241,1	268,3
1h	43,1	72,5	90,8	108,6	147,8	164,4
2h	25,8	41,5	51,5	61,1	82,6	91,7
3h	18,5	28,9	35,6	42,0	56,4	62,5
6h	10,9	16,5	20,2	23,7	31,5	34,9
12h	6,0	8,6	10,3	12,0	15,8	17,4
1d	3,3	4,7	5,6	6,5	8,5	9,3
2d	2,0	2,7	3,2	3,6	4,7	5,1
4d	1,2	1,6	1,8	2,0	2,5	2,8
7d	0,8	1,0	1,2	1,3	1,6	1,8
10d	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4

9. tabula.

Lietusgāzes intensitāte (l/s*ha) pie dažādiem atkārtotās periodiem un lietussgāžu ilgumiem. Tuvas nākotnes modelis

	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
5 min	176,8	250,6	296,1	342,7	441,3	483,9
10 min	142,7	217,8	264,5	310,2	410,1	453,7
15 min	131,3	206,8	254,0	299,4	399,7	443,6
20 min	107,9	173,7	214,9	254,4	341,1	378,9
30 min	84,4	140,5	175,7	209,4	282,5	314,2
1h	51,9	86,5	107,6	128,3	173,1	192,5
2h	31,1	49,6	61,0	72,2	96,8	107,3
3h	22,3	34,5	42,2	49,7	66,1	73,2
6h	13,1	19,7	23,9	28,0	36,9	40,8
12h	7,2	10,3	12,3	14,2	18,5	20,3
1d	4,0	5,6	6,7	7,7	10,0	10,9
2d	2,4	3,2	3,8	4,3	5,5	6,0
4d	1,5	1,9	2,1	2,4	3,0	3,2
7d	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1
10d	0,8	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7

Vadlīniju 1. pielikumā atrodamas nokrišņu tabulas, apkopotas citu projektu ietvaros, kā arī aprēķinātas nokrišņu tabulas pēc LBN 223 – 15 parametriem dažām lielākām pilsētām.

NOKRIŠŅU INTENSITĀTES PIEAUGUMA PROGNOZES SAISTĪBĀ AR KLIMATA PĀRMAIŅĀM

LVĢMC klimata rīks

Atbilstoši VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” sagatavotajam ziņojumam “Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai” (2017)¹¹, līdzšinējo klimata pārmaiņu izpausmes Latvijas teritorijā ir iezīmējušas kopējā atmosfēras nokrišņu daudzuma palielināšanos un intensitātes pieaugumu, kā arī pieaugošu stipru nokrišņu gadījumu skaitu. Ziņojumā tiek prognozēts, ka šādas tendences Latvijā turpināsies arī visa 21. gadsimta laikā. Visvairāk nokrišņu gada laikā Latvijas teritorijā ir Vidzemes augstienes un Kurzemes augstieņu rietumu daļās, kas parāda, ka Latvijā atmosfēras nokrišņu daudzuma teritoriālais sadalījums ir saistīts ar lokālu reljefa ietekmi, tomēr to ietekmē arī attālums no Baltijas jūras un Rīgas līča. Atmosfēras nokrišņu daudzumam Latvijas teritorijā raksturīgas ne tikai lokālas izplatības iezīmes, bet arī sezonālitate, piemēram, palielināts nokrišņu daudzums rudens un ziemas mēnešos, kas skaidrojams ar dominējošu rietumu vēju plūsmu un paaugstinātu ciklonisko aktivitāti.

Gadsimta gaitā pieaugot atmosfēras nokrišņu intensitātei, gaidāma arī **dienu skaita ar stipriem atmosfēras nokrišņiem** (diennakts nokrišņu daudzums ≥ 10 mm) **palielināšanās**, kas, atkarībā no klimata pārmaiņu apmēriem, vērtējama 1,9 – 7,8 dienu apmēros un visbūtiskāk skars Baltijas jūras piekrastes rajonus un lielu daļu Vidzemes novada. Ja līdz šim stipri nokrišņi Latvijā novēroti vidēji 9 – 20 dienas gadā, tad jau tuvākajā 30 gadu periodā vidējais dienu skaits ar stipriem nokrišņiem Latvijā būs ap 15 dienām gadā, bet līdz 21. gadsimta beigām palielināsies līdz vidēji 17 – 20 dienām gadā.

Atbilstoši tiek prognozēts arī **dienu skaita ar ļoti stipriem atmosfēras nokrišņiem** (diennakts nokrišņu daudzums ≥ 20 mm) **pieaugums**, kas, salīdzinot ar klimatiskās references periodu, pēc RCP 4,5 klimata pārmaiņu scenārija valstī sasniegs 0,1 līdz 2,3 dienas gadā, savukārt pēc RCP 8,5 klimata pārmaiņu scenārija – 0,8 līdz 3,3 dienas gadā.

Nākotnes laika periodā tiek prognozēts ne tikai intensīvu atmosfēras nokrišņu gadījumu skaita, bet arī to intensitātes pieaugums. Ja laika periodā no 1961. līdz 2010. gadam maksimālais vienas diennakts atmosfēras nokrišņu daudzums valstī svārstījies vidēji 31 – 39 mm robežās, tad līdz šī gadsimta beigām tas par 0,2 – 12,1 mm palielināsies, un pakāpeniski pietuvosies 40 mm.

Kopumā nākotnē Latvijā gaidāmās klimata pārmaiņas iezīmē kopējā nokrišņu daudzuma palielināšanos, kas īpaši izteikta būs tieši ziemas sezonā, kad atbilstoši prognozētajām atmosfēras spiediena izmaiņām iespējama palielināta ciklonu darbības aktivitāte pētījumā apskatītajā reģionā. Līdz ar pieaugošu kopējo atmosfēras nokrišņu daudzumu gaidāma arī ekstremālu atmosfēras nokrišņu gadījumu skaita un biežuma, kā arī to mainības palielināšanās.

Projekta “Rīga pret plūdiem” prognozes

Lietusgāžu un sniega kušanas risku ietekmes noskaidrošanai¹² tika aplūkoti spēcīgu lietusgāžu un straujas sniega kušanas scenāriji 6 atkārtosšanās varbūtībām – 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% (jeb reizi, attiecīgi 200, 100, 20, 10, 5 un 2 gados) un trīs klimata apstākļiem jeb laika periodiem – mūsdienām, tuvajai nākotnei (2021.–2050.g.) un tālajai nākotnei (2071.–2100.g.)¹³. Balstoties uz ilggadīgo novērojumu datiem (Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra pluviogrāfa novērojumi), nokrišņu intensitātes maksimumu analīzi un aprēķiniem, pētījumā tika iegūta katra laika intervāla nokrišņu intensitāte ar atkārtojamību reizi 200, 100, 20, 10, 5 un 2 gados. Nokrišņu daudzums mūsdienu, tuvās nākotnes un tālās nākotnes klimatiem pie dažādām atkārtojamībām redzams attēlā un tabulā zemāk.

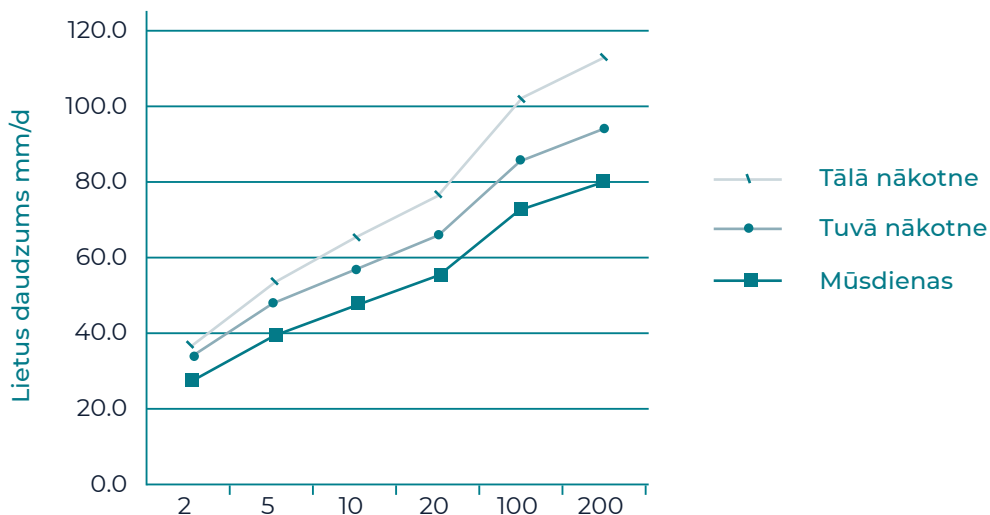
¹¹ Ziņojums pieejams: <https://www4.meteo.lv/klimatariks/files/zinojums.pdf>

¹² <https://www.rdpad.lv/portfolio/riga-pret-pludiem-rigas-pilsetas-virszemes-udenu-ietekmju-novertesana-noversana-un-ekologiska-stavokla-uzlabosana/>

¹³ Noslēguma atskaite (gala variants) „Ar klimata pārmaiņām saistīto hidroloģisko procesu izpēti un prognozēšana Rīgas pilsētas teritorijā un rekomendāciju izstrāde Rīgas pilsētas teritorijas aizsardzībai”, SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs”, Rīga, Jūnijs 2011.

4. Attēls.

Nokrišņu daudzums diennaktī dažādas atkārtojamības lietusgāzēm dažādos klimata apstākļos



10. tabula.

Summārais nokrišņu daudzums (vai sniega kušanas ūdens ekvivalents) dažādas atkārtojamības ekstrēmiem dažādiem klimata apstākļiem

Atkārtojamība	Nokrišņu daudzums, mm / d			
	Lietusgāzes (dažādi klimata apstākļi)			Sniegs (mūsdienu klimats)*
	Mūsdienas	Tuvā nākotne	Tālā nākotne	
reizi 2 gados	31,1	37,5	39,6	17,7
reizi 5 gados	41,9	50,0	55,6	66,7
reizi 10 gados	47,7	56,5	64,3	92,5
reizi 20 gados	54,5	64,4	74,4	150,1
reizi 100 gados	70,5	82,6	98,0	222,1
reizi 200 gados	76,7	89,8	107,3	234,3

* Sniega kušanas scenārijos nav ņemta vērā sniega izvešana, tīrīšana un ķīmiskā kausēšana ziemas laikā. Nākotnes sniega kušanas scenāriji netika aplūkoti, jo atbilstoši klimata pārmaiņu prognozēm Latvijā nākotnē sagaidāma būtiska sniega segas samazināšanās (vidēji - līdz 40%)

Attiecīgi, mainoties klimatam, gada un diennakts nokrišņu daudzums, kā arī salīdzinoši biežu lietusgāžu intensitāte varētu pieaugt par 10 – 20%, savukārt ekstrēmo lietusgāžu intensitāte / nokrišņu daudzums varētu pieaugt par 30 – 40%. Kaut arī konkrētie pētījumi attiecās uz diennakts nokrišņu daudzumu, saskaņā ar citu autoru pētījumiem ekstrēmo lietusgāžu intensitāte var pieaugt pat vairāk, tāpēc tiek pieņemts, ja nav precīzāku datu, attiecināt diennakts nokrišņu daudzuma pieauguma prognozes arī uz ekstrēmajām lietusgāzēm. Šis nokrišņu daudzuma un intensitātes prognozes jāņem mērā, projektējot ilgtspējīgās lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumus.

LIETUSGĀZES ATKĀRTOŠANĀS PERIODA IZVĒLE

Lietusgāzes varbūtības jeb atkārtošanās perioda izvēle lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas plānošanai ir atkarīgā no tā, cik bieži ir pieļaujama applūšana, kas, savukārt saistīta ar applūšanas iespējamajām sekām. Perioda izvēle atkarīga arī no tā, vai plānotā sistēma nodrošinās tikai lietus ūdeņu novadīšanu vai arī infiltrāciju un uzkrāšanu. Cauruļvadu un grāvju sistēmām, kuru galvenais uzdevums ir ātra ūdens novadīšana, parasti izvēlās lielāku lietusgāzes varbūtību, nekā infiltrācijas un uzkrāšanas risinājumiem, kuriem ūdens novadīšanas ātrums ir lēnāks.

Latvijas Būvnormatīvs 223 – 15 nosaka sekojošās minimālās prasības attiecībā uz lietusgāžu atkārtošanas varbūtību plānojot cauruļvadu sistēmas (LBN aprēķina metodika ņem vērā pilnu cauruļvada pildījumu un nelielu rezervi spiediena režīma gadījumā):

11. tabula.

Vienreizējas lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periods dažādos kolektora novietojuma apstākļos (Avots: LBN 223-15)

Kolektora novietojuma apstākļi		Vienreizējas lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periods P (gadi) apdzīvotās vietās, ja q_{20} ir			
Vietējās nozīmes ielās	Maģistrālajās ielās	līdz 60	virs 60 līdz 80	virs 80 līdz 120	virs 120
Labvēlīgi un vidēji labvēlīgi	Labvēlīgi	0,33 – 0,5	0,33 – 1	0,5 – 1	1–2
Nelabvēlīgi	Vidēji labvēlīgi	0,5–1	1–1,5	1–2	2–3
Sevišķi nelabvēlīgi	Nelabvēlīgi	2–3	2–3	3–5	5–10
–	Sevišķi nelabvēlīgi	3–5	3–5	5–10	10–20

Piezīmes:

q ₂₀	lietus intensitāte (l/s ha) konkrētajā apvidū, ja lietus ilgums ir 20 minūtes
1.	Labvēlīgi kolektora novietojuma apstākļi:
1.1.	baseina laukums nav lielāks par 150 ha, ar līdzenu reljefu, kura vidējais slīpums ir 0,005 un mazāk
1.2.	kolektors novietots pa ūdens šķirtni vai nogāzes augšējā daļā, ne tālāk par 400 m no ūdensšķirtnes
2.	Vidēji labvēlīgi kolektora novietojuma apstākļi:
2.1.	baseina laukums ir lielāks par 150 ha, ar līdzenu reljefu, kura vidējais slīpums ir 0,005 un mazāk
2.2.	kolektors novietots nogāzes apakšējā daļā, ievalkā ar nogāžu slīpumu 0,02 un mazāk, turklāt baseina laukums nav lielāks par 150 ha
3.	Nelabvēlīgi kolektora novietojuma apstākļi:
3.1.	kolektors novietots nogāzes apakšējā daļā, turklāt baseina laukums ir lielāks par 150 ha
3.2.	kolektors novietots ievalkā ar stāvām nogāzēm. Nogāžu slīpums vidēji vairāk par 0,02
4.	Sevišķi nelabvēlīgi kolektora novietojuma apstākļi – kolektors novada ūdeni no noslēgtas zemas vietas (ieplakas)

Būvnormatīvs nosaka striktākus noteikumus attiecībā uz lietus kanalizācijas plānošanu īpašām būvēm (piemēram, dzelzceļa stacijām, pazemes pārejām), kur vienreizējas lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periods (lietusgāzes biežums) jānosaka ar aprēķinu, ņemot vērā galējo pieļaujamo lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periodu, kas norādīts būvnormatīva LBN 223 – 15 pielikuma 5.tabulā un kas sastāda no 10 līdz 100 gadiem jeb varbūtību no 10% līdz 1% (sk. zemāk tabulā). Faktiski būvnormatīva 31. punkta formulējums interpretējams tādā veidā, ka galējais pieļaujamais lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periods nozīmē lietusgāzi ar tādu atkārtošanas varbūtību, kad pilnībā tiek appludināts cauruļvads un īslaicīgi – ielu braucamās daļas, taču netiek appludinātas mājas (ēku pagrabi).

12. tabula.

Galējais lietus intensitātes pārsniegšanas periods dažādiem baseiniem (LBN 223-15 pielikuma 5. tabula)

Tā baseina raksturojums, kuru apkalpo kolektors	Galējais lietus intensitātes pārsniegšanas periods P (gadi), ņemot vērā kolektora novietojuma apstākļus			
	labvēlīgi	vidēji labvēlīgi	nelabvēlīgi	sevišķi nelabvēlīgi
Kvartāli un vietējās nozīmes ielas	10	10	25	50
Maģistrālās ielas	10	25	50	100

Katrā konkrētajā projektā ieteicams analizēt dažādu, t.sk. ekstrēmo lietusgāžu noteces apjomu un tā ietekmi uz lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas darbību un projekta un apkārtējām teritorijām.

Savukārt, Eiropas standarta EN752:2008 "Drenāžas un kanalizācijas tīkli ārpus ēkām" (vairs nav spēkā) rekomendētie aprēķina lietusgāzes biežumi (varbūtības), nodala plānošanu ar vienkāršām metodēm (kur tiek aprēķināti cauruļvadu caurplūdumi, bet netiek modelēta applūšana) un kompleksām metodēm (kur tiek modelēta applūšana ar hidroloģisko modeļu palīdzību) (skat. 13. tabulu):

13. tabula.

Aprēķina lietusgāzes un applūšanas biežumi (varbūtības) dažādiem apbūves veidiem un dažādām plānošanas (projektēšanas) metodēm.

Avots: EN 752:2008.

Teritorija / apbūves veids	Aprēķina lietusgāzes biežums (vienkāršās metodes) – atkārtotības periods (reizi "n" gados)	Aprēķina applūšanas biežums (vienkāršās metodes) – atkārtotības periods (reizi "n" gados)
Lauku teritorijas	Reizi gadā	Reizi 10 gados
Dzīvojamā apbūve	Reizi 2 gados	Reizi 20 gados
Pilsētas centri / rūpnieciskās / darījumu teritorijas	Reizi 5 gados	Reizi 30 gados
Pazemes dzelzceļš / autoceļu šķērsojumi	Reizi 10 gados	Reizi 50 gados

Eiropas standarta jaunajā versijā EN752:2017 vairs nav rekomendēto vērtību, bet tiek doti piemēri atkārtotības piemēriem atkarībā no projektēšanas pieejas (aprēķins pēc cauruļvada pilnā pildījuma vai aprēķins pēc applūšanas atkārtotamības).

Par labāko praksi var uzskatīt BREEAM ilgtspējīgās būvniecības sertifikācijas standarta prasības, kur lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmām tiek izvirzīti vairāki mērķi:

- Jānodrošina, ka maksimālais noteces caurplūdums (l/s) no teritorijas pēc apbūves nepārsniedz neapbūvētās teritorijas noteces caurplūdumu (l/s) aprēķina lietusgāzēm ar atkārtotības varbūtību reizi vienā un simts gados, ņemot vērā klimata pārmaiņu ietekmi
- Jānodrošina, ka kopējais noteces apjoms (m³) no teritorijas pēc apbūves nepārsniedz neapbūvētās teritorijas noteces apjomu (m³) 6 stundas garai aprēķina lietusgāzei ar atkārtotības varbūtību reizi simts gados, ņemot vērā klimata pārmaiņu ietekmi
- Jānodrošina lietus notekūdeņu attīrīšana ilgtspējīgajos risinājumos 5 mm lielajam nokrišņu slānim

Pēdējā prasība labi saskan ar Latvijas būvnormatīva LBN 223-15 prasībām attīrīt 70% gada noteces apjoma, ko veido lietusgāzes ar atkārtotības periodu P=0,05 – 0,1 gads jeb reizi 18 – 36 dienās. PSRS laika izziņu avotos ir atrodams skaidrojums, ka tās ir lietusgāzes ar intensitāti 7 – 12 l/s*ha, kas ir 2.5 – 4.3 mm/stundā. Apkopojot iepriekš minēto, varam secināt, ka, ja tiek projektētas cauruļvadu sistēmas, kur galvenais parametrs ir maksimālais caurplūdums, rekomendēta aprēķina lietusgāzes atkārtotības varbūtība ir 0,5 – 5 gadi, izmantojot aktuālos meteoroloģiskos datus vai ierēķinot nokrišņu intensitātes pieaugumu klimata izmaiņu ietekmē, kas ir ieteicamāk.

Savukārt, ja tiek projektētas sistēmas ar ūdens uzkrāšanu/infiltrāciju, rekomendēta aprēķina lietusgāzes atkārtotības varbūtība ir vismaz 10 gadi un lietusgāzes ilgums – vismaz 24 stundas. Taču risinājumu daļu / vietu, kas paredzēta intensīvajai nokrišņu notekūdeņu attīrīšanai, var plānot krietni mazāku – izejot no 5 mm nokrišņu slāņa. Jebkurā gadījumā un pie jebkuras sistēmas plānošanas/projektēšanas, ir ieteicams veikt noteces hidroloģisko modelēšanu, lai noskaidrotu potenciālo applūšanas biežumu un mērogu. Parasti applūšanai apdzīvotās vietās vajadzētu būt pieļaujamai ne biežāk kā reizi 20 – 30 gados, bet īpaši svarīgāku objektu gadījumā retāk.

PRAKTISKĀS LIETUS ŪDEŅU APJOMA UN CAURPLŪDUMA NOTEIKŠANAS METODES

Lietus ūdeņu noteces apjoma (m³) noteikšana izmantojot nokrišņu (IIB) tabulas

Plānojot lietus ūdeņu novadīšanu un uzkrāšanu, ir nepieciešams aprēķināt kopējo lietus ūdeņu noteces apjomu aprēķina lietusgāzē.

Aprēķina lietusgāzi (ilgumu un atkārtotās biežumu) izvēlās atkarībā no lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas mērķiem – no tā, cik bieža applūšana ir pieļaujama, kā arī, cik ilgā laikā lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmai jāuzkrāj ūdens pirms novadīšanas tālāk.

Aprēķina formula:

$$Q = 10 * I_{mm} * F * \psi_{vid} \text{ (m}^3\text{)}$$

Q – lietus ūdeņu noteces apjoms (m³)

I_{mm} – akumulētais nokrišņu daudzums aprēķina lietusgāzē (mm)

F – noteces aprēķina teritorija (ha)

ψ_{vid} – vidējais noteces koeficients noteces aprēķina teritorijā (sk. 5. tabulu)

Lietus ūdeņu noteces maksimālā caurplūduma noteikšana

Plānojot cauruļvadu un grāvju sistēmas, nepieciešams aprēķināt, kāds ir aprēķina lietusgāzes maksimālais caurplūdums, lai iepļānotu pietiekoša lieluma cauruļvadus vai grāvjus.

Maksimālo caurplūdumu aprēķina noteiktajam cauruļvadu / grāvju posmam, vai arī sateces baseinam kopumā. Tiek pieņemts, ka maksimālās noteces intensitāte tiek sasniegta, kad uz noteikto posmu, kuram tiek veikts aprēķins, nonāk ūdens no visa sateces baseina. Tāpēc svarīgākais faktors aprēķinam ir ūdens tecēšanas laiks no vistālākā sateces baseina punkta līdz aprēķina vietai.

Maksimālo caurplūdumu var aprēķināt pēc vairākām formulām.

Vienkāršākais un saprotamākais veids ir maksimālā caurplūduma aprēķins izmantojot nokrišņu (IIB) tabulas (t.s. „racionālā metode”). Šajā gadījumā maksimālā noteces intensitāte tiek aprēķināta pēc formulas.

Aprēķina formula:

$$Q = I * F * \psi_{vid} \text{ (l/s)}$$

Q – virszemes noteces aprēķina daudzums (l / s);

I – nokrišņu intensitāte (l / s * ha) attiecīgā ilguma un varbūtības lietusgāzei, aprēķina izejot no attiecīgās lietusgāzes akumulētā nokrišņu daudzuma saskaņā ar zemāk aprakstīto formulu;

F - noteces aprēķina teritorija (ha);

ψ_{vid} – vidējais noteces koeficients noteces aprēķina teritorijā (sk. 5. tabulu);

Lai aprēķinātu lietusgāzes intensitāti (l / s / ha) no nokrišņu daudzuma (mm) noteiktā garuma (min) lietusgāzēm, jāizmanto formula:

Aprēķina formula:

$$q_{l/s/ha} = 166,67 Q / D$$

q_{l/s/ha} – nokrišņu intensitāte, l / s no hektāra

Q – nokrišņu daudzums, mm

D – lietusgāzes ilgums, min

Piemēram, nokrišņu intensitāte divdesmit minūtes garai lietusgāzei ar atkārtotās varbūtību reizi divos gados Bauskā ir:

Aprēķina formula:

$$166,67^{12,1/20} = 100,84 \text{ l/s} * \text{ha}$$

Nokrišņu intensitāte tādai pašai lietusgāzei ar atkārtotās varbūtību reizi desmit gados ir:

Aprēķina formula:

$$166,67^{22,1/20} = 185 \text{ l/s} * \text{ha}$$

Aprēķina lietusgāzes ilgumu pieņem vienādu ar ūdens tecēšanas laiku līdz aprēķina vietai (t_r):

Ūdens plūsmas laiks no virsmām (segumiem) un kanalizācijas caurulēs tiek aprēķināts pēc formulas:

Aprēķina formula:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$$

t_{con} – lietus ūdeņu tecēšanas ilgums līdz ielas lietus teknei vai, ja kvartāla robežās ir lietus ūdeņu uztveršanas akas, līdz ielas kolektoram (virsmas koncentrācijas laiks) minūtēs (tipiski 3 – 10 minūtes)

t_{can} – lietus ūdeņu tecēšanas ilgums pa ielas tekni līdz lietus ūdeņu uztveršanas akai (ja kvartālā nav lietus ūdeņu uztveršanas aku) minūtēs

t_p – lietus ūdeņu tecēšanas ilgums pa cauruļvadiem līdz aprēķināmajam posmam

Kopējo tecēšanas laiku var aplēst izdalot tecēšanas attālumu pa virszemi un kolektoriem/grāvjiem uz tecēšanas ātrumu (tipiski 0,2-0,5 m/s pa virszemi un grāvjos/ievalkās, 1-2 m/s kolektorā).

Formulas tecēšanas laika precīzākam aprēķinam ietvertas Latvijas būvnormatīvā LBN 223-15 būvnormatīvā.

Latvijas būvnormatīvs LBN 223-15 ir oficiālā metode, ko nosaka likumdošana un kas tiek pielietota lietus ūdeņu kanalizācijas sistēmu būvprojektu izstrādē Latvijas Republikā. Notece šajā gadījumā tiek noteikta pēc maksimālās intensitātes aprēķiniem.

Konvencionālu notekūdeņu sistēmu izveides gadījumā, virszemes notece (lietus ūdeņu aprēķina daudzums) q_r (l/s) tiek aprēķināta, pielietojot maksimālās intensitātes aprēķinu metodi un formulu:

Aprēķina formula:

$$q_r \text{ (l/s)} = (Z_{vid} A^{1,2} F) / (t_r^{1,2n-0,1})$$

Z_{vid} – vidējais noteces koeficients konkrētajam apakš-baseinam (0.038 līdz 0.34)

A – parametrs, ko nosaka pēc LBN 223-15, 30. punkta

n – parametrs, ko nosaka pēc LBN 223-15, 1. pielikums, 2. tabula (atkārtošanās periodam, kas lielāks par 0,7 „n” ir 0,72)

F – noteces aprēķina teritorija (ha)

t_r – lietus ilgums (minūtēs), kas tiek pieņemts vienāds ar ūdens plūsmas laiku (min) pa zemes virsmu (segumiem) un caurulēm līdz punktam, kuram tiek veikti aprēķini

Parametrs „A” tiek aprēķināts pēc formulas:

Aprēķina formula:

$$A = q_{20} 20^n (1 + \lg P / \lg m_\gamma)^\gamma$$

q_{20} – ir 20 minūtes ilga lietus intensitāte (pie atkārtšanās perioda reizi gadā – Rīgai 79,5 l/s*ha);
 P – atkārtšanās periods (gados);
 m_γ – vidējais gada silto dienu ar nokrišņiem skaits;
 γ – parametrs, ko nosaka pēc LBN 223-15, 1. pielikuma, 2. tabulas (Latvijā visai teritorijai γ ir 1,54).

Minētā formula lietojama gadījumā ja zināms q_{20} lietusgāzei ar atkārtšanās varbūtību reizi gadā ($P=1$), bet aprēķina q_{20} nav zināms, piemēram q_{20} lietusgāzei ar atkārtšanās varbūtību reizi desmit gados ($P=10$) LBN 223-15 nav.

Ja q_{20} nepieciešamajai atkārtšanās varbūtībai ir zināms, formula vienkāršojas:

Aprēķina formula:

$$A = q_{20} 20^n$$

Kopumā LBN metodē pielietotā formula reprezentē IIB datus par noteiktām, specifiskām vietām, kas apkopoti būvnormatīvos. Kā “racionālajā metodē”, tā arī šajā gadījumā, notece tiek aprēķināta pieņemot, ka lietus ilgums ir vienāds ar koncentrācijas laiku.

Reinis Ziemeļnieks savā promocijas darbā “LIETUS ŪDEŅU IETEKME UZ RĪGAS KOPSISTĒMAS KANALIZĀCIJAS DARBĪBU”¹⁴ izpētīja maksimālos nokrišņu lielumus dažādos laika periodos daudzu gadu garumā Rīgas pilsētā, izstrādāja ilggadīgo maksimālo nokrišņu sadalījuma līknes ar dažādu varbūtību un izstrādāja metodi maksimālo lietus ūdeņu caurplūdumu aprēķināšanai ar dažādu varbūtību. Minētais darbs piedāvā praktisko metodi, kā aprēķināt nokrišņu moduljus no dažādā veida segumiem un apbūves. Tabulā zemāk apkopoti dati par maksimāliem 20 minūtes garas lietusgāzes caurplūdumiem Rīgā. Papildus, tabulā aprēķināts attiecīgās lietusgāzes nokrišņu slānis, kā arī salīdzinājumam iedots nokrišņu slānis un caurplūdumi, kas aprēķināti projekta “Rīga pret plūdiem” ietvaros, kā arī saskaņā ar LBN 223-15 “Kanalizācijas būves”¹⁵.

Parametrs un datu avots	Atkārtšanās varbūtība, gadi						
	0.5	1	2	4	10	20	100
q_{20} (l/s), saskaņā ar Ziemeļnieks (2011)	47.9	79.5	97	120	147	165	208
q_{20} (l/s), saskaņā ar LBN 223-15	47.9	79.5	96	115	142	162	229
q_{20} (l/s), aprēķināts no projekta “Rīga pret plūdiem” nokrišņu tabulām	-	-	89	-	181	215	291

Vadlīniju 1. pielikumā atrodami Ē. Tilgaļa un R. Ziemeļnieka aprēķinātie q_{20} noteces moduļi ar dažādu atkārtšanās varbūtību visai Latvijas teritorijai.

¹⁴ http://lufb.llu.lv/dissertation-summary/hydroengineering/Reinis-Ziemeļnieks_promocijas_darba_kopsavilkums_2011_LLU_LIF.pdf

¹⁵ Detalizētāk sk. 1.pielikumā

APRĒĶINU PIEMĒRI

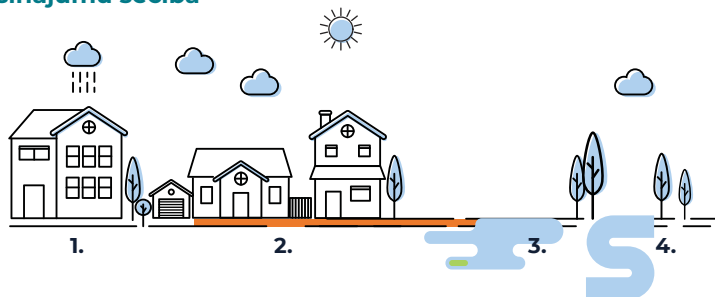
Piemērs 1

- 10ha liela teritorija ar necaurļaidīgu iesegumu
- Aprēķina lietusgāze: 30mm vienā stundā; 50mm 24 stundās
- Noteces koeficients 90%
- Augsnes caurlaidība (filtrācijas koeficients): 1m diennaktī, zems gruntsūdens līmenis, kas ļauj izveidot infiltrācijas risinājumus
- Maksimālā izlaide upē: 1000m³ diennaktī, kas atbilst 10mm nokrišņu daudzumam

Sistēma 1 (ievalka un dīķis)

1. Apbūve 2. Ievalka 3. Dīķis 4. Upe

5. attēls.
ILŪA risinājumu secība



Ievalka (transports)

- Koncentrācijas laiks (tecēšanas laiks līdz aprēķina posmam): 1h
- Izlaides caurplūdums: $10 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 10 = 2700 \text{ m}^3 / \text{h}$ jeb 750 l/s.

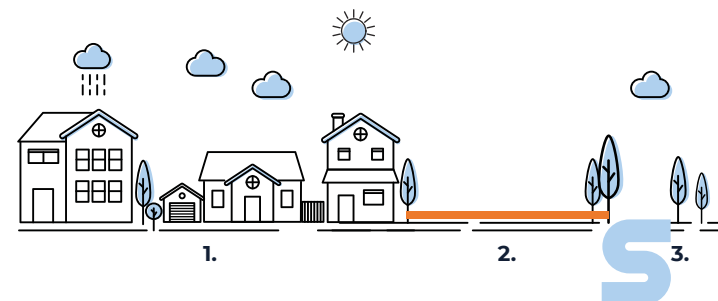
Uzkrāšanas dīķis

- Pieņēmums, ka projektā tiek izmantota 24h gara aprēķina lietusgāze
- Pietece: $10 \cdot 0,9 \cdot 50 \cdot 10 = 4500 \text{ m}^3$
- Notece: 1000 m³
- Jāuzkrāj/ jāuzglabā 3500m³ jeb 35mm (0,7ha ar 0,5m ūdens līmeni)

Sistēma 2 (infiltrācijas ievalka)

1. Apbūve
2. Infiltrācijas ievalka
3. Izlaide upē (ekstrēmos gadījumos)

6 attēls.
ILŪA risinājumu secība



Infiltrācijas ievalka

Pieplūde

- 1h: $0,9 \cdot 30 = 27 \text{ mm}$ vai 2700m³
- 24h: $0,9 \cdot 50 = 45 \text{ mm}$ vai 4500m³

Infiltrācijas ievalkas platība: 0,5ha;

- Infiltrācija 1h: $5000 \cdot 1 / (2 \cdot 24) = 208 \text{ m}^3$
Uzglabāšanai $2700 - 208 = 2492 \text{ m}^3$
Ūdens līmeņa celšanās 0,5m ($2492 \text{ m}^3 / 5000 \text{ m}^2$)
- Infiltrācija 24h: $5000 \cdot 1 = 5000 \text{ m}^3$

Lielāka kā lietusgāzes notece (4500m³): ievalka ir tukša un līdz ar to papildus uzkrāšanas tilpums nav nepieciešams.

Secinājums: nepieciešama ievalka ar minimālo tilpumu 2492m³.

Piemērs 2

- 2,3 ha liela teritorija biroja kompleksa apbūvei, kas sastāv no 0,8551 ha jumtiem, 0,1845 ha melniem ceļu segumiem, 1,031 ha ūdenscaurlaidīgiem bruģa segumiem, 0,2577 ha zaļās zonas
- Aprēķina lietussgāzes: dažāda ilguma un varbūtības lietussgāzes saskaņā ar projekta “Rīga pret plūdiem” izveidotajām nokrišņu tabulām Rīgai (sk. 6. tabulu)
- Izejošā lietuss kanalizācijas pieslēguma maksimālais caurplūdums (regulēts ar sūkni): 15 l/s
- Objektā paredzēts lietuss notekūdeņu rezervuārs ar tilpumu 320 m³
- Infiltrācija netiek aprēķināta
- Mērķis – noteikt nepieciešamo papildu uzkrāšanas tilpumu, lai novērstu applūšanu dažādos ekstrēmu lietussgāžu scenārijos

2. Kopējas lietuss notekūdeņu noteces apjoma (daudzuma) aprēķins

Aprēķina formula:

$$Q = 10 * I_{mm} * F * \psi_{vid} (m^3)$$

Q – lietuss ūdeņu noteces apjoms (m³)

I_{mm} – nokrišņu daudzums aprēķina lietussgāzē (mm), sk. 6. tabulu

F – teritorijas platība hektāros (2,33 ha)

ψ_{vid} – vidējais noteces koeficients (0,629)

tika aprēķināts kopējais noteces apjoms dažādos lietussgāžu scenārijos

1. Vidējā noteces koeficienta ψ_{vid} aprēķins

Teritorija	Jumti	Melnie segumi (asfalts u.tml.)	Bruģis (akmeņu bruģis, betona bruģis u.tml.)	Grants (ar saistvielām neapstrādātas šķembas, grants celiņi u.tml.)	Zāliens (zāle, apstādījumi u.tml.)	Jaukts segums (gadījumos, kad nav iespējams precīzi identificēt dažādu segumu robežas vai materiālus)	Ūdens
Noteces koeficients 1 (Nokrišņu intensitāte <20mm/h)	0,9	0,9	0,5	0,2	0,05	0,2	0
Platība, m ²	8551,00	1845,00	10307,60	0	2576,80	0,00	0,00
%	36,73	7,93	44	0	11,07	0	0
	Platība, m ²	NK1		ψ*teritorija (NK1)			
Visa teritorija	23280	0,629		1,463904			

Rezultātā iegūts vidējais noteces koeficients ψ_{vid} = 0,629

Rezultātā iegūta sekojošā tabula ar nokrišņu apjomu dažādos lietussgāžu scenārijos:

Noteces apjoms					
Intervāls (m ³)	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi
5 min	64	92	110	127	165
10 min	104	160	196	250	333
15 min	143	228	283	372	501
30 min	184	346	436	521	708
1h	227	426	534	638	868
2h	272	438	543	718	971
3h	293	457	564	741	994
6h	344	523	638	748	995
12h	379	545	654	760	997
1d	422	596	711	823	1075
2d	509	685	805	919	1180
4d	624	792	909	1025	1287
7d	752	921	1042	1162	1439
10d	861	1057	1197	1337	1656

Tilpuma deficīta / brīvā tilpuma aprēķins

No nokrišņu tilpuma katrā scenārijā tika atņemts rezervuāra tilpums (320 m³) un atvadošās lietusskanalizācijas jauda noteiktajā laika periodā, kas tika aprēķināta pēc formulas

Aprēķina formula:

$$Q_{atv} = q_{atv} * 60 * t / 1000$$

Q_{atv} – novadītais lietusskanalizācijas daudzums lietusskanalizācijā noteiktajā laikā t, m³

q_{atv} – maksimālā lietusskanalizācijas pieslēguma jauda, l/s

t – aprēķina laiks, min

Rezultātā tika iegūta sekojošā tabula ar objekta lietusskanalizācijas sistēmas tilpuma deficītu / pārpalikumu dažādos lietussgāžu ilgumos:

Intervāls (m ³)	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi
5 min	260	232	215	197	159
10 min	225	169	133	79	-4
15 min	190	105	51	-39	-167
30 min	163	1	-89	-174	-361
1h	147	-52	-160	-264	-494
2h	156	-10	-115	-290	-543
3h	189	25	-82	-259	-512
6h	300	121	6	-104	-351
12h	589	423	314	208	-29
1d	1194	1020	905	793	541
2d	2403	2227	2107	1993	1732
4d	4880	4712	4595	4479	4217
7d	8640	8471	8350	8230	7953
10d	12419	12223	12083	11943	11624

Rezervuārs 320

Stundas notece (15 l/s) 54 m³

Diennakts daudzums 1296

Jaudas pārpalikums (+)
vai deficīts (-), m³

Aprēķina rezultāti parāda, ka paredzētā sistēma ir pietiekama lietussgāzēs ar biežu atkārtotamību, bet retākās lietussgāzēs veidojas sistēmas tilpuma deficīts. Sekojoši lietderīgi analizēt, kas notiks ar šo applūstošo tilpumu un paredzēt risinājumus zaļajā zonā, kas samazina applūšanas apjomu.

HIDROLOĢISKĀS MODELĒŠANAS PIELIETOŠANA

Pieļaujamie applūšanas riski vērtējami atkarībā no iespējamām plūdu ietekmēm, tāpēc nepieciešams applūšanas un tās izraisīto seku analīzes scenārijos ar dažādu lietusgāžu atkārtības varbūtību, tipiski no reizes gadā līdz reizei 100 – 200 gados (atkārtošanas varbūtība 1 – 0.5%). Izejot no applūšanas rādītājiem zaudējumiem tiek pieņemts lēmums par pieļaujamo applūšanu un aprēķina lietusgāzi, ko izmanto lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumu plānošanai, t.sk. lietus kanalizāciju un aprēķina lietusgāzēm, kuru noteci paredzēts apsaimniekot izmantojot labiekārtojumu un vertikālo plānojumu.

Ņemot vērā, ka hidroloģiskie aprēķini ILŪA praksei ir daudz kompleksāki kā cauruļvadu sistēmām (kā redzams augstāk), ir nepieciešams veikt dinamisku hidroloģisko un hidraulisku sistēmas modelēšanu¹⁶, lai precīzi noskaidrotu applūšanas risku iespējamību¹⁷. Kā arī, pastāv interaktīvie rīki iekļaujošajai ūdens bilances vienkāršotajai modelēšanai plašākā teritorijā.¹⁸

¹⁶Piemēram, izmantojot GIS programmatūru, EPA SWMM, Mike, Bentley u.c. programmatūru

¹⁷Borowski-Maaser, I.; Graversgaard, M.; Foster, N.; Prutzer, M.; Roest, A.H.; Boogaard, F. WaterCoG: Evidence on How the Use of Tools, Knowledge, and Process Design Can Improve Water Co-Governance. *Water* 2021, 13, 1206. <https://doi.org/10.3390/w13091206>

¹⁸Piemēram, AST rīks <https://www.deltares.nl/en/software/adaptation-support-tool-ast/>. Plašāks līdzīgu rīku apskats pieejams <https://doi.org/10.3390/w13091206>

4. NODAĻA

LABIEKĀRTOJUMS UN BIOĻOĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA,
AUGU IZVĒLE



Jaunā teika. ALPS ainavu darbnīca.
Foto Ieva Andersone

LABIEKĀRTOJUMS

Projektēšanā, līdztekus ūdens kvalitātes un iespējamo nokrišņu apjoma apsaimniekošanas nodrošināšanai, jāapsver pēc iespējas lielāks augstas kvalitātes labiekārtojuma un bioloģiskās daudzveidības radīšana un uzturēšana. Virszemes ILŪA sistēmas palīdz strukturēt pilsētas ainavu, veicinot tās estētisko un rekreatīvo vērtību, veicinot iedzīvotāju veselību, labklājību un papildinot zaļo infrastruktūru.

ILŪA sistēmas jāplāno un jāparedz to integrācija dizaina risinājumos, visos teritorijas plānošanas un projektēšanas posmos.

Pilsētas ārtelpa jāveido tā, lai tās iedzīvotājiem, darbiniekiem un apmeklētājiem nodrošinātu augstas kvalitātes un vizuāli pievilcīgas telpas un vietas. Katra ILŪA sistēmas virszemes sastāvdaļa var uzlabot pilsētas vizuālo veidolu un papildināt ēkas arhitektonisko raksturu un saturu. ILŪA sistēmas var veidot, lai integrētu un uzlabotu apbūves un apkārtējās pilsētas ainavu un veicinātu jaunu vai atbalstītu jau esošo zaļo zonu attīstību.

Svarīgs princips, kas ietekmē plānošanas un projektēšanas procesu, ir, pirmkārt, virszemes ILŪA sistēmu izveide un tikai tad, nepieciešamības gadījumā, pazemes ūdens savākšanas sistēmas ierīkošana.

Tas nodrošina jaunas iespējas integrēt ILŪA sistēmas pilsētas ainavās, kas var ietvert:

- Vietas izjūtas radīšanu un uzlabošanu
- Ūdens apsaimniekošanu, par pamatu izmantojot dabisko hidroloģisko ciklu
- Uzlabotu sateces baseina caurlaidību un samazinātu virszemes ūdens noteci
- Uzlabotu noturību pret klimata pārmaiņu sekām
- Pielāgojamību lietus lietus ūdens apsaimniekošanā
- Gaisa kvalitātes uzlabošanu
- Pilsētas siltuma “salu” ietekmes mazināšanu, vasaras temperatūras samazināšana pilsētā

Zaļās un zilās ILŪA sistēmas nodrošina vietējās floras un faunas dzīvotnes, un tieši šeit ILŪA labiekārtojums un bioloģiskās daudzveidības vērtība apvienojas. **ILŪA sistēmās jāiekļauj daudzveidīgs augu sugu diapazons, lai vairotu bioloģisko daudzveidību.**

Bioloģisko daudzveidību var uzlabot:

- Atbalstot un aizsargājot dabiskos vietējos biotopus un sugas
- Veicinot bioloģiskās daudzveidības mērķu sasniegšanu (ES Biodaudzveidības stratēģija 2030. gadam)
- Veicinot biotopu savienojamību
- Veicinot daudzveidīgu, ilgtspējīgu biotopu izveidi
- Izvairoties no invazīvu sugu ieviešanas, nepieļaut to izplatīšanos
- Cik vien iespējams, maksimāli izmantojot vietējos un vietējās izcelsmes augus, kas ir piemēroti reģionam un piemēroti vietējām augsnēm un hidroloģiskajai situācijai. Svešzemju augus var introducēt pilsētas ILŪA sistēmās, ja tas nepieciešams, lai uzlabotu bioloģisko daudzveidību
- Ja izmanto svešzemju augus, izmantot tikai augus ar augstu bioloģisko un estētisko vērtību. Tiem nevajadzētu būt invazīviem, tiem nevajadzētu izplatīties svarīgos, jutīgos biotopos un tos ietekmēt
- Izvēloties sugas, kuras, stādot kopā, maksimāli palielina veģetācijas pārklājumu sistēmās visās sezonās, ziedēšanas un augļu periodus, lai nodrošinātu barību un patvērumu bezmugurkaulniekiem un putniem
- ILŪA sistēmu izveidošanas laikā ļaujot dabiski veidoties augu un dzīvnieku kolonijām ar vēlamajām / paredzētajām sugām
- Nodrošinot dažādu pakāpju apstādījumus, lai pēc iespējas veicinātu faunas dažādību
- Kur iespējams veicinot ziedošu augu dabisku kolonizāciju, sējot vai stādot, jo tie nodrošina nektāru dažādiem kukaiņiem
- Ja ILŪA pirms sistēmas nodošanas ekspluatācijā ir nepieciešams 100% veģetācijas segums (piemēram, ievalkām, kur zāliena/zālāja ierīkošana ir būtiska) izmantot sēklu maisījumu ar augstu puķu sēklu proporciju vai papildināt zālienu ar savvaļas ziedu stādiem
- Kur nepieciešams, izmantot zālienus / zālājus, kas iztur spēcīgas noteces plūsmas un ilgāku applūšanas periodus
- Apstādījumos iekļaujot kokus un krūmus. Kur iespējams veidojot mitra meža biotopus. Tie var palielināt abinieku un bezmugurkaulnieku dzīvotnes un nodrošināt vērtīgas ēnainas vietas. Lai nodrošinātu iecerētās bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, nepieciešama atbilstoša šo teritoriju apsaimniekošana

BIOLOĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA

Jebkuras jaunās ILŪA sistēmas biotopiem jābūt vērīgiem uz to, lai tie būtu līdzīgi, saistīti un / vai atbalstītu dabisko, daļēji dabisko vietējo dzīvotni un ar to saistītās sugas.

Projektētājam ir jāpārzina teritorijas biotopi, lai noteiktu teritorijai vispiemērotākās augu sugas, tas ir, veidotu biotopus, kas sadarbosies ar visiem esošajiem biotopiem un iespējams uzlabos tos, vai papildinās teritorijas izmantošanas mērķus.

Vispiemērotākais ekoloģiskais dizains būs atkarīgs no:

- Biotopiem un bioloģiskās daudzveidības, kas dabiski veidojas apvidū
- Plašākiem reģionāliem biotopiem un bioloģiskās daudzveidības, kuriem būtu vērtīga ILŪA sistēmu ieviešana un nodrošināta savienojamība
- Vai laika gaitā ir izzuduši vai sadrumstaloti dabiski biotopi, piemēram, mitrāji un vai ir lietderīgi tos atjaunot vai atjaunot kā daļu no jaunās ILŪA sistēmas
- Vietas raksturojuma, kas ietekmēs veģetācijas, biotopu tipu un to atbalstīto sugu piemērotību, piemēram, reljefs, augsne, vietējie klimatiskie un hidroloģiskie apstākļi
- Sabiedrības prasībām, piemēram, piedāvātā un / vai esošā pielietojuma, labiekārtojuma, ainavas rakstura

Zaļās un zilās ILŪA sistēmas nodrošina vietējās floras un faunas dzīvotnes, un tieši šeit ILŪA labiekārtojums un bioloģiskās daudzveidības vērtība apvienojas. **ILŪA sistēmās jāiekļauj daudzveidīgs augu sugu diapazons, lai vairotu bioloģisko daudzveidību.**

APSTĀDĪJUMI

Augu izvēle

Augu sugu izvēle ir svarīgs aspekts ILŪA sistēmu projektēšanā. Veģetācija ir funkcionāla vairāku ILŪA sistēmu sastāvdaļa, kā arī nodrošina estētiku, daudzfunkcionālu izmantojamību un bioloģisko daudzveidību. Veģetācijas veids un augu sugu izvēle var būtiski ietekmēt hidroloģiskās īpašības un piesārņotāju kontroles funkcionalitāti.

ILŪA apstādījumu dizainam jāatbilst vispārīgajiem apstādījumu dizaina kritērijiem un jābalstās uz ainavas apsaimniekošanas izpratni.

Turklāt apstādījumiem jāatbilst īpašām ILŪA funkcijām/uzdevumiem, piemēram:

- Augsnes erozijas novēršana
- Lietus ūdens noteces nogulumu un piesārņojuma notveršana
- Iztvaikošanas, infiltrācijas un transpirācijas veicināšana
- Ilgstošas infiltrācijas nodrošināšana, sakņu augšanas ciklā veicinot makroporas augsnē, kur akumulēties ūdenim
- Bioloģiskās daudzveidības palielināšana
- Pievilcīgas apkārtnes labiekārtojuma radīšana
- Vides aizsardzība, izvairoties no nepieciešamības pēc herbicīdiem, pesticīdiem vai mēslojuma

Izvēloties augus ILŪA sistēmām, galvenokārt jānodrošina, lai izvēlētie augi būtu piemēroti ILŪA virszemes sistēmas klimatiskajiem apstākļiem, lai tie spētu pilnvērtīgi attīstīties un pildītu savu funkciju. Sabiedrības acīs ILŪA sistēma tiks vērtēta pēc tās estētiskās kvalitātes, un, lai gan tas ir būtisks faktors, lai nodrošinātu sabiedrības atbalstu un sistēmu akceptēšanu, tas būtu jāapvieno ar funkcionalitāti. Galvenā uzmanība jāpievērš vietējām sugām un augiem, kas savvaļas dabai ir noderīgi, izmantojot nektāru, augļus vai ogas. To izmantošana jebkurā vietā būs atkarīga no apstādījumu mērķa un to atrašanās vietas.

Pārsvārā augu sugu izvēli ietekmēs ierastie apsvērumi augu izvēlē apstādījumos:

- Novietojums (saule, pusēna vai ēna)
- Vizuālais raksturs – augstums, forma, krāsa
- Vietējās vai svešzemju sugas
- Nepieciešamie augsnes parametri (pH līmenis, augsnes biežums, uzturvielu un granulometriskais sastāvs)

Tomēr izmantojot augus ILŪA sistēmās galvenajam apsvērumam jābūt to spējai izturēt augsnes mitruma svārstības kā arī, lai aizsargātu apkārtējo vidi no iespējamā / paredzamā piesārņojuma. Augu nepieciešamā tolerance būs atkarīga no tā, kāds mitruma režīms paredzēts sistēmai, vai būs ilgstoši sausuma periodi un / vai augsne būs applūdusi un kāds būs vidējais ūdens dziļums.

Jāatzīmē, ka ir daudz augu un koku sugu, kas piemēroti ILŪA. Tie ir izturīgi pret visdažādākajiem apstākļiem. Augu izvēlē ir jāņem vērā arī to estētiskā kvalitāte visa gada griezumā. Lielos ūdensobjektos būs augi, kuru virszemes daļa katru ziemu atmirst, taču mazāka mēroga sistēmās pilsētu vai piepilsētu teritorijās vajadzētu būt lielākam procentam augu, kas ir mūžzaļie, un tiem, kas ir vizuāli interesanti arī ziemā. Noderīgas ir graudzāles ar blīvu, ložņājošu sakņu sistēmu, izturīgas, nezāļu nomācošas un ziemzaļas. Augu izvēlē jāņem vērā arī nepieciešamās augu uzturēšanas prasības, finansējuma un prasmju līmenis, kas būs pieejams to uzturēšanai.

Vietējo augu sugām vajadzētu būt jebkuras ILŪA sistēmas pamatam, jo to vērtība ir bioloģiskās daudzveidības nodrošināšana un palielināšana. Tomēr mazāka mēroga sistēmās piepilsētā vai pilsētā, kur visu sezonu vizuālajai kvalitātei nepieciešams lielāks dekoratīvi stabils augu procentuālais daudzums, var izmantot arī svešzemju augu šķirnes. Vietējo augu izmantošana ir īpaši svarīga ILŪA sistēmās, kas izplūst dabiskās ūdens krātuvēs, ņemot vērā risku, ka dabiskajā vidē var ievazāt eksotiskus (un potenciāli invazīvus) augus. Tam ir mazāka nozīme gadījumos, kad ILŪA sistēmas izplūde nonāk notekūdeņu kanalizācijā. Invazīvu augu izplatības iespēja ir pavisam zema, ja sistēmā lietus ūdens tiek infiltrēts.

Vadlīniju II pielikumā iekļauts izmantojamo augu saraksts, bet, protams, pielietojamo augu saraksts ir plašāks.

ILŪA sistēmu apstādījuma specifiskācijas jāizstrādā – ainavu arhitektiem vai citiem pieredzējušiem speciālistiem, kas ir kvalificēti detalizētā apstādījumu plāna izveidē.

ILŪA sistēmu apstādījumu izvēlei un projektēšanai vajadzētu sasniegt sekojošo:

- Virszemes sistēmu apstādījumi jāveido tā, lai tie pēc iespējas tiktu savienoti ar citām ILŪA virszemes sistēmām, paaugstinot estētisko kvalitāti un bioloģisko daudzveidību. Pēc iespējas jāievēro iepriekš apskatītie bioloģiskās daudzveidības principi
- Lai nepieļautu augsnes virsmas eroziju, apstādījumiem jānoklāj ILŪA sistēmas gan vasarā, gan ziemā
- Jānodrošina spēcīga veģetācijas augšana, it īpaši, veidojot plašu sakņu paklāju, lai veicinātu dabisku infiltrāciju augsnē nokrišņu laikā
- Apstādījumu ierīkošanā pēc iespējas jāizvairās no pesticīdiem vai herbicīdiem, lai izvairītos no ķīmisko vielu nokļūšanas ILŪA sistēmās un gruntsūdeņos. Kā alternatīva nezāļu augšanas nomākšanai un auglības uzlabošanai jāizmanto rūpīga augu selekcija un augsnes ielabotāji

Apstādījumu izmantošanas ierobežojumi

Ir situācijas kad apstādījumu izmantošana jāierobežo, jo iespējama to nelabvēlīga ietekme uz blakus esošajām būvēm, lai gan tas galvenokārt attiecas uz koku stādīšanu.

Parasti jāņem vērā šādi ierobežojumi:

- Kokus nedrīkst stādīt tuvu ieplūdes, izplūdes vai citām drenāžas konstrukcijām, lai to saknes tās nesabojā
- Liela izmēra vītulus un papeles nevajadzētu stādīt tuvu konstrukcijām, caurulēm, segumam, oderētiem baseiniem vai ūdeni aizturošiem zemes uzbūrumiem. Tos savukārt var stādīt dabisko dīķu vai ezeru nogāzēs, kur tiem tiek atvēlēta pietiekama vieta

Tomēr apstādījumus bieži izmanto arī kā zema līmeņa barjeru ūdens malās, lai pasargātu cilvēkus – jo īpaši mazus bērnus – no nejaušas iekrišanas ūdenī. Tomēr šiem apstādījumiem nevar būt tik augsti lai aizsegtu skatu uz ūdeni (kas ir svarīgi gan no estētiskā aspekta, gan drošības apsvērumu dēļ), kā arī, nelaiemes gadījumu situācijās, tie nedrīkst būt šķērslis, lai nokļūtu pie nelaimē nonākošā, tādēļ jānodrošina piekļuve pie ūdens vairākās vietās.

Mulčēšana

Mulčēšana tiek izmantota, lai veicinātu augu iesakņošanu, galvenokārt, pārklājot augsni ar materiāla slāni, kas paredzēts, lai:

- Novērstu nezāļu sēklu dīgšanu, kas varētu konkurēt ar augiem par gaismu, telpu, augsni, barības vielām un mitrumu
- Samazinātu ūdens iztvaikošanu no augsnes, īpaši vasaras mēnešos, kad var būt ilgstoši periodi bez nokrišņiem, bet augiem ir aktīvs augšanas periods

Lai gan mitruma iztvaikošana no augsnes daļa no ILŪA sistēmas funkcijām, apstādījumu ierīkošanas periodā tam nav prioritāte, jo daudz svarīgāk ir nodrošināt augu veiksmīgu iesakņošanu, lai tie varētu efektīvi nodrošināt ILŪA sistēmu funkcionālo un vizuālo kvalitāti. Kad augi ir iesakņojušies, to spēja piesaistīt mitrumu no augsnes atsver samazināto augsnes mitruma iztvaikošanu mulčēšanas dēļ.

Apstādījumos mulčēšanai parasti izmanto smalkas un vidējas frakcijas koka mizas mulču. Vidējo frakciju kokiem un lielajām vienveidīgajām krūmu grupām slāņa biezums – 5–7cm, smalko frakciju visiem lakstaugiem vai jauktajām – lakstaugu / krūmu grupām, slāņa biezums – 2 cm.

Mulčai jābūt ar labu filtrēšanas spēju, augstu caurlaidību 2 m/dn un atbilstošu viendabīgumu.

Tomēr apstādījumos ILŪA sistēmās, kurās iespējama lietus ūdens straujāka notece, vai kurās izplūde atrodas virs zemes, būtu jāpārdomā mizas mulčas pielietošanas, jo tā var peldēt pa sistēmu un aizsprostot izplūdi. Tāpat sistēmās, ja tās atrodas pie ūdens caurlaidīgiem iesegumiem, mulčas līmenis jāparedz tāds, lai lietus laikā tas nenoskalojas uz seguma.

Efektīvas mizas mulčas alternatīvas ir grants, oļi vai mazi ieži. Var apsvērt arī citus materiālus, kas bioloģiski sadalās, ja tie ir estētiski piemēroti un nesadalās gabalos, kas var bloķēt izplūdes konstrukciju. Šādi materiāli jānostiprina augsnē. Īpaši noderīgi tie ir ložņājošiem augiem.

5. NODAĻA

BIOFILTRĀCIJA

(LIETUS DĀRZI, BIOIEVALKAS)



PAMATINFORMĀCIJA

Biofiltrācija ir viena no ILŪA praksēm, kas tiek lietota lietus ūdeņu attīrīšanai no piesārņojošajām daļiņām, izmantojot augsnes un dažādu augu biofizikālos un ķīmiskos attīrīšanas procesus. Notece tiek novadīta uz biofiltrācijas objektu, kas tipiski sastāv no organiskas zāles un dažādu augu bufera slāņa kopā ar zemākiem smilts un grants slāņiem, kas aiztur un vienmērīgi novada pieplūstošos lietus ūdeņus.

Var izdalīt dažādus biofiltrācijas risinājumu veidus un katrs no tiem ir piemērojams esošajai situācijai, augsnes veidam un piesārņojuma līmenim. Populārākie risinājumi ir lietus dārzi, filtrācijas joslas gar ceļu malām un bioieplakas. Lietus dārzi ir piemēroti teritorijām ar zemu vai vidēju piesārņojuma līmeni, piemēram, dzīvojamajām zonām, ielām ar zemu satiksmes intensitāti u.c. Lietus dārzi, pēc būtības ir tās pašas bioieplakas, bet atšķiras ar augu daudzveidību un novietojumu dārzos.



TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Biofiltrācija nodrošina efektīvu attīrīšanu no šāda piesārņojuma: nogulumiem, sanesumiem, metāliem, baktērijām, naftas un organiskajiem produktiem. Augi biofiltrācijas zonās tiek izmantoti ūdens attīrīšanas procesos.

Ņemot vērā biofiltrācijas risinājumu nelielos izmērus, tie parasti tiek lietoti lokālā mērogā, lai gan šādi ir iespējams lietus ūdeņu apsaimniekošanu veikt arī lielākās platībās, savienojot vairākus atsevišķus noteces samazināšanas risinājumus, kas uzņem jau mazāku apakšbaseinu noteci.

Šādu risinājumu izmērs ir atkarīgs no tā, kāda atkārtotā perioda lietusegāzes paredzēts uzņemt un novadīt. Biofiltrācijas risinājumi parasti tiek paredzēti lietusegāzēm ar atkārtotā perioda varbūtību reizi 5 – 10 gados, lieko ūdeni novadot uz / ar citām ILŪA tehnikām.

Priekšrocības	Trūkumi
Nodrošina dažāda veida attīrīšanas procesus – filtrāciju, adsorbciju, bioakumulāciju (caur augiem)	Nav piemērota teritorijām, kurās gruntsūdens līmenis ir augstāks par 1,8 m
Bioaizturēšana bagātina uzņemošo ūdens objektu kvalitāti, attīrot pieplūstošos lietus ūdeņus	Ja tiek papildus izbūvēta drenāža, tad gruntsūdens līmenis var būt 1,2 m
Iespējams risinājumu augstas kvalitātes estētiskais izpildījums	Nav izmantojama nogāzes ar slīpumu lielāku par 20%
Risinājumi var tikt integrēti apstādījumos, ielu un citā publiskajā ārtelpā	Nogulumu var izraisīt aizdambēšanas
Risinājumiem piemīt pozitīvas blakusefektu ietekmes – tiek nodrošināts papildus noēnojums, trokšņu slāpēšana, vēja aizturēšana, bioloģiskās daudzveidības veicināšana	Neliela izmēra, lokāli izmantojama tehnika

HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI

Lietus dārzu izmēri ir atkarīgi no sateces baseina lieluma uz konkrēto lietus dārzu. Parasti šie sateces baseini ir ēku jumta platība vai brauktuves virsmas laukums konkrētā ielas posmā. Lietus dārzēm ir jānodrošina tilpums, kurā uzkrāt vienas (1) stundas ilgu lietusgāzi, vienlaikus infiltrējot uzkrātos ūdeņus dziļākos slāņos. Lietus dārza iztukšošanās laiks ir aptuveni divas (2) dienas, tātad ja sateces baseins ir ēkas jumts 200 m² platībā, tad vienu (1) stundu lietusgāze ir 50 mm un aprēķinātais ūdens daudzums ir 200*50=10000 l jeb 10 m³. Ja lietus dārza dziļums tiek plānots ~0,30m, tad virsmas platība nepieciešama 33,3 m².

14. tabula.
Lietus dārza aprēķina piemērs

Lietusgāze	50 mm/h
Sateces baseina platība	200 m ²
Seguma veids	jumts
Noteces koeficients	1
Nokrišņu apjoms	10 m ³
Lietusdārza vidējais dziļums	0,3 m
Lietusdārza virsmas platība	33,30 m ²

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA

Visi biofiltrācijas risinājumi sastāv no slāņiem: pamatnē ir dabiska augsne / grunts, kuru atsevišķos gadījumos nodala ar ģeotekstilu no drenējošā slāņa (lai drenāžas slānis nesajauktos ar smalkām augsnes daļiņām). Nākošais ir drenējošais slānis, oļi, vai šķembas 0,6 – 1 m biezs. Virs tā labi drenējošas auglīgas augsnes un grants sajaukuma slānis, sastāvu vēlams veidot, lai tajā būtu 40 – 80% smilts, 10 – 30% melnzemes un 10 – 30% komposta. Kopējam drenējošajam slāņa un augsnes slāņa biežums līdz 1,0 m, filtrācijas koeficients vismaz 1 m/dn. Ja ir augsts gruntsūdens līmenis (seklāks par 1,2 m), tad var paredzēt papildus izbūvēt kontrodrenāžu 10 cm virs drenējošā slāņa pamatnes, tad paaugstināta gruntsūdens laikā drenāža savāks liekos ūdeņus un novadīs tālāk uz ūdens noteku vai citu vietu.

Viršējais slānis tiek paredzēts ar koka mizas mulčas vai grants slāni 2 – 7 cm. Lai nodrošinātu vēlamo piesārņojuma attīrīšanu, īpaša uzmanība jāpievērš mulčas kvalitātei.

Filtrācijas joslas tiek izvietotas gar ielu un ceļu malām un to platumu ierobežo ceļu nodalījuma platums. Ieteicams joslu platumu veidot vismaz 1 m, garums nav ierobežots, dziļums līdz 0,3 m.

15. tabula. Biofiltrācijas risinājumu parametri

Slāni	Parametri	Vērtības	Mērvienības
Viršējais slānis	Slāņa biežums	20 – 70	mm
	Sastāvs	Mulča / grants / komposts	
	Filtrācijas koeficients	2	m / dn
	Nogāžu slīpums	1:5	H / B
Filtrācijas slānis	Slāņa biežums	800 – 1000	mm
	Filtrācijas koeficients	2	m / dn
	Sastāvs	Smilts / grants ar zemu mālu saturu / grants	
Norobežotājs	Materiāls	Velts ģeotekstils	
Pamata slānis	Gruntsūdens līmenis	Vēlams 1,8 m; bet strādā arī pie 1,2 m	m
	Filtrācijas koeficients	Vismaz 0,6 m; ja lieto drenāžu, nav būtiski	m / dn

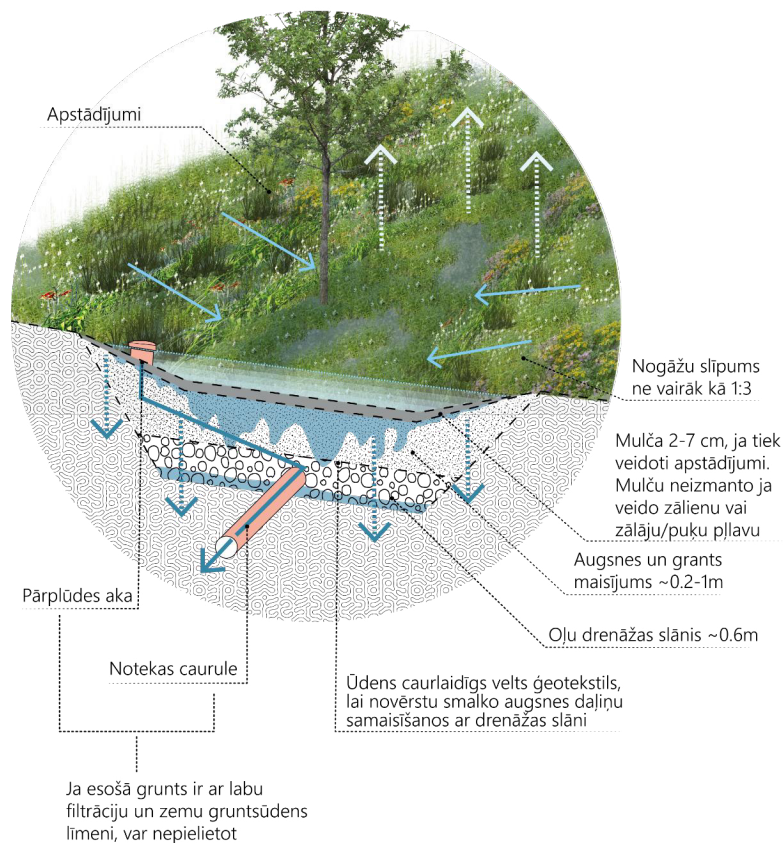
Tipveida rasējumi

Tipveida rasējumos var redzēt jebkuru bioaizturēšanas risinājumu variantu – slāņi lietus dārziem un bioievalkām ir vienādi.

Pirmais risinājums paredzēts vietās, kur nav iespējams izbūvēt pietiekošas ietilpības lietus dārzu, tad intensīvu lietusgāžu gadījumos pārplūdes aka aizvada liekos notekūdeņus prom un netiek appludināta teritorija. Ja ir laba grunšu filtrācija un zems gruntsūdens līmenis, tad pārplūdes aku var neparedzēt.

7. attēls.

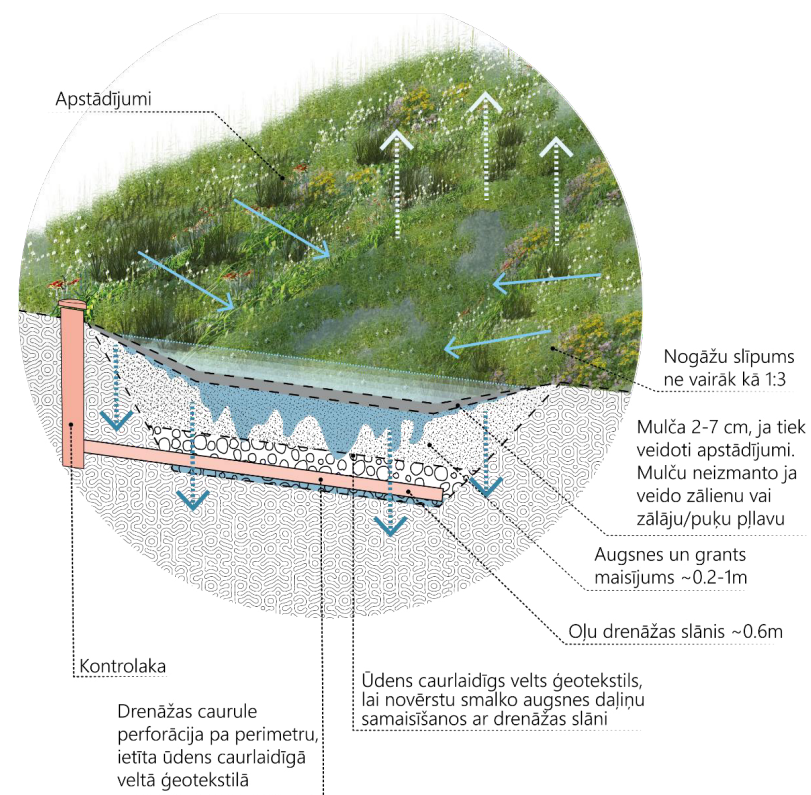
Bioaizturēšanas pirmais risinājums



Otrais risinājums paredzēts vietās, kur ir augsts gruntsūdens līmenis vai tiek veikta pastāvīga gruntsūdeņu kontrole.

8. attēls.

Bioaizturēšanas otrais risinājums



Tehniskie parametri

- Rekomendētie izmēri ir garumā 12 m, platums vēlams ne mazāks par 1,0 m, optimāli bioevalkām platums ir 2 – 3 m, bet lietus dārziem atkarībā no konfigurācijas 2 – 7,5 m
- Noteces areāls ir 0,1 – 0,4 ha. Lai apsaimniekotu plašākas teritorijas, nepieciešams apvienot vairākus risinājumus. Maksimālā platība tiek noteikta pēc lietusgāzes ar atkārtošanos varbūtību reizi 5 – 10 gados, ņemot vērā izteces caurplūdumu
- Aplūdes zona veidojama kā piltuve, tipiski dziļums svārstās no 0,15 m līdz 0,30 m
- Nogāžu slīpumi tiek paredzēti tādi, lai viegli būtu apsaimniekot risinājumus. Parasti nogāžu slīpumi rekomendējami 1:2 maksimums 1:3
- Uzbūvētās augsnes infiltrācijas kapacitātei jābūt vismaz 1m/dn, pH līmenis vēlams robežās no 5,5 – 7,5. Optimālais uzbūvētās augsnes slāņa biezums ir kokiem – 1,5 m, ziemcietēm un maziem krūmaugiem – 0,4 m
- Uzbūvētās augsnes aerāciju un noteci nodrošina smilts / grants slāņi ar aptuveno biezumu 0,6 m, kas var būt arī kā maisījums pilnā dziļumā
- Pēc stādījumu veikšanas augšējais slānis jānoklāj ar augstas kvalitātes koka mizas mulču vai grants mulču – kokiem un atsevišķiem krūmiem 5 – 7,5 cm biezu vidējas frakcijas mulčas kārtu, lakstaugiem vai jauktajām – lakstaugu / krūmu grupām 2 cm biezu smalkās frakcijas mulčas kārtu

Augsne

Augsnes substrātam jābūt pietiekami caurlaidīgam, lai caur to varētu infiltrēties ūdens, lai sistēma neapplūstu. Tai jābūt arī ar pietiekamu organiskā materiāla sastāvu un augu barības vielām, lai nodrošinātu apstādījumu dzīvotspēju.

Augsnes sastāvam jābūt detalizētam specifikācijā, lai nodrošinātu ILŪA sistēmas funkcionalitāti. 16. tabulā dots piemērs augsnes substrāta sastāvam, bet ir iespējami dažādi substrāta veidi, kas atbilst sistēmai nepieciešamajām augsnes drenējošajām īpašībām, ņemot vērā attiecīgās teritorijas prasības un ierobežojumus. Protams, jāņem vērā, lai augsne būtu piemērota augu ekoloģiskajām prasībām.

16. tabula.

Ieteicamie augsnes parametri biofiltrācijai

Parametrs	Vērtība (orientējoši, var variēt)
Augsnes substrāta sastāvs	50% sasmalcināta grants/smilšakmens (fr. līdz 20 mm) 20% auglīgā augsne; 20% labi sadalīties komposts 10% smilšmāls
Infiltrācijas ātrums	> 1 m/dn
Augsnes porozitāte	30 – 70%
Augsnes granulometriskā sastāva limiti	māls (< 0,063 mm) < 9% smalka smilts (< 0,063 – 0,2 mm) < 20% vidējas frakcijas smilts (0,2 – 0,6 mm) 35% – 65% rupja smilts (0,60 – 2,0 mm) 30% līdz 60% smalka grants (2,0 – 6,0 mm) < 10%
Organiskās vielas	30% – 70%
pHKCl	5,5 – 7,5
Augu barības elementi	N: 0,10 – 0,30% P2O5: 180 – 300 mg/kg K2O: 180 – 300 mg/kg

Nepareizs augsnes substrāta sastāvs var samazināt hidraulisko vadītspēju, jo augsne var sablīvēties, kā rezultātā samazinās sistēmas funkcionalitāte, sistēma var tikt pakļauta pārmērīgai applūšanai, un / vai apstādījumu iznīkšanai. Nepieciešams arī pareizi ierīkot augsni, to pareizi sablīvējot, lai novērstu augsnes smalkās frakcijas migrāciju. Augsne, kas iekļāta nepietiekami sablīvēta sākumā uzrādīs ļoti augstas drenējošas īpašības, bet augsnei sablīvējoties, tās strauji samazināsies.

Nedrīkst izmantot augsni kuras sastāvā, konstatēts augsts sāls daudzums, augsts māla vai smalkas smilts daļiņu daudzums (pārsniedzot 16. tabulā norādītās granulometriskā sastāva limitu robežas) vai jebkura cita galējība, kas var aizkavēt augu attīstību un ILŪA sistēmu darbību. Nedrīkst izmantot augsnes maisījumus ar šķembām, jo tām sablīvējoties neveidojas gaisa šķirkārta, kur akumulēties ūdenim.

Priekšattīrīšana / ielaides

Lietus dārzi, bioievalkas, filtrējošās joslas u.c. biorisinājumi nodrošina lietus ūdeņu attīrīšanu no suspendētajām vielām un ievērojami samazina naftas produktu piesārņojumu ūdeņos. Tā kā šajos risinājumos parasti pieplūst nokrišņu ūdeņi no cietiem segumiem, tad **svaīgi sekot plūsmu ātrumiem ieplūstot lietus dārzos un bioievalkās**, kur plūsmas ātrums nedrīkst pārsniegt 1 – 1,2 m/s, citādi jāparedz stiprināt ieplūdes zonu ar akmeņiem un šķembām pret izskalošanos. Vēlams pienākošo plūsmu veidot platu un seklu, liekot akmeņu šķēršļus lietus ūdeņu plūsmas ātruma dzēšanai.

Ja plūsmu ātrumi un daudzumi ir ļoti svārstīgi, tad var paredzēt risinājumus kombinēt, paredzot plūsmas ātrumu dzēšanu ar šķembu, akmeņu krāvu un pēc tam plašu ievalku, kas pāriet lietus dārzā. Ievalkas platumu vēlams paredzēt vismaz 1 m, bet visi izmēri ir atkarīgi no lietus notekūdeņu apjoma. Zemāk esošā attēlā var redzēt lietus ūdeņu straumes dzēšanu pie jumta notekas, līdzīgi tiek dzēsts straumes ātrums no stāvām cietā seguma nogāzēm un pie cauruļu izplūdēm lietus dārzos un bioievalkās.

9. attēls. Ieplūdes zonu stiprināšana ar akmeņiem



Biofiltrācijas sistēmas pēc izmēra un izskata ir ļoti elastīgas. Tās ievērojami var uzlabot ainavas estētisko kvalitāti, integrējot dažādās pilsētas telpās, ieskaitot autostāvvietās, gājēju zonās, ielu telpās, laukumos un dzīvojamo zonu apstādījumos. Tās var veidot kā daļu no esošas zaļās infrastruktūras, vai jaunas apstādījumu zonās kā publiskās ārtelpas fokālos elementus. Tām jābūt saskaņotām ar pilsētas ainavu un jāuzlabo pilsētvide. Lietus dārzi var aizņemt nelielas platības, kurās novadīt, piemēram lietus ūdeņus no jumtiem vai aizņemt lielākas platības. Bioievalkas gar ielu malām var palīdzēt nodalīt brauktuves telpu no ietvēm.

Lietus dārzos un bioievalkās apstādījumos tiek izmantoti augi, kas ne tikai veido dekoratīvu izskatu un ir piemēroti pilsētu ainavtelpām, bet nodrošina ILŪA sistēmu funkcijas – uzlabo augsnes drenāžu, transpirāciju un vēlams veic fitoremediāciju. Izvēloties augu sugas šīm sistēmām, jāņem vērā, ka sistēmas augsne galvenokārt būs sausa, un nokrišņu laikā applūdis, bet 24 stundu laikā augsne atkal būs sausa. Nepieciešams, lai izvēlētie augi spētu pielāgoties ilgstošiem sausuma periodiem, būtu izturīgi pret bojājumiem un nevērīgu apsaimniekošanu. Jāņem vērā arī augu zaļās masas atmiršana rudens ziemas periodā, lai tā pēc iespējas mazāk piesārņotu sistēmu.

Galvenie augu izvēles kritēriji ir:

- Apkārtējās ainavas raksturojums
- Vai vietai atbilstoši izvēlēties vietējās vai svešzemju sugas
- Augu pieejamība stādaudzētavās
- Sausuma panesamība – spēja izturēt ilgākus sausuma periodus
- Piemēroti labi drenējošām, smilšainām augsnēm
- Izturīgi pret neregulāru applūšanu
- Izturīgi pret paredzamo augsnes piesārņojumu
- Veido plašu sakņu sistēmu

Tāpat uzmanība jāpievērš augu nepieciešamībai pēc apgaismojuma, pieauguša auga izmēram un apsaimniekošanas prasībām.

Jāizvēlas augi ar spēcīgu un sazarotu sakņu sistēmu, kas palīdz nostiprināt augsni.

Šajās ILŪA sistēmās pielietojamo augu sarakstu skat. 2. pielikumā.

6. NODAĻA

MĀKSLĪGIE MITRĀJI



PAMATINFORMĀCIJA

Mākslīgie mitrāji ir tehnoloģijas, kas izmanto mākslīgo mitrāju ekosistēmas, lai attīrītu notekūdeņus. Attīrīšanu veic fizikāli un bioloģiski procesi, piemēram, nogulsnešanās, nostādināšanās, mikroorganismu sadalīšanās. Mākslīgie mitrāji ir dabiskas sistēmas, kas noturīgi pret hidraulisko un piesārņojumu slodžu svārstībām, tāpēc tie ir ļoti labi risinājumi lietus ūdens attīrīšanai. Ņemot vērā šī risinājuma spēju tikt galā ar notekūdeņiem, ir ieteicams kombinēt notekūdeņu un lietus ūdeņu attīrīšanu vai arī to izmantot stipri piesārņota lietus ūdens attīrīšanai.

TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Priekšrocības	Trūkumi
Sistēmas darbojas ļoti labi arī ar mainīgu ūdens plūsmu un piesārņojuma slodzi, kas ir lietūs ūdenim tipiski un kas rada problēmas tradicionālajām attīrīšanas sistēmām	Mākslīgajiem mitrājiem ir nepieciešama liela zemes platība
Attiecībā uz organiskajām vielām un slāpekli brīvās ūdens sistēmās attīrīšanas efektivitāte ir apmierinoša	Attīrīšanas process ir ilgstošs un nav viegli kontrolējams
Pazemes plūsmas sistēmas spēj arī atbrīvoties no fosfora un smagajiem organiskajiem savienojumiem	It īpaši aukstā klimata zonās sistēmas ir jūtīgas pret pārslodzi
Lielākā daļa no mitrājiem var tikt izveidota izmantojot vietējos resursus, un tiem ir zemas uzturēšanas izmaksas	Pārslodzes un sliktas uzturēšanas gadījumā, mitrāji var kļūt par papildus piesārņojuma avotu
Sistēmas izskatās dabiski, var palielināt bioloģisko un ainavisko daudzveidību, un tās var izmantot ainavas dizainam	
Mākslīgie mitrāji izmanto dabiskus procesus un darbojas kā ekosistēmas, tiem ir zems enerģijas patēriņš, un tie ir visekoloģiskākie risinājumi ūdens attīrīšanai	

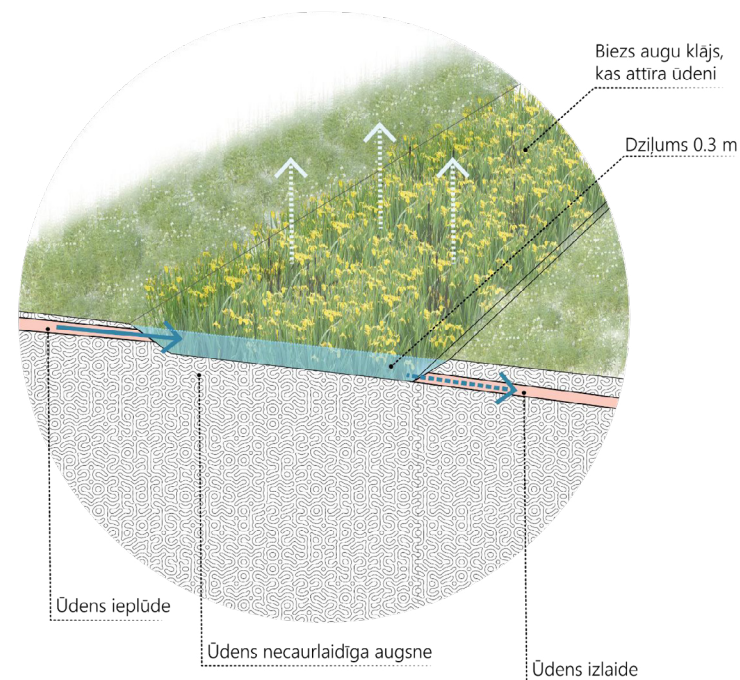
MĀKSLĪGO MITRĀJU TIPI

Virszemes plūsmas mākslīgie mitrāji ir sekli dīķi ar dažāda veida ūdens augiem, kas nodrošina attīrīšanas procesus. Lielāko daļu attīrīšanas veic mikroorganismi, kas atrodas uz augu lapām un stublājiem, veidojot bioplēvi, kā arī mikroorganismi ūdenī. Jo biezāks ir augu klājs, jo labāks ir mākslīgo mitrāju filtrēšanas efekts un efektīvāka ūdens attīrīšana. Aukstā klimata zonās ir atklāts, ka visefektīvākie augi ir vilkvāļīte (*Typha latifolia*) un niedres (*Phragmites australis*).

Šāda tipa mākslīgie mitrāji ir labāk piemēroti, lai attīrītu mazāk piesārņotus lietus ūdeņus, piemēram, dzīvojamajos rajonos.

Šīs sistēmas ir aptuveni 30 cm dziļas, dziļākā ūdenī ūdensaugu spēja augt ir ierobežota. Taču virszemes plūsmas mākslīgajiem mitrājiem ir arī dziļākas daļas, kurās ir vairākas anaerobas zonas, uzlabojot denitrifikācijas procesu un pilnīgu atbrīvošanos no slāpekļa. Tā kā šīm sistēmām ir nepieciešama liela teritorija, tās tiek izveidotas bez aizsargājošas malas, un tās var tikt izveidotas vietās ar ūdens necaurlaidīgās virsmās, t.i. māliem. Aukstā klimata zonās sistēmās ir jāiestrādā iespēja paaugstināt gruntsūdens līmeni, bet ziemā mākslīgos mitrājus var klāt ledus.

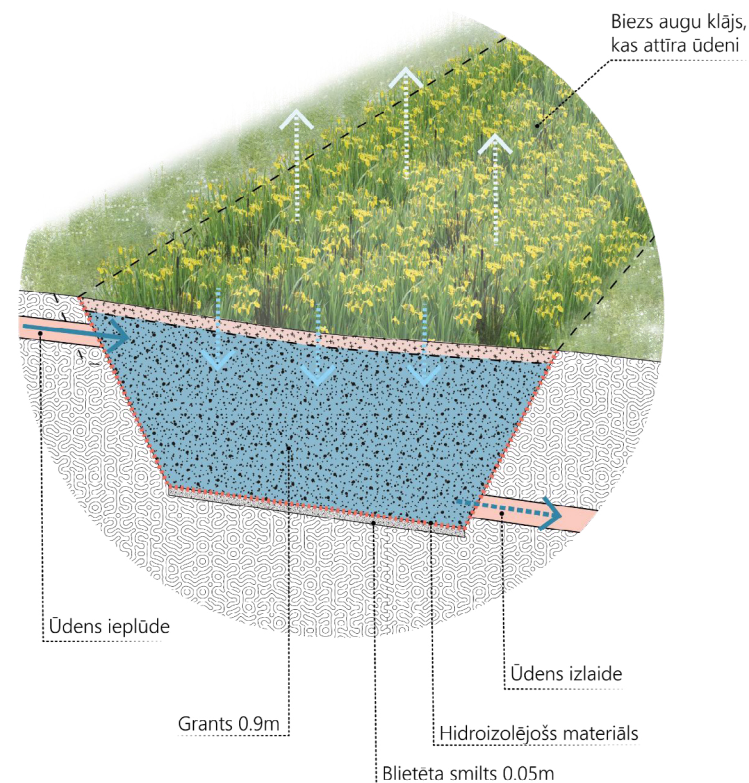
10. attēls.
Virszemes mitrāja tipveida griezumums



Attīrīšanas procesi joprojām turpinās zem ledus, taču tie ir lēnāki, tāpēc auksta klimata reģionos mākslīgo mitrāju tilpumam un platībai jābūt lielākai nekā silta klimata reģionos. Labākā aprēķināšanas metode virszemes plūsmas mākslīgā mitrāja lielumam ir cilvēku ekvivalents (1 c.e. = 60 g BSP5/d), kam būtu jābūt apmēram 30 m² uz vienu populācijas ekvivalentu. Ja organiskā piesārņojuma līmenis nav zināms var izmantot netiešas metodes, piemēram, 19 – 90 mm/d*m² (noteces apjoms, ko viens mākslīgā mitrāja kvadrātmeters spēj infiltrēt) vai vismaz 15 dienu hidrauliskās uzturēšanās laiks. Ja lietus ūdens ir ar zemu piesārņojuma līmeni, sistēmas platību var aprēķināt, kā vismaz 2% no sateces baseina.

Pazemes plūsmas mākslīgie mitrāji ir apmēram 1 m dziļi, nodalīti no citām virsmām ar plastmasas slāni, kas piepildīts ar filtru substrātiem (rupja smiltis, keramzīta veida materiāli u.c.) un noklāti ar makrofītiem, parasti ar niedrēm (*Phragmites australis*). Blīvā niedru sakņu sistēma rada piemērotu vidi mikroorganismiem, kas veic ūdens attīrīšanu, arī ziemas laikā. Šai sistēmai ir augstāka smago organisko savienojumu, piemēram, naftas, attīrīšanas efektivitāte un augstāka efektivitāte ziemā, tāpēc šīs sistēmas ir ieteicamas, lai attīrītu noteci no autostāvvietām, lielceļiem, kā arī kūstoša sniega attīrīšanai pilsētu teritorijās. Ūdens infiltrācijas var notikt horizontāli vai vertikāli. Lietus ūdens attīrīšanai priekšroka tiek dota horizontālo pazemes plūsmu mākslīgajiem mitrājiem. Sistēmu platība tiek aprēķināta kā 5 – 10 m² uz vienu cilvēku ekvivalentu, 20 – 100 mm/d*m² (mākslīgo mitrāju infiltrācijas ātrums), vismaz 5 dienu hidrauliskās uzturēšanās laiks. Piemēram, ja mākslīgā mitrāja infiltrācijas ātrums ir 100 mm/d*m², un baseina noteces koeficients ir 0,5, tad 1 m² mākslīgā mitrāja var apkalpot 4 m² sateces baseina, ja tas ir paredzēts, lai izturētu visstiprākās lietusgāzes (50 mm nokrišņi, 25 mm notecē), un 40 m², ja tas paredzēts, lai attīrītu tikai sākotnējos 5 mm (attiecīgi 2,5 mm noteces).

11. attēls.
Pazemes mitrāja tipveida griezumam



7. NODAĻA

TEKNES, IEVALKĀS UN GRĀVJI



Zaķusalas krastmalas metu konkurss.
Vizualizācijas Lauder Architects un ALPS ainavu darbnīca.

PAMATINFORMĀCIJA

Grāvji, ievalkas un teknes atkarībā no to fiziskajiem apmēriem ir paredzētas lietus ūdeņu savākšanai, virszemes novadīšanai, ūdens filtrācijai, kā arī tā uzglabāšanai. Ūdens plūsmas ātrums grāvjos, ievalkās un teknēs ir zemāks kā cauruļvados un parasti ir 0,1 līdz 0,5 m/s. Jāizvairās no plūsmas ātrumiem lielākiem par 1m/s, lai novērstu nogāžu eroziju (LBN224-15).

Grāvju un ievalku fiziskais izskats vērtējams kā ļoti līdzīgs – tos atšķir dziļums, šķērsprofila forma un slīpums. Grāvis ir trapeces formas izrakta tranšeja, kuras dziļums ir vismaz 0,5 m. Seklākus risinājumus ar ovālu formu un lēzenākām nogāzēm dēvē par ievalkām. Teknes ir vēl mazākas lietus ūdeņu novadīšanas konstrukcijas ar kvadrātisku vai taisnstūrveida formu, kas parasti tiek veidotas no dažādiem būvmateriāliem: betona, asfalta, blokiem, akmeņiem u.t.t. Teknes ir īpaši izplatītas blīvās pilsētvidēs un citās intensīvi apbūvētās teritorijās.

Grāvji, ievalkas un teknes ierasti veido taisnās un ģeometriski korektās taisnās līnijās, tomēr, ja atļauj telpa un līdzekļi, tad pat iesakāms ir veidot mākslīgus līkumus, meandrus, kas atdarinātu dabisku tecējumu. Arī apstādījumi un dažādi akmeņu krāvumi papildina publiskās ārtelpas dimensiju, piedevām samazina ūdens plūsmas ātrumu un veicina infiltrāciju.

Grāvju un ievalku nogāzes veido ar zāliena segumu, kas pieprasa regulāru pļaušanu, vai ekstensīvu zālāja segumu. Izvēloties šos nogāžu stādījumus ir ļoti būtiski paturēt prātā, ka nepieciešams veikt vietējās floras izpēti, lai noskaidrotu kādi augi un to kombinācijas vislabāk atbilstu izvēlētajiem mērķiem – vai to mitruma izturība ir pietiekoši augsta un ravēšana pārāk neapgrūtinoša. Jāņem vērā arī augu uzņēmība pret piesārņojumu, vai arī to spēja veikt fitoremediāciju (optimālā variantā).

12. attēls.
Ievalka



13. attēls.
Tekne



TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Priekšrocības	Trūkumi
Zemas būvniecības izmaksas	Izmaksas pieaug paugurainās teritorijās, kur nepieciešams veidot kaskādes un meniķus
Vienkārši integrēt esošā ārtelpā, ieskaitot jau esošu apbūvi	Ierobežo kokaugu izmantošanu publiskajā ārtelpā
Apsaimniekošanu iespējams apvienot ar citu zaļo struktūru un teritoriju uzturēšanu	Ierobežotas izmantošanas iespējas blīvi apbūvētās teritorijās

Nodrošina efektīvu ūdens filtrāciju un piesārņojošo daļiņu attīrīšanu

HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI

Ja paredzēta ūdeņu uzkrāšana, skatīt sadaļu par lietus dārziem.

Ja paredzēta plūsmu novadīšana, skatīt LBN 223-15 un LBN 224-15, tecēšanas laika aprēķinam attālumu pieņemot no tālākā sateces laukuma punkta līdz zemākajai grāvja vietai.

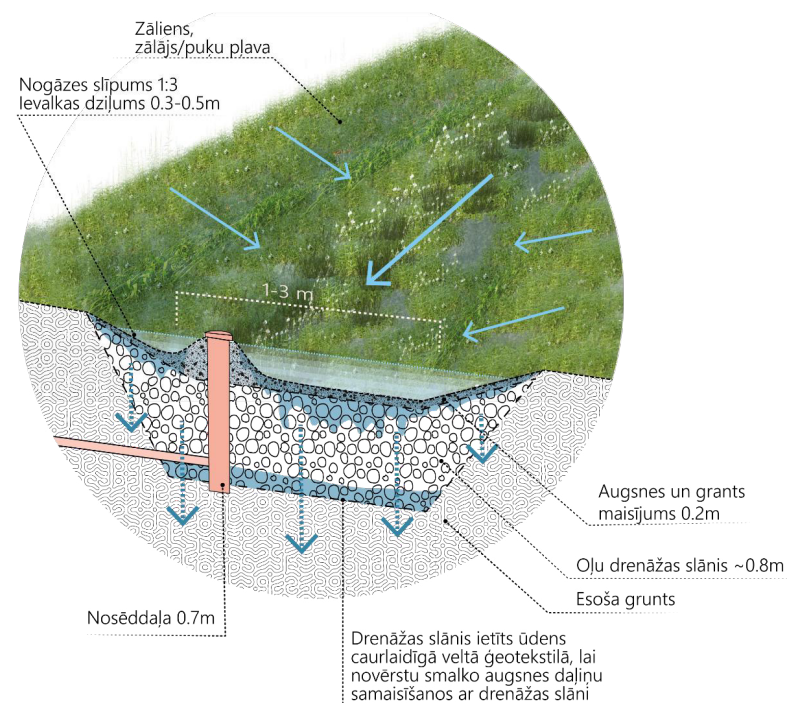
TEHNISKĀ INFORMĀCIJA

Tipveida rasējumi

Ievalkas tiek paredzētas pamatā gar ielu, ietvju malām, kur ir maz vietas vai nav lieli cieto segumu laukumi. Ja pastāv bažas, ka intensīvās lietusegāzēs var nepietikt ievalku tilpuma visu lietusegāzē notekūdeņu savākšanai, tad tiek paredzēts zemākajās vietās izbūvēt pārplūdes akas.

14. attēls.

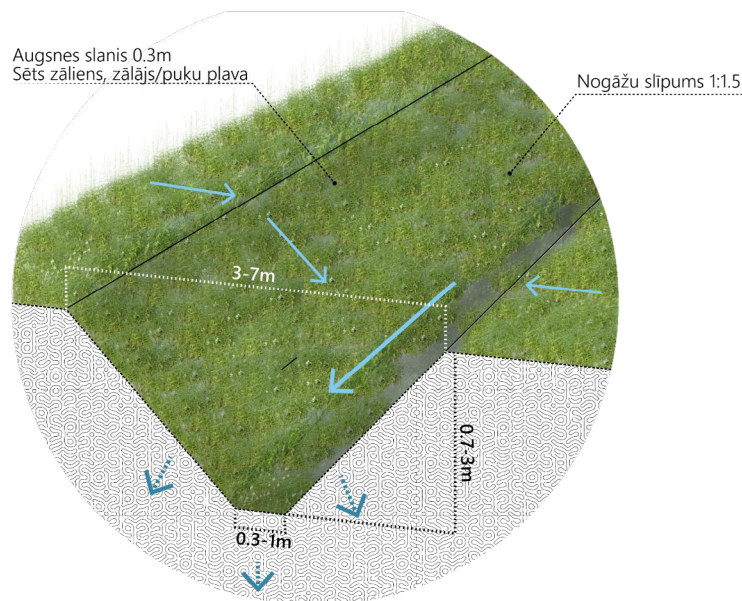
Ievalkas tipveida griezumam ar pārplūdes aku



Grāvji parasti ir trapeces formas un var būt vienkārši un var būt salikti ar vairākām terasēm. Grāvju platums un nogāžu slīpums ir atkarīgs no grunts sastāva un nepieciešamā caurplūduma. Tipisks grāvja griezumam ir ar zālāju apsēts vai ar nogāžu stiprinājumiem, kuru veidi ir daudz un dažādi.

15. attēls.

Grāvja šķēsgriezums. Nogāžu stiprinājuma variants ar sētu zālienu



Detalizētāku informāciju skatīt LBN 224-15 un citos meliorācijas sistēmu regulējošos normatīvajos aktos.

Tehniskie parametri

Forma

Grāvju un ievalku profili neatšķiras, mainīgs ir dziļums un platums. Šķērsprofilus izvēlas trapecveidīgus un to nogāzes gradientu, kurš optimāli ir 1:1,5 – 3,0, definē augsnes tips. Smilšainās augsnēs un vietās, kur ūdeņiem jābūt sasniedzamiem arī mazākiem bērniem šis slīpums viennozīmīgi ir zemāks.

Nogāžu slīpumi:

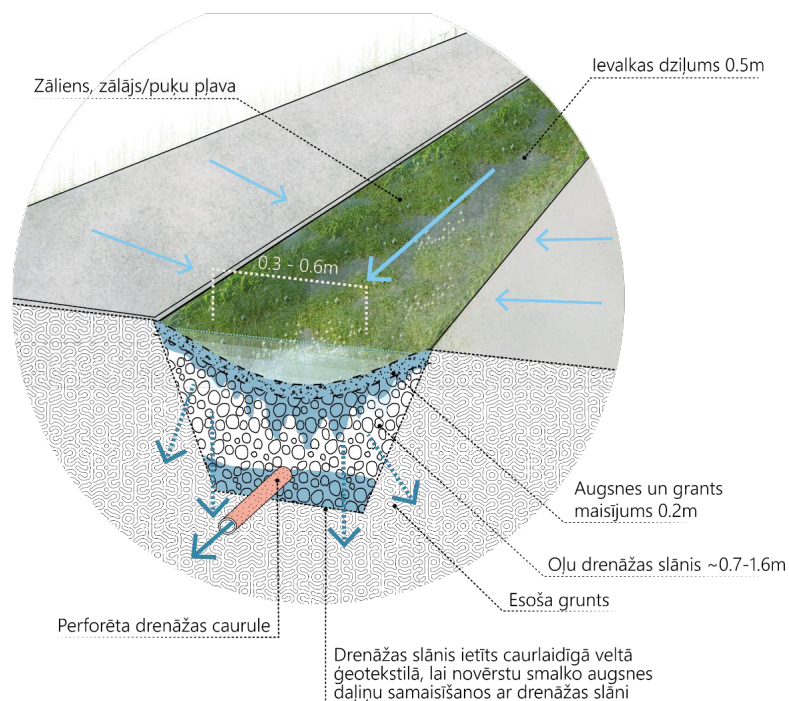
- 1:1,5 māls / smilšmāls
- 1:3 smilts / puteļaina smilts
- 1:2 citās augsnēs

Ievalkas savukārt, atsaucoties uz starptautisku praksi, veido 0,3 – 0,4 m dziļas ar nogāžu jeb krastu slīpumu 1:2 līdz 1:3.

Ja teritorijas apstākļi vai estētiski kritēriji ierobežo platāku un dziļāku risinājumu būvniecību, to kapacitāte var tikt palielināta, zem to gultnes ierīkojot perforētu novadcauruli (drenu), pieberot ar šķembām vai akmeņiem grāvi līdz ievalkas līmenim

16. attēls.

Tipveida griezumus ievalkai ar paaugstinātu drenāžas kapacitāti



Lai arī, kā minēts augstāk, grāvju šķērsgriezuma forma lielākoties ir trapecveida, praksē izmanto arī trīsstūrveida, paraboliskus un pat dažādu līmeņu grāvjus.

Ierīkojot šādus risinājumus, tomēr vienmēr jāpatur prātā erozijas riski. Grāvjiem un ievalkām erozija visbiežāk norisinās to gultnē pirms caurteku izplūdēm vai uz nogāzēm, kur novērojamas vislielākās lietus un gruntsūdeņu plūsmas. Pārsvārā tas notiek ar jauniem grāvjiem, kurus vēl neklāj velēnas kārtā. Lai novērstu šos riskus grāvjiem un ievalkām ir ierīkojami dažādi papildinoši stiprinājumi, kā piemēram akmens šķembas, salmu “segas” un jau sagatavota velēna.

Forma

Vidējais grāvja dziļums parasti svārstās starp 0,7 līdz 2,5 metriem. Lielāki grāvji tiek izmantoti maģistrālos nolūkos un līdz ar to forma jau iesākumā tiek veidota kanālveidā vai terašu veidā. Tilpuma aprēķini grāvjiem un ievalkām uzskatāmi par ļoti vienkāršiem $V = L * S(m^3)$, kur L ir grāvja garums metros (m) un S ir grāvja šķērsgriezums izteikts kvadrātmetros (m^2). Jāmin, ka efektivitātes nolūkos aprēķinos vēlams neiekļaut pilnu šķērsgriezuma izmēru, bet atstāt brīvus vismaz 10 cm līdz grāvja augšai jeb zemes virsmai.

Kā minēts iepriekš, ūdens plūsmas ātrums mazākos grāvjos un ievalkās (2 m platums) svārstās starp 0,1 m/s līdzējās teritorijās līdz 0,5 m/s teritorijās ar izteiktu reljefu. Lai precīzi aprēķinātu ūdens plūsmas ātrumu, nepieciešams izmantot formulu atvērtu kanālu ūdens plūsmām:

Aprēķina formula:

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2} (m/s)$$

V – ūdens plūsmas ātrums, m/s

S – hidrauliskais slīpums, m/m

n – raupjuma koeficients: n – raupjuma koeficients; n – 0,035-0,040, ja aprēķinātais caurplūdums* ir mazāks kā $3m^3/s$

R – hidrauliskais rādiuss (m)

$$R = A/P (m)$$

A – grāvja vai ievalkas šķērsgriezuma laukums (m^2)

P – apslāpētais perimetrs (m)

Rekomendējošos nolūkos iesakāms apmeklēt šādu, parocīgu on-line kalkulatoru, kas pieejams:

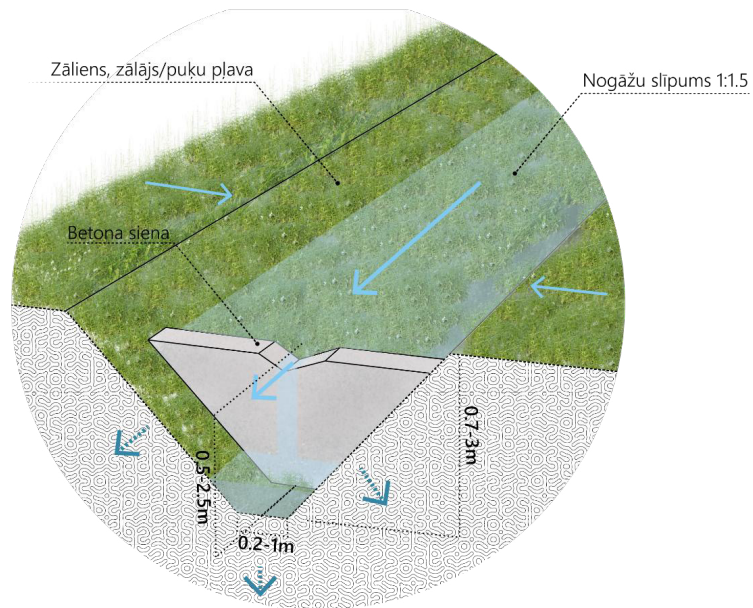
<http://www.calctool.org/CALC/eng/civil/manning>

Priekšattīrīšana / ieplūdes un izlaides

Intensīvi apbūvētās teritorijās, pilsētās, grāvji un ievalkas tiek veidoti ar izlaidi kādā virszemes ūdens objektā (piemēram, dīķī). Šādā gadījumā rekomendē pirms izlaides ierīkot kanalizācijas aku vai kādu citu šķērslī, bloķētāju, kur izsēsties cietajām daļiņām un nogulumiem (smiltīm). Aku vajadzības gadījumā jāspēj noslēgt, lai nepieciešamības gadījumā (uzturēšana, apkope, piesārņojuma izplatīšanās) apturētu tālāku ūdens plūsmu. Kā laba prakse uzskatāma regulējama meniķa uzstādīšana.

17. attēls.

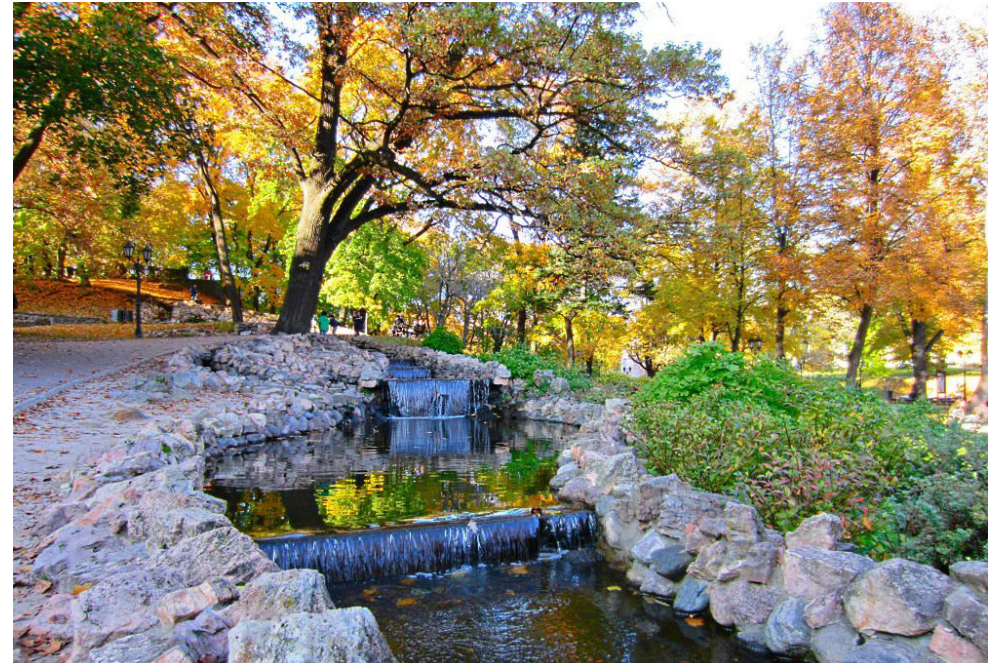
Tipveida griezumam grāvim ar aizsprostu



Grāvjus var veidot pakāpienu veidā paredzot šķērssienas, lai veidotu pastāvīgus uzstādījumus un aizsargātu grāvjus un upes palīem, paredzot slēgt grāvi ar aizvaru.

18. attēls.

Kanāls / strauts ar kaskādi Bastejkalnā



Caurtekas

Apbūvētās teritorijās grāvjus un ievalkas nereti šķērso transporta vai cita veida infrastruktūra. Šādās vietās, lai nodrošinātu grāvju un ievalku efektīvu darbību, tiek izbūvētas caurtekas, kuru ierīkošanā vienmēr jāņem vērā lietus ūdeņu plūsmas, kā arī iespējama akumulētais sanešu daudzums no brauktuvēm, kas laika gaitā var radīt vērā ņemamu fizisko daļiņu piesārņojumu, novedot pat pie caurteku aizsērēšanas.

Līdz ar to, neraugoties uz materiāla izvēli un paredzamajām plūsmām, caurtekām jābūt fiziski izturīgām un ar atbilstošu diametru jeb izmēru. Caurtekas zem ielām un ceļiem jāierīko vismaz 0,8 m dziļumā, mērot no seguma virsmas līdz caurtekas augšai. Ja plūsmas sagaidāmas tik spēcīgas un intensīvas, ka nepieciešams izvēlēties lielu caurtekas diametru, lai arī to nav iespējams ierakt atbilstošā dziļumā, tiek rekomendēts izvēlēties vairākas, mazāka diametra caurtekas.

Lai nodrošinātu caurteku galu neiebrukšanu vai aizsargātu pret citādiem negadījumiem, arī šīm risinājumu daļām nepieciešama nostiprināšana. To iespējams paveikt dažādos veidos un izvēle atkarīga no caurtekas dziļuma, tās diametra un paša grāvja vai ievalkas formas.

19. attēls. Caurteka



Nogāžu stiprināšana atkarībā no slīpuma un plūsmas ātruma

Grāvju gultnes dažādu apsvērumu dēļ izklāj ar gruvešiem vai arī ieplūdes / izlaides vietā nostiprina ar aptuveni 2 m garām betona plāksnēm. Ja grāvjiem vai ievalkām paredzēts vērā ņemams kritums, tad gultne un nogāzes nostiprināmas ar vēl papildus stiprinošiem elementiem. Nākamajā tabulā veikts rekomendējošo stiprinājums uzskaitījums atkarībā no slīpuma.

17. tabula.

Grāvju nogāžu slīpumi un nepieciešamie stiprinājumi

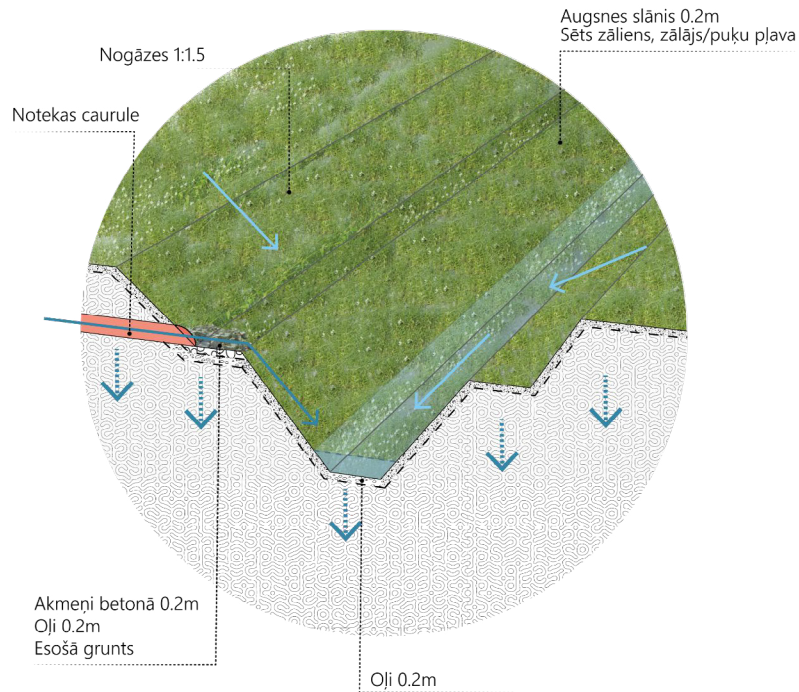
	Nostiprinājumu veids	Slīpums %	
		Smilts, smilšmāls	Smilšmāls, māls
1	Bez nostiprināšanas	≤ 1	≤ 2
2	Zālājs, velēna	1 – 3	2 – 3
3	Māls, bruģakmeņi	3 – 5	3 – 5
4	Vienkāršas teknes plūsmu novadišanai (betons)	> 5	> 5

Šādi nogāžu stiprinājumi ir ierīkojami vismaz 0.1 – 0.2m virs paredzētā ūdens līmeņa, lai izvairītos no plūsmu radītas erozijas, kas var apdraudēt visa risinājuma funkcionalitāti.

Ja grāvju un ievalku slīpums pārsniedz 5%, tad šādus risinājumus dēvē par tecēm (no angļu vārda chute). Pie tik liela slīpuma malas un gultne ir obligāti stiprināmas ar betonu vai citiem erozijas noturīgiem materiāliem.

Grāvjus var veidot terasveidīgām nogāzēm, tādējādi samazinot plūsmas izraisītu eroziju riskus.

20. attēls.
Grāvis ar terasētām nogāzēm



Ievērojot un grāvjos izmanto sētu zālienu, kā arī iespējams izmantot ekstensīvu zālāju, puķu pļavu. Veidojot zālāju jāizvēlas graudzāļu sugas, kas savā starpā nekonkurē. Lai iegūtu puķu pļavas efektu nedrīkst izmantot gatavos zāliena sēklu maisījumus – jo to sastāvā ir vairākas agresīvas graudzāļu sugas, kas nomāks un traucēs puķu sēklu attīstību. Zālāja – pļavas sēklu maisījums veidojams no viegli pieejamām un ekonomiskām zālaugu sugām, kas izveido pļavai raksturīgu velēnu. Maksimālais sētās pļavas vai zālāja augstums līdz 80 cm.

Piemērs ekstensīva zālāja puķu pļavas – ar papildus 20% ziedošo augu īpatsvaru sēklu maisījumam:

Graudzāles: Festuca rubra 35%, Festuca ovina 30%, Lolium perenne 30%, Poa pratensis 30%, Agrostis tenuis 5%;

Ziedošie augi: Bellis perennis, Oreganum vulgare, Achillea millefolium, Centaurea jacea, Galium album, Leucanthemum vulgare, Prunella vulgaris, Ranunculus acris u.c. pēc pieejamības.

Šāds maisījums ir pieticīgs augsnes un kopšanas apstākļu prasību ziņā.

Sāls izturīgs augu sastāvs - maisījums specifiskām vietām, kas ziemas laikā ir pakļautas sāls ietekmei. Maisījums ar daudzām pret sāli noturīgām sugām, augstums sasniedz līdz 60 cm. Satur gan agrīnos vasaras ziedus, gan sugas, kas zied no augusta līdz septembrim, tādējādi tiek garantēts garš ziedēšanas laiks:

Graudzāles 80%: Agrostis capillaris 5%, Anthoxanthum odoratum 5%, Cynosurus cristatus 7%, Festuca ovina agg. 15%, Festuca rubra agg. 16%, Lolium perenne 6%, Poa angustifolia 15%, Poa compressa 6%, Poa pratensis agg. 5%;

Ziedošie augi 20%: Achillea millefolium 0,8%, Agrimonia eupatoria 1,2%, Anthyllis vulneraria s.l. 0,8%, Armeria maritima ssp. elongata 0,5%, Campanula rotundifolia 0,1%, Centaurea cyanus 2%, Centaurea jacea s.str. 1,2%, Cichorium intybus 0,5%, Clinopodium vulgare 0,2%, Galium album 0,8%, Galium verum agg. 0,5%, Hypochoeris radicata 0,3%, Jasione montana 0,5%, Leontodon hispidus 0,3%, Leucanthemum vulgare agg 2%, Linaria vulgaris 0,2%, Lotus corniculatus 1% , Medicago lupulina 1%, Origanum vulgare 0,5%, Plantago lanceolata 1,2%, Plantago media 0,5%, Prunella vulgaris 0,5%, Rumex acetosa 1%, Silene vulgaris 1,5%, Trifolium arvense 0,5%, Trifolium campestre 0,2%, Trifolium dubium 0,2%.

APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS

Pilsētvides kontekstā grāvji lielākoties tiek saistīti ar negatīvām asociācijām. Tiem piedēvē smakas, piesārņotu ūdeni, parazītu un asinssūcēju kukaiņu kolonijas un cita veida īpašības. Protams, ja grāvji (tostarp ievalkas) netiek pienācīgi uzturēti un apkopti, tad šādi aizspriedumi var izrādīties patiesi un atbilstīgi realitātei, īpaši ja tajos tiek ievadīti neattīrīti sadzīves notekūdeņi. Tomēr jāatzīmē, ka grāvji un ievalkas ir svarīgi ILŪA prakses elementi – tāvad uztverami par nopietnu lietus ūdeņu apsaimniekošanas infrastruktūru, īpaši Latvijas klimatā un apstākļos ar relatīvi augstu gruntsūdens līmeni. Taču, jāpiebilst, ka pienācīgai apsaimniekošanai Latvijai jāsakārto jautājumi, kas attiecas uz normatīvā regulējuma, kas skar atbildības sadalījumu par meliorācijas infrastruktūras uzturēšanu, praktisko ieviešanu.



Magdalēnas kvartāls. ALPS ainavu darbnīca.
Foto Kaspars Dobrovolskis

8. NODAĀ

DĪĶI



Sporta 2 kvartāls.
Vizualizācija Diānas Zalānes projektu birojs, ALPS ainavu darbnīca

PAMATINFORMĀCIJA

Dīķis ir mākslīgas ūdenstilpnes baseins, kas paredzēts ūdens uzkrāšanai. Dīķi iedalāmi raktajos, aizsprosta tipa dīķos un iedambētajos dīķos. Dīķi iedalāmi arī regulārajos, t.i., noteiktas formas dīķos un neregulārajos jeb ar dažādiem līkumiem, ielokiem un pussalām.

21. attēls. Dīķis Lundā



TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Dīķus ierīko dažādu iemeslu pēc, to starp, lai regulētu noteci, uzkrātu lietus ūdeni, regulētu gruntsūdens līmeni, aizturētu un nostādinātu piesārņotus virsūdeņus no lauksaimniecības zemēm vai ielu segumiem. Dīķis var kalpot ne tikai kā ūdens uzkrājējs, bet arī kā peldvieta, zivju audzētava un ainavas elements. Ja paredzēts dīķi veidot kā nostādināšanas tilpni (ūdens ilgstošai uzkrāšanai un attīrīšanai), tad parasti dīķa izplūdes daļā ierīko aizsprostu jeb meniķi (ūdens līmeņa regulēšanas būvi).

Dīķi parasti ierīko reljefa zemākajās vietās, bet tas nav obligāts nosacījums. Jāņem vērā, ka dīķis ir skaists papildinājums apkārtējai ainavai, bet var būt bīstams maziem bērniem. Nelaiemes gadījumu varbūtības mazināšanai, ieteicams dīķus rakt ar lēzenām nogāzēm.

Dīķa apkalpošanai un ugunsdzēsības vajadzībām nepieciešams izbūvēt piebraucamo ceļu. Ja dīķi izmanto ugunsdzēsības vajadzībām, tad nepieciešams izbūvēt arī ūdens ņemšanas akas iebraucamā ceļa malā. Jārēķinās, ka ugunsdzēsības vajadzībām, jebkuros laika apstākļos, dīķi jānodrošina nepieciešamais minimālais ūdens daudzums saskaņā ar normatīvo aktu prasībām konkrētajam objektam.

Priekšrocības	Trūkumi
Samazina maksimālo noteci, samazinot plūdu risku objektā un lejteces novadišanas sistēmā	Nepieciešama relatīvi liela brīvā teritorija dīķa izvietojumam
Samazina piesārņojumu notecē	Jābūt precīzi veiktiem tilpuma aprēķiniem
Samazina nepieciešamību pēc relatīvi liela izmēra sistēmas noteces novadišanai	Jāparedz papildus drošības prasības teritorijās, kur blakus ir rotaļu laukumi
Papildina vietējo ūdens nesējslāni	Nevajadzētu izmantot vietās, kur aktivitātes veicina piesārņotas noteces rašanos
Labi izskatās un plaši var tikt pielietoti rekreācijas vajadzībām	Regulāri jāattīra no atkritumiem
Bieži vien ir izturīgi, pat ja trūkst tehniska apkope	Regulāri jānovāc nokaltušie augi, jāpļauj krasti un jāpārbauda ūdens kvalitāte
Nepieciešami nelieli uzturēšanas darbi	

HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI

- Iztukšošanās ātrums ietekmē dīķa tilpumu lietusgāžu gadījumā, ieteicams pārplūdi un pilnīgu dīķu iztukšošanu paredzēt ar dažādu diametru caurulēm vai cita veida notecēm; pārplūdei jāgarantē pastāvīgs dīķa ūdenslīmenis
- Ūdens attīrīšanai nepieciešamais dīķa ūdens uzkrāšanas laiks var būt pat nedēļa, tāpēc lietderīgi paredzēt dažāda dziļuma vietas, kur var papildus attīrīšanu veikt ar seklūdenu augiem
- Dīķa vai vaļējā rezervuāra platībai jābūt ainaviski izteiksmīgai, līdz ar to nepieciešamo tilpumu var iegūt samazinot vai palielinot dziļumu

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA

Dziļums / tilpums

Nepieciešamais dīķa ūdens uzkrāšanas tilpums būs atkarīgs no sekojošiem faktoriem:

Noteces tilpums lietusgāžu gadījumā, kas ir atkarīgs no atkārtotās perioda (varbūtības) un aprēķina lietusgāzes ilguma. Šo parametru izvēle, savukārt, ir atkarīga no tā, vai dīķim ir lokāla vai reģionāla nozīme, jeb cik lieli ir zaudējumi, ja plūdi notiek attiecīgajā noteces baseinā. Dīķiem, kuriem ir lokāla vai vietēja nozīme, atkārtotās periods un aprēķina lietusgāzes ilgums mēdz būt zemāks (parasti 10 – 20 gadi un attiecīgi pie vairāku stundu garām lietusgāzēm). Viens no svarīgākajiem dīķu aprēķina parametriem ir dziļums. Vēlamais dziļums ir 2,5 līdz 3,5 m, bet minimālais – 1,5 m.

Ja dīķis ir paredzēts lietus ūdeņu uzkrāšanai no noteiktas teritorijas platības, tad jāveic precīzi aprēķini lietus ūdeņu daudzumam, kas var notecēt no teritorijas uz dīķi, jāizvērtē teritorijas segumu veidi, t.i., zālājs vai cietie segumi, un ūdens tecēšanas laiks – pa caurulēm, grāvjiem vai seguma virsmu. Apdzīvotās vietās dīķis paredzēts lietusgāžu laikā nolijušā ūdens uzkrāšanai, tāpēc tam jābūt pietiekoši lielam, lai varētu uzkrāt

nokrišņu ūdeņus lietusgāzei ar varbūtību vismaz reizi 10 gados un vēlams arī retākai lietusgāzei, t.i., līdz pat reizi simts gados, ja dīķis paredzēts lielas teritorijas apkalpošanai. Aprēķina lietusgāzes ilgums ir atkarīgs no tā, cik ilgi jāuzkrāj ūdens un no tā, kāds ir izejošais caurplūdums. Parasti dīķus aprēķina vismaz vairāku stundu lietusgāzēm, piemēram, 12 vai 24 stundām.

Dīķa brīvo (uzkrāšanās) tilpumu veido rādītājs starp pastāvīgo ūdens līmeni dīķī un meniķa atzīmi vai dīķa krastu augstuma atzīmi. Veidojot dīķi, jāpievērš uzmanība, lai tā lielums nav par lielu apkalpojamajai teritorijai (lai tiktu nodrošināta pietiekošā ūdens apmaiņa), kā arī nav par mazu, lai ekstrēmās lietusgāzes rezultātā dīķis nepārplūstu. Dīķa lielums ir atkarīgs no apkalpojamās teritorijas lieluma un rakstura (noteces koeficienta) un tā, cik lielām lietusgāzēm dīķis ir paredzēts.

Projektējot dīķi, svarīgs faktors ir tā dziļums. Jo tas ir dziļāks, jo tīrāks. Bieži vien dīķus, kas ir paredzēti ūdens aizturēšanai un attīrīšanai iedala divās dažādās daļās – seklajā daļā (angl. forebay) un dziļajā daļā, kuru starpā ir uzberums vai gabionu siena. Seklajai daļai jābūt vismaz 0,5 m dziļai.



22. attēls.
Čikāgas botāniskā
darza Katrīnas dīķis

Seklā zona atrodas pie ieplūdes, tajā uzkrājas nosēdumi un to ir vienkāršāk tīrīt. Seklūdens zonā ir jāizveido apstādījumi ar mitrāju augiem. Tas palielina ūdens filtrācijas un nogulsnešanas spēju, kā arī veicina bioloģisko daudzveidību, darbojas kā drošības barjera un veido ainaviski pievilcīgu vidi. Seklūdens zonu vēlams veidot ne seklāku par 0,5 m.

Slīpums, nogāžu un gultnes materiāli

Dīķu nogāzes parasti paredz grunts dabiskās nogāzes leņķi, tāpēc ir svarīgi pirms dīķa ierīkošanas veikt ģeotehnisko izpēti. Ja dīķi ir paredzēti ieklāt ģeomembrānu, tad nogāzes leņķi pieņem stāvāku. Vidēji nogāzes tiek izbūvētas slīpumā 1:2 līdz 1:3.

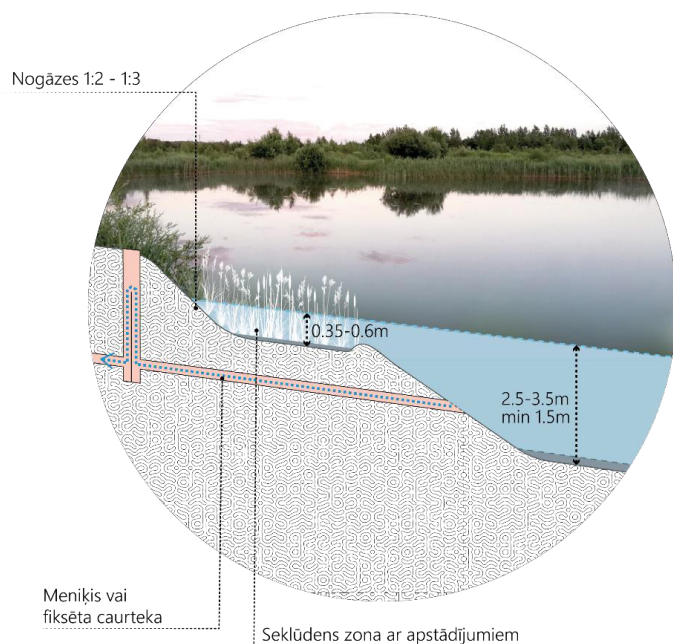
Ja dīķis domāts arī rekreācijas vajadzībām, to starp, peldēšanai, tad vismaz vienā pusē tam vajadzētu būt lēzenam.

Ja dīķi ir paredzēti uzkrāt un turēt pastāvīgu ūdens līmeni visu gadu, kas nav atkarīgs no gruntsūdeņiem, tad nepieciešams nodrošināt dīķa dibena un nogāžu necaurlaidību.

Nogāžu necaurlaidības nodrošināšanai pielietotie materiāli parasti ir māls vai speciāls hidroizolējošs materiāls – plēve vai membrāna 0,5 – 1,5 mm biezumā.

23. attēls.

Tipveida griezumums dīķim



Priekšattīrīšana / ieplūdes un izlaides / pārtece / drenā

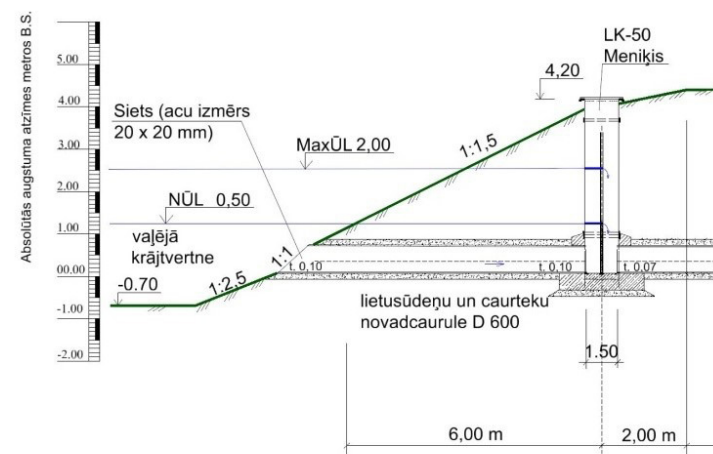
Pilsētās esošos dīķos, kas paredzēti lietus ūdeņu uzkrāšanai, tie parasti tiek novadīti izmantojot cauruļvadus vai vaļējus grāvjus, pirms izplūdes dīķi paredzot un izveidojot skatāku. Pirms ieplūdes dīķi vēlams izbūvēt arī nosēdaku, kurā tiktu strauji bremsēta ūdens plūsma un savākti gruži un smiltis. Pirms ūdens ieplūšanas dīķi nepieciešams izbūvēt restes, kas uztvertu gružus u.c. atkritumus (akā vai pie dīķa ieplūdes).

Ūdens novadīšanu no dīķa var nodrošināt ar fiksētu caurteku vai pielāgojamu meniķi – to var ierīkot kā lūku vai kā vienkāršu pārplūdi. Ūdens apmaiņa dīķi parasti tiek regulēta ar meniķa palīdzību. Meniķi var izbūvēt akā vai kā vienkāršu pārgāzni, kurai ir izņemami dēļi dīķa ūdens līmeņa pazemināšanai. Visiem meniķiem jābūt ar režģiem, ieteicams ierīkot nožogojumu drošībai.

Situācijās, kad dīķi iespējama ar naftas produktiem piesārņota ūdens ieplūšana, pirms ieplūdes dīķi ir jāparedz naftas produktu uztvērējs, kas uztvertu pirmās lietussūdzes plūsmas ar no segumiem noskalotiem piesārņojumiem, bet pārējo lietus ūdeni var novadīt dīķi bez attīrīšanas.

24. attēls.

Dīķa ūdens līmeņa regulēšana



AUGI

Dīķus var iedalīt četrās dažādās zonās ar dažādiem klimatiskajiem apstākļiem, kas jāņem vērā izvēloties apstādījumus.

■ Dziļā zona:

60 – 80 cm dziļa. Šajā zonā var stādīt dziļūdens, kā arī peldošos augus.

■ Seklā zona:

10 – 60 cm dziļa. Šajā zonā pārsvarā tiek stādīti ūdeni attīroši augi kā piemēram – parastās niedres šķirnes (*Phragmites australis*), platlapu vilkvāļītes (*Typha latifolia*)

■ Purvainā / mitraines zona:

0 – 10 cm dziļa. Šajā zonā stāda mitrumu mīlošus augus kā piemēram purva purenes (*Caltha palustris*), smaržīgās kalmes (*Acorus calamus*), vai vītulu vējmietiņus (*Lythrum salicaria*). Svarīgi, lai šī zona būtu patstāvīgi mitra, kas ņemot vērā dīķos bieži mainīgo ūdens līmeni var būt sarežģīti, tādēļ šī zona apstādījumos bieži tiek apvienota ar seklūdens zonu.

■ Krasts

Apstākļi kā citviet apstādījumos un izmantojami augi kas piemēroti vidēji mitrām un, atkarībā no ūdens līmeņa dīķī, pat sausām augsnēm.

APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS

Dīķī, lai nodrošinātu ūdens attīrīšanu, nepieciešams skābeklis, tāpēc ir jānodrošina ūdens cirkulācija no zemākajiem slāņiem uz augšu, lai siltais ūdens sajauktos ar vēso. Ja nepieciešams, ir jāveic mākslīga ūdens bagātināšana ar skābekli, piemēram, ieliekot dīķī strūklaku vai aerācijas iekārtas. Peldoša strūklaka ar $Q = 160 \text{ m}^3/\text{h}$ un jaudu 1,5 kW spēj nodrošināt ar nepieciešamo skābekli dīķi ar virsmas laukumu līdz 2500 m^2 .

Ūdenim ilgāku laiku uzturoties dīķī, norisinās dabiskie pašattīrīšanās procesi un liela daļa slāpekļa un fosfora savienojumu tiek absorbēti seklūdenī un krastos augošos augos, dīķa dibenā izgulsnējas suspendētās vielas un smiltis. Tāpēc reizi vairākos gados (atkarībā no aizsērējuma) būtu nepieciešams iztīrīt dīķa dibenu no sanesumiem, bet katru vasaru izplaut dīķa krastus un izvākt nopļautos un beigtos augus no ūdens un krasta.

Izveidojot dīķi, jāreķinās, ka to būs nepieciešams regulāri apkalpot ekspluatācijas laikā. Parasti tiek izstrādāti dīķa ekspluatācijas noteikumi, kuros ir aprakstīts kā dīķi kopt, kā uzturēt ziemas periodā, cik bieži izplaut krastus, cik bieži ir jāpazemina ūdens līmenis, lai to iztīrītu, un kā uzturēt tehniskā kārtībā ūdens līmeņa regulēšanas būves – meniķus.

9. NODAĻA

CAURLAIDĪGIE SEGUMI

(BRUĢIS, PORAINS ASFALTS)



Magdelēnas kvartāls. ALPS ainavu darbnīca.
Foto Kaspars Dobrovolskis

PAMATINFORMĀCIJA

Caurlaidīgi segumi ir iespēja uzlabot piebraucamo ceļu un stāvvietu funkcionalitāti, pievienojot noteces samazināšanas funkciju, kam nav nepieciešama papildus zemes platība. Tas atmaksājas galvenokārt blīvi apdzīvotās pilsētu teritorijās, kur telpa citiem ILŪA risinājumiem ir ierobežota.

Caurlaidīgie segumi var būt poraini vai caurlaidīgi. Būtiska atšķirība starp abiem ir:

- Porains segums ļauj ūdenim iefiltrēties pa visu virsmu
- Caurlaidīgs segums ir veidots no materiāla, kas ir ūdens necaurlaidīgs, bet dēļ porām, kas to caurvij, iefiltrēšanās notiek pa šo poru struktūru

Caurlaidīgi segumi nodrošina piemērotu virsmu gājēju un/vai transportlīdzekļu satiksmei, vienlaikus ļaujot lietus ūdenim iefiltrēties caur to virsmu uz apakšā esošajiem slāņiem. Ūdens var tikt īslaicīgi uzglabāts pirms infiltrācijas zemē, atkārtoti izmantots, vai tikt novadīts uz ūdenstecēm vai citām kanalizācijas sistēmām. Seguma pamata apakškārta var nodrošināt labu ūdens attīrīšanu.

TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Priekšrocības	Trūkumi
Samazina maksimālo noteci uz ūdenstilpnēm, samazinot plūdu risku lejtecē	Daudziem ietvju inženieriem un uzņēmējiem trūkst zināšanu par šīm tehnoloģijām
Samazina piesārņojumu notecē	Ja tie ir nepareizi pielietoti, izbūvēti vai uzturēti tiem ir tendence aizsērēties
Var tikt izmantoti augsta blīvuma apbūves teritorijās	Var radīt problēmas aukstā klimatā, taču nav neiespējams tos izmantot
Samazina nepieciešamību pēc lieliem rakšanas darbiem lietus kanalizācijas sistēmu izbūvei	Nevajadzētu izmantot vietās, kur aktivitātes veicina piesārņotas noteces rašanos
Papildina vietējo ūdens nesējslāni	Būtu jāizvairās no vietām ar zemu augsnes caurlaidību, augstiem gruntsūdens līmeņiem un vietām dzeramās ūdens apgādes aku tuvumā
Būtiski samazina nepieciešamo zemes platību	
Līdz zināmai robežai novērš apledojuuma veidošanos;	
Nav nepieciešamas cauruļvadu sistēmas ar skatakām un lūkām	
Bieži vien ir izturīgi, pat ja trūkst tehniska apkope	
Tiek akceptēti sabiedrībā	
Izklātas sistēmas var tikt izmantotas, ja infiltrācija nav vēlama vai arī, ja augsnes integritāte tiktu apdraudēta	



APSAIMNIEKOŠANA UN MONITORINGS

Porainu segumu apkopes mērķis ir novērst nogulšņu uzkrāšanos seguma materiālu atstarpēs. Porainu segumu virsmas nedrīkst bruģēt vai aizblīvēt ar necaurlaidīgu materiālu, ja vēlas, lai tas turpinātu funkcionēt. Gadījumā, ja ziemas laikā uz seguma tiek izkaisītas smiltis vai izdedži, ir nepieciešams to izsūkt vismaz reizi gadā. Sāls, kas tiek izmantots atkausēšanai neaizsprosto poraino segumu. Laiku pa laikam būs nepieciešama arī gruvešu slaucīšana vai sūkšana, lai nodrošinātu, ka segums neaizsērējas. Uz ielām, kur ir uzlikts porains segums var tikt izliktas norādes izglītošanas nolūkos, kā mācību līdzeklis sabiedrībai un kā atgādinājums par uzturēšanas saistībām.

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA

Tipiska izmantošana vietās, kur ir stāvlaukumi, stāvvietas un skvēri, rotaļu laukumi bērniem. Piemēroti vietās, kur gruntsūdens līmenis ir zemāk par 1,20 m.

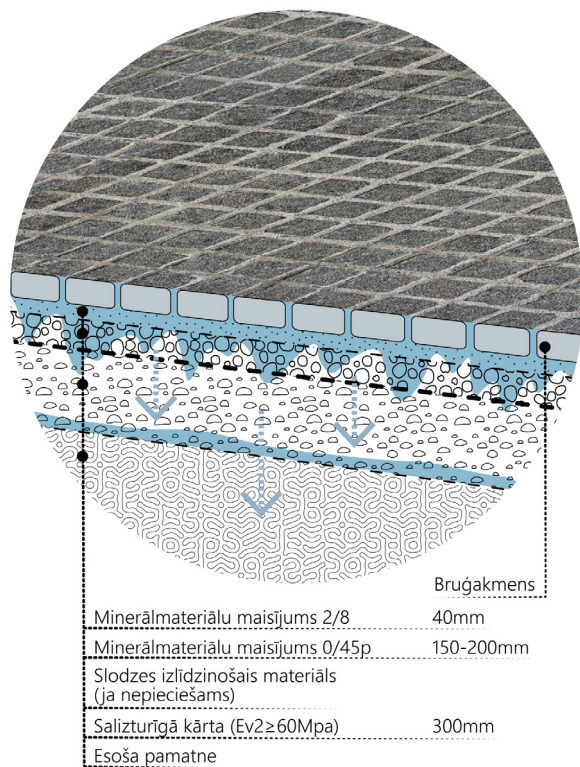
Infiltrācija caur segumiem jānodrošina ar filtrācijas koeficientu vismaz virs 1 m/dn. Svarīgi pareizi aprēķināt uzkrājošo kopējo ūdens tilpumu – parasti rēķina 20 min. lietusgāzēm, jo infiltrācija sāk strādāt pa visu virsmu jau lietusgāžu laikā.

Pārtece / drenāža

Ja zem porainajiem un citiem caurlaidīgajiem segumiem gruntsūdens līmenis ir augstāks par 1,0 m, tad zem šiem laukumiem izbūvējama drenāžas sistēma. Drenāžas risinājumiem jānovērš segumu izcilāšanos sala laikā. Drenāžas sistēmas regulē gruntsūdens līmeni un tālāk novada savāktos ūdeņus uz vaļējām sistēmām vai, ja tādu nav, uz lietus kanalizācijas tīkliem. Drenu dziļumi parasti ap 1,0 m no virsmas līmeņa un cauruļu diametri DN160-200mm, perforētas visā perimetrā.

25. attēls.

Tipveida griezumus bruģakmens segumam



Bruģakmens segums

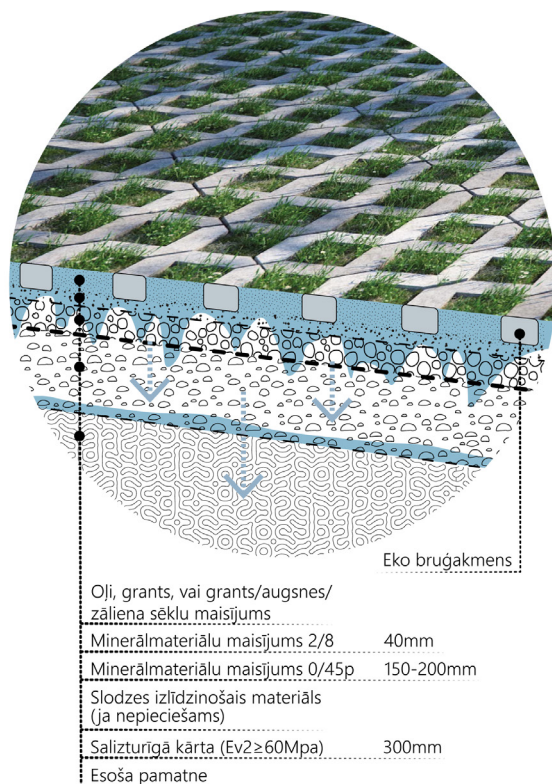
Visbiežāk izmanto betona bruģakmeni, bet var izmantot klinkeru, granītu. Starp bruģakmeņiem jāatstāj vismaz 0,5 cm atstarpes, lai ūdens var infiltrēties zemākajos slāņos. Var izmantot autostāvvietu, dzīvojamo ielu, piebraucamo ceļu, ietvju, gājēju laukumu segumiem. Pareiza vietas sagatavošana, uzstādīšana un uzturēšana ir būtiska, lai spētu nodrošināt ilgtermiņa ieguvumus. Tipveida slāņu biezums betona bruģakmens segumam dots 25. attēlā, tomēr slāņu biezumi atkarīgi no paredzētās slodzes un izmantojamā bruģakmens materiāla.

26. attēls.

Jaunā Teika. Foto Ieva Andersone



27. attēls.
Tipveida griezumam eko bruģakmens segumam



Eko bruģakmens segums

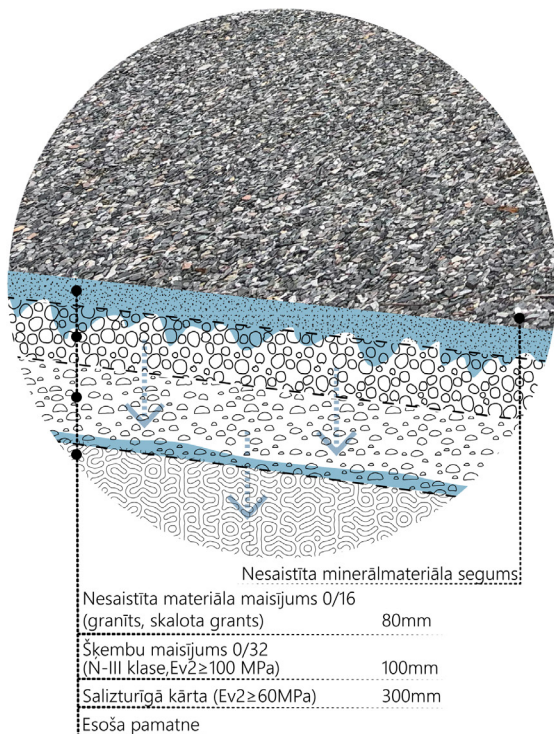
Galvenokārt izgatavoti no betona. Bruģakmeņi ir savienoti cits ar citu, bet starp tiem ir atstarpes, kas ļauj ūdenim iefiltrēties apakšā esošajā šķembu kārtā. Šķembu apakškārtas biezums un bruģakmeņu atstarpju aizpildošā materiāla veids nosaka iespējamo infiltrācijas daudzumu. Tipisks betona eko bruģa segums sastāv no augsnes kārtas, šķembu kārtas, izlīdzinošās kārtas (smilts) un bruģakmeņiem. Atstarpes starp bruģakmeņiem var tikt aizpildītas ar granti, augsni vai zāli. Eko bruģis ir ieteicams likt autostāvvietās, dzīvojamās ielās, piebraucamajos ceļos, ietvēs, gājēju laukumos, un jumta balastos. Pareiza vietas sagatavošana, uzstādīšana un uzturēšana ir būtiska, lai eko bruģis spētu nodrošināt ilgtermiņa ieguvumus.

28. attēls.
Barona iela. Foto Ieva Andersone



29. attēls.

Tipveida griezumam nesaistīta minerālmateriāla segumam



Nesaistīta minerālmateriāla segums

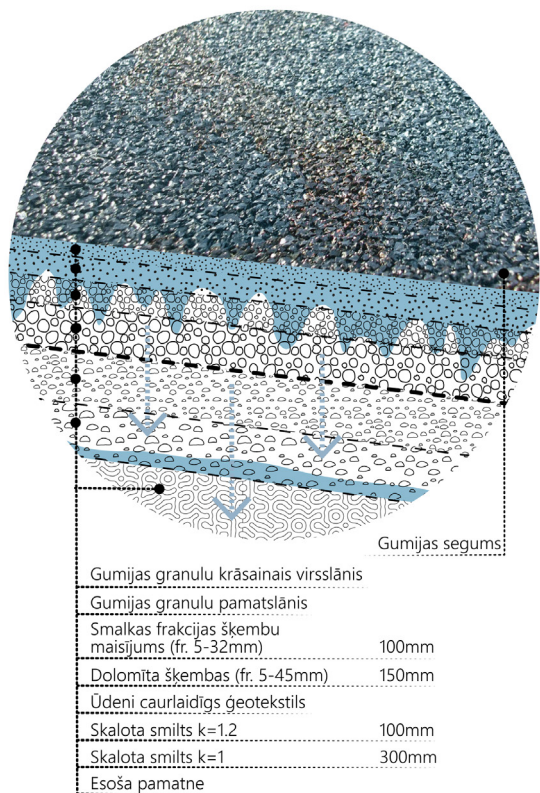
Lieto mazākas noslodzes celiņiem, piemēram, parkos. Segumu veido slodzi nesoša nesaistīta minerālmateriāla virskārta, slodzi nesoša apakškārta un salizturīgā kārtā, kas nodrošina ūdens izvadīšanu un akumulāciju.

30. attēls.

Pavāru māja. Foto Ieva Andersone



31. attēls.
Tipveida griezumam gumijas segumam



Gumijas segums

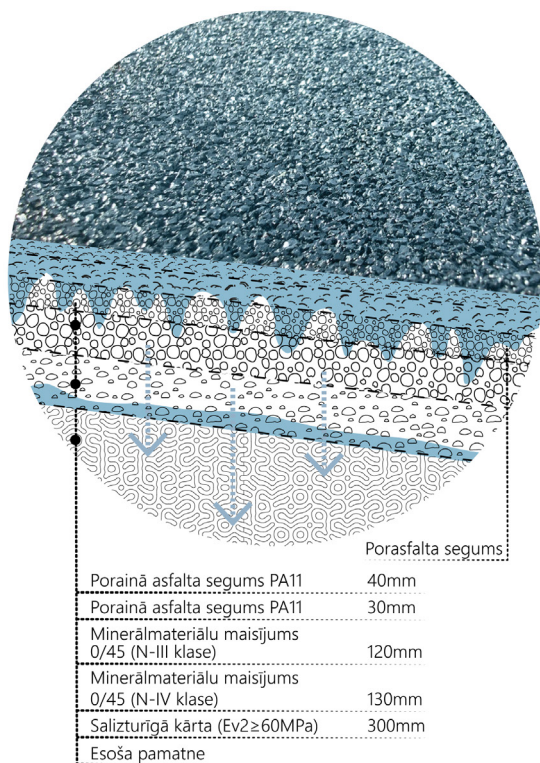
Triecienu absorbējošs segums, kas gatavots no SBR un EPDM granulām, tās sajaucot ar poliuretāna saistvielām. Poliuretāna saistvielām ir vairāki veidi, UV nestabilas, UV stabilas un ātras reakcijas. UV stabilās poliuretāna saistvielas izmanto UV jutīgo krāsu granulām, lai tās nemainītu sākotnējo krāsu UV staru ietekmē. Šo segumu izmanto bērnu rotaļu laukumiem, sporta laukumiem un stadioniem. Seguma gumijas slāņus veido virsējais krāsu gumijas slānis un gumijas pamatslānis. To biezums atkarīgs no seguma pielietojanas mērķa. Bērnu laukumiem tas ir 40 – 120 mm, sporta laukumiem slāņi būs plānāki. Nepieciešams konsultēties ar seguma ražotāju par projektam piemērotā seguma slāņu biezumu.

32. attēls.
Vesetas iela. Foto Ieva Andersone



33. attēls.

Tipveida griezumam porasfalta segumam

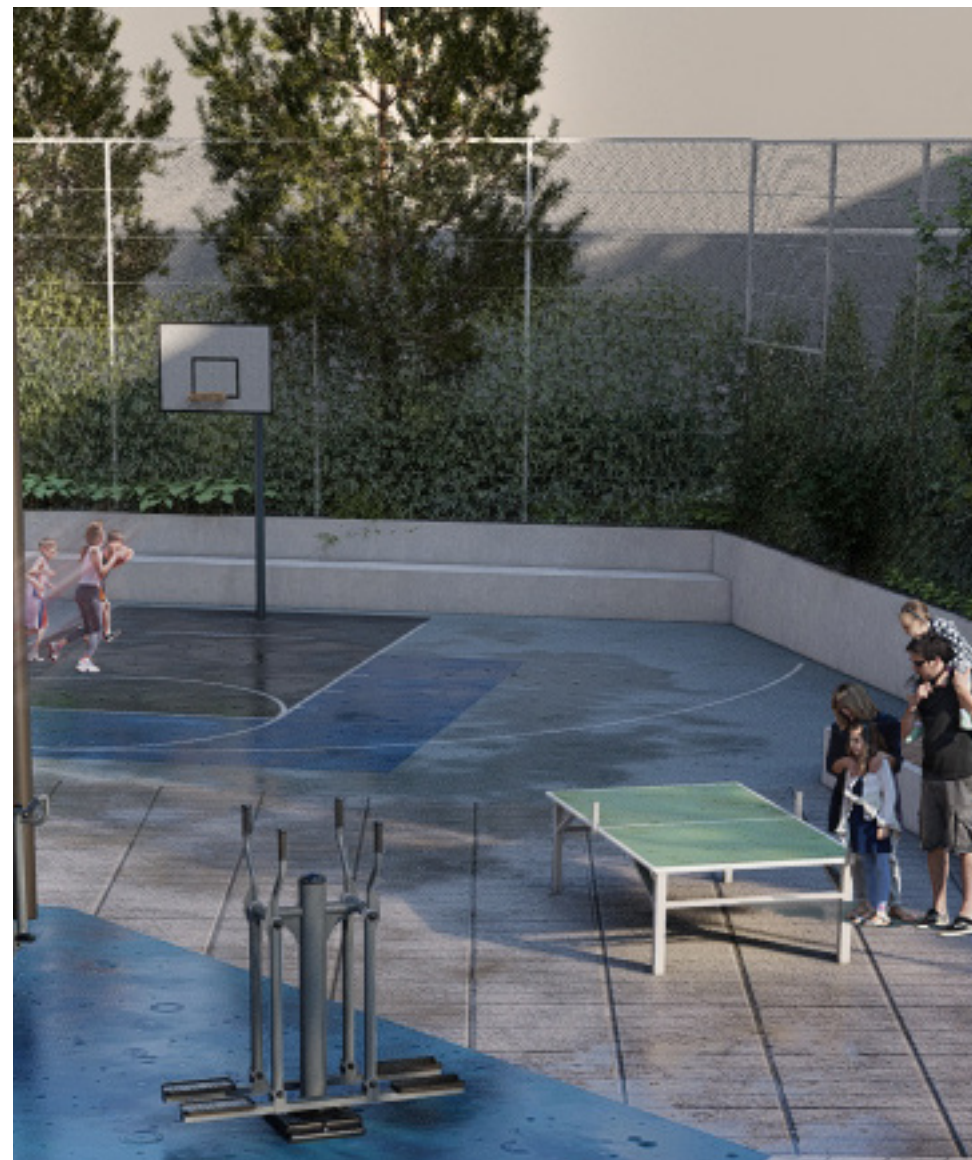


Porasfalta segums

Porainais asfalts ir ļoti līdzīgs parastajam asfaltam, taču tajā nav smalko daļiņu, ļaujot lietus ūdenim plūst tam cauri. Kad ūdens ir izplūdis cauri porainajai virsmai, tas tiek īslaicīgi uzglabāts apakšā esošajā šķembu rezervuārā no kura tas lēnām iefiltrējas zemāk esošajā augsnē. Ģeotekstila filtra kārtā tiek paklāta uz šķembu apakškārtas un tās sānos, lai novērstu smalku smilšu nokļūšanu tajā. Porainu segumu slodzes nestspēja ir mazāka nekā parastajiem segumiem, jo tajos nav smalko daļiņu. Šo materiālu ieteicams izmantot vieglo automašīnu stāvvietās, uz ceļiem ar zemas intensitātes satiksmi (t.i. dzīvojamās ielās), velosipēdistu ceļiņiem un gājēju ceļiņiem.

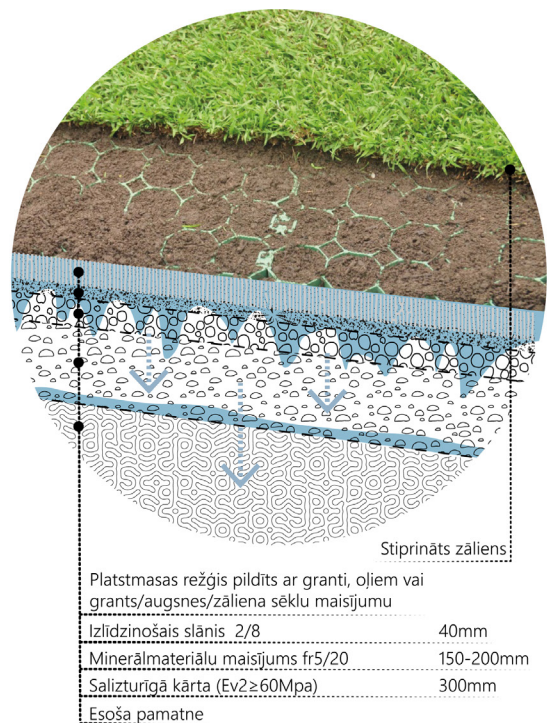
34. attēls.

Gustava Zemgala gatves biroju ēku jaunbūve. Vizualizācija Artūrs Mengots



35. attēls.

Tipveida griezumam stiprinātam zālienam / plastmasas režģa segumam



Stiprināts zāliens / Plastmasas režģa segums

Šie režģi ir izgatavoti galvenokārt no pārstrādātiem plastmasas materiāliem. Tos var piepildīt ar grants, oļiem vai augsnes un zāliena sēklu maisījumu; grants ir labāka izvēle vietās ar intensīvāku izmantošanu. Dēļ plastmasa režģa elastības to var izmantot vietās ar nelīdzenu reljefu, taču šim bruģim nav tik liela izturīguma pakāpe kā betona bruģim. Tam nav vajadzīga kanalizācija, aizturēšanas dīķi vai jebkādi citi noteces elementi, taču pareiza vietas sagatavošana, uzstādīšana un uzturēšana ir būtiska, lai šis segums spētu nodrošināt ilgtermiņa ieguvumus. Piemēram, ir svarīgi izvairīties no lielu apjomu noteces novirzīšanas no blakus esošām ūdens necaurīdīgām teritorijām, jo tas varētu veicināt nogulšņu uzkrāšanos un sāls nogulsnešanos uz veģetācijas ziemā. Plastmasas režģa segumu ieteicams izmantot stāvvietās, dzīvojamās ielās, ietvēs un velosipēdistu celiņos.

36. attēls.

Stiprināta zāliena segums



10. NODAĻA

PAZEMES INFILTRĀCIJAS RISINĀJUMI UN
ŪDENS AIZTURĒŠANAS RISINĀJUMI



Rūjienas kultūras nams. ALPS ainavu darbnīca.
Foto Aigars Lapiņš

PAMATINFORMĀCIJA

Risinājumi piemēroti teritorijām ar augstas intensitātes noteci un augstu piesārņojuma līmeni, kā piemēram transporta infrastruktūras objektiem, plašām autostāvvietām, industriālajiem parkiem u.c., kurās nav iespējas izbūvēt vaļējos lietus ūdeņu uzkrāšanas un infiltrācijas risinājumus.

Pazemes infiltrācijas lauki var būt gan ar dabiskiem materiāliem - akmeņu krāvumi ietīti ģeotekstilā zem melnzemes slāņa, gan akmeņu krāvumu līdz pašai augšai, gan pazemes konstrukcijas – kasetes, rezervuāri, tuneļi.

Atsevišķi var paredzēt kā vietējas infiltrācijas vietas – akas bez dibeniem un drenāžas laukus, kur drenāža strādā apgriezti, nevis infiltrē ūdeni, bet no caurulēm laiž ūdeni apkārtējā vidē.

TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Tipiska izmantošana vietās, kur ir stāvlaukumi ar caurlaidīgiem segumiem vai lietus ūdeņu novadīšana no cietajiem segumiem ar gūlijām, kuru izvadi tiek virzīti kasetēs vai apakšzemes rezervuāros. Piemēroti vietās, kur gruntsūdens līmenis ir zemāk par 1,80 m.

Infiltrācijas laukiem filtrācijas koeficients ir parasti virs 2 m/dn un kasetēm un tuneļiem vēl vairāk. Svarīgi pareizi aprēķināt uzkrājošo tilpumu kasetēm un tuneļiem, nosakot maksimālo tilpumu noteiktajai lietussgāzes atkārtotā varbūtībai, ņemot vērā pieteci un infiltrāciju dažādos laika periodos.

Ja ierīko akmeņu infiltrācijas laukus, tad jāaprēķinās, ka aptuveni 60% no tilpuma aizņem akmeņi un 40% tilpuma ir atvēlēti ūdenim. Filtrējošo materiālu slānis var nodrošināt labu ūdens attīrīšanu.

Priekšrocības	Trūkumi
Samazina maksimālo noteci uz lietuss kanalizācijas tīkliem, samazinot plūdu risku objektā un cauruļvados	Jābūt precīzi veiktiem tilpuma aprēķiniem
Samazina piesārņojumu notecē	Nevajadzētu izmantot vietās, kur aktivitātes veicina piesārņotas noteces rašanos
Var tikt izmantots jebkurā vietā, kur ir pietiekoši dziļi gruntsūdeņi	Nedrīkst būt nekādas konstrukcijas uz infiltrācijas laukiem, kas samazinātu caurlaidīgo segumu virsmu vai samazinātu infiltrāciju laukus.
Papildina vietējo ūdens nesējslāni	Lieliem objektiem nepieciešami lieli infiltrācijas lauki
Labi izskatās un plaši var tikt pielietoti dažādās apbūves teritorijās, stāvlaukumos, skvēros, u.c. laukumos	
Ja pareizi izbūvēti un pienācīgi uzturēti, šie infiltrācijas risinājumi ir ilgmūžīgi	

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA – INFILTRĀCIJAS KASETES UN TUNEĻI

Kasetes parasti veido no dažādu kompozītu plastmasas savienojumiem. To gabarīti ir dažādi katram ražotājam un slodzes klases piemērotas gan izbūvei zaļajās zonās, gan zem brauktuvēm paaugstinātas slodzes apstākļos. Noteikti jāparedz tīrīšanas akas, caur kurām tiek veikta kasešu un tuneļu inspekcijas un tīrīšana. Ūdens var tikt īslaicīgi uzglabāts pirms infiltrācijas zemē, atkārtoti izmantots, vai tikt novadīts uz ūdenstecēm vai citām kanalizācijas sistēmām uzreiz. Visi infiltrācijas risinājumu veidi tiek ietīti ģeotekstilā, lai norobežotu no apkārtējās grunts, bet netraucētu infiltrācijai. Šiem risinājumiem netiek paredzētas pārtesces, jo viss ūdens lēnām infiltrējas gruntī. Izmantošana augsto gruntsūdens apstākļos (membrānas, drenas, u.c.)

Augstu gruntsūdens apstākļos, šie risinājumi kļūst kā uzkrāšanas rezervuāri un kamēr gruntsūdens līmenis nepazeminās, risinājumi stāv pilni ar uzkrāto ūdeni.

Pazemes infiltrācijas risinājumi – tuneļi un kasetes, tiek aizbērti ar labi drenējošu materiālu – sīkšķembām, oļiem vai to maisījumu līdz segumu pīrāgam.

Infiltrācijas risinājumus var izvietot gan zaļajās zonās, gan zem brauktuvēm lielas slodzes apstākļos. Ja virs risinājumiem tiek paredzēti necaurlaidīgi segumi, tad jāparedz papildus virsūdeņu uztvērēji – gūlijas, kur satek visi lietusūdeņi, un tad pa pazemes cauruļu sistēmu ūdens tiek aiztransportēts uz pazemes infiltrācijas kasetēm vai laukiem.

38. attēls.
Infiltrācijas tuneļu izbūve



39. attēls.
**Infiltrācijas lauka
ar drenāžu izbūve**

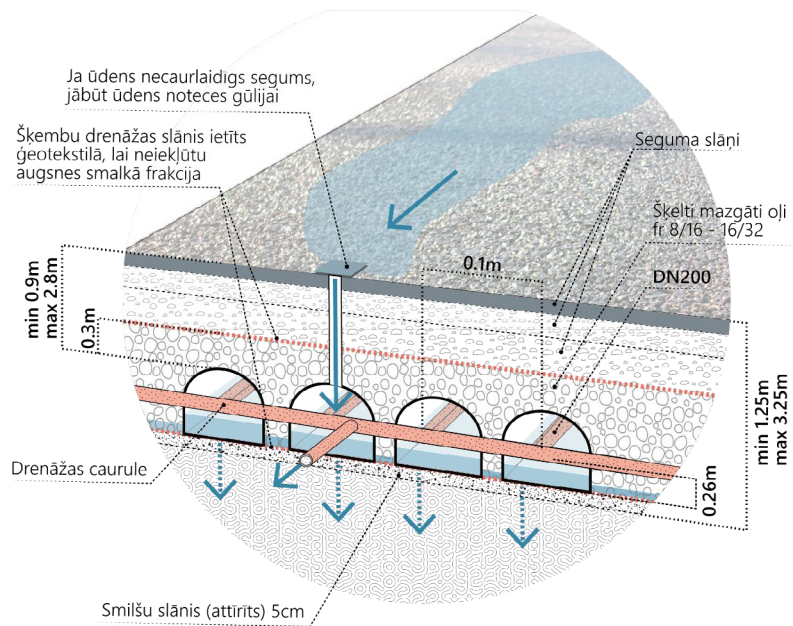


TEHNISKĀ INFORMĀCIJA – INFILTRĀCIJAS AKAS (SOAKAWAYS)

Tipveida rasējumi

40. attēls.

Tipveida griezumam pazemes infiltrācijas tuneļiem



Kopšana un monitorings

Pazemes infiltrācijas risinājumu tīrīšana ir vislielākais šīs būves izaicinājums. Parasti tiek paredzēti gružu un smilšu uztvērēji pirms ieplūdes, kas regulāri jātīra. Infiltrācijas laukus parasti netīra, bet kastes un tuneļus jāparedz reizi gadā inspicēt un pēc nepieciešamības iztīrīt no smiltīm vai duļķēm caur skat-akām, izmantojot hidrodinamisko mašīnu.

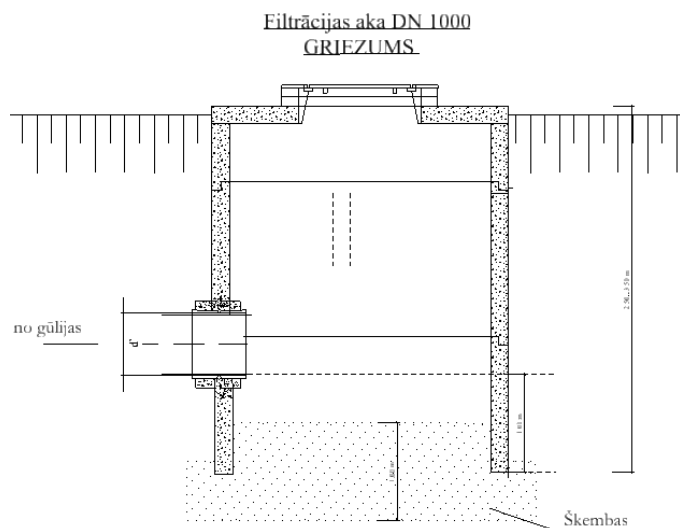
Infiltrācijas risinājumus var izvietot gan zaļajās zonās, gan zem brauktuvēm lielas slodzes apstākļos. Ja virs risinājumiem tiek paredzēti necaurlaidīgi segumi, tad jāparedz papildus virsūdeņu uztvērēji - gūlijas, kur satek visi lietus ūdeņi, un tad pa pazemes cauruļu sistēmu ūdens tiek aiztransportēts uz infiltrācijas aku. Parasti šīs akas ir ar tilpumu līdz 5 m³, akas visbiežāk izvieta reljefa zemākajos punktos.

Priekšrocības	Trūkumi
Samazina maksimālo noteci uz lietus kanalizācijas tīkliem, samazinot plūdu risku objektā un cauruļvados	Izmantojams lokāli, mazās platībās
Samazina nepieciešamību pēc sarežģītiem tīklu izbūves darbiem	Nevajadzētu izmantot vietās, kur aktivitātes veicina piesārņotas noteces rašanos
Papildina vietējo ūdens nesējslāni	Regulāri jāattīra no gružiem
Izmanto vietās, kur nepieciešams lokāli savākt ūdeņus no brauktuvēm un citiem cietajiem segumiem	

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA – INFILTRĀCIJAS TRANŠEJAS (FRENCH DRAINS)

Tipveida rasējumi

41. attēls. Infiltrācijas akas izbūve



Tehniskie parametri

Infiltrācijas akas tiek izbūvētas no dzelzsbetona grodiem, pastāv arī rūpnieciski ražotas akas no polimērmateriāliem. Akām nav dibena, to vietā ir šķembu slānis 1m dziļumā, kas veicina ūdeņu infiltrāciju.

Aku standarta diametri ir DN1000 – DN1500, dziļums H līdz 2,0 m. Pieslēgumi pie šīm akām ir ne dziļāk par 1,5 m, lai būtu brīvais tilpums lietus ūdeņu uzkrāšanai. Vietās ar augstu gruntsūdeni akas var īslaicīgi lēnām strādāt, kamēr pazeminās gruntsūdens līmenis apkārtnē.

Kopšana un monitorings

Aku kopšana kā konvencionālajai lietus kanalizācijai, reizi gadā jāpārbauda vai nav piesērējusi ar smiltīm un gružiem. Aku ilgmūžība atkarīga no pieplūstošā ūdens kvalitātes un materiālu kvalitātes.

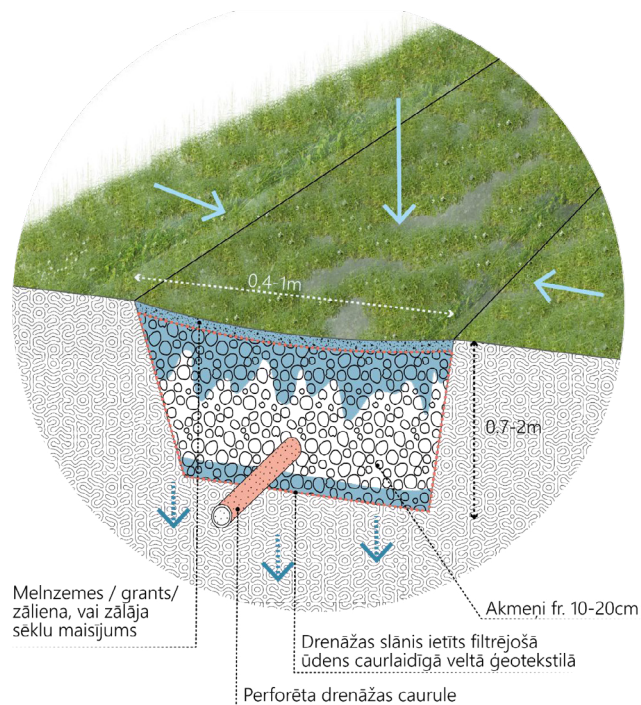
Risinājumi piemēroti teritorijām ar augstas intensitātes noteci un augstu piesārņojuma līmeni, kā piemēram transporta infrastruktūras objektiem, autostāvvietām, laukumiem u.c., kurās nav iespējas izbūvēt vaļējos lietus ūdeņu uzkrāšanas un infiltrācijas risinājumus.

Parasti jebkurš grāvis var pārtapt par infiltrācijas tranšējām, nogāžu slīpumi te nav svarīgi. Šo tranšeju dziļumi var būt no 0,7 līdz 2,0 m, dziļāk nav lietderīgi rakt, jo tur jau ir pastāvīgs gruntsūdens līmenis. Tranšejas pilda ar oļu, akmeņu vai šķembu maisījumu, paredzot tos ietīt ģeotekstilā, lai nesajauktos laika gaitā ar apkārtējo grunti. Tranšeju platumi ir atkarīgi no tā vai tiek paredzēta papildus drenāža, ja tiek likta, tad tranšejas platums ir 0,4 m no drenāžas ārējās malas.

Priekšrocības	Trūkumi
Samazina maksimālo noteci uz lietus kanalizācijas tīkliem, samazinot plūdu risku objektā un cauruļvados	Nevajadzētu izmantot vietās, kur aktivitātes veicina piesārņotas noteces rašanos
Samazina piesārņojumu notecē	Nedrīkst būt nekādas konstrukcijas uz infiltrācijas tranšējām, kas samazinātu caurlaidīgo segumu virsmu vai samazinātu infiltrāciju franču tipa grāvjos
Var tikt izmantots jebkurā vietā, kur ir pietiekoši dziļi gruntsūdeņi (vismaz 1,0 m)	Regulāri jāizvāc saaugušie augi
Papildina vietējo ūdens nesējslāni	Ja atrodas ielu malās, tad jāizvāc pa ziemu kaisītās smiltis.
Labī izskatās un plaši var tikt pielietoti dažādās apbūves teritorijās, stāvlaukumos, skvēros, u.c. laukumos	
Ja pareizi izbūvēti, tad caurlaidīgās virsmas ir ilgmūžīgas neveicot specifiskus apkopes darbus.	

Tipveida rasējumi

42. attēls. Infiltrācijas tranšeja



Tehniskie parametri

- Rekomendētie parametri ir: platums vēlams 0,4 – 1,0 m, garums var piemēroties celiņu konfigurācijai un to garums nav noteikts
- Noteces areāls ir pieguļošā teritorija, celiņi, ielas brauktuve. Lai apsaimniekotu plašākas teritorijas, nepieciešams apvienot vairākus risinājumus. Maksimālā platība tipiski tiek noteikta lietusgāzei ar vienreizējā atkārtosšanās periodu 10 gadi
- Uzbērtie akmeņu un šķembu maisījumi nodrošina infiltrācijas kapacitāti jābūt vismaz 2 m/dn.
- Apstādījumi uz šiem risinājumiem netiek paredzēti
- Franču tipa grāvji jeb tranšejas strādā pie gruntsūdens līmeņa vismaz 1,0 m
- Uzkrājošais ūdens tilpums sastāda 40% no kopējā tranšejas šķērsriezuma, ja grunts ir smilšainas, tad lietderīgi paredzēt šķembas ietīt ģeotekstilā

Kopšana un monitorings

Nekāda speciāla kopšana netiek paredzēta, regulāri jāattīra no ieaugušiem augiem, jāsavāc atkritumi. Reizi pāris gados lietderīgi inspicēt drenāžas vadus un pēc nepieciešamības izskalot tos.

11. NODAĻA
ZAĻĒ JUMTI



Origo ONE biznesa centrs. ALPS ainavu darbnica.
Foto Ieva Andersone.

PAMATINFORMĀCIJA

Zaļie jumti ir dzīvās veģetācijas apgabali, kas uzstādīti ēku augšdaļā dažādu iemeslu dēļ, ieskaitot vizuālu labumu, ekoloģisko vērtību, uzlabotu ēkas veiktspēju un virszemes ūdens noteces samazināšanu.

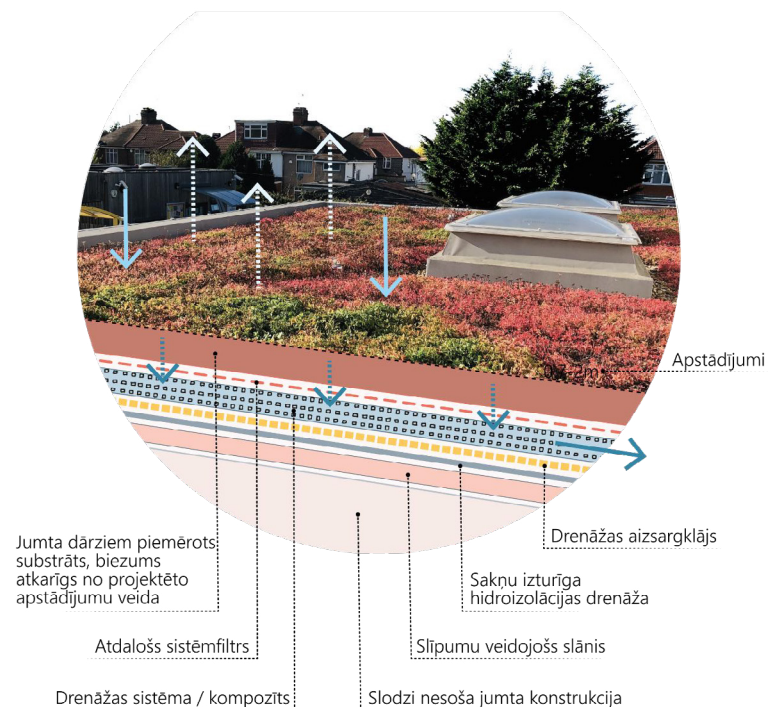
Zaļā jumta veidus var iedalīt divās galvenajās kategorijās:

- Ekstensīvie zaļie jumti, ar zemu pamatnes dziļumu (un līdz ar to zemu slodzi uz ēkas konstrukciju), vienkārša stādīšana un zemas apkopes prasības; tie mēdz nebūt pieejami apmeklētājiem. To uzbūves biežums parasti ir apmēram 15 cm vai mazāk un parasti tajos stāda viršus vai citus sausuma izturīgus un zemus augus
- Intensīvie zaļie jumti (vai jumta dārziem) ir ar biežāku pamatnes uzbūvi (un tāpēc veido lielāku slodzi uz ēkas konstrukciju), kas var atbalstīt plašu stādījumu klāstu – bieži vien arī krūmi un mazi koki, bet kuriem parasti nepieciešama intensīvāka apkope, tie parasti ir pieejami arī apmeklētājiem

Zaļie jumti var uzlabot ēku siltuma rādītājus, potenciāli samazinot ēkas enerģijas izmaksas, jo augi un pamatne vasaras mēnešos atdzesē jumtu, iztvaicējot. Ziemas izolācijas īpašības ir atkarīgas no jumta turētā ūdens daudzuma, un mitrās ziemās ieguvumi parasti būs nelieli. Zaļie jumti palīdzēs cīnīties ar pilsētas karstuma salas efektu, ja pilsētas teritorijā ir pietiekams skaits, kā arī veicinās gaisa kvalitātes uzlabošanu, notverot putekļu daļiņas.

Zaļais jumts sastāv no sistēmas, kurā tiek slāņoti vairāki materiāli, lai sasniegtu vēlamās veģetatīvās segas un drenāžas īpašības. Dizaina komponenti mainās atkarībā no zaļā jumta veida un vietas ierobežojumiem, bet parasti ietver elementus, kas parādīti 36. attēlā.

43. attēls. Jumta dārza tipveida uzbūve



TIPISKA IZMANTOŠANA, PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI

Priekšrocības	Trūkumi
Labā spēja absorbēt pilsētas gaisa putekļu piesārņojumu	Esošo jumtu modernizēšanas iespējas var būt ierobežotas dēļ jumtu un celtnu konstrukcijām (kravnesība, izturība, u.c.)
Var tikt uzstādīti augsta blīvuma apbūves teritorijās	Augstākas ierīkošanas izmaksas, salīdzinot ar parastajiem jumtiem
Ekoloģiski, estētiski ieguvumi un labiekārtojums	Nav piemērots stāviem jumtiem
Neaizņem papildus zemi	Nepieciešama jumta veģetācijas uzturēšana
Uzlabo gaisa kvalitāti un klimatu pilsētā	Jebkurš ūdensnecaurlaidīgās membrānas bojājums, var būt kritisks, jo ūdens tiek uzkrāts uz jumta
Palīdz pārvaldīt pilsētas siltuma salas efektu	Jumta konstrukcijai ir jāparedz papildus slodze
Izolē ēkas no temperatūras svārstībām	
Samazina jumtu membrānu paplašināšanos un saraušanos	
Skaņas/trokšņu absorbēšana	
Zemākas enerģijas izmaksas ēkas īpašniekiem	
Vairo bioloģisko daudzveidību pilsētvidē	
Jumta dārzus var izmantot pilsētas lauksaimniecībai	

HIDROLOĢISKIE UN HIDRAULISKIE APRĒĶINI

Zaļajiem jumtiem nokrišņu daudzums rēķina pēc LBN 221-15 prasībām. Zaļo jumtu hidrauliskās spējas ir atkarīgas no jumta konstrukcijas slāņu veida jeb “pīrāga”. Katrs “pīrāga” veids tiek sastādīts individuāli.

TEHNISKĀ INFORMĀCIJA

Konstrukcijām uz jumta jāspēj izturēt stipri vēji. Grants uzbērums, akmeņi vai bruģakmeņi jumta malās var pasargāt no vēju bojājumiem. Ja tiek stādīti lieli kokaugi, tie jāenkuro, lai izvairītos no to iespējamās izgāšanas.

Jāņem vērā projektējamā jumta slīpums. Bez papildus slīpuma stabilizācijas pasākumiem, nav ieteicams veidot zaļo jumtu nogāzi vairāk kā 2:12 (aptuveni 9,5° vai 17%). Slidēšanu un sēšanos var samazināt, izmantojot horizontālo nostiprināšanu, ar līstēm, starpsienām vai režģiem. Izmantojot šīs un citas metodes, zaļos jumtus var izbūvēt vietās ar nogāzi līdz 7:12 (jeb 30° vai 58%).

Jāizvairās no viegli uzliesmojošiem materiāliem un jāuztur 0,5 – 1,0 m oļu vai grants josla gar aizsargbarjerām, jumta logiem, skursteņiem u.c. Ja tiek izmantoti šie elementi, tad tiek pieņemts, ka ugunsbīstamība nav lielāka, kā jumtam ar flīzēm. Turklāt, zaļo jumtu veģetācija, ko veido sulīgi virši ir ugunsdroša.

Ja zaļie jumti ir rūpīgi projektēti ar atbilstošiem augiem un substrātu, un, ja augi ir labi iesakņojušies, tad apūdeņošana nebūtu nepieciešama, izņemot ļoti sausos laikapstākļos. Ir iespējams panākt bagātīgas veģetācijas efektu, kurai nav nepieciešama nepārtraukta ūdens pievade arī sevišķi sarežģītos gadījumos, veicot pareizu augu izvēli.

Projektējot zaļos jumtus ir jākonsultējas ar izvēlētajās sistēmas ražotāju par zaļā jumta izbūves variantiem.

KOPŠANA UN MONITORINGS

- Dažiem jumtiem veģetācijas izveides laikā ir vajadzīga apūdeņošana
- Regulāra tukšu laukumu inspicēšana un augu nomaiņa
- Var būt nepieciešama atkritumu savākšana (atkarībā no izmantošanas un novietojuma)

12. NODAĻA

CITI RISINĀJUMI



Roche. ALPS ainavu darbnica.
Foto Ieva Andersone

Koku nozīme ILŪA sistēmās kļūst arvien plašāka, un tie nodrošina vairākas ILŪA funkcijas. Kokaugus var integrēt kā daļu no daudzām ILŪA sistēmām, piemēram, lietus dārziem un ievalkām, lai uzlabotu ILŪA sistēmu efektivitāti un priekšrocības.

Koki veic dažādas funkcijas ILŪA sistēmās. Kokaugu apstādījumos var uzglabāt lietus ūdens noteci, izmantojot inženierētas strukturālas augsnes vai patentētas koku stādīšanas sistēmas. Koku lapotnes ne tikai pārtver lietus ūdens nokrišņus, samazinot lietus ūdens daudzumu, kas tādejādi nonāktu uz iespējams, ūdens necaurļaidīgiem segumiem, bet arī izmanto ūdeni no augsnes caur sakņu sistēmām līdz to lapām, kur tas tiek zaudēts transpirācijas procesā. Tie palīdz arī uzturēt augsnes porainību un bioloģisko daudzveidību, to sakņu sistēma palīdz uzturēt hidraulisko vadītspēju un mazināt lietus ūdens sistēmu aizsērēšanu, uzlabojot infiltrāciju pat mālainā augsnē. Augsne un ģeotekstila materiāli, kas veido koku stādīšanas sistēmu konstrukcijas, uztver lietus ūdens nosēdumus un piesārņojuma daļiņas. Izmantojot fitoremediācijas īpašības, koki absorbē nelielu daudzumu kaitīgu ķīmisku vielu – ieskaitot metālus, ogļūdeņražus un šķīdinātājus – un pārveido tās par mazāk kaitīgām vielām vai izmanto tās kā barības vielas. Koki ir arī lielākais biomasas elements pilsētā, kas nodrošina ievērojamu bioloģiskās daudzveidības vērtību. Koki un pilsētas meži nodrošina barību, dzīvotni un patvērumu putniem, bezmugurkaulniekiem un citām sugām. Visbeidzot koki ir svarīga pilsētvides sastāvdaļa. Tie paaugstina pilsētas vides estētiski arhitektonisko vērtību un rada piemērotu dzīves, darba un atpūtas vidi iedzīvotājiem.

Koku nozīme un jaunu koku stādīšana var būt efektīva pieeja klimata pārmaiņu novēršanai, palīdzot mazināt temperatūru vasarā un uzlabojot gaisa kvalitāti. Tādējādi koku integrācija ILŪA sistēmās palīdz cīnīties pret klimata pārmaiņu radītajām sekām.

Augsne

Kopējam augsnes dziļumam jābūt piemērotam izvēlētajai koku sugai. Kokiem ir nepieciešams liels augsnes daudzums, lai tie varētu izaugt pilnā augumā un būtu veseli. Ideālā gadījumā kokam būtu nodrošināts neierobežots augsnes tilpums, taču tas pilsētās bieži nav iespējams. Ieteicams, savienot koku stādbedres, kur tas iespējams, lai maksimāli palielinātu vietas pieejamību saknēm. Tām jānodrošina pietiekams augsnes tilpums, ūdens un gāzveida apmaiņa sakņu sistēmā. Lai nodrošinātu sakņu zonu, inženierkomunikāciju un citas pazemes infrastruktūras savietojamību, būtu jānosaka pazemes pakalpojumu un drenāžas vieta. *Aizsardzību gan ilgtermiņa sakņu augšanai, gan zem zemes esošajai inženierkomunikāciju infrastruktūrai var nodrošināt ar sakņu barjerām.*

Svarīgi izmantot kvalitatīvu augsni un tās sastāvu, kas spēj tikt galā ar periodiskiem applūdumiem, nezaudējot būtisko nesablīvēto struktūru. Nesablīvēta augsne ir viens no svarīgākajiem aspektiem koka ilgmūžībai. Tiklīdz augsnes substrāts ir sablīvēts, tiek likvidētas makro poras augsnes struktūrā. Tas kaitē ne tikai sakņu augšanai, bet arī tiek zaudēta vieta, kur akumulēties ūdenim. Nesablīvētai smilšmāla augsnei ir atvērta struktūra, un ūdens un gaisa papildīšanai ir pieejama 25–35% makro un mikro poru struktūra. Drenāžas process, kurā lietus ūdeņi var notecēt, iepludinot arī gaisu, ir būtisks augsnes un koku ilgtermiņa veselībai. Arī pārmērīgs augsnes virskārtas biežums palielina anaerobo apstākļu (skābekļa deficīta) risku.

Koku augsnes substrātiem ir dažādi sastāvi un tie veiksmīgi tiek izmantoti visā pasaulē. Lai izvēlētos pareizu augsnes substrāta sastāvu, jāņem vērā vietējais klimats un koku suga. Nepieciešams konsultēties ar ainavu arhitektiem un arboristiem par pareizu augsnes sastāvu. Izmantojot patentētas koku stādīšanas sistēmas, jāievēro ražotāja sniegtie ieteikumi.

Visiem augsnes substrātiem būtu jābūt:

- Bez kaitēkļiem un slimībām, kas padarītu augsni nederīgu izmantošanai dārzkopībā
- Bez materiāliem, kas nav augsne, ķieģeļiem un citiem būvmateriāliem, kā arī bez atkritumiem, asām vielām, ogļūdeņražiem, augu vielām, nezāļu saknēm, sakneņiem un citiem svešķermeņiem
- Bez materiāliem, kas ir kodīgi, sprādzienbīstami vai viegli uzliesmojoši, bīstama cilvēku vai dzīvnieku dzīvībai, kaitē veselīgai augu augšanai

Piesārņojums un piesārņojuma avoti, kas ietekmē virszemes un gruntsūdeņus, ietekmē arī koku augšanu. Dažas sugas ir uzņēmīgākas nekā citas, un koku sugu izvēlē jāņem vērā stādīšanas vietas specifika.

Daudzas koku sugas spēj uzņemt no augsnes dažādus piesārņotājus, tostarp metālus, pesticīdus un organiskos savienojumus. Augsnē esošo slāpekļa un fosfora pārpalikumu koki ātri uzņem ar skābekli bagātām rizosfērām. Izturīgas koku sugas var arī metabolizēt piesārņotājus – smagos metālus, neorganiskos un organiskos savienojumus, tādējādi attīrot arī lietus ūdeni.

Šīs kokaugu īpašības palielina koku efektivitāti virszemes ILUĀ sistēmās un piesārņotāju filtrēšanā:

- Plašs un blīvs koka vainaga lapojums
- Ilgmūžīgi koki
- Ātraudzīgi koki
- Augsta izturība pret vasaras sausumu
- Izturība pret ūdens piesātinātām augsnēm
- Izturība pret gaisa un ūdens piesārņotājiem, kas bieži sastopami pilsētas vidē
- Plašas sakņu sistēmas

Koku stādīšanas sistēmas

Ja koku stādīšana ir paredzēta cietajos segumos, var būt nepieciešams izmantot slodzi nesošas koku stādīšanas sistēmas. Šīs sistēmas ir kubveida konstrukcijas, kas nodrošina nesošu struktūru, kurā ievieto augsnes substrātu. Šīs konstrukcijas nodrošina pietiekamu substrāta daudzumu koku saknēm, papildu tilpumu virszemes lietus ūdens notecēi un strukturālu atbalstu, lai novērstu augsnes sablīvēšanos. Koku stādīšanas sistēmas parasti ir pārklātas ar režģiem un stieņas zem blakus esošajiem cietajiem segumiem.

Konstrukciju nestspēja un konstrukcijas prasības būs atkarīgas no sistēmas materiāla. Pazemes inženierkomunikācijas var izvietot ap un pat caur šīm koku stādīšanas sistēmām.

Virszemes lietus ūdens noteces uztveršanai, atsevišķi stādīti koki ar nelielu stādbedri cietajā segumā ir mazāk efektīvi nekā zem cietajiem segumiem savienotas, integrētas koku stādīšanas sistēmas, jo tie nodrošina lielāku kapacitāti, elastību un iespējas efektīvi uztvert un izmantot lietusgāžu noteci.

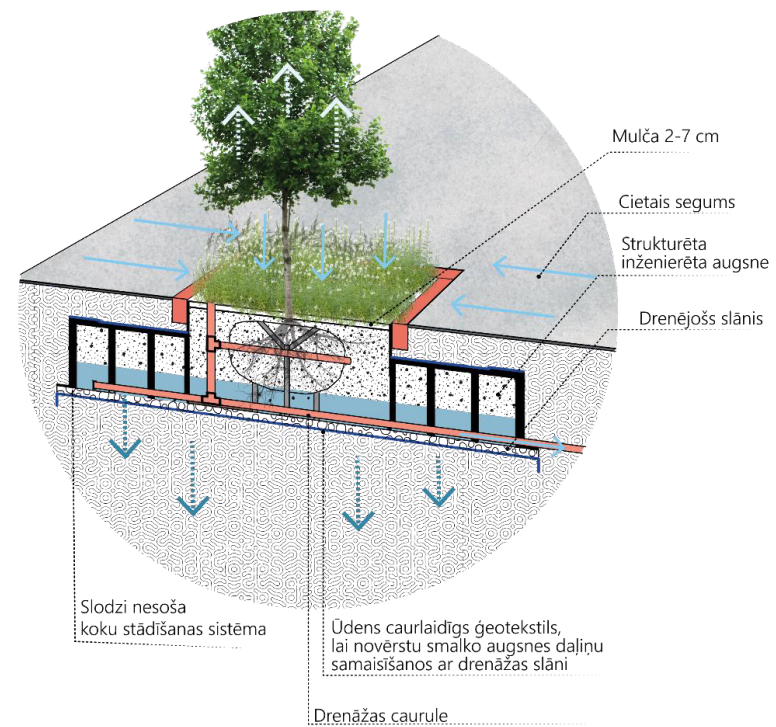
Koku stādīšanas sistēmas var palīdzēt samazināt lietus ūdens plūsmas ātrumu, veicinot infiltrāciju kā arī nodrošinot lietus ūdens īslaicīgu uzglabāšanu. Pieejamo uzglabāšanas apjomu nodrošina tukšā vieta sistēmās esošajās augsnēs. Koku stādīšanas sistēmas infiltrācijas ātrums nosaka sistēmas lielums, kas nepieciešams ūdens uzglabāšanai. Atbilstoši var mainīt bedres konstrukciju. Uzglabātā ūdens līmenim koku bedrē jābūt tādām, lai tas negatīvi neietekmētu koka veselību. Maksimālās lietus ūdens uzglabāšanas apjoms jāparedz tāds, lai tas notecētu 48 stundu laikā.

Koku stādbedrēm jābūt labi drenējošām, jo ilgstoši stāvošs ūdens ierīkošanas laikā var būt viens no galvenajiem koka bojāejas iemesliem. Vislabāk to var panākt ar infiltrāciju, ja grunts īpašības ir piemērotas. Ja infiltrācija nav iespējama, var izmantot izplūdi virszemes ūdens kanalizācijas tīklā. Izplūdei jābūt dziļai, lai nepieļautu ilgstošu koka sakņu atrašanos ūdenī.

44. attēls.
AC Hotel Riga. Ainavu arhitekta Linda Zaļā. Foto Jānis Sēlis

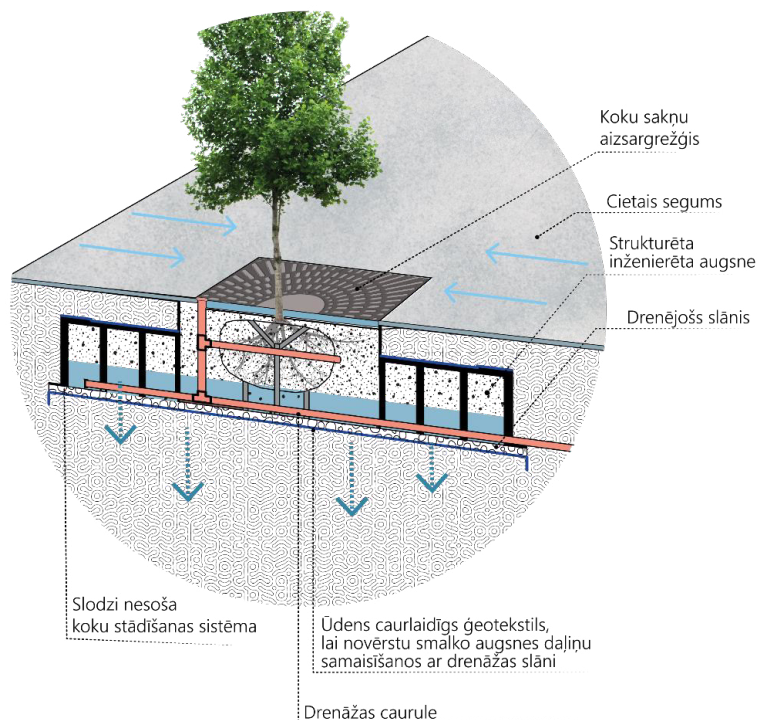


45. attēls.
Koku stādīšanas sistēmas ar apstādījumiem tipveida griezumus



46. attēls.

Koku stādīšanas sistēmas segumā tipveida griezumam



Apsaimniekošana

Kokiem pirmajos piecos gados pēc stādīšanas ir nepieciešams augstāks apsaimniekošanas līmenis, jo saknēm jāieaugas, pirms tās var efektīvi uzņemt ūdeni. Tāpēc rūpīgi jāapsver ILŪA sistēmās izmantoto kokaugu un to piemērojamība attiecīgajai vietai un mikro klimatam, lai nodrošinātu, ka kopšana nekļūst par apgrūtinošu atbildību.

Ir jāņem vērā koka suga, pieauguša koka izmērs – stumbra augstums, lapotnes diametrs, sakņu sistēmas izmērs. Kokaugu specifikācija un augsnes veiktspējas kritēriji paralēli jāizstrādā kā neatņemama ILŪA sistēmu dizaina un ilgtermiņa redzējuma sastāvdaļa. Apvienojot kokus ar citām ILŪA sistēmu sastāvdaļām, lietus ūdens pārtveršanas un noteces uztveršanas apjomu var ievērojami palielināt.

Sāls ir visbiežāk izmantotā atledošanas viela, kuras galvenā sastāvdaļa ir nātrija hlorīds. Gan nātrija, gan hlorīda joni var būt kaitīgi dažām koku sugām, ja augsnē ir pārmērīgs to daudzums. Sāls bojā kokus, piesārņojot augsni ap saknēm vai notekūdenim ar augstu sāls koncentrāciju nokļūstot uz koka. Vidējas un augstas caurlaidības augsnēs, piemēram, smiltīs un grantī (kur ūdens uzturēšanās laiks augsnē ap koku saknēm ir mazs), risks, ka sāls negatīvi ietekmēs koku, ir mazāks. Arī ziemā koki parasti uzņem mazāk ūdens, un tādēļ, ja tos pakļauj tikai īslaicīgiem piesārņota ūdens gadījumiem, visticamāk, tā ietekme būs minimāla. Svarīgi ir izvēlēties koku sugas, kas ir noturīgas pret sāls piesārņojumu, ja tāds paredzams.

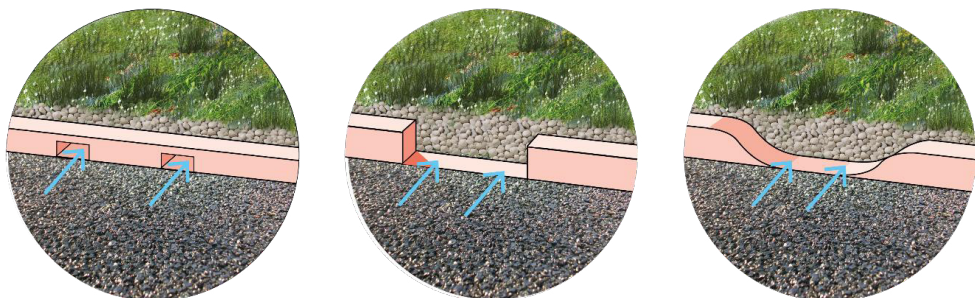
Kļūdas, no kurām jāizvairās, izmantojot kokus ILŪA sistēmās:

- Ilgstoša sistēmas applūšana – lielākā daļa kokaugu izturēs 48 stundu applūšanu, bet mirstība strauji pieaug pārsniedzot 48 h
- Anaeroba augsne – augsnes aerācija ir būtiska, lai uzturētu augsnes veselību un labvēlīgu mikrobioloģisko aktivitāti augsnē
- Ieplūdes izraisītas erozijas – augsnes erozija var atsegt koka sakņu sistēmu un koks var aiziet bojā
- Pārmērīga sakņu zonas sablīvēšanās – radot nepieejamas vietas saknēm
- Ekstrēms piesārņojums – pārmērīgs piesārņojums var izraisīt koku bojāeju

PĀRTRAUKTIE BORTAKMEŅI

Pārtrauktie bortakmeņi ir ceļa apmales ar atvērumiem, pazeminājumiem, kas veidoti, lai lietus ūdens no ūdens necaurlaidīgas virsmas, piemēram, ielām, autostāvvietām vai citām cietā seguma platībām, varētu ieplūst veidotos lietus dārzos, ievalkās vai citās ILŪA sistēmās. Apmales atvērumiem jābūt pietiekami lieliem, lai lietus ūdens notecētu blakus ILŪA sistēmās, kā arī, lai atvieglotu apkopi. Ierīkojot šādus bortakmeņus pie sistēmām ar stāvām nogāzēm, jānovērš nogāžu erozijas risks. Aiz bortakmeņiem tiek veidotas 30 – 50 cm platas oļu joslas, kas uztver pirmo piesārņojumu un atvieglo sistēmas apkopi.

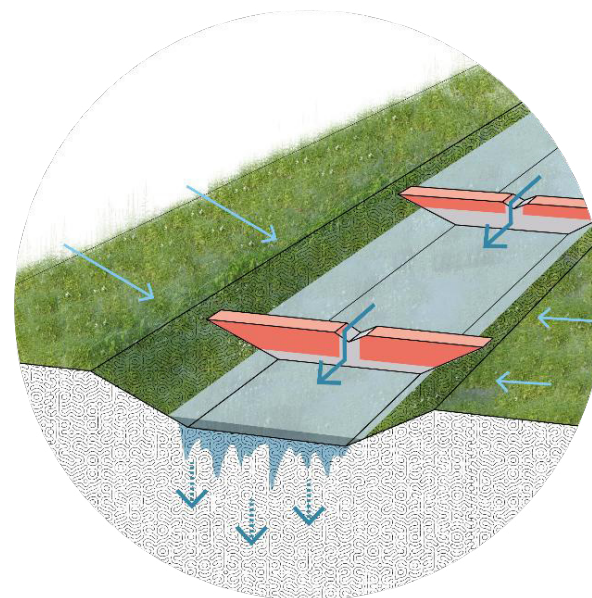
47. attēls.
Pārtrauktie bortakmeņi



KASKĀDES

Lietus ūdens noteces plūsmas ātruma samazināšanai veidoti dambji, aizsprosti. Veicina arī ūdens bagātināšanu ar skābekli un piesārņojuma nogulsnešanos. Pārsvārā veidoti no betona, bet var izmantot dažādus materiālus.

48. attēls.
Kaskādes



13. NODAĻA

APSAIMNIEKOŠANA,

ZIEMAS SPECIFIKA, TIPISKĀS KĻŪDAS



Magdelēnas kvartāls. ALPS ainavu darbnīca.
Foto Kaspars Dobrovolskis

APSAIMNIEKOŠANA LATVIJAS APSTĀKĻOS

Tāpat kā citās valstīs, arī Latvijā, ikdienas uzturēšana ilgtspējīgai lietus kanalizācijas pārvaldības sistēmai ir tāda pati kā konvencionālajai lietus kanalizācijas sistēmai. Galvenās ir ikdienas aktivitātes lietusūdeņu sistēmu apsaimniekošanā ir:

- Esošo konstrukciju un būvju inspekcija – šeit domātas akas, atbalstsienas, meniķi, gūlijas u.c.
- Cauruļvadu skalošana un aku tīrīšana no atkritumiem un gružiem
- Zaļo zonu apkopšana un pļaušana, krūmu un koku vainagošana, izciršana
- Grāvju, ievalku un dīķu nogāžu profila uzturēšana

Dažādu zaļo risinājumu pielietojums un izveide parasti vērsta uz ūdens daudzuma lokalizēšanu objektā un ūdens kvalitātes uzlabošanu. Latvijas apstākļos vēl papildus jārēķinās ar gadalaikiem un to specifiku, piemēram, sasalumu ziemas laikā. Līdz ar to, ir svarīgi veikt precīzus ūdens apjoma baseina aprēķinus, lai pavasara sniega kušanas laikā izkusušais ūdens sakrātos tilpnēs, ieplakās u.c. vietās nepārpludinot visu apkārtni. Jārēķinās, ka pavasara laikā zeme ir sasalusi un infiltrācija strādā lēni. Bieži tiek paredzēti šādos gadījumos pārplūdes risinājumi - akas, gūlijas, kuras pārķer sakrājušos ūdeni pirms pārplūšanas un novada lietus kanalizācijas sistēmā vai cita veida promtekā. Akas un gūlijas ir regulāri jātīra.

Laika gaitā filtrējošās grūtis sablīvējas, tas ir dabīgs process, kuram jāseko līdzī un ja nepieciešams jāuzirdina grūtis. Risinājumos, kuros ir paredzēti oļu filtri parasti šādas problēmas nav.

Arī caurlaidīgajos segumos stāvlaukumos, ja tie ir dažādu risinājumu režģi, kuru spraugās tiek veidots zālājs, jārēķinās ar transporta slodzes izraisītu grunts sablīvēšanos. Šādos risinājumos ir svarīgi jau sākotnēji saprast perspektīvās transporta slodzes un plānot atbilstošas slodzes klases segumus. Tāpat jāparedz režģu starpās zaļos risinājumus veidot vismaz 1 cm zemāk par režģi vai eko bruģi, tādējādi novēršot grunts sablīvēšanos.

Ja ilgstoši netiek iztīrītas uztvērējakas vai biodīķi, lietudārzi un dīķi no atmirušajiem augiem, tas var novest pie veiktspējas samazināšanās, applūšanas. Zemāk aprakstīti augu apkopšanas pamatprincipi, lai dažādi bio risinājumi spētu ilglaicīgi strādāt.

BIO RISINĀJUMI

Šādu risinājumu uzturēšana un apsaimniekošana (kā arī apsaimniekošanas izmaksas) neatšķiras no jebkura cita veida apstādījumu kopšanas:

- Stādījumu pārbaude reizi pusgadā, izņemot mirušos un sliktā stāvoklī esošos augus
- Regulāra ravēšana
- Mulčēšana – apstādījumiem mulčas slāni atjauno ik gadus tik ilgi, kamēr augi pilnībā noseguši zemesdzi. Vēlāk mulčas slāni var neatjaunot
- Laistīšana – Apstādījumiem pēc ierīkošanas jāveic regulāra augsnes mitruma kontrole un nepieciešamības gadījumā jālaista, īpaši pievēršot uzmanību augiem uz pārseguma un mazajos konteineros. Laistīšanu veic rīta vai vakara stundās. Laistīšana īpaši svarīga ir pirmajos 3 gados kamēr augi adaptējas un iesakņojas
- Atkritumu savākšana
- Krūmu un koku apcirpšana, zaru izgriešana
- Aizdambēšanos iespējams novērst ar mulčas slāņa izgrābšanu un filtrējošā tekstila / materiāla caurumošanu

Apstādījumu ierīkošanai, kas veikta noslēdzot līgumu ar apstādījumu ierīkotāju, defektu novēršanas periodam jābūt vismaz 24 mēnešiem, lai nodrošinātu, ka apstādījumi ir pilnībā iesakņojušies un ir dzīvotspējīgi, gan miera, gan augšanas periodā. Līguma nosacījumos jāparedz, ka apstādījumu ierīkotājs bez maksas nomaina visus augus, kuri iznīkuši vismaz pirmajā gadā (var paredzēt arī vandālismu vai citus ārkārtas iemeslus). Ja izmanto kokaugu dižstādus, šis periods būtu jāpagarina līdz 3 gadiem. Tomēr atbildību var panākt tikai tad, ja ierīkotājam, kurš uzņēmās stādīšanu, tiek uzticēta arī atbildība par apstādījumu uzturēšanu šajā periodā.

Projekta apsaimniekošanas līguma noteikumos vienmēr jāiekļauj papildus vai korigējošus darbus, lai nodrošinātu apstādījumu veselību un veiksmīgu ILŪA sistēmu funkciju nodrošināšanu.

Izmaksas salīdzināmas ar ierastu apstādījumu teritoriju uzturēšanas izmaksām.

Ierobežojumi:

- Risinājumi nav piemēroti teritorijām ar gruntsūdens līmeni augstāku par 1,0 m
- Par ierīkošanai nelabvēlīgām uzskatāmas arī nogāzes, kuru krituma leņķis pārsniedz 20%
- Maksimāli pieļaujamais lietus ūdeņu noteces plūsmas ātrums segumiem ar veģetāciju ir 0,3 m/s, segumiem ar mulčotu virsmas slāni 0,9 m/s. Pārsniedzot šos lielumus iespējama erozijas procesu sākšanās
- Bioaizturēšanas risinājumiem nav piemērotas arī augsnes, kuru dabiskās infiltrācijas kapacitāte (filtrācijas ātrums) ir zemāka par 0,3 m/dn
- Nav piemērotas arī teritorijās, kurās ir jau esoši koku stādījumi, jo bioaizturēšanas risinājumu ieviešanas gadījumā tie ir jāizņem

Visiem risinājumiem ir lietderīgi veikt monitoringu, lai jebkurā laikā varētu pārbaudīt sistēmas darbību un uzvedību dažādās klimatiskajās situācijās, dažādos gadalaikos un atrašanās vietās.

14. NODAĀ
MONITORINGS

Aukstajos gada mēnešos, kad ir sasalusi grunts, jārēķinās, ka infiltrācija nestrādā un tad sistēma pilda savas funkcijas vienīgi ar pārplūdes aku palīdzību. Ja šīs pārplūdes akas nebūs darba kārtībā, tad kūstošajiem ūdeņiem nebūs kur notecēt un tie uzkrāsies, veidojot lielas peļķes.

Dīķu, grāvju un ūdens tilpņu brīvais tilpums jeb ūdens līmenis pirms lietus ir galvenais parametrs, kam ir būtiska ietekme, cik ilgi tas spēj uzkrāt un aizturēt pieplūstošos nokrišņus. Ja netiek veikts ikdienas ūdenslīmeņa monitorings, tad pirms intensīvām lietusgāzēm var tikt aizmirsts iztukšot tilpnes, kuras paredzētas nokrišņu uzkrāšanai un tā rezultātā var notikt applūšana.

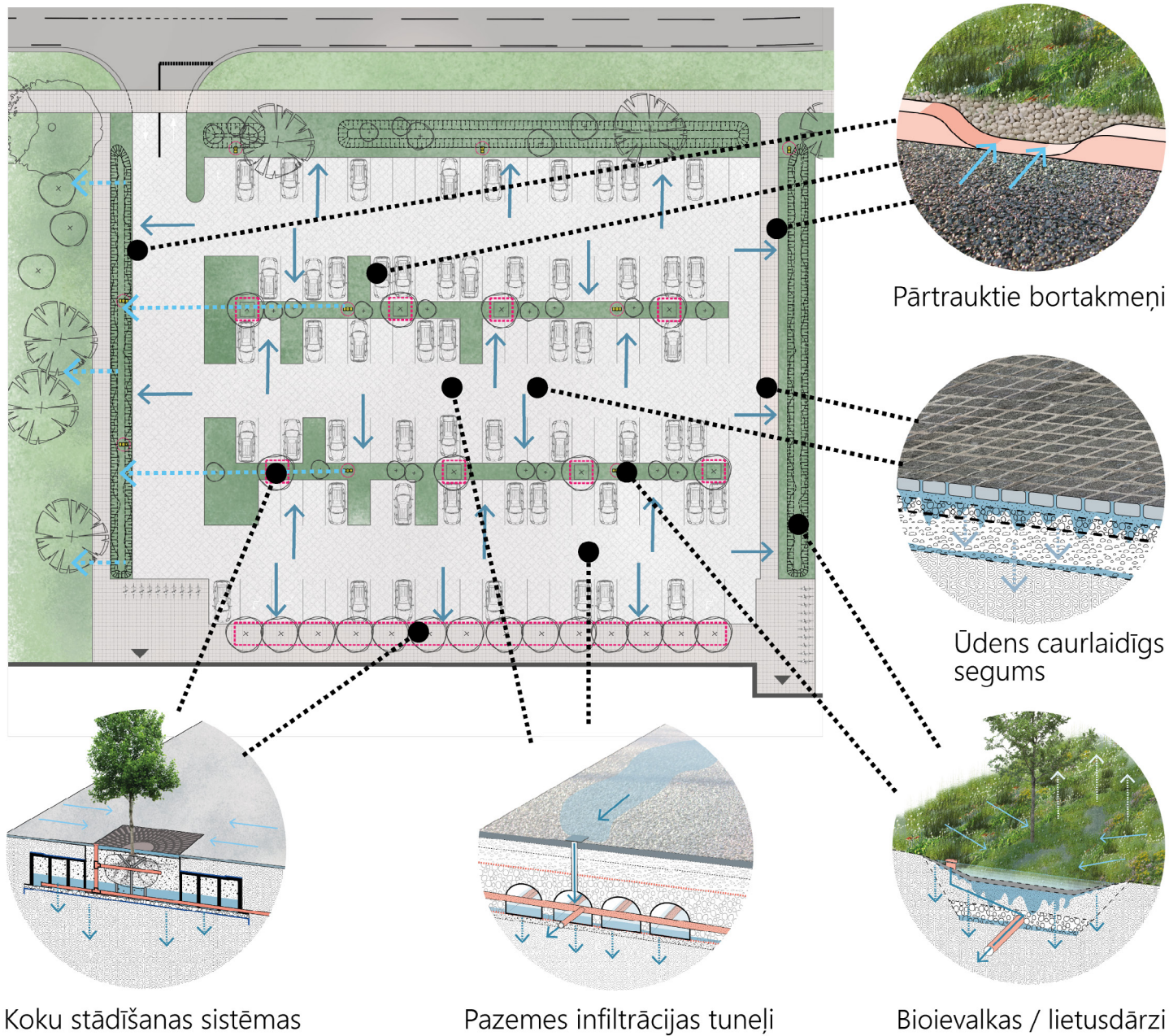
Laika gaitā filtrējošās gruntis uzkrājas dažādi biogēnie savienojumi, metāli. Tas ir dabīgs process, bet jāseko tam līdzī – svarīgi veikt ikgadēju monitoringu tuvumā esošās gruntsūdens akās, lai sekotu līdzī gruntsūdens kvalitātei. Ja gruntsūdens kvalitāte pasliktinās, tad jāņem kontrolparaugi gruntij un jāpārbauda piesārņojuma līmenis tajos. Pēc nepieciešamības jāparedz grunts nomaiņa, tāpēc ir svarīgi infiltrējošo grunti jau būvniecības laikā nodalīt no pamatnes ar ģeotekstilu.

Līdzīgi jārikojas ar dažādiem caurlaidīgajiem segumiem. Jāveic pastāvīgs monitorings, regulāri jātīra segumi no gružiem, koku lapām, no mašīnu riepām izbirušām smiltīm. Ja kontrolakās tiek konstatēts gruntsūdens piesārņojums vai gruntsūdens līmeņa izmaiņas, kas nav raksturīgas meteoroloģiskajiem datiem, tad jāpārbauda segumu infiltrācijas spējas vai jāparedz segumu nomaiņa.

15. NODAĻA

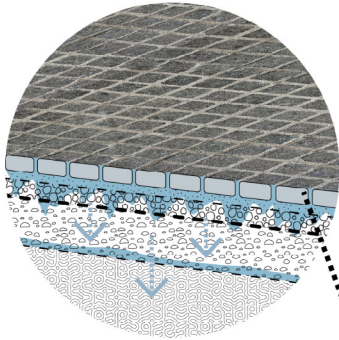
ZAĻO RISINĀJUMU PIELIETOŠANAS IDEJAS
DAŽĀDĀS PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS

STĀVVIETAS

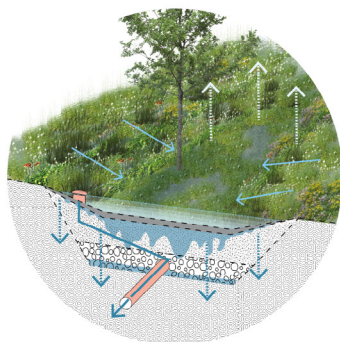
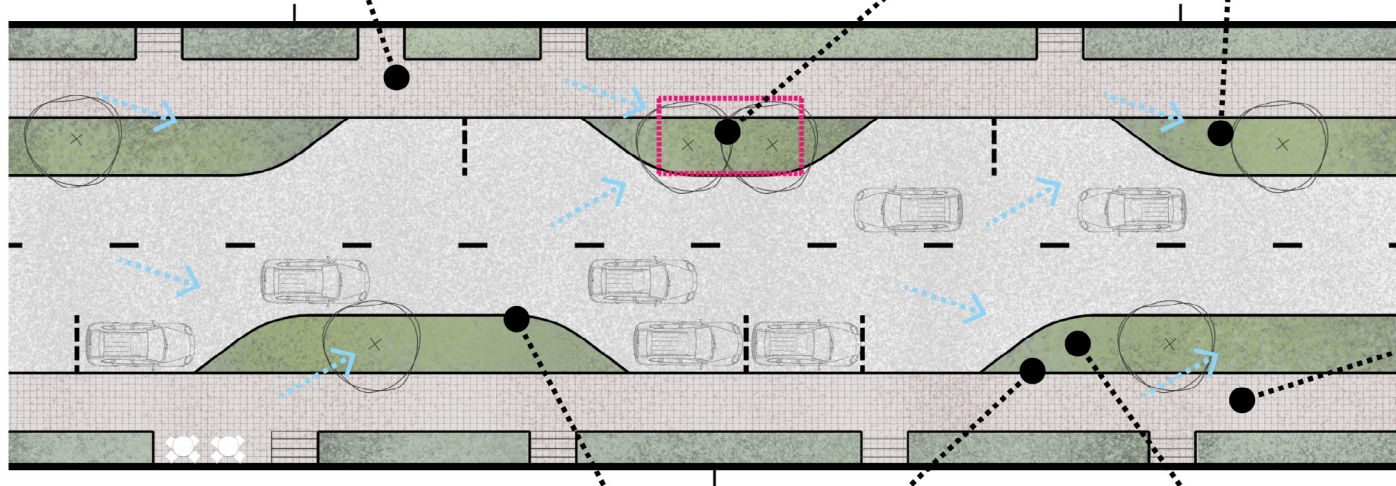
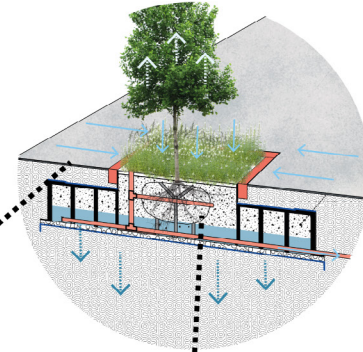


IELAS

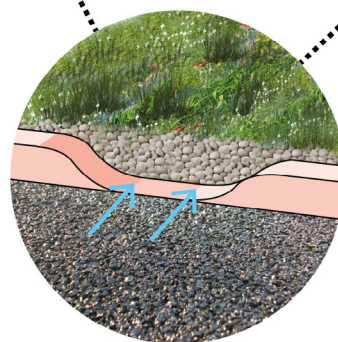
Ūdens caurlaidīgs segums



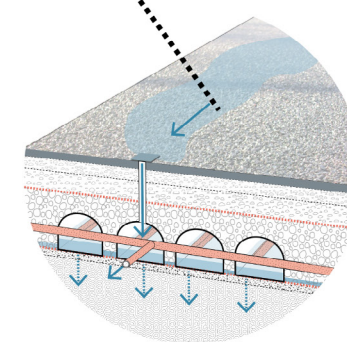
Koku stādīšanas sistēmas



Bioievalkas / lietusdārzi

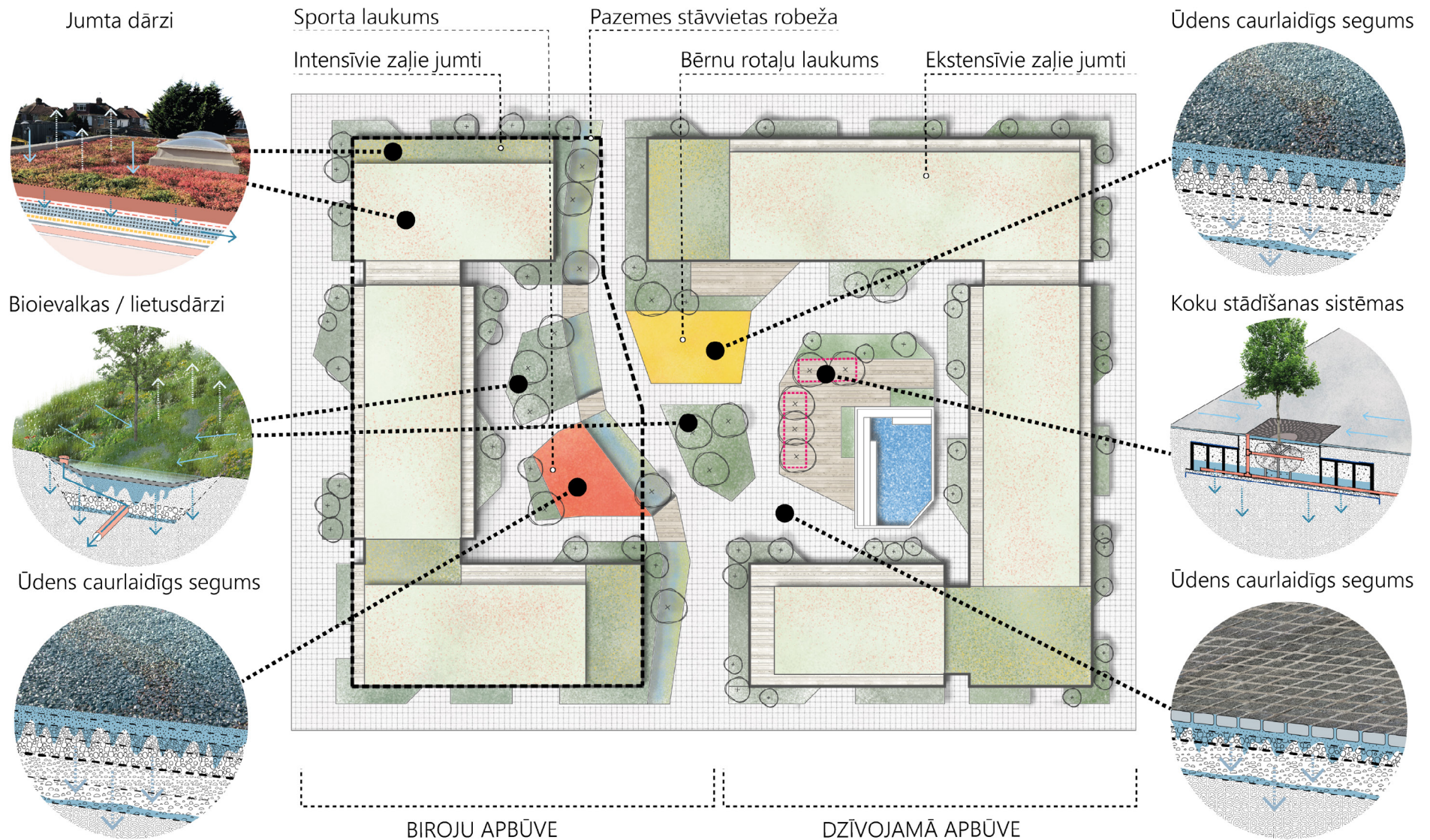


Pārtrauktie bortakmeņi

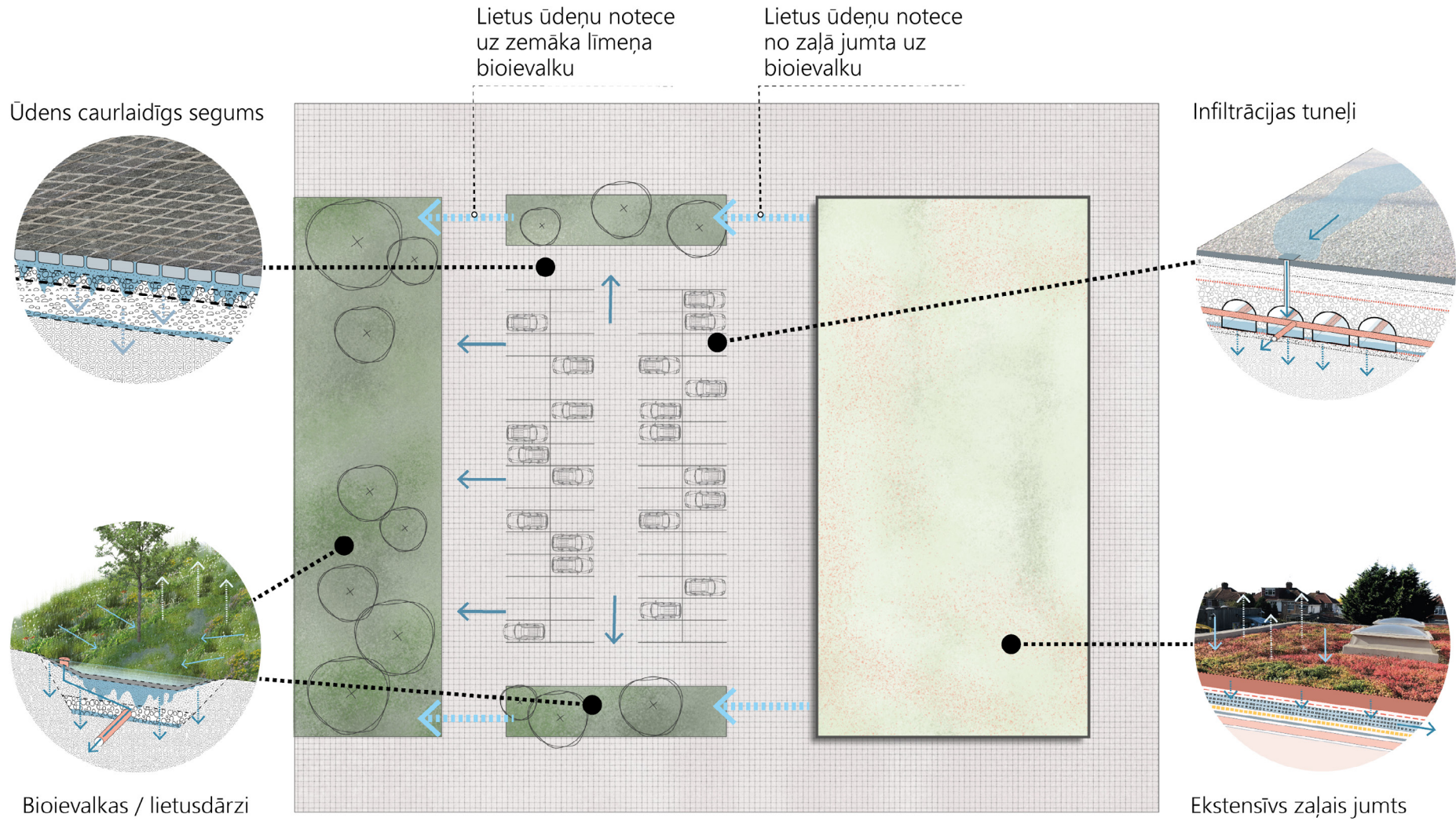


Pazemes infiltrācijas tuneļi

DZĪVOJAMĀ UN DARĪJUMU APBŪVE



INDUSTRIĀLĀ APBŪVE



16. NODAĻA

PIEMĒRI – PIELIETOŠANA TIPISKAJĀS
PILSĒTVIDES SITUĀCIJĀS

AUGUSTENBORG, MALME, ZVIEDRIJA

Augustenborga ir 20 ha plaša dzīvojamo ēku apbūves teritorija netālu no Malmes pilsētas centra. Teritorijas attīstība tika uzsākta 20. gs. 50.gados. Īstenojot tam laikam modernu plānošanas pieeju, Augustenborga tika attīstīta kā 3-6 stāvu daudzdzīvokļu dzīvojamās apbūves teritorija. Aptuveni pēc divām desmitgadēm, t.i., ap 1970. gadu, apkaimes popularitāte sāka pamazām kristies. 80.gados apkaimi varēja raksturot kā degradētu, ņemot vērā gan noziedzības un bezdarba līmeni, gan nesakārtotās imigrācijas politikas ietekmi.

Apkaimes lietus ūdeņu apsaimniekošanai tika izmantota kopsistēma, kurā, izmantojot vienotu cauruļvadu tīklu, tika novadīti gan sadzīves, gan nokrišņu radītie notekūdeņi. Kopsistēma regulāri tika pārslogota un, nereti, avāriju rezultātā tika appludināti ēku pagrabi. Pirmie apkaimes revitalizācijas pasākumi tika uzsākti 90-to gadu vidū, pateicoties projektam „Eco-city Augustenborg”, kurā papildus citiem jautājumiem, viens no mērķiem bija ILŪA sistēmu ieviešana.

Projekta unikalitāti iezīmēja plašā sabiedrības līdzdalības un iesaistes nodrošināšana projekta risinājumu izstrādē. Iedzīvotājiem tika lūgti viedokļi un ierosinājumi, kā vislabāk ieviešamas ILŪA sistēmas, kādus risinājumus izvēlēties un kā nodrošināt apsaimniekošanu. Rezultātā tika ieviesta sistēma, kas ietver kanālus, teknes, ievalkas, dīķus un uzkrāšanas baseinus, kā arī zaļos jumtus.

Augustenborgas lietusūdeņu apsaimniekošanas sistēma balstās uz pamatprincipu, ka notece pēc iespējas tiek samazināta pie tā rašanās avota, savukārt atlikušie ūdeņi tiek apsaimniekoti atklātajā noteces sistēmā. Augustenborgas lietusūdeņu apsaimniekošanas sistēmā tiek izmantotas sekojošas lietus ūdeņu apsaimniekošanas metodes un risinājumi:

- Vietējā infiltrācija, izmantojot zaļos jumtus, zālājus, stāvvietas ar caurlaidīgo segumu, u.c.
- Lietusūdeņu noteces samazināšana dīķos un citās teritorijās, kas paredzētas īslaicīgai applūšanai
- Lēna lietus ūdeņu plūsma ievalkās, grāvjos, kanālos u.c.

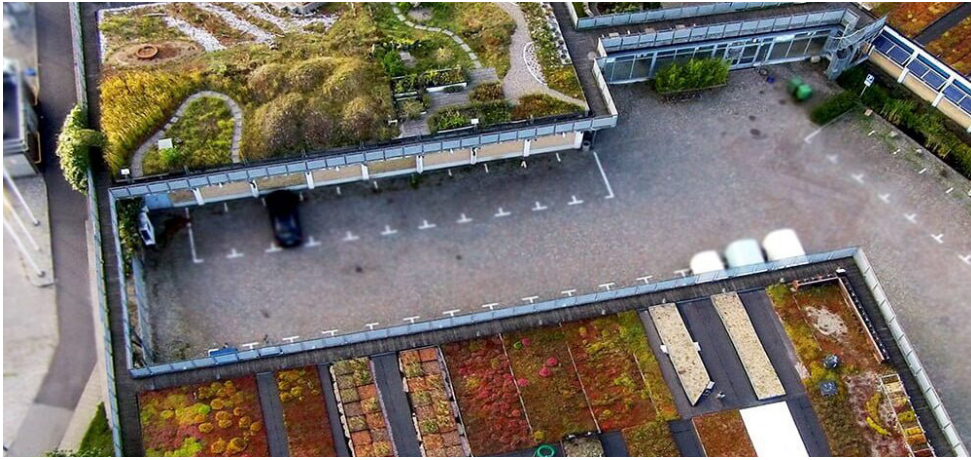
Augustenborgas lietusūdeņu apsaimniekošanas sistēmu var iedalīt četrās apakšsistēmās:

- Augustenborgas botāniskais jumta dārzs
- Centrālais noteces koridors
- Longatan ielas noteces koridors
- Atsevišķi vietējie risinājumi lietus ūdeņu noteces samazināšanai (caurlaidīgie segumi stāvvietās, uzkrāšanas dīķi māju pagalmos, u.c)

Attēli zemāk ilustrē zaļo jumtu daudzveidību Augustenborgas botāniskajā dārzā.

49. attēls.

Augustenborgas botāniskais jumta dārzs no putna lidojuma. Avots: Stahre (2008)



51. attēls.

Garšaugu dārzs, izveidots uz jumta. Avots: Stahre (2008)



50. attēls.

Ekstensīvais zaļais jumts, kas prasa mazāku nesošo konstrukciju noturību un vieglāks apsaimniekošanā, bet, attiecīgi, var uzkrāt mazāk ūdens



52. attēls.

Intensīvais zaļais jumts, kas spēj infiltrēt lielāku ūdens slāni, bet ir prasīgāks pret jumta konstrukcijām un apsaimniekošanu. Avots: autoru arhīvs



Centrālais noteces koridors ir izcils piemērs ILŪA elementu kaskādei, kas nodrošina ūdens vairākkārtēju attīrīšanu. Var apgalvot, ka attīrīšanas pakāpju skaits pārsniedz reāli nepieciešamo, ņemot vērā salīdzinoši zemo lietus ūdeņu piesārņojuma pakāpi apkaimē. Taču, pateicoties koridora garumam, gandrīz visi lietus ūdeņi tiek apsaimniekoti uz vietas, minimāli noslogojot pilsētas lietus ūdeņu kanalizācijas sistēmu. Attēli zemāk ilustrē lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumus centrālajā noteces koridorā.

53. attēls.

Ūdens teknes, kas savieno māju notekcaurules ar betona kanālu. Teknēs iebūvētas 'betona lāses', kas sekmē ūdens aerāciju. Avots: Stahre (2008)



54. attēls.

Notece no jumtiem nonāk bioievaikā, notece no stāvlaukuma- uz caurlaidīga seguma. (bruģis). Avots: autoru arhīvs



55. attēls.

Centrālais kanāls (izbūvēts no betona), kas aizvada lietus ūdeņus dubultajā dīķī. Avots: autoru arhīvs



56. attēls.

Augšējais dīķis, kur ūdeni attīra ūdens augi un aerāciju sekmē strūklaka.

Avots: autoru arhīvs



57. attēls.

Seklais kanāls/ievalka (attēla augšā), kas savieno augšējo un apakšējo dīķi.

Teritorija starp dīķiem nodrošina papildus uzkrāšanas apjomu ekstrēmu lietusgāžu laikā. Avots: Stahre (2008)



58. attēls.

Akmens kubu kanāls, kas savienojas ar likumoto ievalku. Avots: autoru arhīvs



59. attēls.

Iepļūstot apakšējā dīķi (ūdens līmenis par 40 cm zemāks nekā augšējā dīķi) ūdens tiek izvadīts caur augu 'filtru'. Ūdens tiek pumpēts atpakaļ uz augšējo dīķi. Liekais ūdens pārplūdes rezultātā caur cauruļvadu tiek novadīts 'akmens kubu' kanālā. Avots: autoru arhīvs



Lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumu kaskāde ierīkota arī citā teritorijas daļā - gar Lonngatan ielu. Attēli zemāk ilustrē lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumu klāstu un secību šajā koridorā.

60. attēls.

Likumotā ievalka ar betona blokiem, kuri nodrošina papildu ūdens aerāciju un var tikt izmantoti arī kā soli. Teritorija ap ievalku atrodas zemāk nekā apkārt esošās ēkas un nodrošina papildus ūdens uzkrāšanas tilpumu ekstrēmu lietusgažu laikā. Avots: autoru arhīvs



61. attēls.

Skolas pagalmā ierīkots amfiteātris, kas lietusgāzes laikā uzkrāj ūdeni. Laika gaitā ūdens infiltrejas gruntī. Ūdens pārplūdes rezultātā tas tiek novadīts likumotajā ievalkā. Avots: autoru arhīvs



62. attēls.

Centrālais noteces koridors noslēdzas ar nelielu dīķi, no kura ūdens pārplūdes rezultātā nonāk lietusūdeņu kanalizācijā. Avots: autoru arhīvs



63. attēls.

Ūdens no jumtiem tiek novadīts virszemes teknēs. Avots: autoru arhīvs



65. attēls.

Likumotā ievalka, kurā ūdens daļēji infiltrējas. Avots: autoru arhīvs



64. attēls.

Ūdens no teknēm un daļēji no jumtiem ietek ievalkā. Avots: autoru arhīvs



66. attēls.

Bioievalka ar ainavas elementiem, kas vienlaikus nodrošina ūdens aerāciju. Avots: autoru arhīvs



67. attēls.
Bioievalka, kas savienojas ar kanālu. Avots: autoru arhīvs



68. attēls.
Kanāla novietojums Lonngatan ielas telpā. Kanālā ievietoti laukakmeņi, kas sekmē ūdens aerāciju. Avots: autoru arhīvs



69. attēls.
Kanāls. Avots: autoru arhīvs



70. attēls.
Lonngatan ielas lietusūdeņu koridora galā ir izveidots dīķis ar strūklaku. Caur kupolveida restēm ūdens ietek sūknī un tiek pārsūknēts uz kanāla sākumu (ap 60 m augštecē), lai nodrošinātu ūdens cirkulāciju. Otrā kupolveida restes nodrošina pārplūdi uz lietusūdeņu kolektoru. Avots: autoru arhīvs



Augustenborgas īpašā iezīme ir, ka ilgtspējīgie lietus ūdeņu apsaimniekošanas risinājumi tika integrēti esošā un jau izveidotā pilsētvidē. Plānojot risinājumus, plaši tika iesaistīti apkaimē dzīvojošie iedzīvotāji, kuri sniedza ļoti vērtīgu informāciju un ierosināja atsevišķus jaunus elementus (piemēram, 'lāses' betona tehnēs).

Augustenborgas eko-pilsētas projekts, izmantojot kompleksu pieeju, savstarpēji integrējot dažādus risinājumus un rūpīgi ieviešot ILŪA praksi, palīdzējis nojauna izveidot pievilcīgu apkaimi un tās identitāti. Mūsdienās Augustenborga ir sociāli aktīva un multikulturāla Malmes daļa, kā arī nesenās publikācijas liecina par to, ka ILŪA risinājumi joprojām, vairāk kā 20 gadus pēc realizācijas, veiksmīgi pilda savas funkcijas¹⁹.

¹⁹Boogard, F.C. u.c. (2020) pieejams: <https://doi.org/10.3390/su12093694>

SKANSTE, RĪGA, LATVIJA

Laika posmā no 2013. – 2017. gadam ir izstrādāts skanstes apkaimes teritorijas lokālpārplānojums²⁰, kura ietvaros, 2016. gadā ir izstrādāts arī “Skanstes atklātās virsūdeņu novadīšanas sistēmas un vienotas publiskās ārtelpas labiekārtojuma principiālais risinājums” (SIA “BRD Projekts”, SIA “Veido vidi”, SIA “Grupa93”, Skanstes attīstības biedrība), veidojot vērienīgu tradicionālo un zaļo risinājumu kaskādi.

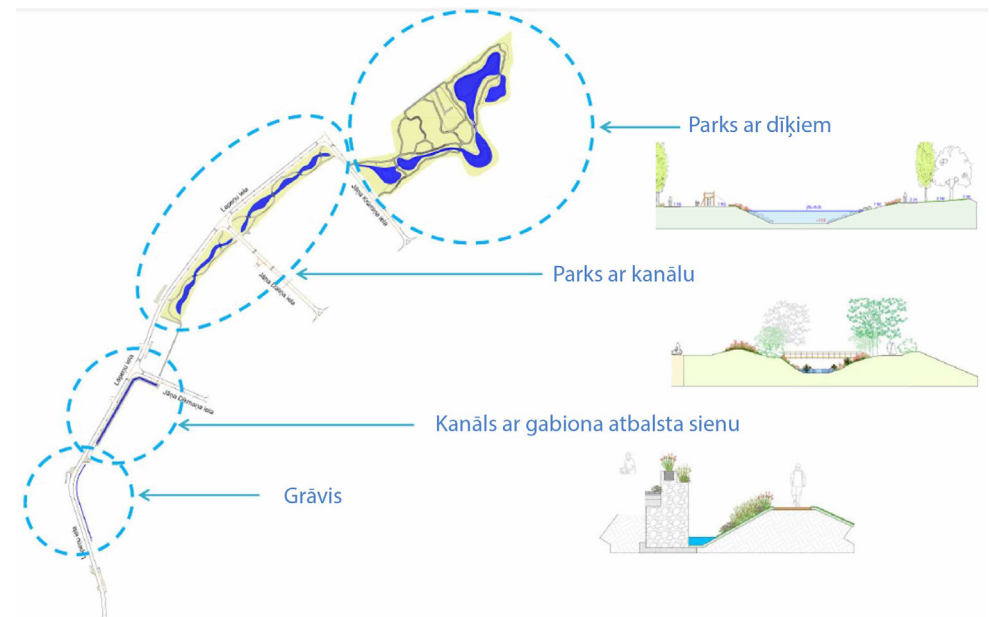
Skanstes apkaimē ir līdzens reljefs, augsti gruntsūdeņu līmeņi, deformēts dabiskais hidrogrāfiskais tīklojums (Sarkandaugava) sliktā grunts drenāža un vertikālais plānojums, kura raksturīga īpatnība ir par apkārtējām teritorijām augstāk izbūvēts ielas, īpaši Skanstes iela. Tradicionāli pilsētā izbūvē slēgto lietūs kanalizāciju, bet Skanstes apkaimē tas ir sarežģīti – vajadzīgas gan lielas jaudas, gan garas trases. Esošās lietūs kanalizācijas sistēmas (galvenokārt Skanstes ielas sūkņu stacijas) jaudas ir nepietiekamas, tāpēc, paplašinot apkaimes apbūvi, vai nu jāveic masīva kolektoru un sūkņu staciju rekonstrukcija Skanstes ielā un Duntē ielā, vai arī jāveido jauna apakšsistēma, kas uzkrāj lietūsūdeņus līdz brīdim, kad pēc lietūsūdeņu (apmēram stundas laikā) atbrīvojas Skanstes ielas sūkņu stacijas jauda.

Igaunijas – Latvijas pārrobežu sadarbības programmas projekta „(D)rain for Life” ietvaros tika izstrādāti ilgtspējīgās lietūsūdeņu apsaimniekošanas sistēmas konceptuālie risinājumi teritorijas daļai starp Skanstes, Sporta, Bukultu, Duntē ielām un Ganību Dambi, kuri ir tikuši tālāk attīstīti Lokālpārplānojuma izstrādes ietvaros. Šajā teritorijas daļā tiek piedāvāta lietūsūdeņu apsaimniekošanas sistēma, apvienojot slēgtos (cauruļvadus) un atklātos (kanālus un dīķi) lietūsūdeņu novadīšanas un uzkrāšanas elementus.

²⁰Pieejams šeit: https://geolatvija.lv/geo/tapis#document_9670

²¹Projekta pilns nosaukums – „Ilgtspējīgu lietūsūdeņu apsaimniekošanas (ILŪA) sistēmu attīstības sekmēšana Igaunijas – Latvijas pārrobežu teritorijas pilsētās aktīvu un ilgtspējīgu kopienu vides uzlabošanai”. Projektu īsteno Latvijas teritoriālpārplānotāju asociācija, Igaunijas Dabas zinātņu universitāte un Nodibinājums „Fonds Society Technologies”. Plašākā informācija www.drainforlife.eu.

71. attēls. Plānotā ILŪA sistēma Skanstē



Lietūsūdeņi pa cauruļvadiem un kanāliem nonāk 1,5 ha lielā dīķī – parkā starp Skanstes, Zirņu, Ierēdņu un Laktas ielām.

Kanāli izvietoti Laktas ielā, J.Krūmiņa, Ierēdņu ielā, Lapeņu ielā, kvartālos starp Lapeņu un Arēnas ielām un iekškvartālu ielās starp Zirņu ielu un Duntē ielu. Visās ielās izvietoti arī maģistrālie kolektori, kas kalpo lietūsūdeņu savākšanai no daļas teritorijas, kā arī kanālu savienojumiem. Kolektori ir savienoti ar kanāliem, nodrošinot jaudas līdzsvarošanu un ūdens apmaiņu kanālos. Kanālos ainaviskos nolūkos paredzēts pastāvīgs ūdens līmenis.

72. attēls.

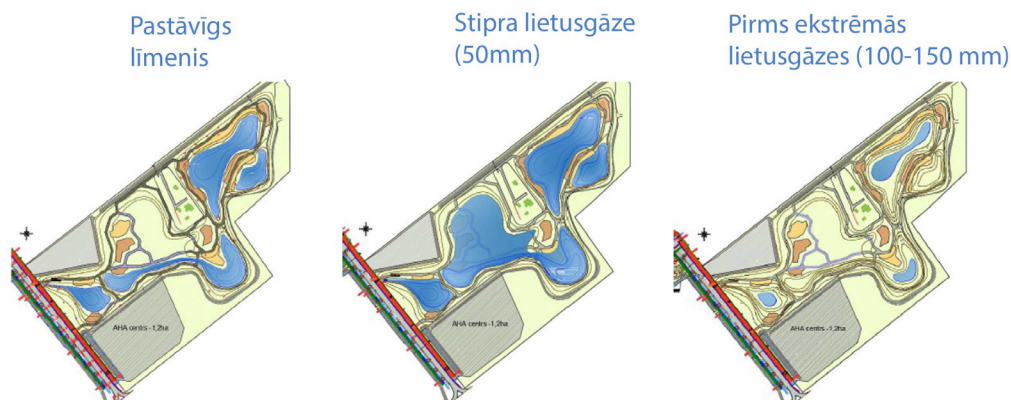
Projekta vizualizācijas (Avots: SIA «BRD Projekts», SIA «Veido vidi», SIA «Grupa93», Skanstes attīstības biedrība)



Šai sistēmai „(D)rain for life” projekta ietvaros tika veikta dinamiskā hidroloģiskā modelēšana, kur tika modelēta sistēmas darbība un teritorijas applūšana. Tika secināts, ka sistēma spēj pasargāt teritoriju no applūšanas tādas lietusgāzes gadījumā, kuras varbūtība ir apmēram reizi 50 gados esošajā klimata scenārijā un reizi 20 gados ņemot vērā prognozēto nokrišņu intensitātes pieaugumu 50 gadu perspektīvā. Līdz ar to piedāvāta sistēma būtiski atslogo un palielina esošās sistēmas kapacitāti.

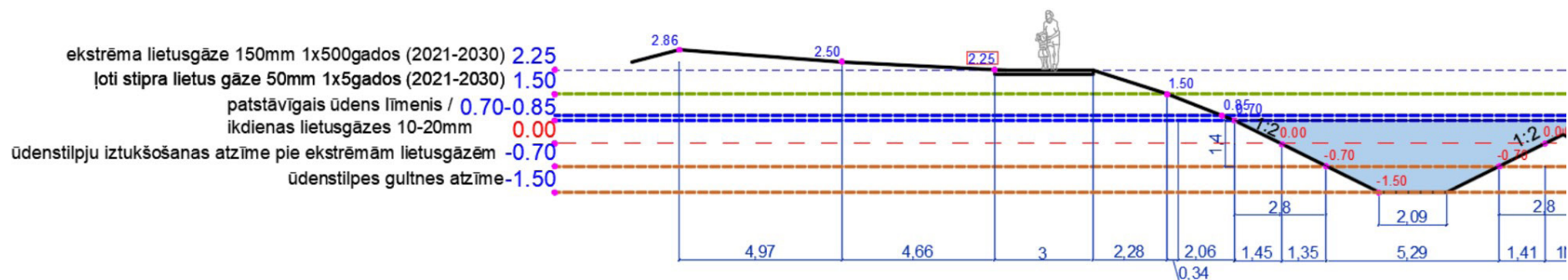
73. attēls.

Ūdens līmenis dažādos scenārijos



74. attēls.

Projekta vizualizācijas (Avots: SIA «BRD Projekts», SIA «Veido vidi», SIA «Grupa93», Skanstes attīstības biedrība)



“SPICE HOME” AUTOSTĀVVIETA LIELIRBES IELĀ 25, RĪGĀ

Rīgā, Lielirbes ielā 25 realizēta “Spice Home” autostāvvietas izbūve (autostāvvietā paredzēta vairāk kā 200 automašīnu novietošanai), kur iestrādāti ILŪA risinājumi – gar autostāvvietu izbūvēta bioievalka, kas ne vien novada, bet arī attīra no stāvlaukuma plūstošos lietus ūdeņus. Bioievalka savāc lietus ūdeņus no aptuveni 5400 m² lielas platības. Stāvvietas virsma ir veidota ar 1,5% slīpumu bioievalkas virzienā. Projekta izstrādātājs – SIA “Aqua-Brambis”²², tas realizēts 2016. gada nogalē. Stāvlaukuma apmales veidotas ar atstarpēm, lai lietus ūdeņi varētu brīvi nonākt ievalkā. Bioievalka veidota ar lēzeniem apzaļumotiem krastiem, kas mazina erozijas riskus (papildus, atsevišķās vietās izmantots arī ģeotekstils). Stāvvietu no bioievalkas atdala 1m plata oļu josla. Ievērojot normatīvu prasības, pie bioievalkas izplūdes vietas ir izbūvēts arī naftas produktu atdalītājs, kopš būvniecības vēl nav nācies mainīt filtru, jo lielāko daļu lietusūdeņu attīra ILŪA risinājumi. Ūdens līmenis ekstrēmu lietusgāžu laikā ievalkā var sasniegt 30 cm, bioievalkas tilpums ir ~150 m³. Atkarībā no reālā noteces apjoma, kas veidojas no bruģa stāvlaukuma, bioievalka spēj uzņemt noteci no lietusgāzes 50 mm ($\psi = 0,6$) līdz 140 mm ($\psi = 0,2$). Pēc īpaši spēcīgajām lietusgāzēm 18.09.2017, kad 24 h laikā nolija 44 mm, bioievalka bija mazāk kā līdz pusei pilna.

75. attēls.

Bioievalka pie stāvlaukuma Lielirbes ielā 25, Rīgā



²²Kā arī SIA “XDRAFTS”; SIA “S.O.S. projekti”; SIA “GEO Development”; SIA “BRASA SBS”

76. attēls.

Bioievalka pie stāvlaukuma Lielirbes ielā 25, Rīgā



77. attēls.

Bioievalka pie stāvlaukuma Lielirbes ielā 25, Rīgā



RŪJIENA, LATVIJA

Rūjienā, Upes ielā 9, 2015. gadā realizēts Rūjienas kultūras nama laukuma rekonstrukcijas projekts (projekta autori: ainavu arhitekti SIA "ALPS ainavu darbnīca" sadarbībā ar inženieriem D.Leviņu un M.Nikāzi), kura ietvaros radīta kvalitatīva publiskā ārtelpa, integrējot ilgtspējīgas lietus ūdens apsaimniekošanas risinājumus. Pilsētas identitāti un mugurkaulu veidojošās Rūjas upes meandri un pavasara palī – iedvesmas avots ilgtspējīgu lietus ūdens risinājumu (sausās upes, lietus dārzu, bioevalku) izvēlē un to kompozicionālajos risinājumos. Rezultātā teritorija pilda ļoti daudzveidīgas funkcijas: lietus ūdeņu attīrīšana, mikroklimata regulācija, bioloģiskās daudzveidības veicināšana, patīkama un funkcionāla publiskā ārtelpa teritorijas apmeklētājiem, kā arī papildus, kanāls piesaista bērnus, radot rotaļu iespējas.

78. attēls.
Sausā upe un lietus dārzi Rūjienā



79. attēls.
Sausā upe un lietus dārzi Rūjienā



80. attēls.
Sausā upe un lietus dārzi Rūjienā



SALASPILS, LATVIJA

Salaspils 1. vidusskolas teritorijas labiekārtojuma rekonstrukcija un piegulošās teritorijas labiekārtošana realizēta 2017. gādā (projekta autori: ainavu arhitekti SIA "ALPS ainavu darbnīca" sadarbībā ar inženieriem D. Leviņu).

Veidojot atbilstošu izglītības iestāžu prasībām un mūsdienīgai izpratnei par kvalitatīvu, inovatīvu, uz bērnu fizisko, sociālo, emocionālo un apziņas attīstību orientētu ārtelpu dažādu vecuma grupu bērniem paredzēti arī ilgtspējīgi lietus ūdens apsaimniekošanas risinājumi. Rotaļu laukuma gumijas segums veidots pēc īpašas sistēmas kā infiltrācijas lauks.

Jāņem vērā, ka laikapstākļos, kad pēc spēcīga sala, seko spēcīgas lietusgāzes, samazinās lietus ūdens spēja infiltrēties, tādēļ šādiem gadījumiem jāparedz infiltrācijas akas ar lietus ūdens pārplūdi uz lietus ūdens kanalizāciju.

Lai novadītu lietus ūdeni no centrālā laukuma skolas priekšā, zaļajā zonā aiz spēlēm segumos veidota bioievalka, kur apstādījumos izmantoti kārkli.

81. attēls.

Salaspils 1. vidusskola, bērnu rotaļu laukums un bioievalka



82. attēls.

Salaspils 1. vidusskola, bērnu rotaļu laukums un bioievalka



PIELIKUMI

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

1. Projekta RAIN-WATER-MAN tabulas Zemgales reģiona apdzīvotajām vietām²³ veiktie aprēķini

Diennakts maksimālais nokrišņu daudzums (mm) ar dažādām atkārošanās varbūtībām gadam kopumā un pa sezonām pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, kā arī novērotais maksimums

Atkārošanās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
GADS							
2 gadi	30	30	30	32	31	32	32
5 gadi	44	44	44	45	42	46	44
10 gadi	52	54	54	53	50	56	52
20 gadi	60	64	63	61	57	66	59
50 gadi	71	76	75	71	66	78	69
100 gadi	79	85	84	79	72	87	77
1000 gadi	106	115	113	104	95	116	101

Atkārošanās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
ZIEMA							
2 gadi	10	10	12	11	10	11	11
5 gadi	13	13	16	14	13	14	14
10 gadi	15	15	19	16	15	17	16
20 gadi	17	17	21	18	17	19	18
50 gadi	19	19	25	21	20	21	21
100 gadi	21	21	27	23	22	24	23
1000 gadi	27	27	36	29	29	31	30

²³LVĢMC Pētījums "Nokrišņu un sniega kušanas ūdeņu raksturojums un to pārmaiņu tendences ilggadīgā laika periodā" projekta " Ilgtspējīga lietus ūdens kanalizācijas apsaimniekošana Lielupes baseina vides kvalitātes uzlabošanai" ietvaros, 2013, pieejams:

<https://videscentrs.lv/mc.lv/media/12707841/>

f140327878509b911d211defa459115b9e0af00ad6d4b2bb19b088cce852eff2/2versija.pdf

Atkārošanās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
PAVASARIS							
2 gadi	15	17	14	17	15	17	18
5 gadi	21	23	22	24	21	26	28
10 gadi	25	27	28	28	25	31	34
20 gadi	29	31	33	32	29	36	40
50 gadi	33	36	39	37	34	43	48
100 gadi	37	40	44	41	37	48	55
1000 gadi	48	53	61	55	49	65	76

Atkārošanās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
VASARA							
2 gadi	27	37	27	29	27	30	28
5 gadi	41	42	42	42	38	45	39
10 gadi	50	52	51	50	44	55	47
20 gadi	59	62	61	59	51	65	54
50 gadi	71	74	73	69	59	77	63
100 gadi	79	84	82	77	65	86	70
1000 gadi	107	115	112	104	86	116	92

Atkārošanās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
RUDENS							
2 gadi	19	18	19	21	18	18	18
5 gadi	26	25	25	31	27	26	26
10 gadi	31	29	29	37	33	30	31
20 gadi	36	33	32	44	39	35	36
50 gadi	42	39	37	52	46	40	42
100 gadi	47	43	41	58	52	45	47
1000 gadi	62	56	53	77	70	60	62
Novērotais maksimums	94	129	90	69	71	66	76

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

Gada maksimālais 12 stundu nokrišņu daudzums (mm) ar dažādām atkārtotānās varbūtībām gadam kopumā un pa sezonām pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, kā arī novērotais maksimums

Atkārtotānās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
2 gadi	28	27	26	29	27	27	29
5 gadi	40	41	39	40	37	36	40
10 gadi	47	50	47	47	43	42	47
20 gadi	55	59	55	55	49	48	54
50 gadi	65	71	66	64	57	56	63
100 gadi	72	80	74	71	63	62	70
1000 gadi	96	108	99	93	83	81	92
Novērotais maksimums	94	129	90	69	71	66	76

Maksimālie nokrišņu daudzumi (mm) dažādos laika intervālos

Atkārtotānās varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, pārrēķinot no nokrišņu maksimālajām intensitātēm.

Lai aprēķinātu maksimālo nokrišņu intensitāti mm/min mērvienībās, nepieciešams nokrišņu slāni (mm) dalīt uz lietussgāzes ilgumu (min). Piemēram, 60 minūšu garas lietussgāzes ar atkārtotānās varbūtību reizi 100 gados Bauskā nokrišņu intensitāte ir $51,6/60 = 0,86$ mm/min.

Lai izrēķinātu nokrišņu intensitāti l/s/ha, norādītais nokrišņu daudzums jāizdala uz lietussgāzes ilgumu (min) un jāpareizina ar 166,67. Piemēram, 60 minūšu garas lietussgāzes ar atkārtotānās varbūtību reizi 100 gados Bauskā nokrišņu intensitāte ir $51,6/60 * 166,67 = 143,34$ l/s/ha.

Maksimālie nokrišņu daudzumi (m m) lietussgāzē ar noteiktu ilgumu un atkārtotānās varbūtību Bauskas novērojumu stacija – aprēķins pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, novērotais maksimums, kā arī vidējais

Lietussgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietussgāzē ar noteiktu atkārtotānās varbūtību (gadi)							Novērotais maksimums	Vidējais nokrišņu daudzums
	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	50 gadi	100 gadi	1000 gadi		
20	12,0	18,0	22,2	26,2	31,2	35,0	47,4	34,6	12,2
30	13,8	20,4	25,2	29,7	35,4	39,6	53,7	37,5	14,4
60	16,8	24,6	30,6	36,6	45,0	51,6	71,4	70,8	16,2
120	21,6	31,2	40,8	49,2	61,2	69,6	97,2	111,6	20,4
180	23,4	34,2	43,2	52,2	63,0	72,0	102,6*	115,2*	21,6
540	27,0	37,8	48,6	54,0	64,8	75,6	97,2*	64,8*	16,2
720	27,0	41,0	50,0	59,0	71,0	80,0	108,0	129,0	Nd**
1440	30,0	44,0	54,0	64,0	76,0	85,0	115,0	136,0	Nd**

* Ņemot vērā, ka nokrišņu daudzums tika aprēķināts no intensitātes (mm / min), kas bija noapaļota tikai līdz divām zīmēm aiz komata, ilgāku lietussgāžu ar retāku atkārtotānās varbūtību daudzums var izrādīties mazāks ilgākiem laika periodiem. Šajā gadījumā iesakām izmantot lielāku skaitli

** Nav datu

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

Maksimālie nokrišņu daudzumi (mm) lietusgāzē ar noteiktu ilgumu un atkārtotās varbūtību Dobeles novērojumu stacija – aprēķins pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, novērotais maksimums, kā arī vidējais

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotās varbūtību (gadi)							Novērotais maksimums	Vidējais nokrišņu daudzums
	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	50 gadi	100 gadi	1000 gadi		
1	1,1	1,8	2,2	2,6	3,2	3,6	4,9	4,6	1,2
5	4,7	6,9	8,4	9,8	11,6	12,9	17,4	11,3	5,1
10	7,0	10,7	13,2	15,6	18,6	20,9	28,5	20,2	7,7
20	11,8	17,2	20,6	24,0	28,4	31,6	43,2	28,6	11,6
30	13,5	19,8	23,4	27,9	33,9	38,4	53,1	35,1	12,6
60	16,8	24,0	28,8	35,4	43,8	49,8	69,6	54,6	14,4
120	19,2	28,8	36,0	43,2	52,8	60,0	82,8	80,4	18,0
180	21,6	30,6	37,8	46,8	55,8	63,0	88,2	86,4*	19,8
540	27,0	37,8	43,2	54,0	59,4	70,2	91,8	48,6*	21,6
720	28,0	40,0	47,0	55,0	65,0	72,0	96,0	94,0	Nd**
1440	30,0	44,0	52,0	60,0	71,0	79,0	106,0	94,0	Nd**

* Ņemot vērā, ka nokrišņu daudzums tika aprēķināts no intensitātes (mm / min), kas bija noapaļota tikai līdz divām zīmēm aiz komata, ilgāku lietusgāžu ar retāku atkārtotās varbūtību daudzums var izrādīties mazāks ilgākiem laika periodiem. Šajā gadījumā iesakām izmantot lielāku skaitli

** Nav datu

Maksimālie nokrišņu daudzumi (mm) lietusgāzē ar noteiktu ilgumu un atkārtotās varbūtību Dobeles novērojumu stacija – aprēķins pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma, novērotais maksimums, kā arī vidējais

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotās varbūtību (gadi)							Novērotais maksimums	Vidējais nokrišņu daudzums
	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	50 gadi	100 gadi	1000 gadi		
5	4,8	7,3	9,0	10,6	12,7	14,3	19,5	15,0	4,7
10	7,7	11,9	14,6	17,3	20,8	23,3	31,9	30,0	7,9
20	11,6	17,6	21,4	25,8	31,6	36,0	50,2	52,6	10,8
30	13,2	19,8	25,2	30,6	37,5	42,6	59,7	46,8	12,9
60	16,2	25,8	33,0	40,8	50,4	57,6	81,0	69,0	15,0
120	20,4	28,8	34,8	40,8	49,2	56,4	79,2	82,8	16,8
180	21,6	30,6	37,8	45,0	55,8	63,0	88,2	63,0	19,8
540	27,0*	37,8	43,2	54,0	64,8	70,2	97,2	64,8	16,2
720	26,0*	39,0	47,0	55,0	66,0	74,0	99,0	90,0	Nd**
1440	30,0	44,0	54,0	63,0	75,0	84,0	113,0	90,0	Nd**

* Ņemot vērā, ka nokrišņu daudzums tika aprēķināts no intensitātes (mm/min), kas bija noapaļota tikai līdz divām zīmēm aiz komata, ilgāku lietusgāžu ar retāku atkārtotās varbūtību daudzums var izrādīties mazāks ilgākiem laika periodiem. Šajā gadījumā iesakām izmantot lielāku skaitli

** Nav datu

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

2. Projekta “Baltijas jūras aizsardzība no neattīrītu notekūdeņu ieplūdes pilsētu teritorijās plūdu laikā (NOAH)” ietvaros veiktie aprēķini

Atkārošanās varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.

Maksimālie nokrišņu daudzumi (mm) lietusgāzēm ar noteiktu ilgumu un atkārošanās varbūtību Liepājā

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Atkārošanās varbūtība, gadi							
	2	3	5	10	25	50	100	200
10	8,6	10,4	12,5	15,0	18,3	20,7	23,1	25,4
20	12,1	14,6	17,3	20,7	25,0	28,2	31,4	34,6
30	14,0	16,8	19,9	23,8	28,8	32,5	36,2	39,8
40	15,2	18,3	21,7	26,0	31,5	35,5	39,5	43,5
60	16,9	20,2	24,0	28,7	34,6	39,0	43,4	47,7
90	19,1	22,8	27,0	32,3	39,0	43,9	48,9	53,7
120	20,9	24,7	29,0	34,4	41,3	46,3	51,4	56,4
150	22,0	25,9	30,2	35,7	42,6	47,7	52,8	57,9
180	23,2	27,4	32,0	37,9	45,2	50,7	56,1	61,6
300	25,5	30,3	35,7	42,4	51,0	57,3	63,5	69,8
360	26,8	31,9	37,6	44,7	53,7	60,3	67,0	73,6
720	30,6	36,5	43,1	51,5	62,0	69,8	77,5	85,3
1440	34,2	40,9	48,4	57,8	69,7	78,5	87,3	96,0
2880	40,7	48,2	56,5	66,9	80,0	89,8	99,5	109,1
5760	48,5	56,9	66,4	78,2	93,2	104,3	115,3	126,2
7200	51,8	60,9	71,0	83,7	99,8	111,7	123,5	135,3

Maksimālie nokrišņu daudzumi (mm) lietusgāzēm ar noteiktu ilgumu un atkārošanās varbūtību Skrīveros

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Atkārošanās varbūtība, gadi							
	2	3	5	10	25	50	100	200
10	7,6	8,7	9,9	11,4	13,4	14,8	16,3	17,7
20	10,7	12,4	14,4	16,9	20,0	22,3	24,6	26,9
30	12,5	14,6	16,9	19,8	23,5	26,2	28,9	31,6
40	13,8	16,1	18,5	21,7	25,6	28,6	31,5	34,4
60	15,0	17,3	19,8	23,0	27,0	29,9	32,9	35,8
90	16,5	18,9	21,4	24,7	28,8	31,9	34,9	37,9
120	17,8	20,2	22,8	26,1	30,3	33,4	36,5	39,6
150	18,8	21,1	23,7	27,0	31,1	34,2	37,2	40,3
180	19,8	22,2	24,8	28,1	32,2	35,3	38,4	41,5
300	22,5	25,3	28,4	32,3	37,2	40,8	44,4	48,0
360	23,3	26,3	29,6	33,9	39,2	43,1	47,1	51,0
720	27,2	31,4	36,0	41,8	49,2	54,7	60,1	65,5
1440	32,0	37,8	44,3	52,4	62,6	70,2	77,8	85,3
2880	36,9	43,6	51,0	60,4	72,2	81,0	89,7	98,4
5760	45,0	52,0	59,8	69,6	81,9	91,1	100,2	109,3
7200	48,0	55,2	63,2	73,3	86,1	95,6	105,0	114,3

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

3. Nokrišņu daudzums (mm), pārrēķināts no caurplūdumiem saskaņā ar LBN 223-15 “Kanalizācijas būves aprēķinu”

Zemāk esošās tabulas izveidotas, aprēķinot lietusūdeņu aprēķina daudzumu qr ($l/s \cdot ha$) noteiktā lietus aprēķina ilguma un vienreizējās lietus aprēķina intensitātes pārsniegšanas periodam, pārrēķinot to nokrišņu daudzumā (mm).

Lai izrēķinātu lietus intensitāti, aprēķinā tika pieņemts koeficients Z_{mid} cietiem segumiem, kas atbilst noteiktam parametram A (vērtību robežas $0,23 - 0,34$), dalot to ar $0,9 - 0,95$ (cieto segumu noteces koeficients Ψ). Tādā veidā tika panākts, ka aprēķinātā lietus intensitāte ($l/s \cdot ha$) 20 minūtes ilgajai lietusgāzei ar $P=1$ bija maksimāli tuvu LBN 223-15 pielikuma 2.tabulas vērtībām noteiktajā apdzīvotajā vietā.

Kaut arī izveidotās tabulas nepretendē uz absolūtu precizitāti, tās ir izmantojamas nokrišņu daudzuma aprēķiniem dažāda ilguma un atkārtotības varbūtības lietusgāzēm, ja nav citu datu, kas aprēķināti izmantojot ilggadīgos novērojumus.

Tabulās zemāk norādīts nokrišņu slānis (mm) noteiktā ilguma (min) un atkārtotamības (gadi) lietusgāzēm dažām apdzīvotajām vietām.

Rīga

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotības varbūtību (gadi)									
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5	6,7	8,3	10,6	12,3	14,0	17,2	19,8	22,6	26,6	29,8
10	7,9	9,7	12,5	14,5	16,5	20,3	23,4	26,6	31,3	35,0
20	9,3	11,5	14,7	17,1	19,4	23,9	27,5	31,4	36,9	41,3
30	10,2	12,6	16,2	18,8	21,4	26,3	30,3	34,5	40,6	45,4
60	12,0	14,9	19,0	22,1	25,2	30,9	35,7	40,7	47,8	53,5
120	14,1	17,5	22,4	26,0	29,6	36,4	42,0	47,9	56,3	63,0
180	15,6	19,3	24,7	28,6	32,6	40,1	46,2	52,7	61,9	69,3
360	18,3	22,7	29,0	33,7	38,4	47,2	54,4	62,1	72,9	81,7
720	21,6	26,7	34,2	39,7	45,2	55,6	64,1	73,1	85,9	96,2
1440	25,4	31,5	40,3	46,8	53,3	65,5	75,5	86,1	101,1	113,3
2880	29,9	37,0	47,4	55,1	62,8	77,1	88,9	101,4	119,1	133,4

Ventspils

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotības varbūtību (gadi)									
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5	3,4	4,2	5,4	6,4	7,3	8,6	9,6	10,7	12,3	13,5
10	4,6	5,7	7,2	8,5	9,7	11,5	12,8	14,3	16,5	18,1
20	6,1	7,6	9,5	11,3	13,0	15,4	17,1	19,1	22,0	24,1
30	7,2	8,9	11,3	13,4	15,4	18,2	20,2	22,6	26,0	28,5
60	9,6	11,9	15,1	17,9	20,5	24,3	27,0	30,2	34,7	38,1
120	12,8	15,9	20,1	23,9	27,4	32,4	36,0	40,2	46,3	50,8
180	15,2	18,8	23,8	28,3	32,4	38,4	42,6	47,6	54,8	60,1
360	20,2	25,1	31,8	37,8	43,3	51,2	56,8	63,6	73,1	80,2
720	27,0	33,5	42,4	50,4	57,8	68,4	75,8	84,8	97,6	107,1
1440	36,0	44,7	56,6	67,2	77,1	91,2	101,2	113,1	130,2	142,8
2880	48,0	59,7	75,5	89,7	102,8	121,7	135,0	151,0	173,7	190,6

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

Cēsis

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotās varbūtību (gadi)									
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5	5,9	7,2	8,9	10,2	12,1	14,1	15,5	17,6	20,6	23,0
10	7,3	8,9	11,0	12,7	14,9	17,5	19,2	21,8	25,5	28,4
20	9,0	11,0	13,6	15,7	18,5	21,6	23,8	27,0	31,6	35,2
30	10,2	12,4	15,4	17,8	21,0	24,5	26,9	30,6	35,8	39,9
60	12,6	15,4	19,1	22,0	26,0	30,4	33,4	37,9	44,3	49,4
120	15,6	19,1	23,6	27,2	32,1	37,6	41,3	46,9	54,8	61,2
180	17,7	21,6	26,8	30,9	36,4	42,6	46,8	53,1	62,1	69,3
360	21,9	26,8	33,1	38,2	45,1	52,7	57,9	65,8	76,9	85,8
720	27,1	33,1	41,0	47,3	55,8	65,3	71,7	81,4	95,2	106,2
1440	33,6	41,0	50,8	58,6	69,1	80,8	88,8	100,8	117,8	131,5
2880	41,6	50,8	62,9	72,5	85,5	100,0	109,9	124,8	145,9	162,8

Daugavpils

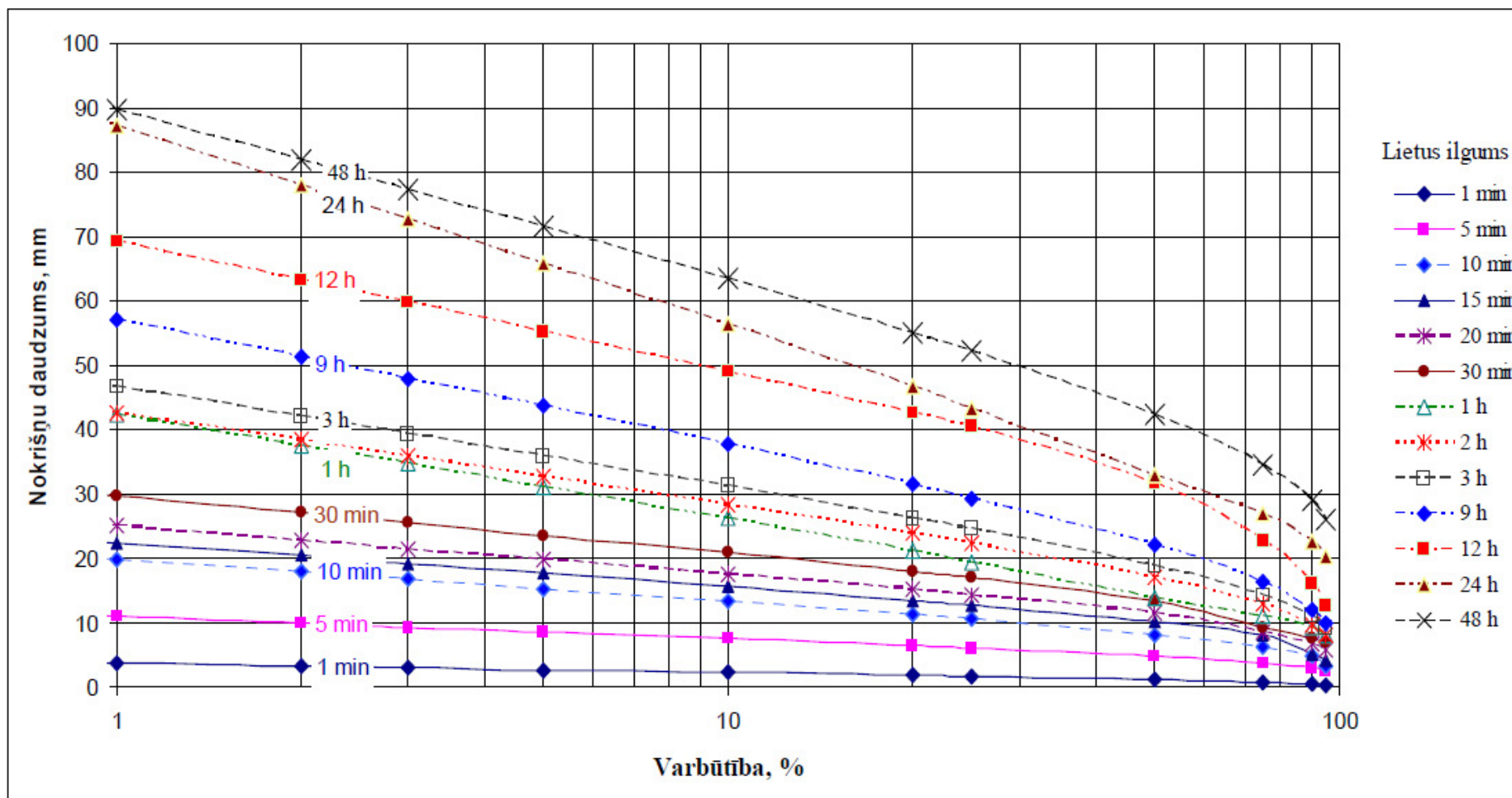
Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotās varbūtību (gadi)									
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5	5,1	6,4	8,0	9,3	10,8	12,7	14,3	15,6	18,4	20,5
10	6,5	8,2	10,2	11,8	13,8	16,3	18,3	20,0	23,5	26,3
20	8,4	10,5	13,0	15,2	17,6	20,8	23,5	25,6	30,1	33,7
30	9,7	12,2	15,1	17,5	20,4	24,0	27,1	29,6	34,7	38,9
60	12,4	15,6	19,3	22,4	26,1	30,8	34,7	37,9	44,5	49,8
120	15,9	20,0	24,7	28,7	33,4	39,4	44,4	48,5	56,9	63,7
180	18,3	23,1	28,5	33,2	38,6	45,5	51,3	56,0	65,8	73,6
360	23,4	29,5	36,5	42,4	49,4	58,2	65,7	71,7	84,2	94,2
720	30,0	37,8	46,7	54,3	63,2	74,5	84,0	91,8	107,7	120,5
1440	38,4	48,3	59,8	69,5	80,9	95,4	107,5	117,5	137,9	154,3
2880	49,1	61,9	76,5	89,0	103,5	122,0	137,6	150,4	176,4	197,4

Gulbene

Lietusgāzes ilgums, minūtes	Nokrišņu daudzums lietusgāzei ar noteiktu atkārtotās varbūtību (gadi)									
	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5	5,7	6,9	8,5	9,9	11,7	13,7	15,0	17,1	20,0	22,3
10	7,1	8,5	10,6	12,2	14,4	16,9	18,6	21,1	24,7	27,6
20	8,8	10,5	13,1	15,1	17,9	20,9	23,0	26,2	30,6	34,2
30	9,9	11,9	14,8	17,1	20,2	23,7	26,1	29,6	34,7	38,7
60	12,3	14,8	18,4	21,2	25,1	29,4	32,3	36,7	42,9	47,9
120	15,2	18,3	22,8	26,3	31,0	36,3	40,0	45,4	53,1	59,3
180	17,3	20,7	25,8	29,8	35,1	41,2	45,3	51,5	60,2	67,2
360	21,4	25,7	31,9	36,8	43,5	51,0	56,1	63,7	74,5	83,2
720	26,4	31,8	39,5	45,6	53,9	63,1	69,4	78,9	92,3	103,0
1440	32,7	39,4	48,9	56,5	66,7	78,1	85,9	97,6	114,2	127,5
2880	40,5	48,7	60,5	69,9	82,5	96,7	106,4	120,9	141,4	157,9

I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

4. Reiņa Ziemeļnieka promocijas darba ietvaros apkopoti nokrišņu dati Rīgai - maksimālais nokrišņu daudzums atkarībā no laika un varbūtības pēc Gumbela sadalījuma²⁴

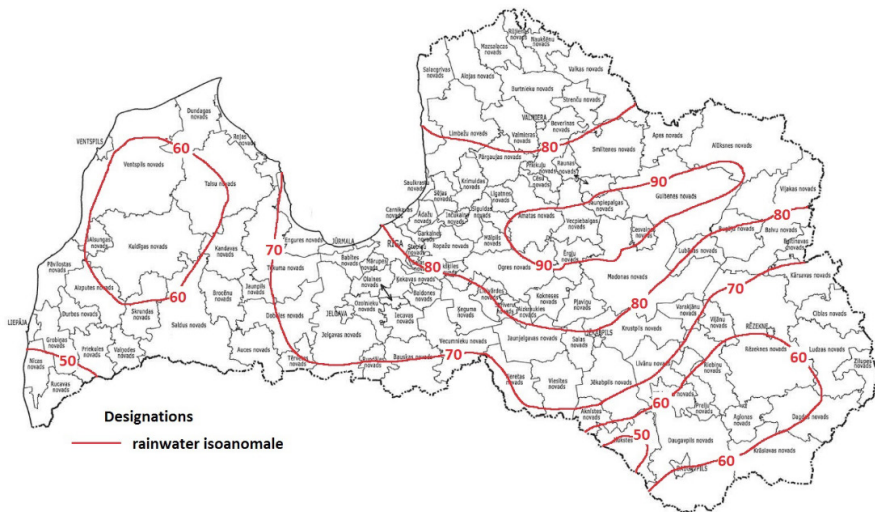


²⁴Avots: http://lufb.llu.lv/dissertation-summary/hydroengineering/Reinis-Ziemeļnieks_promocijas_darba_kopsavilkums_2011_LLU_LIF.pdf

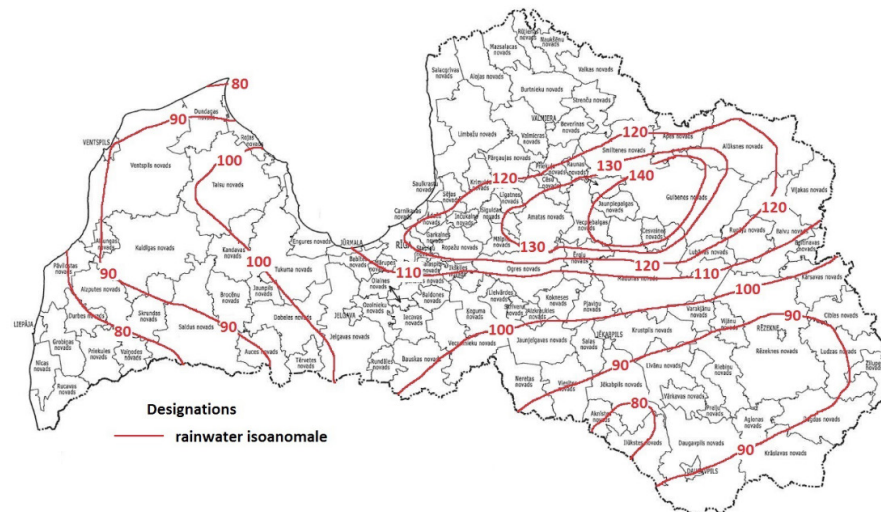
I. PIELIKUMS. NOKRIŠŅU DAUDZUMA-ILGUMA-VARBŪTĪBAS TABULAS DAŽĀDĀM LATVIJAS PILSĒTĀM

5. Ērika Tilgaļa un Reiņa Ziemeļnieka izveidotās Q20 noteces moduļu izolīnijas Latvijas teritorijai²⁵

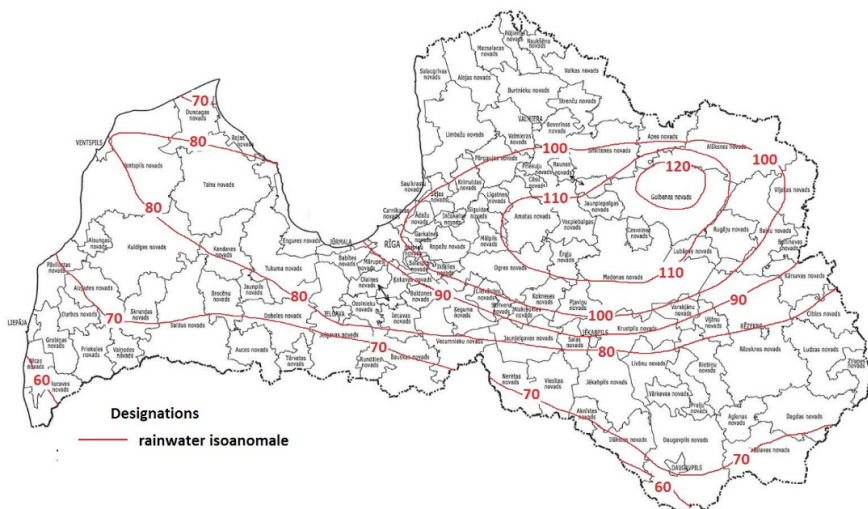
Q20 noteces modulis ar atkārtotās varbūtību reizi gadā (100%)



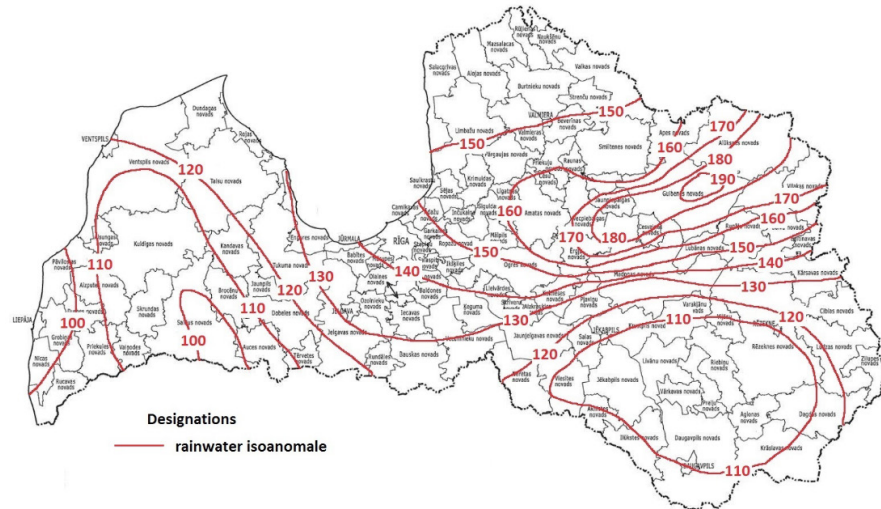
Q20 noteces modulis ar atkārtotās varbūtību reizi četros gados (25%)



Q20 noteces modulis ar atkārtotās varbūtību reizi divos gados (50%)



Q20 noteces modulis ar atkārtotās varbūtību reizi desmit gados (10%)



²⁵Avots: LLU Būvniecības fakultātes 15.starptautiskās zinātniskās konferences materiāli, https://ilufb.llu.lv/conference/Civil_engineering/2015/Latvia_CivilEngineering2015Vol5-182-186.pdf

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles





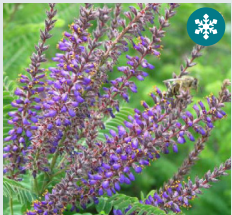


Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Achillea filipendulina</i>	Vīgriežu pelašķis		X	X
	<i>Agrostis capillaris</i>	Parastā smilga			X
	<i>Amorpha canescens</i>	Iesirmā amorfa		X	X
	<i>Amsonia tabernaemontana</i>	Vītollapu amsonija		X	X
	<i>Anemone japonica</i> 'white'	Japānas anemone šķ.		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Aquilegia canadensis</i>	Kanādas ozolīte		X	X
	<i>Armeria maritima</i>	Jūrmalas armērija		X	X
	<i>Aruncus dioicus</i>	Divmāju kazbārdis		X	X
	<i>Asclepias syriaca</i>	Sīrijas asklējija		X	X
	<i>Aster amellus</i>	Viršāju (Amelas) ziemastere		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles







Ziemcietes








Kokaugi



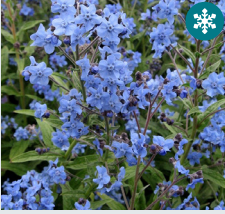
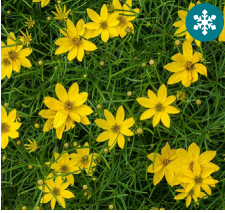



Viengadīgās





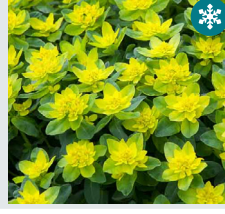
Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Aster novae-angliae</i>	Jaunanglijas ziemastere		X	X
	<i>Aster novii-belgii</i>	Jaunbelģijas ziemastere		X	
	<i>Astilbe chinensis</i>	Ķīnas astilbe		X	X
	<i>Astrantia major</i>	Lielā zvaigznīte (astrancija)		X	
	<i>Betonica officinalis</i>	Pātainē dziedniecības		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona	Lietusdārzi, Bioievalkas
	<i>Calamintha nepeta</i>	Kakumētras piparmētra		X	X
	<i>Caltha palustris</i>	Purva purene	X	X	
	<i>Carex panicea</i>	Sāres grīslis	X	X	
	<i>Carex spp.</i>	Grīšļi	X	X	X
	<i>Centaurea montana</i>	Kalnu dzelzene			X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts: Graudzāles Ziemcietes Kokaugi Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Cynoglossum amabile</i>	Burvīgā suņmēle		X	
	<i>Coreopsis verticillata</i>	Smalklapu brūnactiņa			X
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Parastā ciņusmilga		X	X
	<i>Dianthus carthusianorum</i>	Kortūza neļķe			X
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Melnā ozolpaparde		X	

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Echinacea pallida</i>	Bālā ehinācija		X	X
	<i>Echinacea purpurea</i>	Purpura ehinācija		X	X
	<i>Echinops ritro</i>	Augstā ežzieme		X	X
	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Lielā krastkaņepe		X	
	<i>Euphorbia polychroma</i>	Daudzkrāsu eiforbija		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Festuca ovina	Aitu auzene			X
	Fragaria vesca	Mēness zemene		X	X
	Fritillaria meleagris	Rūtainā fritilārija		X	
	Gaillardia grandiflora	Gailardija		X	X
	Gaura lindheimeri	Lindheimera gaura		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Geum	Bitene		X	X
	Geum triflorum	Trīsziedu bitene		X	X
	Helianthus annuus	Vasaras saulgrieze		X	X
	Helictotrichon sempervirens	Mūžzaļā pļāvauzīte		X	X
	Heliopsis helianthoides	Skarbā saulesactiņa			X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles







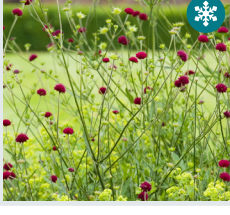
Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	<i>Hemerocallis lilioasphodelus</i>	Dzeltenā dienziede		X	X
	<i>Heuchera sanguinea</i>	Asinsarkanā heihēra		X	X
	<i>Iris sibirica</i>	Sibīrijas īriiss		X	X
	<i>Juncus conglomeratus</i>	Kamolū donis	X	X	X
	<i>Knautia macedonica</i>	Maķedonijas knautija			X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	<i>Kniphofia</i>	Zemā knifofija		X	X
	<i>Leymus arenarius</i>	Smiltāju kāpu kviesis			X
	<i>Limonium latifolium</i>	Platlapu limonija			X
	<i>Lychnis coronaria</i>	Vainagveida guntiņa		X	X
	<i>Lychnis flos cuculi</i>	Plāvas spulgnaglēne		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Lythrum salicaria	Vītollapu vējmietņš		X	X
	Lysimachia nummularia	Plāvu zeltene		X	X
	Luzula nivea	Sniegbaltā zemzālīte		X	X
	Malva moschata	Smaržīgā malva		X	X
	Miscanthus sinensis	Kīnas mīskante		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Molinia caerulea	Zilganā molinija		X	X
	Nepeta x faassenii	Trīsziedu bitene		X	X
	Oenothera biennis	Divgadīgā naktssvece		X	X
	Panicum virgatum	Rīkšu sāre (prosa)		X	X
	Penstemon digitalis	Uzpirksteņu penstemone		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Perovskia atriplicifolia</i>	Balodeņlapu perovskija		X	X
	<i>Persicaria amplexicaule</i>	Svečveida sūrene		X	X
	<i>Persicaria bistorta</i>	Zalkšu sūrene		X	
	<i>Phalaris arundinaceae</i>	Parastais miežabrālis	X	X	
	<i>Physostegia virginiana</i>	Virdžīnijas fizostēģija		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	<i>Phlox divaricata</i>	Izplestais floksis		X	X
	<i>Phragmites australis</i>	Parastā niedre	X	Dīķis, Krasta zona X Dīķis, Dzīlā zona X Dīķis, Dzīlā zona X	X
	<i>Polemonium caeruleum</i>	Zilā kāpnīte		X	X
	<i>Primula florindae</i>	Florindas pīrmula		X	X
	<i>Primula vulgaris</i>	Bezstumbra pīrmula		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles




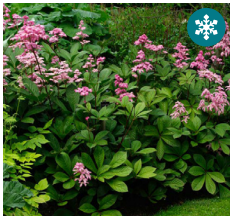



Ziemcietas








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mitrs, vid. mitrs)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mitrs)
	Pulsatilla vulgaris	Parastā silpurene		X	X
	Rodgersia pinnata	Plūksnainā rodžersija		X	
	Rudbeckia fulgida	Mirdzošā rudbekija		X	X
	Rumex acetosa	Pļavas skābene		X	X
	Salvia nemorosa	Birztalu salvija			X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mitrs, vid. mitrs)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mitrs)
	Sanguisorba officinalis	Ārstniecības brūnvāļīte		X	X
	Saponaria officinalis	Dziedniecības ziepjsakne		X	X
	Scabiosa columbaria	Baložu skabioza		X	X
	Sedum hybride	Hibridais laimiņš		X	X
	Stephanandra incisa	Iegrieztā stefanandra		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	Sporobolus heterolepis	Izplestā sporobola		X	X
	Stachys byzantina	Vilnainā sārmene			X
	Stipa calamagrostis	Stepjuļīga			X
	Succisa pratensis	Pljavs vilkmēle		X	X
	Tanacetum vulgare	Cirtainais biškresliņš		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	Trollius europaeus	Eiropas saulpurene		X	X
	Verbena bonariensis	Buenosairesas verbēna		X	X
	Verbena hastata	Amerikas verbēna	X	X	
	Veronica longifolia	Garlapu veronika	X	X	
	Veronicastrum virginicum	Virdžīnijas veronika		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Acer rubrum	Sarkanā kļava	X	X	X
	Acer saccharinum	Sudrabkļava	X	X	X
	Aronia melanocarpa	Melnaugļu aronija		X	X
	Betula nigra	Melnais bērzs	X	X	X
	Betula pendula	Āra bērzs			X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (saus, vid. mits)
	Betula pubescens	Purva bērzs	X	X	
	Carpinus betulus	Parastais skābardis		X	X
	Cornus alba	Baltais grimonis		X	X
	Cornus sanguinea	Asinsarkanais grimonis	X	X	X
	Fraxinus excelsior	Parastais osis		X	X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles








Ziemcietes








Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	<i>Hydrangea quercifolia</i>	Ozollapu hortenzija		X	X
	<i>Mahonia aquifolium</i>	Parastā mahonija		X	X
	<i>Physocarpus opulifolius</i>	Irbeņlapu fizokarps			X
	<i>Picea mariana</i>	Melnā egle	X	X	
	<i>Pinus mugo</i>	Kalnu priede		X	X

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mits, vid. mits)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sauss, vid. mits)
	<i>Pinus sylvestris</i>	Parastā priede	X	X	X
	<i>Quercus palustris</i>	Purva ozols	X	X	
	<i>Ribes nigrum</i>	Ēdamās upenes	X	X	X
	<i>Salix spp.</i>	Vītolu sugas	X	X	X
	<i>Spiraea nipponica</i>	Niponas spireja			X

II. PIELIKUMS. AUGU SARAKSTS

ILŪA sistēmās pielietojamo augu saraksts:



Graudzāles



Ziemcietes



Kokaugi



Viengadīgās

Attēls	Latīniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Mitraines	Dīķis, Krasta zona (mitrs, vid. mitrs)	Lietus dārzi, Bioievalkas (sausš, vid. mitrs)
	Thuja occidentalis	Rietumu tūja	X	X	X

**Šajās vadlīnijās kā labās prakses piemēri izmantoti
projekti no pasūtītājiem un attīstītājiem:**

Hanner

Linstow

Rīgas pašvaldība

Rūjienas pašvaldība

Salaspils pašvaldība

Vastint

