

Eiropas Savienības LIFE+ programmas līdzfinansētā
projekta **Nr.LIFE08 ENV/LV/000451**
„Rīgas pilsētas virszemes ūdeņu ietekmju novērtēšana,
novēršana un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošana”
(*Integrated Strategy for Riga City to Adapt to the Hydrological
Processes Intensified by Climate Change Phenomena*)
Rīgas reģiona projektu vadības sistēmas identifikators 2420



pētījuma rezultāti
„LIETUSGĀŽU UN SNIEGA KUŠANAS
ŪDEŅU PATREIZĒJĀ UN POTENCIĀLĀ
IETEKME UZ RĪGAS PILSĒTAS
TERITORIJAS APPLŪŠANU”

Rīga
Jūnijs, 2011

ANOTĀCIJA

Projekta „Rīgas pilsētas virszemes ūdeņu ietekmju novērtēšana, novēršana un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošana” ietvaros pēc Rīgas domes Pilsētas attīstības departamenta pasūtījuma SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs” 2010.-2011.gadā ir veikis ar klimata pārmaiņām saistīto hidroloģisko procesu izpēti un prognozēšanu Rīgas pilsētas teritorijā.

Teritoriju applūšanu Rīgas pilsētā nosaka dažādi faktori. Pētījuma ietvaros tika aplūkoti riski, kas saistīti ar pavasara paliem un vētru radītiem jūras ūdeņu uzplūdiem (rezultāti aprakstīti ziņojumā „Ar klimata pārmaiņām saistīto hidroloģisko procesu izpēte patreizējā un potenciālā ietekme uz Rīgas pilsētas teritoriju”). Papildus tika aplūkoti arī riski, kas saistīti ar lietusegāzēm un sniega kušanu. Tā ietvaros tika izveidots Rīgas pilsētas hidroloģiskais modelis, kas ietver virszemes noteces, lietus kanalizācijas un kanalizācijas kopsistēmas modeļus. Izstrādāti dažādas atkārtotības varbūtības lietusegāžu un sniega kušanas scenāriji mūsdienu, tuvās un tālās nākotnes klimatam. Veikti hidroloģiskie aprēķini un applūstošo teritoriju kartēšana atbilstoši lietusegāžu un sniega kušanas scenārijiem. Izdarīta plūdu ietekmes analīze.

Šajā atskaitē aprakstīti pētījuma rezultāti, kas saistīti ar lietusegāžu un sniega kušanas ūdeņu izraisītu teritoriju applūšanu.

Atskaite uzrakstīta latviešu valodā, tā satur 69 lappuses, 43 attēlu, 11 tabulas, 44 literatūras atsauces, kartogrāfisko pielikumu.

SATURS

1. IEVADS.....	4
2. HIDROLOGISKĀ MODELĒŠANA.....	6
2.1. Lietusgāžu un sniega kušanas risku scenāriji.....	6
2.1.1. Lietusgāžu scenāriji.....	6
2.1.2. Sniega kušanas scenāriji.....	9
2.2. Gruntsūdens režīma novērtējums Rīgas teritorijā.....	13
2.2.1. Situācijas vispārējs raksturojums.....	13
2.2.2. Gruntsūdeņu līmeņa novērojumi un modelēšana.....	15
2.3. Hidroloģiskais modelis.....	18
2.3.1. Hidroloģiskās modelēšanas programmatūra.....	18
2.3.2. Ģeotelpiskā modeļa izveide.....	19
2.3.3. Modeļsistēmas parametri un kalibrācija.....	28
2.4. Aprēķini.....	31
3. APPLŪDUMA NOVĒRTĒJUMS.....	32
3.1. Aprēķinu rezultāti.....	32
3.1.1. Ūdens plūsmas.....	32
3.1.2. Applūšanas risku teritoriju analīze lietusgāžu gadījumā.....	33
3.1.2.1. Mūsdienas, lietusgāzes, 50% varbūtība.....	34
3.1.2.2. Mūsdienas, lietusgāzes, 20% varbūtība.....	35
3.1.2.3. Mūsdienas, lietusgāzes, 10% varbūtība.....	36
3.1.2.4. Mūsdienas, lietusgāzes, 5% varbūtība.....	37
3.1.2.5. Mūsdienas, lietusgāzes, 1% varbūtība.....	39
3.1.2.6. Mūsdienas, lietusgāzes, 0,5% varbūtība.....	39
3.1.2.7. Tālā nākotne, lietusgāzes, 0,5% varbūtība.....	40
3.1.3. Nākotnes klimata scenāriji lietusgāžu gadījumiem.....	42
3.1.4. Applūšanas risku teritoriju analīze sniega kušanas gadījumā.....	44
3.1.5. Lietusgāžu un sniega kušanas scenāriju salīdzinājums.....	47
3.1.6. Gruntsūdens līmeņa celšanās.....	48
3.1.7. Kanalizācijas un meliorācijas sistēmu nepietiekamība.....	50
3.2. Applūduma ietekmes novērtējums.....	51
3.2.1. Sociālās infrastruktūras objekti.....	51
3.2.2. Kultūrvēsturiskie objekti.....	55
3.2.3. Saimnieciskās darbības objekti un iespējamā vides piesārņojuma draudi.....	58
3.2.4. Aizsargājamās dabas teritorijas.....	61
3.2.5. Plūdu izraisīto draudu novērtējums un vērtību prioritizēšana.....	61
3.3. Zaudējumu novērtējums.....	63
SECINĀJUMI.....	64
LITERATŪRA.....	67
PIELIKUMS.....	70

1. IEVADS

Projekta „Rīgas pilsētas virszemes ūdeņu ietekmju novērtēšana, novēršana un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošana” ietvaros pēc Rīgas domes Pilsētas attīstības departamenta pasūtījuma SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs” 2010.-2011.gadā ir veikis pētījumu ar mērķi izpētīt un prognozēt ar klimata pārmaiņām saistītos hidroloģiskos procesus un to ietekmes uz Rīgas pilsētas teritoriju, kā arī izstrādāt rekomendācijas Rīgas pilsētas teritorijas aizsardzībai.

Pētījuma ietvaros tika aplūkoti applūduma riski, kas saistīti ar pavasara paliem un vētru radītiem jūras ūdens uzplūdiem jeb vējuzplūdiem. Tai skaitā tika izstrādāti dažādas atkārtotās varbūtības palu un vēja uzplūdu scenāriji mūsdienu, tuvās nākotnes (2021.-2050.g.) un tālās nākotnes (2071.-2100.g.) klimatam. Izveidots reljefa modelis, veikti hidrodinamiskie aprēķini un applūstošo teritoriju kartēšana. Veikta krastu erozijas analīze Rīgas pilsētas teritorijā, tai skaitā apsekojumi dabā. Izdarīta plūdu ietekmes analīze no sociālā, saimnieciskās darbības, kultūrvēsturiskā un dabas aizsardzības viedokļa. Izveidots plūdu radīto zaudējumu ekonomiskais modelis un novērtēti zaudējumi aplūkotajiem scenārijiem. Pētījuma detaļas un rezultāti aprakstīti ziņojumā „Ar klimata pārmaiņām saistīto hidroloģisko procesu izpēte patreizējā un potenciālā ietekme uz Rīgas pilsētas teritoriju”.

Papildus iepriekš minētajam pētījumā tika aplūkoti arī applūšanas riski, kas saistīti ar lietusgāzēm un sniega kušanu (rezultāti aprakstīti šajā atskaitē). Tai skaitā tika veikti sekojoši darbi:

1. Izstrādāti scenāriji lietusgāžu situācijām ar 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% atkārtotās varbūtībām mūsdienu situācijai un klimata pārmaiņu projekcijām diviem laika periodiem - no 2021. līdz 2050.gadam un no 2071. līdz 2100.gadam (sadaļa 2.1).
2. Izstrādāti scenāriji sniega kušanas situācijām ar minētajām 6 atkārtotās varbūtībām mūsdienu situācijai. Nākotnes sniega kušanas scenāriji netika aplūkoti, jo atbilstoši prognozēm nākotnē klimata pārmaiņu ietekmē sagaidāma būtiska sniega segas samazināšanās (sadaļa 2.1).
3. Gruntsūdeņu līmeņu režīma izvērtēšana Rīgas teritorijai aprakstīta sadaļā 2.2.
4. Izveidots Rīgas pilsētas hidroloģiskais modelis, kas balstīts uz SWMM lietus noteces modeli EPA (2004). Modelis ietver virszemes noteci un drenāžu lietus kanalizācijas, kanalizācijas un kopsistēmas cauruļvadu tīklos. Modelēšanas sistēma raksturota sadaļā 2.3.1, modeļa ģeotelpiskā uzbūve aprakstīta sadaļā 2.3.2. Modeļa parametri un kalibrācijas rezultāti apkopoti sadaļā 2.3.3. Savukārt hidroloģiskie aprēķini apkopoti sadaļā 2.4.
5. Trešajā nodaļā raksturots applūšanas risku novērtējums. Sadaļā 3.1 pārskata formā sniegti aprēķinu rezultāti dažādas atkārtotības lietusgāžu un sniega kušanas (tai skaitā, dažādiem klimatiskajiem apstākļiem) scenārijiem. Savukārt sadaļā 3.2. atrodama plūdu ietekmes analīze – novērtētas un raksturotas applūšanai pakļautās teritorijas gan no sociālā, kultūrvēsturiskā, saimnieciskās darbības, gan dabas aizsardzības aspekta, apzināti objekti, kas hidroloģisko procesu ietekmē var radīt potenciālu apdraudējumu cilvēku veselībai un piesārņojuma draudus apkārtējai videi.
6. Veikta lietusgāžu un sniega kušanas ūdeņu izraisītu teritoriju applūšanas kartēšana (pielikums). Kartogrāfiskai materiāls sagatavots 1992. gada Latvijas

koordinātu sistēmā (LKS-92) Transversā Merkatora projekcijā (TM) un Baltijas augstumu sistēmā mērogā M 1:30 000 kā arī elektroniski vektordatu *SHAPEFILE* (*.shp) formātā.

2. HIDROLOĢISKĀ MODELĒŠANA

2.1. Lietusgāžu un sniega kušanas risku scenāriji

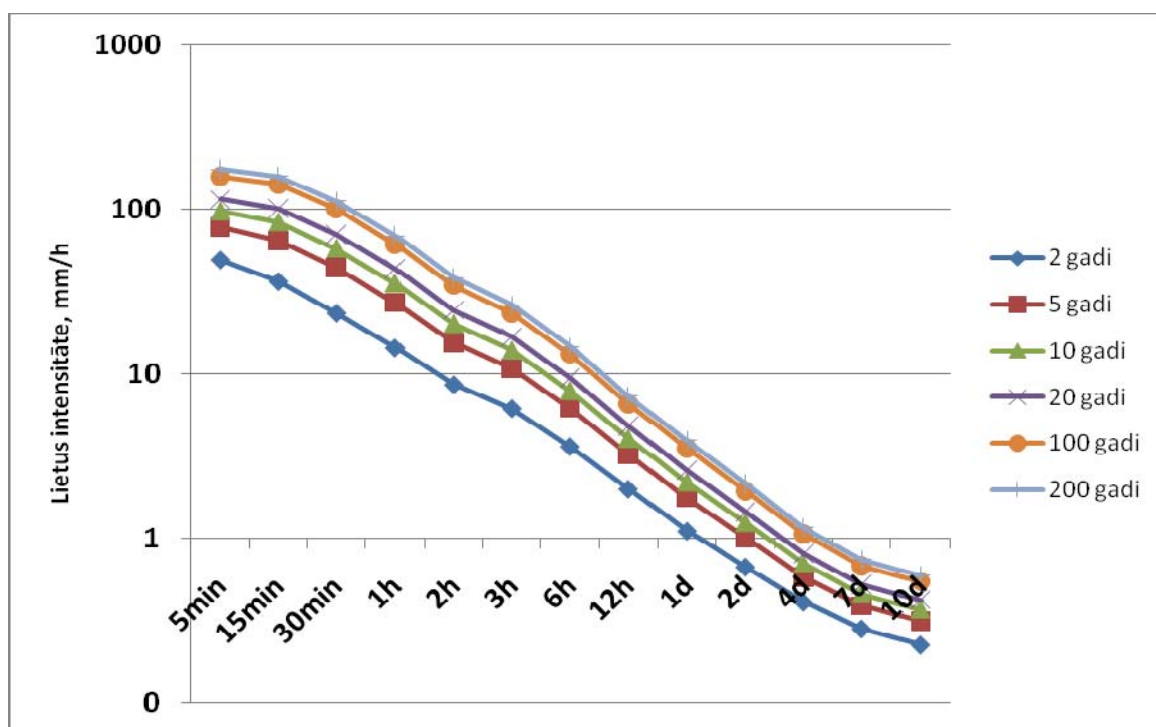
Teritoriju applūšanu Rīgas pilsētā nosaka vētru radīti ūdens uzplūdi Rīgas jūras līča dienviddaļā (vēja uzplūdi), Daugavas caurplūduma maksimumi (pavasara pali), spēcīgas lietusgāzes un strauja sniega kušana. Pirmo divu riska faktoru scenāriji aplūkoti PAIC (2011).

Šajā atskaitē 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.gg.) un tālajai nākotnei (2071.-2100.gg.).

Sadaļā 2.1.1 izveidoti lietusgāžu scenāriji, bet sadaļā 2.1.2 – sniega kušanas scenāriji.

2.1.1. Lietusgāžu scenāriji

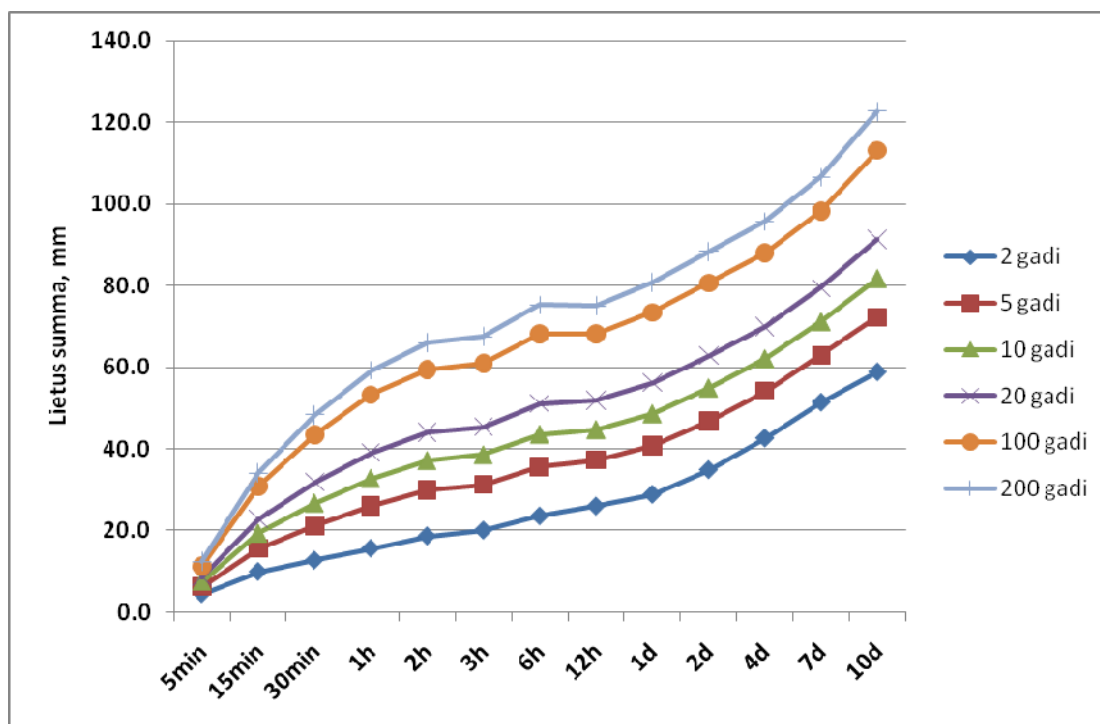
Spēcīgas lietusgāzes scenārijs ir nokrišņu intensitātes laika rinda ar augstu laika izšķirtspēju. Lai aprēķinātu šīs laika rindas mūsdienu klimatam, tika lietota sekojoša metodika:



Att. 2.1. Maksimālā lietūs intensitāte (mm/h) dažādiem laika intervāliem un atkārtosamībām. Rīga, mūsdienu klimats.

1. Detalizētas īstermiņa nokrišņu intensitātes dati Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrā pieejami no pluviogrāfa novērojumiem. Izpildītāja rīcībā ir 35 gadu pluviogrāfa datu rindas Saldus novērojumu stacijā PAIC (2006) - 1951.-1978., 1980.-1983. un 2002.-2004. gg. Novērojumi veikti gada siltajā daļā, t.i. nokrišņiem lietūs veidā. Dati ietver lietūs sākuma momentu un nokrišņu daudzumu katrā lietūs notikuma laikā ar laika izšķirtspēju 5 minūtes.

2. No pluviogrāfa tika iegūti dažādu laika intervālu (5 min, 15 min, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 1 d, 2 d, 4 d, 7 d un 10 d) nokrišņu intensitātes ikgadējie maksimumi. Šiem maksimumiem tika veikta novērojumu ekstrēmu Gumbell analīze USACE (1993), iegūstot katra laika intervāla nokrišņu intensitātes ar atkārtojamību reizi 200, 100, 20, 10, 5 un 2 gados.
3. Tika pieņemts, ka Latvijas teritorijā lietus notikumu laika struktūra ir līdzīga un Rīgas situācijai var izmantot Saldus novērojumu datu analīzi, mērogojot kopējo nokrišņu daudzumu. Lai atrastu mēroga reizinātāju, tika veikta diennakts novēroto nokrišņu daudzumu ekstrēmu analīze Rīgas novērojumu stacijā 61 gadam no laika perioda 1897-2010. gg. Pēc tam visi p.2 Saldus novērojumi tika mērogoti ar atbilstošās atkārtojamības Rīgas/Saldus vienas diennakts nokrišņu intensitāšu attiecībām. Atzīmēsim, ka Rīgas un Saldus ekstrēmo nokrišņu intensitātes atšķiras maz – attiecīgie mērogošanas koeficienti bija intervālā no 0,86 līdz 1,08. Dažādas atkārtojamības nokrišņu intensitātes un nokrišņu daudzumi visiem aplūkotajiem laika intervāliem mūsdienu klimatam apkopoti att. 2.1-2.2 un 2.1 tabulā.



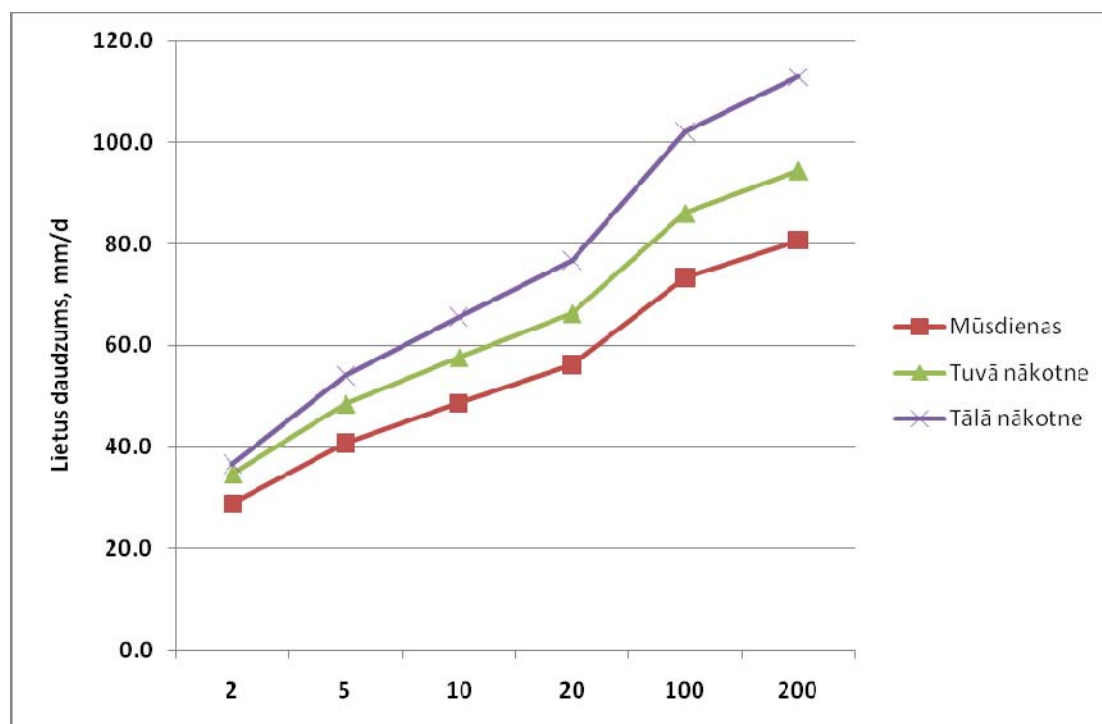
Att.2.2. Ekstrēmais nokrišņu daudzums (mm) dažādiem laika intervāliem un atkārtojamībām. Rīga, mūsdienu klimats.

4. No p.3 dažādas atkārtojamības nokrišņu ekstrēmiem dažādiem laika intervāliem Rīgā tika izveidotas mākslīgas 14 dienu lietusgāžu datu rindas; tas, atbilstoši USACE (1993) rekomendācijām tika veikts ar HEC-HMS 3.5 programmatūras USACE (2006) funkciju „frequency storm” (300 kvadrātkilometru teritorijai). Tādējādi tika iegūtas 6 dažādu atkārtojamību sintētiskās lietusgāzes mūsdienu klimatam ar laika soli 1 minūte.

5. Lai iegūtu nākotnes lietusgāžu scenārijus, tika izmantota LU (2008, 2009) pieeja, kas tālāk attīstīta PAIC (2010). Tika izmantota ES projekta ENSEMBLES (2009) reģionālo klimata modeļu (21 modelis) ansamblis, ar kuriem veikti klimatiskie aprēķini 1961-2100.gg.
6. P.5 modeļaprēķiniem (21 modelis, 140 gadu ilgs laika periods) tika veikta sistemātisko kļūdu korekcija, atbilstoši LU (2008, 2009), Seņņikovs un Bethers (2009) metodikai.

Tabula 2.1. Dažādas atkārtojamības ekstrēmais nokrišņu daudzums (mm) dažādiem laika intervāliem. Rīga, mūsdienu klimats.

Intervāls	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
5min	4.4	6.3	7.5	8.7	11.3	12.4
15min	9.8	15.6	19.3	22.8	30.7	34.1
30min	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



Att. 2.3. Nokrišņu daudzums (mm) diennaktī, mūsdienās, tuvajā un tālajā nākotnē dažādas atkārtojamības lietusgāzēm.

7. Tika veikta ekstrēmu analīze diennakts nokrišņu daudzumam Rīgā, katram no 21 modeļiem un katram no 3 laika periodiem (1961-1990, 2021-2050 un 2071-2100). Katram no laika periodiem un katrai lietusgāžu atkārtojamībai tika noteikta ansambla mediāna, tādējādi iegūstot diennakts ekstrēmos nokrišņu daudzumus ar 6 dažādām atkārtojamībām 3 klimatiskajiem laika periodiem. Tika noteikti mēroga reizinātāji lietusgāžu pieaugumam starp vienādas atkārtojamības nākotnes un mūsdienu scenārijiem. Diennakts nokrišņu daudzums ar dažādām atkārtojamībām 3 klimatiskajām situācijām parādīts att. 2.3.

Tabula 2.2. Summārais nokrišņu daudzums (vai sniega kušanas ūdens ekvivalents) dažādas atkārtojamības ekstrēmiem 3 klimata scenārijiem. Sintētiskā HEC-HMS datu rinda (14 dienas).

Atkārtojamība (reizi gados)	Mūsdienas	Tuvā nākotne	Tālā nākotne	Sniegš
2	31,1	37,5	39,6	17,7
5	41,9	50,0	55,6	66,7
10	47,7	56,5	64,3	92,5
20	54,5	64,4	74,4	150,1
100	70,5	82,6	98,0	222,1
200	76,7	89,8	107,3	234,3

8. Sintētiskās lietusgāzes mūsdienu situācijai (p.5) tika mērotas ar p.7 pārejas koeficientiem, iegūstot pavisam 18 lietusgāžu scenārijus – nokrišņu intensitāšu laika rindas ar atkārtojamību reizi 2, 5, 10, 20, 100 un 200 gados mūsdienu klimatam, tuvajai un tālajai nākotnei.

Summārais nokrišņu daudzums (vai sniega kušanas ūdens ekvivalents) dažādas atkārtojamības ekstrēmiem 3 klimata scenārijiem, tas ir 14 dienu sintētiskās HEC-HMS datu rindas, apkopots 2.2 tabulā. Salīdzinot ar 2.1 tabulu, redzams, ka, ievērojot nozīmīgo modeļapgabala teritoriju (>300 km²), HEC-HMS metodika pielieto nokrišņu summai koeficientu 0,53-0,62. Tas samērā precīzi atbilst būvnormatīva LBN 223-99 MK (1999) noteiktajam koeficientam 0,55.

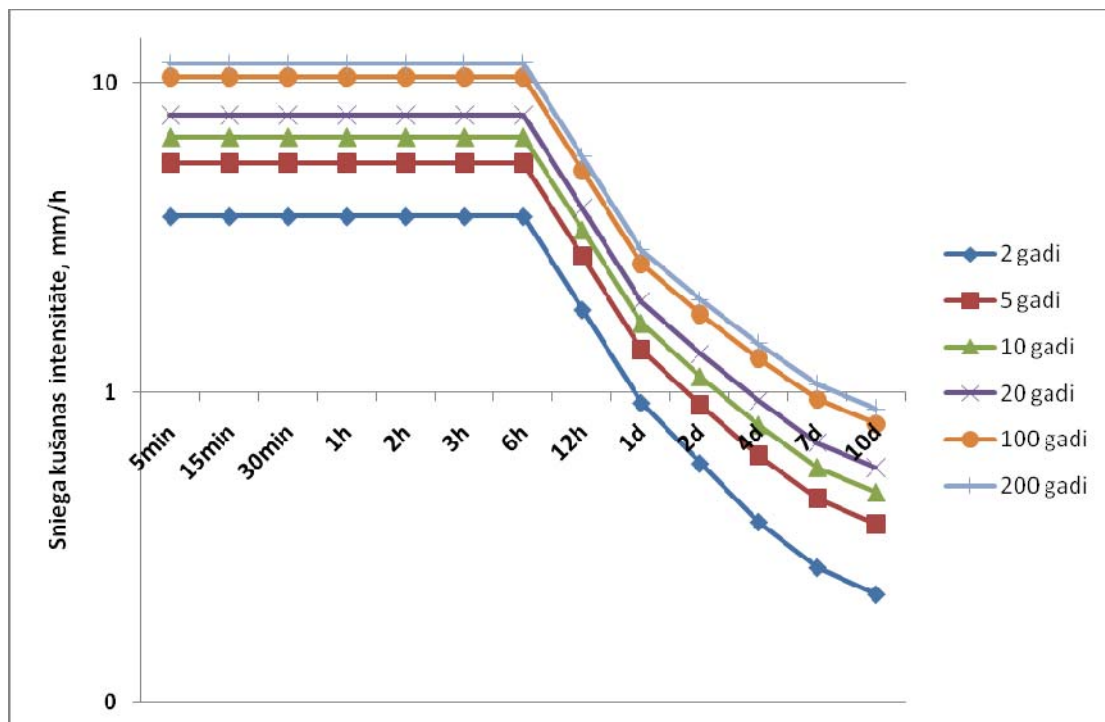
2.1.2. Sniega kušanas scenāriji

Spēcīgas sniega kušanas scenārijs ir izkusušā sniega ūdens ekvivalenta laika rinda ar augstu laika izšķirtspēju. Lai aprēķinātu šīs laika rindas mūsdienu klimatam, tika lietota sekojoša metodika:

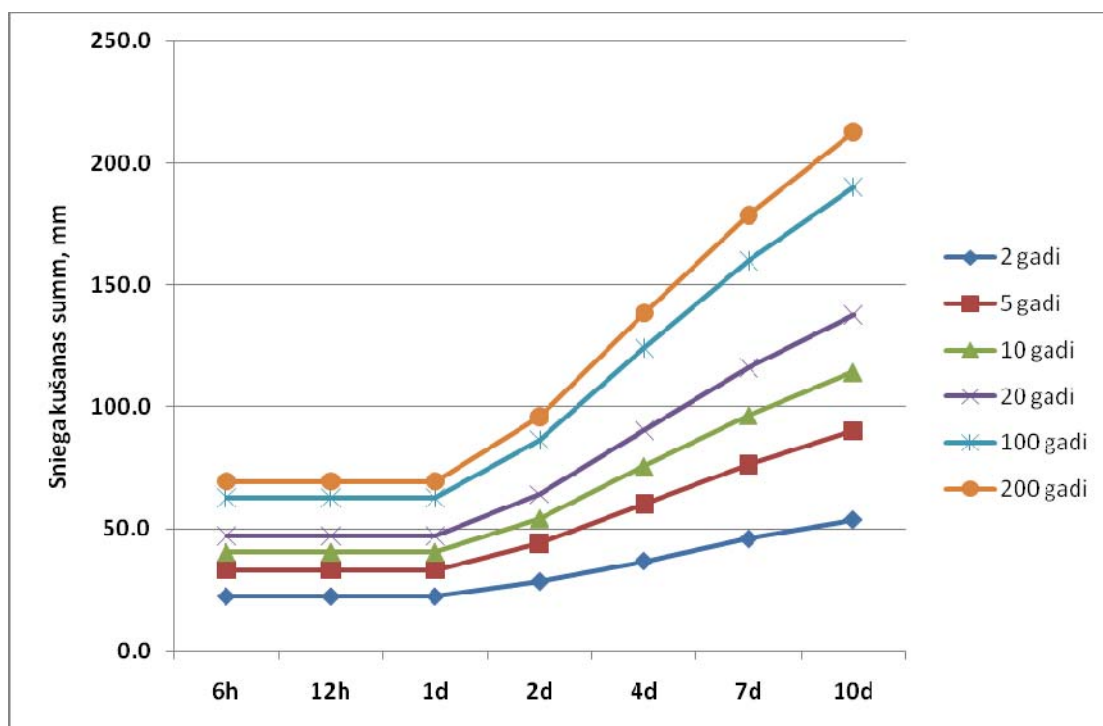
1. Tika analizētas nokrišņu un sniega segas biezuma termiņnovērojumu datu rindas 27 gadu laika periodam no 1951. līdz 1977. gadam PAIC (2006), kas ietver sniega segas biezuma (vienreiz dienā) un summārā nokrišņu daudzuma (1951.-65. gg. ik pa 12 h, 1966.-1977. gg. ik pa 6 h) novērojumus.
2. Tika atlasīti sniega kušanas periodi un noteikti maksimālie sniega segas samazināšanās ātrumi laika posmiem 1 d, 2 d, 4 d, 7 d un 10 d. Šiem maksimumiem tika veikta ekstrēmu Gumbell analīze USACE (1993), iegūstot

katra laika intervāla sniega segas samazināšanos ar atkārtojamību reizi 200, 100, 20, 10, 5 un 2 gados. Šie notikumi tika pārvērsti ūdens ekvivalentā, pieņemot sniega blīvumu $0,3 \text{ g/cm}^3$.

3. Dažādas atkārtojamības sniega kušanas intensitātes un izkusušā sniega daudzumi (ūdens ekvivalents) visiem aplūkotajiem laika intervāliem mūsdienu klimatam apkopoti att. 2.4-2.5 un 2.3 tabulā. Mēs pieņemām, ka sniega kušana notiek ar vienādu intensitāti 6 stundas diennaktī.
4. No p.3 dažādas atkārtojamības sniega kušanas ekstrēmiem dažādiem laika intervāliem tika izveidotas mākslīgas 14 dienu ūdens ekvivalenta datu rindas; tas, atbilstoši USACE (1993) rekomendācijām, tika veikts ar HEC-HMS 3.5 programmatūras USACE (2006) funkciju „frequency storm” (300 kvadrātkilometru teritorijai). Tādējādi tika iegūtas 6 dažādu atkārtojamību sintētiskie sniega kušanas notikumi mūsdienu klimatam.
5. Nākotnes sniega kušanas scenāriji netika aplūkoti, jo atbilstoši LU (2008, 2009) sagaidāma būtiska sniega segas samazināšanās (vidēji līdz 40%) nākotnē.



Att. 2.4. Maksimālās sniega kušanas intensitātes ūdens ekvivalents (mm/h) dažādiem laika intervāliem un atkārtojamībām.

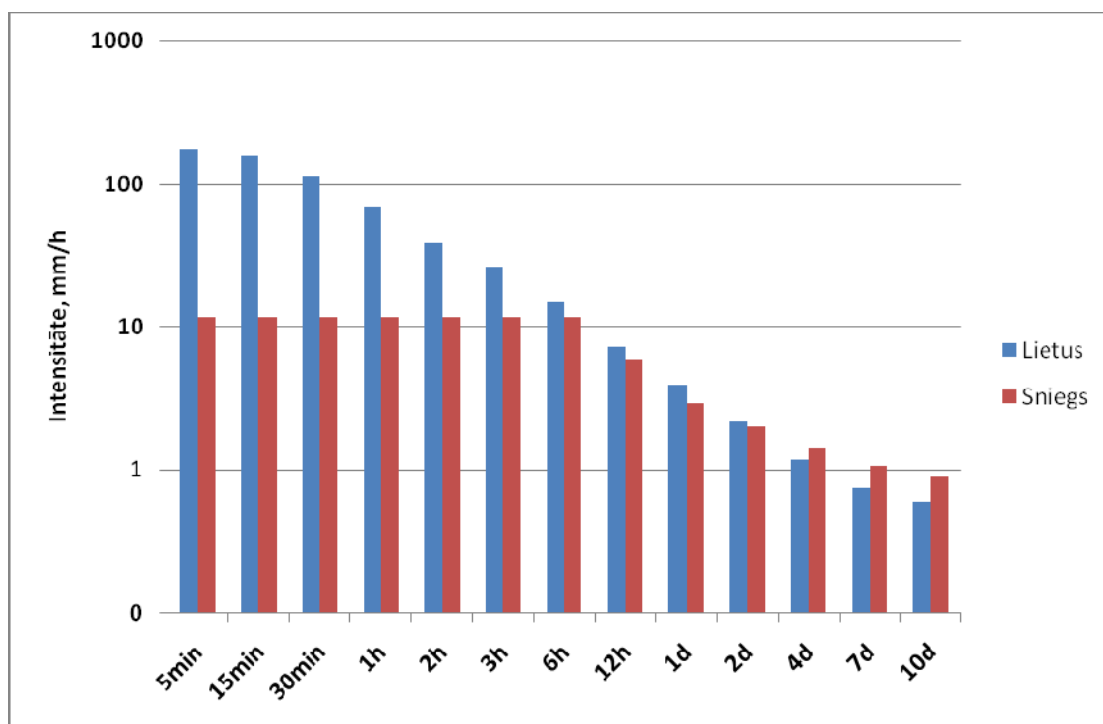


Att. 2.5. Ekstrēmais sniega kušanas ūdens ekvivalents (mm) dažādiem laika intervāliem un atkārtojamībām. Rīga, mūsdienu klimats.

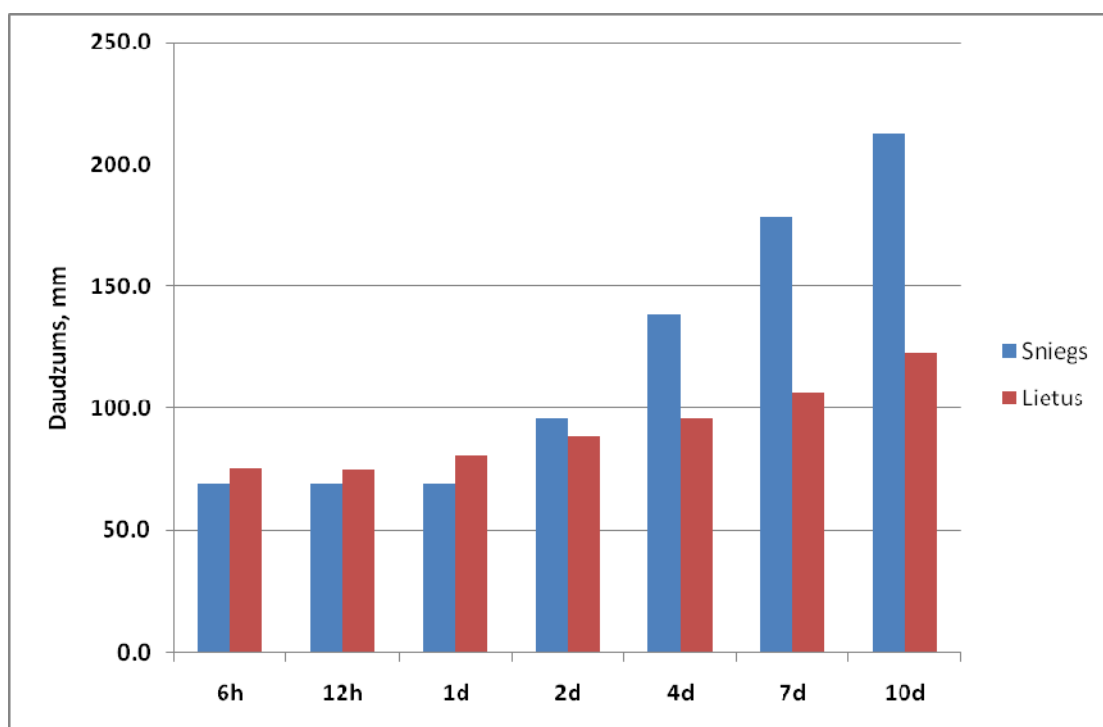
Tabula 2.3. Dažādas atkārtojamības ekstrēmo sniega kušanas notikumu ūdens ekvivalents (mm) dažādiem laika intervāliem. Rīga, mūsdienu klimats.

Intervāls	2 gadi	5 gadi	10 gadi	20 gadi	100 gadi	200 gadi
6h	22.3	33.1	40.3	47.2	62.8	69.4
12h	22.3	33.1	40.3	47.2	62.8	69.4
1d	22.3	33.1	40.3	47.2	62.8	69.4
2d	28.4	43.9	54.2	64.0	86.3	95.8
4d	36.7	60.1	75.6	90.4	124.1	138.4
7d	45.8	76.4	96.6	116.0	159.9	178.7
10d	53.6	90.2	114.4	137.6	190.2	212.7

Visekstrēmāko (reizi 200 gados) lietusgāžu un sniega kušanas intensitātes un nokrišņu (vai izkusušā sniega) daudzumi visiem aplūkotajiem laika intervāliem mūsdienu klimatam apkopoti att. 2.6-2.7. Redzams, ka īstermiņā lietus intensitāte vairākkārt (15 reizes 5 minūšu intervālam, 6 reizes stundas intervālam) pārsniedz sniega kušanas intensitāti. Tomēr laika intervāliem virs vienas diennakts ekstrēmie nokusušā sniega ūdens ekvivalents pārsniedz atbilstošos ekstrēmos nokrišņus. Atzīmēsim, ka sniega kušanas scenārijos nav ņemta vērā sniega izvešana, tīrīšana un ķīmiskā kausēšana ziemas laikā.



Att. 2.6. Nokrišņu un sniega kušanas intensitāte (mm/h) 200 gadu atkārtojamības scenārijiem mūsdienās atkarībā no laika intervāla.



Att. 2.7. Nokrišņu un sniega kušanas ūdens ekvivalenta daudzums (mm) 200 gadu atkārtojamības scenārijiem mūsdienās atkarībā no laika intervāla.

2.2. Gruntsūdens režīma novērtējums Rīgas teritorijā

2.2.1. Situācijas vispārējs raksturojums

Gruntsūdens līmeņa režīma modelēšanai Rīgas pilsētā bez SWMM programmatūras (sk. sadaļas 2.3 – 2.4) tika izmantota arī pazemes filtrācijas programmatūra HiFiGeo PAIC (2002) kopā ar LU (2011) projekta „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” ietvaros izveidoto ģeoloģiskās struktūras izveidošanas preprocesoru un Baltijas artēziskā baseina hidroģeoloģisko modeli. HiFiGeo pieslēgtā datu bāze tika izmantota gruntsūdens līmeņa izmaiņu laikā un gruntsūdens līmeņu telpiskā sadalījuma novērojumu analīzei. Šajā atskaites sadaļā tiks aprakstīti novērojumu datu analīze un HiFiGeo modelēšanas rezultātu analīze, izdarītie secinājumi tālāk izmantoti gruntsūdens modelēšanai ar programmu SWMM, kuras rezultāti tiks aprakstīti turpmākajās sadaļās.

Rīga teritorijā ir daudz lielu ūdensobjektu kā Daugava, Ķīšezers un Juglas ezers, kuru līmeņi ir praktiski vienādi ar Rīgas jūras līča līmeni un kuri nosaka gruntsūdens līmeni pie šo objektu krastiem. Īslaicīgās jūras līmeņa svārstības, kuru ietekme uz Rīgas applūšanas riskiem pētīta iepriekšējā etapā PAIC (2011), gruntsūdens līmeni tieši neietekmē, tā kā filtrācija gruntī ir lēns process. Piemēram, līmenim paceļoties par 1 metru, diennakts laikā šī līmeņa izmaiņa būs jūtama aptuveni 10 m attālumā no krasta. Daudz lielāka ietekme uz gruntsūdeni ir infiltrācijai no applūdušās teritorijas virsmas. Pieņemot infiltrācijas vērtību applūdušajā teritorijā vienādu ar 0.5 cm/h, diennakts laikā gruntī iesūksies 12 cm ūdens, kas pie grunts porainības 0.3 pacels gruntsūdens līmeni par 36 cm visā applūdušajā teritorijā. Tā kā applūstošās teritorijas lielākoties klātas ar biezu grāvju tīklu, gruntsūdens līmenis dažu dienu laikā pazemināsies līdz iepriekšējam līmenim. Jūras uzplūdu ietekme uz gruntsūdeņiem netiks sīkāk pētīta, tiks aplūkota tikai lietus un sniega kušanas ietekme.

Rīgas teritorijai un tās apkārtnē nav raksturīgs izteikts dabīgais hidroģeoloģiskais tīkls, ja neskaita jau pieminētos ūdensobjektus. Kā lielākās upītes minamas Mazā Jugla, Lielā Jugla, Mārupīte, Langa, Neriņa, Pēterupīte, Šmerļupīte, Titurga, Lāčupīte. Tālāk no šīm upītēm bieži atrodas purvainas vietas, kurās ir augsts gruntsūdens līmenis.

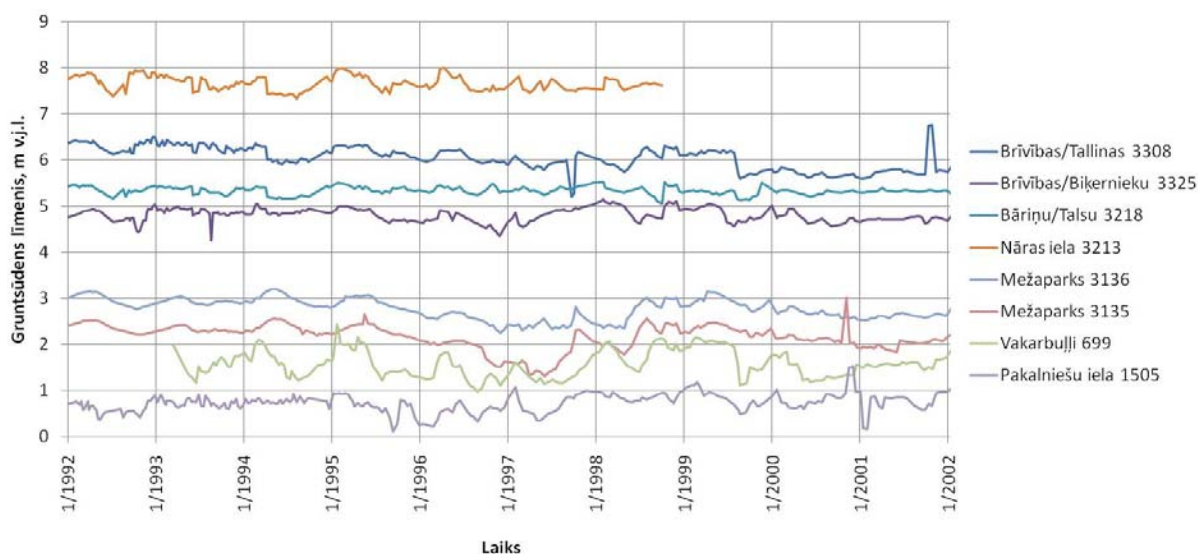
Vēsturiskā apbūve lielākoties izveidojusies augstākās vietās vai ūdensobjektu tiešā tuvumā, kur gruntsūdens līmenis ir zems (Vecrīga, Rīgas centrs, Āgenskalns). Apkārt tām ir rajoni, kuros gruntsūdens līmenis ir augsts (Imanta, Zolitūde, Purvciems, Pļavnieki). Vēl pašreiz Rīgas apkārtnē atrodas vairāki lieli purvi (Mūkupurvs, Bieriņu purvs, Medema purvs, Getliņu purvs). Daudzās vietās jau pirms masīvas dzīvojamās apbūves veikšanas ir tikusi izveidota meliorācijas grāvju sistēma (Purvciems, Pļavnieki, Dārzciems, Imanta, Zolitūde).

Gruntsūdens režīmu būtiski ietekmē arī grunts filtrācijas īpašības un ģeoloģiskā nogulumiežu struktūra. Kā redzams ģeoloģiskajos griezumos att. 2.8-2.9, Rīga atrodas uz kvartāra nogulumu slāņa, kura biezums ir 20-50 m. Zem kvartāra slāņa atrodas Devona nogulumieži – Pļaviņu-Daugavas svītas dolomīts un Gaujas-Amatas svītas smilšakmens. Kvartāra slāņa augšējā daļa Rīgas teritorijā sastāv no smilts (pārsvarā sīkgraudaina, vidējgraudaina un dažādgraudaina), kurai ir liels filtrācijas koeficients

2.2.2. Gruntsūdens līmeņa novērojumi un modelēšana

Novērotās gruntsūdens līmeņu laika atkarības vairākos LVĢMC monitoringa urbemos LU (2011) Rīgas teritorijā 10 gadu laikā parādītas att. 2.10 (novērojumi izdarīti 2 reizes mēnesī). No attēla iespējams izdarīt vairākus secinājumus.

1. Pirmkārt, visos urbemos vērojamas sezonālas svārstības ar ūdenslīmeņa maksimumu pavasarī. Svārstību amplitūda ir mazāka par metru, tipiskās gada cikla svārstību amplitūdas ir 10 – 40 cm.
2. Otrkārt, gruntsūdens līmenis apakšējām 4 līknēm, kuras atrodas nedrenētās teritorijās, izteikti korelē ar monitoringa urbuma attālumu līdz lielajām ūdenstilpnēm – viszemākais tas ir Pakalniešu ielā (100 m līdz Ķīšezera krastam), bet augstākais – Mežaparkā urbumā 3136 (600 m no Ķīšezera krasta). Šī korelācija novērojama arī pārējiem urbumiem, taču Pārdaugavā gruntsūdens līmenis ir relatīvi augstāks, kas izskaidrojams ar mazāku lietus kanalizācijas sistēmas blīvumu nekā Rīgas centrā. Cits iespējams izskaidrojums ir aptuveni 2 reizes plānāks gruntsūdeni vadošais kvartāra slānis Daugavas kreisajā krastā.

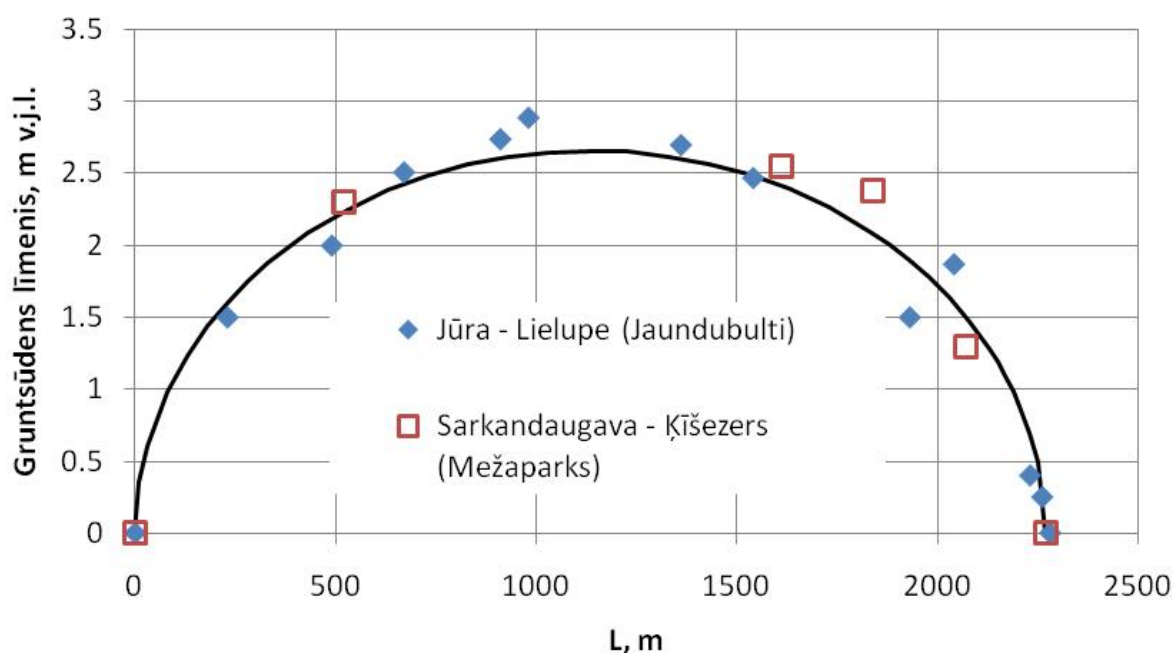


Att. 2.10. Izvēlētu gruntsūdens monitoringa urbumu novērojumu laika rindas Rīgas pilsētas teritorijā.

Vienkāršākos gadījumos gruntsūdens līmeņa telpisko sadalījumu var iegūt, izmantojot analītisku atrisinājumu. Apgabalā starp divām paralēlām ūdenstilpnēm ar fiksētu ūdens līmeni un visā apgabalā konstantu un laikā nemainīgu infiltrāciju, stacionārs gruntsūdens līmenis aprakstāms ar formulu (Harr, 1962):

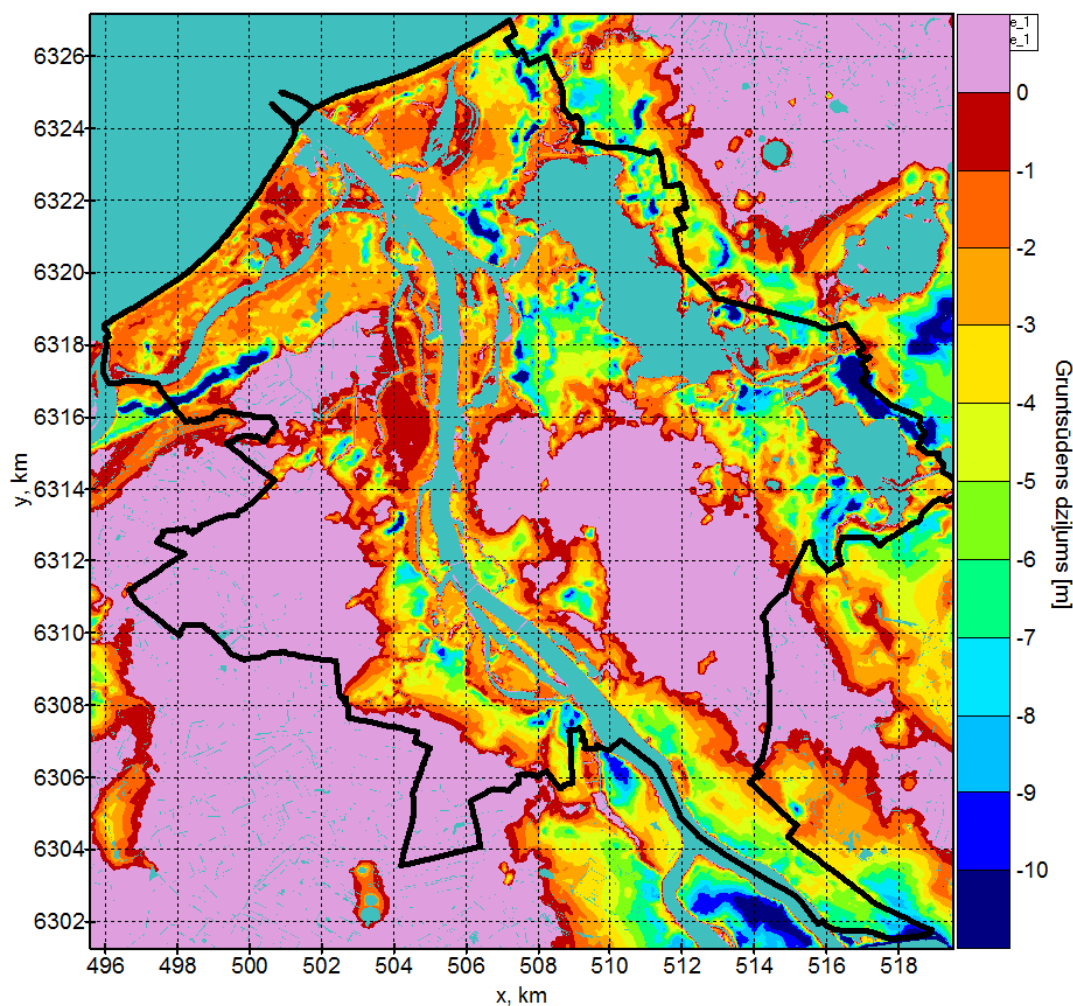
$$h^2 = h_0^2 - \frac{(h_U^2 - h_L^2)x}{L} + \frac{W}{K_D}(L - x)x$$

kur h ir ūdens līmenis, x ir distance, W ir infiltrācija m/s, K_S ir filtrācijas koeficients m/s, h_0 un h_L ir ūdens līmeņi pie $x=0$ and $x=L$. Rīgas apkārtnē ir vairākas šādas vietas, piemēram, Mežaparks starp Ķīšezeru un Daugavu, Jūrmalas pilsēta starp Lielupi un jūru, Daugavgrīvas sala starp Buļļupi un jūru. Šiem reģioniem raksturīgs kāpu reljefs, tajos nav izteiktas virszemes noteces un lietus kanalizācijas, tādēļ daļa nolijušā lietus iztvaiko, bet daļa iesūcas gruntī. Attiecība starp iesūkušos un iztvaikojušo daļu konkrētiem apstākļiem nav zināma, taču izmantojot gruntsūdeņu līmeņu novērojumu datus, iespējams atrast šo parametru. Otrs kalibrējams parametrs ir ne tik precīzi zināmās grunts filtrācijas īpašības, taču šie parametri ir saistīti, t.i. brīvi izvēloties vienu no tiem un kalibrējot otru, atrisinājums nemainās. Grunts filtrācijas koeficients tika pieņemts vienāds ar 10 m/dnn. Att. 2.11 redzams gruntsūdens sadalījums divos griezumos – Mežaparkā (sarkanie kvadrāti) un Jaundubultos (zilie rombi). Attālums starp ūdenstilpnēm abos gadījumos sakrīt, tādēļ attēlots tikai viens analītiskais atrisinājums (melna līnija). Kalibrējot noteiktā infiltrācija ir 20 mm/gadā. Redzams, ka abos gadījumos sakritība starp novērotajiem (vidējiem) pazemes ūdens līmeņiem un analītisko atrisinājumu ir ļoti laba.



Att. 2.11. Viendimensionāls gruntsūdens līmeņu modeļa atrisinājums un novērotie gruntsūdens līmeņi griezumam (1) pār Jūrmalas pilsētu Jaundubultos un (2) pār Mežaparku Rīgā.

Lai novērtētu “dabīgo” gruntsūdens līmeņu sadalījumu Rīgas pilsētā situācijai bez meliorācijas un lietus kanalizācijas sistēmu ietekmes, tika veikti stacionāra gruntsūdens līmeņa aprēķini ar programmatūru HiFiGeo. Vienslāņa 40 m biežā (kvartārs) modeļapgabala filtrācijas koeficients pieņemts 0.5 m/dnn. Pielietotie robežnosacījumi – necaurlaidība uz ārējām apgabala robežām un apakšējās robežas, infiltrācija 20 mm/gadā uz reljefa virsmas. Uz virsmas ūdens līmenis tika fiksēts visos ūdensobjektos, kuros tas bija uzdots 1:10000 mēroga topogrāfiskajās kartēs. Šajos aprēķinos ka meliorācijas sistēmas sastāvdaļa netika ņemti vērā grāvji. Aprēķinātais gruntsūdens dziļums (līmenis zem zemes virsmas) parādīts att. 2.12.



Att. 2.12. Gruntsūdens dziļums m no zemes virsmas Rīgā un tās apkārtnē, neievērojot noteci pa meliorācijas sistēmām. Teritorijas, kurās gruntsūdens līmenis vienāds ar zemes virsmu, attēlotas ar violetu krāsu. Rīgas robeža attēlota ar melnas krāsas līniju.

Redzams, ka bez meliorācijas sistēmas gruntsūdens sasniegtu zemes virsmu ar violetu krāsu attēlotajās teritorijās - Imantā, Zolitūdē, Pleskodālē, Ziepniekkalnā, Ganību dambī, Teikā, Purvciemā, Pļavniekos, Dārzciemā. Kaut arī šāda analīze bez esošās meliorācijas sistēmas ir tīri teorētiska, tā parāda, cik ļoti Rīga ir atkarīga no funkcionējošas meliorācijas un lietus ūdens kanalizācijas sistēmas.

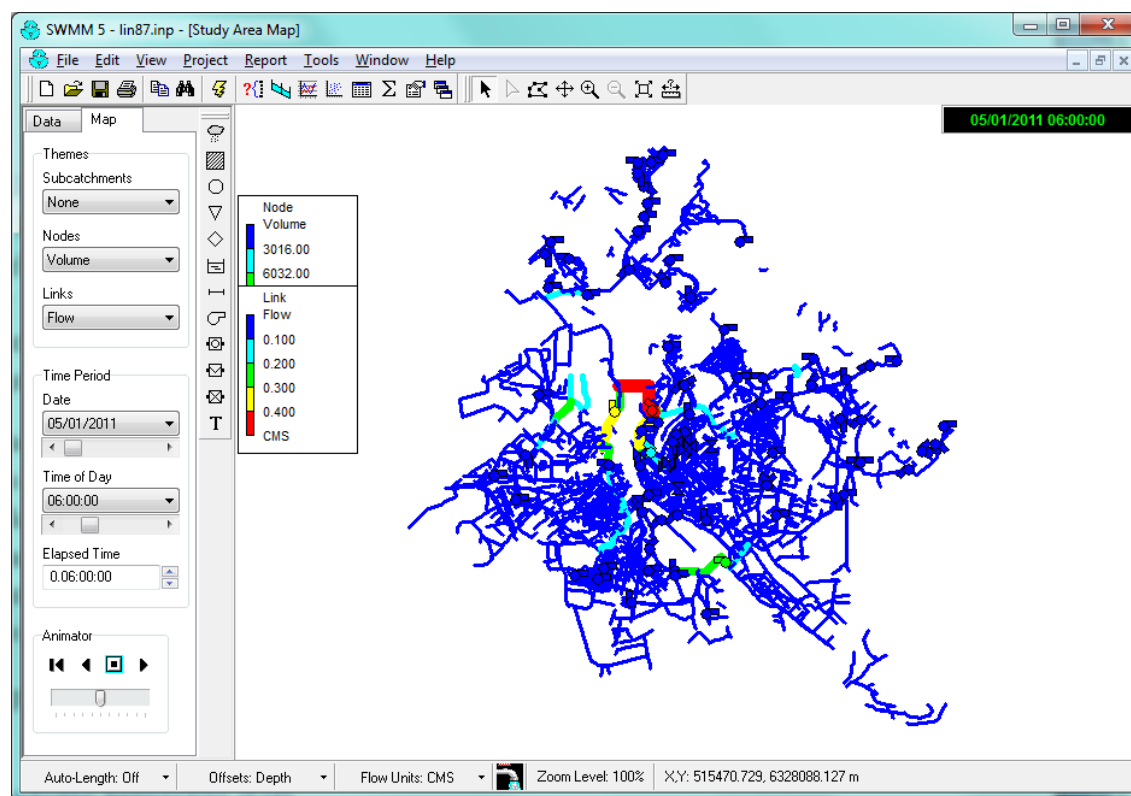
Šajā nodaļā veiktie gruntsūdeņu līmeņa aprēķini tika tālāk izmantoti SWMM hidroloģiskajos aprēķinos: (1) apgabalos, kur gruntsūdens līmenis augstāks par SWMM modeļa apgabala kanalizācijas kolektora apakšas atzīmi, tika veikts gruntsūdeņu līmeņa aprēķins, jo tajos pastāv teritoriju applūšanas risks gruntsūdeņu līmeņa celšanas rezultātā, (2) pārējā Rīgas teritorijā SWMM aprēķinos netika veikta gruntsūdeņu līmeņa modelēšana.

2.3. Hidroloģiskais modelis

2.3.1. Hidroloģiskās modelēšanas programmatūra

Lietus, sniega kušanas un gruntsūdens līmeņa celšanās ietekme uz applūšanas riskiem Rīgas teritorijā modelēta, izmantojot ASV Vides Aizsardzības Aģentūras brīvpieejas programmatūru „Storm Water Management Model” (SWMM). Tas ir dinamiskas lietus noteces modelis, kas piemērots atsevišķu notikumu un ilgstošu laika periodu aprēķinam galvenokārt urbānā vidē, ņemot vērā arī kanalizācijas sistēmas EPA (2004).

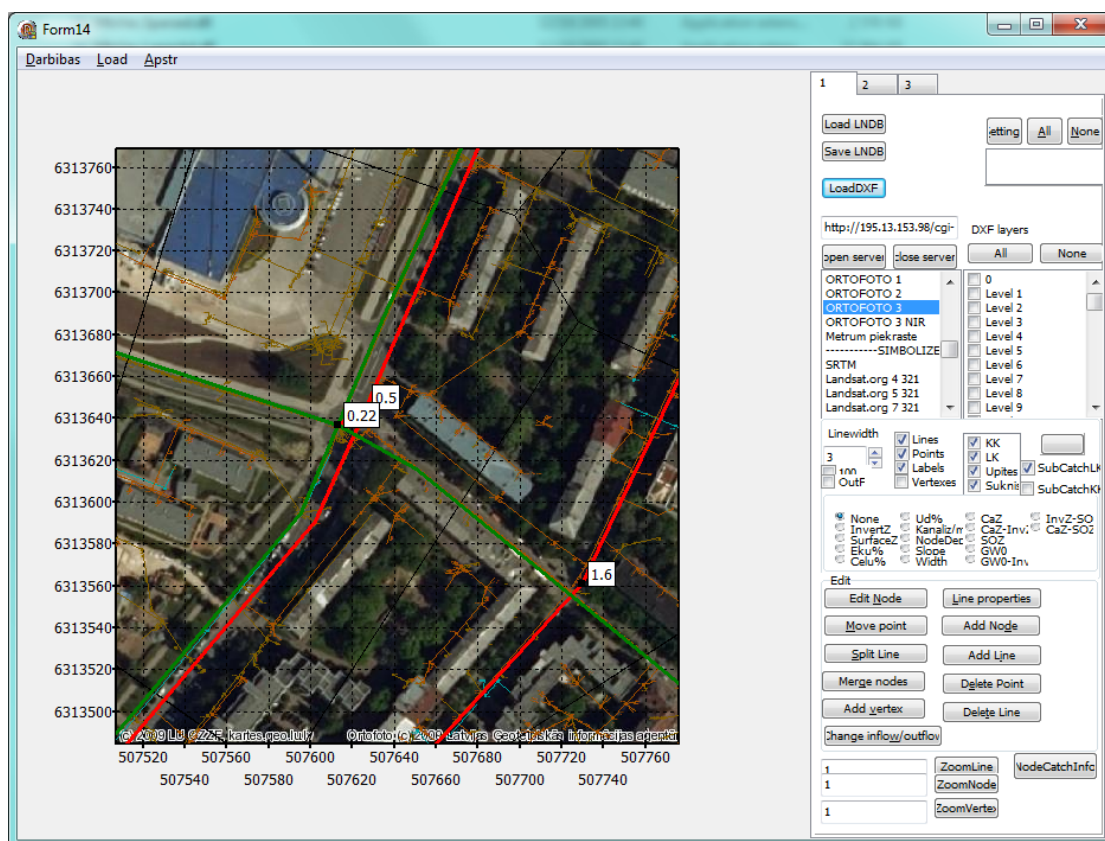
Modelis ir konceptuāls; tā aprēķinu pamatvienības ir sateces laukumi (apakšbaseini), kuros nolijušais lietus aiztek caur cauruļu/kanālu sistēmām, ievērojot rezervuārus, sūkņus un regulatorus. Modelis var ņemt vērā laikā mainīgu lietus intensitāti, iztvaikošanu, sniega uzkrāšanos un kušanu, lietus ūdens iesūkšanos nepiesātinātā gruntī un pāriešanu gruntsūdenī, pārplūdi starp gruntsūdeni un drenāžas sistēmām, ūdens virsmas noteci apakšbaseinu ietvaros un starp tiem.



Att. 2.13. Programmatūras SWMM lietotāja saskarne.

SWMM programmatūras lietotāja saskarne attēlota att. 2.13. SWMM programma visu objektu parametru ievadi atstāj lietotāja ziņā un nenodrošina konceptuālo objektu piesaisti telpiskajai informācijai. Lai nodrošinātu kolektoru sistēmas izveides un iegūto rezultātu attēlošanas iespējas, lielā apstrādājamo datu apjoma dēļ tika izveidotas vairākas specializētas programmas datu ievadei un labošanai (preprocesors), kā arī ģeotelpisko datu analīzei un rezultātu attēlošanai. Att. 2.14

parādīts datu apstrādes preprocesors, kura grafiskajā logā attēlots aerofoto, Ģeometrs (2011) rasējumu slānis (brūns), lietus kanalizācijas tīkls (zaļš), notekūdeņu kanalizācijas tīkls (sarkans) un kolektoru krustpunktus ar augstuma atzīmēm.



Att. 2.14. Ģeometriskā preprocesora lietotāja saskarne.

2.3.2. Ģeotelpiskā modeļa izveide

Hidroloģiskajam modelim nepieciešamie pamata ieejas ģeotelpiskie dati iedalāmi 3 grupās:

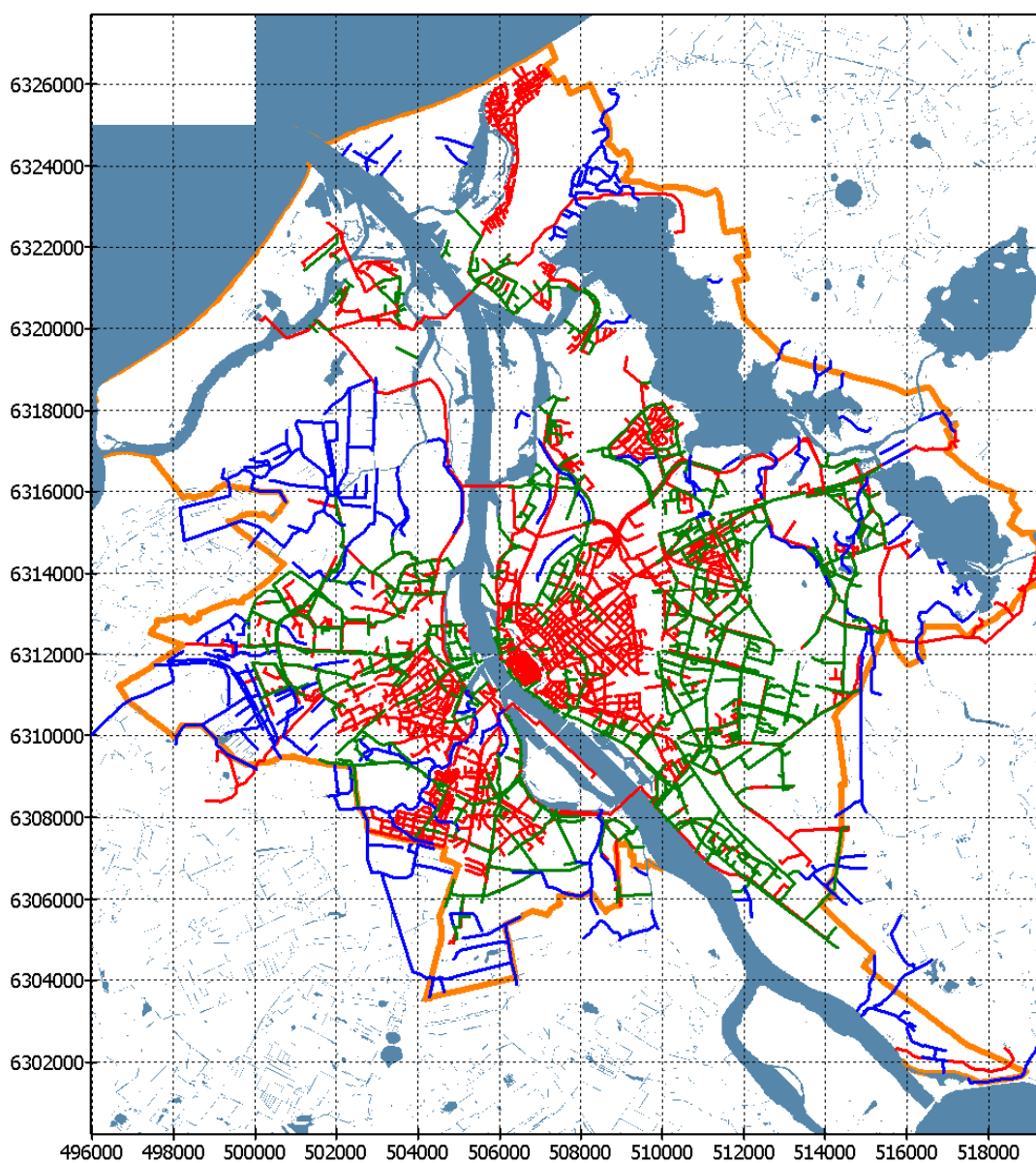
- a. Punktveida (sūkņu stacijas, pārgāznes, kolektoru sadalījuma punkti, kolektoru izplūdes) objekti.
- b. Līnijveida (kolektori, spiedvadi, grāvji/upītes) objekti.
- c. Laukuma (sateces apakšbaseini) objekti.

Veidojot modeļa ģeometriju Rīgas pilsētai tika izmantoti sekojoši ūdens noteces sistēmas elementi (objektu grupas) – „lietus kanalizācijas sistēma”, „kanalizācijas sistēma” un „meliorācijas sistēma”. Visām šīm ūdens noteces sistēmām piemīt gan līnijveida, gan arī punktveida objektiem raksturīgā informācija. Laukumveida objekti ir punktveida noteces objektam piekārtotie sateces baseini – to galvenās īpašības (parametri) ir laukums, vidējais attālums līdz punktveida noteces objektam, slīpums, raupjums, ūdens caurlaidīgās/necaurlaidīgās laukuma daļu attiecība.

Lietus kanalizācijas sistēma. Sistēmas izveidei pamatā tika izmantoti Aqua Brambis (2009c) elektroniskie *.dwg formāta pielikumi. Modeļa ģeometrijā, lietus kanalizācijas sadaļā, tika pārņemti kolektoru līniju rasējumi un to parametri:

- d. Kolektoru izvietojums;
- e. Kolektoru izmēru parametri (diametrs vai platumi);
- f. Kolektora savienojumu augstumu atzīmes.

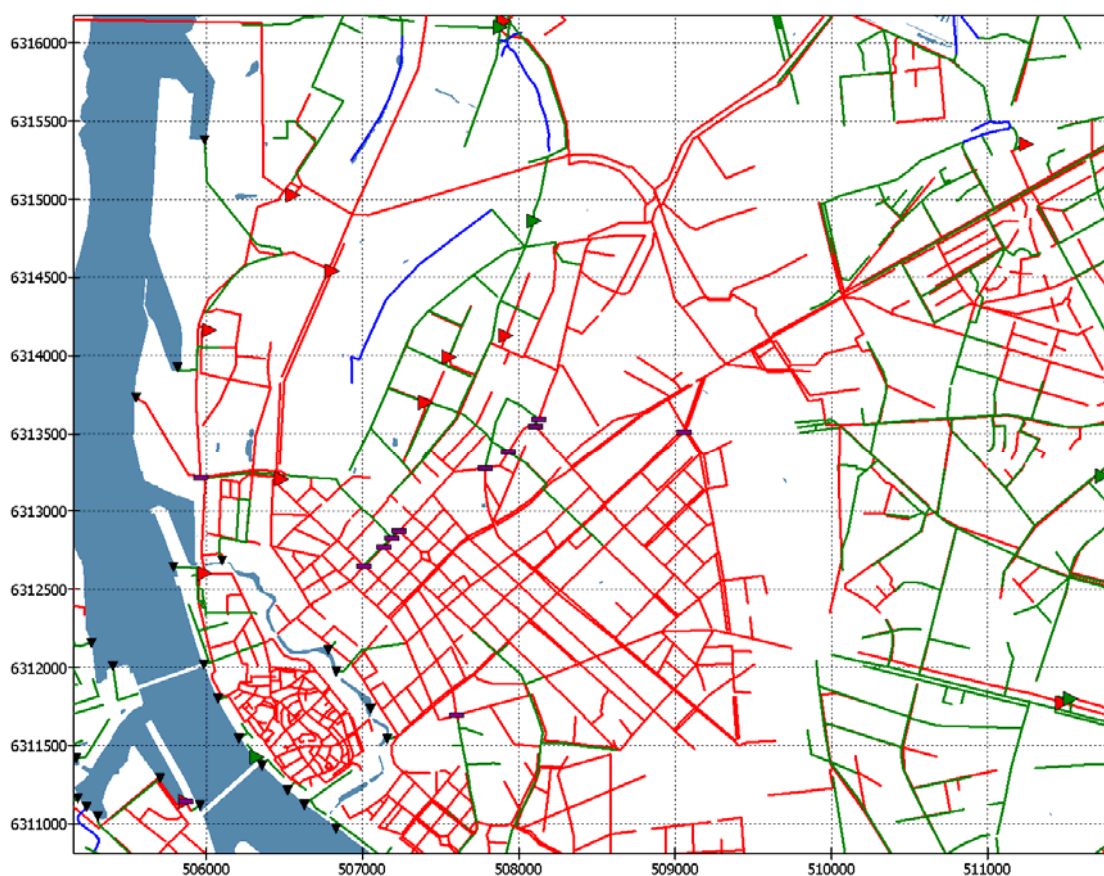
Trūkstošā informācija par kolektoru parametriem tika papildināta no Rīgas Domes Pilsētas attīstības departamenta rīcībā esošajiem Ģeometrs (2011) lietus kanalizācijas tīklu elektroniskiem rasējumiem *.dwg formātā. Modelī izmantoti apaļi vai taisnstūrveida lietus kolektori.



Att. 2.15. Modeļa līnijveida objekti modeļapgabalā. Lietus kanalizācija (zaļa), kanalizācijas sistēma (sarkana), meliorācijas sistēma (zila).

Kanalizācijas sistēma. Pēc kanalizācijas sistēmas tipa Rīgas pilsētu var sadalīt teritorijās, kur sadzīves kanalizācija un lietus kanalizācija ir veidotas vienotā sistēmā (turpmāk tiks saukta par koplietošanas kanalizācijas sistēmu) un teritorijās, kur ir sadzīves kanalizācijas šķirtsistēma, respektīvi, tā ir atdalīta no lietus kanalizācijas sistēmas (turpmāk tiks saukta par sadzīves kanalizācijas sistēmu). Koplietošanas kanalizācijas sistēma Daugavas labajā krastā ir Rīgas centrā un Vecrīgā, bet Daugavas kreisajā krastā – Āgenskalna apkaimē. Kanalizācijas sistēmas tīkla izveidei pamatā tika izmantoti Aqua Brambis (2009b) elektroniskie *.dwg formāta pielikumi. Modeļa ģeometrijā tika pārņemti kolektoru līniju rasējumi un to parametri:

- a. Kolektoru izvietojums;
- b. Kolektoru tips (koplietošanas vai sadzīves kanalizācija);
- c. Kolektoru izmēru parametri (diametrs vai platumi);
- d. Kolektora savienojumu augstumu atzīmes.



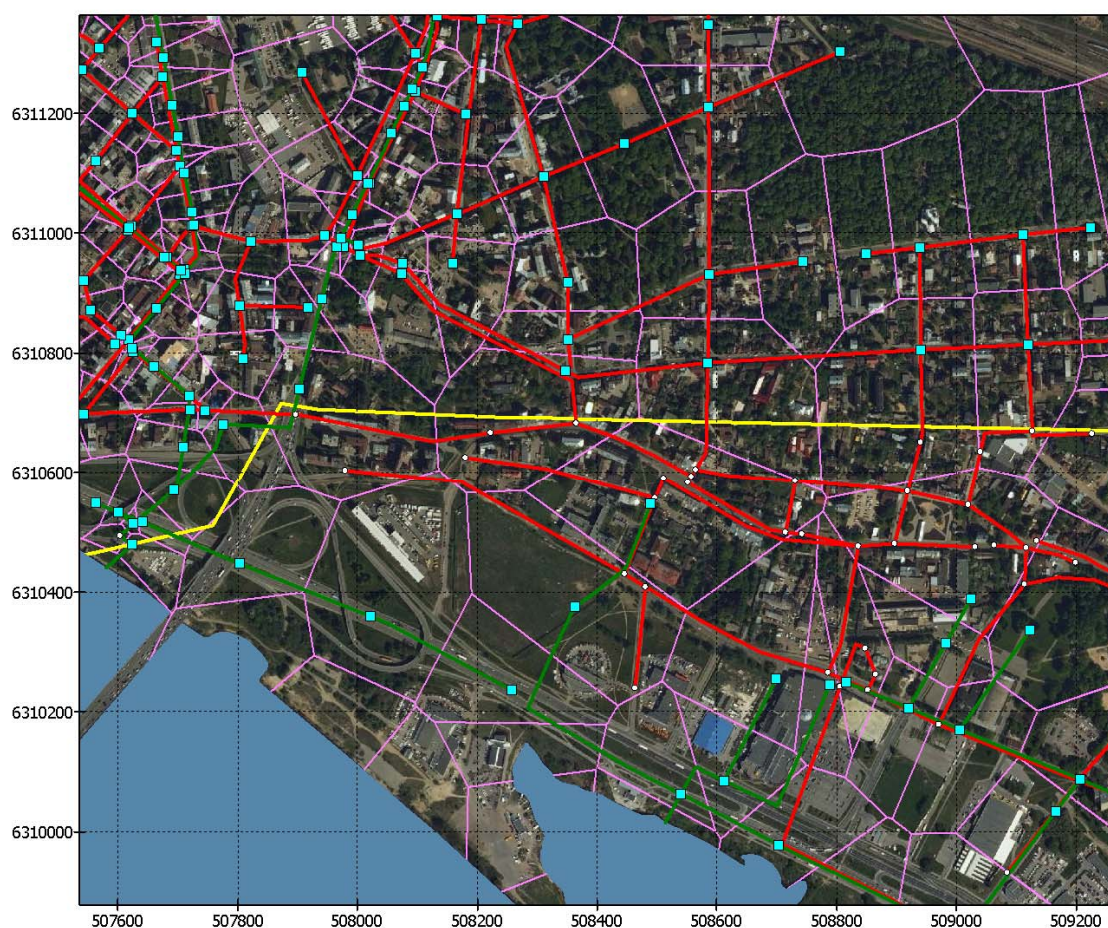
Att. 2.16. Modeļa līnij un punktveida objekti izvēlētā apakšapgabalā. Lietus kanalizācija (zaļa), kanalizācijas sistēma (sarkana), meliorācijas sistēma (zila). Melni trīsstūri – izlaides ūdensobjektos, lieli trīsstūri – sūkņi, horizontālas violetas līnijas – pārgāznes.

Trūkstošā informācija par kolektoru parametriem tika papildināta no Rīgas Domes Pilsētas Attīstības Departamenta rīcībā esošajiem Ģeometrs (2011) kanalizācijas tīklu elektroniskiem rasējumiem *.dwg formātā, kā arī Rīgas ūdens (2011b) elektroniskā plāna *Riga_KP_Schemas.dwg*. Tipiska trūkstoša informācija, ko nevar nolasīt

rasījumā, ir kolektoru krustošanās / nekrustošanās, kā arī augstuma atzīmes. Modeļi izmantoti apaļi vai taisnstūrveida kanalizācijas sistēmas kolektori.

Meliorācija. Rīgas pilsētas virszemes meliorāciju pamatā veido grāvju un nelielu upīšu sistēma. Par meliorācijas tīkla informācijas pamatu izmantoti ELLE (2007) elektroniskie pielikumi *.dwg formātā. Ūdensobjektu platumi nolasīti no topogrāfiskajām kartēm, bet to augstuma atzīmes pamatā iegūtas no Rīgas Domes Pilsētas attīstības departamenta rīcībā esošā digitālā virsmas reljefa (DTM) datiem Metrum (2010), vidējo 10 zemākās augstuma atzīmes 15 m rādiusā no atbilstošā punkta. Grāvjiem pieņemti trijstūrveida profili, to dziļums pieņemts 4 reizes mazāks par platumu. Pieņēmums balstīts uz informāciju, kas nolasāma topogrāfiskajās kartēs Rīgas apkārtnē; digitālā virsmas reljefa dati apstiprina šāda pieņēmuma pareizību izvēlētos izlases punktos.

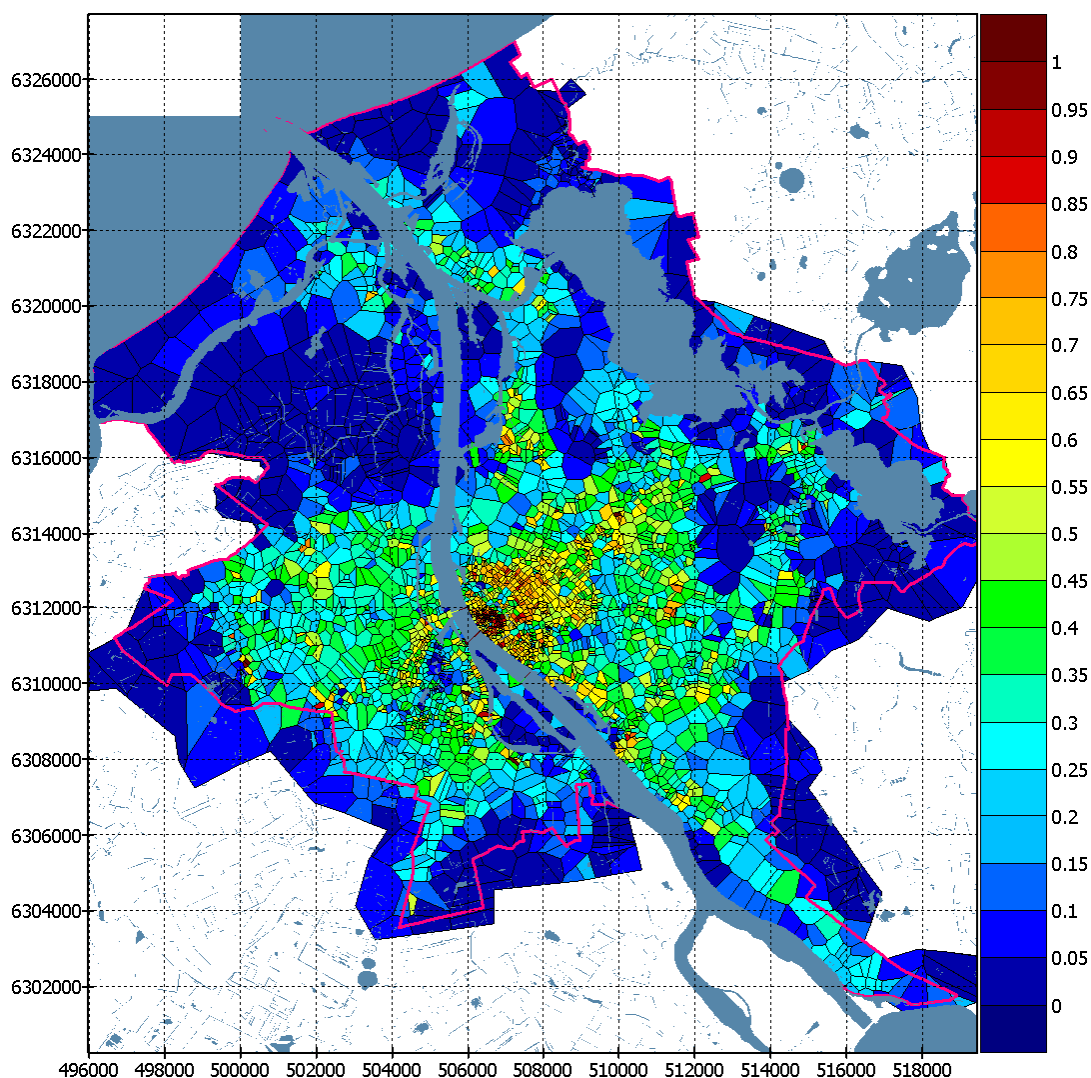
Tā kā vietās ar blīvu veģetāciju zemes virsmas atzīmes Metrum (2010) ne vienmēr ir pieejamas, tika veikta pārbaude un manuāla korekcija, galvenokārt atrodot un nolasot minimālās reljefa vērtības grāvjos, kas atrodas vairāk kā 15 m attālumā no meklējamā punkta.



Att. 2.17. Modeļa punktveida, līnijveida un laukuma objekti izvēlētajā apakšapgabalā. Sateces baseinu robežas (violetas). Lietus kanalizācija (zaļa), kanalizācijas sistēma (sarkana), meliorācijas sistēma (zila). Dzeltenā līnija – iedomātā kopsistēmas robeža. Gaiši zili punkti – apakšbaseinu centri, balti punktiņi – kanalizācijas sistēmu ieplūdes punkti.

Kopējā līnijveidu objektu sistēma – lietus kanalizācijas, kanalizācijas un meliorācijas tīkli, kas izmantoti modelī, parādīta att. 2.15 visai Rīgas teritorijai, bet att. 2.16 – izvēlētam apakšapgabalam.

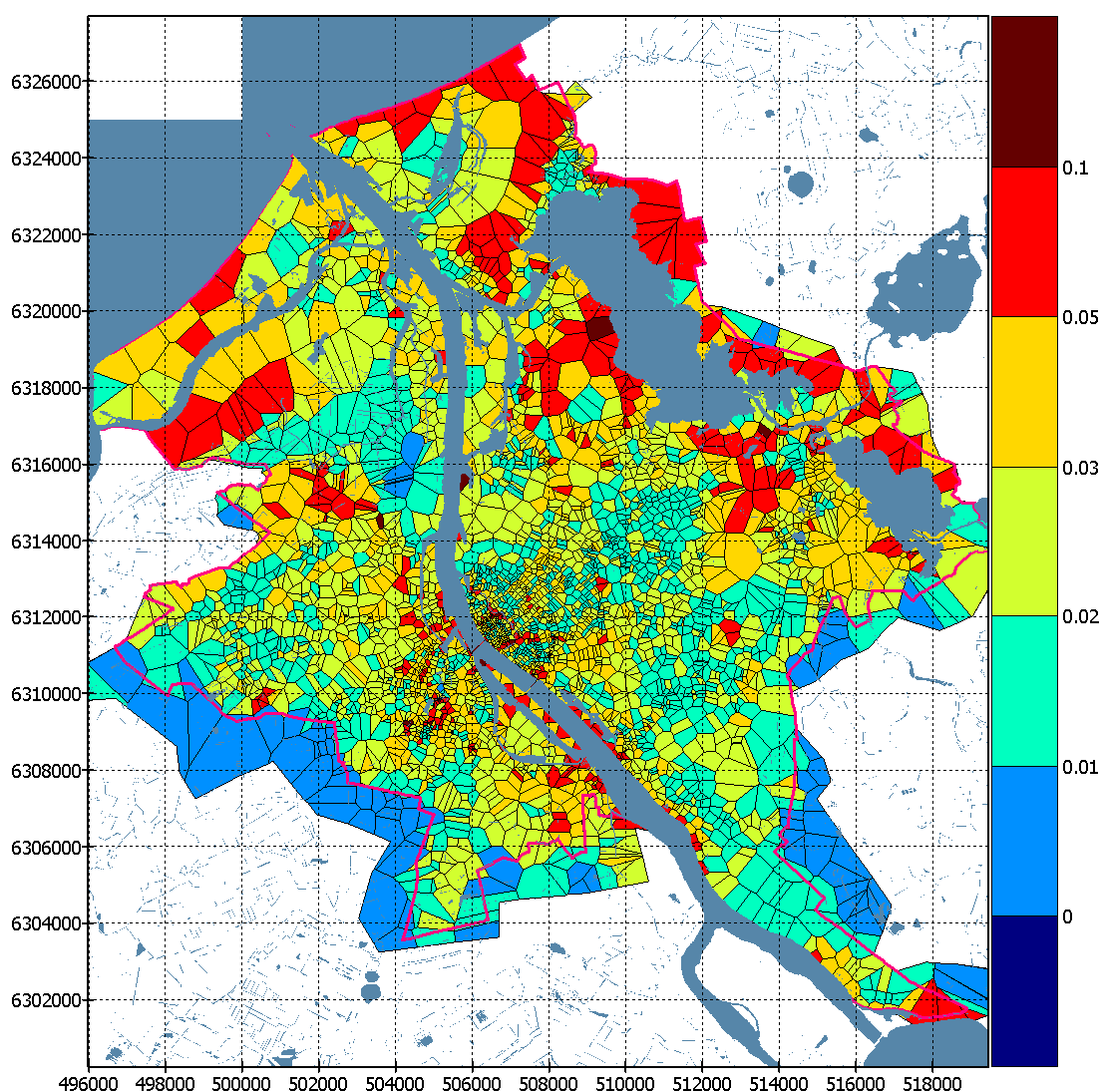
Apakšbaseini. Lietus kanalizācijas, koplietošanas kanalizācijas un meliorācijas sistēmas līnijveida noteces objektiem piekārtotie sateces apakšbaseini tika aprēķināti ar speciāli izstrādātu baseinu delineācijas programmatūru, kas katram līnijveida objekta sākuma (beigu) punktam piekārtu vienu laukuma objektu. Apakšbaseinu telpiskās robežas tika izveidotas tā, lai katrs telpas punkts būtu piekārtots tuvākajam līnijveida objekta punktam. Šis loģiskais (konceptuālais) sadalījums automātiski neņem vērā virsmas reljefu (fiziskās ūdensšķirtņu robežas), taču stāvākās nogāzēs tika manuāli izveidoti papildus apakšbaseini. Tā kā līniju tīkls ir relatīvi blīvs, iespējamā delineācijas kļūda ir maza. Apakšbaseinu sadalījums izvēlētajā modeļapgabalā fragmentā parādīts att. 2.17, bet visā modeļapgabalā – att. 2.18-2.19.



Att. 2.18. Sateces apakšbaseinu virsmas pārklājuma raksturojums (0 – brīva lietusūdeņu iesūkšanās, 1 – pilnīgi necaurļaidīga zemes virsma).

Modelī izmantotās sateces apakšbaseinu īpašības tika pamatā iegūtas no digitālā reljefa modeļa un zemes lietojuma datiem. Apakšbaseina galvenie raksturojošie parametri ir sekojoši: laukums, platums, slīpums, maksimālais infiltrācijas ātrums, apakšbaseina ūdenscaurlaidīgās virsmas daļa, un hipsogrāfiskā līkne (virsmas laukumu sadalījums pa augstumiem).

Sateces apakšbaseinu virsmas pārklājuma caurlaidības raksturojumu visā modeļapgabalā sk. att. 2.18. Ēkas un ceļi tiek uzskatīti par necaurlaidīgiem, bet pārējā teritorija ir caurlaidīga. Atbilstoši SWMM modelim uz “caurlaidīgas” virsmas nonākušais ūdens pamatā (atbilstoši lietus intensitātes nelineārai līknei) iesūcas gruntī. Šis pieņēmums ir korekts, jo Rīgai raksturīgi nelieli virsmas slīpumi (att. 2.19) un liels grunts filtrācijas koeficients; tādēļ pat mazvarbūtīgāko scenāriju gadījumā raksturīgais virszemes noteces garums ir daudzkārt mazāks par apakšbaseina izmēru. Savukārt, necaurlaidīgajās teritorijās nolijušais lietus satek uz kanalizācijas vai meliorācijas „punktu” – apakšbaseina centru (sk. att. 2.17), un, ja tas nevar tikt novadīts pa cauruļvadu sistēmu, uzkrājas sateces apakšbaseinam piekārtotā „rezervuārā”. Ūdens līmenis un appludinātais laukums pieaug atbilstoši rezervuāra hipsogrāfiskajai līknei, kura aprēķināta no apakšbaseina reljefa Metrum (2010).



Att. 2.19. Apakšbaseinu vidējā slīpuma sadalījums modeļapgabalā.

Sadzīves notekūdeņu pieplūde. Katram kanalizācijas sistēmas ieplūdes punktam (att. 2.17) tiek piekārtots notekūdeņu ieplūdes apjoms saskaņā ar atbilstošā apakšbaseina relatīvo noslogojumu, kas aprēķināts, ņemot vērā apbūves blīvumu un zemes lietojumu tipu (piemēram, individuālā, daudzstāvu, industriālā apbūve utml.) apakšbaseinā. Kopējais sadzīves notekūdeņu daudzums Rīgas pilsētā tiek pieņemts nemainīgs visiem aplūkotajiem scenārijiem.

Sūkņu stacijas. Sūkņu staciju parametru iegūšanai tika izmantoti vairāki informācijas avoti. Sūkņu stacijas ir izvietotas gan lietus, gan sadzīves, gan arī koplietošanas kanalizācijas sistēmās. Modeļa ģeometrijā no informācijas avotiem tika pārņemti sekojoši sūkņu staciju parametri:

- a. Sūkņu staciju izvietojums;
- b. Sūkņu staciju sūkņēšanas maksimālā jauda (l/s);
- c. Sūkņu staciju savienojumi ar sistēmu;
- d. Sūkņu staciju savienojumu augstumu atzīmes.

Sūkņu staciju izvietojuma un savienojumu ar ūdens noteces sistēmām informācija tika pārņemta no Aqua Brambis (2009b) un Aqua Brambis (2009c) elektroniskiem *.dwg formāta pielikumiem. Informācija par lietus kanalizācijas sūkņu jaudām ir atrodama Aqua Brambis (2009c) tekstuālajā daļā. Koplietošanas un sadzīves kanalizācijas sūkņu stacijas parametru papildus kontrolei tika izmantoti Rīgas ūdens (2011a) rasējumi *Microsoft Office Visio* (*.vsd) formātā. Modelī sūkņu stacijas raksturotas ar maksimālo pārsūkņējamo jaudu – ūdens daudzumu laika vienībā (l/s). Ūdens līmenim (pirms sūkņu stacijas) pārsniedzot noteiktu vērtību, sūknis sāk darboties un sasniedz maksimālo jaudu pie ūdens līmeņa +0.1 m no sākuma līmeņa.

Pārgāznes. Rīgas pilsētas kopsistēmas kanalizācijas pārgāzņu parametri modelī ir sagatavoti, izmantojot vairākus informācijas avotus. Modeļa ģeometrijā tika pārņemti sekojoši pārgāzņu parametri:

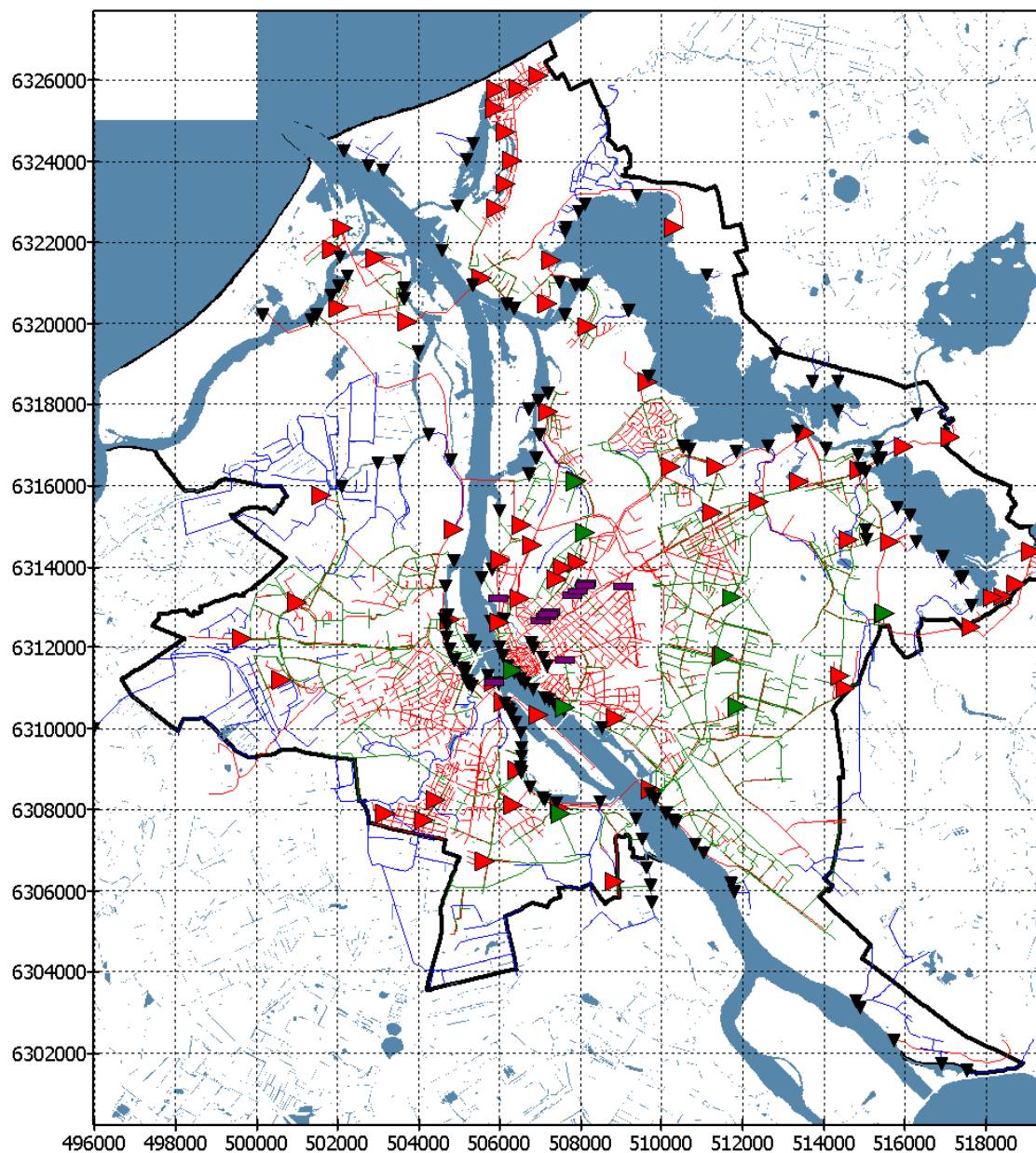
- a. Pārgāzņu izvietojums;
- b. Pārgāzņu principiālā shēma – savienojums ar kopsistēmu;
- c. Pārgāzņu sliekšņa augstums;
- d. Pārgāzņu sliekšņa platums;
- e. Pārgāzņu savienojumu augstumu atzīmes.

Pamatā pārgāzņu tehniskie parametri iegūti no Aqua Brambis (2009a) izvilkuma tabulas, kas atspoguļo situāciju uz 2010. gada janvāri, kā arī, izmantojot Rīgas ūdens (2011c) datus *.dwg formātā. Pārgāzņu izvietojuma un savienojumu ar kanalizācijas kopsistēmu noteikšanai ir izmantota informācija no Aqua Brambis (2009b) elektroniskiem *.dwg formāta pielikumiem.

Izplūdes. Lietus kanalizācija un grāvji izplūst lielajos ūdensobjektos (Daugava, ezeri, Hapaka grāvis utt.), kuru līmenis tiek uzskatīts par konstantu un tiem nav atgriezeniskas ietekmes uz ūdens plūsmām modelējamajās sistēmās daļā. Šādu pieeju attaisno iepriekšējā etapā PAIC (2011) iegūtie rezultāti, kur parādīts, ka pavasara palu caurplūdes maksimumi, piemēram Lielajā un Mazajā Juglā ar lieliem sateces baseiniem praktiski neietekmē ūdens līmeni Ķīšezerā un Daugavā. Tādēļ notece no

daudzkārt mazākās Rīgas teritorijas vēl jo mazāk ietekmēs Ķīšezera un Daugavas līmeni. Kanalizācijas notekūdeņi atstāj sistēmu, tos pārsūknējot uz attīrīšanas iekārtām. Daļa no kanalizācijas notekūdeņiem stipra lietus gadījumā (sistēmas pārslodzes situācijas) pāri pārgāznēm pārtek uz lietus kanalizācijas sistēmu.

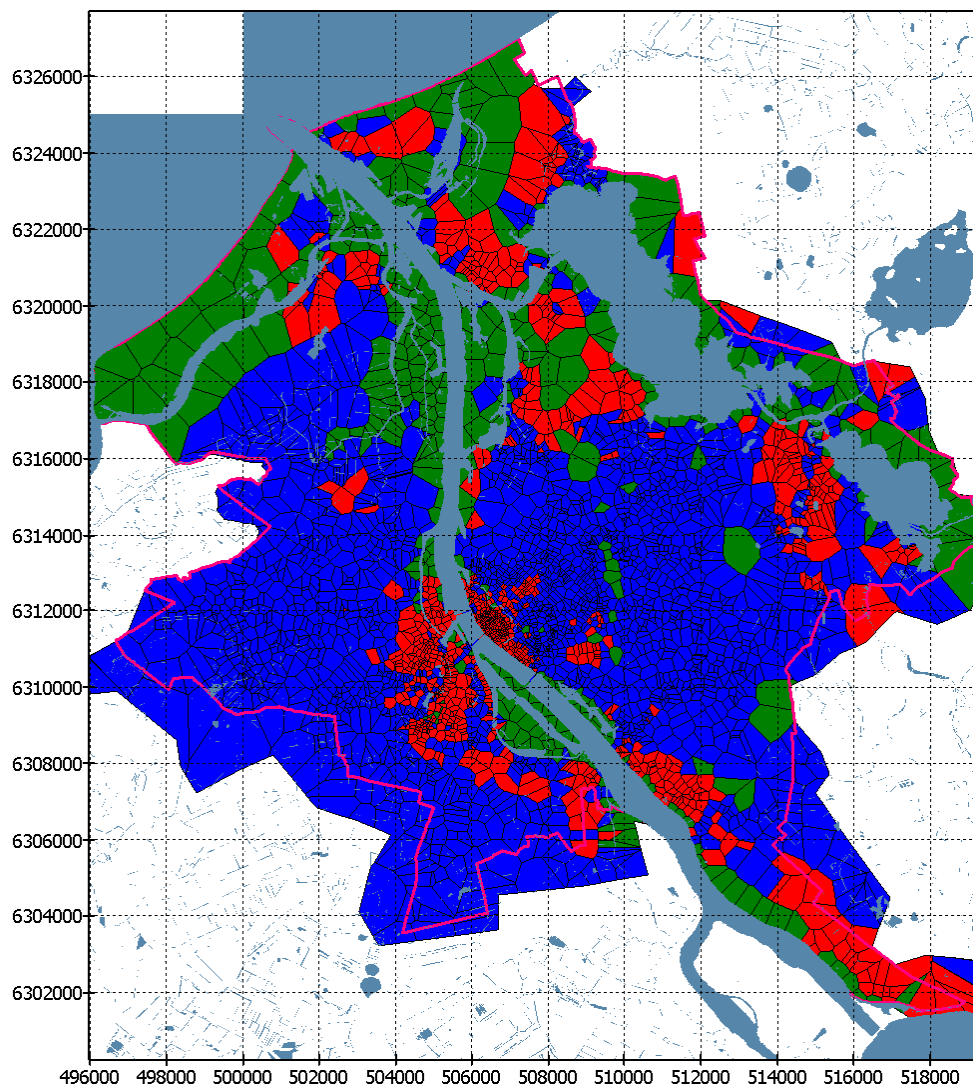
Punktveida objektu izvietojumu modeļapgabalā sk. att. 2.20, bet tā fragmentā – att. 2.16.



Att. 2.20. Līnij- un punktveida objekti modeļapgabalā. Lietus kanalizācija (zaļa), kanalizācijas sistēma (sarkana), meliorācijas sistēma (zila). Melni trīsstūri – izlaides ūdensobjektos, lieli trīsstūri – sūkņi, horizontālas violetas līnijas – pārgāznes.

Kontrolakas. Kolektoru sazarojumu vietās, kā augstuma atzīme uzdotas zemākā (aizplūstošā) kolektora augstums. Daļā no sazarojumiem papildus uzdoti arī pienākošo kolektoru augstumi, ja šāda informācija pieejama, piemēram, Ģeometrs

(2011) elektroniskajos rasējumos *.dwg formātā, it īpaši gadījumos, ja augstumu atšķirības ir lielas.



Att. 2.21. Apakšbaseini, kuros tiek (zils) vai netiek (sarkans) modelēts gruntsūdens līmenis. Tiesās vai iekšējās noteces apakšbaseini attēloti zaļā krāsā.

Izmantojot aprakstītos datu avotus un modeļa izveides principus, tika izveidots hidroloģiskā modeļa ģeotelpiskais modelis. Modeļa kvantitatīvie parametri ir sekojoši:

- Modelī ietilpst 3695 apakšbaseini, no kuriem 2649 aprēķina arī gruntsūdens līmeni (pārējos ir pieņemts zems gruntsūdens līmenis, atbilstoši sadaļai 2.2). Sk. att. 2.17-2.19.
- 3159 apakšbaseiniem atbilstošajos punktveida objektos var uzkrāties ūdens (tātad – notikt apakšbaseina applūšana), bet 1808 modeļa punktos ūdens neuzkrājas (spiedvadi, sūkņu galapunkti), sk. att. 2.16, 2.17, 2.20.
- Modeļa punktveida objekti ietver 568 izplūdes punktus, 78 sūkņus un 12 darbojošās pārgāznes, sk. att. 2.16, 2.20.

- Modelī ir 5238 līnijveida objekti (lietus kolektoru posmi, koplietošanas/kanalizācijas kolektoru posmi, un meliorācijas sistēmas – grāvju/upīšu posmi) – sk. att. 2.15-2.17 un 2.20.

Papildus ūdens noteces sistēmām tika izveidota virkne ar jūrai, Buļļupei, Hapaka grāvim, Daugavai un Ķīšezeram pieguļošiem tiešās noteces apakšbaseiniem ar ūdens izplūdi uz šiem ūdensobjektiem (sk. att. 2.21).

Lielos Rīgas teritorijas apgabalos, kuros nav lietus kanalizācijas un meliorācijas sistēmu, tika izveidoti iekšējās noteces apakšbaseini, kuros notiek tikai iesūkšanās (infiltrācija) (sk. att. 2.21); tipiski šādi iekšējās noteces apgabali ir Rīgā esošie meži – Mežaparks, Biķernieku mežs utt.. Tāda pat pieeja tika izmantota lielākās dzelzceļam pieguļošās teritorijās, jo par tām nebija pieejami noteces kolektoru dati un tika pieņemts, ka šīs teritorijas ir ar labiem infiltrācijas parametriem.

2.3.3. Modeļsistēmas parametri un kalibrācija

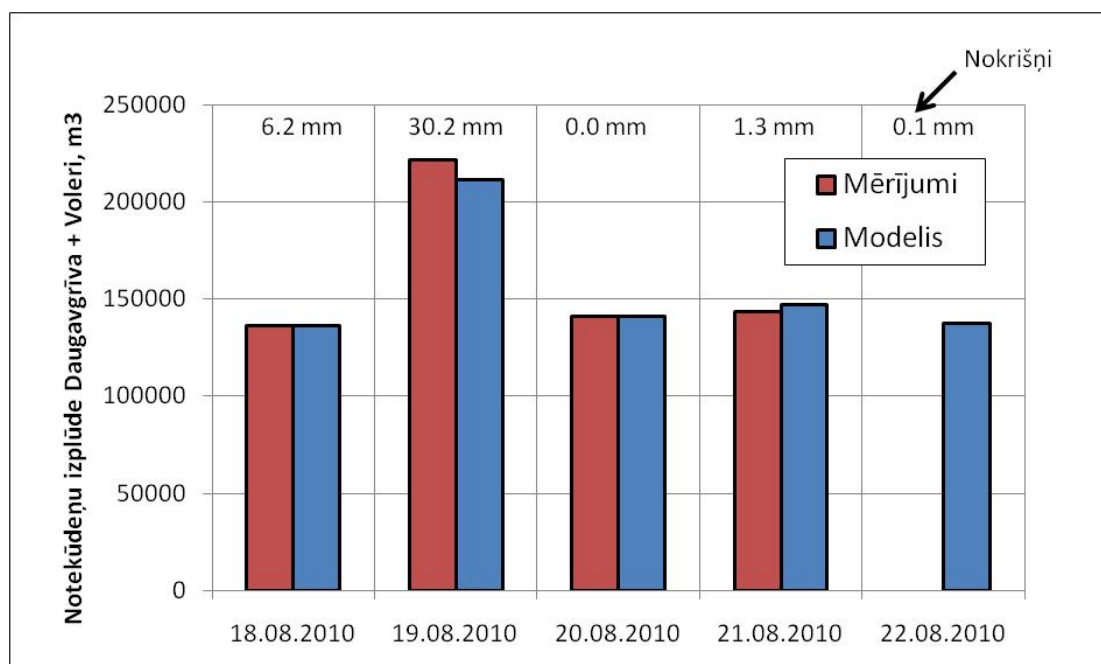
Modeļsistēmas parametri tika noteikti (1) atbilstoši literatūras USACE (2006) ieteikumiem, vai arī noteikti kalibrācijas gaitā. Izmantotie modeļparametri un modeļpieņēmumi ir sekojoši:

- Apakšbaseinu neapbūvētajā daļā maksimālais iesūkšanās ātrums ir 28 mm/h, noteces berzes (Manninga) koeficients ir 0.25. Apbūvētajā daļā (ēkas, ielas, ceļi) noteces berzes koeficients 0.02.
- Hortona infiltrācijas modelī aiztures (*decay*) konstante ir 24 h, nožūšanas laiks (*drying time*) ir 72 h.
- Grunts porainība ir 0.437, poru ūdens piesātinājums (*field capacity*) ir 0.105.
- Ja apakšbaseinā tiek aprēķināts gruntsūdens līmenis, tad sākotnēji tas tiek uzdots vienāds ar lietus (vai kopsistēmas) kanalizācijas vai grāvju līmeni. Nokrišņi, kuri iesūkušies gruntī, paaugstina gruntsūdens līmeni un filtrējas uz attiecīgā apakšbaseina noteces sistēmu, pie kam filtrācijas slāņa apakšējā robeža pieņemta vienāda ar -20 m. Filtrācijas koeficients ir 5 m/dnn, vidējais attālums līdz kolektoram ir 100 m.
- Apakšbaseinos, kuros atbilstoši HiFiGeo gruntsūdens filtrācijas aprēķinam sadaļā 2.2 gruntsūdens līmenis bija iestājies zemāks par meliorācijas (lietus vai kopsistēmas kolektori un grāvji) līmeni, gruntsūdens aprēķini netiek veikti, sk. att. 2.21.
- Kolektoru berzes koeficients pieņemts vienāds ar 0.016, grāvjiem un upītēm berzes koeficients ir 0.03.
- Kanalizācijas notekudeņu ieplūde katrā kanalizācijas sistēmas punktā tiek iegūta summējot punktam pieguļošajā lauciņā atrodošos apbūves laukumu,

pareizinātu ar ūdens patēriņa koeficientu ($l/m^2/dnn$). Katram apbūves tipam tika piekārtots un kalibrācijas laikā koriģēts koeficients, sk. apkopojumu tabulā 2.4. Apbūves laukums tika noteikts no Pasūtītāja iesniegtā Rīgas topogrāfiskās kartes ēku slāņa, RD (2005a).

Tabula 2.4. Ūdens patēriņš (ievade kanalizācijas tīklā) litros uz apbūves kvadrātmetru diennaktī ($l/m^2/dnn$) atkarībā no apbūves tipa.

Apbūves tips		Apbūves tips	
Apstādījumu un dabas ter.	0	Ostas lidlauka izbūves ter.	0
Dzīvojamās apb. ter. ar apst.	9	Ostas ražošanas un komercd. apb. ter.	4
Jauktas apb. ter. ar apst.	5	Ostas apstādījumu un dabas ter.	5
Publiskas apb. ter. ar apst.	4	Ostas publiskās apb. ter. ar apst.	0
Sporta un rekreācijas apb. ter. ar apst.	2	Ostas jauktas apb. ter.	0
Centru apb. ter.	7	Jūras ostas apb. ter.	4
Dzīvojamās apb. ter.	9	Publiskās apb. ter.	4
Jauktas apb. ar dzīvojamo funkciju ter.	5	Ražošanas un komercd. apb. ter.	4
Jauktas apb. ar ražošanas un komercd. funkciju ter.	4	Savrupmāju apb. ter.	4
Lidlauka izbūves ter.	5	Tehniskās apb. ter.	4
Lidlauka ter.s ražošanas un komercd. apb. ter.	0	Ūdens ter.	0
Lidlauka ter.s jauktas apb. ter.	4		



Att. 2.22. Kalibrācijas aprēķins. Modelētie un izmērītie caurplūdumi no kanalizācijas sistēmas.

Vienīgie pieejamie modeļa kalibrācijai izmantojamie dati ir ikdienas notekūdeņu pieplūdes daudzums Rīgas notekūdeņu attīrīšanas iekārtās (NAI) un Voleros Daugavā izlaistais notekūdeņu daudzums. Sistēmas sākuma stāvoklis (jeb stāvoklis pirmslietus periodā, sk. sadaļu 2.4) tika kalibrēts uz tipisku ikdienas kanalizācijas pieplūdi NAI Daugavgrīvē $1.57 m^3/s$ ($136000 m^3/dnn$). Lai iegūtu modeļsistēmas aprēķinu

atbilstību šim integrālajam lielumam, kalibrācijas gaitā tika noteikts notekūdeņu ieplūdes fona līmenis.

Nākamais kalibrācijas solis bija tipiska lietus „notikuma” aprēķins. Tika izvēlēts 2010. gada 19. augusts, jo no LVĢMC arhīvā laika periodam 19.-22. augusts bija pieejami nokrišņu novērojumi ar vienas stundas izšķirtspēju. No šiem novērojumiem ar HEC-HMS programmatūru USACE (2006) tika izveidots modeļlietus ar vienas minūtes laika izšķirtspēju (sk. sadaļu 2.1).

Tika veikta kalibrācijas aprēķinu sērija laika periodam no 19.08.2010 0:00 līdz 22.08.2010 23:59, mainot Manninga koeficientus apakšbaseiniem (robežās 0.20-0.50 un 0.020-0.050, attiecīgi, neapbūvētai/apbūvētai daļai), cauruļu berzes koeficientu (robežās 0.011-0.018) uncauruļu aizsērējumu (robežās 0-0,5 un 0-0,25, attiecīgi, notekūdeņu un lietus kanalizāciju kolektoriem).

Aprēķinātie diennakts summārie kanalizācijas caurplūdumi tika salīdzināti ar diennaktī izmērīto summu pieplūdei NAI „Daugavgrīva” un izplūdei Daugavā „Voleru” pārslēgšanas kamerā. Tā kā pieejami bija tikai diennakts summārie mērījumu dati, t.i. 4 skaitļi vienam lietus „notikumam”, nebija iespējams precīzi izpētīt modeļa kanalizācijas sistēmas reakcijas īpašības uz lietus notikumu, taču ar nelielu kalibrācijas aprēķinu skaitu tika iegūta laba sakritība ar mērījumiem. Attēlā 2.22 redzams kalibrācijas rezultāta salīdzinājums ar mērījumiem. Aprēķini ir sākti 19. augustā, 18. augustā grafikā attēlota modelētā izplūde sākumstāvoklī (stacionārs lietus 1.7 mm/dnn). Redzams, ka sakritība ir laba, un modelis atspoguļo sistēmas caurplūduma reakciju diennakts laikā.

2.4. Aprēķini

Sākumnosacījumi. Lai būtu iespējams modelēt izvēlētos scenārijus, nepieciešams aprēķināt sistēmas raksturīgo ikdienas darbības stāvokli, t.i. situāciju pirmslietus periodā. Par raksturīgo tika pieņemta situācija, kurā kanalizācijas sistēmā nepārtraukti nonāk vidējais notekūdeņu daudzums, kā arī katru dienu vienu stundu līst lietus ar intensitāti 1.7 mm/dnn. Tika veikts aprēķins ar ilgumu 2 nedēļas, kura laikā noteces sistēmas - kanalizācijas caurules, grāvji un upītes daļēji aizpildās ar ūdeni reprezentējot vidēju pirmslietus stāvokli. Aprēķins tika sākts ar grunts ūdens piesātinājumu (*field capacity*) 0.105 pie vienmērīga lietus ar intensitāti 1.7 mm/dnn.

Aprēķinu varianti. Ar sadaļā 2.3 izveidoto un kalibrēto modeli tika veikti 24 aprēķini, atbilstoši sadaļā 2.1 izveidotajiem scenārijiem (sk. arī Tabulu 2.2):

- 6 dažādu atkārtojamību (reizi 2, 5, 10, 20, 100 un 200 gados) lietusgāzes mūsdienu klimatam, tuvajai un tālajai nākotnei – 18 varianti;
- 6 dažādu atkārtojamību (reizi 2, 5, 10, 20, 100 un 200 gados) intensīva sniega kušana mūsdienu klimatam – 6 varianti.

Rezultātu interpretācija. SWMM EPA(2006) ir konceptuāls modelis un nepieciešams izveidot metodiku tā aprēķinu rezultātu interpretācijai – applūstošo teritoriju noteikšanai. Mēs pieņemām, ka apakšbaseina applūšanu raksturo tam atbilstošajā modeļa punktā atrodošais ūdens daudzums m^3 jebkurā laika momentā. Izmantojot apakšbaseina hipsogrāfisko līkni, papildus iespējams noteikt applūdušā ūdens vidējo līmeni apakšbaseinā. Šo līmeni projicējot uz reljefu, var noteikt applūsuma līniju. Projicēšana tika veikta uz PAIC (2011) plūdu kartēšanas režģa – digitālā reljefa režģa ar tipisko trijstūra elementa malas garumu 10 m. Lai izvairītos no pārlietu sadrumstalotas applūstošo teritoriju attēlošanas tika veikta to pēcapstrāde:

- par applūdušu teritoriju tika uzskatīts apgabals, kurā ūdens dziļums pārsniedz 15 cm ilgāk kā 30 nepārtrauktas minūtes;
- apgabali, kuru laukums bija mazāks par $200 m^2$, tika uzskatīti par „peļķēm” un atmesti.

Atzīmēsim, ka šādā veidā noteiktas applūsuma robežas var neatspoguļot reālā applūsuma robežas, jo balstītas uz integrālajiem apakšbaseina parametriem. Tāpat modelī (atbilstoši Aqua Brambis (2009)) ir veikta nozīmīga kolektoru ģeneralizācija un nav tieši atspoguļota katra lietus ūdens ieteka vai katrs kolektors.

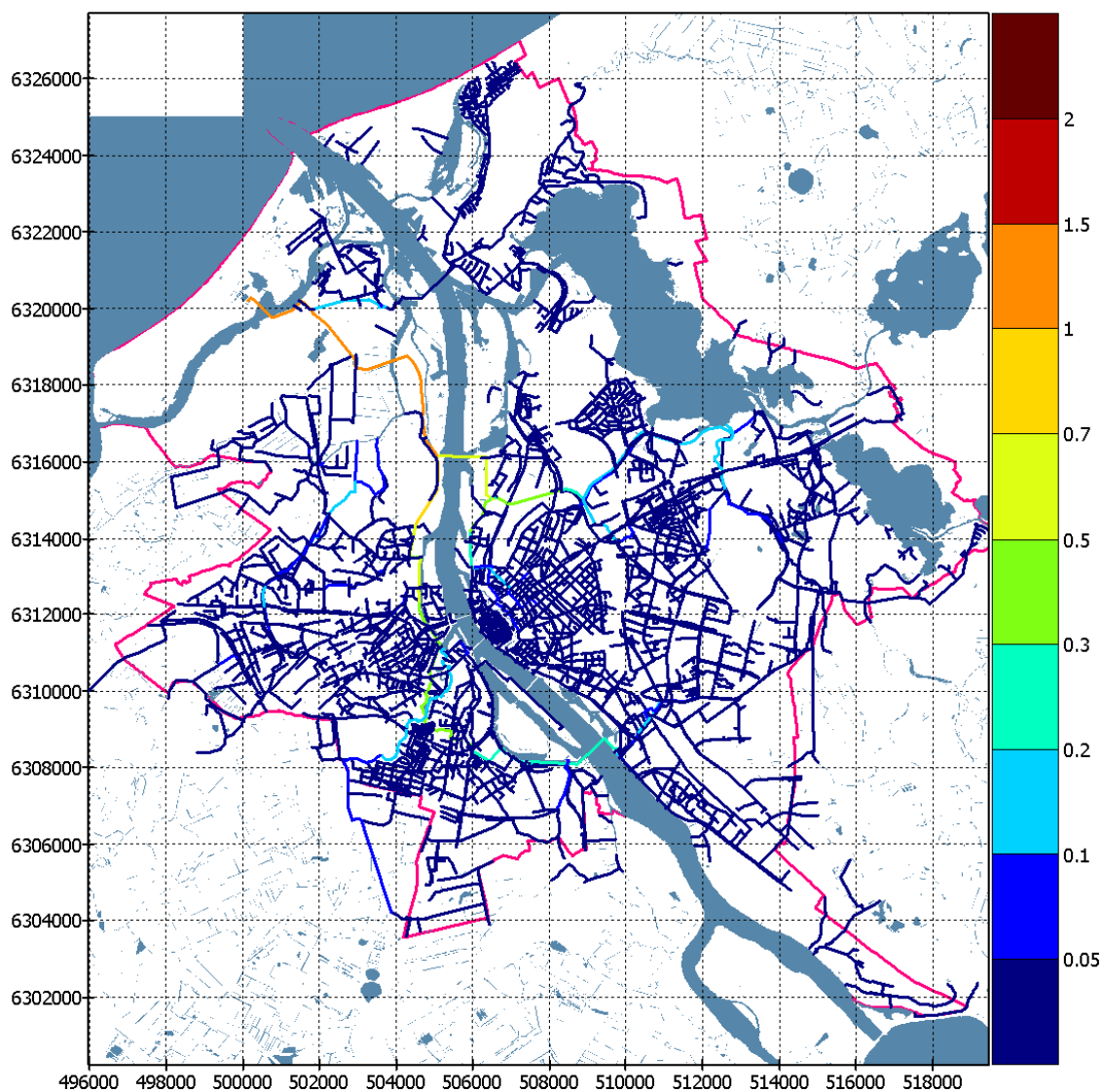
3. APPLŪDUMA NOVĒRTĒJUMS

3.1. Aprēķinu rezultāti

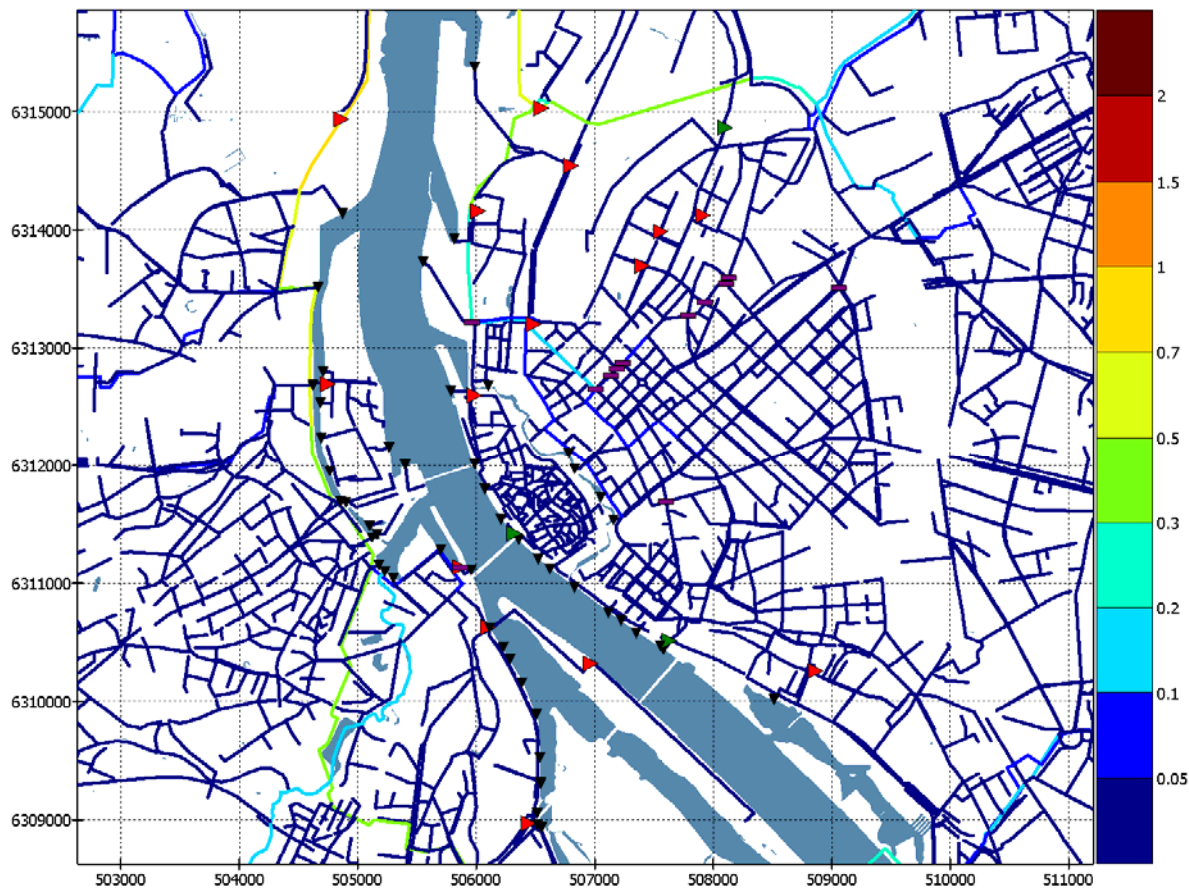
Aprēķinu rezultāti – dažādos lietusgāžu un sniega kušanas scenārijos applūstošo teritoriju kontūras – akopoti karšu izdruku formā šīs atskaites pielikumā un iesniegti Pasūtītājam elektroniski. Šajā nodaļā sniegts vispārējs aprēķinu rezultātu atspoguļojums un analīze.

3.1.1. Ūdens plūsmas

Aprēķināto ūdens plūsmu piemērs izveidotajā noteces tīklu sistēmā parādīts att. 3.1 – 3.2 bāzes situācijā (sākumnosacījumi) – laikā pirms lietus vai sniega kušanas. Bez notekūdeņu kanalizācijas plūsmām ar gaiši zilu krāsu (virs $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$) šajos attēlos redzamas arī Mārupīte un Lāčupīte.



Att. 3.1. Ūdens plūsmas m^3/s sistēmas sākumstāvoklī.



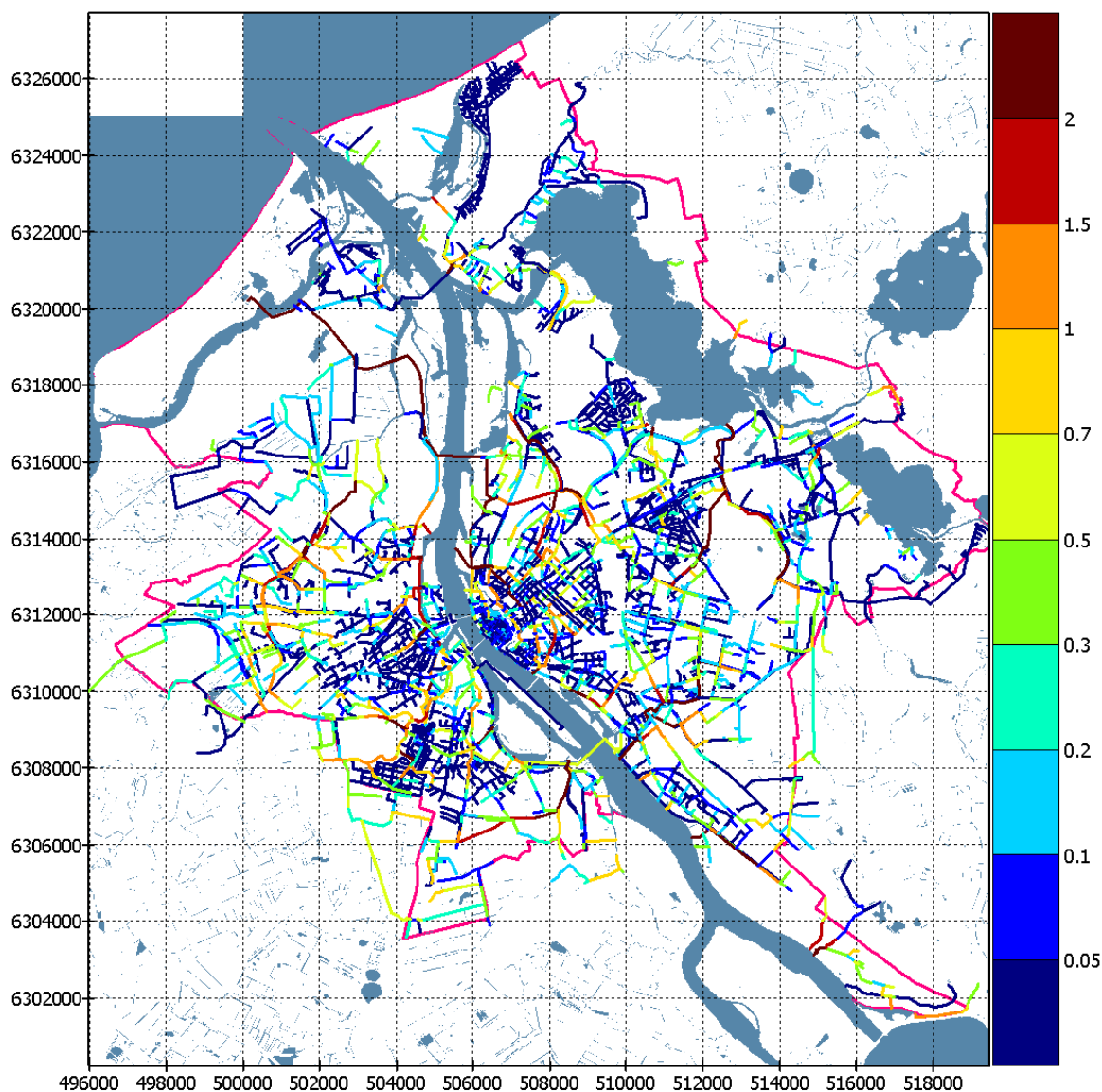
Att. 3.2. Ūdens plūsmas m^3/s sistēmas sākumstāvoklī, Rīgas centrs.

Ūdens plūsmas lietus maksimuma laikā scenārijam mūsdienās ar atkārtamību reizi 10 gados parādītas, attiecīgi, att. 3.3 – 3.4. Redzams, ka lietus ūdens plūsmas daudzās sistēmas vietās pārsniedz $1 m^3/s$.

3.1.2. Aplūšanas risku teritoriju analīze lietusgāžu gadījumā

Uz reljefa modeļa projicētās applūdušās teritorijas ir sniegtas atskaites pielikumos. Atskaites teksta daļā šīs teritorijas tiks analizētas ar sekojošiem pieņēmumiem/definīcijām. Kā applūduši laukumi attēlotas teritorijas, kur applūduma dziļums pārsniedz 15 cm vismaz 30 minūtes un kuru laukums pārsniedz $200 m^2$. Analīzē, atkarībā no scenārija, pieminēti apakšbaseini, kuros visa apakšbaseina vidējā applūduma maksimums pārsniedz noteiktu līmeni (2 vai 5 cm). Ar ielu krustojumu aprakstā jāsaprot teritorija arī krustojuma tuvumā. Ja nosaukta tikai iela, tad tā ir ne pārāk gara un applūstošā teritorija ir uz šīs ielas vai tās tuvumā. Analīzē netiek pieminēti applūdumi grāvju un upīšu malās.

Tā kā nokrišņu ģenerācijas metode mūsdienām, tuvajai un tālajai nākotnei bija līdzīga, tad no sākuma tiks analizēti mūsdienu scenāriji lietus, tad lielākā applūduma scenārijs - maksimālais applūdums lietus reizi 200 gados tālā nākotnē, bet pēc tam tiks demonstrēta nākotnes klimata ietekme izvēlētos lietusgāžu scenārijos.



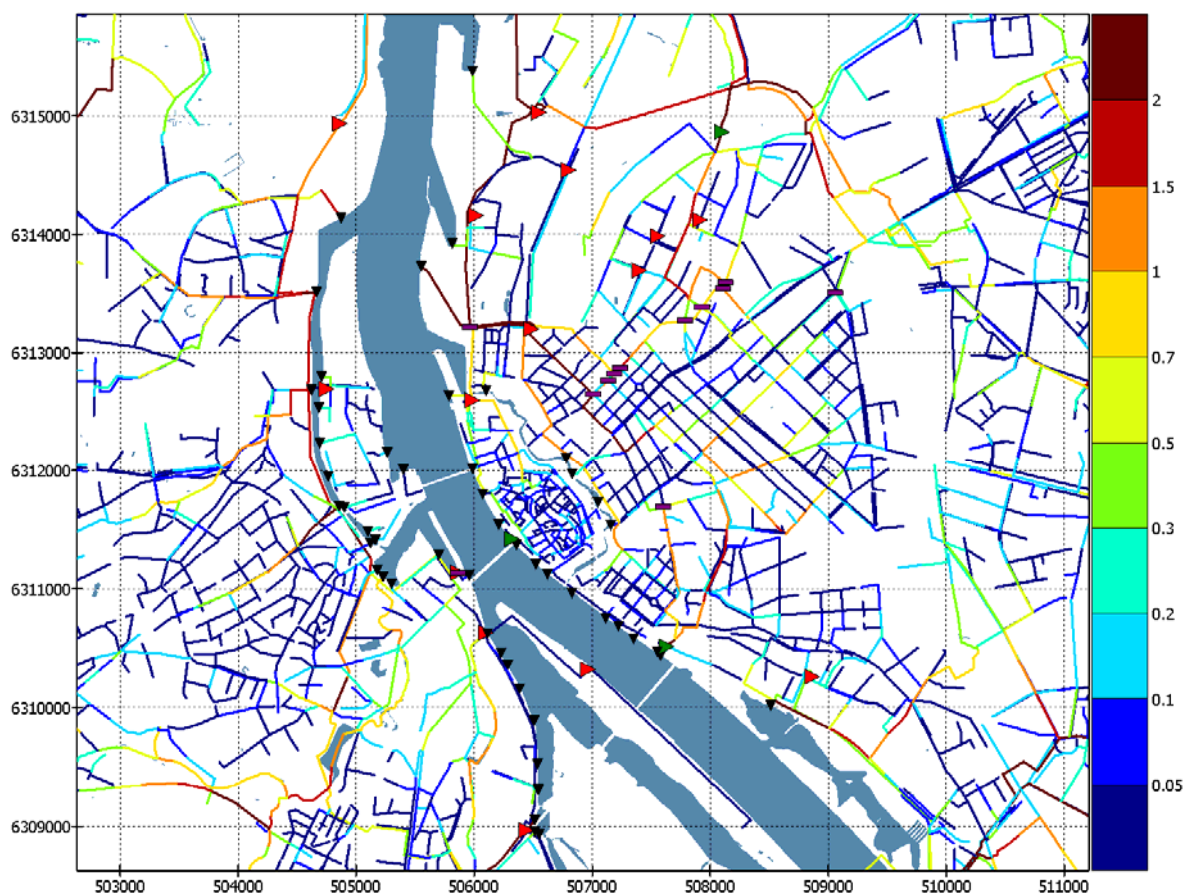
Att. 3.3. Ūdens plūsmas m³/s lietusgāžu laikā 10 minūtes pēc lietus maksimuma, mūsdienas, atkārtojamība reizi 10 gados.

3.1.2.1. Mūsdienas, lietusgāzes, 50% varbūtība

Lielākie applūdumi lietusgāzēm ar atkārtojamību reizi 2 gados (>5 cm vidējais dziļums pa visu apakšbaseinu un vienā vietā vismaz 15 cm dziļš) novērojami Ģertrūdes – Kurbada ielas krustojumā, Lāčplēša – Spīdolas ielas krustojumā, Lāčplēša – Gogoļa ielas krustojumā (att. 3.5). Visās šajās vietās applūšanas iemesls ir esošu lietus pārgāžņu nedarbošanās (problēma sīkāk raksturota, aprakstot scenāriju ar atkārtotās varbūtību reizi 200 gados tālā nākotnē).

Mazāks applūdums (vidēji 2-5 cm apakšbaseinā) vērojams Vecrīgā Kalēju un Vecpilsētas ielu stūrī, pilsētas centrā Dzirnau – Elijas ielu un Elijas – Strūgu krustojumos, Dzirnau – Mednieku – Pulkveža Brieža ielu rajonā, Miera ielas un Palīdzības ielas krustojumā. Ārpus centra šādas vietas ir Dzelzavas – Lielvārdes ielas

krustojums, Nometņu – Talsu ielas krustojums, Slokas – Auces ielas krustojums, Bajāru – Tālvaiža ielas krustojums, Rumbulas – Grīšļu ielas krustojums un Lēdmanes ielas apkārtnē.



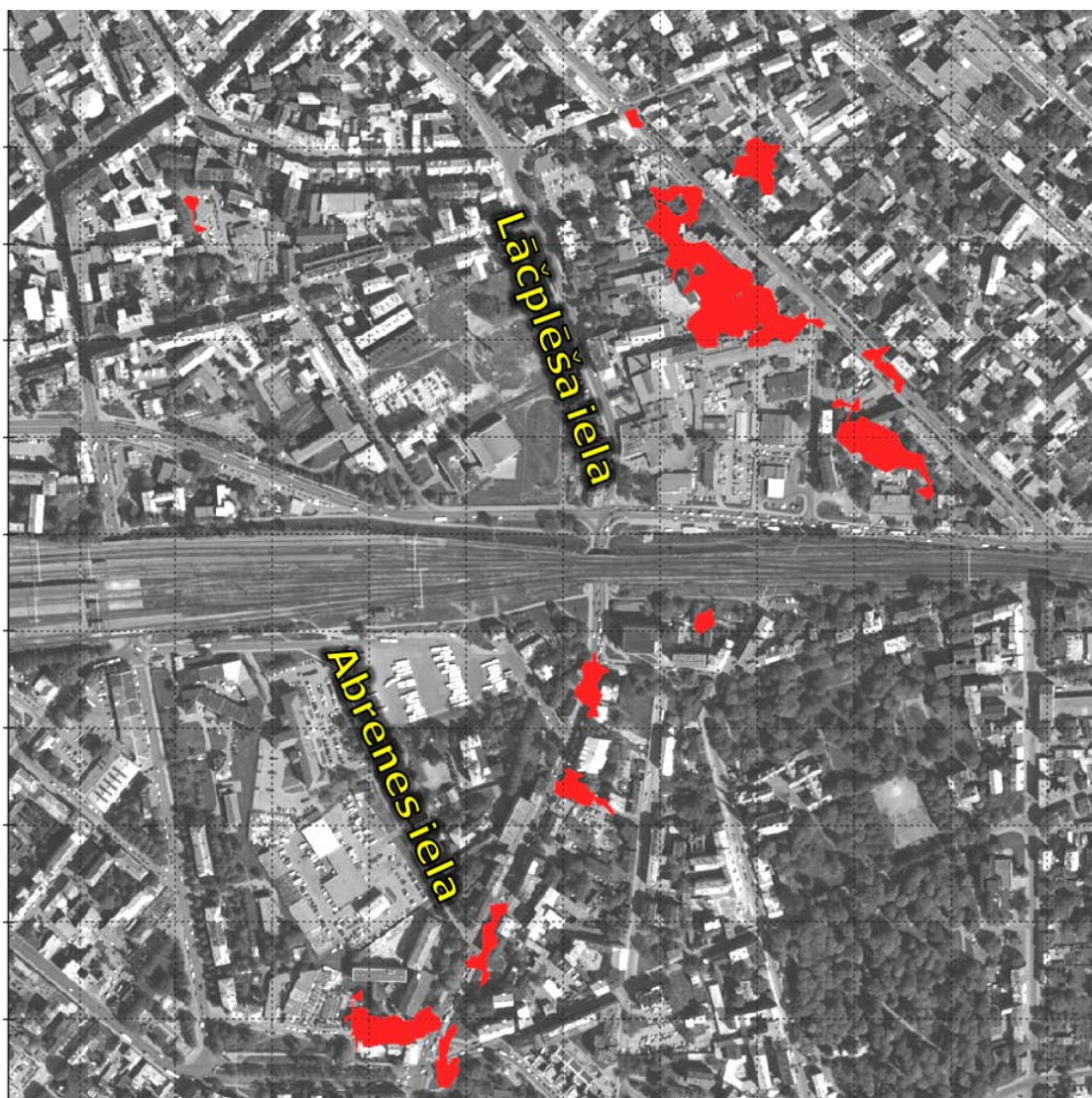
Att. 3.4. Ūdens plūsmas m^3/s lietusgāzu laikā 10 min pēc lietus maksimuma, mūsdienas, atkārtojamība reizi 10 gados. Rīgas centrs.

3.1.2.2. Mūsdienas, lietusgāzes, 20% varbūtība

Ūdenslīmenis ir augstāks un applūdušās teritorijas ir lielākas visos sadaļā 3.1.2.1 aprakstītajos rajonos, sk. att. 3.6, kurā parādītas applūstošo teritoriju projekcijas (sarkani laukumi). Papildus tiem ar vidējo apakšbaseina līmeni virs 2 cm pilsētas centrā applūst Strēlnieku iela starp Dzirnau un E. Melngaiļa ielām, Skanstes iela pie Valdemāra ielas krustojuma, Grostonas iela, Blaumaņa – Barona, Maskavas – Turgeņeva ielu krustojumi.

Vecmīlgrāvī applūst Emmas iela, Sarkandaugavā Tvaika iela pie Limbažu un Zāģeru ielas, Čiekurkalnā Viskaļu un Krustabaznīcas ielas krustojums un Bērzpils iela, Teikā Kastrānes un Raunas ielas krustojums un Žagatu iela. Purvciemā applūst Stārķu iela pie t/c Domina un Braslas – Madonas ielas krustojums, Purvciema iela starp Braslas un Nīcgales ielām, Lapsu – Gaismas – Aizvaru ielu rajons. Dārzcīemā applūst Skudru iela.

Pārdaugavā applūst Daugavgrīvas iela pie Ūdens ielas, Dārza iela, Āgenskalnā Sabiles iela pie Ormaņu ielas un Ļermontova iela. Applūduma zonas veidojas Vienības gatvē pie Bērnu slimnīcas un tirdzniecības bāzes teritorijā pie Lāčupītes.



Att. 3.5. Lielākā lietus applūduma rajons mūsdienās reizi 2 gados. Sarkanie laukumi – projicētā applūduma robežas.

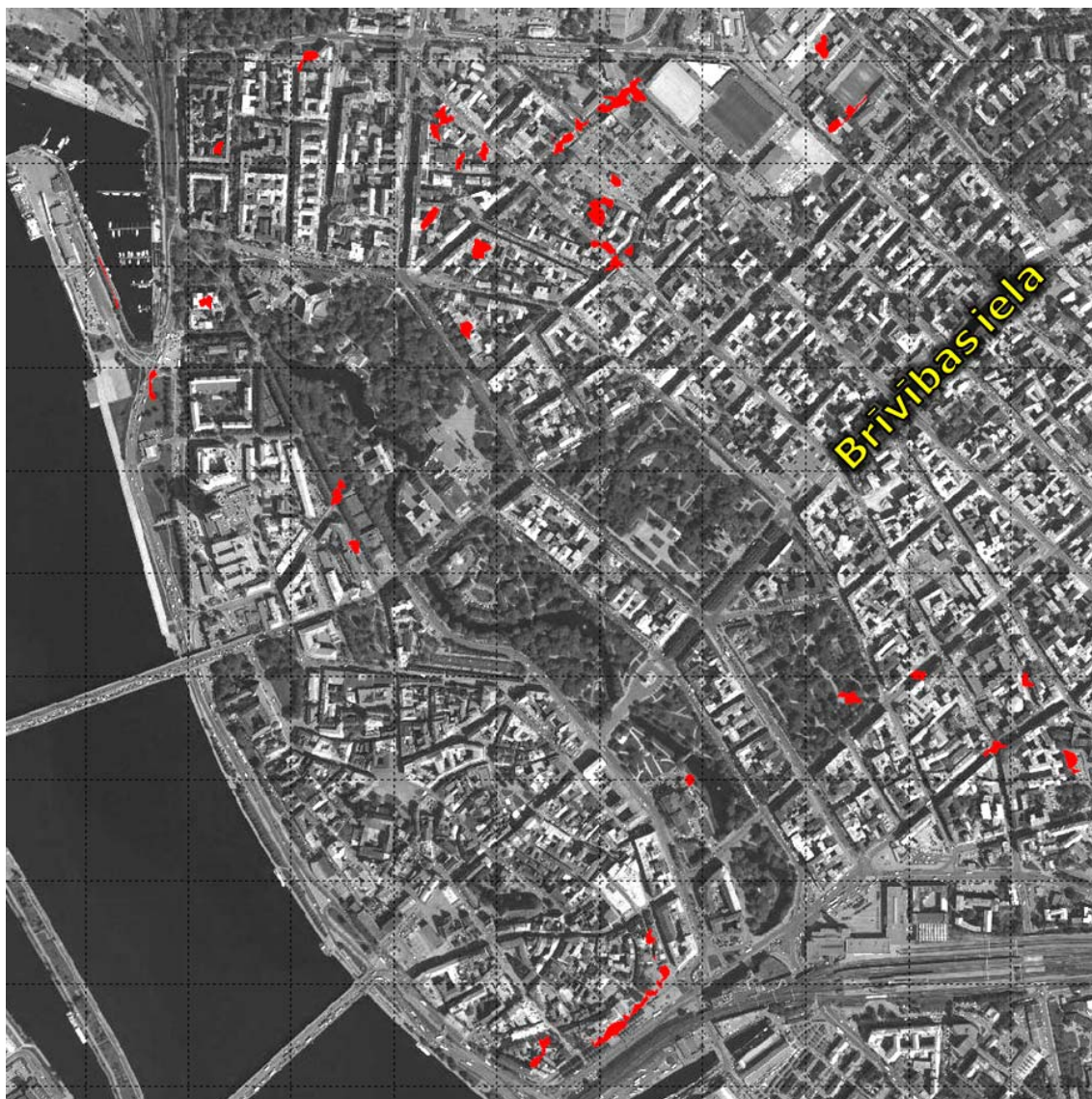
3.1.2.3. Mūsdienas, lietusgāzes, 10% varbūtība

Papildus sadaļas 3.1.2.2 teritorijām, applūdumi ar vidējo vērtību apakšbaseinā virs 2 cm sagaidāmi sekojošās vietās:

- (1) Maskavas iela pie Ikšķiles ielas, Krasta iela pie Ogres ielas, Dārziema iela pie Ļaudonas ielas, Ieriķu iela pie Žagatu ielas, Madlienas iela, Ropažu iela pie Lēdmanes ielas, Tāļivalža un Lielvārdes ielas, Brīvības – Pērnavas ielu krustojums, Marijas – Dzirnavu ielu krustojums, Sadovņikova – Katoļu ielu krustojums, Blaumaņa – Barona ielu krustojums, Muitas ielas – Kronvalda

bulvāra krustojums, rajons starp Hanzas, Elizabetes un Strēlnieku ielām, rajons Zaļā iela – Vesetas iela – Grostonas iela.

- (2) Imantā applūst Vecumnieku iela pie Imantas ielas, Dammes iela pie Anniņmuižas bulvāra, Kurzemes prospekts pie Kleistu ielas.
- (3) Āgenskalnā applūst Bāriņu - Smiļģa ielas krustojums, Ormaņu – Sabiles krustojums, Kolkasraga iela.
- (4) Applūst Krasta iela pie Ogres ielas.

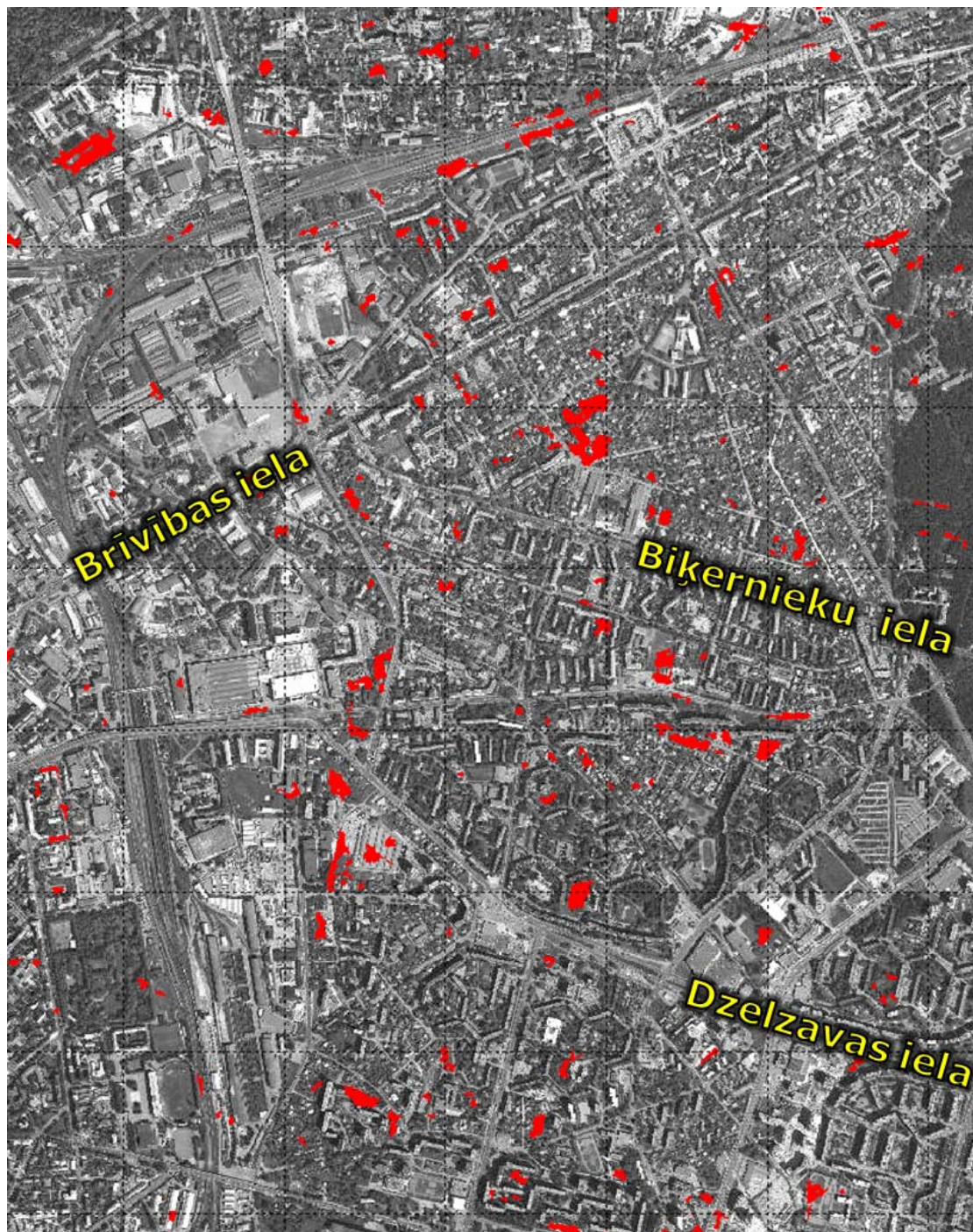


Att. 3.6. Rīgas centra applūdums reizi 5 gados mūsdienās. Sarkanie laukumi – projicētā applūduma robežas.

3.1.2.4. Mūsdienas, lietusgāzes, 5% varbūtība

Papildus sadaļas 3.1.2.3 teritorijām, applūst Lubānas – Katlakalna ielu krustojums, Marijas iela starp A.Kalniņa un Pērses ielām, Maģisa – Tērbatas ielu krustojums, Ieriķu iela pie Klūgu ielas, Brīvības – Struktoru ielu krustojums (att. 3.7), Mālpils

iela, Krasta iela krustojums, Spalu iela, Slāvu iela pie Lubānas ielas, Kojusalas iela pie Toma ielas, Turgeņeva – Maskavas ielu krustojums, Meistaru iela, Avotu – Matīsa ielu krustojums, pie Puškina ielas, Mazā Nometņu iela pie Atpūtas ielas, O. Vācieša iela starp K. Ulmaņa gatvi un Zuteņu ielu, Vienības gatve pie F. Brīvzemnieka ielas, Olīvu iela pie Vienības gatves, Graudu iela pie augstskolas „Turība”, rajons starp Ilmājas un Saulkalnes ielām, Brīvības iela pie Silciema ielas Juglā, Matīsa iela starp Vagonu un Pērnavas ielām, Plaužu un Preiļu ielas pie Ilūkstes ielas.



Att.3.7. Applūdums Teikas un Purvciema rajonos. Lietusgāžu scenārijs, mūsdienas, atkārtojamība reizi 20 gados.

3.1.2.5. Mūsdienas, lietusgāzes, 1% varbūtība

Lietusgāžu scenārijā ar atkārtojamību reizi 100 gados applūst ievērojami plašākas teritorijas kā reizi 20 gados, iepriekšminētajās (sadaļas 3.1.2.1-3.1.2.4) vietās sāk bieži applūst blakus apakšbaseini un izveidojas lielāki applūduma apgabali, piemēram Krustabaznīcas – Viskaļu – Ropažu ielas Čiekurkalnā, Barona – Marijas – Merķeļa – Pērses ielu rajons centrā.

Purvcimā – Pļavniekos applūdums vērojams lielākās teritorijās sākot no Ieriķu – Braslas – Nīcgales – A.Deglava - Dārzciema – Lubānas ielām.

Vecrīgā applūst praktiski visa Kalēju iela, kā arī Meistaru – Smilšu ielu krustojums.

Applūdums parādās jaunos apgabalos – Ziepniekkalnā Ozolciema iela pie Vienības gatves, Lielirbes – Ventspils ielu krustojums, Ilģuciemā Daugavgrīvas – Lidoņu ielu krustojums, Daugavgrīvā Parādes iela, Vecmīlgrāvī Melīdas iela u.c. Kā piemērs att. 3.8 parādīts applūdums Imantā.



Att. 3.8. Applūdums Imantā lietus rezultātā mūsdienās reizi 100 gados.

3.1.2.6. Mūsdienas, lietusgāzes, 0,5% varbūtība

Applūdušās teritorijas turpina palielināties, salīdzinājumā ar iepriekšējiem scenārijiem. Šai scenārijā grūti izdalīt kādu īpaši izceļamu rajonu. Applūduma riski papildus

vērojami arī Juglā, Vienības gatvē Atgāzenē, Bauskas un Garozes ielās u.c. Kā piemērs Att. 3.9 parādīts applūdums Āgenskalna rajonā.

3.1.2.7. Tālā nākotne, lietusgāzes, 0,5% varbūtība

Šai – viskritiskākajā no aplūkotajām lietusgāzēm – scenārijā var analizēt gan applūstošās, gan labi pasargātās teritorijas. Maksimāli sasniegtais dziļums vidēji lielākajā daļā apakšbaseinu ir 2-5 cm. Vidēji 5 cm apakšbaseinā tiek pārsniegti daudzās vietās visās pilsētas daļās, izņēmumi ir Mangaļsala un Mārupe. Tālāk tekstā tiks pieminētas tikai tās applūdušās vietas, kur apakšbaseinā vidēji pārsniegta 5 cm dziļuma atzīme.



Att. 3.9. Lietus applūdums mūsdienās reizi 200 gados Āgenskalna rajonā.

Labi pasargātas teritorijas galvenokārt atrodas lielo lietus kolektoru tuvumā vai ūdenstīlņu krastos. Vecrīgā neapplūst Pils un Jēkaba ielu rajons un Doma laukums, savukārt lielākie plūdi ir Meistaru (1, sk. att. 3.10) un Kalēju ielās (2), kas ir pazeminātas vietas blakus bijušajai Rīdzenes upītes gultnei. Rīgas centrā labi pasargātas ir Valdemāra un Tērbatas ielas līdz Bruņinieku ielai, Raiņa bulvāris, A.Čaka iela posmā no Stabu līdz Artilērijas ielai, Lāčplēša iela līdz Satekles ielai.

Vislielākie applūdumi (>5 cm vidējais dziļums pa visu apakšbaseinu un vienā vietā vismaz 15 cm dziļš) gaidāmi Muitas un Noliktavas ielu rajonā (3), starp Elizabetes un Hanzas ielām (4), starp Miera un Šarlotes ielām (5), rajonā ap Marijas, Elizabetes un

E.Birznieka Upīša ielām (6), Barona –Tallinas-A.Čaka ielu rajonā (7), Brīvības-Pērnavas ielu krustojumā (8), Avotu – Matīsa ielu krustojumā (9), Gogoļa – Lāčplēša ielu krustojumā (10) un jo īpaši Ģertrūdes ielā starp A.Čaka un Valmieras ielu (11). Pēdējā applūduma zona saistīta ar faktu, ka šai relatīvi zemajā rajonā atslogojas kanalizācijas kopsistēmas plūsma. Šī situācija acīmredzot ir apzināta, jo minētajā rajonā ir ierīkotas 3 kanalizācijas kopsistēmas pārgāznes uz Lāčplēša ielas lietus kanalizāciju (LP-15, LP-16, LP-18), taču tās nedarbojas. Līdzīga problēma ir rajonā (10), kur, atbilstoši “Rīgas ūdens” informācijai nedarbojas vesela rinda ar pārgāznēm (LP-7, LP-8, LP-9, LP-10, LP-11, LP-19, LP-20, LP-21, LP-22, LP-23) un lietus kanalizācijas sistēma saņem tikai nelielu daļu no nolijušā ūdens.



Att. 3.10. Applūdums Vecrīgā un Centrā. Lietusgāzes ar atkārtojamību reizi 200 gados tālā nākotnē.

Vecmīlgrāvī applūst Kreimeņu iela un Emmas iela, Daugavgrīvā Parādes iela, Bolderājā Kapteiņa iela, Jaunmīlgrāvī Ostas iela, Sarkandaugavā Tvaika iela. Skanstes iela applūst vairākos posmos visā tās garumā. Čiekurkalnā applūst 2. līnija pie 4. un 6. šķērslīnijas un Bērzpils iela, Teikā Aizkraukles un Dzērbenes ielu krustojums. Purvciemā, Dārzcīemā un Pļavniekos applūst Ieriķu iela pie t/c Domina, Braslas iela, Nīcgales – Deglava – Stopiņu ielu rajons, Dzelzavas – G. Astras ielu krustojums, Dzelzavas – Lielvārdes ielu krustojums, Ilūkstes iela starp Deglava un Lubānas ielām, kā arī tālāk no Lubānas ielas pa Skudru un Sitas ielām līdz Dārzcīema ielai, Saharova un Rudens ielu krustojums. Mežciemā applūst Hipokrāta un Gaiļezera ielu krustojums. Ķengaragā applūst Ikšķiles un Rasas ielu apkārtnē, Maskavas iela

starp Rušānu un Eglaines ielām. Krasta rajonā Krasta iela pie Ogres ielas un pie Salu tilta. Ilģuciemā Lilijas un Dagmāras ielu stūris, Daugavgrīvas iela pie Ūdens ielas. Dzirciemā applūst Dzirciema un Dārza ielu krustojums, LU Botāniskais dārzs, rajons Kalnciema, Raņķa dambja un Meža ielu rajonā. Āgenskalnā applūst Kalnciema un Alises ielu krustojums, Olgas iela, Puškina un Augļu ielas krustojums, Nometņu un Talsu ielas krustojums, Bāriņu un Talsu ielas krustojums, rajons starp Ventspils un Mazo Nometņu ielu, Lielirbes iela starp Ventspils un Kalnciema ielām, O. Vācieša iela starp K.Ulmaņa gatvi un Zuteņu ielu, Vienības gatve Bērnu slimnīcas rajonā, K. Ulmaņa gatve zem Bauskas ielas pārbrauktuves. Ziepniekkalnā Graudu iela starp Vienības gatvi un dzelzceļu. Imantā Kleistu un Kurzemes prospektu stūris, Dammes un Anniņmuižas ielu krustojums, Jūrmalas gatve aiz Kurzemes prospekta. Pleskodālē applūst Endzelīna un Jūrkalnes ielu krustojums (Nordic Industrial Park).



Att. 3.11. Applūdums lietus scenārijiem reizi 2 gados tālā nākotnē (zils), tuvā nākotnē (violets) un mūsdienās (zaļš) Lāčplēša ielas rajonā.

3.1.3. Nākotnes klimata scenāriji lietusgāžu gadījumiem

Atbilstoši sadaļai 2.1, tādas pat atkārtojamības lietusgāžu scenārijos nākotnē sagaidāmi lielāka nokrišņu intensitāte nekā mūsdienās. Attiecīgi applūstošās teritorijas nākotnē palielinās, vai arī parādās jaunas teritorijas. Šai apakšnodaļā analīze balstīta tikai uz applūdušo teritoriju laukumiem, bet ne uz applūstošo apakšbaseinu

vidējiem dziļumiem. Tā piemēram, att. 3.11 redzams, ka reizi 2 gados nākotnē palielinās applūstošās teritorijas Krasta ielā zem Salu tilta pārvada, Lāčplēša un Gogoļa ielas krustojumā, Strūgu ielā, Dzirnavu un Elijas ielas krustojumā, ka arī tuvajā nākotnē parādās applūdums Gogoļa un Jēzusbaznīcas ielas krustojumā (violeto krāsas laukumi), bet tālajā nākotnē arī Gogoļa un Dzirnavu ielas krustojumā.



Att. 3.12. Applūdums lietus scenārijiem reizi 20 gados tālā nākotnē (zils), tuvā nākotnē (violets) un mūsdienās (zaļš) Nīcgales ielas rajonā.

No vietām, kurās mūsdienās reizi 2 gados nebija applūduma, bet tas sagaidāms nākotnē, var minēt atsevišķu ielu posmus (1) Dārzcimā uz Līvānu, Skudru, Pildas un Plaužu ielām, (2) Pļavniekos uz Pavasara un Lubānas ielām, (3) Purvciemā uz Gaismas, A.Deglava, Stirnu, Pūces ielām, Kalsnavas ielām, (4) Teikā uz Lielvārdes, Pīkola un Stūrīša ielām, (5) Čiekurkalnā uz 1.līnijas, (6) Āgenskalnā uz Mazās Nometņu ielas, Kolkasraga ielas un Ernestīnes ielas.

Līdzīga tendence sagaidāma arī pārējiem lietusgāžu scenārijiem – nākotnē esošās applūduma teritorijas palielinās, un tās papildina jaunas teritorijas. Kā vēl vienu piemēru aplūkosim lietusgāžu izraisītu applūdumu ar atkārtotamību reizi 20 gados.

Vairākas jaunas applūdušās teritorijas nākotnē parādās Nīcgales ielas krustojumos ar Vietalvas (sk. att. 3.12) un Pildas ielām, Vāveres un Caunes ielās, Čiekurkalna 2. līnijā, Hospitāļu un Miera ielas rajonā, uz Meistaru ielas, Āgenskalnā uz Bišu ielas, Imantā pie Ceriņu ielas, Imantas 7. un 8. līnijā un Kooperatīva ielā, uz Atgāzenes ielas Ziepniekkalnā u.c.



Att. 3.13. Applūdums Pļavniekos, atkārtojamība reizi 100 gados; sniega kušanas scenārijs.

3.1.4. Applūšanas risku teritoriju analīze sniega kušanas gadījumā

Sniega kušana scenārijos uzdots no lietus scenārijiem atšķirīgs uz virsmas nonākušā ūdens daudzums un tā sadalījums laikā, tipiski sniega kušanas scenārijs ir garāks par lietus scenāriju. Citu izmaiņu modelī nav, tajā netiek ņemts vērā, ka sniegs no centra tiek izvests, kā arī tas, ka zeme var būt sasalusi un izkusušais ūdens tajā nevar iesūkties. Applūstošo teritoriju analīzē izmantoti tie paši kritēriji, kas definēti pie lietus scenārijiem (līmenis > 15 cm, ilgums > 30 min, laukums > 200 m²), apakšbaseina maksimālais vidējais applūdums lielāks par 2 cm.

Reizi 2 gados mūsdienās. Sniega kušanas scenārijā mūsdienās reizi 2 gados applūdums novērojams tikai pie Krustabaznīcas ielas, taču vidējais apakšbaseina applūduma līmenis šeit ir mazāks par 2 cm.

Reizi 5 gados mūsdienās. Applūdums sagaidāms arī Lēdmanes un Zalkšu ielās Teikā, Lāčplēša ielā starp Gogoļa un Satekles ielām, Strūgu ielā, kā arī Āgenskalnā Auces ielā un Mazajā Nometņu ielā pie Talsu ielas.

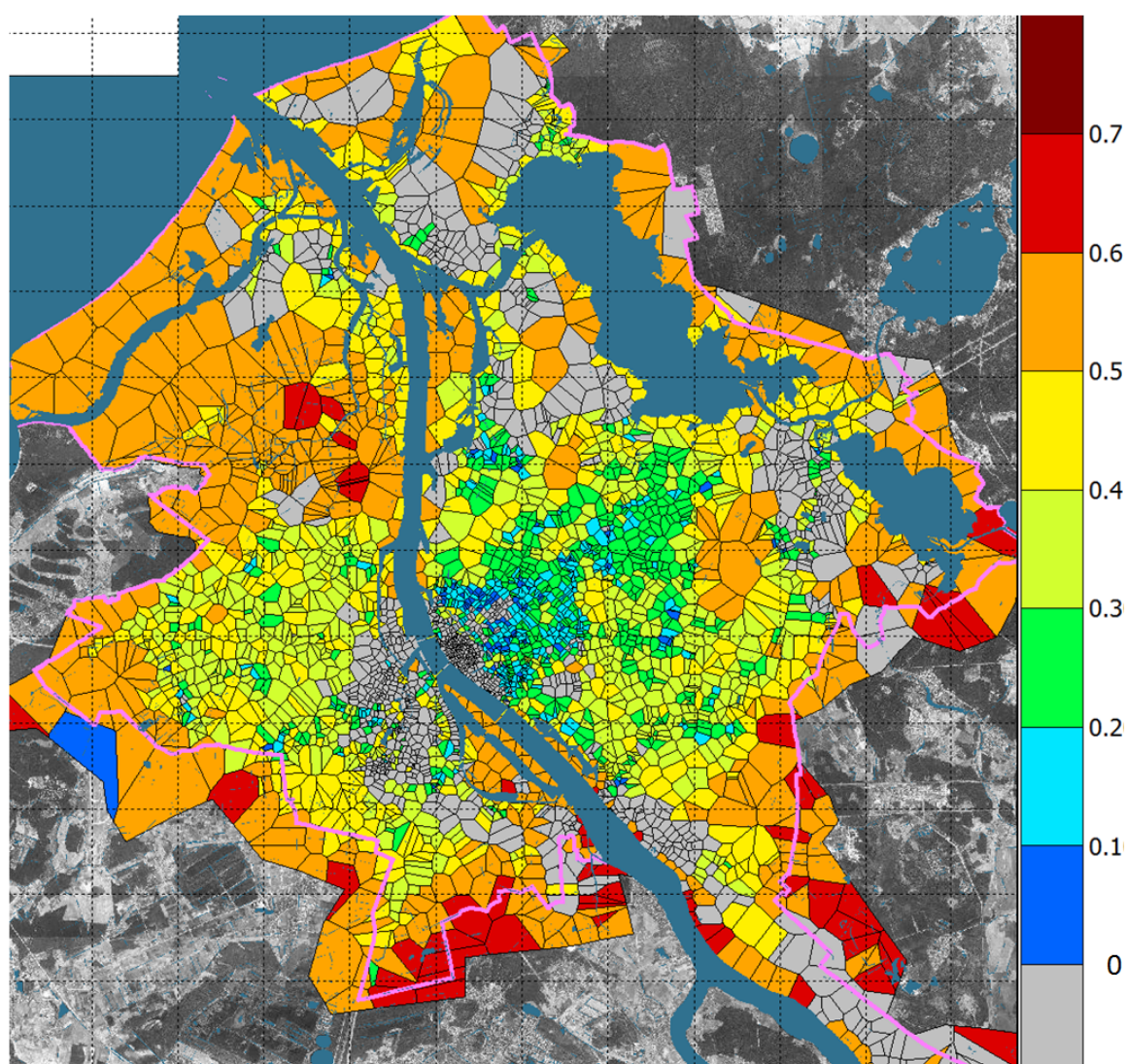


Att. 3.14. Sniega kušanas scenārijs reizi 200 gados – zilie laukumi, tiem pārklāts lietus scenārijs reizi 200 gados (sarkanie laukumi).

Reizi 10 gados mūsdienās. Papildus iepriekš minētajām vietām applūst Bērzpils iela Teikā, 4. šķērslīnija Čiekurkalnā, Kalsnavas, Stopiņu, Steigas, Grīšļu ielas, kā arī Lielvārdes un Dzelzavas ielu krustojums Purvciemā, Ģertrūdes/Kurbada ielu krustojums, Dzirnavu/Elijas ielu krustojums, Miera/Palīdzības ielu krustojums un Strēlnieku iela centrā, Vienības gatve pie Bērnu slimnīcas, Kolkasraga iela un Sabiles iela Āgenskalnā.

Reizi 20 gados mūsdienās. Papildus iepriekš minētajām vietām applūst Apes, Žagatu un Laimdotas ielas Teikā, Kalēju iela centrā, Krasta iela zem Salu tilta, Ļermontova un Atpūtas ielas Āgenskalnā, Dārza iela Dzirciemā, Parādes/Plēksnes ielu krustojums Daugavgrīvē.

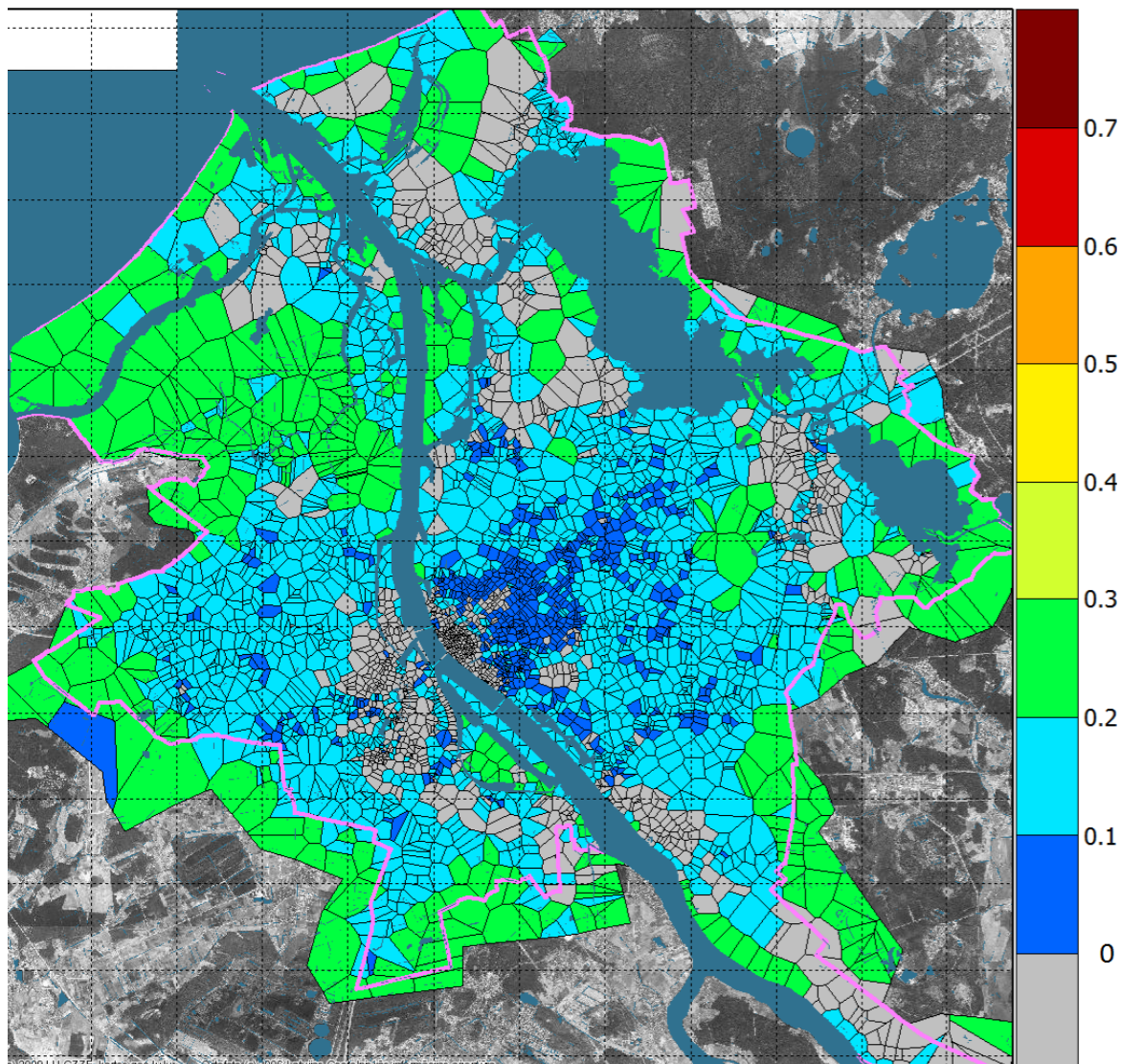
Reizi 100 gados mūsdienās. Salīdzinot ar scenāriju reizi 20 gados, applūdušās teritorijas ir ievērojami palielinājušās un nākušas klāt jaunas: Juglā Brīvības iela pie Silciema un Murjāņu ielām, Juglas iela pie Malienas ielas, Eizenšteina un Ulbrokas ielas Mežciemā, A.Saharova iela pie Lubānas ielas, Ilūkstes iela no Lubānas līdz Kārsavas ielai (sk. att 3.13), Avotu iela starp Elizabetes un Matīsa ielu, Sadovņikova/Katoļu ielu krustojums, Jersikas, Maskavas, Līksmas ielas, Puškina iela pie Elijas un Gogoļa ielām, Krasta iela pie Turgeņeva ielas, rajons Marijas, Pērses un Elizabetes ielās, Muitas iela, Hospitāļu iela, Vesetas iela, Skanstes iela, Tvaika iela, Ezera iela Jaunmīlgrāvī, Emmas iela Vecmīlgrāvī, Kapteiņu iela Boldeņājā, Lilijas, Dagmāras un Daugavgrīvas ielas Ilģuciemā, LU Botāniskais dārzs, Liepājas iela un Bāriņu/Talsu ielu krustojums Āgenskalnā, Lielirbes iela, Vienības gatve pie F.Brīvzemnieka ielas, Saulkalnes un Kartupeļu ielas Ziepniekkalnā, Bauskas iela pie Stērstu ielas.



Att. 3.15. Gruntsūdens līmeņa pacelšanās metros sniega kušanas scenārijam reizi 200 gados mūsdienās (pelēkajos apakšbaseinos gruntsūdens līmenis netiek rēķināts).

Reizi 200 gados mūsdienās. Papildus iepriekš minētajām vietām applūst Gdaņskas un Stokholmas ielas Mežaparkā, Brīvības iela pie Ūnijas ielas, Vairoga iela, Raunas

iela un Dzērbenes iela Teikā, Hipokrāta iela Mežciemā, Ulbrokas iela Pļavniekos, Lubānas iela pie Slāvu ielas, Ausekļa un Vidus ielas krustojums centrā, Spilves iela Ilģuciemā, Imantā Slokas iela, Anniņmuižas bulvāris, Dammes iela, Endzelīna un Zaru iela Šampēterī, Lielirbes iela pie t/c Spice, Lokomotīves, Rasas un Aglonas ielas Ķengaragā.



Att. 3.16. Gruntsūdens līmeņa pacelšanās metros lietus scenārijam reizi 200 gados mūsdienās (pelēkajos apakšbaseinos gruntsūdens līmenis netiek aprēķināts).

3.1.5. Lietusgāzu un sniega kušanas scenāriju salīdzinājums

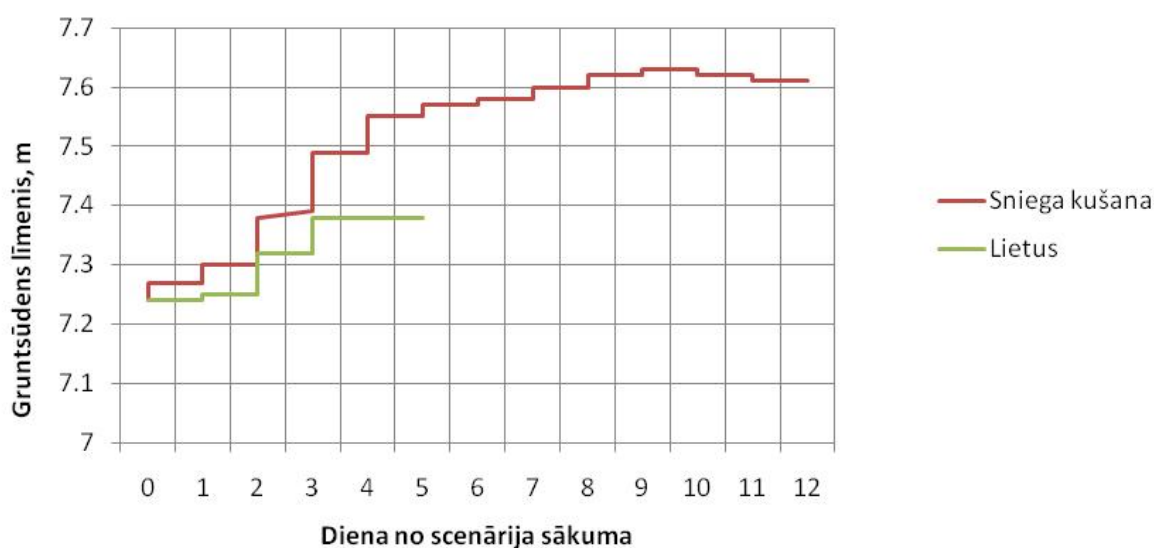
Pamatā vienādas varbūtības notikumu gadījumā lielāks applūdums izveidojas lietusgāzu gadījumā (lielāka maksimālā ūdens pieplūdes intensitāte), nevis sniega kušanas scenārijos (lielāks kopējais ūdens pieplūdums). Kaut arī lietus ir daudz intensīvāks par sniega kušanu, dažās teritorijās [ilgstošās] sniega kušanas rezultātā vērojams lielāks applūdums, kā redzams att. 3.14 – uz ziemeļiem no Brīvības redzami zilie poligoni (sniega kušana reizi 200 gados), kuri ir lielāki vai atšķirīgi no lietus

poligoniem, bez uz dienvidiem no Brīvības ielas tādu nav (tikai sarkanie, kas apzīmē lietus scenāriju reizi 200 gados).

3.1.6. Gruntsūdens līmeņa celšanās

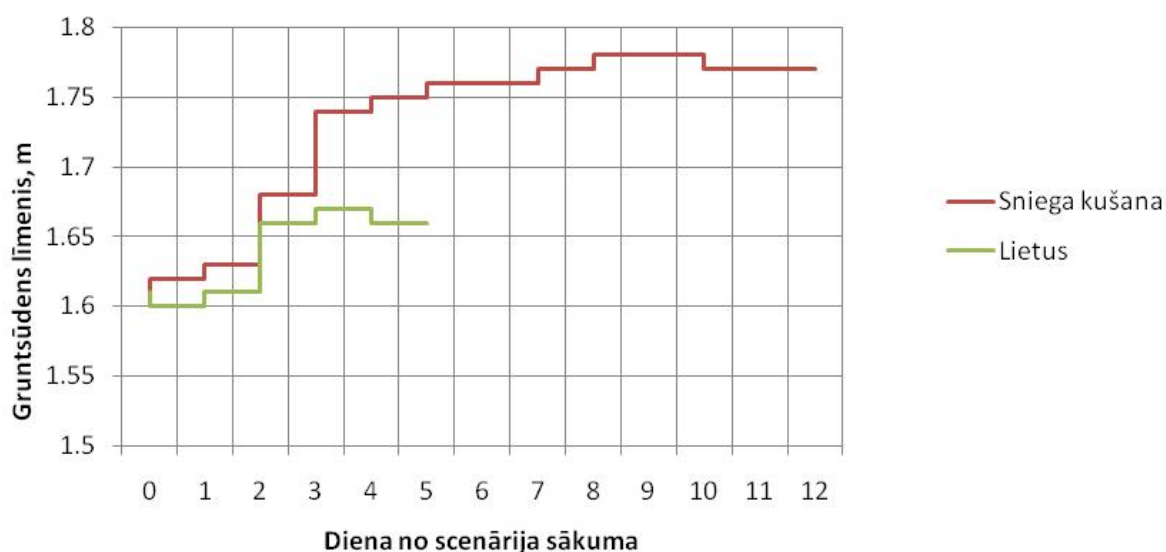
Kā minēts modeļa aprakstā, sadaļā 2.4, pirms katra scenārija aprēķina katrā apakšbaseinā tiek aprēķināti sākumnosacījumi – tai skaitā noteikts gruntsūdens līmenis. Scenārija aprēķina laikā tas aug, jo neapbūvētajos apgabalos nenotecējušais ūdens ātri iesūcas gruntī un lēni filtrējas uz meliorācijas/kanalizācijas sistēmu.

Imanta: Kurzemes pr. - Ceriņu iela



Att. 3.17. Gruntsūdens celšanās reizi 200 gados (mūsdienas) mazāk blīvi apbūvētā teritorijā.

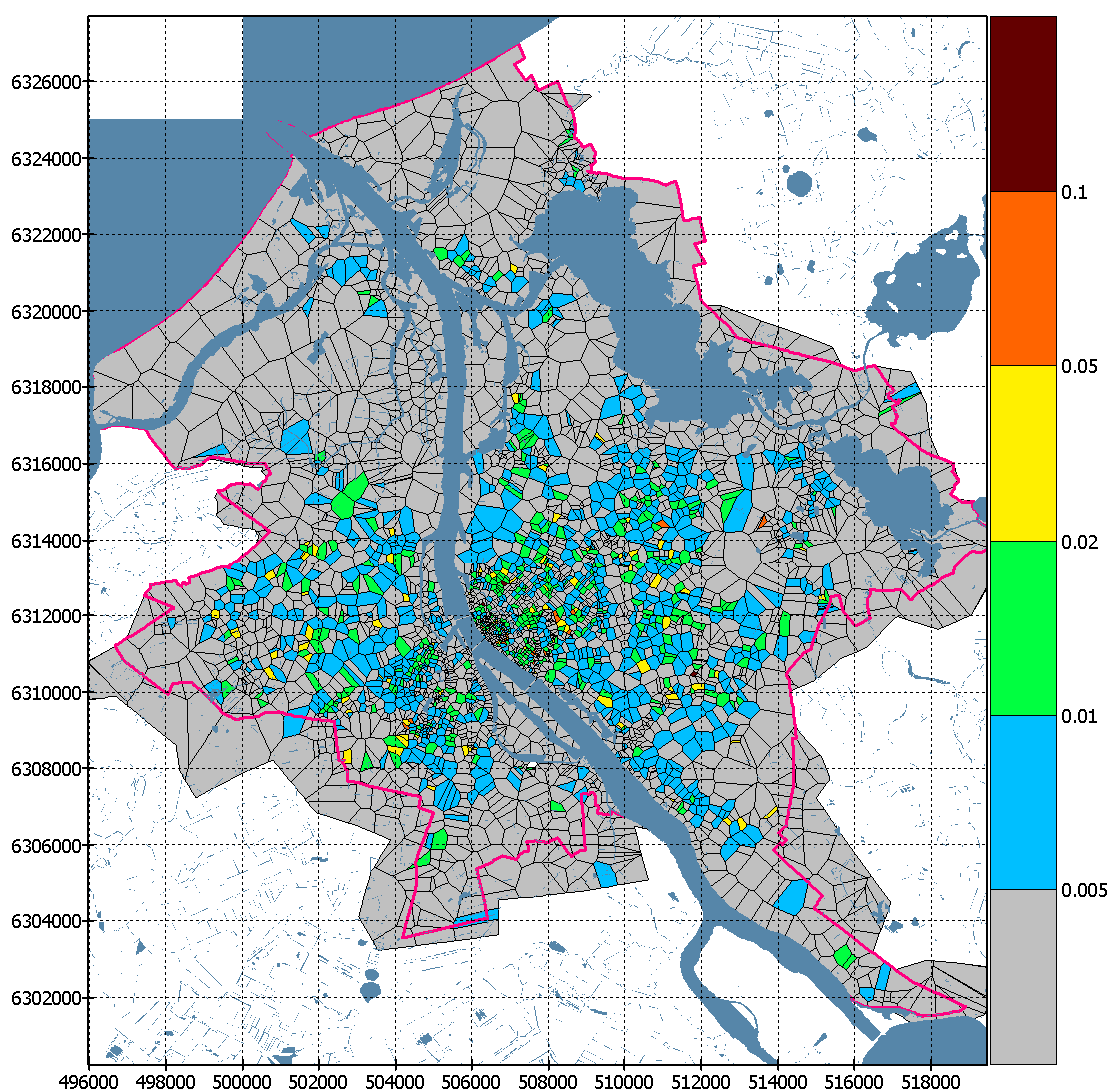
Centrs: Marijas - Dzirnavu



Att. 3.18. Gruntsūdens celšanās reizi 200 gados (mūsdienās) blīvi apbūvētā teritorijā.

Gruntsūdens līmeņa celšanās ilustrēta attēlos 3.15 – 3.18. Attēlos 3.15 un 3.16 parādīta gruntsūdens līmeņa paaugstinašanās, attiecīgi sniega kušanas un lietusgāžu scenārijam ar atkārtamību 0,5% (mūsdienās). Attēlos 3.17 – 3.18 šiem pašiem scenārijiem parādīti gruntsūdeņu līmeņa celšanās laika grafiki divos modelapgabalā apkšbaseinos.

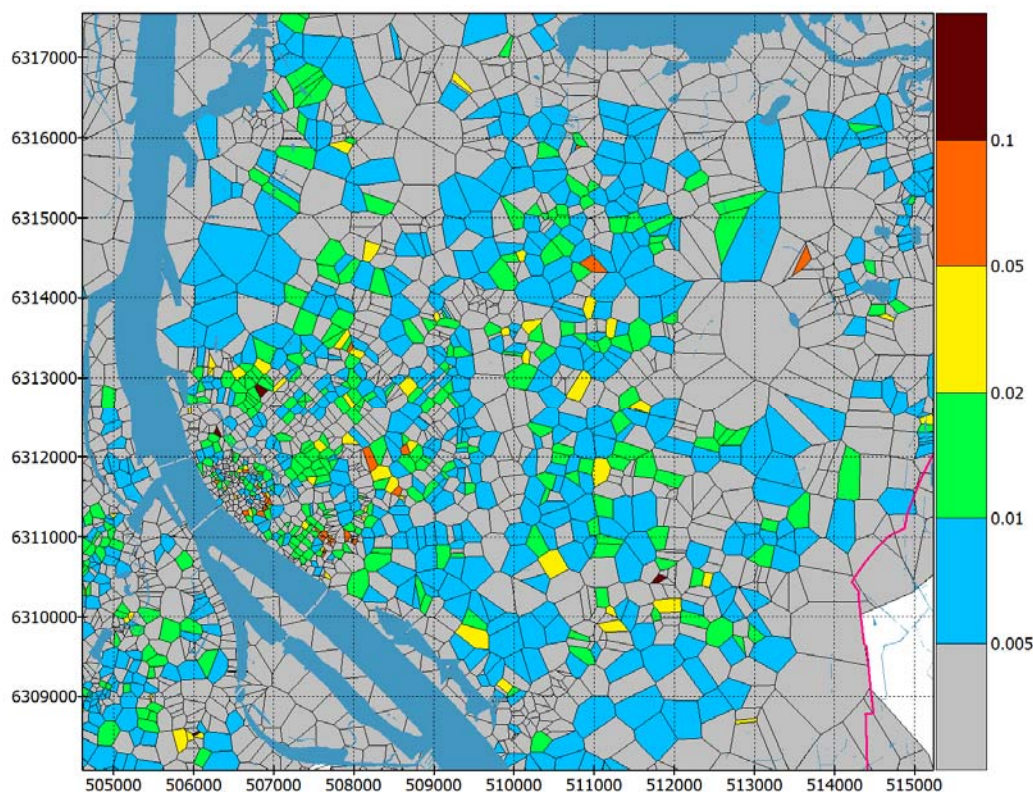
Salīdzinot gruntsūdens līmeņa celšanos sniega kušanas un lietus scenārijiem, redzams, ka sniega kušanas rezultātā gruntsūdens līmenis pacelšanās ir vismaz divas reizes lielāka. Tas izskaidrojams ar lielāku kopējo pievadīto ūdens daudzumu (nokrišņu vai izkusušā sniega veidā, atkarībā no scenārija) sniega kušanas scenārijos, sk. arī sadaļu 2.2.



Att. 3.19. Notekūdeņu/meliorācijas sistēmas nepietiekamība modeļapgabalā. Lietusgāzes scenārijs reizi 100 gados mūsdienās ($l/s/m^2$).

Gruntsūdens celšanās ir izteiktāka rajonos ar mazāku apbūves blīvumu. Salīdzinot att. 3.17 un 3.18 redzams, ka centrā gruntsūdens līmeņa pacelšanās sniega kušanas notikumā ir 15 cm, bet Imanta tā ir 35 cm. Tas skaidrojams ar apbūvētās un

neapbūvētās teritorijas laukumu attiecību, jo ūdens no apbūvētajām teritorijām pamatā nonāk kanalizācijas sistēmās, bet no neapbūvētajām iesūcas gruntī.



Att. 3.20. Notekūdeņu/meliorācijas sistēmas nepietiekamība Rīgas centrā. Lietusgāzes scenārijs reizi 100 gados mūsdienās ($l/s/m^2$).

3.1.7. Kanalizācijas un meliorācijas sistēmu nepietiekamība

Lietus ūdens novadīšanas sistēmu kopējās darbības efektivitāti var raksturot ar visu ūdens novades sistēmu veikspējas nepietiekamību, t.i. nepieciešamo papildus plūsmu no sistēmas, kura nodrošinātu to, ka viss ūdens, kas pa virsmu notecētu uz sistēmas ieejas punktiem (akas, kolektori, grāvji) tiktu tālāk aizvadīts uz pieņemošajiem baseiniem (attīrīšanas iekārtām vai virszemes ūdensobjektiem). Šāda drenāžas deficīta telpiskais sadalījums parādīts att. 3.19 – 3.20 visam modeļapgabalam un tā centrālajai daļai lietusgāzei ar atkārtotām reizi 100 gados.

3.2. Applūsuma ietekmes novērtējums

Šajā sadaļā sniegts teritoriju novērtējums no sociālā, kultūrvēsturiskā, saimnieciskās darbības un vides aizsardzības aspektiem.

Applūstošo teritoriju novērtēšana un vērtību prioritizēšana veikta, ņemot vērā plānošanas pamatdokumentos „Rīgas ilgtermiņa attīstības stratēģija līdz 2025.gadam”, „Rīgas attīstības programma 2006.-2012.gadam”, „Rīgas pilsētas virszemes ūdens objektu apsaimniekošanas koncepcija 2008. – 2013.” paustās nostādnes un izvirzītās prioritātes, RD (2005b), RD (2008), RD (2010).

3.2.1 Sociālās infrastruktūras objekti

Sociālās infrastruktūras objekti ir vietas, kur notiek iedzīvotāju pulcēšanās un atrašanās lielā skaitā, tiem ir nozīmīga sociāla loma, tādēļ šos objektus ir būtiski pasargāt no plūdu draudiem vai plūdu riska iestāšanās gadījumā – evakuēt šajos objektos esošos cilvēkus.

Šajā sadaļā ir uzskaitītas slimnīcas, veselības centri un ambulatorās veselības iestādes, skolas un citas izglītības un mācību iestādes, sporta un atpūtas centri, muzeji, bibliotēkas, izstāžu zāles u.c. Teritorijā, kas ir pakļauta lietus izraisītu plūdu riskam ar dažādu atkārtošanās varbūtību, kopumā identificēti 36 objekti, un apdraudēto objektu skaits būtiski palielinās tālās nākotnes scenārijam.

Mūsdienu situācija

Saskaņā ar modelēšanas rezultātiem mūsdienās ar dažādu applūšanas varbūtību ir apdraudēti 15 sociālās infrastruktūras objekti (skat. 3.1.tabulu).

Visvairāk apdraudēta (reizi 5 gados) ir atpūtas parka „Jaunatnes dārzs” teritorija starp Lapu, Ernestīnes un Melnsila ielām un teritorija Bruņinieku ielā 65 (reizi 10 gados), kur atrodas Starptautiskās psiholoģijas augstskolas Tulku fakultātes ēka. Pie lielākiem lietus radītiem plūdiem apdraudētas teritorijas, kur atrodas vēl četras augstākās un vidējās izglītības iestāžu ēkas, tirdzniecības centrs „Beta”, teritorija Augšielā 1 pie Daugavas stadiona, vairāki sociālās aprūpes centri, Rīgas Doma koncertzāle, kinoteātris „K.Suns” un Latvijas Ugunsdzēsības muzejam piegulošā teritorija.

Tuvā nākotne

Tuvā nākotnē (3.2 tabula) tāpat visvairāk apdraudētas ir teritorijas, kur atrodas Starptautiskās psiholoģijas augstskolas Tulku fakultātes ēka, kā arī atpūtas parka „Jaunatnes dārzs” teritorija (20% applūšanas varbūtība).

Bez tam pie lielākiem lietus radītiem plūdiem (applūšanas varbūtība 5% un mazāka) apdraudētas ir teritorijas, kur atrodas viena koledža un viena aroddidusskola, divas pirmsskolas izglītības iestādes un trīs augstskolu ēkas (fakultātes), tirdzniecības centrs „Beta”, vairāki sporta, aktīvās atpūtas un jaunrades centri, vairāki sociālās aprūpes centri, tāpat arī teritorijas, kur atrodas vairākas mākslas galerijas un izstāžu zāles, Rīgas Doma koncertzāle, kinoteātris „K.Suns” un divi muzeji.

3.1. tabula. Plūdu apdraudētie sociālās infrastruktūras objekti. Mūsdienu situācija

Nr. kartē	Objekta raksturojums	Adrese	Applūsuma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
3.	Rīgas Juridiskā augstskola un bibliotēka	Strēlnieku iela 4k-2	x	x				
10.	RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte	Kronvalda bulv. 1	x	x				
13.	Starptautiskā praktiskās psiholoģijas augstskola, Tulku fakultāte	Bruņinieku iela 65	x	x	x	X		
16.	Izstāžu zāle (galerija) „Zvaigžņu galerija”	Lielirbes iela 29	x	x	x			
27.	Tirdzniecības centrs „Beta”	Gaigalas iela 21a	x	x				
28.	Atpūtas parks „Jaunatnes dārzs”	Starp Lapu, Ernestīnes un Melnsila ielām	x	x	x	X	x	
30.	Aktīvās atpūtas centrs „Daiļslidošanas klubs „Rīga””	Augšiena 1	x	x	x			
38.	Rīgas Doms	Doma laukums 1	x	x				
40.	Kino „K.Suns”	Elizabetes iela 83/85	x	x	x			
43.	Atbalsta centrs „Ābeļzars”	Avotu iela 31	x	x				
44.	Latgales priekšpilsētas Sociālā dienesta administratīvais centrs	Avotu iela 31	x	x				
45.	Bērnu invalīdu rehabilitācijas centrs un ambulatorās veselības iestāde „Mēs esam līdzās”	Lēdmanes iela 2	x					
50.	Latvijas Ugunsdzēsības muzejs	Hanzas iela 5	x	x				
55.	Grāmatvedības un finanšu koledža	Gogoļa iela 13	x	x				
56.	Rīgas 13. arodvidusskola	Lāčplēša 106/108	x	x				

Tālā nākotne

Tālā nākotnē (laika periods 2071. – 2100.gads) būtiski palielinās apdraudēto objektu skaits pie dažādām plūdu atkārtotās varbūtībām. Visvairāk apdraudēti (20% applūšanas varbūtība) ir tie paši objekti, kas arī tuvajā nākotnē - Starptautiskās psiholoģijas augstskolas Tulku fakultātes ēka un „Jaunatnes dārzs”, kā arī Rīgas doma koncertzāle Doma laukumā 1, Daugavas stadionam piegulošā teritorija Augšienā 1 un kino „K.Suns” ēkai piegulošā teritorija Elizabetes ielā 83/85 (skat. 3.3 tabulu).

Reizi 10 gados iespējama teritorijas pie Juridiskās Augstskolas applūšana, applūst teritorijas, kur atrodas tirdzniecības centrs „Beta”, izstāžu zāle „Zvaigžņu galerija”, atbalsta centrs „Ābeļzars” un Rīgas 13. arodvidusskola.

Tālā nākotnē pie lielākiem plūdiem (applūšanas varbūtība 5% un mazāka) apdraudētas ir teritorijas, kur atrodas arī Rīgas 99. vidusskola un Grāmatvedības un finanšu koledža, četras pirmskolas izglītības iestādes un divas augstskolu ēkas (fakultātes), tirdzniecības centrs „Spice”, vairāki sporta, aktīvās atpūtas un jaunrades centri, vairāki sociālās aprūpes centri un ambulatorās veselības iestādes, tāpat arī teritorijas, kur atrodas divas bibliotēkas un trīs muzeji, Latgales tirgus teritorija, arī Vidzemes priekšpilsētas dzimtsarakstu nodaļas ēka un Rīgas domes apmeklētāju pieņemšanas centrs.

3.2. tabula. Plūdu apdraudētie sociālās infrastruktūras objekti. Tuvā nākotne (2021. – 2050.)

Nr. kartē	Objekta raksturojums	Adrese	Applūduma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
3.	Rīgas Juridiskā augstskola un bibliotēka	Strēlnieku iela 4k-2	x	x	x			
10.	RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte	Kronvalda bulv. 1	x	x				
11.	RTU Arhitektūras un pilsētplānošanas fakultāte	Āzenes ielā 16/20	x	x				
13.	Starptautiskā praktiskās psiholoģijas augstskola, Tulku fakultāte	Bruņinieku iela 65	x	x	x	x	x	
16.	Izstāžu zāle (galerija) „Zvaigžņu galerija”	Lielirbes iela 29	x	x	x			
19.	Rīgas 165.pirmskolas izglītības iestāde	Vārnu iela 13a	x					
21.	Rīgas 79.pirmskolas izglītības iestāde	Klijānu iela 17	x					
27.	Tirdzniecības centrs „Beta”	Gaigalas iela 21a	x	x	x			
28.	Atpūtas parks „Jaunatnes dārzs”	Starp Lapu, Ernestīnes un Melsila ielām	x	x	x	x	x	
30.	Aktīvās atpūtas centrs „Daiļslidošanas klubs „Rīga””	Augšiena 1	x	x	x			
35.	Latvijas Gaisa balonu sporta savienība	Aizkraukles iela 9	x					
36.	Rīgas domes Apmeklētāju pieņemšanas centrs Centra rajonā	Kungu iela 7/9	x					
38.	Rīgas Doms	Doma laukums 1	x	x	x			
40.	Kino „K.Suns”	Elizabetes iela 83/85	x	x	x			
41.	Krīžu un konsultāciju centrs „Skalbes”	Kungu iela 34	x					
42.	Dienas aprūpes centrs „Cerību tilts”	Ieriķu iela 2b	x	x				
43.	Atbalsta centrs „Ābeļzars”	Avotu iela 31	x	x	x			
44.	Latgales priekšpilsētas Sociālā dienesta administratīvais centrs	Avotu iela 31	x	x	x			
45.	Bērnu invalīdu rehabilitācijas centrs un ambulatorās veselības iestāde „Mēs esam līdzās”	Lēdmanes iela 2	x	x				
49.	Jēkaba Pīmaņa Anatomijas muzejs	Kronvalda bulv. 9	x	x				
50.	Latvijas Ugunsdzēsības muzejs	Hanzas iela 5	x	x				
55.	Grāmatvedības un finanšu koledža	Gogoļa iela 13	x	x	x			
56.	Rīgas 13. arodvidusskola	Lāčplēša 106/108	x	x	x			

3.3. tabula. Plūdu apdraudētie sociālās infrastruktūras objekti. Tālā nākotne (2071. – 2100.)

Nr. kartē	Objekta raksturojums	Adrese	Applūduma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
2.	Rīgas ebreju kopienas bibliotēka	Skolas iela 6	x					
3.	Rīgas Juridiskā augstskola un bibliotēka	Strēlnieku iela 4k-2	x	x	x	x		

4.	Vidzemes priekšpilsētas dzimtsarakstu nodaļa	Zemgaļu iela 1	x					
9.	Rīgas 99.vidusskola	Tallinas iela 57	x					
10.	RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte	Kronvalda bulv. 1	x	x	x			
11.	RTU Arhitektūras un pilsētplānošanas fakultāte	Āzenes ielā 16/20	x	x				
13.	Starptautiskā praktiskās psiholoģijas augstskola, Tulku fakultāte	Bruņinieku iela 65	x	x	x	x	x	
16.	Izstāžu zāle (galerija) „Zvaigžņu galerija”	Lielirbes iela 29	x	x	x	x		
18.	Rīgas pirmskolas izglītības iestāde „Blāzmiņa”	Skuju iela 14	x					
19.	Rīgas 165.pirmskolas izglītības iestāde	Vārnu iela 13a	x	x				
20.	Rīgas 41.pirmskolas izglītības iestāde	Ludzas iela 74	x					
21.	Rīgas 79.pirmskolas izglītības iestāde	Klijānu iela 17	x	x				
24.	Tirdzniecības centrs „Spice”	Lielirbes iela 29	x	x				
27.	Tirdzniecības centrs „Beta”	Gaigalas iela 21a	x	x	x	x		
28.	Atpūtas parks „Jaunatnes dārzs”	Starp Lapu, Ernestīnes un Melsila ielām	x	x	x	x	x	
30.	Aktīvās atpūtas centrs „Daiļslidošanas klubs „Rīga””	Augšsila 1	x	x	x	x	x	
31.	Invalīdu sporta klubs „Optimists”	Stabu iela 60	x					
35.	Latvijas Gaisa balonu sporta savienība	Aizkraukles iela 9	x	x				
36.	Rīgas domes Apmeklētāju pieņemšanas centrs Centra rajonā	Kungu iela 7/9	x	x				
37.	Mākslinieciskās jaunrades centrs „Praktiskās estētikas skola”	Antonijas iela 13	x	x				
38.	Rīgas Doms	Doma laukums 1	x	x	x	x		
40.	Kino „K.Suns”	Elizabetes iela 83/85	x	x	x	x	x	
41.	Krīžu un konsultāciju centrs „Skalbes”	Kungu iela 34	x	x				
42.	Dienas aprūpes centrs „Cerību tilts”	Ieriķu iela 2b	x	x				
43.	Atbalsta centrs „Ābeļzars”	Avotu iela 31	x	x	x	x		
44.	Latgales priekšpilsētas Sociālā dienesta administratīvais centrs	Avotu iela 31	x	x	x			
45.	Bērnu invalīdu rehabilitācijas centrs un ambulatorās veselības iestāde „Mēs esam līdzās”	Lēdmanes iela 2	x	x				
46.	Rīgas pašvaldības bērnu nams – patversme „Aptie”	Apes ielā 8	x	x				
47.	Vidzemes priekšpilsētas Sociālā dienesta teritoriālais centrs „Vidzeme”	Ieriķu ielā 2b	x	x				
49.	Jēkaba Prīmaņa Anatomijas muzejs	Kronvalda bulv. 9	x	x				
50.	Latvijas Ugunsdzēsības muzejs	Hanzas iela 5	x	x	x			
51.	Latvijas Nacionālais vēstures muzejs	Pils laukums 3	x	x				
52.	Latgales tirgus	F.Sadovņikova iela 9a	x					
55.	Grāmatvedības un finanšu koledža	Gogoļa iela 13	x	x	x			
56.	Rīgas 13.rodvidusskola	Lāčplēša 106/108	x	x	x	x		

57.	Ambulatorās veselības iestāde „Patoloģijas centrs”	Hipokrāta iela 2	x					
-----	---	------------------	---	--	--	--	--	--

3.2.2. Kultūrvēsturiskie objekti

Pie dažādām applūšanas varbūtībām applūst nelielas, reljefā zemu novietotas teritorijas, kurās var būt izvietotas ēkas, kas klasificētas kā valsts un vietējās nozīmes arhitektūras un mākslas pieminekļi, kas ir uzskaitīti valsts aizsargājamo pieminekļu sarakstā <http://www.mantojums.lv/>.

Mūsdienās lietus radītu plūdu dēļ ar applūsuma varbūtību 10% iespējama teritoriju pie ēkām Ventspils ielā 25 un Tālivalža ielā 13 applūšana. Pie lielākiem plūdiem (applūšanas varbūtība 1 reizi 20 gados jeb 5%) applūst arī teritorijas, kur atrodas ēkas Jersikas ielā 21, Talsu ielā 6, Launkalnes ielā 1 un Strēlnieku ielā 6. Palielinoties apdraudētajai teritorijai pie applūšanas varbūtības 1 reizi 100 gados jeb 1%, un lielākiem plūdiem applūst citas ēkas un pieminekļi (skat. 3.4. tabulu).

3.4. tabula. Plūdu apdraudētie valsts un vietējās nozīmes kultūras un mākslas pieminekļi. Mūsdienu situācija.

VA* Nr.	Objekta raksturojums	Adrese	Applūsuma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
7822	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 31	x	x				
7821	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 21, k-1	x	x	x			
8109	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Talsu iela 6	x	x	x			
8117	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Ventspils iela 25	x	x	x	x		
5909	Mazdzīvokļu māja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Launkalnes iela 1	x	x	x			
5925	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tālivalža iela 13	x	x	x	x		
5881	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Āraišu iela 7	x	x				
5928	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Zemgaļu iela 6	x	x				
8055	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tomsona iela 4	x	x				
8139	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Elizabetes iela 10a	x	x				
8054	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Strēlnieku iela 6	x	x	x			
6666	Hartmaņa muižiņas ansamblis ar parku, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Kalnciema iela 28 un Kalnciema iela 30	x	x				
	Melngalvju nams	Rātslaukums 7	x	x				
	Kaķu nams	Meistaru iela 10	x					
57	Piemineklis Johanam Gotfrīdam Herderam	Herdera laukums	x	x				

* - valsts aizsardzības numurs

Tuvajā nākotnē lietus radītu plūdu rezultātā teritorija ap ēku Launkalnes ielā 1 var applūst jau ar 50% varbūtību. Reizi 5 gados var applūst ēkas Talsu ielā 6, Ventspils ielā 25, Tālivalža ielā 13 un Strēlnieku ielā 6 (skat. 3.5. tabulu).

Reizi 5 gados bez iepriekš jau uzskaitītajām ēkām ir apdraudētas arī ēkas Jersikas ielā 21 un Jersikas ielā 31, Āraišu ielā 7 un Herdera laukums. Pie lielākiem plūdiem applūstošajā teritorijā atradīsies vismaz 18 ēkas un pieminekļi.

3.5. tabula. Plūdu apdraudētie valsts un vietējās nozīmes kultūras un mākslas pieminekļi. Tuvā nākotne (2021. – 2050.)

VA* Nr.	Objekta raksturojums	Adrese	Applūsuma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
7822	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 31	x	x	x			
7821	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 21, k-1	x	x	x			
5150	Sv.Jura katoļu baznīca, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Katoļu iela 9	x	x				
8109	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Talsu iela 6	x	x	x	x	x	
8117	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Ventspils iela 25	x	x	x	x	x	
5909	Mazdzīvokļu māja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Launkalnes iela 1	x	x	x	x	x	x
5925	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tāļivalža iela 13	x	x	x	x	x	
5881	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Āraišu iela 7	x	x	x			
5928	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Zemgaļu iela 6	x	x				
8055	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tomsona iela 4	x	x				
8139	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Elizabetes iela 10a	x	x				
8054	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Strēlnieku iela 6	x	x	x	x	x	
6666	Hartmaņa muižiņas ansamblis ar parku, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Kalnciema iela 28 un Kalnciema iela 30	x	x				
	Dzīvojamā ēka	Elizabetes iela 17	x	x				
	Melngalvju nams	Rātslaukums 7	x	x				
	Kaķu nams	Meistaru iela 10	x	x				
	Piemineklis Krišjānim Baronam	Vērmanes dārzs	x					
57	Piemineklis Johanam Gotfrīdam Herderam	Herdera laukums	x	x	x			

* - valsts aizsardzības numurs

Tālā nākotnē lietus radītu plūdu rezultātā teritorijas, kur atrodas ēkas Jersikas ielā 21, Talsu ielā 6, Ventspils ielā 25, Launkalnes ielā 1, Tāļivalža ielā 13 un Strēlnieku ielā 6, var applūst ar 20% varbūtību. Plūdos ar varbūtību 10% applūdis teritorijas, kur atrodas ēkas Jersikas ielā 31, Āraišu ielā 7 un Herdera laukums (skat. 3.6.tabulu).

Plūdos, kuru varbūtība ir 5%, un lielākos plūdos applūstošajās teritorijās atrodas vairāk kā 20 kultūras un mākslas pieminekļi.

Intensīvu nokrišņu radītie plūdi ir īslaicīgi, tādēļ nerada būtiskus apdraudējumus ēkām un būvēm, tomēr to rezultātā iespējama pagrabtelpu applūšana, kas var radīt materiālos zaudējumus un kritiskākos gadījumos pat draudus cilvēkiem, kas tajās atrodas. Līdzīgi ir apdraudētas arī citu ēku un būvju pagrabtelpas, bet dažkārt arī

1.stāva telpas, kas atrodas plūdu apdraudēto teritoriju zonā, bet kas nav uzskaitītas kā arhitektūras pieminekļi.

Kanalizācijas sistēmas jaudas nepietiekamība var izraisīt to pārplūšanu un kanalizācijas sistēmas ūdeņu izplūšanu virszemē, kas rezultātā radīt apkārtējās teritorijas piesārņojumu. Līdzīgi teritorijas piesārņošanu ar atkritumiem var radīt arī neizvesto sadzīves atkritumu tvirtņu applūšana vai apgāšanās.

3.6. tabula. Plūdu apdraudētie valsts un vietējās nozīmes kultūras un mākslas pieminekļi. Tālā nākotne (2071. – 2100.).

VA* Nr.	Objekta raksturojums	Adrese	Applūsuma varbūtība					
			0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
7822	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 31	x	x	x	x		
7821	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Jersikas iela 21, k-1	x	x	x	x	x	
5150	Sv.Jura katoļu baznīca, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Katoļu iela 9	x	x				
8089	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Kapseļu iela 10	x	x				
8109	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Talsu iela 6	x	x	x	x	x	
8117	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Ventspils iela 25	x	x	x	x	x	
5909	Mazdzīvokļu māja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Launkalnes iela 1	x	x	x	x	x	
5925	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tālvilza iela 13	x	x	x	x	x	
5881	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Āraišu iela 7	x	x	x	x		
5928	Savrupmāja, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Zemgaļu iela 6	x	x	x			
5927	Savrupmāja, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Zemgaļu iela 1	x					
8055	Dzīvojamā ēka, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Tomsona iela 4	x	x	x			
8139	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Elizabetes iela 10a	x	x				
8054	Īres nams, vietējās nozīmes arhitektūras piemineklis	Strēlnieku iela 6	x	x	x	x	x	
6666	Hartmaņa muižiņas ansamblis ar parku, valsts nozīmes arhitektūras piemineklis	Kalnciema iela 28 un Kalnciema iela 30	x	x	x			
	Dzīvojamā ēka	Elizabetes iela 17	x	x				
6537	Doma baznīcas un klostera ansamblis, valsts nozīmes arhitektūras un mākslas piemineklis	Doma laukums 1	x	x				
	Melngalvju nams	Rātslaukums 7	x	x	x			
	Kaķu nams	Meistaru iela 10	x	x				
	Piemineklis Krišjānim Baronam	Vērmanes dārzs	x	x				
57	Piemineklis Johanam Gotfrīdam Herderam	Herdera laukums	x	x	x	x		

* - valsts aizsardzības numurs

Applūšana nerada draudus izveidotajiem pieminekļiem, ja vien netiek izskalota to pamatne. Tomēr arī šādā gadījumā tie ir viegli atjaunojami iepriekšējā izskatā.

3.2.3. Saimnieciskās darbības objekti un iespējamā vides piesārņojuma draudi

Izvērtējot plūdu apdraudētos saimnieciskās darbības objektus, tika ņemts vērā, kuri saimnieciskās darbības objekti applūšanas rezultātā var radīt apdraudējumu videi radot piesārņojumu un bīstamo vielu noplūdes vidē, tādejādi tika uzskaitīti visi tie ražošanas objekti, kuri ir saņēmuši A un B kategorijas atļaujas piesārņojošās darbības veikšanai. Lai novērtētu apdraudējumu, ko potenciāli var radīt objekti, kuros šobrīd piesārņojošā darbība nenotiek, bet ir konstatēts vēsturiskais piesārņojums, tika uzskaitītas arī visas plūdu apdraudētās potenciāli piesārņotās vietas un piesārņotās vietas, kas ir reģistrētas piesārņoto vietu reģistrā http://vdc2.vdc.lv:8998/p_ppv.html

Ražošanas objekti, kuriem izsniegtas atļaujas A un B kategorijas piesārņojošai darbībai <http://www.vpvb.gov.lv/lv/piesarnojums/a-b-atlaujas>, vienlaicīgi ir reģistrēti arī kā piesārņotās vai potenciāli piesārņotās vietas.

Mūsdienu situācija

Saskaņā ar modelēšanas rezultātiem mūsdienu situācijā pie dažādiem applūšanas scenārijiem kopumā ir apdraudēti 4 objekti, kas ir reģistrēti piesārņoto vietu reģistrā (skat. 3.7. tabulu), no kuriem 3 ir B kategorijas atļauju saņēmuši uzņēmumi un ražotnes.

Mūsdienu situācijā stipri apdraudēta (applūšanas varbūtība 20% jeb vienu reizi 5 gados) ir teritorija, kur atrodas vēsturiski piesārņotā TEC-1 mazuta saimniecības teritorija, kur konstatēts piesārņojums ar naftas produktiem, un pelnu izgāztuves teritorija.

Teritorijā, kuras applūšanas varbūtība intensīva lietus rezultātā ir 5% (jeb vienu reizi 20 gados), atrodas arī divas SIA „Neste Latvija” degvielas uzpildes stacijas Jūrmalas gatvē 46b un Kuldīgas ielā 1. Vienu reizi 100 gados applūst DUS „Latvija Statoil” teritorija K.Ulmaņa gatvē 117.

Tuvā nākotne

Tuvajā nākotnē ir apdraudēti tie paši 4 piesārņoto vielu reģistrā uzskaitītie objekti, kas ir apdraudēti arī mūsdienās (skat. 3.8.tabulu).

Plūdos ar applūšanas varbūtību 20% tāpat kā mūsdienās ir apdraudēta TEC-1 mazuta saimniecības teritorija, kā arī palielinās pārējo objektu apdraudētība.

Tālā nākotne

Prognozējams, ka tālā nākotnē būs apdraudēti 8 objekti (skat. 3.9.tabulu). Plūdos ar applūšanas varbūtību 20% un 5% ir apdraudēti tie paši objekti, kas tuvā nākotnē. Reizi 100 gados iespējama arī šādu B kategorijas uzņēmumu teritoriju un objektu applūšana:

- 1) SIA “Gaiļezers Plus” ķīmiskā tīrītava;
- 2) DUS „Latvija Statoil” Lubānas ielā 76a;
- 3) Bijusī PSRS armijas teritorija – rūpnīca "Tehnopribor"
- 4) A/S “Rīgas miesnieks” ražotne.

3.7. tabula. Plūdu apdraudētās A un B kategorijas piesārņojošai darbībai atļaujas saņēmušie uzņēmumi un piesārņotās un potenciāli piesārņotās vietas. Mūsdienu situācija

Numurs piesārņoto vietu reģistrā	Objekta raksturojums	Adrese	Piezīmes	Applūduma varbūtība					
				0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
01964/621	AS "Latvenergo" ražotne TEC-1	Viskaļu 22, Ziemeļu priekšpilsēta	Mazuta saimniecība un pelnu izgāztuve. Vēsturisks piesārņojums ar naftas produktiem	x	x	x	x	x	
01924/4715	SIA „Neste Latvija” DUS	Jūrmalas gatve 46b, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x			
01924/4716	SIA "Neste Latvija" DUS	Kuldīgas iela 1, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x			
01954/4723	SIA "Latvija Statoil" DUS	K.Ulmaņa gatve 117, Zemgales priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums, degvielas uzpildes stacijas ar degvielas daudzumu (lielākais kopējais degvielas daudzums, kas pārsūknēts pēdējo triju gadu laikā) 2000 un vairāk m ³ gadā	x	x				

3.8.tabula. Plūdu apdraudētās A un B kategorijas piesārņojošai darbībai atļaujas saņēmušie uzņēmumi un piesārņotās un potenciāli piesārņotās vietas. Tuvā nākotne (2021. – 2050.)

Numurs piesārņoto vietu reģistrā	Objekta raksturojums	Adrese	Piezīmes	Applūduma varbūtība					
				0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
01964/621	AS "Latvenergo" ražotne TEC-1	Viskaļu 22, Ziemeļu priekšpilsēta	Mazuta saimniecība un pelnu izgāztuve. Vēsturisks piesārņojums ar naftas produktiem	x	x	x	x	x	
01924/4715	SIA „Neste Latvija” DUS	Jūrmalas gatve 46b, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x	x	x	
01924/4716	SIA "Neste Latvija" DUS	Kuldīgas iela 1, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x	x	x	
01954/4723	SIA "Latvija Statoil" DUS	K.Ulmaņa gatve 117, Zemgales priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums, degvielas uzpildes stacijas ar degvielas daudzumu (lielākais kopējais degvielas daudzums, kas pārsūknēts pēdējo triju gadu laikā) 2000 un vairāk m ³ gadā	x	x	x			

3.9.tabula. Plūdu apdraudētās A un B kategorijas piesārņojošai darbībai atļaujas saņēmušie uzņēmumi un piesārņotās un potenciāli piesārņotās vietas. Tālā nākotne (2071. – 2100.)

Numurs piesārņoto vietu reģistrā	Objekta raksturojums	Adrese	Piezīmes	Applūduma varbūtība					
				0,5%	1%	5%	10%	20%	50%
01964/621	AS "Latvenergo" ražotne TEC-1	Viskaļu 22, Ziemeļu priekšpilsēta	Mazuta saimniecība un pelnu izgāztuve. Vēsturisks piesārņojums ar naftas produktiem	x	x	x	x	x	
01924/4715	SIA „Neste Latvija” DUS	Jūrmalas gatve 46b, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x	x	x	
01924/4716	SIA "Neste Latvija" DUS	Kuldīgas iela 1, Kurzemes priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - degvielas uzpildes stacija	x	x	x	x	x	
01934/4374	A/S "Gaižezers Plus", ķīmiskā tīrītava	Matīsa 119, Latgales priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums - ķīmiskā tīrītava	x	x				
01934/4808	SIA "Latvijas Statoil" DUS	Lubānas 76a, Latgales priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums, degvielas uzpildes stacijas ar degvielas daudzumu (lielākais kopējais degvielas daudzums, kas pārsūknēts pēdējo triju gadu laikā) 2000 un vairāk m ³ gadā	x	x				
01944/3737	Bijusī PSRS armijas teritorija – rūpnīca "Tehnopribor"	Antonijas iela 16A, Vidzemes priekšpilsēta	Piesārņojums ar ķīmiskām vielām - bijušais galvanikas cehs. Sākumā bija tabakas rūpnīca, tad noliktavas, tad kara rūpnīca	x	x				
01954/4723	SIA "Latvija Statoil" DUS	K.Ulmaņa gatve 117, Zemgales priekšpilsēta	B kategorijas uzņēmums, degvielas uzpildes stacijas ar degvielas daudzumu (lielākais kopējais degvielas daudzums, kas pārsūknēts pēdējo triju gadu laikā) 2000 un vairāk m ³ gadā	x	x	x			
01964/4946	A/S "Rīgas miesnieks"	Atlasa iela 7, Ziemeļu rajons	B kategorijas uzņēmums - pārtikas produktu ražošana, kur apstrādā un pārstrādā dzīvnieku izcelsmes produktus (izņemot pienu) un saražo no 1 līdz 75 tonnām gatavās produkcijas dienā	x	x				

3.2.4. Aizsargājamās dabas teritorijas

Rīgas pilsētas teritorijā atrodas Piejūras Dabas parks un trīs dabas liegumi Krēmeri, Vecdaugava un Jaunciema dabas liegums. Visas aizsargājamās dabas teritorijas atrodas virszemes ūdens objektu tiešā tuvumā vai to teritorijā ir ietverta daļa no virszemes ūdens objektiem, tādēļ dabas apstākļi, kas izveidojušies šajās teritorijās ir cieši saistīti ar ūdens līmeni tajos.

Visas aizsargājamās dabas teritorijas pilnībā vai daļēji applūst gan mūsdienās, gan tuvā un tālā nākotnē, un applūstošā teritorija tajās ir atkarīga no izvēlēta scenārija.

Mikroliegumi

Ar dažādu applūšanas varbūtību dažādā pakāpē applūst trīs mikroliegumi. Mūsdienu scenārijā ar atkārtotās varbūtību 10% applūst viens mikroliegums, kas atrodas Ķīsezera piekrastē pie Saules dārza (ID Nr. 6) un ar atkārtotās varbūtību 1% vēl viens mikroliegums, kas atrodas pie Juglas ezera (ID Nr.9).

Tuvā nākotnē mikroliegums Ķīsezera piekrastē applūdīs reizi 5 gados (applūšanas varbūtība 20%), bet reizi 20 gados (applūšanas varbūtība 5%) arī mikroliegums Juglas ezera krastā.

Tālā nākotnē tāpat reizi 5 gados applūst mikroliegums Ķīsezera krastā, reizi 10 gados – Juglas ezera krastā, bet reizi 200 gados iespējama arī Kokneses prospektā starp Mirdzas Ķempes ielu un Ķīsezera ielu izveidotā mikrolieguma (ID Nr.10) applūšana.

Šo mikroliegumu īslaicīga applūšana vērtējama kā nebūtiska, tāpēc nav nepieciešams paredzēt papildus pasākumus šo teritoriju aizsardzībai.

3.2.5. Plūdu izraisīto draudu novērtējums un vērtību prioritizēšana

Vērtējot tālajā nākotnē (pēc 2071.gada) radīto apdraudējumu, jāņem vērā, ka daļa no šobrīd eksistējošiem objektiem var būt likvidēti vai pārcelti, tādējādi novēršot potenciālo apdraudējumu, savukārt var būt uzbūvēti vai izveidoti citi objekti, kas šobrīd tiek būvēti, plānoti vai vēl nemaz nav paredzēti.

Vairāki sociālās infrastruktūras objekti un kultūras un vēstures pieminekļi atrodas teritorijās, kuras gan mūsdienās, gan arī nākotnē var bieži applūst. Īpaša uzmanība būtu pievēršama teritorijām, kuras ir stipri apdraudētas un kurās vienlaicīgi atrodas nozīmīgi objekti, kuros pulcējas liels skaits cilvēku vai kuri tiek bieži apmeklēti. Šādās teritorijās būtu svarīgi nodrošināt pilnvērtīgu lietusskanalizācijas darbību un lietusskanalizācijas novadīšanu. Ir ieteicams šīs teritorijas noteikt kā prioritāras attiecībā uz pretplūdu aizsardzības pasākumu realizāciju, kā arī atsevišķos gadījumos iespējams paredzēt darbības ierobežojumus, piemēram, aizliegt pagrabstāvu izmantot kafējnīcu, veikalu u.c. iestāžu izveidei.

Kā stipri apdraudētas ir vērtējamas šādas teritorijas:

- 1) teritorija, kas pieguļ Lāčplēša ielai, arī Bruņinieku un Elizabetes iela, kur atrodas vairāki nozīmīgi objekti, arī ēkas, kas ir arhitektūras pieminekļi;

- 2) teritorija ap Ganību dambi, kur atrodas vairāki apdraudētie objekti;
- 3) teritorija starp Elizabetes, Strēlnieku, Alberta un Antonijas ielām, kur atrodas vairāki arhitektūras pieminekļi un bieži uzturas tūristi, izvietotas vairākas augstskolu ēkas un citi sabiedrībai nozīmīgi objekti;
- 4) Krasta ielai piegulošās teritorijas, kur atrodas gan vairāki tirdzniecības centri, gan arī vēsturiski nozīmīgi arhitektūras pieminekļi;
- 5) teritorija Lielirbes ielā, kur izvietots tirdzniecības centrs „Spice”.

Jāizvērtē arī citu teritoriju lietus ūdeņu drenāžas sistēmas kapacitāte un lietus ūdeņu novadīšanas iespējas, piemēram, Rīgas vecpilsētas daļā, Juglā, Pārdaugavā un citur.

Vērtējot saimnieciskās darbības objektu apdraudētību, gan mūsdienās, gan arī nākotnē visvairāk apdraudēta ir vēsturiski piesārņotā TEC-1 mazuta saimniecības un pelnu izgāztuves teritorija. Tāpat apdraudētās teritorijās atrodas arī divas SIA „Neste Latvija” degvielas uzpildes stacijas Jūrmalas gatvē 46b un Kuldīgas ielā 1 un „Latvijas Statoil” K.Ulmaņa gatvē 117. Šo objektu aizsardzība pret applūšanu lielā mērā ir saimnieciskās darbības veicēju kompetence, tomēr pašvaldībai būtu jā rūpējas par pietiekamu drenāžas sistēmas kapacitāti šajās teritorijās.

Īpaši jāatzīmē lietus radīto plūdu apdraudētā vēsturiski piesārņotā TEC-1 mazuta saimniecības un pelnu izgāztuves teritorija, kur konstatēts piesārņojums ar naftas produktiem. Pat īslaicīgu lietus radītu plūdu rezultātā var notikt piesārņojošo vielu izskalošana un pārnese, kas var radīt nevēlamu piesārņojuma risku apkārtējās teritorijās un pazemes ūdeņos, tādēļ būtu svarīgi nodrošināt pietiekamu drenāžas sistēmas kapacitāti šajā teritorijā.

Ņemot vērā Rīgas pilsētas teritorijā izveidoto aizsargājamo dabas teritoriju novērtējumu, ko paredz izstrādātie Dabas aizsardzības plāni, var secināt, ka iespējamā applūšana ne mūsdienās, ne arī tuvā vai tālā nākotnē neapdraud aizsargājamās dabas teritorijas un netraucē realizēt to aizsardzības funkcijas. Kā tas norādīts Dabas lieguma „Daugavgrīva” dabas aizsardzības plānā ELLE (2003) (1.4.3.nodaļa), dabas liegums „Daugavgrīva”, tāpat kā divi citi Rīgas dabas liegumi „Vakarbuļļi” un „Vecdaugava”, atrodas tuvu Baltijas jūras Rīgas līcim. Visi trīs liegumi ir ļoti līdzīgi. Tie veidojušies tiešā jūras, lielo upju grīvu un cilvēka darbības ietekmē. Dominējošās reljefa formas ir saistītas ar Baltijas jūras un Rīgas līča dažādām attīstības stadijām un ir savdabīgas krasta attīstības procesa liecības. Arī mūsdienās piekrastes procesi dabas liegumu attīstībā ir ļoti nozīmīgi. Dabas liegumos ietvertās ūdens akvatorijas un sauszeme nav zaudējušas saistību ar jūru. Valdēt ZR un R vējiem, iesāļais ūdens no Rīgas līča ieplūst Daugavā, Lielupē un ar tām saistītajās nelielajās upītēs grīvu tuvumā, līdz nonāk liegumu ūdeņos. Palu laikā iesāļais ūdens masas pārklāj krasta palienu līdz pat augstākajiem reljefa pacēlumiem, radot piemērotus un specifiskus apstākļus savdabīgas veģetācijas attīstībai. Tāpat dabas lieguma „Daugavgrīva” Dabas aizsardzības plāna nodaļā 2.1. atzīmēts, ka „liegumā notiekošais dabiskais process – priekškāpas noskalošana un reizēm sāļo jūras ūdeņu ieplūšana lieguma centrālās daļas niedrāju joslā un ezeriņos lieguma dabas vērtības neapdraud. Tas pat palielina teritorijas piemērotību dažādiem putniem (īpaši caurceļojošajiem)”, ELLE (2003). Tādejādi jebkuru pretplūdu aizsargbūvju veidošana, kas pārtrauktu šo teritoriju periodisku applūšanu, ir rūpīgi izvērtējama un saskaņojama ar šo teritoriju dabas aizsardzības funkcijām.

3.3. Zaudējumu novērtējums

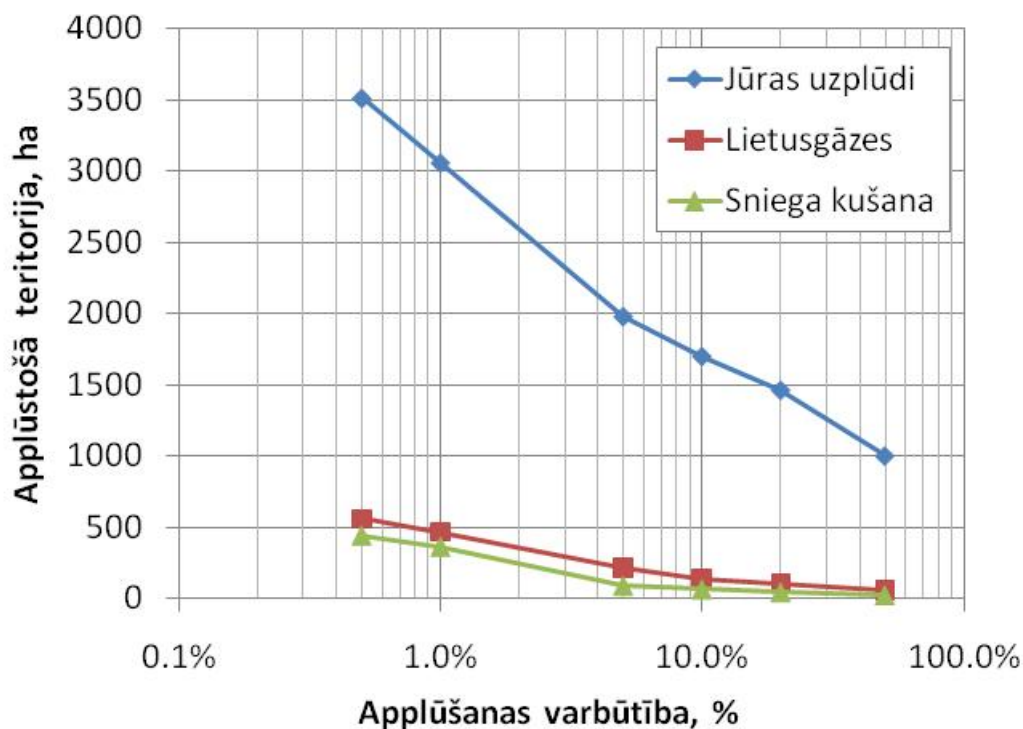
Izpildītājam nav zināma metodoloģija, kā aprēķināt lietus ūdens radītos zaudējumus tādiem lietus apstākļiem, kas ir raksturīgi Latvijai. Ārvalstu pieredze liecina, ka lietus ūdeņu izraisītos zaudējumus parasti apskata tikai momentānu plūdu kontekstā (angl. – *flash flooding*), kas rodas no lielu lietus ūdens apjomu momentānas sateces upē vai ezerā izraisot to pārplūšanu. Pie tam tas gandrīz vienmēr tiek apskatīts kontekstā ar tādām augsnēm, kurām ir zema ūdens uzsūkšanas pakāpe (kalnaini rajoni) vai arī rajonos, kur nokrišņu daudzums gada griezumā ir būtiski lielāks (vismaz 2 000 mm/gadā) nekā Latvijā (600 – 700 mm/gadā).

Pie tam kvalitatīvi vērtējot lietus ūdens nodarīto zaudējumu apmērs ir salīdzinoši neliels (izņēmums ir lauksaimniecība, kas gan uz Rīgas pilsētu neattiecas) un bieži zaudējumu iestāšanās ir saistīta ar antropogēniem un tehnogēniem faktoriem, kuru preventīva novēršana ļautu novērst iespējamus zaudējumus. Kā galvenos no šiem preventīvajiem faktoriem ir jāmin:

- (1) Ceļu un ielu infrastruktūras elementiem (piemēram, ielas garenkritums un/vai lietus ūdens kanalizācija) jābūt pietiekami labā stāvoklī, lai varētu savlaicīgi aizvadīt lietusgāžu radīto ūdeni;
- (2) Ne iedzīvotājiem, ne komersantiem savas automašīnas ilgstoši nevajadzētu atstāt tādās vietās, kur ir augsts īslaicīgās applūšanas risks. Tāpat, rīkojoties racionāli, autovadītājiem nevajadzētu izmantot tos ceļu posmus, kur ir acīmredzams, ka ūdens līmenis pārsniedz 20-25 centimetrus;
- (3) Ēku pagrabu īpašniekiem, pie izziņotiem spēcīgu lietusgāžu brīdinājumiem, ilgstoši bez pieskatīšanas nevajadzētu atstāt atvērtus pagraba vēdlodziņus vai durvis, tādējādi, preventīvi novēršot ūdens iekļūšanu ēku telpās.

SECINĀJUMI

1. Kopumā Rīgas pilsētai nozīmīgāki teritoriju applūšanas riski ir saistīti ar vējuaplūdiem Rīgas jūras līcī (pretstatā pavasara paliem, lietusgāzēm vai sniega kušanai). Att. 3.21. parādīti (salīdzināti) applūstošo teritoriju laukumi Rīgas pilsētā dažādas atkārtotamības un dažādu cēloņu izraisītiem notikumiem (mūsdienās), kas labi ilustrē šo secinājumu.



Att. 3.21. Dažādas varbūtības un dažādu cēloņu izraisītā applūduma laukums Rīgas pilsētā. Mūsdienās.

2. Vēsturiskā apbūve Rīgā lielākoties izveidojusies augstākās vietās vai ūdensojektu tiešā tuvumā, kur gruntsūdens līmenis ir pietiekoši zems (piemēram, Vecrīga, Rīgas centrs, Āgenskalns). Tomēr pilsētas attīstības gaitā apgūti arī rajoni, kuros dabiski gruntsūdens līmenis ir augsts (piemēram, Imanta, Zolitūde, Pleskodāle, Ziepniekkalns, Ganību dambis, Purvciems, Pļavnieki, Dārziems). Tāpēc liela daļa Rīgas pilsētas teritorijas ir pilnībā atkarīga no labi funkcionējošas meliorācijas un lietus ūdens kanalizācijas sistēmas.
3. Lielākoties vienādas varbūtības notikumu gadījuma lielāks applūdums izveidojas lietusgāžu gadījumā (lielāka maksimāla ūdens pieplūdes intensitāte) nevis sniega kušanas scenārijos (lielāks kopējais ūdens pieplūdums). Tikai dažās teritorijās ilgstošas sniega kušanas rezultātā vērojams lielāks applūdums.
4. Salīdzinot gruntsūdens līmeņa celšanos sniega kušanas un lietus scenārijiem, pētījuma rezultāti ļauj secināt, ka sniega kušanas rezultātā gruntsūdens līmenis pacelšanās ir vismaz divas reizes lielāka. Gruntsūdens celšanās ir izteiktāka rajonos ar mazāku apbūves blīvumu. Piemēram, centrā gruntsūdens līmeņa pacelšanās sniega kušanas notikumā ir 15 cm, bet Imantā - 35 cm. Tas skaidrojams ar apbūvētās un neapbūvētās teritorijas laukumu attiecību, jo ūdens

no apbūvētajām teritorijām pamatā nonāk kanalizācijas sistēmās, bet no neapbūvētajām iesūcas gruntī.

5. Klimata pārmaiņu kontekstā lietusgāzes rada nopietnāku applūšanas risku nekā sniega kušana, jo atbilstoši prognozēm nākotnē klimata pārmaiņu ietekmē sagaidāma lietus intensitātes palielināšanās, savukārt sniega segas - būtiska samazināšanās (vidēji līdz 40%). Attiecīgi lietus radītas applūstošās teritorijas nākotnē palielināsies, līdz ar to paredzams, ka palielināsies arī apdraudēto objektu skaits nākotnē, ja savlaicīgi netiks veikti aizsardzības pasākumi.
6. Gan Imantā, gan Purvciemā un Teikā lietus laikā lietus kanalizācijas kolektori tiek pārslogoti. Šajās un arī citās teritorijās, kas atrodas tālu no lielajiem ūdensobjektiem būtu nepieciešams ierīkot alternatīvas lietusgāžu radīto noteces maksimumu uzkrāšanai.
7. Lāčpēša un Gogoļa ielā, Elizabetes – Kurbada ielas rajonā, Kalēju ielā (uz 13. Janvāra ielu), Marijas – Elizabetes – E. Birznieka – Upīša ielu rajonā, Miera – Palīdzības ielu rajonā. Ieteicams papildus pievilkt lietus kanalizāciju Dzirnau – Antonijas – Strēlnieku ielas rajonam (uz Hanzas ielu vai Pilsētas kanālu) konstatēta nepieciešamība uzlabot pieslēgumu lietus kanalizācijai.
8. Intensīvu nokrišņu radītie plūdi ir īslaicīgi, tādēļ nerada būtiskus apdraudējumus ēkām un būvēm, tomēr to rezultātā iespējama pagrabtelpu applūšana, kas var radīt materiālos zaudējumus un kritiskākos gadījumos pat draudus cilvēkiem, kas tajās atrodas. Līdzīgi ir apdraudētas arī citu ēku un būvju pagrabtelpas, bet dažkārt arī 1.stāva telpas.
9. Teritorijās, kas ir pakļautas lietus izraisītu plūdu riskam ar dažādu atkārtotānos varbūtību, kopumā identificēti 36 sociālās infrastruktūras objekti (veselības centri un ambulatorās veselības iestādes, skolas un citas izglītības un mācību iestādes, sporta un atpūtas centri, tirdzniecības centri, muzeji, bibliotēkas, izstāžu zāles u.c). Apdraudēto objektu skaits būtiski palielinās tādās nākotnes scenārijam. Tās ir vietas, kur notiek iedzīvotāju pulcēšanās un atrašanās lielā skaitā, tiem ir nozīmīga sociāla loma, tādēļ šos objektus ir būtiski pasargāt no plūdu draudiem vai plūdu riska iestāšanās gadījumā – evakuēt šajos objektos esošos cilvēkus.
10. Pie dažādām applūšanas varbūtībām lietusgāžu gadījumā applūst reljefā zemu novietotas teritorijas, kurās var būt izvietotas ēkas, kas klasificētas kā valsts un vietējās nozīmes arhitektūras un mākslas pieminekļi, kas ir uzskaitīti valsts aizsargājamo pieminekļu sarakstā. Tālā nākotnē lietus radītu plūdu apdraudētajās teritorijās atrodas vairāk kā 20 kultūras un mākslas pieminekļi. Applūšana nerada draudus izveidotajiem pieminekļiem un būvēm, ja vien netiek izskalota to pamatne. Tomēr arī šādā gadījumā tie ir viegli atjaunojami iepriekšējā izskatā.
11. Prognozējams, ka tālā nākotnē būs apdraudēti 8 objekti, kas uzskaitīti piesārņoto vietu un potenciāli piesārņoto vietu reģistrā. Vērtējot saimnieciskās darbības objektu apdraudētību, gan mūsdienās, gan arī nākotnē visvairāk apdraudēta ir vēsturiski piesārņotā TEC-1 mazuta saimniecības un pelnu izgāztuves teritorija. Tāpat apdraudētās teritorijās atrodas arī divas SIA „Neste Latvija” degvielas uzpildes stacijas Jūrmalas gatvē 46b un Kuldīgas ielā 1 un „Latvijas Statoil”

K.Ulmaņa gatvē 117. Šo objektu aizsardzība pret applūšanu lielā mērā ir saimnieciskās darbības veicēju kompetence, tomēr pašvaldībai būtu jā rūpējas par pietiekamu drenāžas sistēmas kapacitāti šajās teritorijās.

12. Ņemot vērā Rīgas pilsētas teritorijā izveidoto aizsargājamo dabas teritoriju novērtējumu, ko paredz izstrādātie Dabas aizsardzības plāni, var secināt, ka iespējamā applūšana ne mūsdienās, ne arī tuvā vai tālā nākotnē neapdraud aizsargājamās dabas teritorijas un netraucē realizēt to aizsardzības funkcijas. Jebkuru pretplūdu aizsargbūvju veidošana, kas pārtrauktu šo teritoriju periodisku applūšanu, ir rūpīgi izvērtējama un saskaņojama ar šo teritoriju dabas aizsardzības funkcijām.
13. Jāpiebilst, ka pētījuma ietvaros izveidotais modelis ir konceptuāls, tā aprēķinu pamatvienības ir sateces laukumi (apakšbaseini), kuros nolijušais lietus aiztek caur cauruļu/kanālu sistēmām, ievērojot rezervuārus, sūkņus un regulatorus. Tomēr jāņem vērā, ka šādā veidā noteiktas applūduma robežas var neatspoguļot reālā applūduma robežas, jo balstītas uz integrālajiem apakšbaseina parametriem. Tāpat modelī ir veikta nozīmīga kolektoru ģeneralizācija un nav tieši atspoguļota katra lietus ūdens ieteka vai katrs kolektors.

LITERATŪRA

Aqua Brambis (2009a). Rīgas ūdensapgādes un kanalizācijas sistēmas attīstības aspekti. SIA Aqua-Brambis, Rīga, 2009.

Aqua Brambis (2009b). Vadlīniju izstrāde Rīgas pilsētas inženierinfrastruktūras turpmākai attīstībai, 3.sējums, Kanalizācija. SIA Aqua-Brambis, Rīga, 2009.

Aqua Brambis (2009c). Vadlīniju izstrāde Rīgas pilsētas inženierinfrastruktūras turpmākai attīstībai, 4.sējums, Lietus kanalizācija. SIA Aqua-Brambis, Rīga, 2009.

ELLE (2003). „Dabas lieguma „Daugavgrīva” dabas aizsardzības plāns” SIA „Estonian, Latvian and Lithuanian Environment”, 2003.

<http://www.riga.lv/NR/rdonlyres/6FA579BE-4EBD-407D-A3C3-892DA8C4C147/1025/DaugavgrivaG08122004.pdf>

ELLE (2007). Rīgas pilsētas meliorācijas sistēmu attīstības koncepcija. SIA „Estonian, Latvian and Lithuanian Environment”. Rīga, 2007.

ENSEMBLES (2009) - Eiropas komisijas 6. Ietvarprogrammas finansēts projekts, GOCE-CT-2003-505539

EPA (2004). STORM WATER MANAGEMENT MODEL. USER'S MANUAL Version 5.0. U.S. Environmental Protection Agency.

ES (2007). Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva par plūdu riska novērtējumu un pārvaldību 2007/60/EK. 2007.gada 23.oktobris.

Ģeometrs (2011). Inženierkomunikāciju topogrāfiskais plāns M1:500. SIA Ģeometrs, Rīga, 2011.

Harr, M.E. (1962). Groundwater and Seepage. McGraw-Hill, New York.

LR MK (1997). Plūdu riska novērtēšanas un pārvaldības nacionālā programma 2008. - 2015. gadam. Apstiprināta ar Ministru kabineta 2007.gada 20.decembra rīkojumu Nr. 830.

LR MK (1998) Latvijas Republikas Ministru kabineta 1998. gada 4.augusta noteikumi Nr.284, „Ūdenstilpju un ūdensteču aizsargjoslu noteikšanas metodika”

LR MK (1999) Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr.214 Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 223-99 "Kanalizācijas ārējie tīkli un būves"

LR MK (2005a). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2005. gada 5.aprīļa noteikumi Nr.236 „Plānošanas reģiona teritorijas plānošanas noteikumi” ar grozījumiem 28.04.2009. MK noteikumi Nr.362

LR MK (2005b). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2005. gada 23.augusta noteikumi Nr. 631 „Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 224-05 "Meliorācijas sistēmas un hidrotehniskās būves”.

LR MK (2008). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2008. gada 3.jūnija noteikumi Nr.406 „Virszemes ūdensobjektu aizsargjoslu noteikšanas metodika” (ar grozījumiem 20.04.2010. MK noteikumi Nr.373)

LR MK (2009). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2009. gada 6.oktobra noteikumi Nr.1148 „Vietējās pašvaldības teritorijas plānošanas noteikumi” ar grozījumiem 03.11.2009 MK noteikumi Nr.1287

LR MK (2010). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2010. gada 16.marta noteikumi Nr.261 „Meliorācijas sistēmu un hidrotehnisko būvju būvniecības kārtība”

LR Saeima (1995). 10.08.1995 likums “Būvniecības likums” ar grozījumiem līdz 20.12.2010

LR Saeima (1997). 05.02.1997 likums “Aizsargjoslu likums” ar grozījumiem līdz 16.12.2010

LR Saeima (2002). 22.05.2002. likums "Teritorijas plānošanas likums"

LU (2008). „Klimata mainība un globālā sasilšana” VPP „KALME”. Latvijas Universitāte, 2008.

LU (2009). „Klimata mainība Latvijā: aktualitātes un piemērošanās pasākumi” valsts pētījumu programma „KALME”, Rīga, 2009.

LU (2011). Projekts „Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem”. Līguma Nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060. Latvijas Universitāte, Rīga, 2011. <http://www.puma.lu.lv/>

METRUM (2010). „Rīgas pilsētas teritorijas trīsdimensiju reljefa modeļa izstrāde”, iepirkuma ID Nr. RD PAD 210/05 LIFE+, 2010.

PAIC (2002). HiFiGeo v.3.5 for Windows. Lietotāja rokasgrāmata. SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs”, Rīga, 2002.

PAIC (2006). Hidroloģiskā izpēte darba laukumam Brocēnos. SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs”, Rīga, Okt-2006.

PAIC (2010). Mežsaimniecības pielāgošana klimata izmaiņām: klimata mainības projekcijas Latvijai 1961-2100. SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs”, Rīga, Jūn-2010.

PAIC (2011). Ar klimata pārmaiņām saistīto hidroloģisko procesu izpēte un prognozēšana Rīgas pilsētas teritorijā un rekomendāciju izstrāde Rīgas pilsētas teritorijas aizsardzībai. Starpatskaite (noslēguma variants). 20-Sep-2010 Līgums Nr. DAE-10-20-lī, ID Nr. RD PAD 2010/9. SIA „Procesu analīzes un izpētes centrs”, Rīga, Jan-2011.

RD (2005a). Rīgas Dome. „Rīgas teritorijas plānojums 2006. – 2018. gadam”.

RD (2005b). Rīgas Dome. „Rīgas ilgtermiņa attīstības stratēģija līdz 2025.gadam”.

RD (2008). Rīgas Dome. „Rīgas pilsētas virszemes ūdens objektu apsaimniekošanas koncepcija 2008. – 2013.”

RD (2009). Rīgas Dome. “Rīgas teritorijas plānojums 2006.-2018.gadam”.

RD (2010). Rīgas Dome. „Rīgas attīstības programma 2006.-2012.gadam”.

Rīgas reģiona attīstības aģentūra (2007). Rīgas plānošanas reģiona teritorijas plānojums 2005. – 2025.gadam. <http://www.rpr.gov.lv/pub/>

Rīgas ūdens (2011a). Sūkņu staciju darbību raksturojošie rasējumi. PU „Rīgas ūdens”, Rīga, 2011.

Rīgas ūdens (2011b). Rīgas pilsētas kanalizācijas plāns 1:10 000. PU „Rīgas ūdens”, Rīga, 2011.

Rīgas ūdens (2011c). Pārgāžņu tehniskie rasējumi. PU „Rīgas ūdens”, Rīga, 2011.

Sennikovs J., Bethers U. (2009). Statistical downscaling method of regional climate model results for hydrological modelling // 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July, 2009, pp.299

USACE (1993). Hydrological frequency analysis. Engineer Manual 1110-2-1415. US Army Corps of Engineers. Washington DC, 5-Mar-1993.

USACE (2006). Hydrologic modelling system HEC-HMS. User’s Manual. Ver. 3.0.1. US Army corps of engineers, March-2006. CPD-74a.

http://vdc2.vdc.lv:8998/p_ppv.html

<http://www.vpvb.gov.lv/lv/piesarnojums/a-b-atlaujas>

<http://www.mantojums.lv/> Valsts aizsargājamo nekustamo kultūras pieminekļu saraksts.

PIELIKUMS

Kartogrāfiskais materiāls

1. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% varbūtību lietus gāžu ietekmē. Mūsdienu situācija.
2. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% varbūtību lietus gāžu ietekmē. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads).
3. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% varbūtību lietus gāžu ietekmē. Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
4. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 0,5% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
5. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 1% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
6. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 5% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
7. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 10% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
8. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 20% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
9. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 50% varbūtību lietus gāžu plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija. Tuvā nākotne (2021 – 2050 gads). Tālā nākotne (2071 – 2100 gads).
10. Rīgas pilsētas applūstošās teritorijas ar 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% un 50% varbūtību sniega kušanas plūdu ietekmē. Mūsdienu situācija.