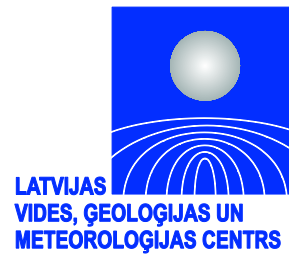




bringing neighbours closer



Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

Eiropas Reģionālās attīstības fonda

LATVIJAS-LIETUVAS PĀRROBEŽU SADARBĪBAS PROGRAMMA

II Prioritāte: Pievilcīga dzīves vide un ilgtspējīgas kopienas attīstība

Projekta Nr. LLIV-339

**Ilgspējīga lietus ūdens kanalizācijas apsaimniekošana Lielupes baseina
vides kvalitātes uzlabošanai**

**Sustainable Rainwater Sewerage Management for Improved Environmental Quality of the
Lielupe River Basin**

**Nokrišņu un sniega kušanas ūdeņu raksturojums un to pārmaiņu
tendences ilggadīgā laika periodā**

Pētījuma rezultāti

Rīga, 2013

Pētījums „Nokrišņu un sniega kušanas ūdeņu raksturojums un to pārmaiņu tendences ilggadīgā laika periodā” realizēts Eiropas Reģionālās attīstības fonda Latvijas –Lietuvas pārrobežu sadarbības programmas LATLIT projekta Nr. LLIV-339 „Ilgtspējīga lietus ūdens kanalizācijas apsaimniekošana Lielupes baseina vides kvalitātes uzlabošanai” ietvaros.

Pētījuma gaitā veikts atmosfēras nokrišņu un sniega segas raksturlielumu izvērtējums Lielupes baseina teritorijā, sniegts to vispārējs raksturojums, iespējamo ekstremālo vērtību prognozes, kā arī analizētas šo raksturlielumu izmaiņas ilggadīgā laika periodā. Pētījumā ietverta arī informācija par lietus ūdeņu ķīmisko sastāvu, pazemes ūdeņiem un notekūdeņiem.

Pētījums izstrādāts laika periodā no 2012. gada oktobra līdz 2013. gada oktobrim Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrā.

Pētījuma realizēšanā piedalījās:

Aiva Eindorfa
Lita Lizuma
Marta Smita
Tamāra Vasiļjeva
Inga Retiķe
Lauris Siņics

Projekta koordinators
Vides novērtēšanas speciālists
Vides novērtēšanas speciālists
Vides novērtēšanas speciālists
Vides novērtēšanas speciālists
Vides novērtēšanas speciālists

Adrese: Maskavas iela 165, Rīga, LV-1019
Tālrunis: 67032600
Fakss: 67145154
E-pasts: lvgmc@lvgmc.lv

SATURS

	lpp.
Ievads	4
1. Latvijas teritorijas un Lielupes baseina apgabala īss klimatiskais raksturojums	5
2. Pētījuma materiāls un metodes	
2.1. Izmantoto nokrišņu un sniega segas novērojumu staciju raksturojums	9
2.2. Novērojumu datu ieguves metodes	
2.2.1. Atmosfēras nokrišņu daudzuma novērojumi	12
2.2.2. Atmosfēras nokrišņu intensitātes novērojumi	13
2.2.3. Sniega segas un ūdens daudzuma tajā novērojumi	14
2.2.4. Nokrišņu ķīmiskā sastāva novērojumi	17
2.3. Novērojumu datu apstrādes metodes	
2.3.1. Meteoroloģisko datu statistiskās apstrādes metodes	20
2.3.2. Nokrišņu ķīmiskā sastāva kvalitātes raksturojumam izmantotie termini un noteikšanas metodes	25
3. Pētījuma rezultāti	
3.1. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu daudzums un to ilggadīgās vēsturiskās izmaiņas	28
3.1.1. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu daudzuma	28
3.1.2. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu ilggadīgās izmaiņas	31
3.2. Nokrišņu ekstremālo lielumu raksturojums un ilggadīgās izmaiņas	35
3.2.1. Diennakts nokrišņi	35
3.2.2. Pus diennakts nokrišņi	41
3.3. Maksimālās nokrišņu intensitātes	43
3.4. Sniega sega un ūdens daudzums sniega segā	48
3.4.1. Sniega segas raksturojums	48
3.4.2. Ūdens daudzums sniega segā	50
3.5. Nokrišņu ķīmiskā sastāva kvalitātes raksturojums	55
3.5.1. Nokrišņu skābums (pH līmenis)	55
3.5.2. Nokrišņu pH vidējais līmenis un bāzisko katjonu saturs	56
3.5.3. Katjonu un anjonu vidējo koncentrāciju sadalījums nokrišņos	57
3.5.4. Smago metālu cinka (Zn), svina (Pb), vara (Cu) un kadmija (Cd) koncentrācijas nokrišņos	58
3.5.5. Mitrīe nosēdumi	60
3.6. Pazemes ūdeņu raksturojums	62
3.6.1. Lielupes baseina hidroģeoloģisks raksturojums	62
3.6.2. Pazemes ūdeņi	64
3.7. Notekūdeņu raksturojums	73
Kopsavilkums	78
Izmantotā literatūra	85

IEVADS

Latvijas un Lietuvas teritorijas ir sadalītas četros pārrobežu upju baseinu apgabalos. Trīs no tiem – Lielupes, Ventas un Daugavas - abām valstīm ir kopēji. Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas Nr. 2000/60/EK, ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā, 35. punkts nosaka, ka: “Upes baseinā, kur ūdens resursu lietošanai var būt pārrobežu ietekme, prasības šajā direktīvā noteikto vides aizsardzības mērķu sasniegšanai un, jo īpaši, visas pasākumu programmas ir jāaskaņo visā upes baseina rajonā.” Šī prasība ir tieši attiecināma uz Lielupes baseina apgabalu, kura viena puse atrodas Lietuvas teritorijā, bet otra puse - Latvijas teritorijā.

Viens no būtiskākajiem un bīstamākajiem ūdeņu piesārņojuma riskiem ir neattīrītu kopsistēmas kanalizācijas notekūdeņu iespējamā ieplūšana ūdenstecēs. Savukārt nozīmīgs faktors, kas var ietekmēt kanalizācijas ūdeņu noplūdi un varbūtējo ietekmi, ir to apjoms un piesārņojums. Notekūdeņu apjomu lielā mērā nosaka dažādos laika periodos izkritušo nokrišņu daudzums, savukārt piesārņojumu – ūdeņu ķīmiskais sastāvs. Īsā laikā izkritis liels nokrišņu daudzums ietekmē caurplūdumus kolektoros un ūdenstecēs. Ja notekūdeņu daudzums sasniedz kritiskus apjomus, neattīrīti vai daļēji attīrīti notekūdeņi var nonākt ūdenstilpnēs, līdz ar to ietekmējot to ekoloģisko stāvokli. Līdzīgu negatīvu ietekmi var radīt arī strauja sniega segas kušana un tajā esošā ūdens iekļūšana kanalizācijas sistēmās. Tādēļ meteoroloģisko faktoru – atmosfēras nokrišņu un sniega kušanas ūdeņu raksturlielumi ir būtiski lietūs kanalizācijas sistēmu projektēšanā un ekspluatācijā. Savukārt attīrīšanas sistēmu ierīkošanā ir svarīgi zināt lietūs ūdeņu, pazemes un notekūdeņu iespējamo ķīmisko sastāvu.

Latvijas un Lietuvas teritorijās ilggadīgā laika periodā tiek veikti regulāri meteoroloģiskie novērojumi, tajā skaitā atmosfēras nokrišņu daudzuma un intensitātes, kā arī sniega segas novērojumi. Klimatisko apstākļu ziņā Latvijas un Lietuvas teritorijas nav viendabīgas. Reģionālas atšķirības raksturīgas gan gaisa temperatūras, gan atmosfēras nokrišņu sadalījumam. Pētījuma mērķis bija veikt Latvijas un Lietuvas teritorijās esošā Lielupes baseina atmosfēras nokrišņu un sniega segas raksturlielumu izpēti. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra veiktais pētījums sastāv no 3 daļām. Pirmajā daļā īsumā aprakstīti Lielupes baseina klimatiskie apstākļi. Otrajā daļā sniegts pētījumā izmantoto novērojumu datu ieguves un apstrādes metožu apraksts. Trešajā daļā apkopoti iegūtie svarīgākie rezultāti - gada un sezonu atmosfēras nokrišņu daudzuma raksturs un to ilggadīgās vēsturiskās izmaiņas; nokrišņu ekstremālie lielumi un to prognozes; sniega segas un ūdens saturs sniega segā apraksts; nokrišņu ķīmiskā sastāva raksturojums, pazemes ūdeņu un notekūdeņu raksturojums.

Pētījumā iegūtās atziņas un dati ir nozīmīga informācija, plānojot lietūs ūdens kanalizācijas sistēmu kapacitāti nākotnē, kā arī izstrādājot plānus plūdu draudu novēršanai un mazināšanai.

1. LATVIJAS TERITORIJAS UN LIELUPES BASEINU APGABALA

ĪSS KLIMATISKS RAKSTUROJUMS

Saskaņā ar klimata klasifikāciju informāciju Latvijas teritorija atrodas mērenajā klimata joslā (Alisova klimata klasifikācija- Alisov, 1952), visu gadu mitrā teritorijā ar piekrastē maigām, bet pārējā teritorijā aukstām ziemām un samērā ilgām, bet vēsām vasarām (Keppena klimata klasifikācija - Kottek, 2006).

Latvijas klimatu ietekmē Saules radiācijas dotais siltums, atmosfēras cirkulācija, kā arī teritorijas fiziski ģeogrāfiskie apstākļi – reljefs, attālums no Baltijas jūras un Rīgas jūras līča u.c..

Kopumā gadā viens kvadrātmeters horizontālas virsmas Latvijā saņem vidēji ap 3460 MJ/m² Saules summārās radiācijas. Visvairāk summārās radiācijas – vidēji 560-590 MJ/m² mēnesī - Latvija saņem laikā no maija līdz jūlijam, vismazāk – decembrī: vidēji 25 MJ/m².

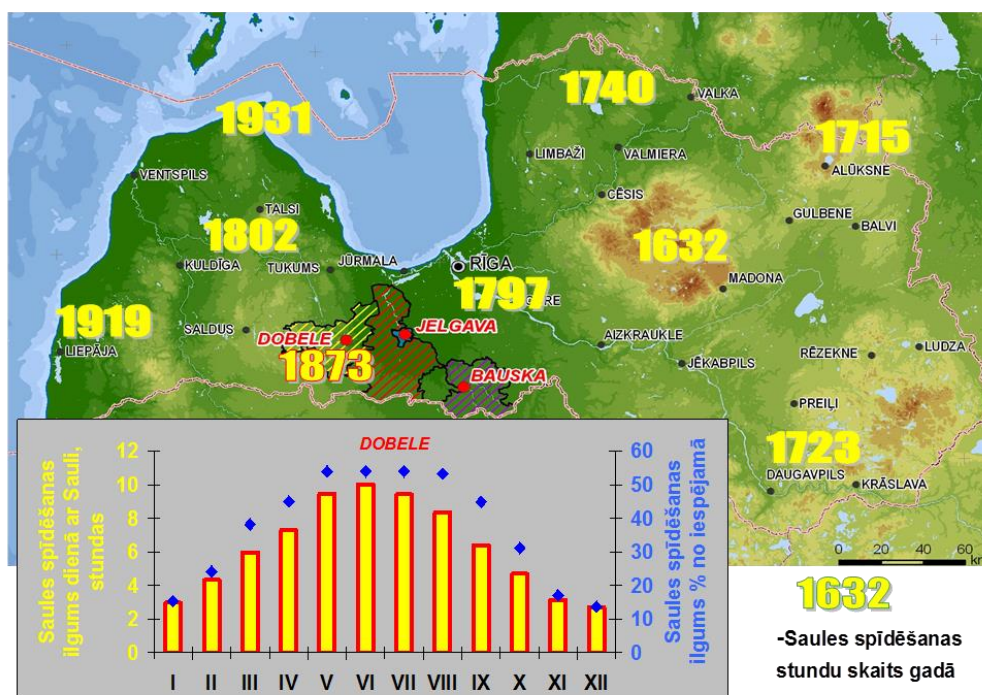
Gadā kopumā Latvijā Saule spīd vidēji 1800 stundas. Visdāsnākā Saule ir no maija līdz jūlijam: kopumā mēnesī 270–280 stundas, vidēji dienā spīdot 9-10 stundas. Turpretī gada vistumšākajā mēnesī – decembrī – visā mēnesī kopā Saule spīd tikai 20-30 stundas.

Faktiskais Saules spīdēšanas ilgums pat gada vissaulainākajos mēnešos ir tikai ap pusi no iespējamā (skaidrā laikā). Gada vistumšākajā periodā – no novembra līdz janvārim - faktiskais Saules spīdēšanas ilgums ir tikai 10-15% no iespējamā. To samazina mākoņu daudzums, kas Latvijā visās gada sezonās ir ievērojams.

Teritoriāli visvairāk Saules radiācijas saņem Latvijas rietumu daļa - Baltijas jūras piekrastes rajoni, kur mākoņu daudzums ir vismazākais. Šeit Saule spīd vidēji 1920-1930 stundas gadā. Vismazāk Saules radiācijas saņem vismākoņainākā Latvijas daļa - Vidzemes augstiene, šeit gadā Saule spīd tikai 1630 stundas.

Latvijas vidusdaļa, kurā atrodas arī Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadi, saņem Latvijai vidēju Saules radiācijas daudzumu. Lai gan kopumā gadā dominējošie šajā reģionā ir rietumu, dienvidrietumu un dienvidu kvadranta vēji, Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadi atrodas Kursas un Žemaitijas augstieņu aizsegā, un tādējādi arī lejupvērstu gaisa masu ietekmē. Līdz ar to arī mākoņu daudzums šeit ir mazāks par vidējo Valstī un Saules spīdēšanas ilgums – vislielākais Latvijai iekšzemē – Dobelē vidēji gadā 1873 stundas (1.1. attēls).

Gan gadā kopumā (50%), gan visos gadalaikos (46-53%) Latvijas laika apstākļus un klimatu pārsvarā nosaka mēreno platuma grādu jūras gaisa masas. Tās pie mums nokļūst ar rietumu, dienvidrietumu vējiem ciklonu no Atlantijas sistēmās, atnesot ziemā nokrišņus, atkušņus un temperatūras paaugstināšanos, bet vasarā – mākoņainu, lietainu un vēsu laiku. Intensīvas lietusgāzes vasarā var būt, ja Latviju sasniedz kontinentālās tropisko platuma grādu gaisa masas, kuras šeit sastopas ar vēsāku gaisu.

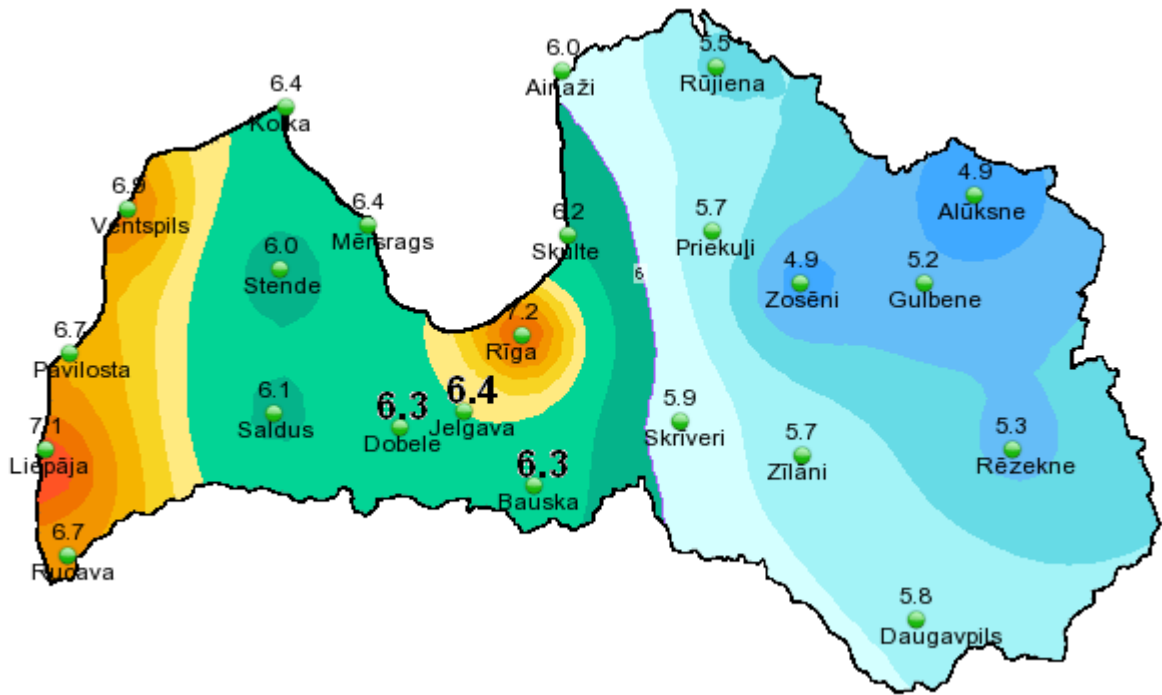


1.1.attēls. Saules spīdēšanas ilgums Latvijā

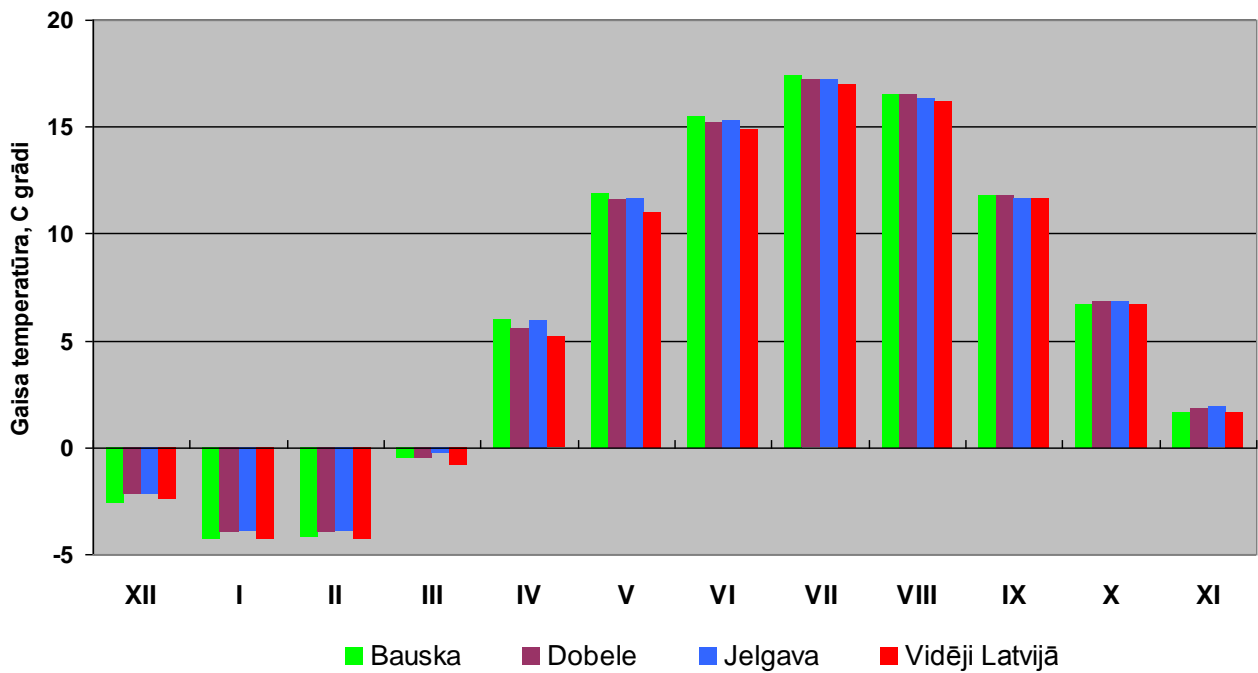
Gada vidējā gaisa temperatūra kopumā Latvijā ir 6.0°C (šeit un tālāk ilggadīgie vidējie dati ir sniegti par laika periodu no 1961. līdz 2010. gadam). Viszemākā gada vidējā gaisa temperatūra ir Alūksnes un Vidzemes augstienēs (4.9°C), bet visaugstākā – Liepājā (7.1°C) un Rīgā (7.2°C). Gada vidējās gaisa temperatūras Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir no 6.3°C (Bauskā un Dobelē) līdz 6.4°C (Jelgavā), kas tādējādi ir nedaudz augstākas par gada vidējo gaisa temperatūru Latvijā (1.2. attēls).

Ziemas un rudens sezonu vidējās gaisa temperatūras Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir tuvas vidējai šajās sezonās Valstī: ziemā no -3.7 Bauskā līdz -3.3°C Jelgavā (vidēji Latvijā -3.7°C) un rudenī no 6.7 Bauskā līdz 6.8°C Dobelē un Jelgavā (vidēji Latvijā 6.7°C). Gada visaukstākie mēneši Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados, tāpat kā Latvijā kopumā, ir janvāris un februāris ar vidējām gaisa temperatūrām no -4,3 grādiem Bauskā (janvārī) līdz -3.9 grādiem Jelgavā (janvārī un februārī) un vidējām minimālām gaisa temperatūrām no -7.3 grādiem Bauskā (februārī) līdz -6.7°C Dobelē (janvārī).

Savukārt pavasarī un vasarā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadi ir vieni no vissiltākajiem Latvijā. Vidējās gaisa temperatūras pavasarī ir no 5.6 grādiem Dobelē līdz 5.8 grādiem Bauskā un Jelgavā (vidēji Latvijā 5.1°C), bet vasarā no 16.3 Dobelē un Jelgavā līdz 16.5 grādiem Bauskā (vidēji Latvijā 16.0°C). Gada vissiltākā mēneša – jūlija – vidējā gaisa temperatūra Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir no 17.2 grādiem Dobelē un Jelgavā līdz 17.4 grādiem Bauskā un vidējā maksimālā gaisa temperatūra no 22.7 grādiem Dobelē līdz 22.9 grādiem Bauskā (1.3. attēls).



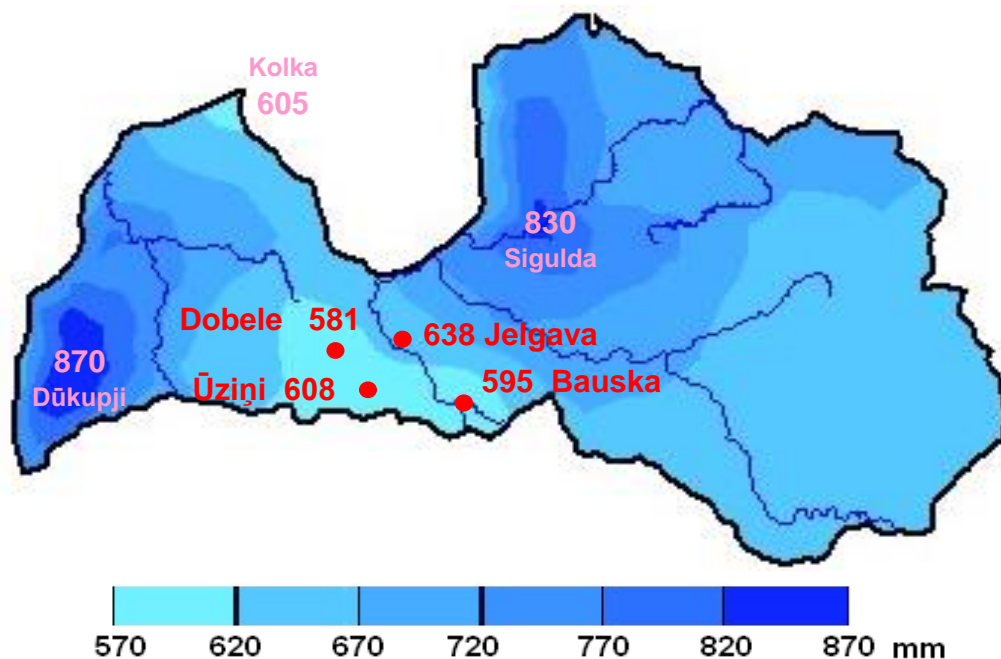
1.2.attēls. Gada vidējā gaisa temperatūra (°C) Latvijā



1.3.attēls. Mēnešu vidējā gaisa temperatūra Latvijā

Vidējais nokrišņu daudzums gadā kopumā Latvijā ir 688 mm. Ar nokrišņiem visbagātākie mēneši ir jūlijs un augusts, katrā no tiem nokrišņu daudzums Latvijā ir 77 mm. Vismazāk nokrišņu ir ziemas beigās un pavasara sākumā – 33 mm februārī un 36 mm martā.

Nokrišņu daudzuma ziņā Bauskas, Dobeles novadi un Jelgavas novada dienvidu daļa ir gan kopumā gadā, gan lielākajā daļā gada mēnešu viena no sausākajām teritorijām Latvijā (1.4. attēls).



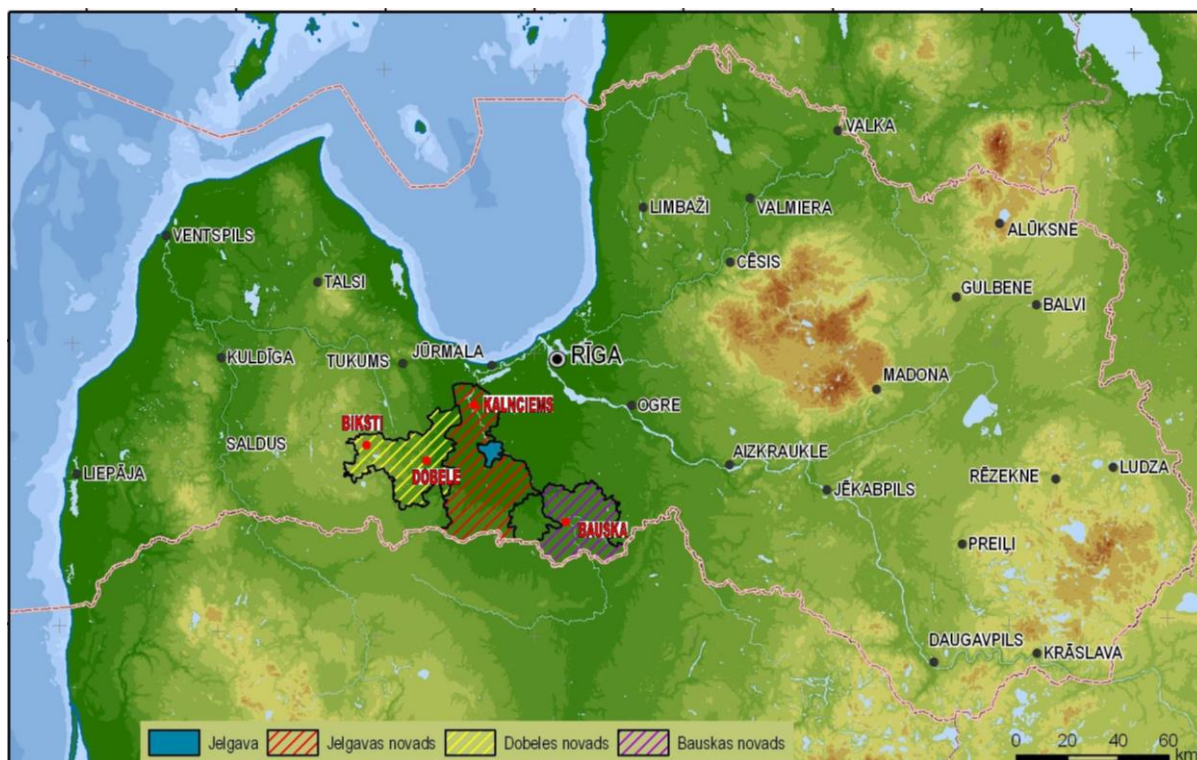
1.4.attēls. Gada nokrišņu daudzums Latvijā

Jelgavas novada centrālajā un ziemeļu daļā nokrišņu ir vairāk kā citviet Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados, bet arī šeit gan kopumā gadā, gan laika periodā no augusta līdz martam nokrišņu daudzums ir mazāks par vidējo Valstī. Laikā no aprīļa līdz jūnijam mēnešu nokrišņu daudzums Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados svārstās ap vidējo Valstī, bet jūlijā visā reģionā ir lielāks par to.

2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES

2.1. Izmantoto nokrišņu un sniega segas novērojumu staciju raksturojums

Pētījums Latvijas daļā tiek realizēts Lielupes baseina Zemgales reģionā, aptverot Dobeles, Bauskas un Jelgavas novadus. Investīcijas lietus ūdens kanalizācijas sistēmās tiks veiktas Dobeles pilsētā, Dobeles novada Bikstos, Bauskas pilsētā un Jelgavas novada Kalnciemā (2.1. attēls).



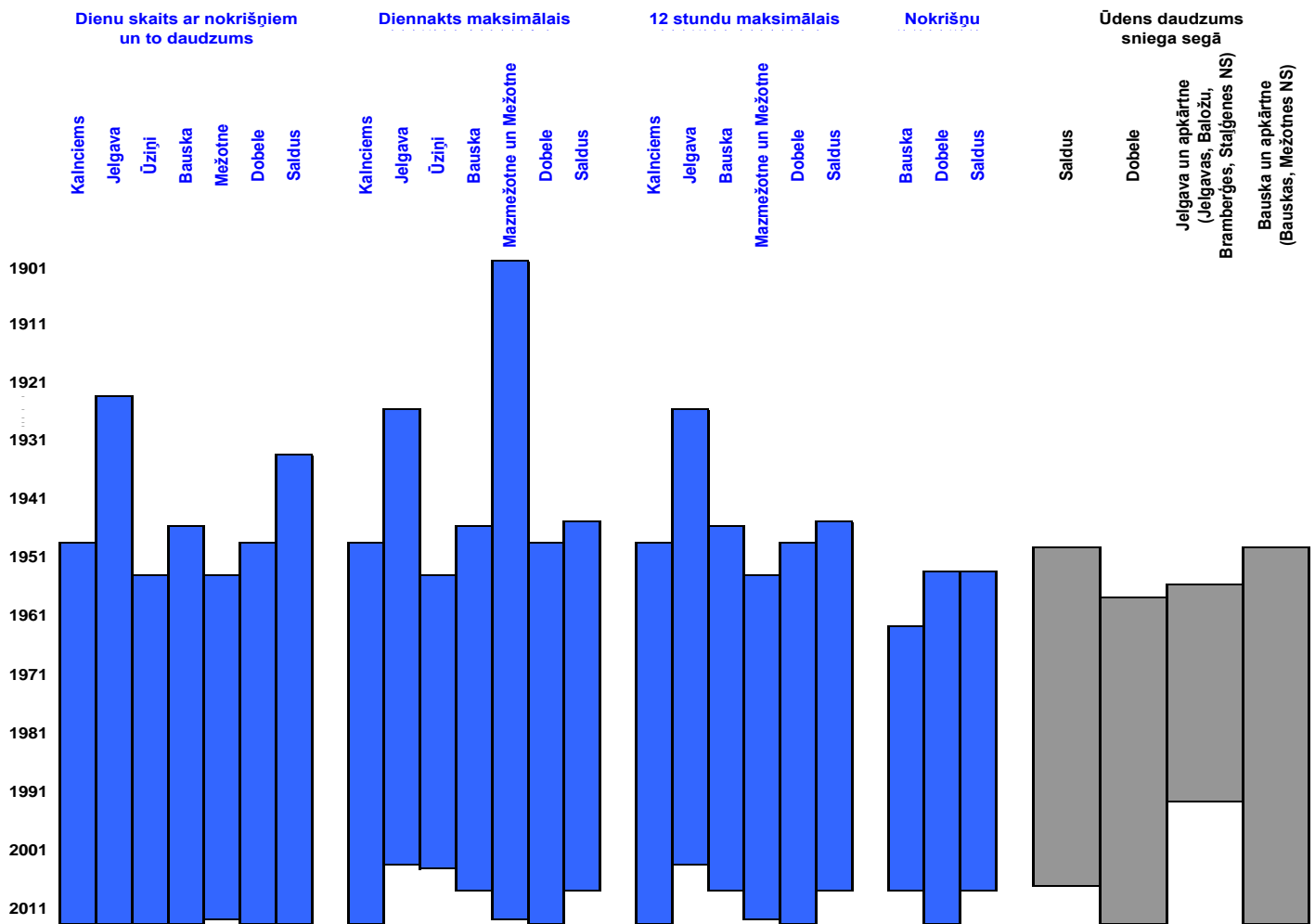
2.1. attēls. Projekta pētījumu teritorija Latvijā

Bauskas novads pētījumā ir raksturots ar divām meteoroloģisko novērojumu stacijām - Bausku un Mežotni. Jelgavas novada, kurš ir teritoriāli garš ziemeļu – dienvidu virzienā, ziemeļu daļas raksturošanai izmantota Kalnciema novērojumu stacija, novada centrālā daļa raksturota ar Jelgavas, Baložu, Bramberģes, Staļģenes novērojumu stacijām, bet dienvidu daļa raksturota ar Ūziņu novērojumu staciju. Dobeles novadā izmantota vienīgā tur esošā – Dobeles novērojumu stacija. Ņemot vērā Dobeles novada izplatību uz rietumiem Kurzemes augstienes virzienā, izmantota arī Dobeles novadam blakus esošā - Saldus novada - Saldus novērojumu stacijas ilggadīgā informācija (2.2. attēls).

No minētā staciju kopuma dažādu meteoroloģisko raksturlielumu analīzei izmantotas tās novērojumu stacijas, kurās konkrētie novērojumi ir veikti, tie ir bijuši kvalitatīvi, apkārtējai teritorijai raksturīgi un pietiekami ilgstoši (2.3. attēls).



2.2. attēls. Novērojumu stacijas projekta pētījumu teritorijā Latvijā



2.3. attēls. Meteoroloģisko raksturlielumu analīzei izmantoto novērojumu staciju datu periodi

Dienu skaita ar nokrišņiem un nokrišņu daudzuma analīzei izmantotās stacijas novērojumu perioda ziņā ir visilgākās un savstarpēji vissaderīgākās. Tāpēc ilggadīgos vidējos rādītājus bija iespējams analizēt par 50 gadu ilgu laika periodu, kurš maksimāli pietuvināts šodienai: no 1961. – 2010. gadam ieskaitot. Šāds perioda ilgums par 20 gadiem pārsniedz Pasaules Meteoroloģijas organizācijas noteikto minimālo datu rindas ilgumu, kāds ir nepieciešams vietas klimatu raksturojošo parametru aprēķinam, tādējādi pietiekami ticami raksturojot meteoroloģiskā elementa ilggadīgo režīmu. Ekstremālo datu un individuālu staciju tendenču aprēķiniem tika izmantoti visa pieejamā un kvalitātes kritērijiem atbilstošā datu rinda no novērojumu sākuma līdz 2012. gadam ieskaitot. Salīdzinošā starp stacijām nokrišņu izmaiņu tendenču analīze tika veikta par visām stacijām kopīgo datu periodu no 1954. līdz 2012. gadam.

Nokrišņu intensitātes mērījumi pētāmajā teritorijā veikti divās novērojumu stacijās Bauskā un Dobelē. Lietus ūdeņu intensitātes raksturošanai tika izmantoti arī novērojumu stacijas Saldus ilggadīgie novērojumi (2.3. attēls).

Kopējā ūdens daudzuma sniega segā novērojumi Latvijā ir sākti veikt vēlāk nekā nokrišņu novērojumi – pagājušā gadsimta 50-tajos gados. Staciju specifikas dēļ šie novērojumi netika veikti visās novērojumu stacijās. Turpmāk, veicot izmaiņas novērojumu staciju tīkla un novērojumu veidu apjomā, vietām novērojumi tika pārtraukti. Tomēr pētāmā raksturlieluma - kopējā ūdens daudzuma sniega segā atklātā laukā - specifika un projekta pētījuma mērķis atļauj veidot reģionālus datu apkopojumus. Tas pat dod labākus rezultātus, jo izpētē tiek iekļauta sniega sega lielākā teritorijā. Šis paņēmieni ir izmantots Jelgavas novadā un Bauskas novadā, tādējādi pētījumā izmantojot ziemas sezonu maksimālās kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtības, kuras aprēķinātas no visu konkrētajā sezonā pieejamo novērojumu staciju datiem.

2.2. Novērojumu datu ieguves metodes

2.2.1. Atmosfēras nokrišņu daudzuma novērojumi

Nokrišņu daudzums tiek noteikts, izmērot augstumu (milimetros) ūdens kārtai, kura radusies uz horizontālas virsmas lietus, smidzināšanas, stipras miglas, sniega, krusas, sniega graudu u.c. nokrišņu laikā (cietie nokrišņi tiek izkausēti). Vienu milimetru biezs ūdens slānis rodas vienam kilogramam (vienam litram) ūdens izlīstot uz vienu kvadrātmetru lielas horizontālas virsmas ar nosacījumu, ka šis ūdens nenotek, neiesūcas zemē un neiztvaiko.

Nokrišņu daudzuma noteikšanai vēsturiskā ilggadīgā laika periodā, sākot no 20. gadsimta 50-tajiem gadiem, izmantoti dati, kas iegūti ar Tretjakova nokrišņu mērītāju (2.4. attēls). Jelgavas un Saldus novērojumu stacijās pirms Tretjakova nokrišņu mērītāja lietoja lietus mērītāju ar Nipfera sistēmas vēja aizsargu. Šīm stacijām mēnešu nokrišņu daudzuma aprēķināšanai mērījumiem, kas iegūti ar Nipfera mērinstrumentu, tika pielietoti instrumentu maiņas pārrēķināšanas koeficienti.

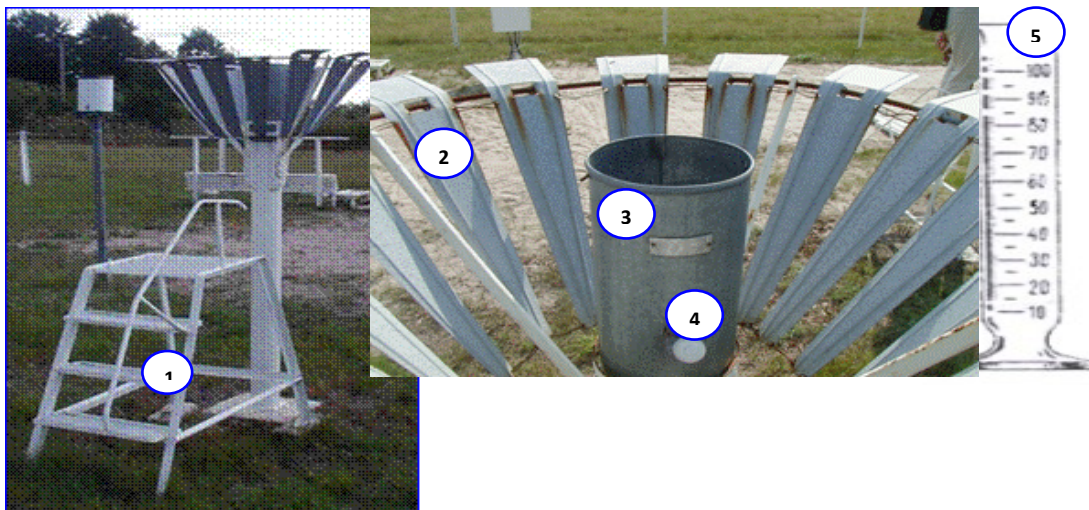
Tretjakova nokrišņu mērītāja galvenā sastāvdaļa ir cilindrisks metāla trauks (nokrišņu spainis), kura uztverošās virsmas laukums ir 200 cm^2 , augstums - 40 cm un iekšējais diametrs - 159.5 mm. Nokrišņu spaiņa iekšpusē ielodēts piltuvveidīgs nodalījums - diafragma, kuras vidū atrodas caurums nokrišņu iekrišanai spainī. Lai samazinātu nokrišņu iztvaikošanu, siltajā gada laikā diafragmas caurumu nosedz ar mazu piltuvveidīgu vāciņu. Zem starpsienas ierīkots izlaides snīpītis, pa kuru lietus vai cieto nokrišņu kušanas ūdeni saliet mērglāzē. Spaini ievieto ietverē uz piestiprinātām kājiņām. Nokrišņu mēram ir aizsargs, kas sastāv no sešpadsmit, vienādā attālumā viena no otras novietotām, skārda plāksnēm, kuru lejasgals ir sašaurināts. Aizsargplāksņu augšējā, horizontālā, daļa atrodas vienā līmenī ar nokrišņu mēra spaiņa augšējo virsmu. Aizsargs samazina vēja ātrumu, tādējādi samazinot iespēju vējam aizpūst garām nokrišņu spainim šķidros un, it sevišķi, cietos nokrišņus. Iekārtu uzstāda meteoroloģiskajā laukumā uz speciāla metāla statīva vai koka staba tā, lai iekārtas augšējā virsma būtu 2 m virs zemes.

Nokrišņu daudzuma mērglāze ir iedalīta 100 iedaļās, katras iedaļas tilpums ir 2 cm^3 . Ņemot vērā spaiņa uztveršanas virsmas laukumu, kas ir 200 cm^2 , viena glāzes mērskalas iedaļa atbilst 0.1 mm biežai ūdens kārtai.

Nokrišņu daudzuma mērījumi tiek veikti visu gadu. Novērojumu stacijās nokrišņu daudzums tiek mērīts četros vai divos novērojumu termiņos: plkst. 05, 08, 17 un 20 pēc Latvijas vidējā joslas laika (Latvijas ziemas laika) vai arī plkst. 08 un 20. Visus spainī sakrājušos nokrišņus novērojumu termiņā izlej mērglāzē un nosaka kopējo nokrišņu daudzumu. Novērojumu termiņā izmērītais nokrišņu daudzums ir visa veida nokrišņu summa starp diviem secīgiem novērojumu termiņiem. Ja ir izkrituši cietie nokrišņi, to daudzums tiek mērīts kā šķidruma ekvivalents. Šajā gadījumā spainī uzkrājušies cietie nokrišņi tiek izkausēti. Nokrišņu daudzuma starp novērojumu termiņiem precizitāte ir 0.1 mm.

Nosakot nokrišņu daudzumu ar Tretjakova nokrišņu mēru, ir iespējamas sistemātiskas kļūdas. Saslapinoties nokrišņu spaiņa sienām, rodas nokrišņu daudzuma zudumi. Tāpēc izmērītajam nokrišņu daudzumam nosaka saslapināšanas labojumu (atkarībā no nokrišņu veida un daudzuma tas ir 0.1-0.2 mm) un piesummē izmērītajam nokrišņu daudzumam. Arī iztvaikošana un vēja darbība izraisa izmērāmo nokrišņu samazināšanos. Vēja ietekme ir īpaši nozīmīga cieto nokrišņu ziemas periodā mērījumos. Jo mazāks ir vēja ātrums, jo mazāki ir

nokrišņu daudzumu zudumi. Visprecīzāk nokrišņu daudzumu var noteikt vietās, kuras ir aizsargātas no vēja ietekmes.



2.4. attēls. Tretyakova nokrišņu mērītāja O1 sastāvdaļas
(1- trepes, 2 – aizsargplāksnes, 3 – spainis, 4 – snīpis, 5 – mērglāze, spainī: piltuve un diafragma)

Tretyakova nokrišņu mērītāja priekšrocības ir salīdzinoši augsta precizitāte, ar kādu var noteikt kopējo nokrišņu daudzumu, un iespēja veikt mērījumus visu gadu. Tomēr ar šāda tipa nokrišņu mērītāju nav iespējams noteikt precīzu periodu ilgumu, kad izkrituši nokrišņi, un līdz ar to arī nokrišņu intensitāti.

2.2.2. Atmosfēras nokrišņu intensitātes novērojumi

Lietus intensitāte ir nokrišņu daudzums, kurš izkrīt noteiktā laika intervālā. Lietus intensitātes noteikšanai tiek lietota pašrakstītāja iekārta - pluviogrāfs (2.5. attēls).

Pluviogrāfa pašrakstītājs atrodas cilindriskā metāla skapītī, kura virsējā daļā ir nokrišņu uztvērējs ar 500 cm² lielu uztveres laukumu. Nokrišņu ūdens no uztvērēja pa cilindru satek otrā cilindriskā traukā, kurā atrodas pludiņš, kas ūdens līmenim ceļoties, ceļas uz augšu. Pludiņam pierīkots vertikāls stienītis, kuram piestiprināts rādītājs ar pašrakstītāja adatu-spalvu, kas uz rotējošam cilindram uzlikta lentas pieraksta nokrišņu gaitu. Cilindriskā trauka tilpums atbilst 10 mm biežai ūdens kārtai. Kad trauks ir pilns, pašrakstītāja spalva sasniedz lentas augšējās iedaļas. Tajā brīdī ūdens no cilindriskā trauka pa caurulīti iztek apakšā noliktā traukā, kur ūdens daudzumu var kontrolēt, pārmērot vēlreiz. Tomēr, pārmērot nokrišņus, ir jāņem vērā, ka karstā laikā daļa no ūdens var iztvaikot, kas var radīt neprecizitātes mērījumos. Ūdenim no cilindriskā trauka izlīstot, pašrakstītāja spalva noslīd līdz nulles iedaļai, un, lietum turpinoties, atkal pakāpeniski ceļas uz augšu. No lentas, kuru sauc par pluviogrammu, var nolasīt lietus laiku, ilgumu, daudzumu un aprēķināt lietus intensitāti interesējošos laika posmos.

Nokrišņu daudzuma un intensitātes mērījumi ar pluviogrāfu tiek veikti laika periodā no 1. aprīļa līdz 31. oktobrim, kad gaisa minimālā temperatūra ir stabili virs 0°C. Pluviogrāfa dati tiek pierakstīti un saglabāti, ja kopējais nokrišņu daudzums lietusgāzes laikā ir 2.5 mm un vairāk.

Laika periodā no novērojumu sākuma līdz 1970. gadam lietus intensitātes novērojumi ar pluviogrāfu tika apkopoti dažādiem laika intervāliem. Sākot ar 1970. gadu, tiek noteikts lietus sākuma un beigu laiks un lietus vidējā intensitāte katra 10 minūšu intervāla beigās. Ja lietus laikā ir bijuši pārtraukumi vairāk kā vienu stundu, tad katrs lietus gadījums tiek reģistrēts atsevišķi. Katrai lietusgāzei 10 minūšu nokrišņu daudzums tiek reģistrēts kā pieaugoša summa no lietus sākuma līdz beigām. Katram atsevišķam laika intervālam tiek aprēķināta vidējā lietusgāzes intensitāte mm/ min.



2.5. attēls. Nokrišņu daudzuma un intensitātes mērinstruments – pluviogrāfs

Pluviogrāfa priekšrocība ir iespēja noteikt precīzu lietusgāzes sākuma un beigu laiku, kā arī nokrišņu intensitāti. Pluviogrāfa galvenais trūkums ir tas, ka novērojumus ir iespējams veikt tikai siltajā gada laikā, kā arī novērotais kopējais nokrišņu daudzums ir ar mazāku precizitāti kā Treťjakova nokrišņu mēra rezultāti.

2.2.3. Sniega segas un ūdens daudzuma tajā novērojumi

Sniega segu veido izkritušais sniegs - uz zemes virsmas nonākušie cietie un jauktie nokrišņi, ar ūdeni piesātinātais sniegs - šķidro nokrišņu izkrišanas sniegā, atkušņa, nesasalušas zemes siltuma produkts, sniega segas kušanas rezultātā izveidojies sniega ūdens slānis, kā arī ledus garoza uz zemes virsmas.

No novērojumu stacijās ikdienā veiktajiem sniega segas raksturlielumu novērojumiem un mērījumiem šajā pētījumā ir izmantoti stacijas apkārtnes pārklātības ar sniega segu pakāpe un sniega segas biežums. Šie novērojumi aukstajā gadalaikā novērojumu stacijās tiek veikti katru dienu plkst. 08 pēc Latvijas ziemas laika.

Pārklātības ar sniega segu pakāpe sniedz informāciju par to, cik lielā mērā novērojumu stacijas apkārtne ir pārklāta ar sniega segu. Pārklātības ar sniega segu pakāpi novērotājs nosaka

vizuāli, tās mērvienība ir balle, precizitāte – 1 balle. Pārklātība ar sniega segu ir 1 balle, ja vizuālās apskates rezultātā ir konstatēts, ka 1/10 daļa no stacijas redzamās apkārtnes ir pārklāta ar dabiskas izcelsmes sniega segu. Ja visa novērojumu stacijas apkārtnē ir pārklāta ar sniega segu, pārklātības ar sniega segu pakāpe tiek novērtēta kā 10 balles.

Stacijas apkārtnes pārklātības ar sniega segu pakāpes novērojumi tiek izmantoti, lai konstatētu, vai konkrētā diena ir bijusi ar sniega segu. Novērojumu stacijā konkrētā diena ir ar sniega segu, ja vairāk kā puse no stacijas redzamās apkārtnes ir pārklāta ar sniega segu, t.i. pārklātības ar sniega segu pakāpe ir 6 balles un vairāk.

Izmantojot informāciju par dienām ar sniega segu, tiek noteikti sekojoši sniega segas raksturlielumi:

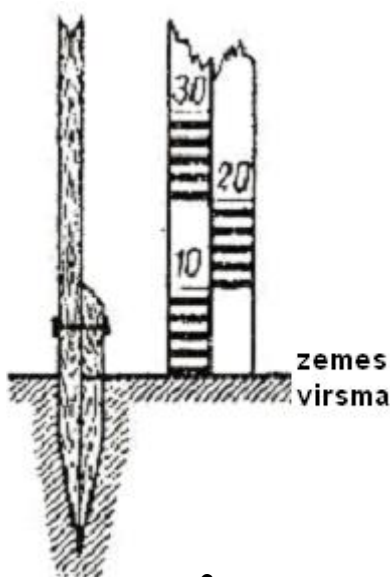
- pirmais sniegs – datums, kad aukstajā gadalaikā pirmoreiz vairāk kā puse no novērojumu stacijas redzamās apkārtnes ir pārklājusies ar sniega segu;
- noturīgas sniega segas periods – ne mazāk kā 30 viena otrai sekojošu dienu ilgs laika periods (ar noteiktiem nosacījumiem ir pieļaujami 1-3 dienu pārtraukumi), kurā novērojumu stacijas redzamajā apkārtnē vairāk kā puse no zemes virsmas ir pārklāta ar sniega segu;
- noturīga sniega perioda sākums – noturīga sniega segas perioda pirmā diena;
- noturīga sniega perioda beigās – pirmā diena pēc noturīga sniega segas perioda beigām;
- pēdējais sniegs - datums, kad aukstajā gadalaikā pēdējoreiz vairāk kā puse no novērojumu stacijas redzamās apkārtnes ir bijusi pārklāta ar sniega segu.

Sniega segas biezums sniedz informāciju par to, cik bieza novērojumu stacijas teritorijā ir sniega sega. Sniega segas biezuma mērvienība ir centimetrs [cm], precizitāte - 1 cm. Datu vēsturiskajā periodā un novērojumu stacijās, kuras izmantotas pētījumā, sniega segas biezums tika mērīts manuāli. Novērotājs to veica novērojumu stacijas teritorijā, no tuviem šķēršļiem brīvā vietā, ar ziemas periodā nemainīgās vietās, ne mazāk kā desmit metru attālumā viena no otras, nostiprinātām trim sniega biezuma mērīslatām (2.6. attēls). Sniega segas biezums tika aprēķināts kā vidējais aritmētiskais no trīs veikto mērījumu skaita.

Izmantojot informāciju par sniega segas biezumu katrā aukstā gadalaika dienā, var aprēķināt vidējo, maksimālo, minimālo sniega segas biezumu dažādos definētos laika intervālos – dekādē, mēnesī, aukstajā sezonā kopumā, kā arī atbilstošos ilggadīgos laika periodos.



1.



2.



3.

2.6. attēls. Sniega segas biezuma (1.un 2. attēli) un svara (3. attēls) mērījumi

Kopējais ūdens daudzums sniega segā sastāv no ūdens daudzuma visās sniega segas sastāvdaļās: izkritušajā sniegā, ūdens daudzuma ar ūdeni piesātinātajā sniegā, ūdens daudzuma sniega segas izkušanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slānī un ūdens daudzuma ledus garozā.

Gan kopējā ūdens daudzuma sniega segā, gan ūdens daudzuma sniega segas sastāvdaļās mērvienība ir milimetrs [mm]. Vienu milimetru biezs ūdens slānis izveidojas, ja uz vienu kvadrātmtru lielas horizontālas virsmas, tur esošā sniega segas slāņa izkušanas rezultātā izplūst viens litrs ūdens, ūdenim neiztvaikojot, neiesūcoties virsmā un nenotekot no tās.

Kopējā ūdens daudzuma sniega segā aprēķinam nepieciešamos sniega segas raksturlielumus novērotājs mēra ārpus novērojumu stacijas teritorijas – apkārtnē raksturīgos klaja lauka un meža maršrutos. Dotajā pētījumā izmantoti lauka maršrutos veiktie mērījumi.

Kalendārie termiņi, kuros tiek veikti mērījumi lauka maršrutā, vēsturiskajā laika posmā novērojumu stacijās ir bijuši dažādi. Visbiežāk tie ir bijuši 10., 20. datumā un mēneša pēdējā dienā, atsevišķās stacijās - tikai 20. datumā, atsevišķos periodos - reizi 5 dienās. Konkrētajā dienā sniega segas raksturlielumu mērījumi lauka maršrutā ir jāveic, ja no rīta plkst.08 veiktajā stacijas apkārtnes vizuālās apskates rezultātā ir konstatēts, ka pārklātības ar sniega segu pakāpe ir 6 balles un vairāk, t.i. šī diena ir ar sniega segu.

Lauka maršruta garums visbiežāk ir 1000 metru. Novērotājs pārvietojas pa tuvu taisnai līnijai maršrutu, ik pēc 100 metriem (t.i. kopā 10 vietās) veicot sekojošus mērījumus: sniega svars un tam atbilstošais biežums, ar ūdeni piesātinātais sniega slāņa biežums [cm], sniega segas kušanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slāņa biežums [cm], ledus garozas uz zemes virsmas biežums [mm].

Sniega svara un tam atbilstošā sniega biežuma mērījumi tiek veikti ar sniega svara mērītāju (2.6. attēls). Sniega blīvums g_s [g/cm³] katrā novērojumu punktā tiek aprēķināts pēc formulas:

$$g_s = m/10h_{sb} \quad (1)$$

kur: m – sniega svara mērītāja svaru skalas nolasījums,

h_{sb} – sniega biežuma mērījums [cm] sniega svara mērīšanas punktā.

Vidējais sniega blīvums lauka maršrutā tiek aprēķināts kā vidējais aritmētiskais no 10 veiktajiem mērījumiem. Analogiski aprēķina vidējos maršrutā ar ūdeni piesātināta sniega slāņa biežumu, sniega segas kušanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slāņa biežumu, ledus garozas uz zemes virsmas biežumu.

Visā maršruta garumā ik pēc 10 metriem (t.i. kopā 100 vietās) tiek mērīts arī sniega biežums. Uz šo mērījumu pamata aprēķina vidējo sniega biežumu maršrutā.

Ūdens daudzumu sniegā Q_s aprēķina: $Q_s = 10 * g_s * h$ (2)

kur: g_s - vidējais sniega blīvums maršrutā [g/cm³];

h - vidējais sniega biežums maršrutā [cm].

Ūdens daudzumu ar ūdeni piesātinātā sniegā Q_{ups} aprēķina: $Q_{ups} = 10 * g_{ups} * Z_{ups}$ (3)

kur: g_{ups} - ar ūdeni piesātinātā sniega blīvums - pieņemts 0,8 g/cm³ ;

Z_{ups} - vidējais ar ūdeni piesātināta sniega slāņa biežums maršrutā [cm].

Ūdens daudzumu tīra sniega ūdenī Q_{tsu} aprēķina: $Q_{tsu} = 10 * g_{tsu} * Z_{tsu}$ (4)

kur: g_{tsu} - sniega ūdens blīvums - pieņemts $1,0 \text{ g/cm}^3$;
 Z_{tsu} - vidējais sniega ūdens slāņa biezums maršrutā [cm].

Ūdens daudzumu ledus garozā Q_{lg} aprēķina: $Q_{lg} = g_{lg} * Z_{lg}$ (5)

kur: g_{lg} - ledus garozas blīvums - pieņemts $0,8 \text{ g/cm}^3$;
 Z_{lg} - vidējais ledus garozas biezums [mm].

Kopējo ūdens krājumu sniega segā Q aprēķina: $Q = Q_s + Q_{ups} + Q_{tsu} + Q_{lg}$. (6)

2.2.4. Nokrišņu ķīmiskā sastāva novērojumi

Nokrišņu kvalitātes novērojumu stacijas, atbilstoši Pasaules Meteoroloģijas organizācijas (PMO) un Globālā Atmosfēras dienesta (GAW) prasībām, Latvijā ir izvietotas pilsētās un citās apdzīvotās vietās ar atšķirīgu antropogēnu slodzi, kā arī dažādos fiziski-ģeogrāfiskajos un klimatiskajos rajonos.

Projekta pētījumu teritorijā un tās tuvumā nokrišņu kvalitātes novērojumi ir veikti Bauskā (no 1999. līdz 2002. gadam), Dobelē (no 1991. līdz 2009. gadam) un Rucavā (no 1991. līdz 2012. gadam) (2.7.attēls).



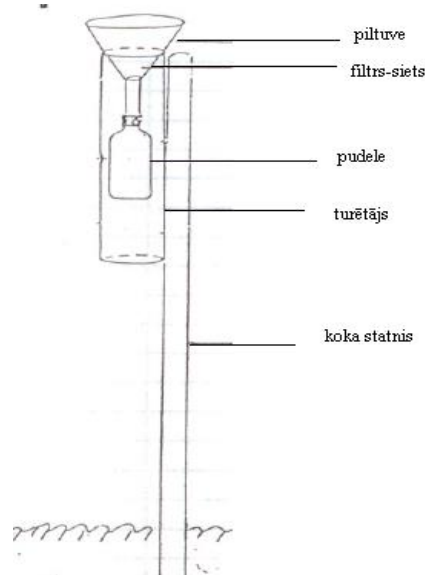
2.7. attēls. Nokrišņu kvalitātes novērojumu stacijas Latvijā

Nokrišņu kvalitātes novērojumi Bauskā, Dobelē un Rucavā tiek veikti šo pilsētu un apdzīvotās vietas novērojumu staciju teritorijā - meteoroloģisko novērojumu laukumā. Nokrišņu kvalitātes novērojumu veikšanai tiek izmantotas divas iekārtas: vispārējai ķīmijai un smago metālu noteikšanai. Rucavas novērojumu stacijā vispārējai ķīmijai un smago metālu noteikšanai līdz 1995. gadam tika lietoti pašizgatavoti nokrišņu savācēji. Turpmāk nokrišņu paraugi tika ievākti ar automātisko WET-ONLY paraugu savācēju (mitriem nosēdumiem) un atvērta tipa

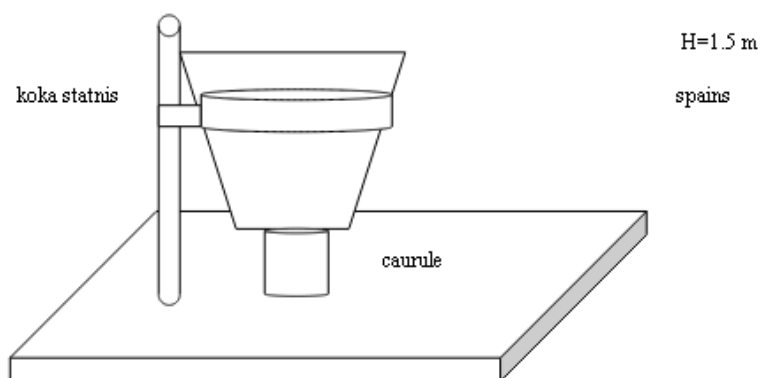
(BULK) savācēju (atmosfēras nosēdumu savākšanai gan mitrajā, gan sausajā periodā). 2007. gadā Rucavas novērojumu stacijā tika uzstādīta jauna automātiska WET-ONLY tipa iekārta nokrišņu savākšanai vispārējai ķīmijai. Dobeles un Bauskas novērojumu stacijās vispārējai ķīmijai un smago metālu noteikšanai tika izmantots pašizgatavots atvērta tipa nokrišņu savācējs BULK. Nokrišņu savācēji tika izvietoti 1.5 metru augstumā virs zemes virsmas.

Nokrišņu savākšanas periods Dobeles un Bauskas novērojumu stacijās novērtējumu periodā – viens mēnesis vai nedēļa, bet Rucavas novērojumu stacijā – katru dienu, kad bija nokrišņi, izņemot 2010., 2011. un 2012. gadus, kad nokrišņu savākšanas periods bija mainīgs (mēnesis vai nedēļa). Dobelē un Bauskā savāktu paraugu testēšana (analīze) tika veikta katru mēnesi, bet Rucavā savāktie paraugi tika analizēti atkarībā no rādītāja un nokrišņu daudzuma - katru mēnesi vai katru nedēļu.

2.8. attēlā ir parādīts nokrišņu savācējs vispārējai ķīmijai un smago metālu savākšanai un 2.9. attēlā - WET-ONLY iekārta nokrišņu savākšanai (savācējs).



Siltajā laikā



Aukstajā laikā

2.8. attēls. Pašizgatavots nokrišņu savācējs BULK



2.9. attēls. Nokrišņu WET-ONLY savācējs

Informācija par noteicamajiem nokrišņu kvalitātes parametriem un novērojumu programmām ir sniegta 2.1. tabulā.

2.1. tabula

Nokrišņu kvalitātes parametri un novērojumu programma

N p/k	Stacija/ novērojumu u periods	Staciju tips	SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	Cl ⁻	EVS	pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cd	Cu	Pb	Zn	Hmm
1	Dobele: 1991.-2009.	3	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
2	Bauska: 1999.-2002.	3	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
3	Rucava: 1991.-2012.	Reģionālā GAW/EMEP	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	n	n	n	n	d

Piezīmes:

3 - pilsēta, kurā dominē pakalpojumu sniegšanas ekonomiskais sektors un dzīvojamās zonas;

GAW –reģionālā līmeņa Globālais atmosfēras dienests (Global Atmospheric Watch);

EMEP – Sadarbības programma gaisa piesārņojuma izplatības lielos attālumos novērošanai un novērtēšanai (Cooperative Programme for the Monitoring and Evaluation of Long Range Air Pollutants in Europe);

m- mēneša ekspozīcija, d- dienas ekspozīcija; n- nedēļas ekspozīcija; EVS – īpatnējā elektrovadītspēja.

2.3. Novērojumu datu apstrādes metodes

2.3.1. Meteoroloģisko datu statistiskās apstrādes metodes

Summu un ekstremālo vērtību aprēķināšana

Atmosfēras nokrišņu _diennakts daudzums (summa) tiek aprēķināta pēc formulas:

$$\sum n = \sum (n_{03} + n_{06} + n_{15} + n_{18}) \quad (7)$$

kur: $\sum n$ – diennakts nokrišņu daudzums (summa).

n_{03} , n_{06} , n_{15} , n_{18} – novērojumu termiņos pēc Vidējā Griničas laiks (VGL) izmērītais nokrišņu daudzums Aprēķinu precizitāte – 0.1 mm.

Stacijās, kur nokrišņu daudzums tiek mērīts tikai plkst. 06 un plkst. 18 pēc VGL, tiek summēts nokrišņu daudzums šajos divos novērojumu termiņos.

Atmosfēras nokrišņu pus diennakts (12 stundu) daudzums gadījumā, ja novērojumi veikti termiņos n_{03} , n_{06} , n_{15} , n_{18} noteikts pēc formulām:

$$\sum n_{1/2} = \sum (n_{03} + n_{06}) \quad (8)$$

$$\sum n_{1/2} = \sum (n_{15} + n_{18}) \quad (9)$$

$$\sum n_{1/2} = \sum (n_{06} + n_{15}) \quad (10)$$

$$\sum n_{1/2} = \sum (n_{18} + n_{03}) \quad (11)$$

Atmosfēras nokrišņu pus diennakts (12 stundu) daudzums gadījumā, ja novērojumi veikti termiņos n_{06} un n_{18} noteikts pēc formulām:

$$\sum n_{1/2} = n_{06} \quad (12)$$

$$\sum n_{1/2} = n_{18} \quad (13)$$

kur: $\sum n_{1/2}$ – pus diennakts nokrišņu daudzums (summa).

Atmosfēras nokrišņu mēnešu summas aprēķinātas pēc formulām:

$$\sum M = \sum_1^z x_N \quad (14)$$

kur: x_N - meteoroloģiskā elementa diennakts summas no 1. līdz pēdējam (z) mēneša datumam.

Atmosfēras nokrišņu sezonu summas aprēķinātas pēc formulas:

$$\sum S = \sum_1^z x_N \quad (15)$$

kur: x_N - meteoroloģiskā elementa trīs mēnešu summa. Sezonu nokrišņu summas aprēķinātas: **ziema** – decembris, janvāris, februāris; **pavasaris** – marts, aprīlis, maijs; **vasara** – jūnijs, jūlijs, augusts; **rudens** – septembris, oktobris, novembris.

Mēnešu, sezonu un gada diennakts maksimālās un minimālās vērtības parēķinātas kā vislielākais vai vismazākais lielums definētajā laika periodā.

Ilggadīgo tendenču aprēķināšanas metodes

Atmosfēras nokrišņu vidējo vērtību un ekstremālo lielumu ilgtermiņa mainības analīzei tika izmantota vienfaktoru lineārās regresijas metode. Regresijas analīze nosaka, pēc kādas likumsakarības mainās rezultatīvā pazīme X, ja mainās faktoriālās pazīmes vērtība Y (Arhipova un Bāliņa, 2003).

Izlases lineārās regresijas funkcija ir:

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i \quad (i=1 \dots n) \quad (16)$$

jeb

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i \quad (17)$$

kur

\hat{y}_i – ar regresijas modeli iegūtais pazīmes Y novērtējums,

b_0 – izlases regresijas taisnes brīvais loceklis,

b_1 – izlases regresijas taisnes virziena koeficients,

$e_i = y_i - \hat{y}_i$ – novirze jeb kļūda,

n - izlases lielums.

Teorētisko regresijas taisni nosaka, izmantojot mazāko kvadrātu metodi. Tiek meklētas tādas koeficientu b_0 un b_1 vērtības, lai noviržu e_i kvadrātu summa būtu vismazākā.

Ja ar \bar{x} un \bar{y} apzīmē pazīmju X un Y vidējās vērtības, tad ar mazāko kvadrātu metodi iegūtās regresijas funkcija apmierina šādus nosacījumus:

- regresijas taisne iet caur punktu (\bar{x}, \bar{y}) : $\bar{y} = b_0 + b_1 \bar{x}$ (18)

- noviržu vidējā vērtības ir nulle: $\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i = 0$ (19)

- lielumi e_i un x_i nav saistīti: $\sum_{i=1}^n e_i x_i = 0$ (20)

Regresijas taisnes virziena koeficients b_1 rāda, par cik mainās rezultatīvā pazīme, ja faktoriālā pazīme mainās par vienu vienību. Regresijas taisnes virziena koeficienta vērtība tika izmantota, lai noskaidrotu gaisa temperatūras un atmosfēras nokrišņu raksturlielumu izmaiņu lielumu. Regresijas analīze tika veikta izmantojot datorprogrammu MS Excel 2007.

Lai noteiktu ilggadīgo izmaiņu būtiskumu tika izmantots arī Manna-Kendala tests (MK). MK tests ir neparametriskais tests, ar kuru tiek pārbaudīts, vai parametra izmaiņas jeb trends ir nozīmīgs vai nav neatkarīgi no tā, vai šis trends ir lineārs vai nav. MK testa metode tiek plaši izmantota hidroloģisko un klimatisko datu izmaiņu analīzē (Brunetti et al., 2000; Kolcova et. al, 2007; Reihan et al., 2007, Lizuma et. al, 2010; Avotniece et. al, 2010).

MK testa pamatā ir pāru jeb rangu princips, pēc kura tiek salīdzinātas divas novērojumu vērtības. MK testa gadījumā katrs rindas y_t loceklis $t=1, \dots, N$ tiek salīdzināts ar tam sekojošo rindas loekli y_t loekli $t=t+1, t+2, \dots, N$, un tiek izveidota jauna rinda Z_k , kur

$$Z_k = 1, \text{ ja } y_t > y_{t+1}$$

$$Z_k = 0, \text{ ja } y_t = y_{t+1}$$

$$Z_k = -1, \text{ ja } y_t < y_{t+1}$$

MK testa statistikas vērtība S ir Z_k rindas locekļu summa:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{t=i+1}^N Z_k \quad (21)$$

Testa statistika S parāda pozitīvo un negatīvu noviržu skaita starpību visiem noviržu pāriem. Izmaiņas datu rindā tika pieņemtas par statistiski būtiskām ar būtiskumu $p=0.1$, kam atbilst MK testa statistikas vērtības lielākas par 1.65 (būtisku pozitīvu izmaiņu gadījumā) un mazākas par -1.65 (būtisku negatīvu izmaiņu gadījumā).

Teorētisko sadalījumu aprēķināšanas metodes

Daudzu praktisku problēmu risināšanā, kas visbiežāk ir saistīta ar inženiertehniskiem risinājumiem, tiek izmantoti ekstremālo lielumu analīze. Kā kritēriji šo uzdevumu veikšanai visbiežāk tiek izmantoti atkārtotās periodu lielumi. Konkrētas maksimālās vērtības atkārtotās biežuma skaidrojums, kas raksturo procentus jeb varbūtību sniegts 2.2.tabulā.

2.2. tabula

Atkārtotās lieluma varbūtību skaidrojums

Varbūtība, %	Lieluma atkārtotās gadu intervālos
0.1	1x 1000 gados
1	1x 100 gados
2	1x 50 gados
5	1x 20 gados
10	1x 10 gados
20	1x 5 gados
50	1x 2 gados
100	Katru gadu

Klasiskā pieeja ekstremālo lielumu noteikšanai un analīzē ir ekstremālo lielumu varbūtību sadalījumu analīze, kas vislabāk atbilst empīriskajam sadalījumam.

Klimatoloģijas praksē visbiežāk tiek izmantoti Gumbela (Gumbel), Frecheta (Frechet) un Veibula (Weibull) sadalījumi. Vispārīgais ekstremālo lielumu sadalījums (Generalized Extreme Value - GEV) (WMO, 2010) sadalījums ir visu trīs iepriekš minēto sadalījumu vienkāršota kombinācija. Praksē tiek pielietotas arī Pīrsona III un Gamma sadalījuma metodes (Ziemeļnieks, 2011). Ziemeļvalstīs maksimālo nokrišņu analīzei plaši tiek izmantota NERC metode (Alexandersson et.al, 2001, Agersten, 2002).

Diennakts, pus diennakts un katra laika intervāla maksimālā nokrišņu daudzuma atkārtotās periodu aprēķināšana tika veikta izmantojot augstāk minētos varbūtību sadalījumus un šie rezultāti tika salīdzināti ar empīriskajiem sadalījumiem.

Gumbela sadalījuma aprēķini tika veikti pēc sekojošas formulas:

$$X(T) = X_{vid} - (\sqrt{6} / \pi) * \{0.577 + LN(-\ln((T - 1) / T))\} * X_{std} \quad (22)$$

kur

$X(T)$ - ekstremālā lielums ar pārsniegšanas varbūtību T gadi

X_{vid} – rindas aritmētiskais vidējais lielums

X_{std} – standartnovirze

$\pi = 3.14159$

NERC sadalījuma vērtības tiek aprēķinātas izmantojot Gumbela sadalījuma ar atkārtotās varbūtību reizi 5 gados lielumu ($M(5)$). Lai atrastu NERC – $X(T)$ lielumus dažādiem atkārtotās periodiem T , tie tiek aprēķināti sekojoši:

$$X(T) = M5 * EXP\{C * [LN(T - 0.5) - 1.5]\} \quad (23)$$

$C=0.165+0.0236*LN(M5)$	Ja $2 < M5 \leq 10$ mm
$C=0.219$	Ja $10 < M5 \leq 15$ mm
$C=0.300-0.0294*LN(M5)$	Ja $15 < M5 \leq 25$ mm
$C=0.3584-0.0473*LN(M5)$	Ja $25 < M5 \leq 350$ mm
$C=0.167-(0,0145)^{LN(M5)}$	Ja $350 < M5 \leq 1000$ mm

NERC metodi var izmantot arī, lai noskaidrotu kāda konkrēta lieluma X atkārtotās periodu T

$$T(X) = EXP\{(1/C) * (LN(X / M5)) + 1.5\} + 0.5 \quad (24)$$

Frecheta, Veibula un GEV sadalījumu aprēķināšana tika veikta izmantotos programmatūru EasyFit 5.5. Professional. Visu sadalījumu aprēķini savā starpā tika salīdzināti, kā arī veikta teorētisko sadalījumu salīdzinājums ar empīriskajiem sadalījumiem.

Empīriskā sadalījuma varbūtību aprēķins tika veikts sekojoši: pirms aprēķina veikšanas tiek veidots elementa vērtību un to varbūtību grafiku. Ar grafika palīdzību var vizuāli novērtēt datu izkliedi un pieņemt lēmumu, kā rīkoties ar krasi izlecošiem datiem.

Grafika izveidošana ietver sevī sekojošus posmus: 1) visas datu rindā esošās maksimālās vērtības izvieto dilstošā secībā, minimālās vērtības – augošā secībā; 2) katram datu rindas loceklim piešķir kārtas numuru m , sākot no 1.; 3) katram datu rindas loceklim aprēķina varbūtību. Varbūtības aprēķins tiek veikts pēc formulas:

$$P = \frac{m - 0.44}{n + 0.12} * 100\% \quad (25)$$

kur: m – datu rindas locekļa kārtas numurs;
 n - locekļu skaits datu rindā.

Grafikā uz abscisu (x) ass tiek atliktas varbūtību vērtības, uz ordinātu (y) ass – tām atbilstošās elementa vērtības.

Projekta izstrādes gaitā nokrišņu ekstremālajām vērtībām (diennakts, 12 stundu maksimālajiem nokrišņiem un dažādu intervālu maksimālajām nokrišņu intensitātes rādītājiem) tika aprēķinātas un savā starpā salīdzinātas atkārtotās varbūtības pēc empīriskā sadalījuma un dažādiem teorētiskajiem sadalījumiem. Atsevišķo gadījumos starp dažādiem teorētiskajiem sadalījumiem tika konstatētas diezgan ievērojamas atšķirības.

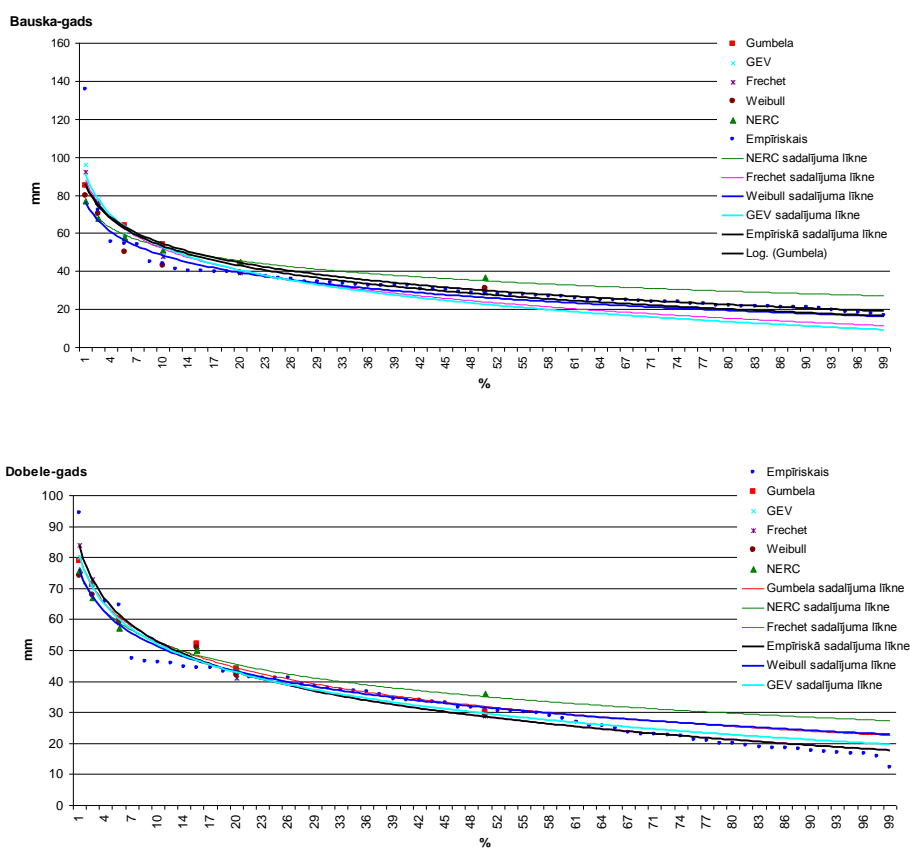
Piemērs maksimālo diennakts nokrišņu daudzumam ar dažādām atkārtotās varbūtībām pēc dažādiem teorētiskajiem sadalījumiem parādīts 2.3.tabulā un 2.10. attēlā. Kopumā teorētisko un empīrisko sadalījumu salīdzinājums parādīja labu atbilstību starp Gumbela un NERC teorētiskajiem sadalījumiem un empīrisko sadalījumu. Gada griezumā, kā arī vasaras sezonā, kad reģistrēti vislielākie nokrišņu daudzumi, empīriskais sadalījums ir tuvāks Gumbela teorētiskajam

sadalījumam. Līdz ar to tika ekstremālo lielumu novērtēšana un maksimāli iespējamo vērtību prognozēšana projekta izstrādes gaitā tika veikta, izmantojot Gumbela teorētisko sadalījumu.

2.3. tabula

Maksimālie diennakts nokrišņu daudzumi (mm) gadā kopumā pēc dažādiem sadalījumiem

Atkārtotās varbūtība	Dobele					Bauska				
	Gumbela	GEV	Frechet	Weibull	NERC	Gumbela	GEV	Frechet	Weibull	NERC
1 x 2 gados	30	29	29	29	36	30	28	28	31	37
1 x 5 gados	44	41	41	42	44	44	39	39	39	45
1 x 10 gados	52	50	50	51	50	54	48	48	43	51
1 x 20 gados	60	59	59	59	57	64	59	58	46	58
1 x 50 gados	71	71	73	68	67	76	78	76	70	68
1 x 100 gados	79	80	84	74	76	85	96	92	85	77
1 x 1000 gados	106	115	130	94	115	115	191	177	100	117



2.10. attēls. Diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu teorētisko un empīrisko datu attēlojuma līknes Bauskas un Dobeles novērojumu stacijām gadā kopumā

2.3.2. Nokrišņu ķīmiskā sastāva kvalitātes raksturojumam izmantotie termini, un noteikšanas metodes

Skābie nokrišņi

Informācija par skābajiem nokrišņiem un to ķīmisko sastāvu tiek izmantota, lai noteiktu atmosfēras kopējo piesārņojumu, tā dinamiku, novērtētu vielu pārvietošanos atmosfērā, kā arī vielu slodzi uz Zemes virsmu kopumā gadā un pa sezonām.

Skābais lietus – jebkurš nokrišņu veids, kurš ir piesārņots ar skābajiem oksīdiem un tam ir zems pH līmenis.

Skābo lietu veidošanās iemesls ir dažādu skābo oksīdu (NO_x , NO_2 , SO_2 , SO_3) palielināta daudzuma nokļūšana atmosfērā. Tādējādi atmosfēras nokrišņu pH līmenis pazeminās un to sastāvs ievērojami mainās – nokrišņi kļūst pārlieku skābi. Parastais lietus ūdens gandrīz nekad nav ar neitrālu skābumu. To nosaka atmosfēras ogļskābes gāzes izšķīšana un vājas skābes – ogļskābes - veidošanās. Jūras sāļu aerosolu ietekmes rezultātā, kā arī atmosfērā nokļūstot augsnes erozijas rezultātā veidotiem aerosoliem, atmosfēras nokrišņu pH var pieaugt, sasniedzot pat skaitli 8. Industriālā piesārņojuma rezultātā var veidoties skābi nokrišņi, kuru pH ir zem 5.3. Skābiem nokrišņiem nonākot uz Zemes, negatīvi tiek ietekmētas ekosistēmas, skābo nokrišņu radītās sekas ir atrodamas arī kultūrvidē – ēkās, inženierbūvēs un pieminekļos.

Nokrišņu skābums (pH)

pH ir skaitlis, kas raksturo **ūdeņraža jonu koncentrāciju šķīdumā**. pH ir ūdeņraža jonu aktivitātes negatīvais logaritms, kas raksturo skābumu un bāziskumu.

Atšķaidītiem stipru skābju un bāzu šķīdumiem pH var aptuveni aprēķināt, ja zināma koncentrācija.

$$\text{pH} = -\lg([\text{H}^+]) \quad (26)$$

kur: H^+ - ūdeņraža jonu koncentrācija. Stiprām skābēm (vienvērtīgajām) tā ir proporcionāla vielas koncentrācijai (jo stiprās skābes gandrīz pilnībā disociē jonus). Stiprām bāzēm, kas disociē, veidojot hidroksiljonus, attiecīgo H^+ jonu koncentrāciju var noteikt:

$$[\text{H}] = 10^{(14 - \lg([\text{OH}^-]))} \quad (27)$$

$$\text{jeb vienkāršāk: } \text{pH} = 14 - \lg([\text{OH}^-]) \quad (28)$$

Ūdens šķīdumos pH var mainīties no 0 līdz +14. Ļoti stipru skābju un sārmu šķīdumiem (ar aktivitāti lielāku par 1), pH var būt arī negatīvs vai lielāks par 14. Neūdens šķīdumos iespējamas arī lielākas pH vērtības, jo citiem polārajiem šķīdinātājiem var būt mazākas disociācijas konstantes. Pilnīgi tīram ūdenim pH ir 7 un tas ir neitrāls.

Sakarā ar to, ka nokrišņi dabiski ir nedaudz skābi (pH 5.3 – 5.6), ir pieņemta sekojoša pH līmeņa klasifikācija:

- (n)pH ≤ 4.0 – skābi;
- $4.01 \leq$ (n)pH < 5.3 – paskābināti;
- $5.31 \leq$ (n)pH < 6.5 – neitrāli;
- $6.51 \leq$ (n)pH < 7.5 – vāji sārmaini;
- (n)pH ≥ 7.51 – sārmaini,

kur n - gadījumu skaits.

Nokrišņu pH vidējā vērtība

Nokrišņu pH vidējo vērtību aprēķins tiek veikts pēc atbilstošajām H^+ vērtībām pēc formulām 28 un 29:

$$H^+_{vid.} = \frac{\sum H^+_i}{n} \quad (29)$$

$$H^+_i = 10^{-pH_i}$$

$$pH_{vid} = -\lg(H^+_{vid}/1000000); H^+_{\mu mol/l} = (10^{-pH}) \times 1000000$$

H^+_{vid} – vidējā ūdeņražu koncentrācija;

pH – nokrišņu paraugā izmērītā pH vērtība;

n – nokrišņu paraugu skaits

Bāzisko katjonu summu tiek aprēķināta pēc formulas :

$\sum K = Ca^{2+} + Na^+ + K^+ + Mg^{2+}$ (30)	ΣK - bāzisko katjonu summa, mg/l; Ca, Na, K, Mg - vielas koncentrācija nokrišņu paraugā (mg/l)
--	---

Nokrišņu mineralizācija (minerālo vielu daudzums nokrišņos)

Nokrišņu mineralizācija – vielu koncentrāciju summa nokrišņu paraugā tiek aprēķināta pēc formulas :

$\Sigma U = SO_4^{2-} + NO_3^- + NH_4^+ + Cl^- + Ca^{2+} + Na^+ + K^+ + Mg^{2+}$ (31)	ΣU – mineralizācija (mg/l) $Cl^-, Ca^{2+}, Na^+, K^+, Mg^{2+}$ - vielas koncentrācija nokrišņu paraugā (mg/l); $SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+$ - pārrēķinātās nokrišņu paraugos izmērītās vielu koncentrācijas, izmantojot formulas: $SO_4^{2-} = S - SO_4 / 0.3338$; $NO_3^- = N - NO_3 / 0.2259$; $NH_4^+ = N - NH_4 / 0.7765$
---	--

Slāpekļa savienojumu summa

Slāpekļa savienojumu summu aprēķina ar formulu:

$\sum N = N - NH_4 + N - NO_3$ (32)	ΣN - slāpekļa savienojumu summa (mg/l) $N - NH_4^+$ un $N - NO_3^-$ - vielas koncentrācija nokrišņu paraugā (mg/l)
-------------------------------------	--

Nokrišņu nosēdumi

Dati par nokrišņu ķīmisko sastāvu izmantoti **piesārņojošo vielu mitro nosēdumu aprēķināšanai**, lietojot formulu :

$$P = \sum_{i=1}^n c_i H_i \quad (33)$$

kur:

P – mitro nosēdumu apjoms, mg/m^2 ;

c_i – vielas koncentrācija i - tā mēneša nokrišņu paraugā, mg/l ;

H_i – nokrišņu daudzums i - tā mēnesī, mm ;

n – mēnešu skaits gadā ar nokrišņiem.

Piesārņojošo vielu nosēdumu aprēķināšanai tiek izmantots stacijas meteoroloģisko novērojumu laukumā izmērītais nokrišņu daudzums.

Nokrišņu ķīmiskā sastāva noteikšanas metodes ir apkopotas 2.4. tabulā.

2.4. tabula

Nokrišņu testēšanas metodes

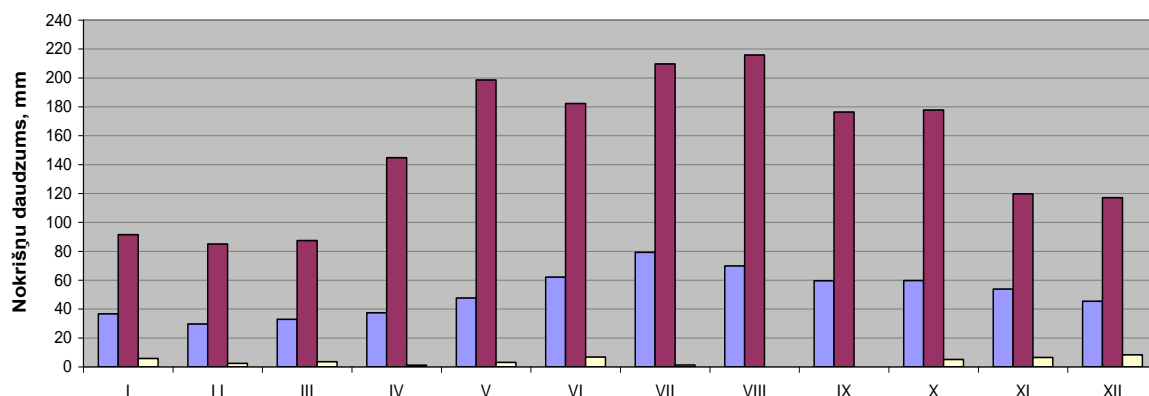
	Rādītājs	Normatīvi-tehniskās dokumentācijas Nr.	Metode
1.	pH	LVS ISO 10523:2002	Elektrometrija
2.	EVS	LVS EN 27888:1993	Elektrometrija
3.	N/NH ₄	LVS ISO 11732:2005	Spektrofotometrija, nepārtrauktas plūsmas indofenola metode
4.	S/SO ₄	LVS EN ISO 10304-1:2004	Jonu hromatogrāfija
5.	N/NO ₃		
6.	Cl		
7.	Ca	LVS EN ISO 17294-2:2005	Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija (ICP-MS)
8.	Mg		
9.	Na		
10.	K		
17.	Cd		
19.	Cu		
22.	Pb		
23.	Zn		
24.	Ca	EMEP/CCC Report 1/95 Revision 1/2001; 4.6.1.	Atomabsorbcijas spektrometrija ar liesmas atomizāciju
25.	Mg		
26.	Na		
27.	K		
29.	Cd		
31.	Cu		
34.	Pb	EMEP/CCC Report 1/95 Revision 1/2001; 4.17.5.	Atomabsorbcijas spektrometrija ar liesmas atomizāciju
35.	Zn		

3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI

3.1. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu daudzums un to ilggadīgās izmaiņas

3.1.1. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu daudzums

Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados kopumā atmosfēras nokrišņu ilggadīgais vidējais daudzums gadā ir 614 mm. Gada gaitā visvairāk nokrišņu ir vasarā - vidēji reģionā 211 mm (34% no visa gada nokrišņiem). Savukārt no vasaras mēnešiem visbagātākais ar nokrišņiem ir jūlijs - vidēji reģionā 79 mm. Otrs bagātākais ar nokrišņiem gadalaiks ir rudens - vidēji reģionā 173 mm (28% no visa gada nokrišņiem). Gada gaitā vismazāk nokrišņu ir ziemā un pavasarī - vidēji reģionā atbilstoši 112 un 118 mm (18 un 19% no visa gada nokrišņiem). No aukstā gadalaika mēnešiem vismazāk nokrišņu ir februārī un martā - vidēji reģionā atbilstoši 30 un 33 mm (3.1. attēls).



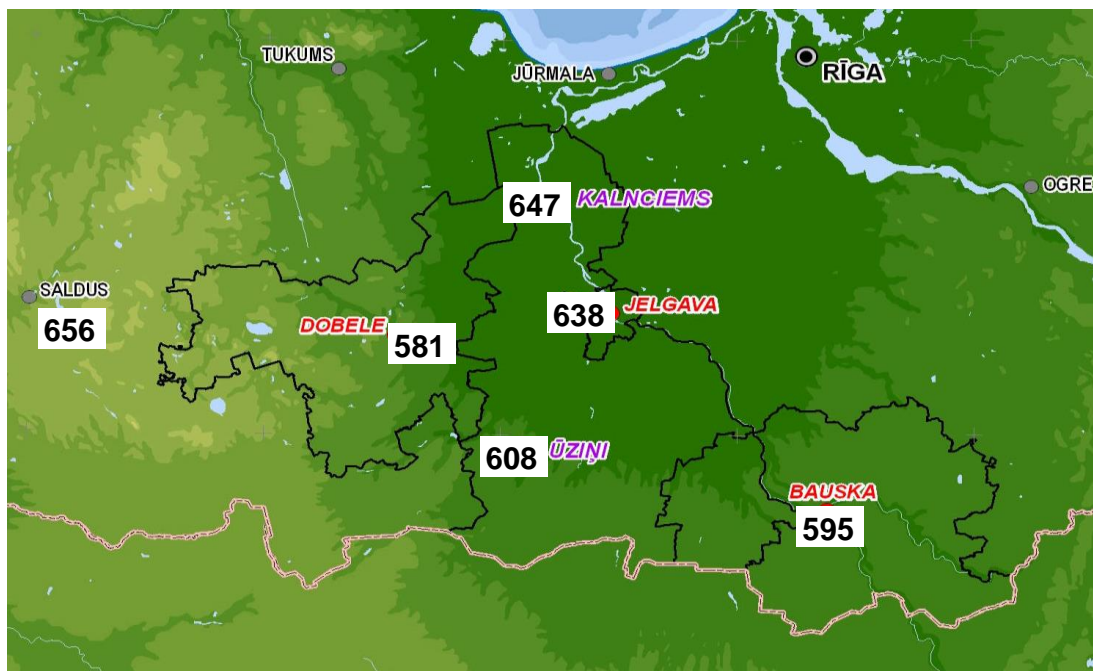
■ Vidējais (1961-2010)	37	30	33	37	48	62	79	70	60	60	54	45
■ Vislielākais visā novēr. periodā (vērtība, vieta, gads)	91	85	87	145	199	182	210	216	176	178	120	117
	Jelgava	Jelgava	Mežotne	Jelgava	Jelgava	Mežotne	Bauska	Jelgava	Jelgava	Dobele	Jelgava	Kalnciems
	1899	1937	1983	1950	1983	1928	1998	1891	1985	1974	1930	2010
■ Vismazākais visā novēr. periodā (vērtība, vieta, gads)	6	2	4	1	3	7	1	0	0	5	7	8
	Dobele	Dobele	Mežotne	Mežotne	Mežotne	Dobele	Dobele	Lielākā teritorijas daļa	Kalnciems	Bauska	Bauska	Dobele
	1969	1972	1942	1974	1954	1969	1994	2002	2002	1951	1993	1953

3.1. attēls. Mēnešu nokrišņu daudzums Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados

Atsevišķos ar nokrišņiem sevišķi bagātos mēnešos to daudzums 2-4 reizes pārsniedz ilggadīgās mēnešu vidējās vērtības. Šādi nokrišņiem bagāti mēneši ir reģistrēti dažādās vietās visā Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā. Savukārt īpaši sausos mēnešos jebkurā gada laikā nokrišņu daudzums var būt tikai vien kā viencipara skaitlis. Arī šādi sausi mēneši ir reģistrēti dažādās vietās visā reģiona teritorijā, bet rekordsausajā 2002. gada vasaras otrajā pusē augusta mēnesī nokrišņu nebija lielākajā novada daļā.

Nokrišņu daudzuma sadalījumu Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu robežās ietekmē teritorijas fiziski ģeogrāfiskie faktori.

Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados gadā kopumā visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada ziemeļu daļā – 647 mm (3.2. attēls). Šī teritorija ir vairāk pakļauta ar ziemeļrietumu, ziemeļu un ziemeļaustrumu vējiem saistītajiem atmosfēras procesiem, kas ietver mijiedarbību ar Rīgas jūras līci un virs tā esošajām gaisa masām. Savukārt vismazākais gada nokrišņu daudzums ir Dobeles novadā – 581 mm, kurš atrodas Austrumkursas augstienes austrumu nogāzē un pie atmosfēras procesiem no ziemeļrietumiem, rietumiem un dienvidrietumiem tādējādi ir vairāk lejupplūstošo gaisa masu ietekmē.



3.2. attēls. Gada nokrišņu daudzums (mm) Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā

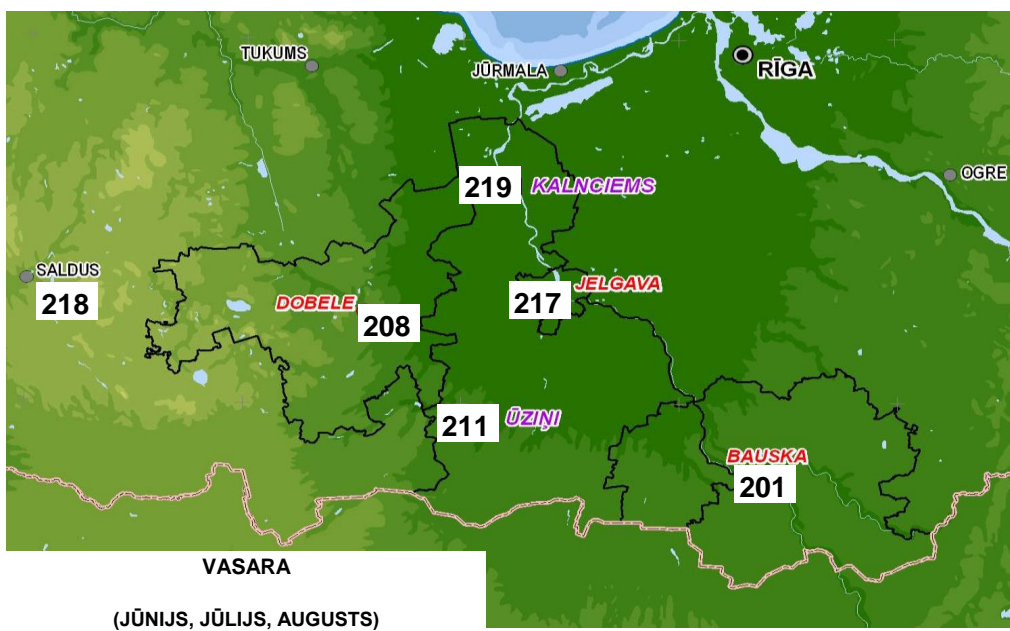
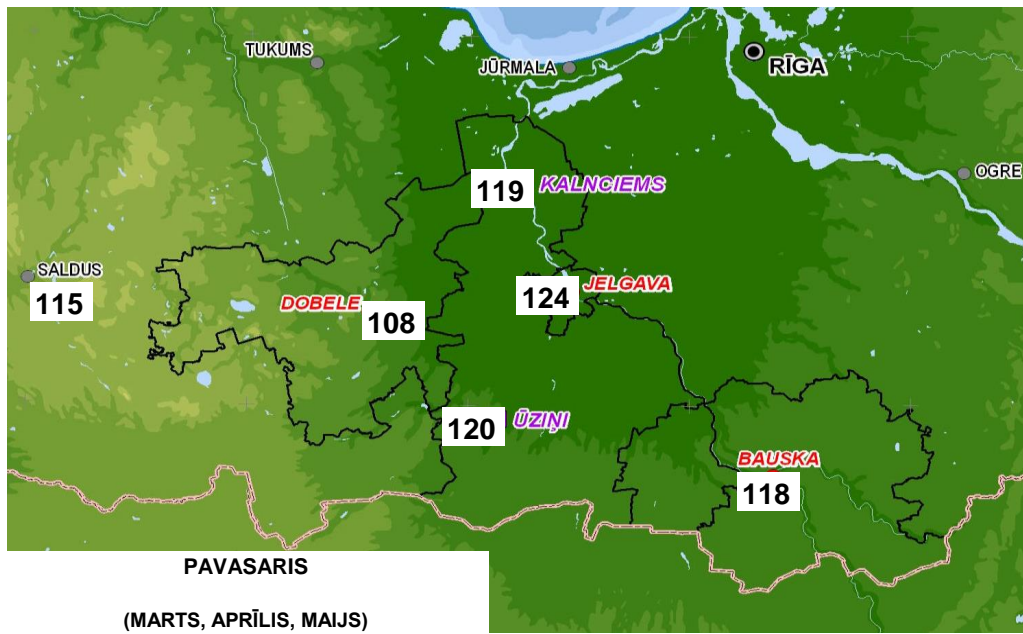
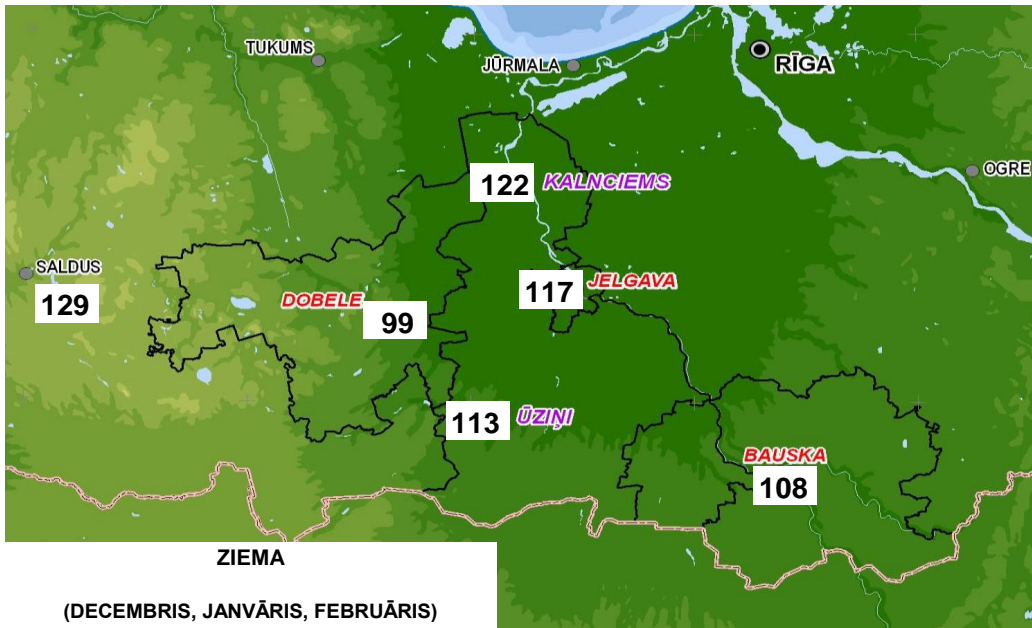
Gada sezonās nokrišņu daudzuma atšķirības Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijas robežās ir no 16 mm (pavasārī) līdz 24 mm (rudenī).

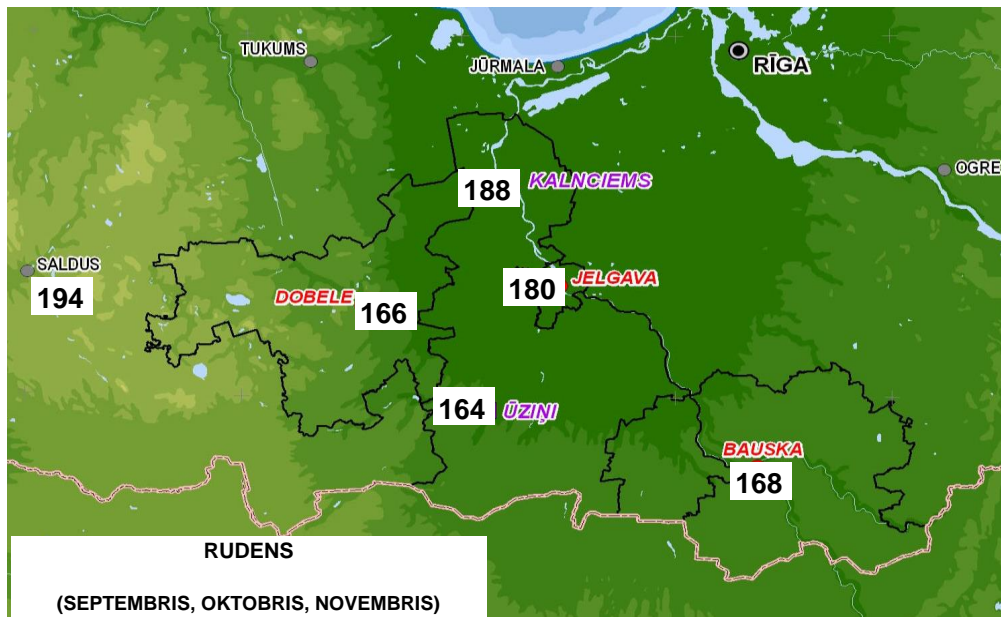
Ziemas sezonā kopumā visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada ziemeļu daļā – 122 mm, bet vismazāk - Dobeles novadā – ap 100 mm (3.3. attēls). Minētais sadalījums ir spēkā visos ziemas sezonas mēnešos, visizteiktāk izpaužoties decembrī – tajā mēneša nokrišņu summas ir no 39 mm Dobelē līdz 51 mm Kalnciemā (3.1. tabula).

Pavasārī vismazākais nokrišņu daudzums ir Dobeles novadā – ap 110 mm, citviet sezonas nokrišņu daudzums svārstās 118-124 mm robežās. Vismazāk nokrišņu Dobeles novadā ir arī visos pavasara sezonas mēnešos.

Vasarā, kad nokrišņu ir visvairāk, nokrišņu daudzuma vidējās vērtības ir atkarīgas arī no ievērojamām lietusgāzēm kāda konkrēta gada (gadū) vasaras mēnesī vai mēnešos. Kopumā sezonā vairāk nokrišņu ir Jelgavas novada centrālajā un ziemeļu daļā – 217-219 mm, citviet sezonas nokrišņu daudzums svārstās 201-211 mm robežās.

Arī rudenī visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada centrālajā un ziemeļu daļā- 180-188 mm. Pārējā teritorijā sezonas nokrišņu daudzums ir 164-168 mm.





3.3. attēls. Nokrišņu daudzums Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā gada sezonās

3.1. tabula

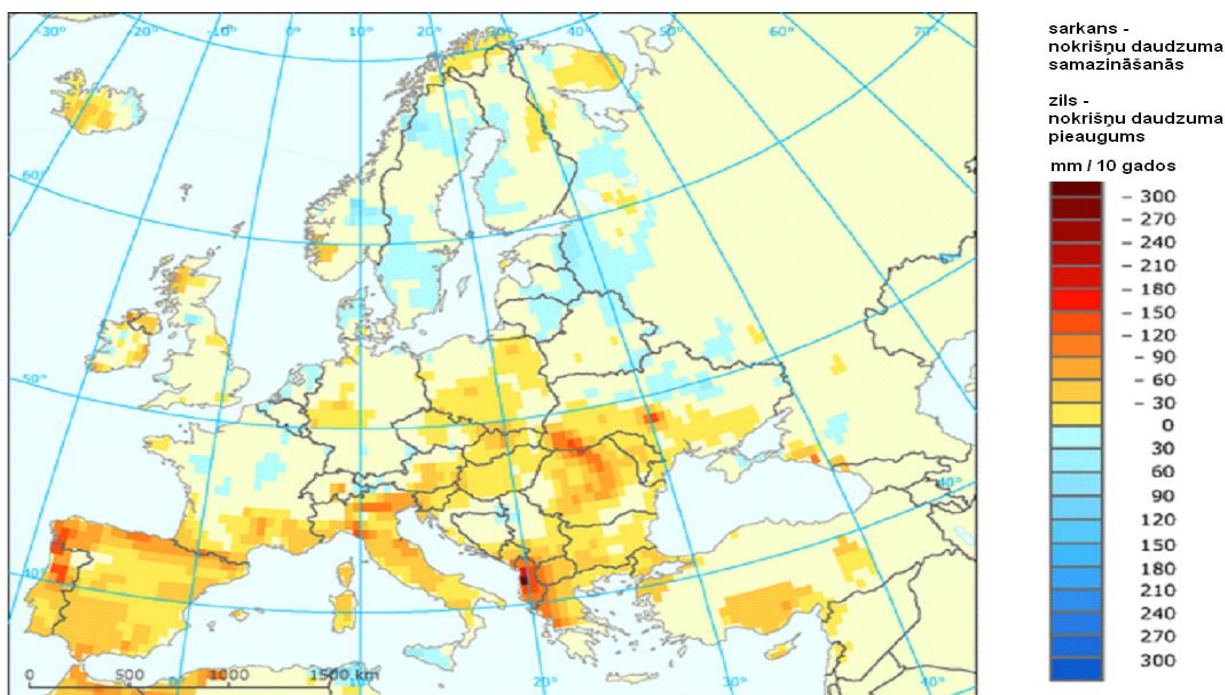
Mēnešu nokrišņu daudzums (mm) Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā

ZIEMA			PAVASARIS		
XII	I	II	III	IV	V
50.9 Kalnciems	39.8 Kalnciems	31.3 Ūziņi	35.2 Jelgava	38.5 Bauska	51.1 Jelgava
48.0 Jelgava	38.2 Jelgava	30.9 Kalnciems	34.3 Ūziņi	37.9 Jelgava	48.7 Ūziņi
44.5 Bauska	37.7 Ūziņi	30.8 Jelgava	33.7 Kalnciems	37.4 Kalnciems	47.9 Bauska
44.4 Ūziņi	34.0 Bauska	29.1 Bauska	31.9 Bauska	37.3 Ūziņi	47.7 Kalnciems
39.1 Dobele	33.7 Dobele	25.9 Dobele	29.4 Dobele	35.6 Dobele	43.0 Dobele
VASARA			RUDENS		
VI	VII	VIII	IX	X	XI
66.7 Ūziņi	82.9 Kalnciems	72.8 Kalnciems	63.3 Kalnciems	65.3 Kalnciems	59.0 Kalnciems
63.3 Kalnciems	82.0 Jelgava	72.1 Jelgava	62.9 Jelgava	61.5 Jelgava	55.1 Jelgava
62.8 Jelgava	78.7 Bauska	71.5 Dobele	59.6 Bauska	57.7 Dobele	52.1 Dobele
58.9 Bauska	77.7 Dobele	69.3 Ūziņi	56.4 Dobele	57.2 Bauska	51.5 Bauska
58.7 Dobele	74.9 Ūziņi	63.6 Bauska	55.9 Ūziņi	56.7 Ūziņi	51.1 Ūziņi

3.1.2. Gada un sezonu atmosfēras nokrišņu ilggadīgās izmaiņas

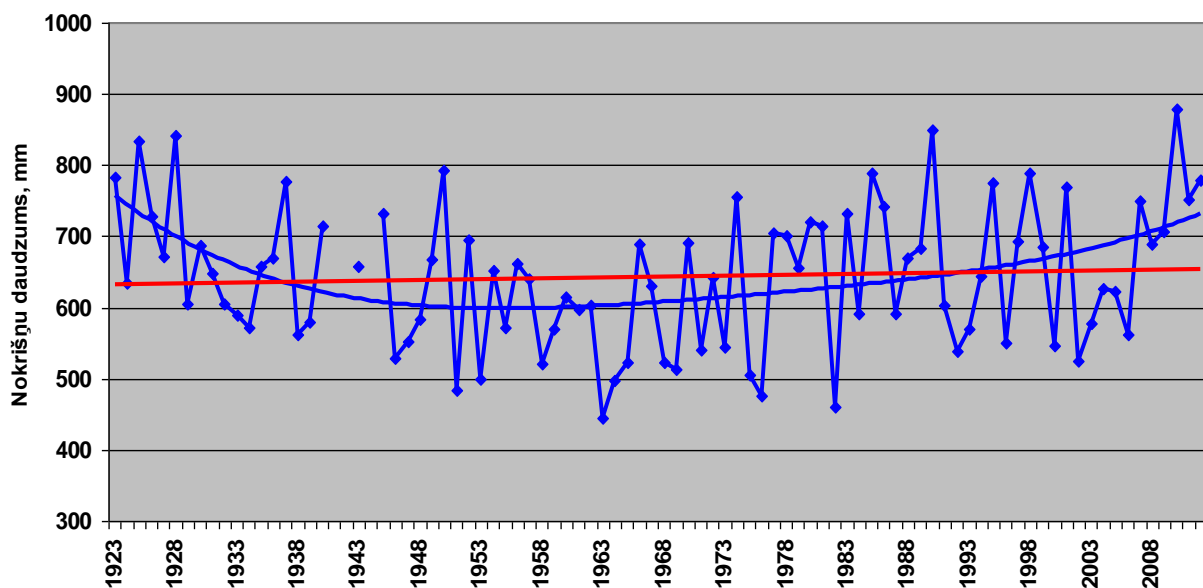
Globālie ilggadīgie gaisa temperatūras mērījumi liecina, ka temperatūra uz visas zemeslodes ar lielāku vai mazāku ātrumu pieaug. Turpretī nokrišņu daudzuma ilggadīgās izmaiņas uz zemeslodes nav tik viennozīmīgas. Tā par pēdējiem gandrīz 50 gadiem apkopotā informācija par nokrišņu daudzumu Eiropā liecina, ka tās dienvidu daļā ir vērojama kopējā nokrišņu daudzuma gadā samazināšanās, bet ziemeļu daļā nokrišņu daudzums pārsvarā

palielinās. Vietām, pārsvarā teritorijas vidusdaļā, nokrišņu daudzuma izmaiņu tendences nav konstatētas vai ir nenozīmīgas (3.4. attēls).



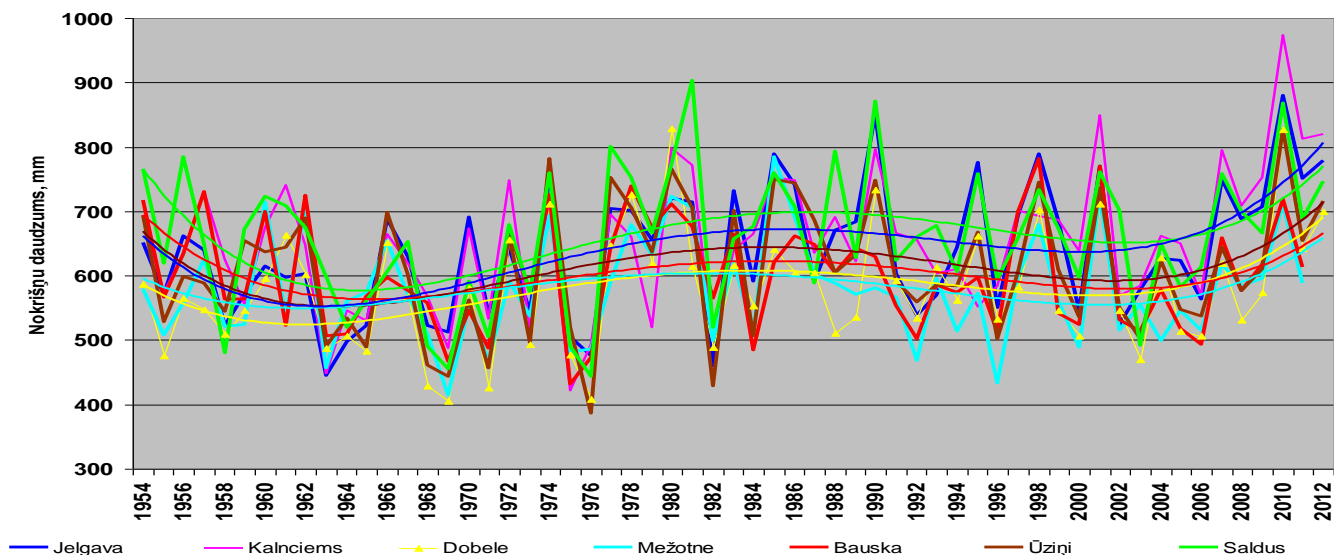
3.4. attēls. Gada nokrišņu daudzuma izmaiņas Eiropā laika posmā no 1961. līdz 2006. gadam (informācijas avots: Joint EEA-JRC-WHO report „Impacts of Europe’s changing climate – 2008 indicator-based assessment”)

Latvijas teritorija atrodas šo divu Eiropas rajonu vidusdaļā. Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā visilgāk darbojošās – Jelgavas – novērojumu stacijas gada nokrišņu daudzuma ilggadīgie dati liecina, ka pēdējos 90 gados gada nokrišņu daudzumam ir bijušas svārstības. 20. gadsimta pirmajā pusē gada nokrišņu daudzums ir samazinājies, bet otrajā pusē pieaudzis (3.5. attēls). Visa perioda lineārā tendence (sarkanā taisne 3.5. attēlā) liecina par kopumā nelielu gada nokrišņu daudzuma pieaugumu – 25 mm 10 gados.



3.5. attēls. Gada nokrišņu daudzuma Jelgavā ilggadīgās izmaiņas

Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošo un reģionam blakus izvietotās Saldus novērojumu staciju kopīgā datu perioda no 1954. līdz 2012. gadam analīze liecina par gada nokrišņu daudzuma svārstībām arī šajā laika periodā (3.6. attēls).



3.6. attēls. Gada nokrišņu daudzuma ilggadīgās izmaiņas Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošajās un Saldus novērojumu stacijās

Svārstībām ir vairāk vai mazāk izteikta augšupejoša gaita. Lineārās tendences liecina, ka kopumā laika periodā no 1954. līdz 2012. gadam Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā gada nokrišņu daudzums visvairāk ir palielinājies teritorijas ziemeļu daļā: Kalnciemā, Jelgavā: 23-24 mm 10 gados. Teritorijas dienvidu daļā ilggadīgajā periodā gada nokrišņu daudzums ir praktiski bez izmaiņām - Mežotnē, Bauskā: 1-3 mm 10 gados (3.2. tabula).

3.2. tabula

Nokrišņu daudzuma ilggadīgās izmaiņas (lineārā tendence) un izmaiņu novērtējums

	Gads		Ziema		Pavasaris		Vasara		Rudens	
	Nokrišņu daudzuma izmaiņas 10 gados (mm)	Gada nokrišņu daudzuma pieaugums 10 gados (%)	Nokrišņu daudzuma izmaiņas 10 gados (mm)	Ziemas nokrišņu daudzuma pieaugums 10 gados (%)	Nokrišņu daudzuma izmaiņas 10 gados (mm)	Pavasara nokrišņu daudzuma pieaugums 10 gados (%)	Nokrišņu daudzuma izmaiņas 10 gados (mm)	Vasaras nokrišņu daudzuma pieaugums 10 gados (%)	Nokrišņu daudzuma izmaiņas 10 gados (mm)	Rudens nokrišņu daudzuma pieaugums 10 gados (%)
Kalnciems	24	4	8	7	1	1	10	5	4	2
Jelgava	23	4	7	6	3	2	10	5	3	2
Dobele	14	2	5	5	0	0	8	4	1	1
Saldus	13	2	8	6	2	2	5	2	-2	-1
Ūziņi	10	2	3	3	-2	-2	8	4	1	1
Mežotne	3	1	5	5	0	0	2	1	-2	-1
Bauska	1	0	3	3	0	0	2	1	-3	-2

Sapratni, vai Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijas ziemeļu daļā konstatētais gada nokrišņu daudzuma pieaugums ir daudz vai maz, sniedz nokrišņu daudzuma izmaiņu salīdzinājums ar ilggadīgo vidējo nokrišņu daudzumu gadā konkrētajā vietā. Aprēķini liecina, ka Kalnciemā un Jelgavā 10 gadu laikā gada nokrišņu daudzums ir pieaudzis par 4%, ko var vērtēt kā nelielu nokrišņu daudzuma pieaugumu.

Nokrišņu daudzuma datu laika periodā no 1954. līdz 2012. gadam analīze gada kalendārajās sezonās arī uzrāda vairāk vai mazāk izteiktas nokrišņu daudzuma svārstības. Lineārās tendences aprēķinu rezultāti (3.2. tabula) liecina par nokrišņu daudzuma pieaugumu ziemā (decembris, janvāris, februāris) un vasarā (jūnijs, jūlijs, augusts), turpretī pavasarī (marts, aprīlis, maijs) un rudenī (septembris, oktobris, novembris) nokrišņu daudzums ir praktiski bez izmaiņām.

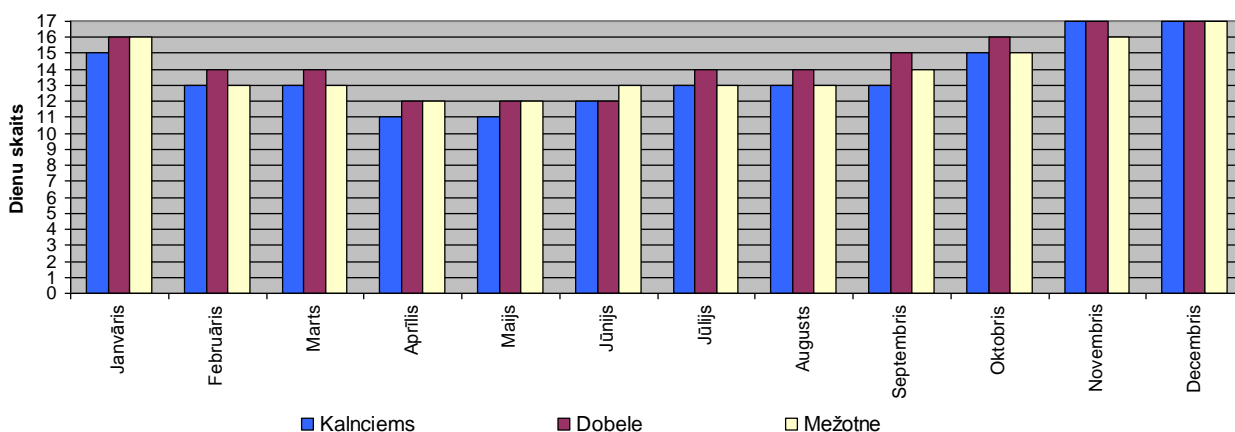
Ziemas un vasaras sezonās, tāpat kā gadā kopumā, nokrišņu daudzums visvairāk ir palielinājies Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu ziemeļu daļā – Kalnciemā un Jelgavā. Teritorijas dienvidu daļā ilggadīgajā periodā ziemas un vasaras nokrišņu daudzums ir gandrīz bez izmaiņām (3.2. tabula).

3.2. Nokrišņu ekstremālo lielumu raksturojums un ilggadīgās izmaiņas

3.2.1. Diennakts nokrišņi

Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā dažāda veida nokrišņi ar daudzumu ≥ 0.1 mm diennaktī ir vidēji 160-170 dienas gadā. Ar nokrišņiem bagātos gados dienu skaits ar kaut vai nelieliem (≥ 0.1 mm diennaktī) nokrišņiem var pieaugt līdz 205-215 gadā, bet sausākos gados samazināties līdz 125-135.

Gada gaitā visbiežāk nokrišņi ir laikā no oktobra līdz janvārim – tad ar nokrišņiem ir vidēji 15-17 dienas. Visretāk – vidēji 11-12 dienas – nokrišņi ir aprīlī un maijā (3.7. attēls).



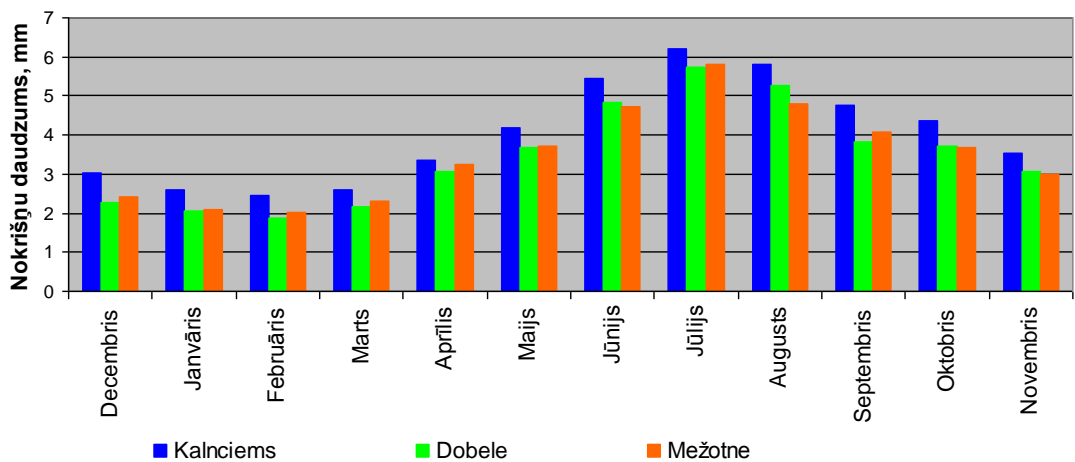
3.7. attēls. Dienu skaits mēnesī ar daudzumu ≥ 0.1 mm diennaktī Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā

Ar nokrišņiem bagātos periodos pat parasti vissausākajos mēnešos nokrišņi var būt 19-22 dienas mēnesī, bet pārējā gada laikā- 23-27 dienas mēnesī. Turpretī sausos periodos dienu skaits ar nokrišņiem pat parasti vismitrākajos gada mēnešos ir zem 10, bet atsevišķi siltā gadalaika mēneši var paiet pilnībā bez nokrišņiem.

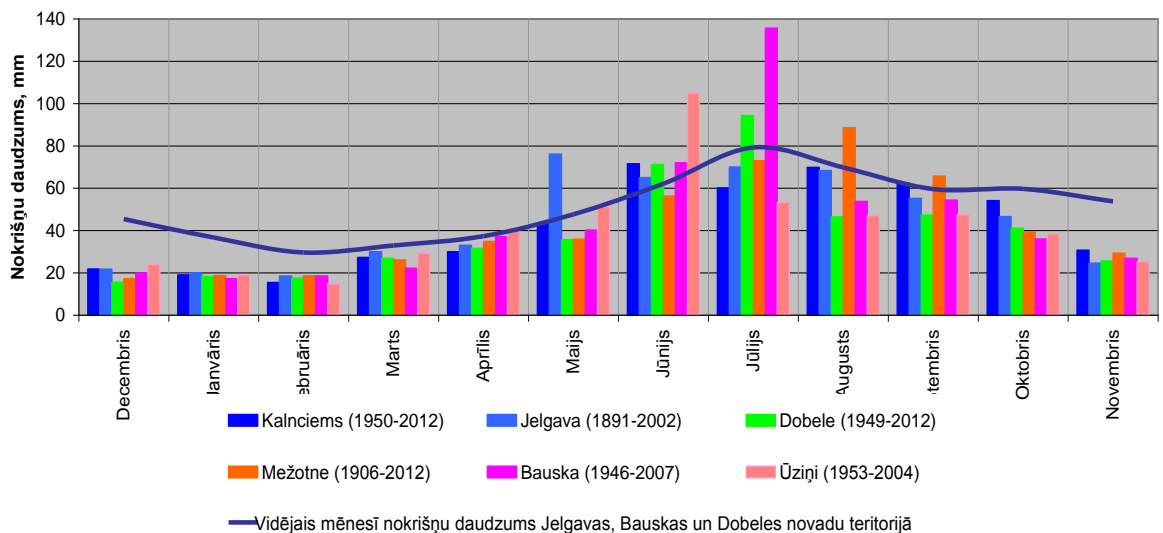
Laikā no novembra līdz aprīlim dienā ar nokrišņiem vidējais to daudzums Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir 2-3 mm. Vasaras mēnešos, kas ir ar nokrišņiem bagātākais gadalaiks, nokrišņu daudzums dienā ar nokrišņiem pieaug līdz vidēji 5-6 mm (3.8. attēls).

Šādu dienu, kad diennakts nokrišņu daudzums vasarā nepārsniedz vidējo ilggadīgo, Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir 65% no visām dienām ar nokrišņiem. 33% dienu to diennakts nokrišņu daudzums līdz 5-6 reizēm pārsniedz vidējo ilggadīgo, sasniedzot diennaktī 30 mm. Ap 2% dienu diennakts nokrišņu daudzums vasarā ir vēl lielāks, sasniedzot arī vērtības, kuras jau pārsniedz vidējo nokrišņu daudzumu visā atbilstošajā mēnesī (3.9. attēls).

Vislielākais Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā nokrišņu daudzums diennaktī ir bijis 135.6 mm, tas ir reģistrēts 1982. gada 14. jūlijā Bauskā (šajā datumā Dobelē novērotais diennakts nokrišņu daudzums bija 94.3 mm). Vairāk kā 100 mm – precīzi 105.0 mm liels nokrišņu daudzums diennaktī reģistrēts 1977. gada 17. jūnijā Ūziņos. Augustā lielākais diennakts nokrišņu daudzums – 88.6 mm - ir reģistrēts 1936. gada 29. augustā Mežotnē.



3.8. attēls. Vidējais nokrišņu daudzums diennaktī ar nokrišņiem



3.9. attēls. Maksimālais nokrišņu daudzums diennaktī

Datu perioda no 1954. līdz 2012. gadam analīze liecina, ka tāpat kā nokrišņu daudzumam, arī dienu skaitam ar nokrišņiem ir vērojams nenozīmīgs, bet tomēr pieaugums. Lineārā tendence liecina, ka Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā dienu skaits gadā ar nokrišņiem ≥ 0.5 , ≥ 1.0 , ≥ 2.0 mm vidēji 10 gadu laikā ir pieaudzis par 2-3 dienām. Gada kalendāro sezonu analīze liecina, ka šis pieaugums ir galvenokārt ziemas un vasaras sezonās (vidēji viena diena 10 gados), pavasarī un rudenī dienu skaits ar nokrišņiem ir praktiski bez izmaiņām.

Diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu analīze parādīja, ka Lielupes baseina teritorijā vislielākie nokrišņu daudzumi iespējami vasaras periodā. Vislielākais nokrišņu daudzums analizētajā laikā teritorijā esošajās novērojumu stacijās ir no 76 līdz 136 mm (3.3. tabula). Ziemā diennakts laikā vislielākie reģistrētie nokrišņi ir 18-28 mm. Iespējami arī gadi, kad sezonās izkritušo nokrišņu daudzums diennakts periodā ir ievērojami mazāks. Tomēr vasarā nevienā gadā ilggadīgā periodā tas nav reģistrēts mazāks par 8-14 mm, savukārt visā gada

griezumā ilggadīgā periodā vismazākie diennakts nokrišņu daudzumi no analizētajām novērojumu stacijām ir 12-17 mm. Maksimālo diennakts nokrišņu daudzumu ar dažādām atkārtotām varbūtībām analīzes rezultāti apkopoti 3.4.tabulā.

3.3. tabula

Novērojumu stacijās reģistrētie diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu lielākie un mazākie lielumi (mm)

Stacija		ziema	pavasaris	vasara	rudens	gads
Dobeļe	Maks.	18	36	94	47	94
	Min.	4	5	10	8	12
Bauska	Maks.	20	40	136	54	136
	Min.	5	7	14	8	17
Kalnciems	Maks.	22	43	72	62	72
	Min.	6	4	14	8	14
Mežotne	Maks.	19	36	89	66	89
	Min.	4	3	8	7	14
Saldus	Maks.	28	66	90	50	90
	Min.	4	6	9	10	14
Ūziņi	Maks.	24	51	105	48	105
	Min.	3	8	11	10	14
Jelgava	Maks.	22	76	68	55	76
	Min.	4	5	13	7	14

3.4. tabulas dati rāda, ka tie diennakts nokrišņu daudzumi, kas atkārtojas bieži pēc dažādu novērojumu staciju datiem, ir ļoti līdzīgi. Lielākas atšķirības ir starp maksimālajiem nokrišņu daudzumiem, kas atkārtojas reti. Tā kā intensīvi nokrišņi, kas visbiežāk ir raksturīgi vasaras sezonai, nereti ir ļoti lokālas parādības, tad, novērtējot maksimālo nokrišņu daudzumus, būtu ieteicams izvēlēties vislielākās vērtības no visu novērojumu staciju datiem. Turklāt jāņem vērā novērojumu stacijās reģistrētie maksimālie diennakts nokrišņu daudzumi.

2.2.1. nodaļā aprakstītā atmosfēras nokrišņu mērīšanas metodika ar Tretjakova nokrišņu mēru ļauj noteikt kopējo nokrišņu daudzumu diennakts vai 12 stundu laikā. Katrā atsevišķā gadījumā kopējais nokrišņu ilgums, kurā izkrituši nokrišņi, ir dažāds. 3.5. tabulā apkopoti rezultāti par desmit lielākajiem diennakts nokrišņu daudzumiem visā pētāmajā teritorijā pēc visu pētījumā izmantoto novērojumu staciju datiem un pēc vizuālajiem novērojumiem noteikts kopējais nokrišņu ilgums diennaktī. Kā redzams 3.5. tabulā, vislielākie kopējo diennakts nokrišņu daudzumi novēroti dažādos laika periodos. Turklāt atsevišķās dienās lieli nokrišņi daudzumi izkrīt vienas lietusgāzes laikā vai arī var tikt reģistrētas atsevišķas lietusgāzes ar pārtraukumiem. Tomēr visos šajos gadījumos kopējais periods, kurā nokrišņi ir izlijuši, ir mazāks par 24 stundām (3.5. tabula).

Veicot aprēķinus tika konstatēts, ka maksimālais diennakts nokrišņu daudzums, kas ir iespējams vismaz reizi gadā ir vienāds vai lielāks par aptuveni 20 mm. Atsevišķos gados šāds nokrišņu daudzums ir pat vairākkārt, tomēr atsevišķos gados netiek novērots. Dienu skaits ar diennakts nokrišņu daudzumu 20 mm un vairāk un šī rādītāja ilggadīgā izmaiņu tendence parādīta 3.10. attēlā. Atsevišķos gados pētāmajā teritorijā iespējamas pat līdz 9 dienām, kurās diennakts nokrišņu daudzums ir vienāds vai lielāks par 20 mm. 3.10. attēls liecina, ka visās aplūkojamās teritorijas novērojumu stacijās ilggadīgā periodā, neatkarīgi no novērojumu perioda garuma, parādās tendence palielināties dienu skaitam, kurās tiek novēroti intensīvi nokrišņi ar diennakts nokrišņu daudzumu 20 mm un vairāk.

3.4. tabula

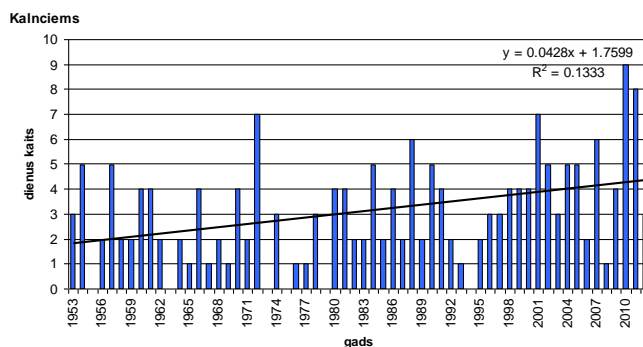
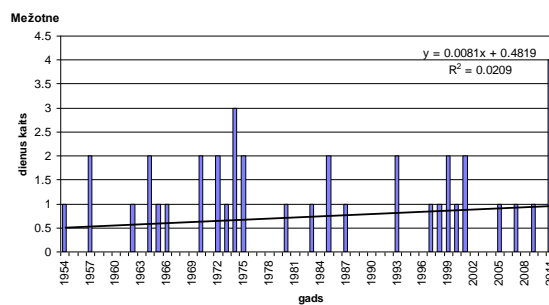
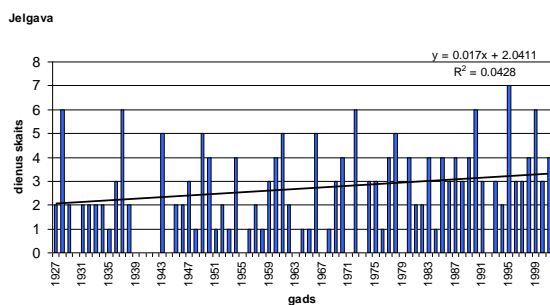
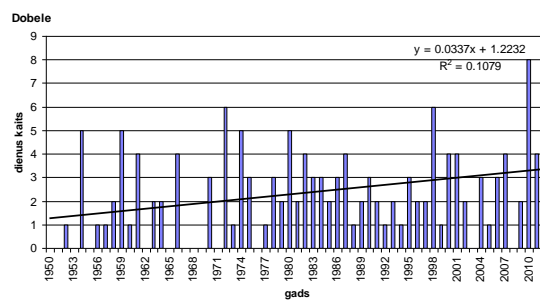
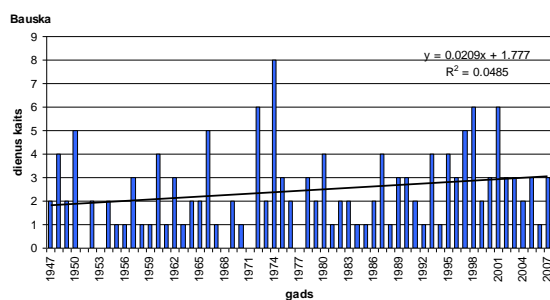
Diennakts maksimālais nokrišņu daudzums ar dažādām atkārtotānās varbūtībām gadam kopumā un pa sezonām pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.

Atkārtotānās varbūtība, gadi	Dobeles	Bauska	Saldus	Kalneciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
GADS							
2 gadi	30	30	30	32	31	32	32
5 gadi	44	44	44	45	42	46	44
10 gadi	52	54	54	53	50	56	52
20 gadi	60	64	63	61	57	66	59
50 gadi	71	76	75	71	66	78	69
100 gadi	79	85	84	79	72	87	77
1000 gadi	106	115	113	104	95	116	101
ZIEMA							
2 gadi	10	10	12	11	10	11	11
5 gadi	13	13	16	14	13	14	14
10 gadi	15	15	19	16	15	17	16
20 gadi	17	17	21	18	17	19	18
50 gadi	19	19	25	21	20	21	21
100 gadi	21	21	27	23	22	24	23
1000 gadi	27	27	36	29	29	31	30
PAVASARIS							
2 gadi	15	17	14	17	15	17	18
5 gadi	21	23	22	24	21	26	28
10 gadi	25	27	28	28	25	31	34
20 gadi	29	31	33	32	29	36	40
50 gadi	33	36	39	37	34	43	48
100 gadi	37	40	44	41	37	48	55
1000 gadi	48	53	61	55	49	65	76
VASARA							
2 gadi	27	37	27	29	27	30	28
5 gadi	41	42	42	42	38	45	39
10 gadi	50	52	51	50	44	55	47
20 gadi	59	62	61	59	51	65	54
50 gadi	71	74	73	69	59	77	63
100 gadi	79	84	82	77	65	86	70
1000 gadi	107	115	112	104	86	116	92
RUDENS							
2 gadi	19	18	19	21	18	18	18
5 gadi	26	25	25	31	27	26	26
10 gadi	31	29	29	37	33	30	31
20 gadi	36	33	32	44	39	35	36
50 gadi	42	39	37	52	46	40	42
100 gadi	47	43	41	58	52	45	47
1000 gadi	62	56	53	77	70	60	62

3.5. tabula

Desmit lielākie pētāmajā teritorijā reģistrētie diennakts nokrišņu daudzumi

Nr.	Diennakts nokrišņu daudzums, mm	Datums	Kopējais nokrišņu ilgums diennaktī, stunda: minūtes	Novērojumu stacija
1	135.6	14.07.1982	06:20	Bauska
2	105.0	17.06.1977	Precīzs laiks netika reģistrēts	Ūziņi
3	94.3	14.07.1982	04:30	Dobele
4	89.7	02.07.1972	06:30	Saldus
5	88.6	27.08.1936	03:30	Mežotne
6	87.9	28.07.1988	13:40	Saldus
7	76.1	25.05.1983	06:11	Jelgava
8	73.4	14.08.1960.	08:00	Saldus
9	73.0	26.07.1975	Precīzs laiks netika reģistrēts	Mežotne
10	72.0	23.06.2001	19:00	Bauska



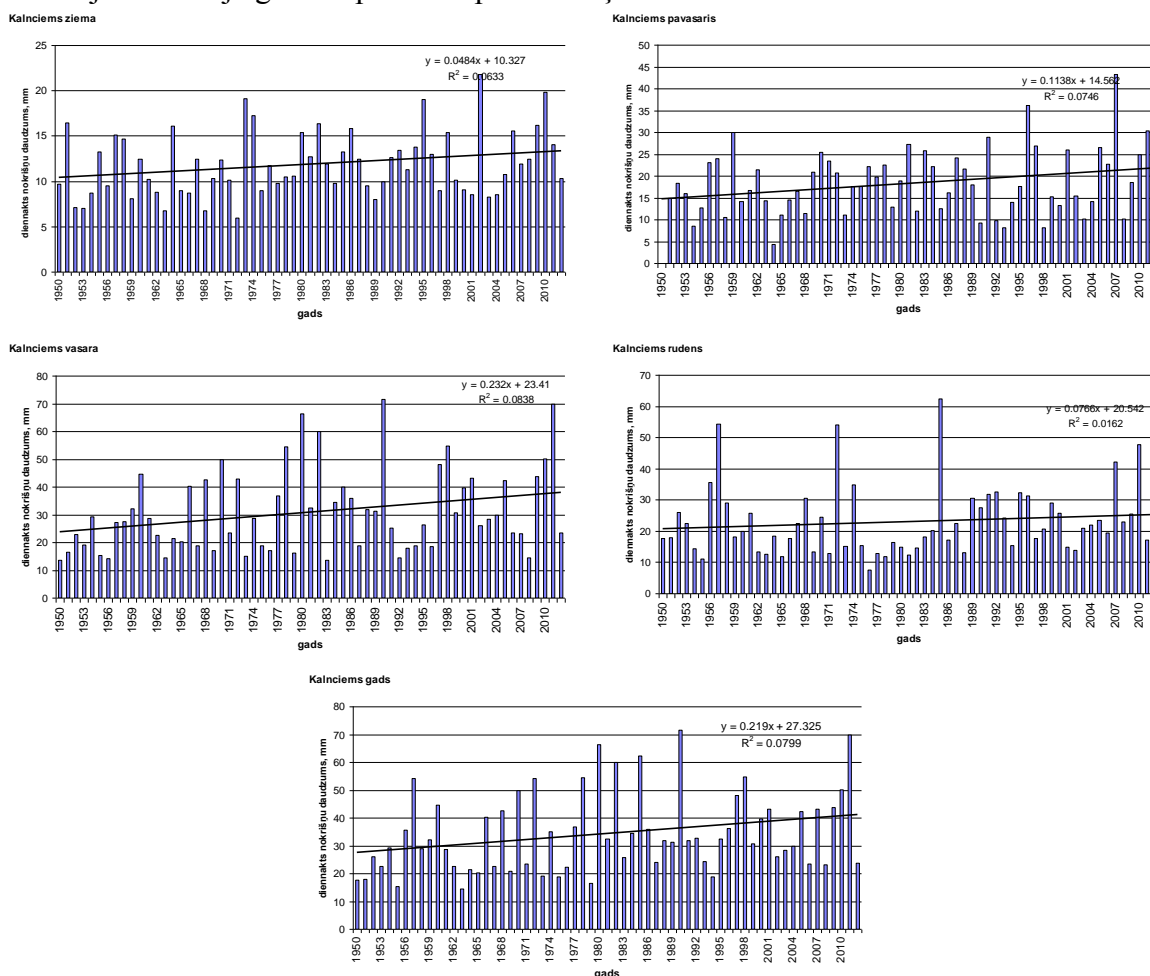
3.10. attēls. Dienu skaita gadā ar diennakts nokrišņu daudzumu ≥ 20 mm ilggadīgās izmaiņas.

Līdzīgi kā dienu skaitam ar nokrišņiem un intensīviem nokrišņiem, arī diennakts maksimālajiem nokrišņu daudzumiem ilggadīgā laika periodā tika konstatēta tendence palielināties. 3.6. tabulā apkopoti dati par diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu izmaiņu tendences raksturu un būtiskumu pēc MK testa analīzes rezultātiem. Analizētajās novērojumu stacijās gadā kopumā ir būtiska tendence palielināties diennakts maksimālajiem nokrišņu daudzumiem laikā no 20.gs, 50-tajiem gadiem līdz 2012. gadam. Tendences būtiskums atšķiras pa sezonām, tomēr visām novērojumu stacijās un visās sezonās izmaiņu trends ir pozitīvs (3.6. tabula).

3.6. tabula
Diennakts maksimālo nokrišņu summu izmaiņu būtiskums pēc Manna-Kendala testa rezultātiem (izceltajām vērtībām $p \leq 0.05$)

Novērojumu stacija	Gads	Ziema	Pavasaris	Vasara	Rudens
Dobele	1.76	1.65	0.91	2.51	1.03
Bauska	2.24	3.27	2.06	1.13	2.04
Kalnciems	2.21	1.87	1.39	1.85	1.53

3.11. attēlā ilustratīvi parādītas diennakts nokrišņu daudzuma ilggadīgās izmaiņas Kalnciema novērojumu stacijā gadā kopumā un pa atsevišķām sezonām.



3.11. attēls. Diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu ilggadīgās izmaiņas Kalnciema novērojumu stacijā gadā kopumā un pa sezonām

3.2.2. Pusdiennakts nokrišņi

Kā atzīmēts iepriekš, lielie nokrišņi daudzumi, kuri novērojumu stacijās tiek reģistrēti ar lietus mēru, un kuri pēc novērojumu metodikas atbilst diennakts nokrišņu daudzumam, parasti izkrīt mazākā laika periodā (3.5. tabula). Atmosfēras nokrišņu novērojumu ar lietus mēru metodika ļauj analizēt arī nokrišņu daudzumu, kāds ir izkritis pus diennakts jeb 12 stundu laikā. Tomēr jāatzīmē, ka līdzīgi kā diennakts nokrišņu gadījumā, arī pus diennakts laika reģistrētie nokrišņi izkrīt īsākā laika periodā, sevišķi siltajā gada laikā.

12 stundu maksimālo nokrišņu daudzumu analīze kopumā parādīja, ka iegūtie rezultāti ir līdzīgi kā maksimālajiem nokrišņu daudzumiem, kas analizēti diennakts periodā. Vislielākie nokrišņu daudzumi 12 stundu laika periodā, līdzīgi kā diennakts periodā, iespējami vasaras periodā. Vislielākais nokrišņu daudzums analizētajā laikā un teritorijā ir no 66 līdz 129 mm (3.7. tabula). Ziemā maksimālie 12 stundu laikā izkritušie nokrišņu daudzumi ir ievērojami mazāki – no 14 mm līdz 22 mm. Iespējami arī gadi, kad sezonās izkritušo nokrišņu daudzums pus diennakts periodā ir neliels. Tomēr vasarā tas nevienā gadā ilggadīgā periodā nav reģistrēts mazāks par 9-12 mm, savukārt visā gada griezumā ir jāreķinās, ka 12 stundu laikā neizkritīs mazāk par 12-15 mm.

3.7. tabula

12 stundu maksimālo nokrišņu daudzumu maksimālie un minimālie lielumi

stacija		ziema	pavasaris	vasara	rudens	gads
Dobele	Maks.	15	36	94	46	94
	Min.	4	5	9	7	12
Bauska	Maks.	14	38	129	42	129
	Min.	3	6	11	6	15
Kalnciems	Maks.	20	40	69	57	69
	Min.	4	4	12	8	14
Mežotne	Maks.	19	31	71	57	71
	Min.	4	6	10	8	15
Saldus	Maks.	22	60	90	42	90
	Min.	3	6	10	9	14
Ūziņi	Maks.	16	51	66	45	66
	Min.	5	7	11	5	14
Jelgava	Maks.	16	76	61	49	76
	Min.	4	5	10	7	15

Izmantojot savāktos un apkopotos datus par 12 stundu maksimālo nokrišņu daudzumu, tika veikti dažādu atkārtotānos varbūtību aprēķini maksimālajiem nokrišņu daudzumiem, kas izkrīt analizētajā teritorijā 12 stundās. Analīzes rezultāti apkopoti 3.8. tabulā.

Kopumā analīzes rezultāti parādīja, ka vislielākie nokrišņu daudzumi, līdzīgi kā diennakts nokrišņu daudzumiem, iespējami vasaras sezonā, bet ziemā to intensitāte ir ievērojami mazāka.

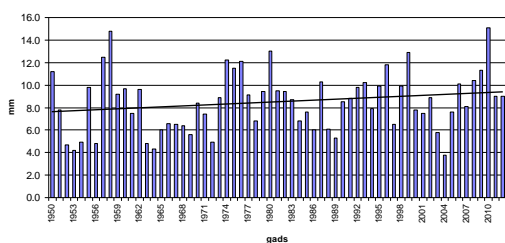
Datu rindu ilgtermiņa analīze liecina, ka kopumā visās sezonās ir vērojama 12 stundu maksimālo nokrišņu daudzumu pieauguma pozitīva tendence, t.i. ilggadīgā periodā tiem ir tendence palielināties (3.12. attēls). Visizteiktākā šī tendence tika konstatēta tieši siltajā gadā laikā, t.i. periodā, ka kopumā tiek novēroti visintensīvākie nokrišņi. Statistiski nozīmīgs ar būtiskumu $p=0.1$ šis pozitīvais trends ir gadam kopumā (MK vērtība 1.87) un ziemas sezonā (MK vērtība 1.83), savukārt vasaras sezonā ir statistiski nozīmīgs ar būtiskumu $p=0.01$ (MK vērtība 2.69).

3.8. tabula

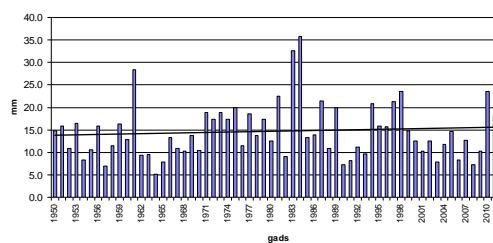
Gada maksimālais 12 stundu nokrišņu daudzums (mm) ar dažādām atkārtotības varbūtībām pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.

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

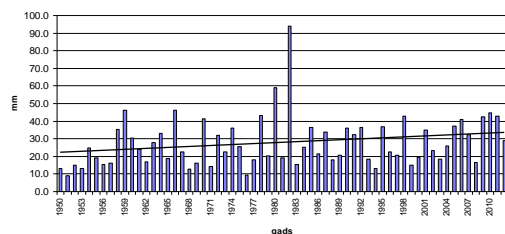
Dobeles-ziema



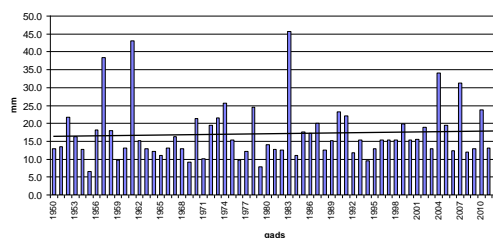
Dobeles-pavasaris



Dobeles-vasara



Dobeles-rudens



3.12. attēls. Maksimālo 12 stundu nokrišņu daudzumu ilgtermiņa izmaiņas pa atsevišķām sezonām novērojumu stacijā Dobeles. Taisnā melnā līnijā ir lineāro izmaiņu līkne.

3.3. Maksimālās nokrišņu intensitātes

Iepriekš analizētie diennakts un 12 stundu nokrišņu daudzumu rādītāji iegūti pēc termiņu novērojumu datiem, kas nozīmē, ka šis nokrišņu daudzums ir izlijis 24 stundu vai 12 stundu laikā vai arī īsākā laika periodā. Šajā gadījumā katram nokrišņu daudzuma lielumam netiek precizēts, cik ilgā laika periodā tas ir izkritis un kāda ir bijusi nokrišņu intensitāte šajā laika periodā.

Lai noteiktu, kāda ir lietus ūdeņu notece no virsmas, ir nepieciešams zināt gan nokrišņu daudzumu, gan arī iespējamo nokrišņu intensitāti. Nokrišņu intensitāte tika aprēķināta un analizēta, izmantojot pluviogrāfa novērojumu datus Dobeles, Bauskas un Saldus novērojumu stacijās. Pēc novērojumu un datu apstrādes metodikas lietus intensitātes mērījumi ar pluviogrāfu veikti laika periodā no aprīļa līdz septembrim-oktobrim, kas kopumā ir laika periods, kad tiek reģistrēti nokrišņi ar lielāko intensitāti. Izmantojot novērojumu datus, katram gadam tika atlasīti un analizēti dati par lielāko nokrišņu intensitāti 1, 5, 10, 20, 30, 60, 90, 180 un 540 minūšu laikā. Aplūkojamajā periodā tika analizētas tikai nokrišņu epizodes, kurās kopējais nokrišņu daudzums pārsniedza 2.0 mm.

Informācija par maksimālajām lietus intensitātēm apkopota 3.9. tabulā. Tabulā salīdzināšanai ievietoti dati arī pēc jaunākā pētījuma par lietus intensitāti dažādos laika periodos pēc novērojumu stacijas Rīga datiem (Ziemeļnieks, 2011).

3.9. tabula

Maksimālā un vidējā nokrišņu intensitāte dažādos laika periodos mm/min
no gada maksimālajiem lielumiem

Laika periods	Lielums	Intensitāte mm/min			
		Bauska	Dobele	Saldus	Rīga*
1 min	Maksimālā	3.57	4.60	4.20	4.97
	Vidējā	1.36	1.23	1.20	1.17
5 min	Maksimālā	3.50	2.26	3.00	1.94
	Vidējā	1.19	1.02	0.93	1.01
10 min	Maksimālā	2.14	2.02	3.00	1.94
	Vidējā	0.88	0.77	0.79	0.87
20 min	Maksimālā	1.73	1.43	2.63	0.98
	Vidējā	0.61	0.58	0.54	0.61
30 min	Maksimālā	1.25	1.17	1.56	0.77
	Vidējā	0.48	0.42	0.43	0.48
60 min	Maksimālā	1.18	0.91	1.15	0.63
	Vidējā	0.27	0.24	0.25	0.30
120 min	Maksimālā	0.93	0.67	0.69	0.39
	Vidējā	0.17	0.15	0.14	0.20
180 min	Maksimālā	0.64	0.48	0.35	0.27
	Vidējā	0.12	0.11	0.11	0.11
540 min	Maksimālā	0.12	0.09	0.12	0.09
	Vidējā	0.03	0.04	0.03	0.03

* Pēc Ziemeļnieks, 2011

Veicot nokrišņu aprēķinus lietus ūdens kanalizācijas sistēmām, jāņem vērā visneizdevīgākais gadījums, un tie ir maksimālie iespējamie nokrišņi, pēc kuriem arī tālāk nosaka maksimālos caurplūdumus. R. Ziemeļnieka pētījums (Ziemeļnieks, 2011) parādīja, ka

analizējot aprēķinu rezultātus, vislielākās vērtības nokrišņu daudzumiem dažādos laika mērījumos pie minimāliem, vidējiem un maksimāliem varbūtības atkārtojumiem uzrāda Gumbela sadalījums. Šos rezultātus ar Gumbela sadalījuma vērtībām varētu izmantot tālākos aprēķinos kā visneizdevīgākais iespējamais varbūtības gadījums pie noteces lieluma prognozēšanas (Ziemeļnieks, 2011).

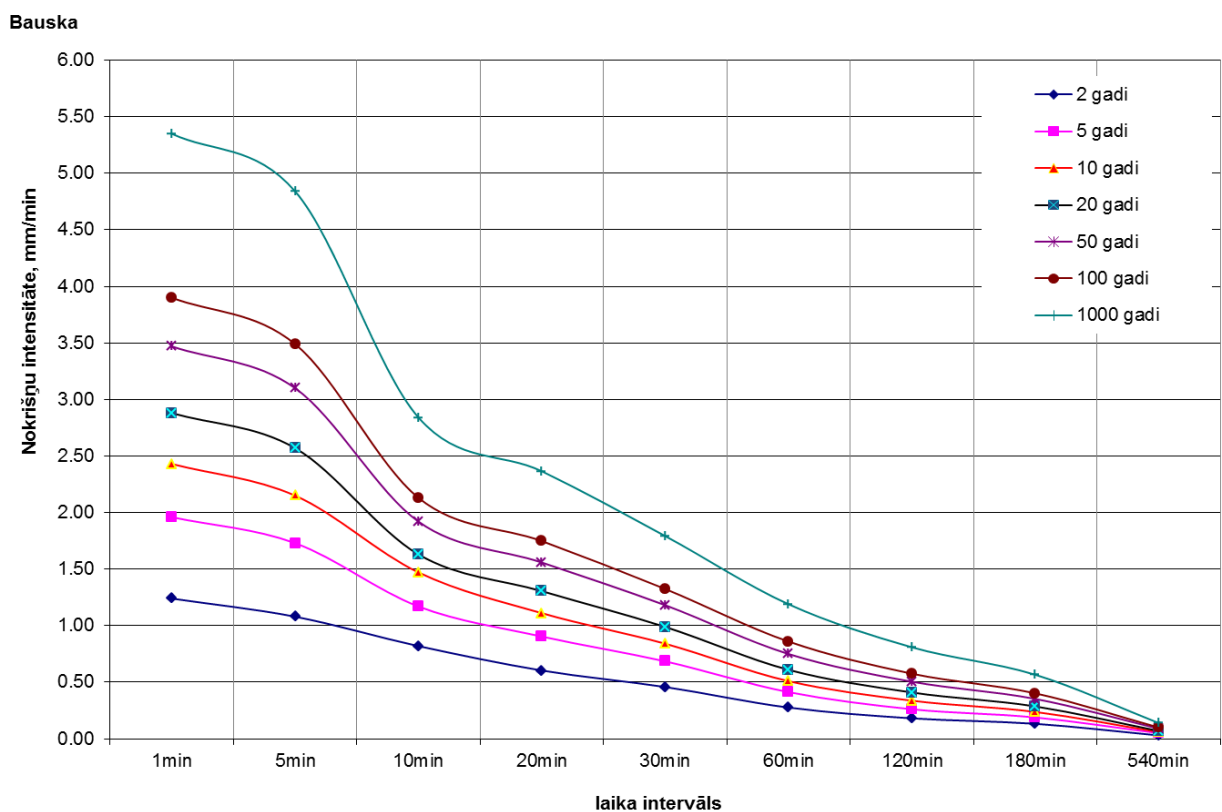
3.13.-3.15. attēlos un tiem pievienotajās tabulās ir parādītas maksimālās aplēses prognozētās lietus intensitātes ar dažādām atkārtotānās varbūtībām pēc Bauskas, Dobeles un Saldus novērojumu staciju datiem. Novērojumu datu statistiskā analīze parādīja, ka pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma reizi 100 gados maksimālā 1 minūtes nokrišņu intensitāte ir 3.55-4.37 mm/min, kas kopumā atbilst maksimāli novērotajai intensitātei pētāmajā reģionā (3.9. tabula). Savukārt katru otro gadu lietus intensitāte 1 minūtes laikā var sasniegt lielumu 1.10-1.24 mm/min, kas kopumā ir tuvs vidējam maksimālajam 1 minūtes intervāla lietus intensitātes lielumam.

Tika analizētas arī dažu laika intervālu maksimālās nokrišņu intensitātes izmaiņas ilggadīgā laika periodā. 3.10. tabulā parādīti ilgtermiņa izmaiņu analīzes rezultāti. Dobeles novērojumu stacija, kurai nokrišņu intensitātes datu rinda ir visgarākā, parādīja, ka nokrišņu intensitātei ir tendence palielināties laika intervālos 10 minūtes un vairāk. Līdzīgus rezultātus parādīja arī Saldus novērojumu stacijas datu analīze. Bauskas novērojumu stacijā būtiska lietus intensitātes palielināšanās tika konstatēta 2 stundu un 3 stundu intervālos. Atšķirības lietus intensitātes ilgtermiņa izmaiņu rādītājos varētu tikt izskaidrotas ar dažādu novērojumu datu rindu garumu, daļēji ar atšķirībām pluviogrāfa novērojumu datu apstrādes metodēs dažādos laika periodos, kā arī ar intensīvu lietusgāžu nereti lokālo raksturu.

3.10. tabula

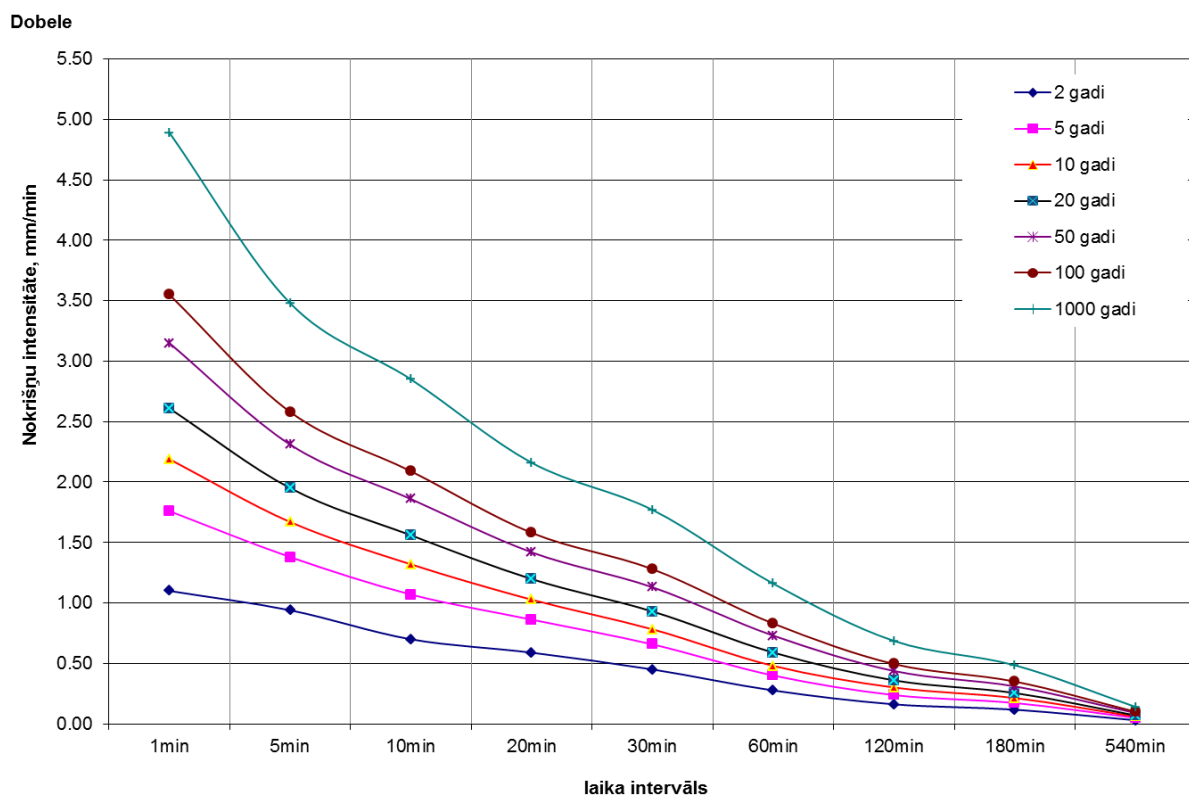
Maksimālās nokrišņu intensitātes dažādos laika periodos izmaiņu būtiskums pēc Manna-Kendala testa rezultātiem (izceltajām vērtībām $p \leq 0.05$)

1 min	5 min	10 min	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	540 min
Dobele, 1953-2012.g								
-0.69	0.19	2.67	1.45	2.80	3.29	2.61	2.69	1.36
Bauska, 1962-2008.g.								
-1.05	-2.18	-0.47	0.86	1.15	1.00	2.47	1.72	1.21
Saldus, 1953-2008								
-0.88	-0.16	2.17	0.79	2.31	2.83	1.80	1.78	0.23



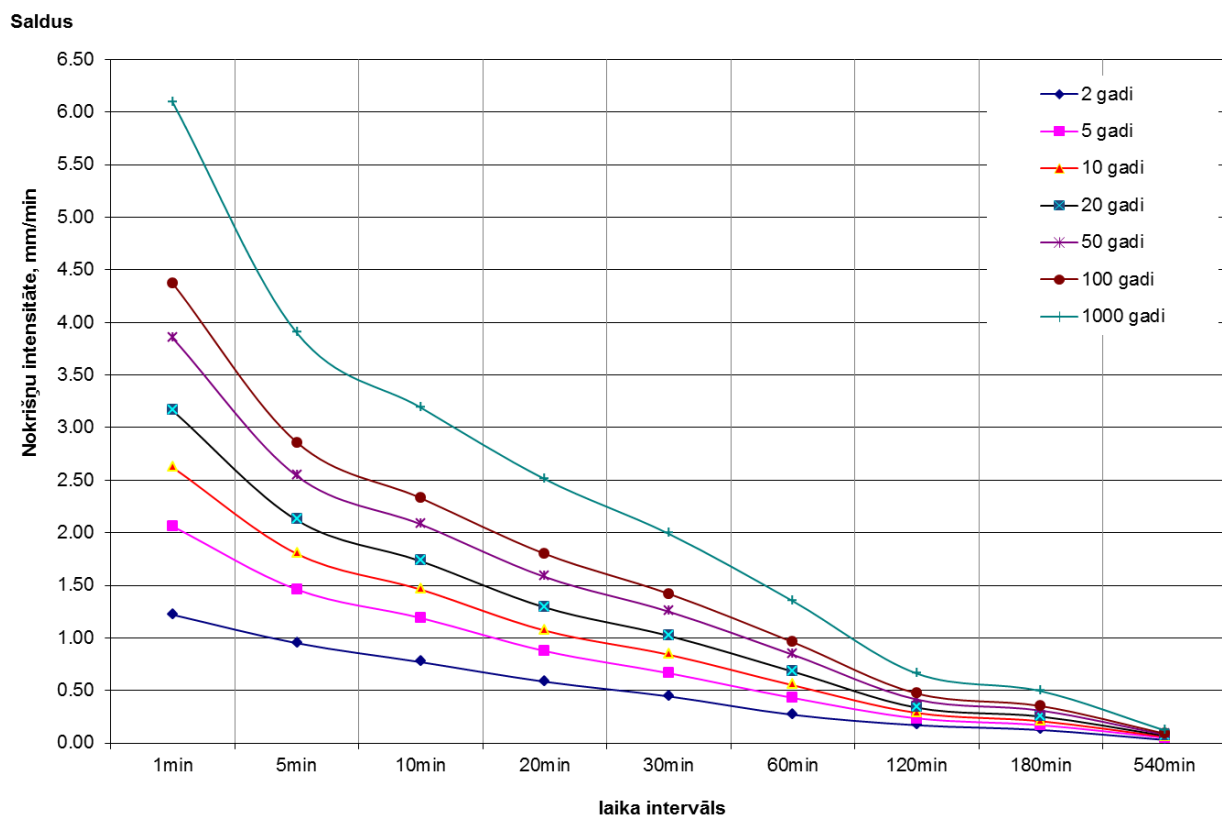
Atkārtotības varbūtība, gadi	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
2 gadi	1.24	1.08	0.82	0.60	0.46	0.28	0.18	0.13	0.05
5 gadi	1.96	1.73	1.17	0.90	0.68	0.41	0.26	0.19	0.07
10 gadi	2.43	2.15	1.47	1.11	0.84	0.51	0.34	0.24	0.09
20 gadi	2.88	2.57	1.63	1.31	0.99	0.61	0.41	0.29	0.10
50 gadi	3.47	3.10	1.92	1.56	1.18	0.75	0.51	0.35	0.12
100 gadi	3.90	3.49	2.13	1.75	1.32	0.86	0.58	0.40	0.14
1000 gadi	5.35	4.84	2.84	2.37	1.79	1.19	0.81	0.57	0.18

3.13. attēls. Maksimālās nokrišņu intensitātes (mm/min) prognozēšana dažādos laika intervālos Bauskas novērojumu stacijā. Atkārtotības varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.



Atkārtotās varbūtība, gadi	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
2 gadi	1.10	0.94	0.70	0.59	0.45	0.28	0.16	0.12	0.05
5 gadi	1.76	1.38	1.07	0.86	0.66	0.40	0.24	0.17	0.07
10 gadi	2.19	1.67	1.32	1.03	0.78	0.48	0.30	0.21	0.08
20 gadi	2.61	1.95	1.56	1.20	0.93	0.59	0.36	0.26	0.10
50 gadi	3.15	2.31	1.86	1.42	1.13	0.73	0.44	0.31	0.11
100 gadi	3.55	2.58	2.09	1.58	1.28	0.83	0.50	0.35	0.13
1000 gadi	4.89	3.48	2.85	2.16	1.77	1.16	0.69	0.49	0.17

3.14. attēls. Maksimālās nokrišņu intensitātes (mm/min) prognozēšana dažādos laika intervālos Dobeles novērojumu stacijā. Atkārtotās varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.



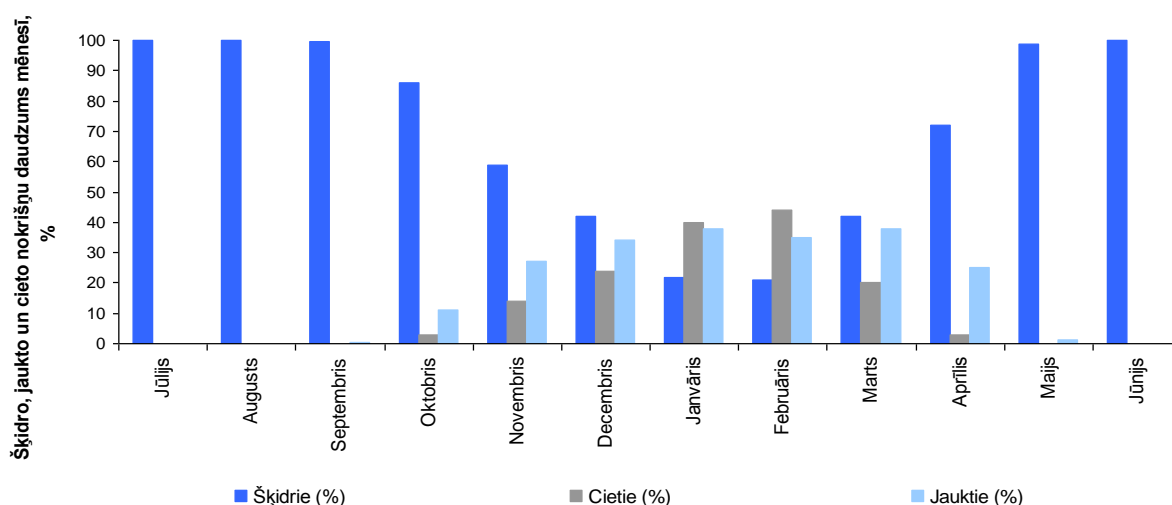
Atkārtšanās varbūtība, gadi	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
2 gadi	1.22	0.95	0.77	0.58	0.44	0.27	0.17	0.12	0.05
5 gadi	2.06	1.46	1.19	0.88	0.66	0.43	0.24	0.17	0.07
10 gadi	2.62	1.80	1.46	1.07	0.84	0.55	0.29	0.21	0.08
20 gadi	3.16	2.12	1.73	1.29	1.02	0.68	0.34	0.25	0.10
50 gadi	3.85	2.54	2.08	1.58	1.25	0.84	0.41	0.31	0.12
100 gadi	4.37	2.86	2.33	1.80	1.42	0.96	0.47	0.35	0.13
1000 gadi	6.09	3.90	3.19	2.51	1.99	1.35	0.66	0.49	0.18

3.15. attēls. Maksimālās nokrišņu intensitātes (mm/min) prognozēšana dažādos laika intervālos Saldus novērojumu stacijā. Atkārtšanās varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma.

3.4. Sniega sega un ūdens daudzums sniega segā

3.4.1. Sniega segas raksturojums

Gada laikā, mainoties Saules enerģijas daudzumam, ko saņem zemes virsma, un gaisa temperatūrai, mainās arī izkrītošo nokrišņu veids. Latvijas vidusdaļā šķidrie nokrišņi izkrīt visu gadu, vismazāk - visaukstākajos gada mēnešos – janvārī un februārī: vidēji ap 20% no kopējā mēnesī nokrišņu daudzuma. Atsevišķos aukstos gados ziemas mēnešos šķidro nokrišņu var nebūt nemaz. Savukārt vasaras mēnešos (jūnijā, jūlijā un augustā) nokrišņi ir tikai šķidrā veidā. Sākot no septembra līdz maijam šķidrājiem nokrišņiem pievienojas jauktie, kā arī cietie nokrišņi. Janvārī un februārī vidēji gandrīz puse no visa nokrišņu daudzuma ir cietie nokrišņi, atsevišķos aukstos ziemas mēnešos nokrišņi var būt tikai cietā veidā (3.16. attēls).

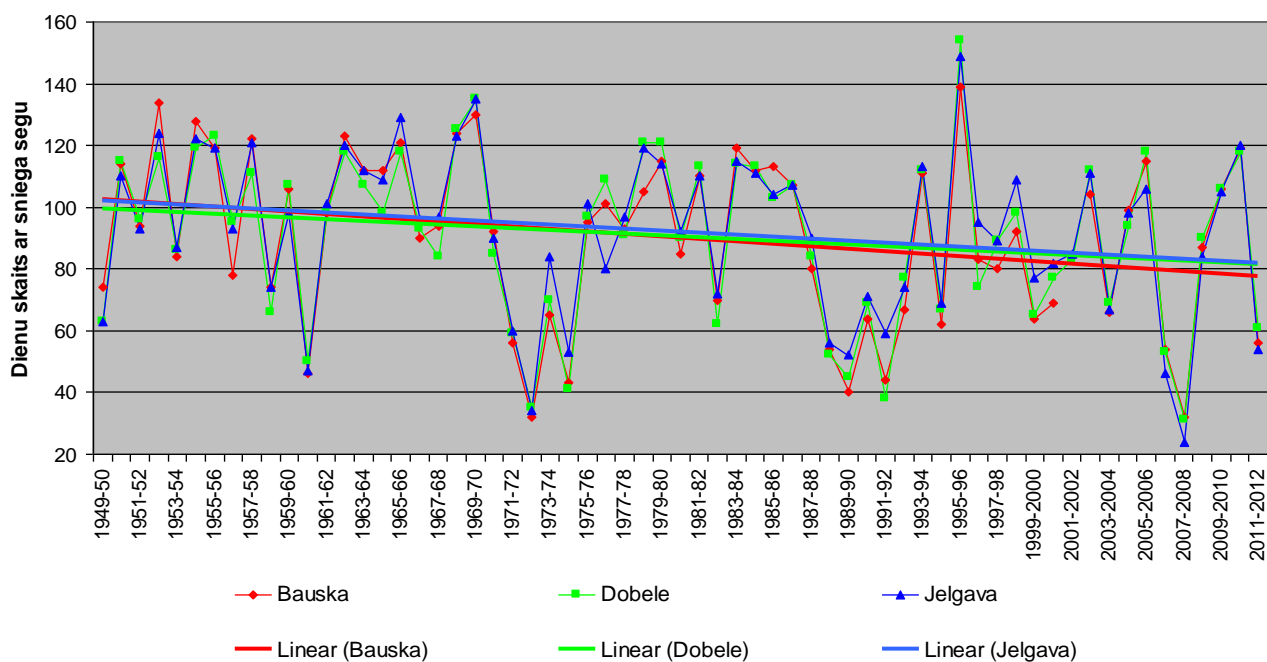


3.16. attēls. Nokrišņu Latvijas vidusdaļā sadalījums veidos

Šķidrie nokrišņi izkrīt lietus, smidzinoša lietus veidā, cietie nokrišņi - sniega, sniega vai ledus graudu veidā. Jauktie nokrišņi izkrīt slapja sniega, sniega ar lietu veidā.

Sniega segu veido izkritušais sniegs (uz zemes virsmas nonākušie cietie un jauktie nokrišņi), ar ūdeni piesātinātais sniegs (šķidro nokrišņu izkrišanas sniegā, atkušņa, nesasalušas zemes siltuma produkts), sniega segas kušanas rezultātā izveidojies sniega ūdens slānis, kā arī ledus garoza uz zemes virsmas.

Ilggadīgie sniega segas novērojumi liecina, ka Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā pirmoreiz sniega sega parādās vidēji 13. novembrī. Atsevišķos gados aukstas gaisa masas pirmo sniegu var atnest pat mēnesi ātrāk - laika periodā no 7. līdz 13. oktobrim, bet siltos rudenos un ziemas sākumā pirmā sniega sega ir bijusi jāgaida līdz pat janvārim. Pirmā sniega sega visbiežāk nav ilgstoša. Noturīgas sniega segas periods Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir no 24. decembra līdz 11. martam (vidējie datumi). Protams, arī šie termiņi atkarībā no laika apstākļiem konkrētajos gados ir svārstījušies vairāku mēnešu diapazonā. Sniega sega izzušanas vidējie datumi Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir no 4. līdz 9. aprīlim, bet visvēlākā sniega sega ir bijusi vēl 7.-9. maijā (3.17. attēls).



3.18. attēls. Dienų skaita ar sniega segu ilggadīgās izmaiņas Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošajās stacijās

3.4.2. Ūdens daudzums sniega segā

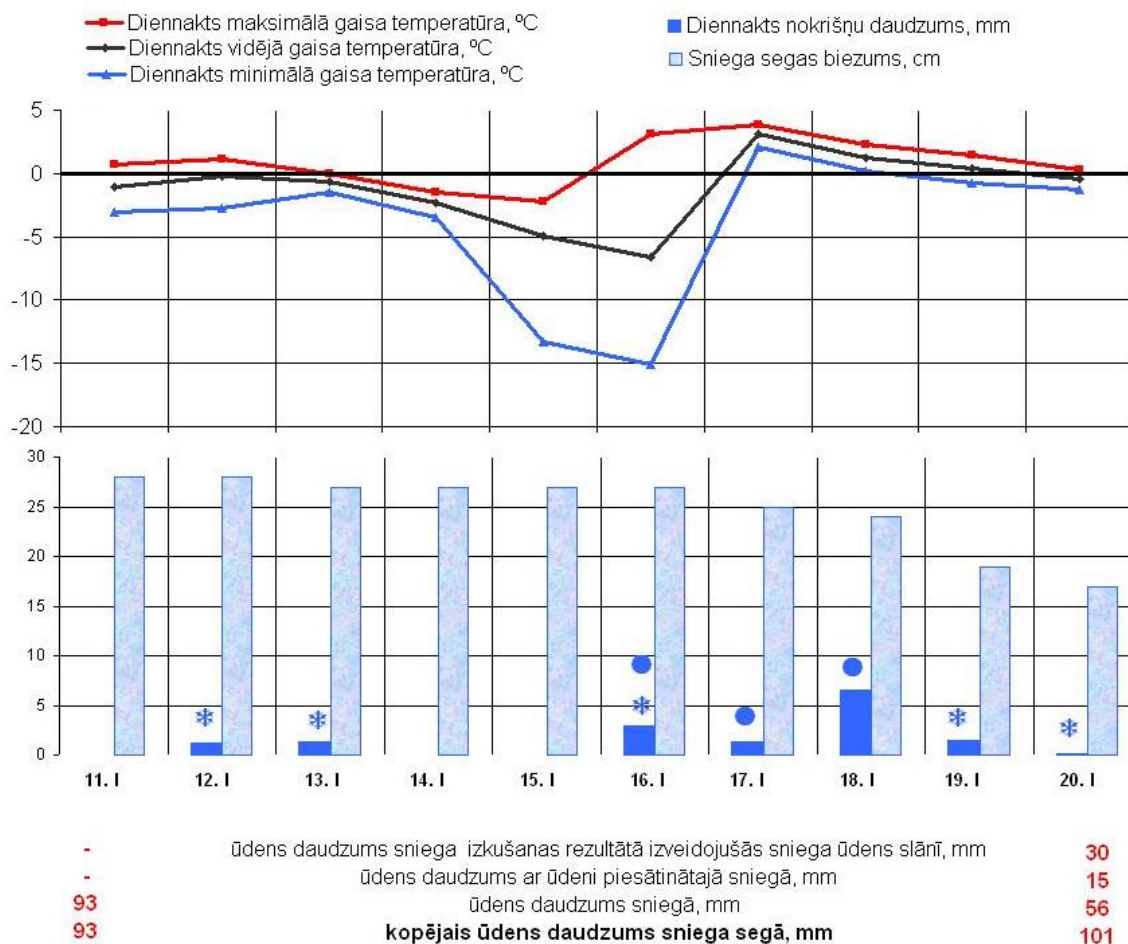
Informāciju, cik daudz ūdens konkrētajā vietā rastos, visam esošajam sniega segas slānim izkūstot, sniedz dati par kopējo ūdens daudzumu sniega segā.

Kopējais ūdens daudzums sniega segā, tāpat kā nokrišņu daudzums, tiek mērīts milimetros [mm]. Vienu milimetru biezs ūdens slānis izveidojas, ja uz vienu kvadrātmetru lielas horizontālas virsmas, tur esošā sniega segas slāņa izkuššanas rezultātā izplūst viens litrs ūdens, ūdenim neiztvaikojot, neiesūcoties virsmā un nenotekot no tās.

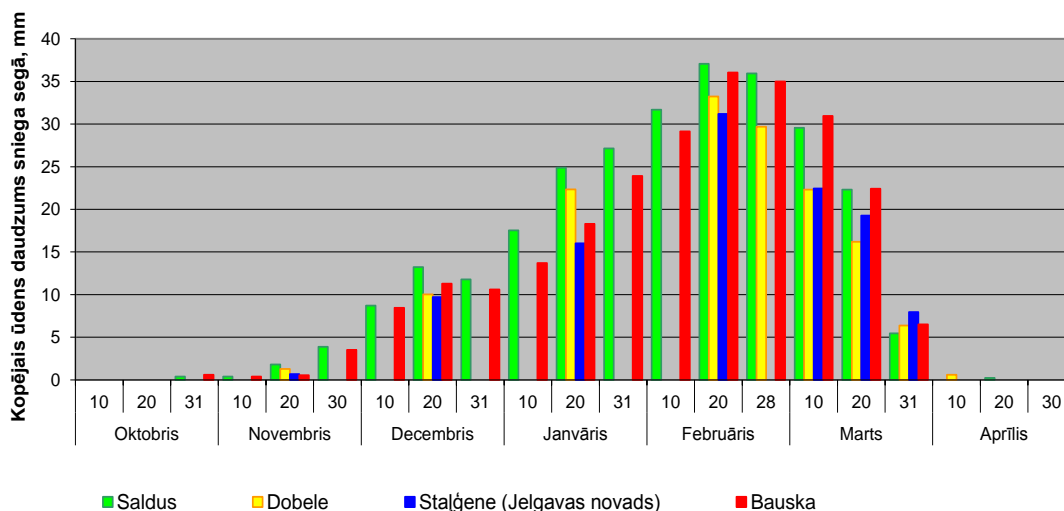
Tāpat kā sniega segu veido gan izkritušais sniegš, gan ar ūdeni piesātinātais sniegš, kā arī sniega segas kušanas rezultātā izveidojies sniega ūdens slānis un ledus slānis, kopējais ūdens daudzums sniega segā sastāv no ūdens daudzuma izkritušajā sniegā, ūdens daudzuma ar ūdeni piesātinātajā sniegā, ūdens daudzuma sniega segas izkuššanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slānī un ūdens daudzuma ledus garozā.

Ziemām kļūstot siltākām, biežāki, intensīvāki un ilgāki kļūst atkušņi, vairs nebrīnāties par nokrišņiem lietūs veidā pat gada tradicionāli visaukstākajos mēnešos. Siltajos un lietainajos ziemas periodos kopējā ūdens daudzumā sniega segā būtisku ieguldījumu dod ūdens daudzums ar ūdeni piesātinātajā sniegā un ūdens daudzums sniega segas izkuššanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slānī. Tā piemēram, 2011. gada janvāra vidū, Dobelē, gaisa temperatūrai paaugstinoties līdz pat +2...+4 grādiem (šajā gadalaikā tas ir 5-7 grādus virs normas) un divās diennaktīs nolīstot vērā ņemamam šķidro nokrišņu daudzumam (2/3 no dekādes normas), gandrīz pusi no kopējā ūdens daudzuma sniega segā veidoja ūdens daudzums ar ūdeni piesātinātajā sniegā un ūdens daudzums sniega segas izkuššanas rezultātā izveidojušās sniega ūdens slānī (3.19. attēls). Tādējādi, lai pareizi novērtētu visu iespējamo ūdens daudzumu sniega segā, kā raksturlielums ir jāizmanto kopējais ūdens daudzums sniega segā.

Ilggadīgie novērojumi rāda, ka kopējā ūdens daudzuma sniega segā izmaiņas aukstās sezonas laikā ir līdzīgas sniega segas biezuma izmaiņām. Vislielākais ūdens daudzums sniega segā – vidēji 30-37 mm – ir ap sniega segas maksimālā biezuma laiku – februāra otrajā pusē (3.20. attēls).

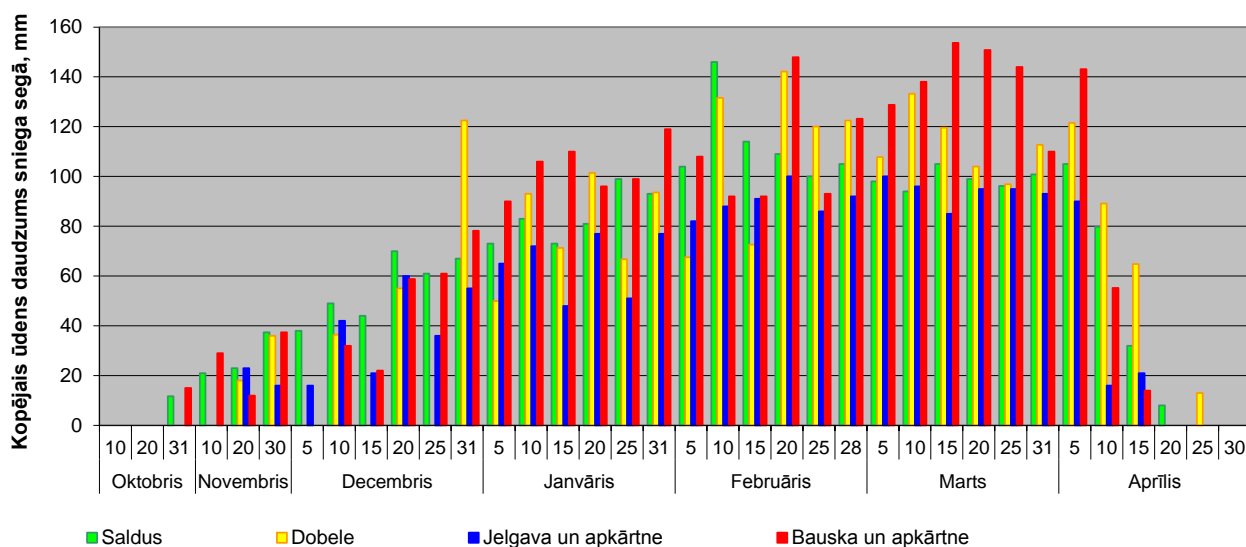


3.19. attēls. Kopējā ūdens daudzuma sniega segā sastāvdaļu izmaiņas atkarībā no laika apstākļiem. Dobele, 2011. gada 11.-20. Janvāris



3.20. attēls. Ilggadīgais vidējais kopējais ūdens daudzums sniega segā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošajās un Saldus novērojumu stacijās

Atsevišķos gados, atkarībā no konkrētajiem laika apstākļiem – atkušņu biežuma, intensitātes un ilguma, jaukto un šķidro nokrišņu biežuma un daudzuma u.c. – kopējais ūdens daudzums sniega segā ir vairākkārtīgi pārsniedzis atbilstošās vidējās vērtības. Tāpat laika apstākļu īpatnības konkrētos gados ir iemesls tam, ka kopējā ūdens daudzuma sniega segā sezonālais maksimums iestājas ne februārī, bet citos sniega sezonas mēnešos (3.21. attēls).



3.21. attēls. Ilggadīgais maksimālais kopējais ūdens daudzums sniega segā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošajās un Saldus novērojumu stacijās

Sniega segas kušanas rezultātā, sniega segas sastāvdaļām daļēji vai pilnībā pārvērsties ūdenī, pieaug ūdens krājumi gan upēs, gan uz sauszemes. Tādējādi sniega segas kušanas ūdeņi rada papildus slodzi lietus kanalizācijas sistēmām.

Kalendārie termiņi, kuros Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijās esošajās un Saldus novērojumu stacijā tika veikti ūdens daudzuma sniega segā mērījumi, vēsturiskajā laika posmā ir bijuši dažādi – no vienas līdz sešām reizēm mēnesī. Tāpēc, lai mainīgo laika apstākļu un reālās vēsturisko datu esamības situācijā iegūtu informāciju par iespējami vislielāko ūdens

daudzumu sniega segā ziemu periodos, katrā novada teritorijā tika apkopoti un analizēti ilggadīgie dati par maksimālajiem kopējā ūdens daudzumiem sniega segā katrā ziemas sezonā. Iegūtā statistiskā informācija ir apkopota 3.11. tabulā.

3.11. tabula

Kopējā ūdens daudzuma sniega segā statistiskie raksturlielumi
Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā esošajās un Saldus novērojumu stacijās

Teritorija		Saldus	Dobele	Bauska un apkārtnē	Jelgava un apkārtnē	
Datu periods		1950/51-2006/07	1958/59-2011/12	1950/51-2011/12	1955/56-1990/91	
Ziemas periodu skaits, kad kopējais ūdens daudzums sniega segā bija lielāks par nulli		56	51	59	35	
Vidējais no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām, mm		54	52	53	56	
Maksimālais no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām, mm		146	142	154	100	
Ziemas periodu maksimālo kopējā ūdens daudzumu sniega segā sadalījums, %	0.1	10.4	2	0	7	6
	10.5	20.4	16	15	2	6
	20.5	30.4	9	8	13	11
	30.5	40.4	10	14	19	6
	40.5	50.4	16	17	14	20
	50.5	60.4	7	14	19	8
	60.5	70.4	11	8	0	6
	70.5	80.4	9	6	8	14
	80.5	90.4	2	6	8	6
	90.5	100.4	9	4	3	17
	100.5	110.4	7	2	0	
	110.5	120.4	0	0	3	
	120.5	130.4	0	4	0	
	130.5	140.4	0	0	2	
140.5	150.4	2	2	0		
150.5	160.4			2		

Ilggadīgo datu analīze rāda, ka ilggadīgās vidējās vērtības no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām visā pētījumā iekļautajā teritorijā ir bez būtiskām atšķirībām: no 52 līdz 56 mm.

Neskatoties uz dažādajiem novērojumu kalendārajiem periodiem, maksimālās (ilggadīgā periodā vislielākās) no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām ir tuvas Saldū, Dobelē, Bauskā un tās apkārtnē: 142-154 mm. Mazākā maksimālā vērtība Jelgavā un tās apkārtnē ir skaidrojama ar to, ka kopējā ūdens daudzuma sniega segā novērojumi šajā reģionā netika veikti pēc 1990.-1991. gadu ziemas, kad tuvākajās stacijās tika novērotas maksimālās un tām tuvas vērtības. Tādējādi pareizi būtu Bauskas reģionā 1995.-1996. gadu ziemā novēroto maksimālo kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtību attiecināt arī uz Jelgavas reģionu.

Ziemas periodu maksimālo kopējā ūdens daudzumu sniega segā sadalījums liecina, ka visā pētījumā iekļautajā teritorijā vairāk kā pusē ziemu maksimālais ziemas periodā kopējais ūdens daudzums sniega segā ir no 11 līdz 60 mm. Vērtības virs 100 mm Saldū, Dobelē un Bauskas reģionā ir tikai 7-9% gadījumu.

Ņemot vērā dažādo novērojumu datu rindu garumu, ziemas periodu maksimālo kopējā ūdens daudzumu sniega segā atkārtotānos varbūtību aprēķinam tika izmantota Gumbela varbūtību sadalījuma metode ar korekcijām atkarībā no datu rindu garuma. Aprēķinu rezultāti ir apkopoti 3.12. tabulā.

3.12. tabula

Ziemas periodu maksimālo kopējā ūdens daudzuma (mm) sniega segā vērtību atkārtotānos varbūtības Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados esošajās un Saldus novērojumu stacijās

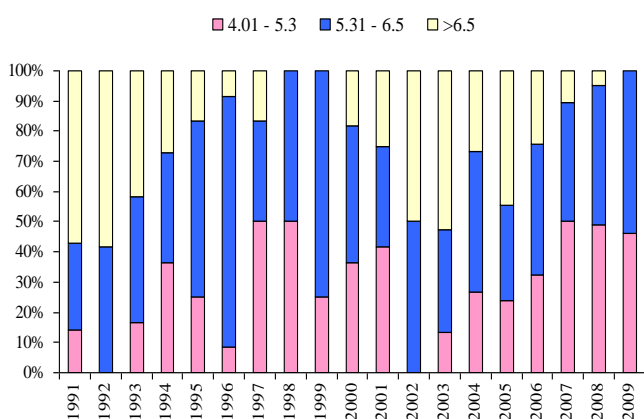
Atkārtotānos varbūtības		Saldus	Dobele	Bauska un apkārtnē	Jelgava un apkārtnē	Vidējais pētāmajā teritorijā
Datū periods		1950/51-2006/07	1958/59-2011/12	1950/51-2011/12	1955/56-1990/91	
50%	1 reizi 2 gados	49	47	48	52	49
33%	1 reizi 3 gados	64	62	63	65	63
20%	1 reizi 5 gados	79	77	79	80	79
10%	1 reizi 10 gados	99	96	99	99	98
5%	1 reizi 20 gados	119	115	119	117	117
2%	1 reizi 50 gados	144	139	144	140	142
1%	1 reizi 100 gados	162	157	163	158	160

Datu analīze liecina, ka atkārtotānos varbūtību vērtības visā to diapazonā pētāmajā teritorijā ir bez būtiskām teritoriālām atšķirībām. 94-98%, t.i. absolūti lielākā daļa no maksimālajām ziemas periodā kopējais ūdens daudzuma sniega segā vērtībām ir ne retāk kā reizi 20 gados. Visā apskatītajā datū periodā vislielāko visā pētāmajā teritorijā maksimālo ziemas periodā kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtību varbūtība nepārsniedz 1%, t.i. ir iespējama vidēji reizi 100 gados.

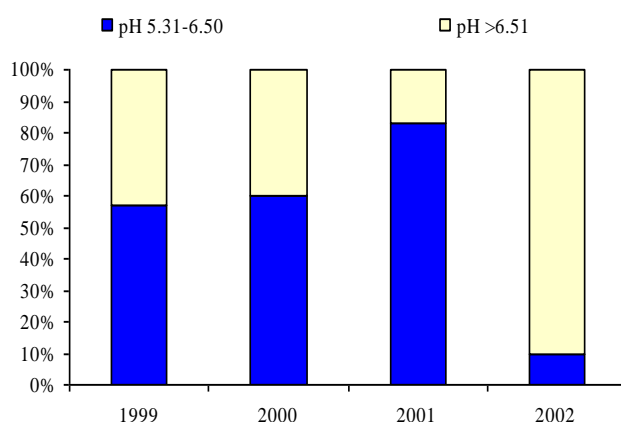
3.5. Nokrišņu ķīmiskā sastāva kvalitātes raksturojums

3.5.1. Nokrišņu skābums (pH līmenis)

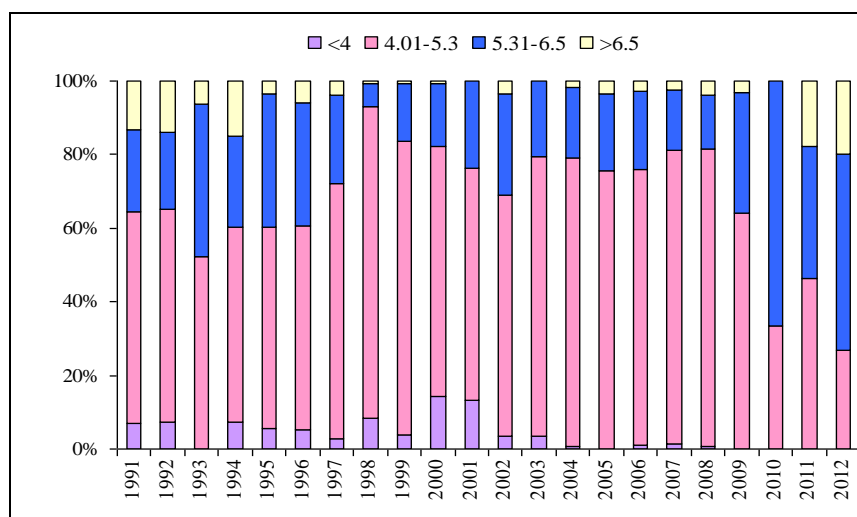
Novērtēšanas periodā (2.1. tabula) **nokrišņu skābums** (pH līmenis) Dobeles novērojumu stacijā svārstījās no 4.68 līdz 6.95, Bauskā - no 5.32 līdz 7.34, bet Rucavā - no 3.08 līdz 7.69. Dobelē laika posmā no 1991. līdz 2009. gadam 43.9% gadījumos nokrišņu pH vidējais līmenis bija neitrāls, 30.6% - paskābināts un 25.5% - sārmais. Tomēr nepieciešams atzīmēt, kā 1999. gadā pH līmenis Dobeles novērojumu stacijā ir bijis neitrāls 75% gadījumos (3.22.attēls,a). Tāpat pēdējos gados Dobelē ir samazinājies gadījumu skaits ar pH līmeni virs 6.5 (3.22.attēls, a).



a) Dobeles novērojumu stacija



b) Bauskas novērojumu stacija



c) Rucavas novērojumu stacija

3.22. attēls. Nokrišņu pH līmeņa sadalījums novērojumu stacijās novērtēšanas periodā

Bauskā novērojumu periods bija ļoti īss (1999.-2002.g.), kas samazina novērtējuma objektivitāti, tomēr šajā periodā **pH līmenis** bija neitrāls 52% gadījumos. 2002. gadā 90% gadījumu nokrišņu pH līmenis bija sārmais (pH>6.5) (3.22.attēls, b).

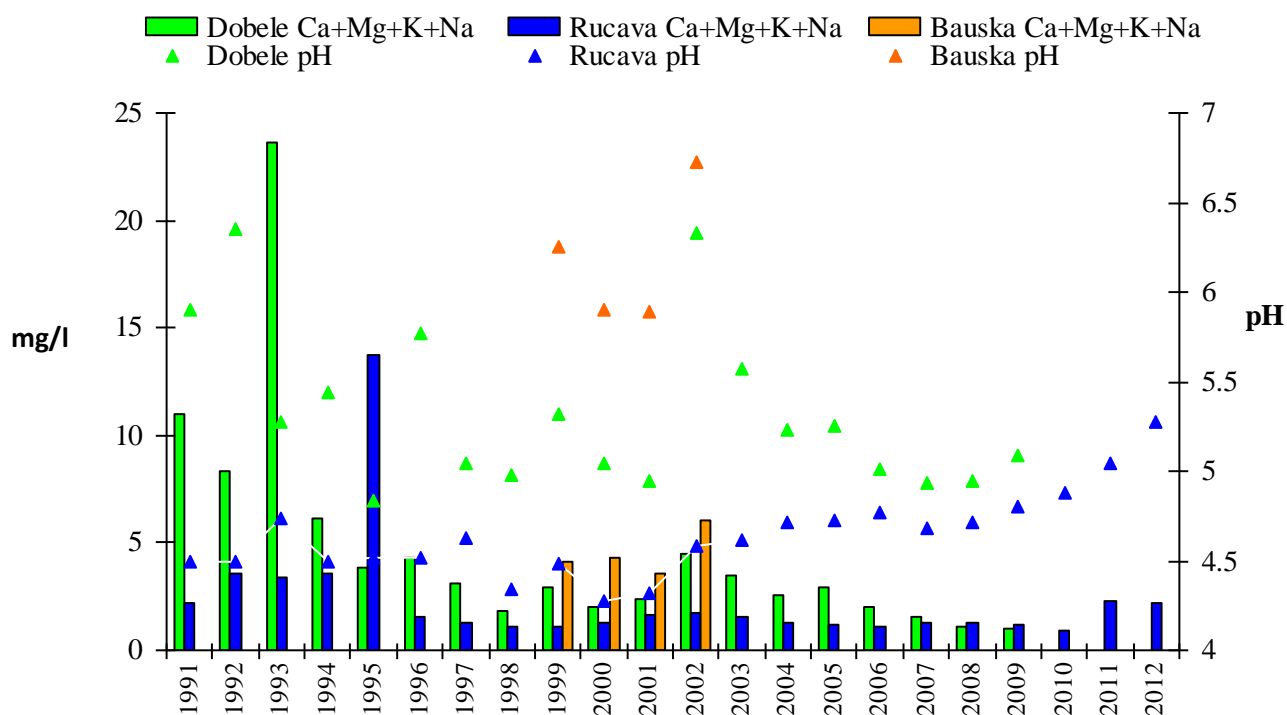
Reģionālajā lauku fona novērojumu stacijā Rucavā no 1991. līdz 2012. gadam 66.7 % gadījumos nokrišņu pH vidējais līmenis bija paskābināts, 24% - neitrāls, 4.4% - skābs un tikai 4.9% - vāji sārmais, kas varētu būt saistīts gan ar pārrobežu pārneses ietekmi, gan sulfātu un nitrātu saturu (3.22.attēls, c).

Dobeles un Bauskas pilsētās nokrišņu skābuma neutralizēšanos var veicināt arī lokālās emisijas.

3.5.2. Nokrišņu pH vidējais līmenis un bāzisko katjonu saturs

Nokrišņu skābuma līmenis (pH) ir saistīts ar katjonu un anjonu satura attiecībām. Maksimālā bāzisko katjonu summa Dobeles novērojumu stacijā 1993. gadā ir 23.59 mg/l, Bauskā 2002. gadā – 6.08 mg/l, bet Rucavā 1995. gadā - 13.71 mg/l (3.23.attēls).

Novērtēšanas periodā (1991.-2012.g.) Rucavas novērojumu stacijā **bāzisko katjonu** vidējā summa (2.28 mg/l) ir zemāka nekā Dobelē (4.7 mg/l), tādējādi vidējais pH līmenis visā novērtēšanas laikā Rucavas novērojumu stacijā ir paskābināts, bet Dobelē – neitrāls. Bauskas novērojumu stacijā bāzisko katjonu vidējā summa (4.5 mg/l) no 1999. līdz 2002. gadam ir lielākā nekā Dobelē (2.9 mg/l), tādējādi vidējais pH līmenis Bauskā ir sārmais. 2002. gadā Bauskā bāzisko katjonu summa ir maksimālā (6.08 mg/l) un vidējais pH līmenis -6.73 (sārmais) (3.23.attēls).

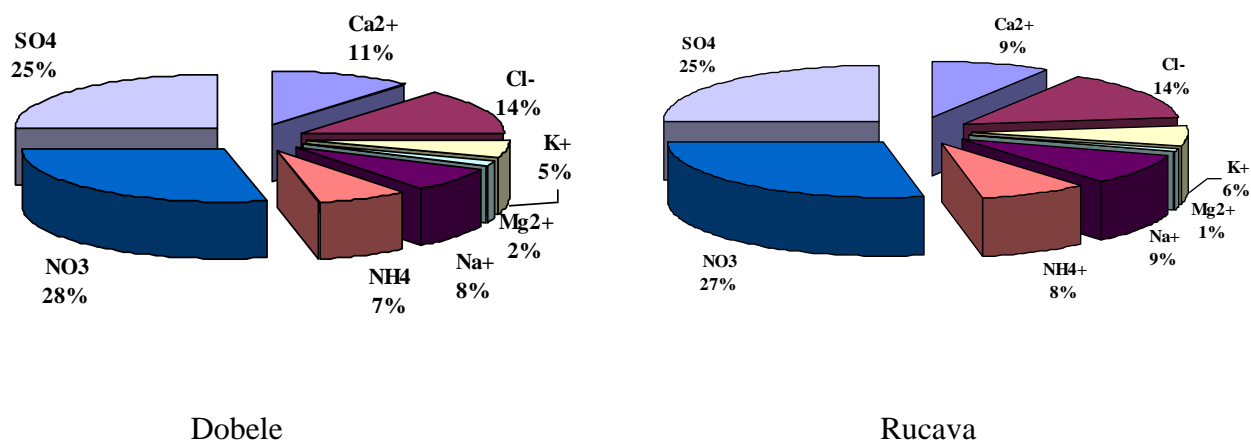


3.23. attēls. Bāzisko katjonu summa (mg/l) un nokrišņu pH vidējais līmenis Dobeles, Bauskas un Rucavas novērojumu stacijās

3.5.3. Katjonu un anjonu vidējo koncentrāciju sadalījums nokrišņos

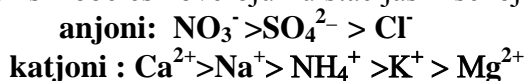
Gada vidējās katjonu un anjonu koncentrācijas tika sadalītas procentos, izmantojot mineralizācijas datus visa novērtēšanas periodā.

Dobeles novērojumu stacijā lielāko ieguldījumu nokrišņos no anjoniem dod nitrāti (28%) un sulfāti (25%), bet no katjoniem – kalcijs (11%) un nātrijs (8%) (3.24.attēls).



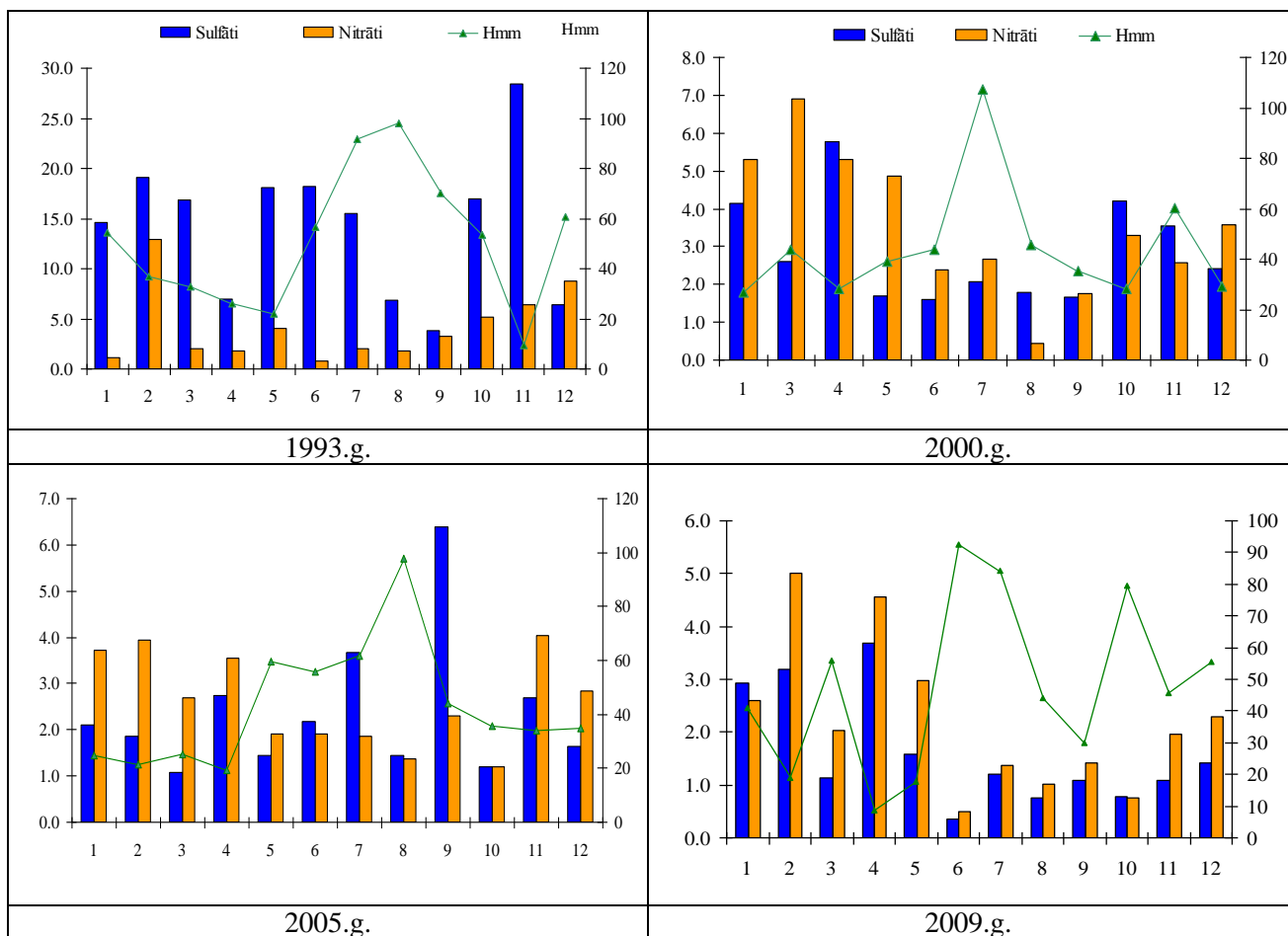
3.24. attēls. Vidējais katjonu un anjonu sadalījums % nokrišņos Dobeles un Rucavas novērojumu stacijās, 1991.-2009.g.

Jonu koncentrācijas sadalījums Dobeles novērojumu stacijās ir sekojošs:



Rucavas novērojumu stacijā tika atzīmēts lielākais no anjoniem - nitrātu (27%) un sulfātu (25%) saturs un no katjoniem - kalcija un nātrija saturs (9%) (3.24.attēls).

Jonu koncentrācija nokrišņos ir atkarīga arī no gadalaika un nokrišņu daudzuma. Sulfātu un nitrātu mēneša vidējo koncentrāciju un nokrišņu daudzuma analīze Dobeles novērojumu stacijā liecina, ka ziemā un pavasarī sulfātu un nitrātu mēneša vidējās koncentrācijas ir augstākas nekā vasarā un rudenī (3.25.attēls).



3.25. attēls. Sulfātu un nitrātu mēneša vidējās koncentrācijas (mg/l) un nokrišņu daudzums (Hm) Dobeles novērojumu stacijā

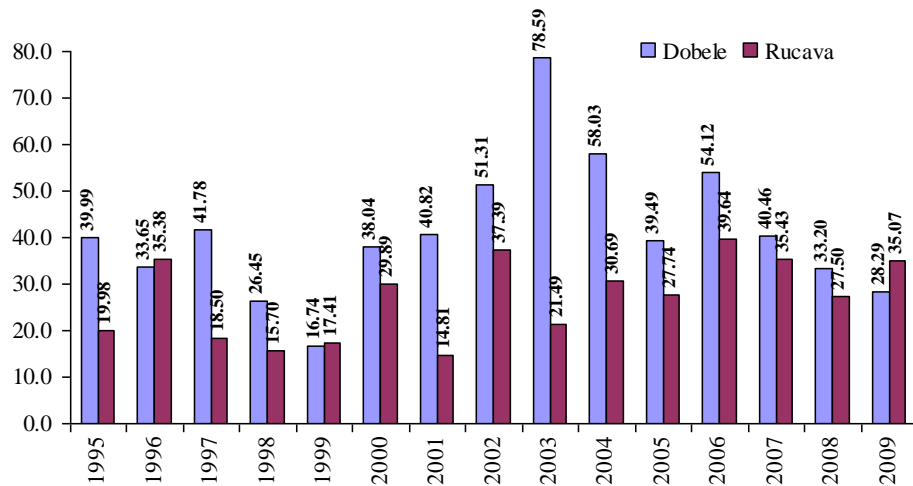
Pēdējos gados sulfātu un nitrātu mēneša vidējās koncentrācijas ir ievērojami samazinājušās (3.25.attēls).

3.5.4. Smago metālu cinka (Zn), svina (Pb), vara (Cu) un kadmija (Cd) koncentrācijas nokrišņos

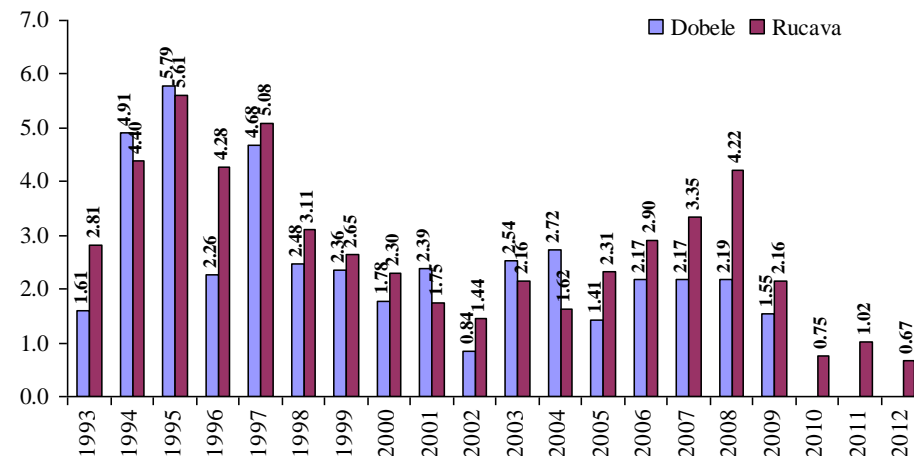
No smagiem metāliem lielāko ieguldījumu dod cinks un varš, bet zemāko – svins un kadmijijs (3.26.attēls).

Dobeles novērojumu stacijā Zn, Cu un Cd gada vidējās vērtības ir nedaudz lielākas kā Rucavā, bet Pb gada vidējās vērtības ir praktiski vienādas (3.26.attēls).

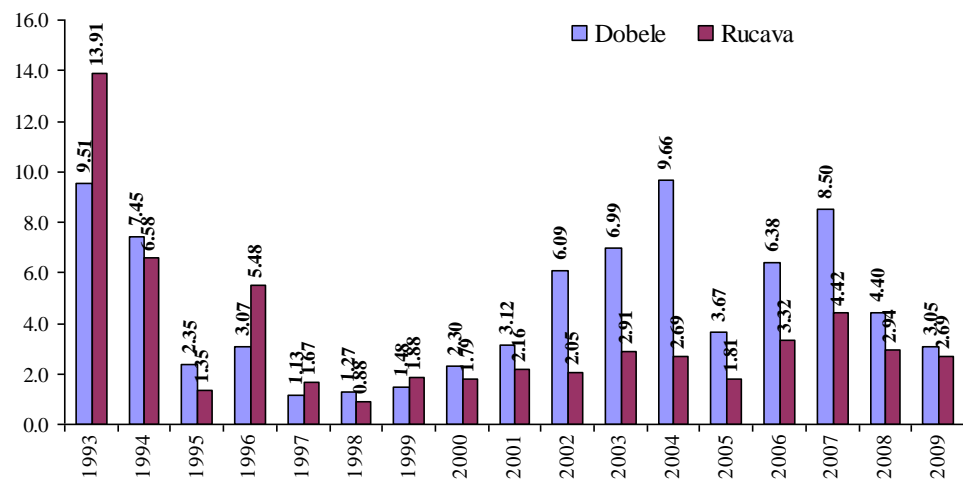
Cinka gada vidējās koncentrācijas nokrišņos



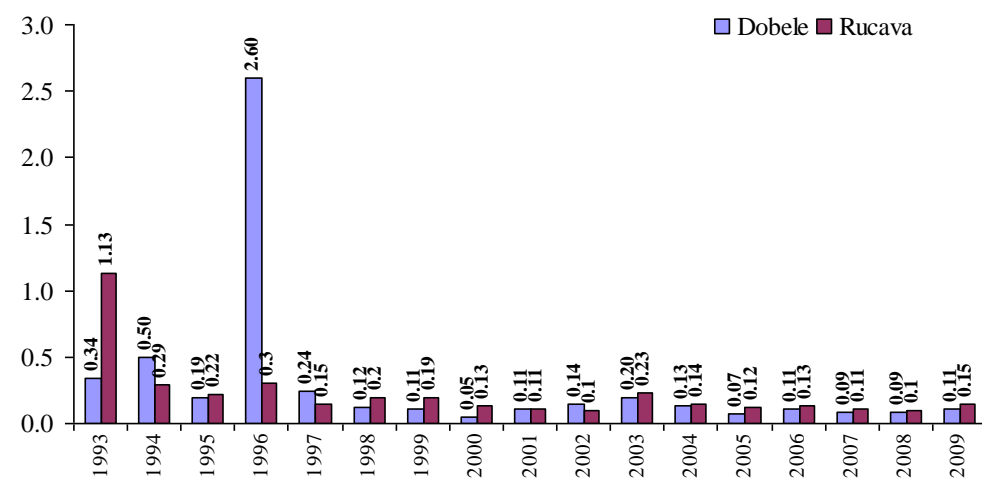
Svina gada vidējās koncentrācijas nokrišņos



Vara gada vidējās koncentrācijas nokrišņos



Kadmija gada vidējās koncentrācijas nokrišņos

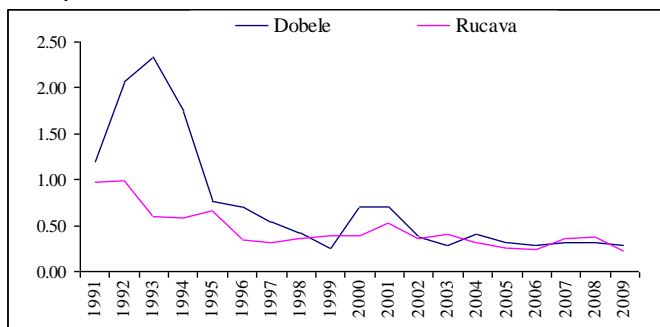


3.26.attēls. Cinka (Zn),svina (Pb), vara (Cu) un kadmija (Cd) vidējās koncentrācijas (µg/l) Dobeles un Rucavas novērojumu stacijās

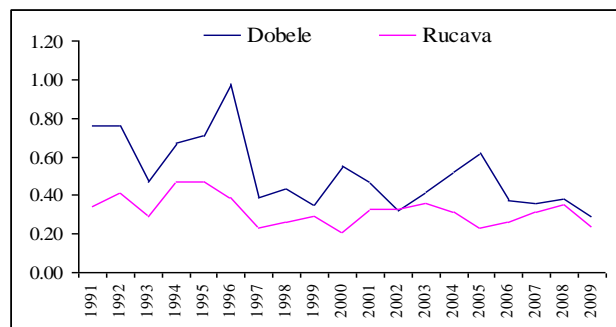
3.5.5. Mitrie nosēdumi

Viens no svarīgākajiem rādītājiem, kas raksturo nokrišņu kvalitāti un netieši arī gaisa kvalitātes ietekmi kopumā uz ekosistēmām (mežu, augsni, ūdeņiem u.c.), kā arī uz ēkām un kultūras pieminekļiem, ir ķīmisko vielu daudzums teritorijā. Dažādu ķīmisko vielu mitro nosēdumu dinamika ir parādīta 3.27. attēlā.

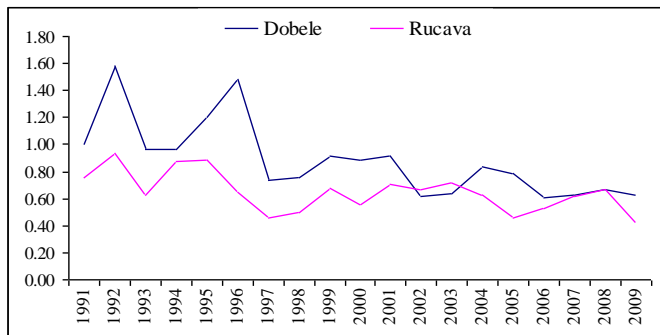
S-SO₄



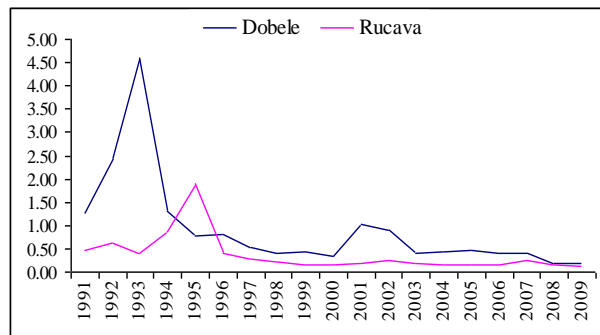
N-NH₄



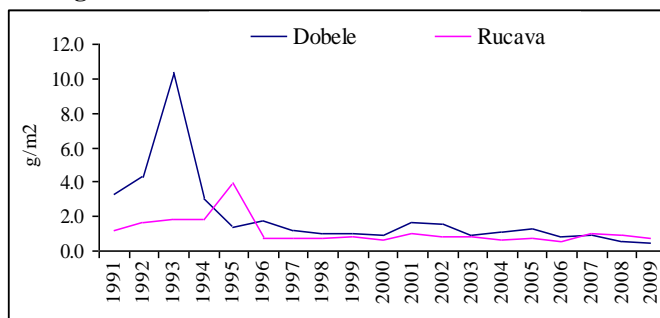
N-NH₄+N-NO₃



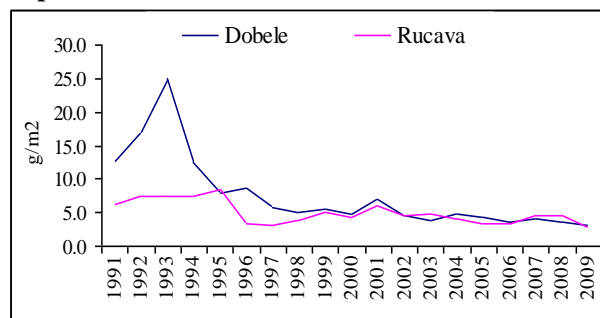
Ca



Ca+Mg+Na+K



Kop.min.vielas



3.27.attēls. Dažādu ķīmisko vielu mitro nosēdumu dinamika Dobeles un Rucavas novērojumu stacijās, 1991-2009.g. g/m²

Laika periodā no 1991. līdz 2009. gadam ir vērojama galveno anjonu - **sulfātu** (S-SO₄²⁻) mitro nosēdumu samazināšanās.

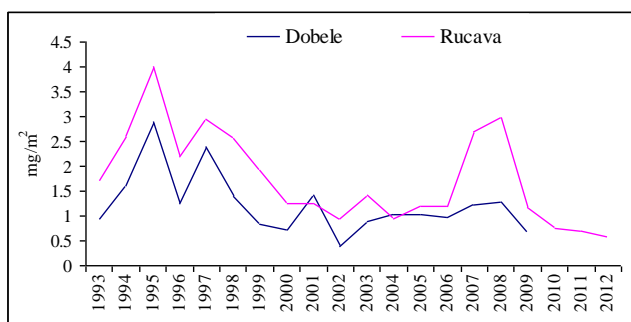
Galveno katjonu (Ca²⁺+Mg²⁺+Na⁺+K⁺) mitrie nosēdumi ir svārstījušies no 0.42 g/m² (Dobeles) un 0.7 g/m² (Rucava) līdz 10.35 g/m² (Dobeles) un 3.9 g/m² (Rucava) (3.27.attēls). Lielāko ieguldījumu katjonu summā Dobeles stacijā dod kalcijs (Ca²⁺) - līdz 46%.

Laika periodā no 1991. līdz 2009. gadam Rucavas un Dobeles novērojumu stacijās ir vērojama neliela **slāpekļa** mitro nosēdumu samazināšanās. **Slāpekļa** (N-NO₃+N-NH₄) mitro nosēdumu svārstības ir no 0.42 g/m² (Rucava) līdz 1.58 g/m² (Dobeles) (3.27.attēls).

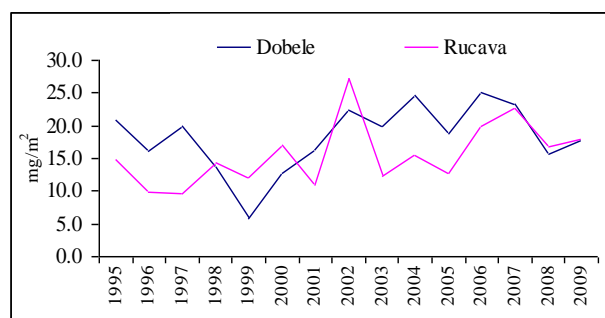
Mitro nosēdumu **kopējā mineralizācija** (anjonu un katjonu summa) sākot no 1991. gada ir pakāpeniski samazinājusies. Vislielākais kopējo nosēdumu apjoms ir novērots 1993. gadā Dobeles novērojumu stacijā – 24.9 g/m² (3.27.attēls), tā liecinot par lokālā piesārņojuma ietekmi.

No smagiem metāliem vislielākais mitro nosēdumu daudzums gan Dobeles, gan Rucavas novērojumu stacijās ir vērojams cinkam, tā daudzums ir praktiski stabils, izņemot 2002. gadu, kad Rucavas stacijā tika atzīmēta cinka mitro nosēdumu daudzumu palielināšanās (27.2 mg/m²) (3.28.attēls).

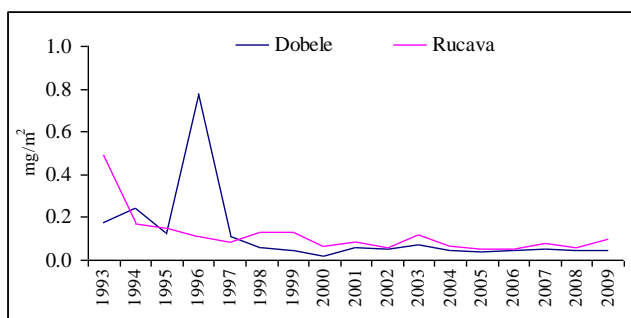
Pb



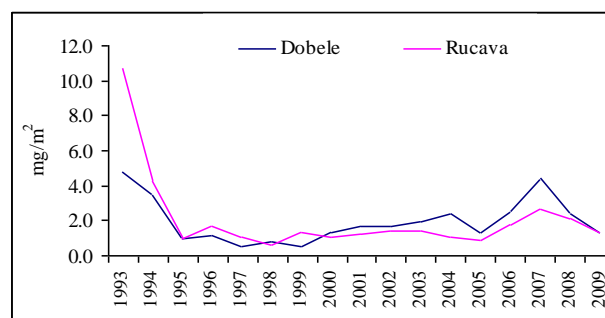
Zn



Cd



Cu



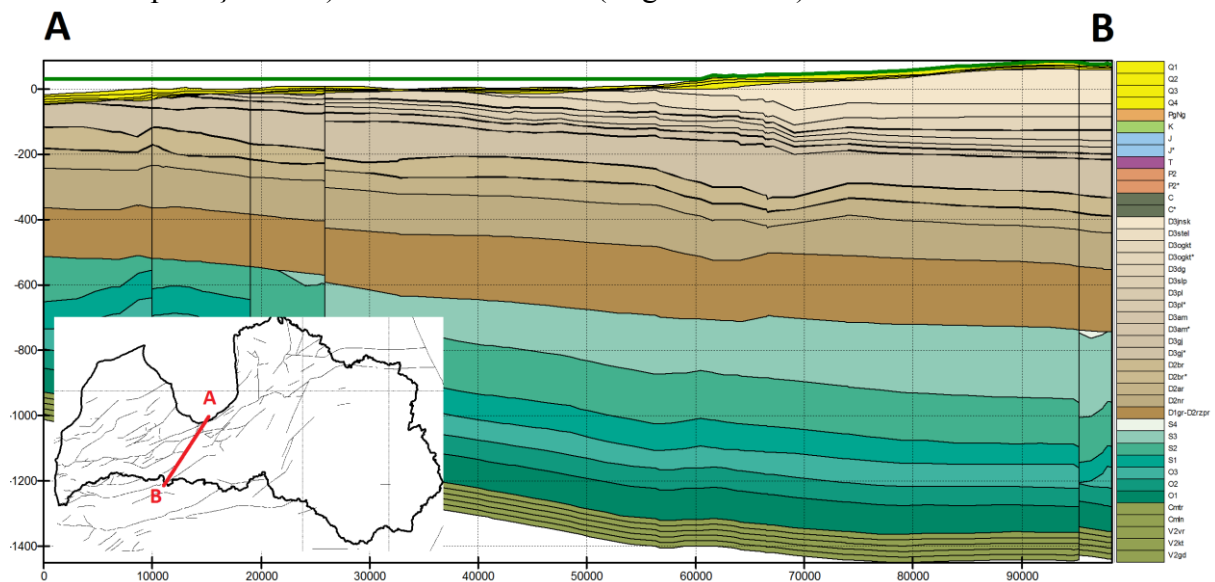
3.28. attēls. Smago metālu mitro nosēdumu dinamika Dobeles un Rucavas novērojumu stacijās, 1993.-2012.g., mg/m²

Kopumā **svina** (Pb) mitrie nosēdumi svārstījās no 0.57 mg/m² līdz 4.01 mg/m², **cinka** (Zn) - no 5.8 mg/m² līdz 25.1 mg/m², **kadmija** (Cd) - no 0.02 mg/m² līdz 0.78 mg/m² un **vara** - no 0.51 mg/m² līdz 10.7 mg/m². Novērtēšanas periodā svina, kadmija un vara mitrajiem nosēdumiem tika novērota samazināšanas tendence (3.28.attēls). Cinka mitrajiem nosēdumiem samazināšanās tendence nav novērota.

3.6. Pazemes ūdeņi

3.6.1. Lielupes baseina hidroģeoloģiskais raksturojums

Lielupes baseina apgabalā saldūdeņi izplatīti aktīvās ūdens apmaiņas zonas griezuma augšējās daļas kvartāra, augšperma un devona ūdens saturošos nogulumos. Aktīvās ūdens apmaiņas zonas biežums mainās no 250-300 m baseina Z un DA daļā līdz 400-500 m DR daļā (3.29.attēls). Zemāk iegulī 135-190 m biezi Narvas svītas ūdeņi vāji caurlaidīgie nogulumumi (merģelis, māls) jeb reģionālais Narvas sprostslānis, kuri atdala saldūdeņu zonu no baseina apakšējās daļas sāļūdens (lēnās ūdens apmaiņas zona) un sālsūdens zonas (stagnantā zona).

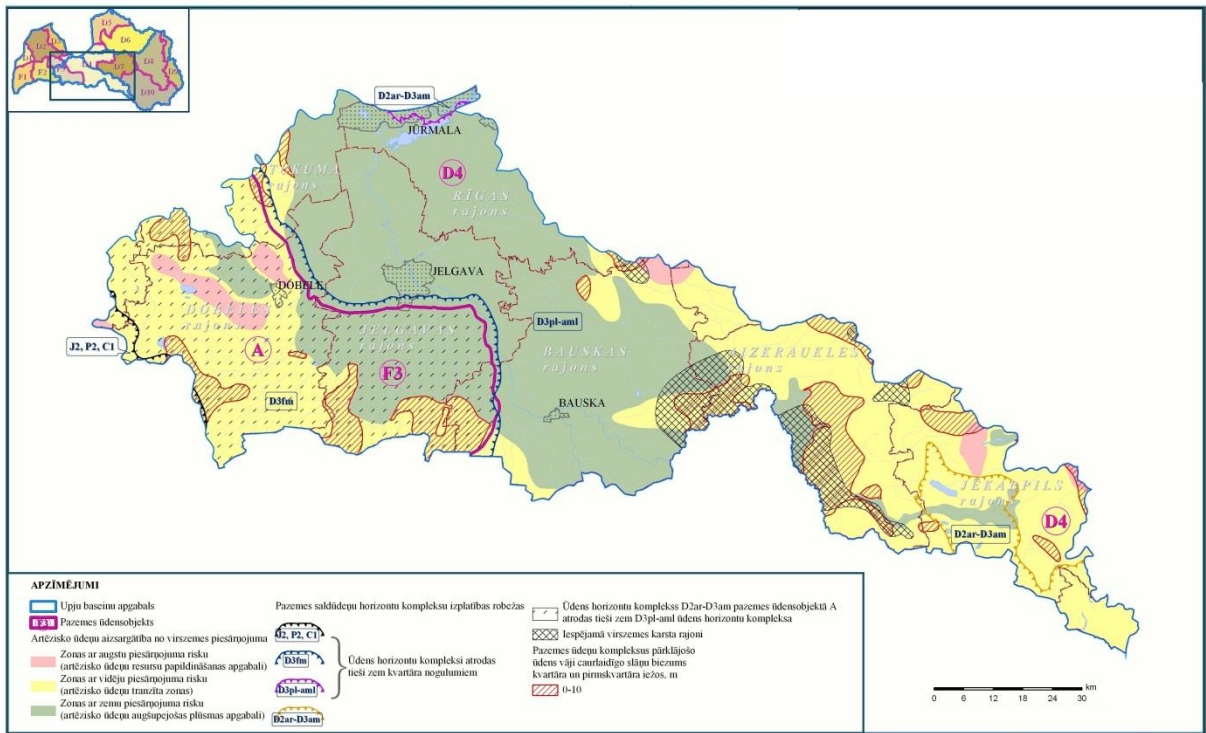


3.29.attēls. Lielupes baseina hidroģeoloģiskais griezum A-B

Galvenā pazemes ūdeņu plūsma vērsta virzienā uz Rīgas līci, par atslodzes apgabaliem kalpo arī Lielupes un Daugavas ieleja, bet lokālā mērogā plūsmas vērsta arī uz intensīvas ūdens ieguves vietām (piemēram, Jelgava, Jūrmala, Olaine u.c.). Lielupes baseina apgabalā pazemes ūdeņu barošanās avots ir nokrišņi un tālāk pārtece no augstāk iegulošajiem horizontiem. Infiltrācijas barošanās lielumi ir 30-260 mm gadā teritorijās, kur izplatīti kvartāra smilts nogulumumi, 24-62.5 mm/gadā teritorijās, kur izplatīti kvartāra smilšmāli un negatīvi barošanās lielumi (-30-36.2 mm/gadā) teritorijās, kur izplatīti purvu nogulumumi, pie vidējā Lielupes baseina resursu moduļa – 1.99 l/s/km² (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009).

Lielupes baseina pazemes ūdeņu dabiskā aizsargātība novērtēta pēc infiltrācijas barošanās rādītāju vērtībām un ņemot vērā mazcaurlaidīgo ūdens nogulumu biežumu un artēzisko ūdens horizontu papildināšanās apgabalus (3.30.attēls). Pie zonām ar augstu piesārņojuma risku pieskaitīti artēzisko ūdens horizontu reģionālās papildināšanās apgabali, kas PŪO D4 sakrīt ar Sēlijas paugurvalnī un Viduslatvijas zemienē esošajām paaugstinātajām reljefa formām. Ņemot vērā smilšaino nogulumu plašo izplatību, barošanās apgabalos veidojās labvēlīgi piesārņojošo vielu infiltrācijas apstākļi, tomēr zonu ar augstu piesārņojuma risku kopējā platība nepārsniedz 3% no baseina teritorijas. Zonas ar zemu artēzisko ūdeņu piesārņojuma risku ir pazemes ūdeņu

augšupejošas plūsmas apgabali, kuros notiek artēzisko ūdeņu pārtece kvartāra nogulumos un to noplūde upēs. Šīs zonas sakrīt ar objekta centrālo daļu, kā arī ar Viesītes un Dienvidsusējas upes lejteci tās DA daļā. Zonu ar zemu artēzisko ūdeņu piesārņojuma risku kopējā platība veido 75% no baseina teritorijas. Zonas ar vidēju artēzisko ūdeņu piesārņojumu risku ir artēzisko ūdeņu tranzīta zonas, tajās gruntsūdeņu pārteces dēļ artēziskiem ūdeņiem ir vietēji barošanās apgabali. Šajās zonās paaugstināts piesārņojuma risks iespējams teritorijās, kur kvartāra un pirmskvartāra mazcaurlaidīgo nogulumu biezums ir mazāks par 10 m un ir sastopami karsta procesi. Karsta procesi novērojami Neretas un Vecumnieku novados, kur zem kvartāra nogulumiem pārsvarā iegul Pļaviņu – Amulas ūdens horizontu komplekss (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009).



3.30.attēls. Pazemes saldūdeņu dabiskās aizsargātības karte Lielupes upju baseinā (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009)

Visi saldūdeņu horizonti baseina robežās apvienoti Pazemes ūdens objektos (PŪO) D4, F3 un A (Levins et.al, 2004) (3.13.tabula). Famena ūdens horizontu kompleksa izplatības dēļ šī kompleksa pazemes ūdeņu izmantošanas iespējama tikai Lielupes baseina apgabala R-DR daļā. Zem Famena kompleksa iegulošajam Pļaviņu-Amulas horizontu kompleksam visā tā izplatībā raksturīga paaugstināta ūdens mineralizācija – līdz 1.7-2.5 g/l un sulfātu saturs ir lielāks par 250 mg/l, ko nosaka ģipšu klātbūtne un šķīšana. Tādēļ šajā apgabalā ūdensapgādē galvenokārt izmanto tikai Mūru-Šķerveļa un Jonišķu-Akmenes ūdens horizontus. Pārējā baseina daļā ūdensapgādē izmanto dziļāk iegulošo Pļaviņu-Amulas un Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksu pazemes saldūdeņus. Amulas ūdens horizontu izmanto Jelgavas un Dobeles apkārtnē, Stipinu ūdens horizontu Bauskas apkārtnē, Salaspils ūdens horizontu Jūrmalā, Katlešu-Ogres ūdens horizontu baseina centrālajā daļā, Arukilas-Burtnieku ūdens horizontu baseina Z un centrālajā daļā, bet Daugavas, Gaujas un vietām Amatas ūdens horizontus visā baseina apgabalā (izņemot DR daļu jeb F3 PŪO). Kvartāra pazemes ūdeņus Lielupes baseina R daļā izmanto lauku apvidos un Dobeles apkārtnē, bet plašāk kvartāra pazemes ūdeņus izmanto baseina Z un A daļā- Rīgas, Daugavpils, Jūrmalas, Ogres apkārtnē.

Hydrogeoloģiskā griezumā stratifikācija un saldūdens horizontu izmantošana (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009)

Ūdens horizonti un sprostsļāņi	Ūdens horizontu kompleksi	Horizontu iežu sastāvs	Pazemes ūdeņu objekti		
			D4	F3	A
Gruntsūdeņi Q	Kvartāra Q	Smilts, grants, olājs, aleirīts	+	+	-
Spiediena ūdeņi (starpmorēnu) Q			+	+	-
Augšperma P_2	Famena $D_{3fm}+P_2$	Kaļķakmens	-	*	-
Mūru-Šķerveļa $D_{3mr-šk}$		Smilšakmens, aleirolīts, māls	-	++	-
Jonišķu – Akmens D_{3jn-ak}		Poraini dolomīti, dolomītmerģelis	-	++	-
Elejas ūdens vāji caurlaidīgie nogulumu D_{3el}		Dolomītmerģelis, aleirolīts			
Amulas D_{3aml}	Pļaviņu - Amulas $D_{3pl-aml}$	Māls, smilšakmens, dolomīts, ģipsis	+	-	-
Stipinu D_{3stp}		Dolomīts, dolomītmerģelis	+	-	-
Katlešu – Ogres $D_{3ctl}+ og$		Smilšakmens, dolomītmerģelis, māls, aleirolīts	+	-	-
Daugavas D_{3dg}		Dolomīts, dolomītmerģelis, māls	++	-	-
Salaspils D_{3slp}		Merģelis, dolomīts, ģipsis		-	-
Pļaviņu D_{3pl}		Dolomīti, kaļķakmens	++	-	-
Amatas D_{3am}		Arukilas - Amatas $D_{2-3ar-am}$	Smilšakmeņi, aleirolīti, māls	+	-
Gaujas D_{3gj}	++			-	++
Arukilas $D_{2ar} +$ Burtnieku D_{2br}	+			-	*
Narvas sprostsļānis $D_{2nr} 1+2$		Dolomītmerģelis, māls, ģipsis			

++ intensīvi izmantojamais ūdens horizonts

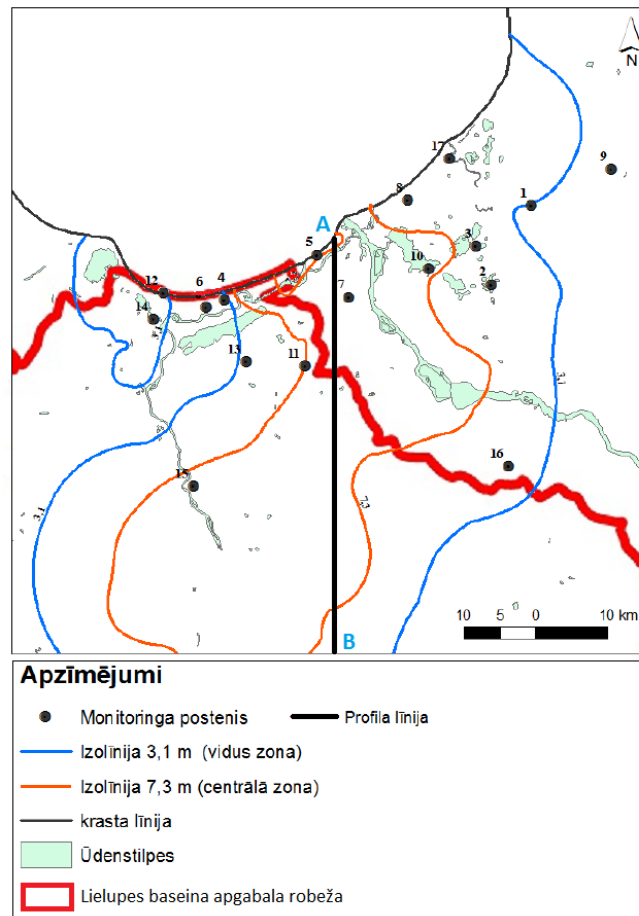
+ izmantojamais ūdens horizonts

* ūdens horizontu neizmanto

- saldūdeņu nav

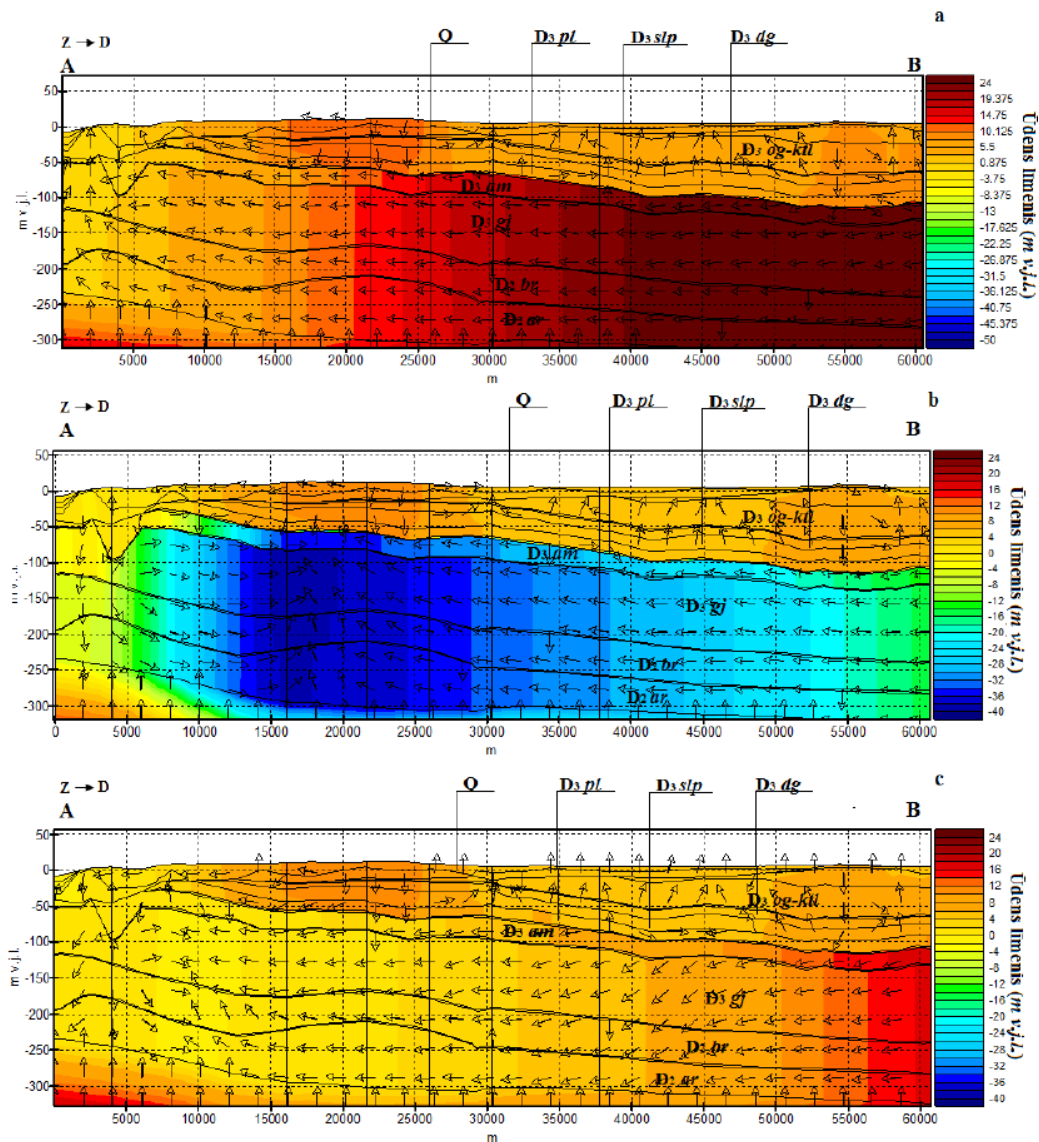
3.6.2. Pazemes ūdeņu kvalitāte

Sākot no 20.gs 60-tajiem gadiem pārāk intensīvas aktīvās ūdens apmaiņas zonas pazemes ūdeņu ekspluatācijas rezultātā (galvenokārt Gaujas ūdens horizonta) izveidojās „Lielā Rīga” depresijas piltuve. Savu maksimālo izplatību depresijas piltuve sasniedza 70-to gadu beigās, kad Gaujas ūdens horizontā pjezometriskais pazemes ūdens līmenis kritās līdz -16.55 m zem jūras līmeņa (Levina un Levins, 2005). Lielupes baseina apgabalā galvenās pazemes ūdeņu kvantitātes (līmeņu) izmaiņas saistītas ar ūdens ieguvu un 70-to gadu beigās „Lielā Rīga” depresijas piltuve aptvēra visu Lielupes baseinu, izņemot baseina DA daļu. Samazinoties ūdens patēriņam kopš 1991.gada notiek artēzisko pazemes ūdeņu līmeņu atjaunošanās (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009).



3.31. attēls. „Lielā Rīga” depresijas piltuves iedalījums zonās un monitoringa staciju atrašanās vietas. 1-Piukas, 2-Upesciems, 3-Baltezers, 4-Jaundubulti, 5-Buļļupe, 6-Asari, 7-Imanta, 8-Kalngale, 9-Inčukalns, 10-Jugla, 11-Mārupe, 12-Kauguri, 13-Tīreļi, 14-Sloka, 15-Lielupe, 16-Baldone, 17-Carnikava (par pamatu izmantojot Raga, 2012)

3.31. attēlā redzams jaunākajā 2012.gadā tapušajā pētījumā (Raga, 2012) par pazemes ūdeņu sastāva un līmeņa izmaiņām depresijas piltuves „Lielā Rīga” izmantotās iedalījuma zonas, bet 3.32.attēlā pētījuma ietvaros modelētas pazemes ūdeņu plūsmas un spiediena sadalījums hidroģeoloģiskajā griezumā trīs laika momentos- 1950., 1980. un 2000.gads. Pētījumā pieņemts, ka 1950.gads raksturo netraucēta režīma pazemes ūdens apstākļus, jo dzeramā ūdens ieguves apjomi no Gaujas ūdens horizonta ir minimāli (Klints et.al., 2012). 3.32.attēlā *b* piemērā redzams, ka 1980.gadā ievērojamas ūdens līmeņa izmaiņas novērojamas visā Arukilas-Amatas ūdens horizontu kompleksā un hidrodinamiskās izmaiņas radīja radiāli orientētu ūdens pieplūdi depresijas piltuves centram. Augstāk iegulošajos Pļaviņu un Salaspils ūdens horizontos izmainījusies ir tikai ūdens plūsmu orientācija virs depresijas piltuves centra. Situācija 2000. gadā raksturo ūdens līmeņu atjaunošanos 10 gadus pēc intensīvas Gaujas ūdens horizonta ekspluatācijas (3.32.attēls *c* piemērs). Tā rezultātā Gaujas ūdens horizontā ir novērojama plūsmu virzienu diferenciācija, kas ir vērsta gan uz dabisko atslodzes vietu Rīgas līci, gan uz ūdensgūtvēm. Redzams, ka ūdens līmeņi ir gandrīz atjaunojušies līdz netraucēta režīma atzīmēm, un lokāli ūdens spiediena pazeminājumi ir izskaidrojami ar pašreizējo dzeramā ūdens ieguvi. (Raga, 2012).



Apzīmējumi

- - vektors, kas attēlo pazemes ūdens plūsmu virzienu
- - robeža starp pazemes ūdens horizontiem

3.32.attēls. Modelētās pazemes ūdens plūsmas un spiediena sadalījums hidroģeoloģiskajā griezumā A-B (skatīt 2. attēlu) a) 1950. gads, b) 1980. gads, c) 2000. gads Q-Kvartārs, D₃ og-ktl- Katlešu-Ogres ūdens horizonts, D₃ dg- Daugavas ūdens horizonts, D₃ slp-Salaspils ūdens horizonts, D₃ pl- Pļaviņu ūdens horizonts, D₃ am- Amatas ūdens horizonts, D₃ gj-Gaujas ūdens horizonts, D₂ br- Burtnieku ūdens horizonts, D₂ ar- Arukilas ūdens horizonts (Raga,2012)

Ikgadējie kvantitātes monitoringa rezultāti liecina (Retiķe un Caune, 2013), ka 2012.gadā Lielupes ūdens baseinā lokāla pazemes ūdens līmeņu pazemināšanās novērojama pazemes ūdeņu atradņu aptveres zonās. Atradnēs Babīte, Balticovo, Īslīce (Bāliņi), Lidosta un Viestura iela pārsniegts krājumu izpētes laikā aprēķinātais līmeņa pazeminājums sākot no 2.2 m (Īslīce (Bāliņi)) līdz 13.5 m (Viestura iela), tomēr netiek pārsniegts maksimāli pieļaujama līmeņa pazeminājums un iespējams secināt, ka kopumā Lielupes baseina apgabalā nav vērojami krājumu izsīkšanas draudi (3.14.tabula). Tikai 10% 2012.gadā izmantoto saldūdens pazemes ūdeņu atradņu atrodas Lielupes baseina apgabalā, kas galvenokārt saistīts ar paaugstinātām sulfātjonu koncentrācijām aktīvajā ūdens

apmaiņas zonā. Tā rezultātā Lielupes baseina apgabalā atrodas vairāk nekā puse no sulfātu saldūdens atradnēm, vienīgā sulfātu iesālūdens atradne Ķemeri (Jaunķemeri), divas no piecām sāļūdens atradnēm Jaunķemeri- Dzintarkrasts un Vaivari 1, kā arī viena no divām izmantotajām sālsūdens atradnēm Jaunķemeri 1. Kopejā ūdeņu ieguve pazemes ūdeņu atradnēs 2012.gadā Lielupes baseina apgabalā sastāda 16% no kopējās ieguves pazemes ūdeņu atradnēs Latvijā (Retiķe un Caune, 2012).

3.14.tabula

2012.gadā izmantotās pazemes ūdeņu atradnes Lielupes baseina apgabalā (pēc Retiķe un Caune, 2013)

Pazemes ūdeņu veids*	Izmantoto pazemes ūdeņu atradņu skaits Lielupes baseinā	Ieguve/ % no aprēķinātajiem krājumiem atradnēs (m ³ /d)	Kopējais izmantoto pazemes ūdeņu atradņu skaits
Saldūdens	16	6226/43	158
Sulfātu saldūdens	13	20676/53	21
Sulfātu iesālūdens	1	35/4%	1
Sāļūdens	2	86/4%	5
Sālsūdens	1	2/~1	2
Kopā	33	27025	184**

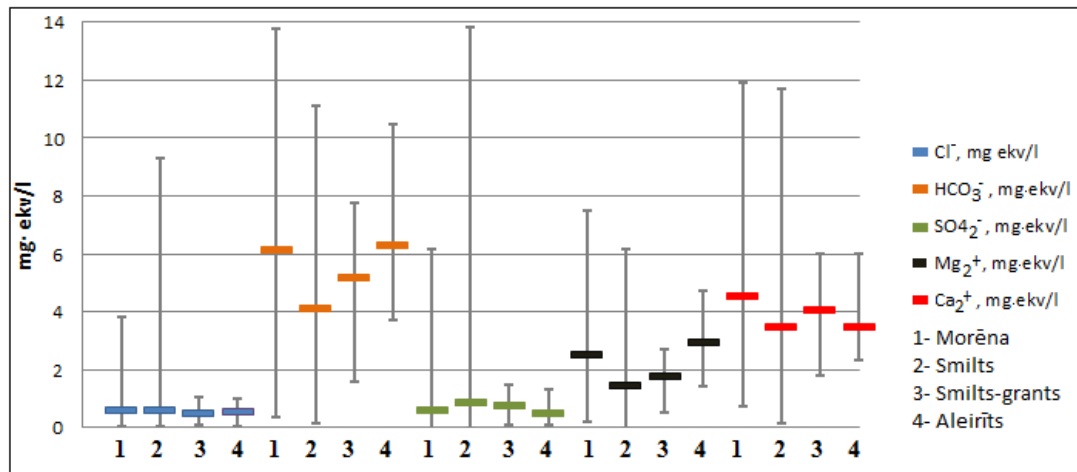
Lielupes baseina Z un DA daļā ir izplatītas teritorijas ar vienlaidus gruntsūdens horizontu un ļoti reti starpslāņu ūdens horizontiem vai bez tiem, bet baseina DR daļā izplatītas teritorijas ar sporādisku gruntsūdens horizontu un ļoti reti starpslāņu ūdens horizontiem (Dēliņa, 2007). Gruntsūdeņu līmeņus un to svārstības Lielupes baseina apgabalā galvenokārt nosaka dabiskie faktori- atmosfēras nokrišņu daudzums jeb infiltrācija, gaisa temperatūra, kas regulē iztvaikošanu un vietas uzbūves īpatnības (nogulumu veids no kura atkarīgs filtrācijas koeficients un ģeomorfoloģija, kas nosaka noteci un barošanas apgabalus). Atšķirībā no artēziskajiem ūdeņiem gruntsūdeņu līmenis ir laikā un telpā ļoti mainīgs. Lokālos apgabalos būtiskas gruntsūdeņu līmeņa izmaiņas radušās antropogēnu faktoru ietekmē, gan HES būvniecības, gan apūdeņošanas rezultātā. Piemēram, Lielupes polderī režīma novērojumu rezultātā konstatēta palielināta Katlešu-Ogres horizonta sulfātu ūdeņu pārtece gruntsūdeņos, kas radusies gruntsūdeņu līmeņu mākslīgas pazemināšanas rezultātā ar drenāžas palīdzību (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009).

Gruntsūdeņi

Kvartārsegas pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu dabiskos apstākļos maz ietekmē horizontu veidojošie nogulumi un ieguluma dziļums. Galvenais ūdens ķīmiskā sastāva variācijas noteicošais faktors ir horizonta barošanās apstākļi un ūdens apmaiņas ātrums. Zemas EVS vērtības un makrokomponentu saturs novērojams gadījumos, kad horizonts barojas tikai ar atmosfēras nokrišņiem un/vai ar purvu nogulumu ūdeņiem. Spiedienūdeņu augšupejošas filtrācijas vai jūras ūdeņu intrūzijas rezultātā novērojamas augstas EVS vērtības un augsts makrokomponentu saturs (Dēliņa, 2007; Retiķe u.c., 2012) (3.33.attēls).

Lielupes baseina apgabalā dominē Ca-Mg-HCO₃ ūdeņi ar mineralizāciju 0.15-0.5 g/l un kopējo cietību 2-5 mg-ekv/l. Iecirkņos, kur izplatīti nesadalījušās organiskās vielas saturošie Litorīnas un Pēclitorīnas jūras nogulumi, gruntsūdeņos lielā daudzumā sastopamas organiskās skābes un paaugstinātas slāpekļa savienojumu koncentrācijas. Joslā gar Rīgas līča piekrasti, kā arī gar Daugavas un Lielupes krastu ir sastopami gruntsūdeņi ar paaugstinātu hlorīdu saturu, kuri ir veidojušies jūras ūdeņu uzplūdu rezultātā pa Daugavu līdz 25 km attālumā no grīvas, pa Lielupi –

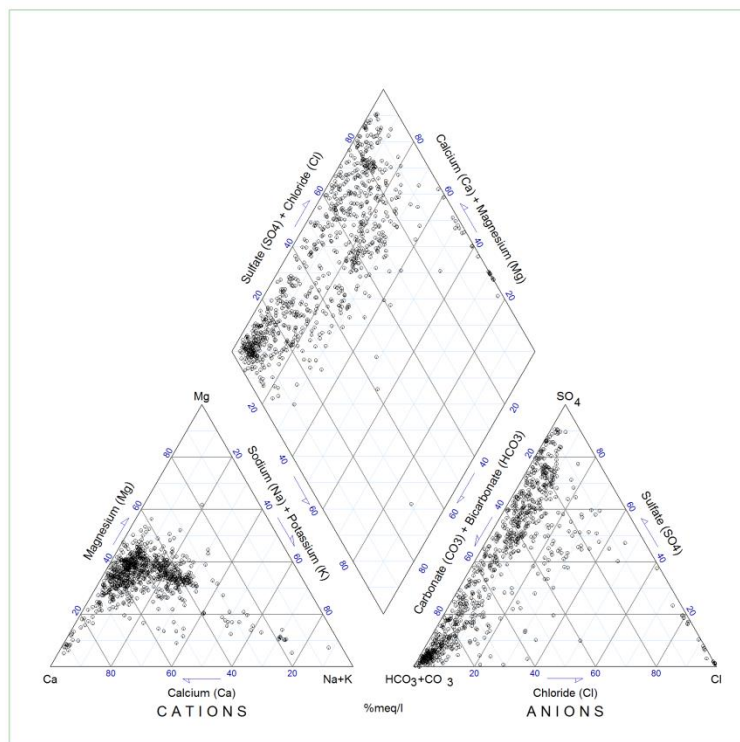
līdz 92 km. Antropogēnā piesārņojuma pazīmes, kas izpaužas kā paaugstinātas vara, kobalta un urāna paaugstinātas koncentrācijas novērojamas intensīvas lauksaimniecības apgabalos un apdzīvotu vietu tuvumā (Levins and Gosk, 2008; 2012, LVGMA, 2005; LVGMA, 2009; Retiķe u.c.).



3.33.attēls. Makrokomponentu min, max un vidējās vērtības morēnas, smilts, smilts-grants un aleirīta nogulumos (Retiķe u.c, 2012)

Artēziskie ūdeņi

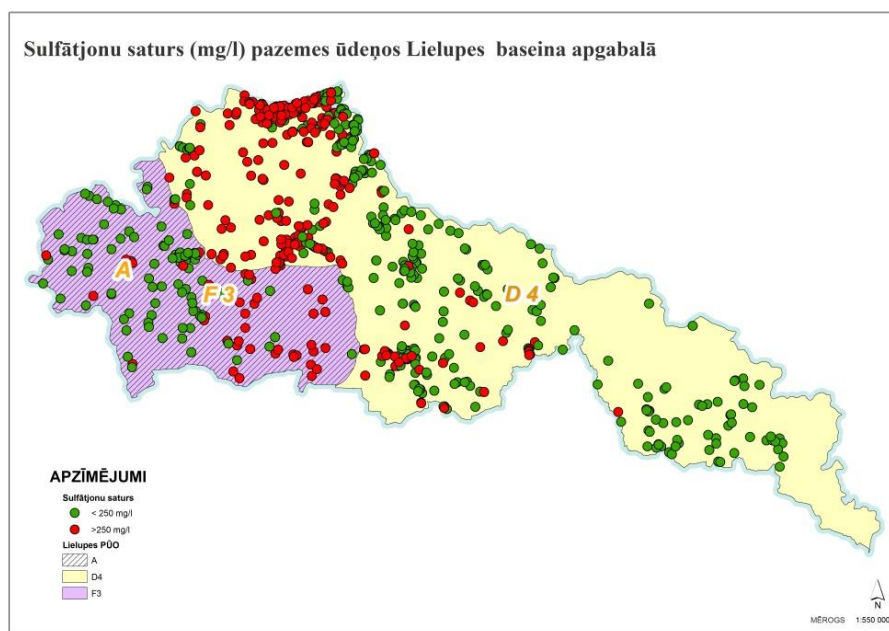
Mainoties ūdens apmaiņas apstākļiem, vertikālā un horizontālā griezumā mainās spiedienūdeņu ķīmiskais sastāvs. Lielupes baseina apgabalā dominē Ca-Mg-HCO₃ un Ca-SO₄ tipa pazemes ūdeņi (3.34.attēls). Atsevišķos apgabalos sāļo ūdeņu augšupejošas filtrācijas vai jūras ūdeņu intrūzijas rezultātā sastopami arī Na-Cl tipa ūdeņi.



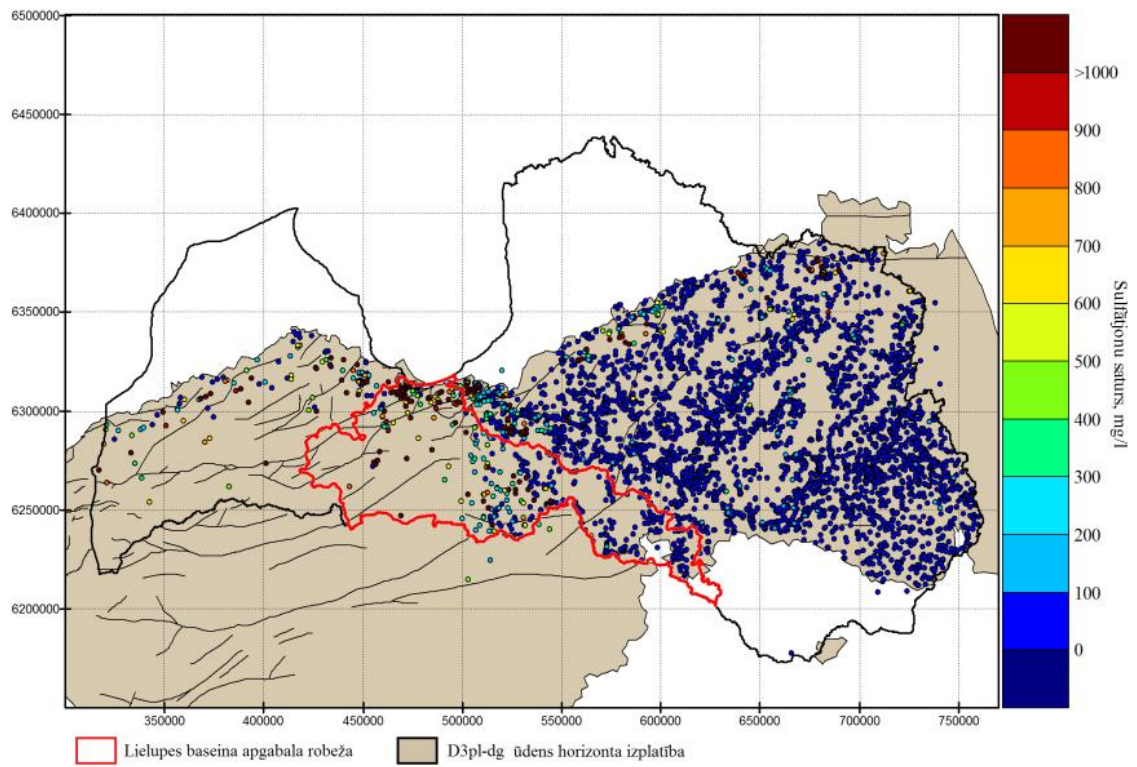
3.34.attēls. Lielupes baseina apgabala pazemes ūdeņu veids (Paipera diagramma)

Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksa augšējā daļā izplatīti ģipši (Stipinu un Salaspils horizontā), kas Lielupes baseina centrālās daļas pazemes ūdeņos rada paaugstinātu sulfātu un kalcija saturu (3.35.attēls, 3.36.attēls), mineralizācija svārstās no 1 līdz 3 g/l, kopējā cietība līdz 13-40 mg-ekv/l, bet sulfātjonu saturs sasniedz 900-1800 mg/l. Baseina R un A daļā nav vērojama ģipšu šķīšanas ietekme un ir sastopami Ca-HCO₃ tipa pazemes ūdeņi ar sausni 0,1-0,45 g/l un kopējo cietību 2-7 mg-ekv/l. Tā rezultātā Pļaviņu-Daugavas ūdens horizontu kompleksu galvenokārt izmanto baseina A daļā. Austrumos no Rīgas apkārtnes gar Daugavu līdz pat Lielvārdei Arukilas-Amatas horizontu kompleksa apakšējā daļā (Arukilas horizontā) sastopami Na-Cl tipa ūdeņi ar mineralizāciju līdz 3,6 g/l. Atsevišķos gadījumos šāda tipa ūdeņi sastopami arī Gaujas (ar mineralizāciju līdz 3g/l) un pat kvartāra nogulumos. Na-Cl tipa ūdeņu avots ir sāļo ūdeņu intrūzija (3.37.attēls) (LVĢMA, 2005; LVĢMA, 2009). Organisko vielu saturs dabiskos apstākļos ir ievērojami zemāks kā gruntsūdeņos, tomēr paaugstinātas amonija jonu vērtības, kas pārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.235), vietām novērotas Jonišķu-Akmenes ūdens horiozontā (Retiķe un Caune, 2013).

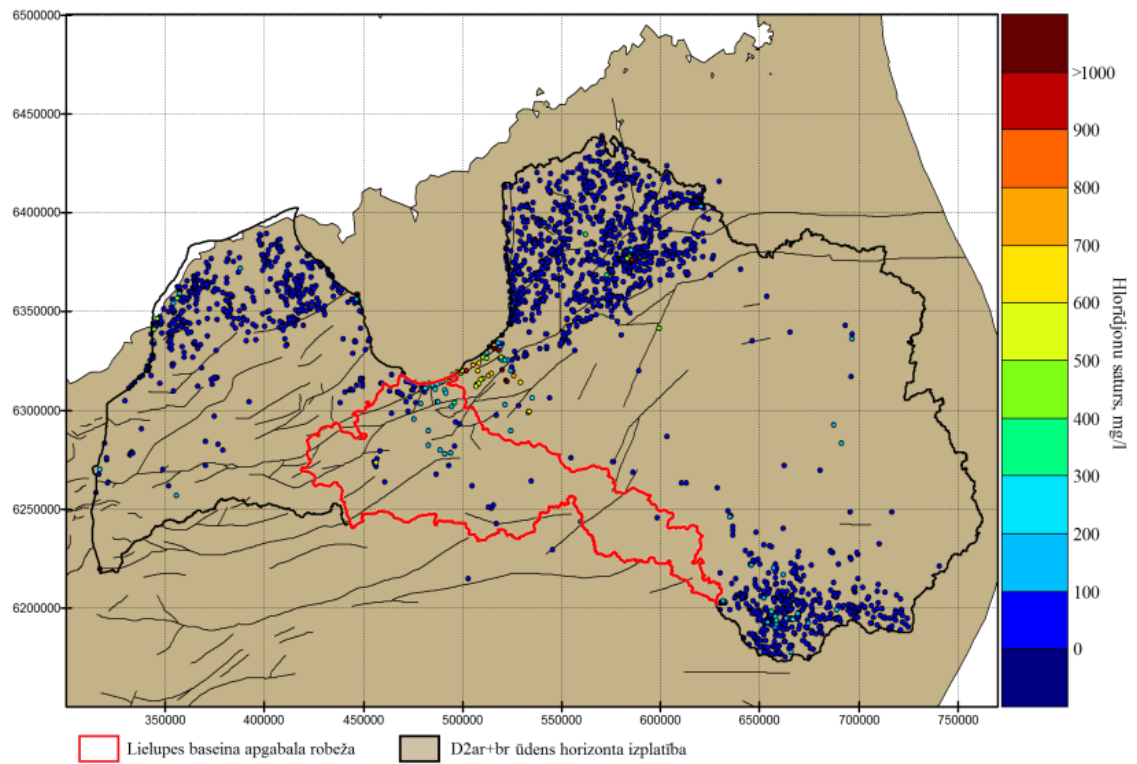
Kā redzams 3.38. attēlā, lielākās vērtību svārstības **nokrišņos** vērojamas kalcija un hidrogēnkarbonātioniem, bet mazākās kalcija un sulfātjoniem. Laika posmā no 2007. līdz 2009.gadam stacijā Dobeļe ir vērojama visu galveno jonu vērtību samazināšanās salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadiem. Pieejamie dati par staciju Bauska norāda, ka kopumā, laika posmā no 1999-2002.gadam, nokrišņu ķīmiskais sastāvs stacijās Bauska un Dobeļe maz atšķiras.



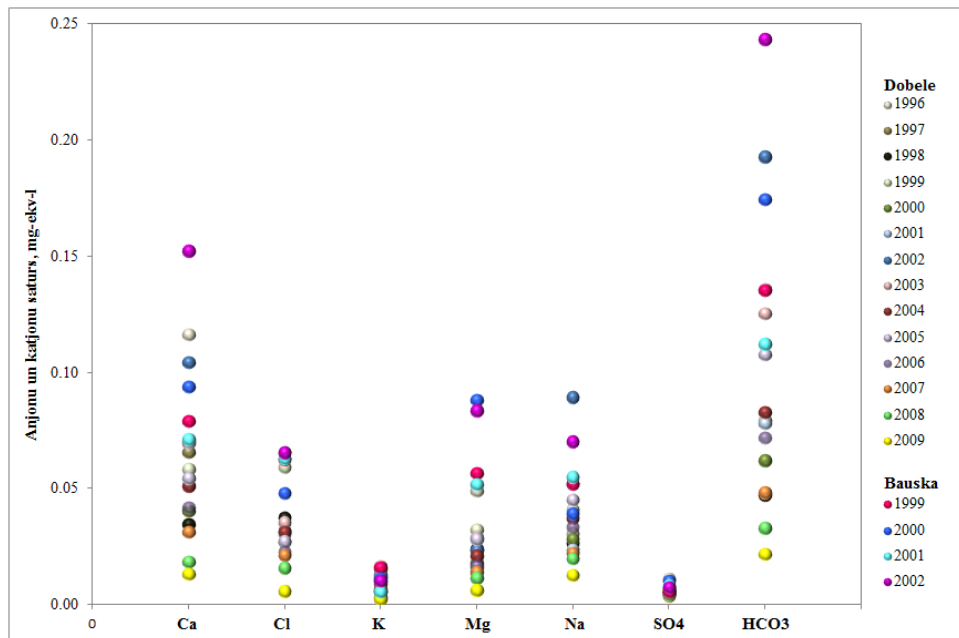
3.35.attēls. Sulfātjonu saturs pazemes ūdeņos Lielupes baseina apgabalā (izmantojot LVĢMC datubāzi „Urbumi”)



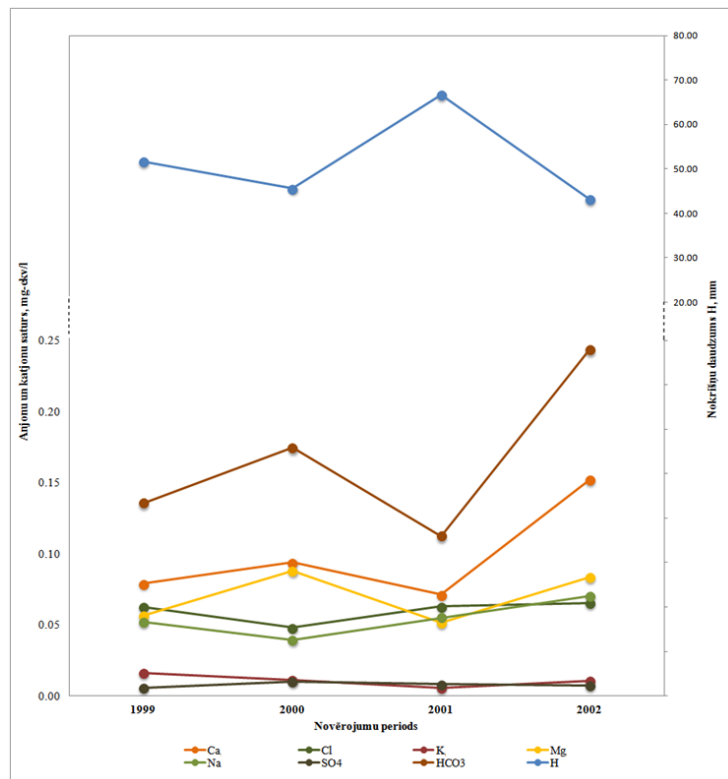
3.36.attēls Sulfātjonu saturs Pļaviņu-Daugavas ūdens horizontā



3.37.attēls. Hlorīdjonu saturs Arukilas-Burtnieku ūdens horizontā

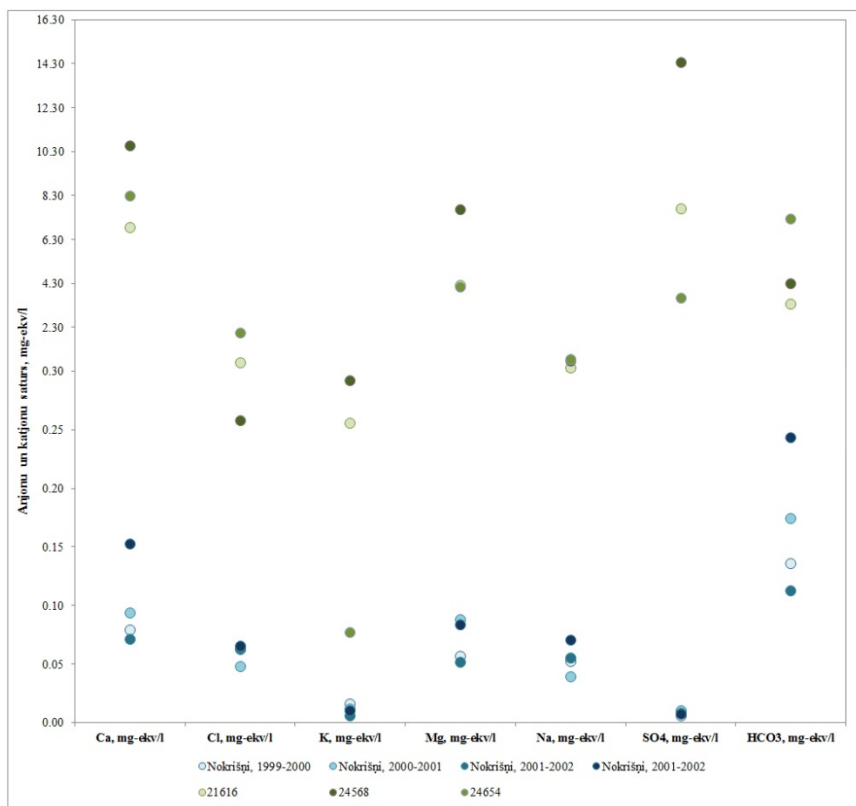


3.38.attēls. Anjonu un katjonu saturs (mg-ekv/l) nokrišņos meteostacijās Bauska un Dobele



3.39.attēls. Anjonu un katjonu saturs nokrišņos stacijā Bauska

3.39.attēlā novērojamas vispārzināmas likumsakarības, ka palielinoties nokrišņu daudzumam samazinās ūdens mineralizācija un novērojams, ka samazinās kalcija, hidroģēnkarbonāciju un magnija saturs. Pretēja situācija vērojama ar nātrija un hlorīda saturu nokrišņos, palielinoties nokrišņu daudzumam šo jonu saturs pieaug. Pazemes ūdeņos galvenais hlorīdjonu avots ir atmosfēras nokrišņi un hlorīdioni ir uzskatāmi par „konservatīvu” jonu, kura saturs pazemes ūdeņu veidošanās procesā pieaug līdz ar dziļumu un praktiski neiesaistās jonu apmaiņas vai bioloģiskajos procesos.



3.40. attēls. Anjonu un katjonu saturs nokrišņos un sekli iegulošajos pazemes ūdeņos

Izmantojot pieejamos datus, tika salīdzināta Bauskas stacijas nokrišņu ūdeņu ķīmija ar 10km rādiusā ap staciju pieejamo trīs reprezentatīvāko urbumu pazemes ūdeņu ķīmiju. Kā redzams 3.40.attēlā pazemes ūdeņu veidošanās procesā visu galveno jonu vērtības pieaug. Sākotnēji nokrišņu ūdeņi atbilst Ca-Mg-HCO₃ tipa ūdeņiem, bet nokrišņu ūdenim nonākot saskarē ar iežiem ūdens tips mainās uz Ca-Mg-SO₄. Ļoti labi novērojama hlorīdiona „konservatīvā daba” kā rezultātā hlorīdjonu saturs pieaug līdz ar pazemes ūdeņu iegulumu dziļumu. Hlorīdjonu zemākā vērtība novērojama urbumā Nr.24568, kas reprezentē avota ūdeņus, tālāk vērtība pieaug urbumā Nr.21616, kas ir 20 metru dziļš, bet augstākā vērtība ir urbumā 24568, kas ir 22 m dziļš.

3.7. Notekūdeņu raksturojums

Lietus notekūdeņu savākšanas un novadīšanas statistika Latvijā tiek uzskaitīta valsts statistikas pārskata par ūdens resursu izmantošanu „Nr. 2 – Ūdens” ietvaros. Ar šo pārskatu par ūdens izmantošanu atskaitās uzņēmumi, organizācijas un privātpersonas, kam izsniegtas A vai B kategorijas piesārņojošās darbības atļaujas, C kategorijas piesārņojošās darbības apliecinājums vai ūdens resursu lietošanas atļaujas. Jāatzīmē gan, ka lietus notekūdeņu uzskaitē ir salīdzinoši nebūtiska šī pārskata komponente, jo galvenā uzmanība šī pārskata ietvaros tiek pievērsta dzeramā un tehniskā ūdens ieguvei no dabīgiem avotiem, kā arī notekūdeņu attīrīšanai, to kvalitātei un novadīšanai vidē.

Lietus notekūdeņu statistiskā uzskaitē Lielupes baseinā ietver arī tādas teritorijas kā Jūrmalu, Neretas, Tukuma, Mārupes, Jaunpils un Brocēnu novadus, kuri atrodas ārpus šī projekta ietvaros apskatītā rajona.

Kopējā lietus ūdeņu statistika kopā ar summāro un vidējo nokrišņu statistiku Lielupes baseinā ir attēlota 3.15 tabulā.

3.15 tabula

Nokrišņu un lietus notekūdeņu statistika Lielupes baseinā (2000 – 2012)

Gads	Nokrišņu kopējā vērtība*, mm/gadā	Nokrišņu vidējā vērtība*, mm/gadā	Savāktais lietus notekūdeņu apjoms, tūkst. m ³ /gadā	Novadītais lietus notekūdeņu apjoms, tūkst.m ³ /gadā	Kopējais novadīto notekūdeņu apjoms, tūkst.m ³ /gadā
2000	1 670	557	411	1.86	18 045
2001	2 330	777	651	24.35	16 474
2002	1 648	549	739	17.92	16 049
2003	1 567	522	898	23.54	16 314
2004	1 868	623	738	8.71	15 782
2005	1 683	561	740	14.61	18 094
2006	1 571	524	692	32.22	16 001
2007	2 073	691	1 226	3.11	16 288
2008	1 824	608	1 234	22.00	14 600
2009	1 923	641	988	11.41	12 972
2010	2 512	837	2 865	701	15 935
2011	2 045	682	4 810	698	29 148
2012	2 208	736	4 819	695	18 103

*Kalnciema, Dobeles un Bauskas-Mežotnes novērojumu stacijās

Izvērtējot tabulā redzamos datus, jāsecina, ka lietusūdeņu statistika acīmredzami attēlo nepilnīgu ainu – datu izkliede ir daudz lielāka gan salīdzinājumā ar nokrišņu, gan ar kopējo novadīto notekūdeņu daudzumu. Tas nozīmē, ka par lietus notekūdeņu savākšanu atskaitās tikai neliels uzņēmumu skaits, un ka šī atskaitīšanās nav konsekventa – viens un tas pats uzņēmums vienu gadu var atskaitīties par lietus notekūdeņiem, bet citu gadu – ne.

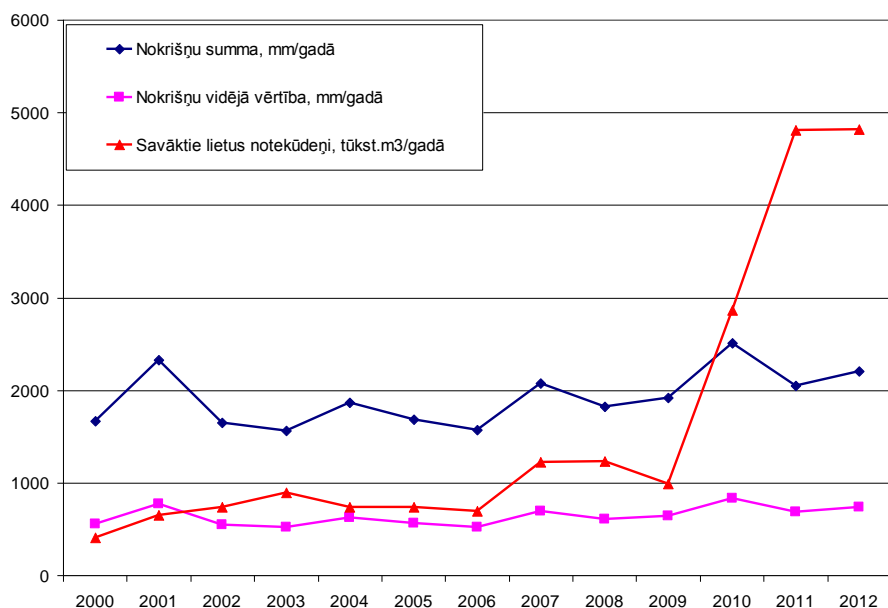
Respondentu skaits, kas uzrādījuši lietus ūdens savākšanu Lielupes baseinā (2000 – 2012)

Gads	Uzņēmumu skaits
2000	24
2001	29
2002	33
2003	31
2004	28
2005	32
2006	25
2007	25
2008	21
2009	22
2010	29
2011	40
2012	43

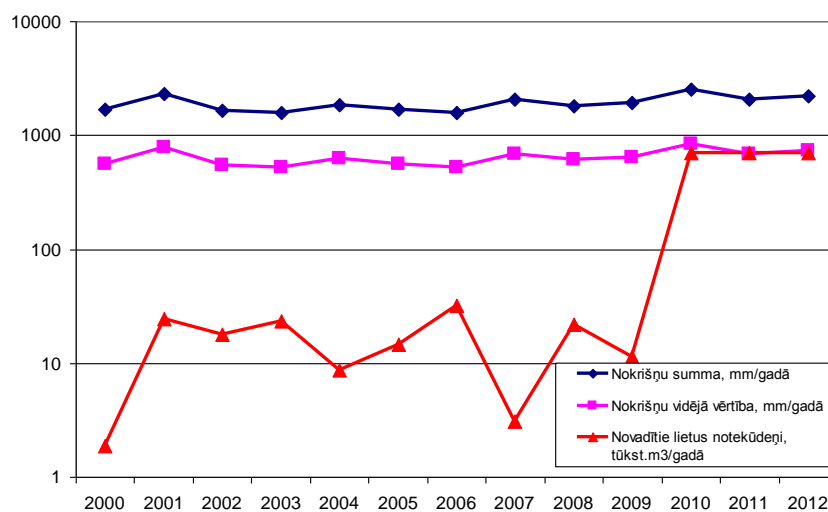
Kā redzams 3.16 tabulā, periodā no 2000. līdz 2012. gadam par lietus notekūdeņu savākšanu atskaitījušos uzņēmumu skaits Lielupes baseinā svārstās no 21 līdz 43 uzņēmumiem.

Domājams, ka līdzīga nekoncekvence ir novērojama arī lietus ūdeņu novadīšanas sektorā, kaut arī tur nav jāuzrādās visiem lietus notekūdeņiem: ja tie nonāk pilsētas vai industriālajā kanalizācijā, kur samaisās ar sadzīves vai ražošanas notekūdeņiem, un pēc attīrīšanas tiek novadīti vidē kopā ar tiem, tad šādā gadījumā lietus notekūdeņi novadīšanas brīdī ir savu „lietus notekūdeņu” kategoriju zaudējuši un vairs nav atsevišķi izdalāmi. Reāli Lielupes baseinā par lietus ūdeņu novadīšanu vidē atskaitās 2...6 uzņēmumi.

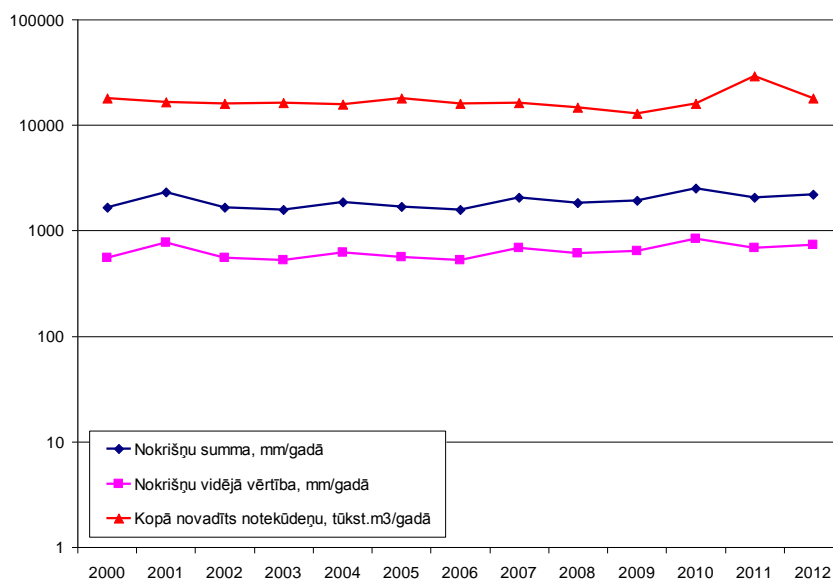
Lai izvērtētu sakarību starp nokrišņu apjomu un lietus notekūdeņu statistiku, dati tika apkopoti sekojošos 3.41-3.43. attēlos.



3.41. attēls. Savāktie lietus notekūdeņu salīdzinājums ar nokrišņiem Lielupes baseinā



3.42. attēls. Novadīto lietus notekūdeņu apjoma salīdzinājums ar nokrišņiem Lielupes baseinā



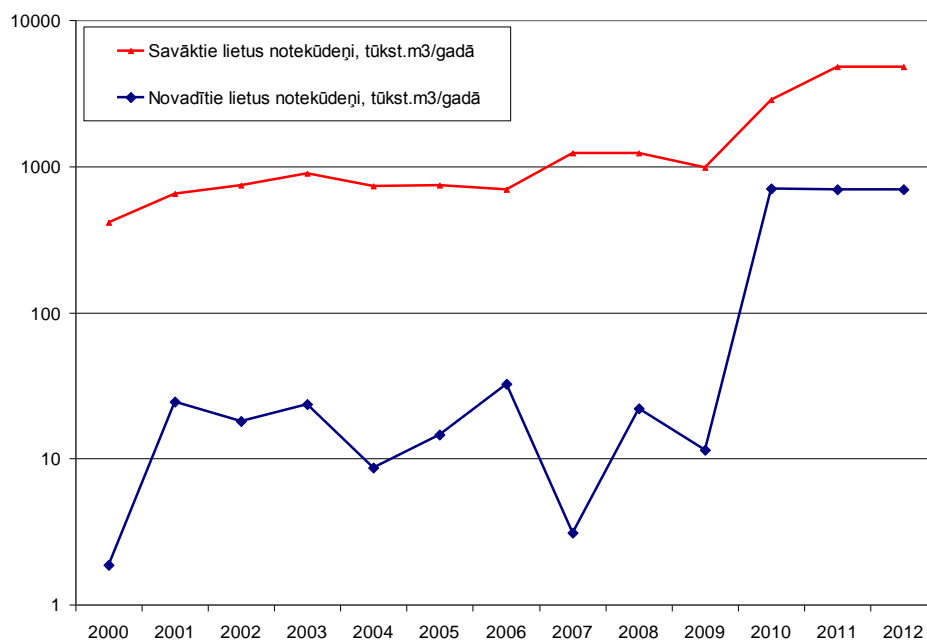
3.43. attēls. Kopā novadītā notekūdeņu apjoma salīdzinājums ar nokrišņiem Lielupes baseinā

Izvērtējot savākto grafiku, sakarību starp nokrišņu daudzumu un savākto lietus notekūdeņu apjomu var konstatēt tikai periodā 2004 – 2007. Acīmredzot šajā laika posmā ir bijusi maksimāli kvalitatīva un konsekventa statistika visā apskatāmajā periodā.

Sakarība starp nokrišņu daudzumu un novadītajiem notekūdeņiem, pēdējos vērtējot gan summāri, gan lietus notekūdeņu griezumā, nekādu sakarību konstatēt nevar. No tā var secināt, ka lietus notekūdeņu novadīšanas uzskaitē un statistika ir nepilnīga un nekonsekventa un neatbilstošu situāciju – teorētiski ainai, ka nokrišņi neietekmē novadīto lietus notekūdeņu apjomu, nevajadzētu būt novērojama.

Salīdzinot savā starpā savākto un novadīto lietus notekūdeņu apjomus, jākonstatē vairākas svarīgas lietas:

- Lielā atšķirība (tuva pie 100 reizēm) starp savāktajiem un novadītajiem lietus notekūdeņiem liecina par to, ka tikai ļoti neliela daļa no savāktajiem lietus notekūdeņiem caur lietus ūdens kanalizācijas sistēmām tiek novadīta vidē pa tiešo, bez attīrīšanas. Lielākā daļa notiek pilsētu un ražošanas uzņēmumu kopējā kanalizācijā un tiek attīrīta un novadīta kopā ar to notekūdeņiem.
- Šis ir vienīgais salīdzinājums, kurā var runāt par zināmu sakarību visā apskatāmajā periodā. Par spīti tam, ka lietus notekūdeņu novadīšana perioda laikā ievērojami lēkā, tomēr var novērot tendenci pieaugt gan savāktajam, gan novadītajam lietus notekūdeņu apjomam, un tas nav saistīts ar nokrišņu apjoma pieaugumu (3.44. attēls). Jāsecina, ka šis novērojums liecina par to, ka statistika pakāpeniski kļūst pilnīgāka un ticamāka, aptverot lielāku respondentu loku. To apliecina arī 3.16 tabulā apkopotie dati, kas parāda, ka šim lokam pēdējos gados ir tendence palielināties.



3.44. attēls. Savākto un novadīto lietus notekūdeņu apjomu salīdzinājums Lielupes baseinā

Tā kā lietus notekūdeņi paši veido nelielu daļu no kopējā notekūdeņu apjoma (0.1...4.5 %), tad arī ar tiem vidē novadītais piesārņojums ir salīdzinoši nebūtisks, jo īpaši salīdzinājumā ar to piesārņojumu, kas vidē nonāk no lielo pilsētu komunālo notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, kā arī no rūpniecības uzņēmumiem.

3.17. tabula

Lielupes baseinā ar lietus notekūdeņiem novadītie galvenie piesārņotāji (2000 – 2012)
(tonnas/gadā)

Gads	Susp. vielas	BSP-5	ĶSP	N _{tot}	P _{tot}	Naftas prod.
2000	0.008	0	0	0	0	0.001
2001	1.2221	0.608	6.64	0.6088	0.0323	0.03066
2002	0.10631	0.641	4.0936	0.6088	0.03284	0.00593
2003	0.09105	0.608	3.89925	0.61652	0.0323	0.00716
2004	0.03919	0	0.05565	0.00772	0	0.00725
2005	0.37255	0.1889	1.6448	0.1604	0.024	0.00025
2006	0.17475	0.2007	0.9823	0.056	0.00197	0.01435
2007	0	0	0	0	0	0
2008	0.132	0.139	0	0	0	0.014
2009	0.0128	0	0.0855	0	0	0.0001
2010	15.1502	0	124.3478	0	0	0.02001
2011	0	0	0	0	0	0
2012	10.5308	0	102.92	0	0	0.01

3.17. tabulā apkopoti dati par ar lietus notekūdeņiem novadītajiem galvenajiem piesārņotājiem Lielupes baseinā. Jāpiezīmē, ka piesārņojuma avoti ir ļoti nevienmērīgi – gan perioda sākumposmā, gan tā beigās lielāko ieguldījumu tajā sniedz atsevišķi uzņēmumi. Piemēram, periodā 2001 – 2006, tā ir „Izgāztuve „Grantiņi” uz Iecavas un Codes pagastu robežas”, bet periodā 2009 – 2012 – lidosta „Rīga”. Turklāt, nekādu piesārņojuma datu nav par 2007. un 2011. gadu, kas atkal norāda uz nepilnīgo statistiku un datu kvalitāti.

Vēl jānorāda uz to, ka ne visām lietus notekūdeņu izplūdēm tiek veiktas analīzes piesārņojuma noteikšanai, vai arī tiek noteikti tikai daži parametri, nenosakot pārējos. Tas gan lielā mērā ir atkarīgs arī no tā, vai šādas prasības ir minētas uzņēmumam izsniegtajā piesārņojošās darbības vai ūdens resursu lietošanas atļaujā.

KOPSAVILKUMS

Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijām uz kopējā Latvijas fona piemīt tiem raksturīgas klimatisko apstākļu iezīmes.

Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā **Saules spīdēšanas ilgums** ir vislielākais Latvijā iekšzemē – Dobelē vidēji gadā 1873 stundas.

Gada vidējā **gaisa temperatūra** Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir nedaudz augstāka par gada vidējo gaisa temperatūru Latvijā. Ziemas un rudens sezonu vidējās gaisa temperatūras Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir tuvas vidējai šajās sezonās Valstī. Pavasarī un vasarā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadi ir vieni no vissiltākajiem Latvijā.

Nokrišņu daudzuma ziņā Bauskas, Dobeles novadi un Jelgavas novada dienvidu daļa ir gan kopumā gadā, gan lielākajā daļā gada mēnešu viena no sausākajām teritorijām Latvijā.

Jelgavas, Bauskas un Dobeles novados kopumā atmosfēras **nokrišņu** ilggadīgais vidējais **daudzums** gadā ir 614 mm. Gada gaitā visvairāk nokrišņu ir vasarā - vidēji reģionā 211 mm (34% no visa gada nokrišņiem). Savukārt no vasaras mēnešiem visbagātākais ar nokrišņiem ir jūlijs - vidēji reģionā 79 mm. Otrs bagātākais ar nokrišņiem gadalaiks ir rudens - vidēji reģionā 173 mm (28% no visa gada nokrišņiem). Gada gaitā vismazāk nokrišņu ir ziemā un pavasarī - vidēji reģionā atbilstoši 112 un 118 mm (18 un 19% no visa gada nokrišņiem). No aukstā gadalaika mēnešiem vismazāk nokrišņu ir februārī un martā - vidēji reģionā 30 un 33 mm.

Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā gadā kopumā visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada ziemeļu daļā – 647 mm. Savukārt vismazākais gada nokrišņu daudzums ir Dobeles novadā – 581 mm.

Gada sezonās nokrišņu daudzuma atšķirības Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijas robežās ir no 16 mm (pavasarī) līdz 24 mm (rudenī).

Ziemas sezonā kopumā visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada ziemeļu daļā – 122 mm, bet vismazāk - Dobeles novadā – ap 100 mm.

Pavasarī vismazākais nokrišņu daudzums ir Dobeles novadā – ap 110 mm, citviet sezonas nokrišņu daudzums svārstās 118-124 mm robežās.

Vasarā, kad nokrišņu ir visvairāk, nokrišņu daudzuma vidējās vērtības ir atkarīgas arī no ievērojamām lietusgāzēm kāda konkrēta gada (gadu) vasaras mēnesī vai mēnešos. Kopumā sezonā vairāk nokrišņu ir Jelgavas novada centrālajā un ziemeļu daļā – 217-219 mm, citviet sezonas nokrišņu daudzums svārstās 201-211 mm robežās.

Rudenī visvairāk nokrišņu ir Jelgavas novada centrālajā un ziemeļu daļā- 180-188 mm. Pārējā teritorijā sezonas nokrišņu daudzums ir 164-168 mm.

Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā dažāda veida nokrišņi ar daudzumu ≥ 0.1 mm diennaktī ir vidēji 160-170 dienas gadā. Ar nokrišņiem bagātos gados dienu skaits ar nokrišņiem var pieaugt līdz 205-215 gadā, bet sausākos gados samazināties līdz 125-135. Laikā no novembra līdz aprīlim dienā ar nokrišņiem vidējais to daudzums ir 2-3 mm. Vasaras mēnešos, kas ir ar nokrišņiem bagātākais gadalaiks, nokrišņu daudzums dienā ar nokrišņiem pieaug līdz vidēji 5-6 mm.

Atsevišķās dienās diennakts nokrišņu daudzums var būt ievērojami lielāks par vidējām vērtībām, bez tam tie var izkrist dažādos laika periodos ar dažādām intensitātēm. Vislielākais Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā nokrišņu daudzums diennaktī ir bijis 135.6 mm, tas ir reģistrēts 1982. gada 14. jūlijā Bauskā. Izmantojot Gumbela teorētisko sadalījumu tika aprēķinātas diennakts maksimālo nokrišņu daudzumu atkārtotās varbūtības (1. tabula). Diennakts nokrišņu daudzumi, kas atkārtojas bieži pēc dažādu novērojumu staciju datiem, ir līdzīgi. Lielākas atšķirības ir starp maksimālajiem nokrišņu daudzumiem, kas atkārtojas reti. Tā kā intensīvi nokrišņi, kas visbiežāk ir raksturīgi vasaras sezonai, nereti ir ļoti lokālas parādības, tad, novērtējot maksimālo nokrišņu daudzumus, būtu ieteicams izvēlēties vislielākās vērtības no visu novērojumu staciju datiem. Turklāt jāņem vērā novērojumu stacijās reģistrētie maksimālie diennakts nokrišņu daudzumi.

1. tabula

Diennakts maksimālais nokrišņu daudzums ar dažādām atkārtotās varbūtībām pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma un novērojumu stacijās reģistrētais maksimums

Atkārtotās varbūtības		Dobele	Bauska	Saldus	Kalnciems	Mežotne	Ūziņi	Jelgava
50%	1 reizi 2 gados	30	30	30	32	31	32	32
20%	1 reizi 5 gados	44	44	44	45	42	46	44
10%	1 reizi 10 gados	52	54	54	53	50	56	52
5%	1 reizi 20 gados	60	64	63	61	57	66	59
2%	1 reizi 50 gados	71	76	75	71	66	78	69
1%	1 reizi 100 gados	79	85	84	79	72	87	77
0.1%	1 reizi 1000 gados	106	115	113	104	95	116	101
Novērotais maksimums		94	136	90	72	89	105	76

Lai noteiktu, kāda ir lietus ūdeņu notece no virsmas, ir nepieciešams zināt gan nokrišņu daudzumu, gan arī iespējamo **nokrišņu intensitāti**. Pēc novērojumu un datu apstrādes metodikas lietus intensitātes mērījumi veikti laika periodā no aprīļa līdz septembrim-oktobrim, kas kopumā ir laika periods, kad tiek reģistrēti nokrišņi ar lielāko intensitāti. Rezultāti par maksimālo nokrišņu intensitāti dažādos laika periodos apkopoti 2. tabulā.

2. tabula

Maksimālās nokrišņu intensitātes (mm/min) prognozēšana dažādos laika intervālos. Atkārtotās varbūtību lielumi aprēķināti pēc Gumbela teorētiskā sadalījuma

Bauska

Atkārtotās varbūtība	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
1 reizi 2 gados	1.24	1.08	0.82	0.60	0.46	0.28	0.18	0.13	0.05
1 reizi 5 gados	1.96	1.73	1.17	0.90	0.68	0.41	0.26	0.19	0.07
1 reizi 10 gados	2.43	2.15	1.47	1.11	0.84	0.51	0.34	0.24	0.09
1 reizi 20 gados	2.88	2.57	1.63	1.31	0.99	0.61	0.41	0.29	0.10
1 reizi 50 gados	3.47	3.10	1.92	1.56	1.18	0.75	0.51	0.35	0.12
1 reizi 100 gados	3.90	3.49	2.13	1.75	1.32	0.86	0.58	0.40	0.14
1 reizi 1000 gados	5.35	4.84	2.84	2.37	1.79	1.19	0.81	0.57	0.18
Novērotais maksimums	3.57	3.50	2.14	1.73	1.25	1.18	0.93	0.64	0.12

Dobele

Atkārtotās varbūtība	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
1 reizi 2 gados	1.10	0.94	0.70	0.59	0.45	0.28	0.16	0.12	0.05
1 reizi 5 gados	1.76	1.38	1.07	0.86	0.66	0.40	0.24	0.17	0.07
1 reizi 10 gados	2.19	1.67	1.32	1.03	0.78	0.48	0.30	0.21	0.08
1 reizi 20 gados	2.61	1.95	1.56	1.20	0.93	0.59	0.36	0.26	0.10
1 reizi 50 gados	3.15	2.31	1.86	1.42	1.13	0.73	0.44	0.31	0.11
1 reizi 100 gados	3.55	2.58	2.09	1.58	1.28	0.83	0.50	0.35	0.13
1 reizi 1000 gados	4.89	3.48	2.85	2.16	1.77	1.16	0.69	0.49	0.17
Novērotais maksimums	4.60	2.26	2.02	1.43	1.17	0.91	0.67	0.48	0.09

Saldus

Atkārtotās varbūtība	1min	5min	10min	20min	30min	60min	120min	180min	540min
1 reizi 2 gados	1.22	0.95	0.77	0.58	0.44	0.27	0.17	0.12	0.05
1 reizi 5 gados	2.06	1.46	1.19	0.88	0.66	0.43	0.24	0.17	0.07
1 reizi 10 gados	2.62	1.80	1.46	1.07	0.84	0.55	0.29	0.21	0.08
1 reizi 20 gados	3.16	2.12	1.73	1.29	1.02	0.68	0.34	0.25	0.10
1 reizi 50 gados	3.85	2.54	2.08	1.58	1.25	0.84	0.41	0.31	0.12
1 reizi 100 gados	4.37	2.86	2.33	1.80	1.42	0.96	0.47	0.35	0.13
1 reizi 1000 gados	6.09	3.90	3.19	2.51	1.99	1.35	0.66	0.49	0.18
Novērotais maksimums	4.20	3.00	3.00	2.63	1.56	1.15	0.69	0.35	0.12

Atmosfēras **nokrišņu ilggadīgās izmaiņas**. Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā visilgāk darbojošās – Jelgavas – novērojumu stacijas gada nokrišņu daudzuma ilggadīgie dati liecina, ka pēdējos 90 gados gada nokrišņu daudzumam ir bijušas svārstības. Perioda lineārā tendence liecina par gada nokrišņu daudzuma pieaugumu – 25 mm 10 gados, ko, salīdzinot ar ilggadīgo vidējo nokrišņu daudzumu, var vērtēt kā nelielu (4%).

Arī novadu staciju kopīgā datu perioda no 1954. līdz 2012. gadam analīze liecina par gada nokrišņu daudzuma svārstībām ar vairāk vai mazāk izteiktu augšupejošu gaitu. Lineārās tendences rāda, ka nokrišņu daudzums visvairāk ir palielinājies teritorijas ziemeļu daļā: Kalnciemā, Jelgavā: 23-24 mm 10 gados. Teritorijas dienvidu daļā ilggadīgajā periodā gada nokrišņu daudzums ir praktiski bez izmaiņām - Mežotnē, Bauskā: 1-3 mm 10 gados.

Vairāk vai mazāk izteiktas nokrišņu daudzuma ilggadīgās svārstības ir vērojamas arī kalendārējās sezonās. Lineārās tendences aprēķinu rezultāti liecina par nokrišņu daudzuma pieaugumu ziemā un vasarā, turpretī pavasarī un rudenī nokrišņu daudzums ir praktiski bez izmaiņām. Ziemas un vasaras sezonās, tāpat kā gadā kopumā, nokrišņu daudzums visvairāk ir palielinājies Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu ziemeļu daļā – Kalnciemā un Jelgavā (6-7% ziemā un 5% vasarā). Teritorijas dienvidu daļā ilggadīgajā periodā ziemas un vasaras nokrišņu daudzums ir gandrīz bez izmaiņām.

Datu perioda no 1954. līdz 2012. gadam analīze parāda, ka, tāpat kā nokrišņu daudzumam, arī dienu skaitam ar nokrišņiem ir vērojams nenozīmīgs, bet tomēr pieaugums. Lineārā tendence liecina, ka Jelgavas, Bauskas un Dobeles novadu teritorijā dienu skaits gadā ar nokrišņiem ≥ 0.5 ,

≥ 1.0 , ≥ 2.0 mm vidēji 10 gadu laikā ir pieaudzis par 2-3 dienām. Gada kalendāro sezonu analīze parāda, ka šis pieaugums ir galvenokārt ziemas un vasaras sezonās (vidēji viena diena 10 gados), pavasarī un rudenī dienu skaits ar nokrišņiem ir praktiski bez izmaiņām. Arī intensīviem nokrišņiem un diennakts maksimālajiem nokrišņu daudzumiem siltajā periodā tiek konstatēta tendence palielināties.

Sniega sega. Pēc ilggadīgajiem datiem Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā pirmoreiz sniega sega parādās vidēji 13. novembrī. Atsevišķos gados aukstas gaisa masas pirmo sniegu var atnest pat mēnesi ātrāk - laika periodā no 7. līdz 13. oktobrim, bet siltos rudenos un ziemas sākumā pirmā sniega sega ir bijusi tikai janvārī.

Pirmā sniega sega visbiežāk nav ilgstoša. Noturīgas sniega segas periods Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir no 24. decembra līdz 11. martam (vidējie datumi). Arī šie termiņi atkarībā no laika apstākļiem konkrētos gados ir svārstījušies vairāku mēnešu diapazonā. Sniega segas izzušanas vidējie datumi ir no 4. līdz 9. aprīlim, bet visvēlākā sniega sega ir bijusi 7.-9. maijā.

Aukstās sezonas sākumā, līdz pat novembra pirmajai dekādei, un no aprīļa pirmās dekādes līdz aukstās sezonas beigām sniega sega ir bijusi mazāk kā 50% ziemu. Atsevišķos gados periodi bez sniega segas ir bijuši arī aukstā gadalaika vidusdaļā.

Sniega sega vislielāko biezumu sasniedz februāra otrajā pusē- 10-13 cm (ilggadīgie vidējie dati). Vislielākais sniega segas biezums kādā konkrētā dienā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā ir bijis 61-62 cm.

Sniega segas raksturlielumu ilggadīgo izmaiņu tendences Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu apgabalā ir bez būtiskām teritoriālām atšķirībām. Tajās ir redzama loģiska saistība ar gaisa temperatūras ilggadīgo izmaiņu tendencēm.

Gada gaitā rudens un ziemas sākums ir periods, kad temperatūras pieauguma tendence praktiski nav vērojama. Līdz ar to nav arī izmaiņu tendences pirmās sniega segas parādīšanās un noturīgās sniega segas izveidošanās datumiem.

Visintensīvāk siltāks paliek laika periods no janvāra līdz aprīlim. Līdz ar to sniega sega ziemas periodā kļūst mazāk stabila, salam mijoties ar atkušņiem nereti ziemā ir vairāki, bet īsi noturīgas sniega segas periodi, bet kopējā tendence ir periodam ar noturīgu sniega segu kļūt īsākam.

Lineārās tendences novērtējums rāda, ka 10 gadu laikā pavasarī sniega segas izkušanas laiks ir kļuvis par 3 dienām agrāks. Tādējādi ir samazinājies arī kopējais dienu skaits ar sniega segu ziemas periodā - Bauskas, Jelgavas un Dobeles novadu teritorijā 10 gados par 3-4 dienām (attēls).

Ūdens daudzums sniega segā. Kopējā ūdens daudzuma sniega segā izmaiņas aukstās sezonas laikā ir līdzīgas sniega segas biezuma izmaiņām. Vislielākais ūdens daudzums sniega segā- 30-37 mm (ilggadīgie vidējie dati) – ir ap sniega segas maksimālā biezuma laiku – februāra otrajā pusē.

Atsevišķos gados, atkarībā no konkrētajiem laika apstākļiem, kopējais ūdens daudzums sniega segā ir vairākkārtīgi pārsniedzis atbilstošās vidējās vērtības. Tāpat laika apstākļu īpatnības konkrētos gados ir iemesls tam, ka kopējā ūdens daudzuma sniega segā sezonālais maksimums ir bijis ne februārī, bet citos sniega sezonas mēnešos.

Tāpēc, lai mainīgo laika apstākļu un reālajā vēsturisko datu esamības situācijā iegūtu informāciju par iespējami vislielāko ūdens daudzumu sniega segā ziemu periodos, katrā novada teritorijā tika apkopoti un analizēti ilggadīgie dati par maksimālajiem kopējā ūdens daudzumiem sniega segā katrā ziemas sezonā.

Ilggadīgās vidējās vērtības no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir bez būtiskām teritoriālām atšķirībām: no 52 līdz 56 mm.

Maksimālās (ilggadīgā periodā vislielākās) no kopējā ūdens daudzuma sniega segā visos ziemas periodos maksimālajām vērtībām ir 142-154 mm. Vairāk kā pusē ziemu maksimālais ziemas periodā kopējais ūdens daudzums sniega segā ir no 11 līdz 60 mm. Vērtības virs 100 mm ir tikai 7-9% ziemu.

Maksimālo ziemas periodā kopējā ūdens daudzuma sniega segā atkārtotās varbūtību vērtības visā to diapazonā Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados ir bez būtiskām teritoriālām atšķirībām (3. tabula).

3. tabula

Ziemas periodu maksimālo kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtību atkārtotās varbūtības Bauskas, Jelgavas un Dobeles novados esošajās un Saldus novērojumu stacijās

Atkārtotās varbūtības		Saldus	Dobele	Bauska un apkārtnē	Jelgava un apkārtnē	Vidējais pētāmajā teritorijā
Datū periods		1950/51-2006/07	1958/59-2011/12	1950/51-2011/12	1955/56-1990/91	
50%	1 reizi 2 gados	49	47	48	52	49
33%	1 reizi 3 gados	64	62	63	65	63
20%	1 reizi 5 gados	79	77	79	80	79
10%	1 reizi 10 gados	99	96	99	99	98
5%	1 reizi 20 gados	119	115	119	117	117
2%	1 reizi 50 gados	144	139	144	140	142
1%	1 reizi 100 gados	162	157	163	158	160

94-98%, t.i. absolūti lielākā daļa no novērotajām maksimālajām ziemas periodā kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtībām ir ne retāk kā reizi 20 gados. Visā apskatītajā datu periodā vislielāko maksimālo ziemas periodā kopējā ūdens daudzuma sniega segā vērtību varbūtība nepārsniedz 1%, t.i. ir iespējama vidēji reizi 100 gados.

Novērtēšanas periodā **nokrišņu skābums** (pH līmenis) Dobeles novērojumu stacijā svārstījās no 4.68 līdz 6.95, Bauskā - no 5.32 līdz 7.34, bet Rucavā - no 3.08 līdz 7.69.

Dobelē 43.9% gadījumos nokrišņu pH vidējais līmenis bija neitrāls, 30.6% - paskābināts un 25.5% - sārmais. Pēdējos gados Dobelē ir samazinājies gadījumu skaits ar pH līmeni virs 6.5. Vidējais pH līmenis visā novērtēšanas laikā Dobeles novērojumu stacijā ir neitrāls.

Rucavā 66.7 % gadījumos nokrišņu pH vidējais līmenis bija paskābināts, 24% - neitrāls, 4.4% - skābs un 4.9% - vāji sārmais, kas varētu būt saistīts gan ar pārrobežu pārneses ietekmi, gan sulfātu un nitrātu saturu. Vidējais pH līmenis visā novērtēšanas laikā Rucavas novērojumu stacijā ir paskābināts.

Bauskā novērojumu periods bija ļoti īss, kas samazina novērtējuma objektivitāti, tomēr šajā periodā pH līmenis bija neitrāls 52% gadījumos.

Dobeles novērojumu stacijā lielāko ieguldījumu nokrišņos no anjoniem dod **nitrāti** (28%) un **sulfāti** (25%), bet no katjoniem – kalciji (11%) un nātrijs (8%). Rucavas novērojumu stacijā tika atzīmēti lielākais no anjoniem - nitrātu (27%) un sulfātu (25%) saturs un no katjoniem - kalcija un nātrija saturs (9%).

Sulfātu un nitrātu saturs ir atkarīgs no gada laika un no izkritušā nokrišņu daudzuma. Ziemā un pavasarī sulfātu un nitrātu mēneša vidējās koncentrācijas ir augstākas nekā vasarā un rudenī. Pēdējos gados sulfātu un nitrātu mēneša vidējās koncentrācijas ir ievērojami samazinājušās.

Laika periodā no 1993. līdz 2009. gadam **smago metālu** - svina (Pb) mitrie nosēdumi svārstījās no 0.57 mg/m² līdz 4.01 mg/m², cinka (Zn) - no 5.8 mg/m² līdz 25.1 mg/m², kadmija (Cd) - no 0.02 mg/m² līdz 0.78 mg/m² un vara - no 0.51 mg/m² līdz 10.7 mg/m². Svina, kadmija un vara mitrajiem nosēdumiem minētajā periodā ir samazināšanās tendence, cinka mitrajiem nosēdumiem samazināšanās tendence nav novērota.

Lielupes baseina apgabalā saldūdeņi izplatīti aktīvās ūdens apmaiņas zonas griezuma augšējās daļas kvartāra, augšperma un devona ūdens saturošos nogulumos. Viena horizonta ietvaros iespējama būtiska **pazemes ūdeņu** ķīmiskā sastāva un dominējošā ūdens tipa mainība, kuras cēloņi ir gan dabiski, gan antropogēni faktori. Mainoties ūdens apmaiņas apstākļiem, vertikālā un horizontālā griezumā mainās spiedienūdeņu ķīmiskais sastāvs. Kvartārsegas **pazemes ūdeņu ķīmisko sastāvu** dabiskos apstākļos maz ietekmē horizontu veidojošie nogulumi un ieguluma dziļums. Galvenais ūdens ķīmiskā sastāva variācijas noteicošais faktors ir horizonta barošanās apstākļi un ūdens apmaiņas ātrums.

Lielupes baseina apgabalā dominē Ca-Mg-HCO₃ un Ca-SO₄ tipa pazemes ūdeņi. Atsevišķos apgabalos sāļo ūdeņu augšupejošās filtrācijas vai jūras ūdeņu intrūzijas rezultātā sastopami arī Na-Cl tipa ūdeņi. Pļaviņu-Amulas ūdens horizontu kompleksa augšējā daļā izplatīti ģipši (Stipinu un Salaspils horizontā), kas Lielupes baseina centrālās daļas pazemes ūdeņos rada paaugstinātu sulfātjonu un kalcija jonu saturu. Baseina R un A daļā nav vērojama ģipšu šķīšanas ietekme un ir sastopami Ca-HCO₃ un Ca-Mg-HCO₃ tipa pazemes ūdeņi. Organisko vielu saturs, kas pārsniedz dzeramā ūdens nekaitīguma prasības (MK noteikumi Nr.235), vietām novērotas Jonišķu-Akmenes ūdens horizontā.

Ikgadējie kvantitātes monitoringa rezultāti liecina, ka 2012.gadā Lielupes ūdens baseinā lokāla pazemes ūdens līmeņu pazemināšanās novērojama pazemes ūdeņu atradņu aptveres zonās. Tikai 10% 2012.gadā izmantoto saldūdens pazemes ūdeņu atradņu atrodas Lielupes baseina apgabalā, kas galvenokārt saistīts ar paaugstinātām sulfātjonu koncentrācijām aktīvajā ūdens apmaiņas zonā. Tā rezultātā Lielupes baseina apgabalā atrodas vairāk nekā puse no sulfātu saldūdens atradnēm, vienīgā sulfātu iesāļūdens atradne, divas no piecām sāļūdens atradnēm, kā arī viena no divām izmantotajām sālsūdens atradnēm Latvijā.

Lielupes upes baseinā sākotnēji nokrišņu ūdeņi pieder Ca-Mg-HCO₃ tipa ūdeņiem, bet nokrišņu ūdenim nonākot saskarē ar iežiem ūdens tips mainās uz Ca-Mg-SO₄. Ļoti labi novērojama hlorīdjonu „konservatīvā daba”, kā rezultātā hlorīdjonu saturs gruntsūdeņos pieaug līdz ar pazemes ūdeņu iegulumu dziļumu.

Izteiktas sakarības starp nokrišņu daudzumu, savākto un **novadīto lietus notekūdeņu** daudzumu un kopējo novadīto notekūdeņu daudzumu Lielupes baseinā nav konstatējamas. Tas saistīts ar faktu, ka lietus notekūdeņu savākšanas statistika ir nepilnīga, tā neatbilst patieso ainu, jo datus iesniedz tikai ierobežots respondentu skaits. Atsevišķa lietus notekūdeņu novadīšana statistiskā parādās reti – vairumā gadījumu savāktie lietus notekūdeņi nonāk pilsētas vai rūpnieciskā uzņēmuma kanalizācijas tīklā un tur tiek attīrīti kopā ar tā pamata notekūdeņiem. Novadītais lietus ūdeņu apjoms salīdzinājumā ar pārējo notekūdeņu apjomu, ir nebūtisks (0.1...4.5 % no kopējā notekūdeņu apjoma Lielupes baseinā).

Zināmas sakarības iezīmes ir novērojamas starp savākto un novadīto lietus notekūdeņu apjomu. Tam var būt divi cēloņi – gan respondentu skaita pieaugums, gan arī kanalizācijas sistēmu, tostarp lietus ūdeņiem paredzēto, rekonstrukcija, modernizācija un/vai jaunas infrastruktūras nodošana ekspluatācijā.

Galveno ieguldījumu lietus notekūdeņu piesārņojumā dod atsevišķi konkrēti uzņēmumi, bet kopumā piesārņojošās vielas lietus notekūdeņos tiek noteiktas neregulāri un nepilnīgi. Ar lietus notekūdeņiem vidē nonākušais piesārņojums ir nebūtisks, jo īpaši salīdzinājumā ar lielo pilsētu attīrīšanas iekārtu un lielo rūpnīcu notekūdeņiem. Trūcīgie piesārņojuma dati liek domāt, ka piesārņojošās darbības atļaujās un ūdens resursu lietošanas atļaujas minētās prasības lietus notekūdeņu kontrolei pirms to novadīšanas vidē ir visai liberālas un nepilnīgas.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Agersten S. (2002). Analyses of extreme daily precipitation and return periods in Norway and NORDCLIM area. Report Nr. 13/02 KLIMA. P.64. 2002.

Alisov, B., Drozdov O. and Rubinshtein E . (1952). Obshchaia klimatologiiia; metody klimatologicheskoi obrabotki nabliudenii [General Climatology: Methods of Climatic Analysis of Observations]. Leningrad: Gidrometeoizdat. references. on pp. 478-482.

Alexandersson H, Førland E.J., Helminen J., Sjöblom N.and.Tveito O.E. (2001) Extreme value analysis in the Nordic countries - pilot studies of minimum temperature and maximum daily precipitation and a review of methods in use. Report Nr. 03/01 KLIMA. p.26.

Arhipova, I. un Bāliņa, S. (2003) Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Datorzinību centrs. 250 lpp.

Avotniece Z., Radinov V., Lizuma L., Briede A., Klavina m. (2010). Trends in the frequency of extreme climate events in Latvia. Baltica, Vol. 23. Nr. 2, 135-148.

Brunetti, M., Buffoni, L., Maugeri, M., Nanni, T. (2000) Precipitation intensity trends in Northern Italy. *Int. J. Climatol.*, 20, 1017-1031.

Dēliņa, A. (2007). Kvartārsegas pazemes ūdeņi Latvijā. Disertācija. LU, Rīga.

Chemical Analysis of Precipitation for GAW, Laboratory Analytical Methods and Sample Collection Standards. Nr.85 (WMO TD N°550).

EMEP rokasgrāmata paraugu ņemšanai un ķīmiskajām analīzēm. EMEP/CCC-ziņojums Nr. 1/95 (EMEP Manual for Sampling and Chemical Analysis. EMEP/CCC-Report 1/95 and Manual Correction, 2001).

Gaisa kvalitāte Latvijā 2001. (2002). Valsts Hidrometeoroloģijas pārvalde, Vides kvalitātes novērojumu daļa, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija.

Global Atmospheric Watch Measurement Guide. Nr.143 (WMO TD No1073), July 2001.

Gosk E., Levins I., Jorgsen Flindt L. (2008) .Agricultural Influence on Groundwater in Latvia. 101 p

Heavy Metal Transboundary Air Pollution in Europe , EMEP Report 3/2000.

Joint EEA-JRC-WHO report „Impacts of Europe’s changing climate – 2008 indicator-based assessment”)

Libiseller, C., Grimvall, A. (2002) Performance of partial Mann-Kendall test for trend detection in presence of covariates. *Environmetrics* 13, 71-84

Lizuma L., A.Briede and M.Klavins (2010). Long-term changes of precipitation in Latvia. *Hydrology Research*, Vol.41.No 3-4, 241-252

Koļcova, T., Lizuma, L., Rogozova, S., Smith, M. (2007). Climate change impacts on hydrological processes in Latvia. *In: Climate change in Latvia*. Kļaviņš, M. (ed.). University of Latvia, Riga, pp. 86-95.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., and Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263

Levina, N., Levins, I. (2005) . Pazemes ūdeņu pamatmonitorings 2004.gads. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra, Rīga. VĢF nr. 14844. 345 lpp.

Levins, I., Konošonoka, L., Albinus J. Transposition and implementation of the UE Water framework Directive in Latvia. Technical note 13. Final delineation of groundwater bodies and transboundary bodies. DANCEE project ref. no. M 128/023-0004. Carl Bro Latvia. Riga.

PMO Globālā atmosfēras novērošana Nr.99. PMO Globālās atmosfēras novērošanas programmas statuss, 1.daļa (WMO. Global Atmosphere Watch No.99. Status of the WMO Global Atmosphere Watch Programme, part 1).

PMO rokasgrāmata „GAW nokrišņu ķīmijas programmas izpilde, vadlīnijas, datu kvalitātes mērķi un standarta darba procedūras”, Nr.160. 2004. (WMO, *Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme, Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedure*).

Raga, B. (2012). Pazemes ūdens sastāva izmaiņas aktīvās ūdens apmaiņas zonā "Lielās Rīgas" depresijas piltuves teritorijā.

Reihan, A., Koltsova, T., Kriauciuniene, J., Lizuma, L., Meilutyte-Barauskiene, D. (2007). Changes in water discharges of the Baltic states rivers in the 20th century and its relations to climate change. *Nordic Hydrology*, 38(4-5), 401-412.

Retiķe, I., Caune, K. (2013). Pazemes ūdeņu krājumu bilance, 2012.gads. LVĢMC, Rīga.

Retiķe, I., Raga B., Babre A. (2012). Pazemes ūdeņu ķīmiskā sastāva mainība kvartāra nogulumos. DU 53. zinātniskās konferences rakstu krājums.

Richard, O.G. (1987) *Statistical Methods for Environmental Polluting Monitoring*. Van Nostrand Reinhold Company . New York. 209-213.

Transboundary Acidification and Eutrophication in Europe, EMEP Summary report 1/2000.

Vasiljeva, T., and Frolova, M. (2000). Air Quality Monitoring in Latvia. 3rd European Conference on Applied Climatology. Journal of Conference, Abstracts, October 16-20., 2000, Pisa, Italy.

Ziemeļnieks R. (2011) Lietus ūdeņu ietekmes uz Rīgas kopsistēmas kanalizācijas darbību: promocijas darbs hidroinženierzinātnes nozarē, ūdenssaimniecības apakšnozarē. Jelgava: LLU. 160 lpp.

WMO. (2010) Guide to Climatological Practices WMO-No. 100 (third edition). p. 180

Interneta resursi

LVĢMA. 2009. Lielupes upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns (2009-2015). Skatīts 21.10.2013 www.meteo.lv

LVĢMA. 2005. ŪSD 5.panta ziņojums "Upju baseinu apgabalu raksturojums. Antropogēno slodžu uz pazemes un virszemes ūdeņiem vērtējums. Ekonomiskā analīze. Skatīts 21.10.2013 www.meteo.lv