

Atmosfēra



1. Latvijas klimata pētījumu attīstība

Pirmie zināmie instrumentālie meteoroloģiskie novērojumi Latvijā sākti 18. gs. otrajā pusē. Liela nozīme novērojumu veikšanā, īpaši līdz 20. gs. sākumam, bija dabas apstākļu izpētes entuziastiem — skolotājiem, ārstiem, pētniekiem, kas dažkārt vairākus desmitus gadu ilgos periodos pašreizējā veida novērojumus. Rīgas pilsētas ārsta palīgs J. Luters 1762.–1763. gadā divas reizes dienā mērija gaisa temperatūru un vēja virzienu. No 1774. gada līdz 1791. gadam ar pārtraukumiem gaisa temperatūru divas reizes dienā reģistrēja Rīgas farmaceits J. Fišers. Sistemātiski, nepārtraukti un ilggađēji meteoroloģiskie novērojumi Rīgā sākās 1795. gadā, kad Rīgas Doma skolas skolotājs J. Zands uzsāka regulārus meteoroloģiskos novērojumus trīs reizes dienā. Liela nozīme sistemātisku un metodiski vienotu meteoroloģisko novērojumu organizēšanā bija 1845. gadā dibinātajai Rīgas Dabaspētnieku biedrībai, kuras pārziņā 18. gs. otrajā pusē atradās 12 meteoroloģisko novērojumu punkti Latvijas teritorijā. 1850. gada 1. septembrī biedrība nodibināja pirmo meteoroloģisko novērojumu vietu Rīgā, kur katru dienu trīs reizes tika reģistrēti visi galvenie meteoroloģiskie elementi — gaisa temperatūra (vidējā, maksimālā, minimālā), vēja ātrums un virziens, nokrišņi, gaisa mitrums, atmosfēras spiediens, tika izdarītas atzīmes par laikapstākļiem.

19. gs. beigās Rīgas apkārtnē pirmo reizi tika veikti augšnes temperatūras novērojumi. 1885. gadā Tērbatas Universitātes profesora A. J. Etingena vadībā tika izveidots Baltijas lietus mērīšanas tīkls, kas aptvēra arī Latvijas teritoriju. Novērojumu punktos bez nokrišņiem reģistrēja gaisa temperatūru, atsevišķās stacijās tika veikti arī fenoloģiskie novērojumi. 19. gs. sākumā nozīmīgu meteoroloģisko novērojumu vietu Rīgas bākā ierīkoja arī Krievijas impērijas Jūras ministrijas Hidrogrāfiskais departaments. Bākas uzraugi un jūrniecības virsnieki 1835.–1860. gadā šeit noteica jūras līmeni, vēja virzienu un ātrumu, gaisa temperatūru, atmosfēras spiedienu, nokrišņus, jūras vilņošanās, atmosfēras parādības.

18. gs. beigās un 19. gs. sākumā augu attīstību un gājputnu atlidošanu novēroja A. Lēviss, un viņa apkopotie dati ir pirmie zināmie sistemātiskie fenoloģiskie novērojumi Latvijas teritorijā. Laikā no 1822. gada līdz 1849. gadam fenoloģiskos novērojumus Kurzemē veica J. Kavals, viņš tos vēlāk publicēja Rīgas Dabaspētnieku biedrības izdevumā “Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga”.

Līdz 19. gs. vidum meteoroloģisko novērojumu dati pamatā tika ievākti, bet apkopotu publikāciju, kas saturētu informāciju par teritorijas klimatiskajiem apstākļiem, ir maz un ziņas pārsvarā ir fragmentāras. Galvenokārt nelieli darbi tika publicēti periodiskajos izdevumos, un tie saturēja informāciju par vētrām, salnām un citiem raksturīgiem laikapstākļiem. Vienu no pirmajām plašākajām publikācijām par Latvijas klimatiskajiem apstākļiem sagatavoja A. Lēviss, viņš, balsoties uz personīgiem septiņu gadu novērojumiem, 1815. gadā un 1817. gadā uzrakstīja apkopojumus par dažādām dabas parādībām Rūjienas apkārtnē. Kopš 1850. gada meteoroloģisko novērojumu dati tika publicēti Rīgas Dabaspētnieku biedrības izdevumos, un regulāri visi novērojumu dati tika iekļauti biedrības izdevumā “Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga”.

19. gs. vidū parādījās publikācijas, kurās novērojumu dati tika gan apkopoti, gan analizēti. Tā N. D. Nēze 1849. gadā aprakstīja Rīgas Dabaspētnieku biedrības novērojumu tīklu un publicēja apkopojumus par Rīgas klimatu, kuri balstīti uz M. Dītera un J. Zanda novērojumiem.

Līdz 19. gs. beigām Latvijas teritorijā veikto meteoroloģisko datu informācija tika apkopota un analizēta izdevumos par Krievijas impērijas klimatu K. Veselovska, A. Vojeikova, H. Vilda un A. Kaminska darbos. Liela nozīme bija 1900. gadā Sanktpēterburgā izdotajam Galvenās fiziskās observatorijas sagatavotajam atlantam “Климатологический атлас Российской империи” (“Krievijas impērijas klimatoloģiskais atlants”), kas saturēja vērtīgu informāciju arī par Latvijas klimatiskajiem apstākļiem.

Pirmā Latvijas Republikas valstiskā institūcija meteoroloģisko novērojumu veikšanai uzsāka darbu 1920. gadā, kad Latvijas Zemkopības ministrijas pakļautībā tika izveidots Latvijas Valsts meteoroloģiskais birojs. Līdz ar to sāka veidoties visaptverošs regulāru meteoroloģisko novērojumu staciju un punktu tīkls, kura galvenais uzdevums bija nodrošināt ar nepieciešamo informāciju zemkopības nozari un dažādas tehniskās nozares. Novērojumu stacijas un punkti tika izvietoti pa visu valsts teritoriju un dalījās trīs pakāpēs. III pakāpes novērojumu punktos veica atmosfēras nokrišņu, sniega segas un atmosfēras parādību novērojumus, II pakāpes stacijās mērija arī gaisa temperatūru, mitrumu, augšnes virskārtas temperatūru, Saules spīdēšanas ilgumu un mākoņainumu. I pakāpes stacijās vēl bez minētajiem tika izdarīti arī atmosfēras spiediena, vēja virziena un ātruma, kā arī augšnes temperatūras mērījumi dažādos dziļumos un uzstādīti pašrakstītāji gaisa temperatūras, atmosfēras spiediena, gaisa mitruma nepārtrauktai reģistrēšanai. Kopumā 20. gs. 20.–30. gados Valsts meteoroloģiskā biroja pārziņā bija 170 novērojumu punkti. Sākot no 1929. gada, meteoroloģisko novērojumu materiāli tika apkopoti un izdoti biļetenu veidā. Liela nozīme gan novērojumu organizēšanā, gan arī materiālu apkopošanā un teritorijas klimata izpētē bija meteoroloģiskā biroja vadītājam Jānim Barloti. Tika izdoti viņa sagatavotie darbi “Sniega sega Latvijā” (1932), “Nokrišņi Latvijā” (1932), “Gaisa temperatūra Latvijā” (1937), kuros apkopota informācija par novērojumiem laika posmā no 1921. gada līdz 1931. gadam. J. Barloti darbā “Pēdējo divu 30 gadu periodu (1871.–1900. un 1901.–1930.) vidējo gaisa temperatūru salīdzinājums” (1936) analizē gaisa temperatūru raksturu un izmaiņas arī Eiropā un citur pasaulē, raksta par iespējamo pilsētas vides ietekmi uz gaisa temperatūru paaugstināšanos.

Pēc Latvijas Augstskolas nodibināšanas (1919. g.) meteoroloģiskos novērojumus Rīgā kopš 1921. gada organizēja Meteoroloģiskais institūts (vēlāk — Ģeofizikas un meteoroloģijas institūts). Līdz 1924. gadam šie novērojumi tika veikti kopīgi ar pilsētas ģimnāziju, kur novērojumus organizēja Rīgas Dabaspētnieku biedrība, pēc tam abi punkti tika apvienoti. Novērojumu laukumu iekārtoja Kronvalda parkā netālu no toreizējās Ķīmijas fakultātes ēkas. Apstākļu sakritības dēļ universitātes novērojumu stacija netika pārvietota ārpus pilsētas un novērojumi turpinājās pilsētas teritorijā, līdz ar to garā Rīgas meteoroloģisko novērojumu datu rinda netika pārtraukta.

Meteoroloģijas institūta direktora posteni no institūta dibināšanas brīža līdz pat 1939. gadam ieņēma universitātes

profesors Rūdolfs Meijers. Universitātes novērojumu stacija līdztekus citiem meteoroloģiskajiem novērojumiem veica arī Saules radiācijas un apgaismojuma mērījumus. Latvijas Universitātes darbinieku ieguldījums Latvijas klimatisko apstākļu izpētē ir ļoti nozīmīgs, jo tika apkopoti un analizēti gan universitātes meteoroloģiskās observatorijas dati, gan arī Valsts meteoroloģijas biroja novērojumu materiāli. Pētījumi rezultāti tika publicēti periodiskajos izdevumos vācu valodā ("Meteorologische Zeitschrift", "Das Wetter", "Beiträge zur Geophysic", "Correspondenzblatt des Naturforschenden Vereins zu Riga"), kā arī latviešu valodā ("Ģeogrāfiskie raksti", "Latvijas Universitātes Meteoroloģijas institūta darbi"). 1936. gada izdevumā "Latvijas zeme, daba, tauta" ievietots vispusīgs J. Baumaņa izveidots Latvijas klimata apstākļu apraksts, kas balstīts uz novērojumiem, kuri veikti līdz tam laikam.

1940. gadā pēc padomju iekārtas nodibināšanas Latvijā tika izveidota Latvijas Hidrometeoroloģijas pārvalde, tā pārņēma meteoroloģisko novērojumu organizēšanu. Otrā pasaules kara gados Latvijas teritorijā meteoroloģiskie novērojumi lielākoties netika veikti. Izņēmums ir Latvijas Universitātes meteoroloģiskā observatorija, kuras darbinieki turpināja darbu un veica mērījumus arī kara gados. Pēc karadarbības beigšanās Latvijas teritorijā 1944. gada nogalē atsāka darbu Latvijas Hidrometeoroloģijas pārvalde, pakāpeniski tika atjaunots arī meteoroloģisko novērojumu tīkls. 1945. gadā Rīgā tika uzsākta atmosfēras zondēšana, kas ļāva iegūt meteoroloģisko informāciju par augstākiem atmosfēras slāņiem. Šajā pašā gadā līdztekus meteoroloģiskajiem novērojumiem Latvijā tika veidots arī agrometeoroloģisko novērojumu tīkls. 1949. gadā darbu uzsāka Ķemeru purva novērojumu stacija, kas līdztekus purva hidroloģiskā režīma mērījumiem veica arī meteoroloģiskos novērojumus, bet 1952. gadā Rīgā sākās aktinometriskie novērojumi. 20. gs. 60.–70. gados Latvijā meteoroloģiskos novērojumus veica vairāk nekā 160 novērojumu punktos — gan stacijās, kurās tika īstenota pilna novērojumu programma, gan arī posteņos, kuros mērija nokrišņus, sniega segu un reģistrēja atmosfēras parādības.

Kā atsevišķa Latvijas PSR Hidrometeoroloģijas pārvaldes struktūrvienība 1944. gadā tika izveidota Rīgas Hidrometeoroloģiskā observatorija, kur analizēja meteoroloģisko informāciju,

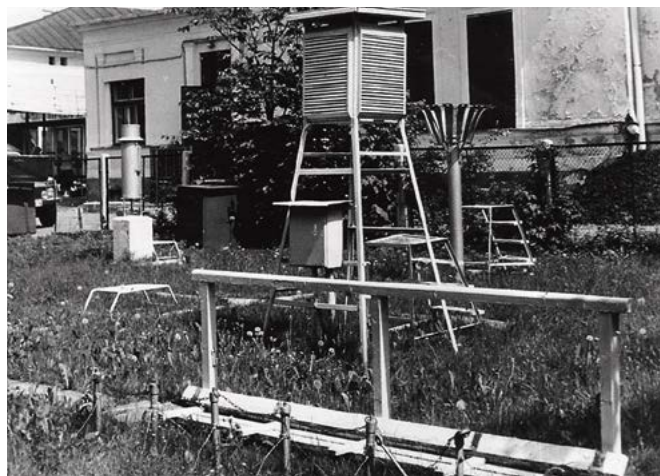
izvērtēja meteoroloģiskos novērojumus un Latvijas klimata apstākļus. Observatorijas darbinieki regulāri sagatavoja publicēšanai novērojumu datus un to apkopojumus, un tie tika iespiesti atsevišķos izdevumos. Galvenās Ģeofiziskās observatorijas vadībā Rīgas Hidrometeoroloģiskās observatorijas klimata daļā tika sagatavoti izdošanai PSRS klimata kataloga 5. laidiena pieci izdevumi, kas publicēti no 1966. līdz 1969. gadam ("Справочник по климату СССР. Выпуск 5"). Šie izdevumi satur informāciju par Latvijas teritorijas ilggadējiem vidējiem klimatiskajiem datiem (normām) — Saules radiāciju, radiācijas bilanci un Saules spīdēšanas ilgumu, gaisa un augsnes temperatūru, vēju, gaisa mitrumu, nokrišņiem un sniega segu, atmosfēras spiedienu un mākoņainumu. Katalogs ietver arī vispārēju katra klimatiskā elementa raksturojumu.

Nozīmīga vieta Latvijas klimata izpētē ir 1958. gadā Rīgas Hidrometeoroloģiskās observatorijas izdotajai N. Temņikovas monogrāfijai "Климат Латвийской ССР" ("Latvijas PSR klimats"), klimata nodaļas ilggadējās vadītājas L. Fominas vadībā 1972. gadā sagatavotajam atlantam "Климатический атлас Латвийской ССР" ("Latvijas PSR klimata atlants"), kā arī 1983. gadā publicētajai monogrāfijai "Климат Риги" ("Rīgas klimats") M. Borisovska un C. Šveras redakcijā. Liels ir Latvijas Universitātes profesores Nataļjas Temņikovas ieguldījums klimata zinātnes attīstībā Latvijā. 1958. gadā bez jau minētās N. Temņikovas monogrāfijas tika izdots darbs "Latvijas PSR agroklimatiskais raksturojums", 1969. gadā — "Климат Риги и Рижского моря" ("Rīgas un Rīgas jūrmalas klimats"), bet 1968. gadā — grāmata "Аэроионы на Рижском море" ("Аеројони Rīgas jūrmalā"). Šie darbi veicināja Latvijas agroklimata pētījumus, tika uzsākta pilsētas klimata īpatnību analīze, kā arī Jūrmalas kūrorta bioklimatiskā izpēte.

Nozīmīgu ieguldījumu klimatoloģijas jomā deva arī citi Latvijas Universitātes docētāji. A. Kalniņa ir veikusi mikroklimatu veidojošo faktoru mijiedarbības izpēti, un tā rezultātā uz 20. gs. 70.–80. gados izstrādāto pētījumu bāzes Rīgā tika nodalīti pēc klimatiskajām īpatnībām atšķirīgi mezoklimatiskie rajoni. A. Zirņītis izstrādāja meteoroloģijas terminus un sarakstīja mācību grāmatu "Meteoroloģija" (1968), kurā bez meteoroloģijas pamatjautājumiem iekļauts arī Latvijas klimata apraksts un



1. att. Gureļu novērojumu stacija 20. gs. 30. gados.



2. att. Novērojumu stacija "Rīga-Universitāte" pie Vērmānes dārza (20. gs. 80. gadi).



3. att. Novērojumu stacijā "Rīga-Universitāte" 1997. gadā sāka darboties automātiskā novērojumu sistēma.

liela uzmanība veltīta agroklimatoloģijas un fenoloģijas jautājumiem. Būtisku ieguldījumu Latvijas klimata analizē un izpētē ir devis trimdas latvietis Jānis Rutkis monogrāfijā "Latvijas ģeogrāfija", kas izdota 1960. gadā.

Pēc Latvijas neatkarības atjaunošanas tika izveidota Latvijas Republikas Hidrometeoroloģijas pārvalde (1991. gadā). Vēlāk tās funkcijas pārņēma un joprojām kā valstiska institūcija meteoroloģisko novērojumu veikšanā darbojas valsts SIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" (LVĢMC). 1992. gadā Latvija kā pilntiesīga dalībvalsts tika uzņemta Pasaules Meteoroloģijas organizācijā. 20. gs. beigās un 21. gs. sākumā notika pakāpeniska meteoroloģisko novērojumu pāreja uz automātisko novērošanas režīmu. Tā 2006. gadā netālu no Rīgas lidostas tika uzstādīts jauns meteoroloģiskais Doplera radars, kas dod iespēju iegūt augstākas detalizācijas informāciju laikā un telpā.

Pašreiz LVĢMC visaptverošus meteoroloģiskos novērojumus veic 33 novērojumu stacijās, kas stacionāri izvietotas visā Latvijas teritorijā. 23 novērojumu stacijās uzstādītas automātiskās iekārtas un atbilstoša programmatūra mērījumu un novērojumu apstrādei un nodošanai datubāzē. Novērojumi un pētījumi meteoroloģijas un klimatoloģijas jomā tiek veikti Latvijas augstskolās, un turpina darboties novērojumu stacija "Rīga-Universitāte", kas ir apvienota ar LVĢMC Rīgas novērojumu punktu.

Ļoti nozīmīgi Latvijas klimata izpētē ir profesora Ādolfa Kraukļa vadībā veiktie pētījumi par sezonalitāti ainavās saistībā ar gaisa masu dinamiku, neto radiācijas daudzumu, kā arī siltuma un ūdens bilanci. Patlaban Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē tiek turpināti pētījumi klimatoloģijas jomā, un liela uzmanība veltīta klimata rakstura izpētei, ietverot ekstremālo parādību izpēti un ilglaicīgo izmaiņu analīzi, kā arī klimata mainības ietekmes un adaptācijas pētījumiem (A. Briede, L. Koreļska (Lizuma), M. Kļaviņš, G. Kalvāne, Z. Avotniece). Paralēli publikācijām starptautiskos izdevumos Latvijas klimata pētījumu rezultāti apkopoti arī vairākās monogrāfijās: "Climate change in Latvia" (2007), "Klimata mainība un globālā sasilšana" (2008), "Climate change in Latvia and adaptation to it" (2012), "Klimats un ilgtspējīga attīstība" (2016).

2. Galvenie klimatu noteicošie procesi un faktori

2.1. Saules radiācija

Saules radiācija ir galvenais enerģijas avots uz Zemes un viens no svarīgākajiem klimatu veidojošiem faktoriem. Enerģijas daudzums, ko saņem Zemes virsma, ir atkarīgs no Saules staru krišanas leņķa (Saules augstuma virs horizonta) un dienas garuma. Šos apstākļus ikvienai vietai nosaka vietas ģeogrāfiskie platuma grādi. Latvijas teritorijā vasaras saulgriežos (ap 22. jūniju) Saules augšējā kulminācija nedaudz pārsniedz 57° teritorijas dienvidu daļā, bet teritorijas ziemeļu daļā ir nedaudz lielāka par 55° . Savukārt ziemas saulgriežos (ap 22. decembri) maksimālais Saules staru krišanas leņķis pusdienlaikā ir tikai $8-9^\circ$ Latvijas ziemeļu daļā un $10-11^\circ$ teritorijas dienvidu daļā. Dienas garums vasaras saulgriežu laikā ir 17–18 stundas, bet ziemas saulgriežu laikā 6–7 stundas. Minētās astronomiskās atšķirības nosaka Saules radiācijas nevienmērīgo pieplūdi pa mēnešiem un sezonām. Saules radiācijas pieplūdi ietekmē arī atmosfēras cirkulācija (mākoņainums), aktīvās virsmas īpatnības, vietas augstums virs jūras līmeņa, horizonta noslēgtības pakāpe, kā arī gaisa dzidruma pakāpe.

Gada vidējais kopējais Saules radiācijas daudzums Latvijā ir $3500-4000 \text{ MJ/m}^2$, no tiem $600-650 \text{ MJ/m}^2$ Zemes virsma saņem jūnijā un apmēram 30 MJ/m^2 — decembrī. Aptuveni 52% no summārās radiācijas ir tiešā radiācija, bet 48% — izkliedētā radiācija. Gada siltajā sezonā (marts–septembris) pārsvaru gūst tiešā radiācija, aukstajā sezonā (oktobris–februāris) — izkliedētā. Tajā pašā laikā izteikti lietainos gados ar augstu mākoņainumu dominējošā var kļūt izkliedētā radiācija.

Saules radiācijas pieplūde pa gadiem var būt ļoti atšķirīga, īpaši vasaras un pavasara mēnešos. Augu attīstībai īpaši nozīmīga ir fotosintētiski aktīvā radiācija, kas ietver gan tiešās, gan izkliedētās radiācijas spektra daļu (λ ir $0,38-0,71 \mu\text{m}$). Rudenī un ziemā izkliedētā Saules starojuma veidā Zemes virsma saņem ievērojami vairāk enerģijas nekā tiešā starojuma veidā; no maija līdz augustam tiešā starojuma ir vairāk. Tiešā un izkliedētā Saules starojuma sadalījumu ietekmē mākoņu daudzums, kas ir galvenais starojuma izkliedētājs atmosfērā.

Zemes virsma, absorbējot Saules starojumu, vienlaikus to zaudē garo viļņu izstarošanas veidā. No atmosfēras un mākoņiem garo viļņu starojums ir vērsts pret Zemi. Starpību starp Zemes virsmas izstarojumu un atmosfēras starojumu sauc par efektīvo izstarojumu, un tas raksturo Zemes siltuma zudumu. Efektīvā izstarojuma gada summa ir 1072 MJ/m^2 .

Starojuma bilanci veido starpība starp Zemes virsmas saņemto un zaudēto Saules enerģijas daudzumu. Pēc Zilānu novērojumu stacijas datiem, starojuma balance ir apmēram 1500 MJ/m^2 gadā. Saules radiācijas pieplūdes un patēriņa attiecība liecina, ka novembrī, decembrī un janvārī radiācijas balance ir negatīva, bet gada pārējos mēnešos — pozitīva. Saules radiācijas rādītāji mainās atkarībā no vietējiem fizioģeogrāfiskiem apstākļiem, un tie ir viens no mikroklimatisko atšķirību veidošanās cēloņiem. Atstarotās radiācijas daudzumu ietekmē Zemes virsmas raksturs.

1. tabula. Vidējā mēneša un gada Saules radiācija (MJ/m²) un vidējais albedo (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Gadā
Tiešā radiācija uz horizontālu virsmu	7,7	29,2	120,8	188,2	330,3	319,5	327,7	256,5	140,4	55,5	13,5	6,5	1795,7
Izkliedētā radiācija	32,8	69,6	129,7	138,8	229,3	252,5	240,6	201,5	133,1	73,4	30,9	22,8	1600,0
Summārā radiācija	40,5	98,6	250,2	372,0	559,6	572,0	568,3	458,0	273,5	128,9	44,4	29,4	3395,9
Atstarotā radiācija	28,3	68,3	117,5	79,6	123,3	124,3	125,9	98,3	65,0	33,6	21,6	18,9	904,6
Absorbētā radiācija	12,3	30,5	133,0	292,4	436,4	447,7	442,4	359,7	208,5	95,3	22,8	10,5	2491,3
Radiācijas balance	-12,6	5,5	58,7	173,9	294,9	310,1	322,6	242,8	105,1	30,0	-6,3	-14,0	1510,5
Albedo	70	69	47	21	22	22	22	21	24	26	49	64	27

Saules radiācijas vērtības iegūtas pēc Zilānu novērojumu stacijas datiem laika posmā no 1991. līdz 2005. gadam.

Absorbētā radiācija iegūta, no summārās radiācijas atņemot atstaroto radiāciju. Albedo lielums iegūts aprēķinu ceļā kā procentos izteikta atstarotās radiācijas daļa no summārās radiācijas.

Procentos izteiktu atstarotās radiācijas daudzuma attiecību pret summāro saņemtās radiācijas daudzumu sauc par albedo. Kopumā gada laikā vidējais albedo ir 27%. Ziemā albedo vērtības ir lielākas (vidēji 65–70%). Tas izskaidrojams ar sniega segas lielo atstarošanas spēju. Vasarā vidējais albedo (vidēji 22%) kopumā atbilst zaļas zāles atstarošanas īpašībām.

Saistībā ar cilvēku veselību ļoti būtisks ir globālais ultravioletās radiācijas indekss (UVI) — rādītājs, kas raksturo Saules ultravioletās radiācijas līmeni uz Zemes virsmas. Indeksa lielums tiek noteikts no 0 (zemākais rādītājs) līdz 11+ (augstākais rādītājs). Jo tas ir lielāks, jo lielāku ietekmi ultravioletā radiācija var atstāt uz ādu un acīm. UVI diennakts gaitā mainās no zemākās vērtības 0 nakts stundās līdz maksimālajai

vērtībai dienas vidū, kad Saules staru krišanas leņķis ir vislielākais. Latvijā ultravioletās radiācijas mērījumus LVĢMC veic kopš 2008. gada un tikai Rucavas meteoroloģiskajā novērojumu stacijā. Lielākās UVI indeksa vērtības (> 6) tiek konstatētas no maija līdz augustam, un tās var ļoti ietekmēt cilvēka veselību. Visā novērojumu periodā visaugstākā UVI vērtība 8,4 ir fiksēta 2016. gada 22. jūnijā.

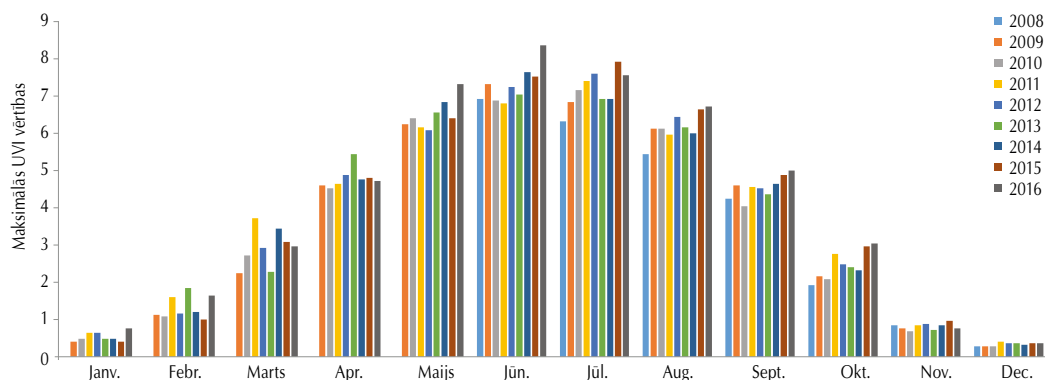
2.2. Atmosfēras cirkulācija un gaisa masas

Atmosfēras cirkulācijas īpatnības, bāriskie veidojumi un teritorijā valdošās gaisa masas ir svarīgi faktori, kas ietekmē laikapstākļus un nosaka klimatu kopumā, to svārstības sezonālā, gada griezumā un ilggadējā periodā. Latvijas klimatu nosaka teritorijas atrašanās Atlantijas okeāna ietekmes apgabalā, kā arī aktīvā cikloniskā darbība. Siltās un mitrās okeāniskās gaisa masas, kas veidojas virs Atlantijas okeāna, rietumu planetārās plūsmas ietekmē virzās pāri Baltijas jūrai no rietumiem uz austrumiem un relatīvi līdzenā reljefa dēļ iespiežas tālu Eiropas daļā.

Latviju gadā vidēji šķērso 120–140 cikloni, kas nosaka izteiktu laikapstākļu maiņu. Ciklonu atnestās gaisa masas izraisa apmākušos laiku un nokrišņus. Ziemā tās rada sala samazināšanos, bet vasarā nosaka vēsa un mitra laika iestāšanos. Savukārt kontinentālā gaisa ieplūšana anticiklona apstākļos visbiežāk vasarā atnes siltumu, bet ziemā — aukstumu.

2. tabula. Ultravioletā indeksa (UVI) vērtības un to raksturojums

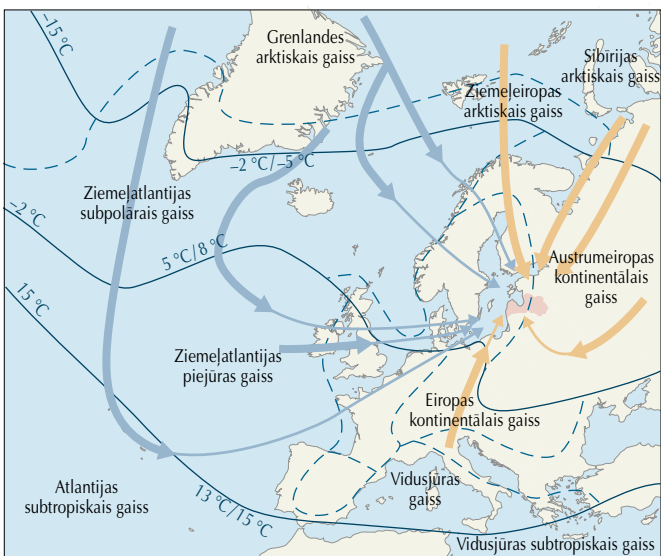
UVI	Ietekme uz cilvēka veselību
0–2	Nav bīstams cilvēka veselībai.
3–5	Neliels kaitējuma risks, ir nepieciešama aizsardzība pret Saules stariem.
6–7	Augsts kaitējuma risks bez aizsardzības pret Saules stariem.
8–10	Ļoti augsts kaitējuma risks bez aizsardzības pret Saules stariem.
11+	Ekstremāli augsts risks bez aizsardzības pret Saules stariem.

**4. att.** Maksimālās ultravioletā indeksa (UVI) mēnešu vērtības Rucavas meteoroloģiskajā stacijā (2008.–2016. g.).

A. Dravenieces pēdējos gadu desmitos veiktie gaisa masu pētījumi apliecina, ka Latvijā ieplūst dažādas izcelsmes okeāniskas un sauszemes gaisa masas, kas veidojušās dažādos platuma grādos un tāpēc ir ļoti atšķirīgas pēc siltuma, mitruma, vēja stipruma un citām īpašībām. Gada laikā, mainoties Saules radiācijas ģeogrāfiskā platuma grāda gradientam, mainās gaisa masu pārvietošanās intensitāte starp dažādiem ģeogrāfiskiem platumiem, starp Atlantijas okeānu un sauszemi, un līdz ar to rodas ciklonālās rietumu plūsmas izpausmes. Atkarībā no gadalaika, no bāriskās sistēmas, no diennakts laika un citiem faktoriem katrs gaisa masu tips veido atšķirīgus laikapstākļus.

Gaisa masas veidotos laikapstākļus nosaka trīs galvenie faktori: gaisa mitrums, gaisa atdzišanas process un gaisa masu stabilitāte. Ja gaisa masa ir sausa, tajā iespējams pavisam neliels mākoņu daudzums, turpretim okeāniskais gaiss satur daudz ūdens — veidojas mākoņi, izkrit nokrišņi un veidojas migla. Kondensāciju un mākoņu veidošanos veicina dažādi atdzišanas procesi, piemēram, pagulvirsas atdzišana garo viļņu jeb siltuma starojuma ietekmē, advekcija virs vēsākas pagulvirsas vai izplešanās, kuru izraisa gaisa vertikālā pacelšanās.

Gaisa masas stabilitāte vai nestabilitāte ir saistīta ar kondensācijas procesu, un tās redzamā izpausme ir mākoņi. Stabilitā gaisa masā vertikālais temperatūras gradients ir mazāks par mitradiabātisko vertikālo temperatūras gradientu, līdz ar to termiskā konvekcija nenotiek pat vislabvēlīgākajās diennakts stundās un neveidojas raksturīgie gubu mākoņi. Faktori, kas sekmē gaisa masu stabilitātes palielināšanos, ir zemes virsmas atdzišana pēc saulrieta, kā arī gaisa masas atdzišana no apakšas, ja tā šķērso aukstāku zemes virsmu. Savukārt nestabilā gaisa masā notiek turbulence un konvekcija, kā rezultātā veidojas gubu (*Cumulus*) mākoņi, ja vien gaisa masa nav pārāk sausa. Faktori, kas sekmē gaisa masu nestabilitātes palielināšanos, ir Saules radiācijas pieplūdums atmosfēras apakšējos slāņos, gaisa masas sasilšana no apakšas, kad tā virzās pāri siltai virsmai, kā arī



Ziema

— Okeānisko gaisa masu trajektorijas
— Kontinentālo un transformētu okeānisko gaisa masu trajektorijas

5. att. Latvijā ieplūstošo gaisa masu veidošanās un transformēšanās apgabalī un visbiežākās gaisa masu trajektorijas.

3. tabula. Gaisa masu raksturs, cilmvieta un klasifikācija

Klimatoloģiskais tips	Gaisa masu cilmvietu piemēri
Arktisks gaiss	Sibīrijas ziemeļu daļa, Ziemeļeiropa, Skandināvijas pussala, Ziemeļjūra, Norvēģu jūra
Subpolārs gaiss	Krievija, Ziemeļeiropa, Ziemeļatlantijas okeāna subarktiskie platumi
Sasilis subpolārs gaiss	Eiropas kontinentālā daļa, kurā ilgstoši atradies subpolārs gaiss, Atlantijas okeāna subtropiskie platumi
Vidējo platuma grādu gaiss	Atlantijas okeāna mērenie platumi, virs Rietumeiropas ilgāku laiku uzturējies okeāniskais gaiss, Austrumeiropas līdzenuma vidējie platuma grādi
Subtropisks gaiss	Atlantijas okeāna subtropiskie platumi, Dienvidaustrumeiropa
Tropisks gaiss	Atlantijas tropisko platumu grādi, Vidusjūras reģions, Āfrikas tropiskie apgabali

Katru tipu pēc izcelsmes virs ūdeņiem vai sauszemes (mitruma) papildus iedala: kontinentāls gaiss, okeāniskais gaiss, transformēts okeāniskais gaiss.

gaisa masu celšanās pie frontālām virsmām. Kopumā stabilām gaisa masām raksturīgi slāņu (*Stratus*) mākoņi un vāja redzamība, bet nestabilām — laba redzamība un gubu mākoņi.

Atmosfēras cirkulācijas rakstura pētījumi Latvijā, nosakot gaisa masu dinamiku 11 gadu periodā (1990.–2000. g.), atklāja, ka okeānisko gaisa masu vidējais biežums Latvijā ir 36%, transformēto okeānisko gaisa masu biežums ir 49% un kontinentālo gaisa masu vidējais biežums ir 14%. Latvijā ieplūstošās gaisa masas pēc regularitātes iedala trīs grupās: pastāvīgās jeb visu gadalaiku valdošās, sezonālās un neregulārās gaisa masas. Latvijas teritorijā valda 6 tipu pastāvīgās gaisa masas: okeāniskais



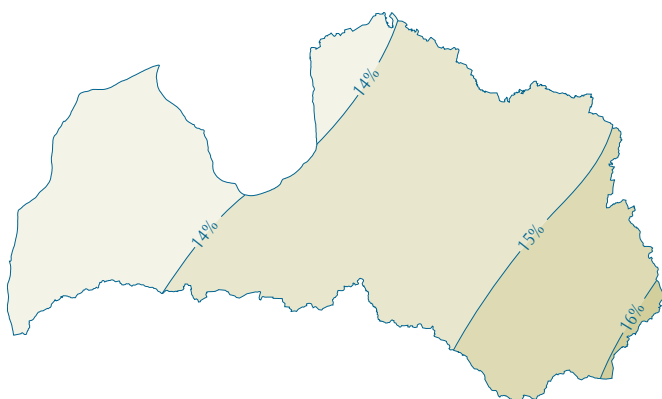
Vasara

— Izotermas piezemes slāni februārī un augustā virs sauszemes/ūdens virsmas
— Gaisa masu veidošanās/transformēšanās apgabali

subpolārs, sasilis okeāniskis subpolārs, okeāniskis vidējo platumu grādu, transformēts okeāniskis subpolārs, sasilis subpolārs un sasilis kontinentāls subpolārs gaiss. Šis gaisa masu veido vispārējo klimatisko fonu, uz kura spilgtāk vai mazāk spilgti parādās sezonālo (7 gaisa masu tipi) vai neregulāro gaisa masu (2 gaisa masu tipi) veidotie laikapstākļi. Sezonālās gaisa masas ieplūst Latvijas teritorijā noteiktos mēnešos, bet pārējā laikā tās novēro reti, to ietekme ir maza vai tās vispār nenovēro. Sezonālajos gaisa masu tipos izšķir šādas gaisa masas: transformēts okeāniskis arktiskis gaiss, okeāniskis arktiskis gaiss un kontinentāls subpolārs gaiss (šis gaisa masas rada aukstu laiku); transformēts okeāniskis gaiss un kontinentāls vidējo platumu grādu gaiss, kā arī okeāniskis gaiss un transformēts okeāniskis subtropiskis gaiss (rada siltu vai karstu laiku). Savukārt neregulārās gaisa masas — kontinentāls arktiskis un kontinentāls subtropiskis gaiss — Latvijā netiek novērotas katru gadu, un to parādīšanās var radīt ekstremālus laikapstākļus.

Pastāvīgās gaisa masas Latvijas teritorijā ir novērojamas 63% gadījumu, un katra atsevišķā tipa atkārtotības biežums nepārsniedz 19%. Valdošo gaisa masu nomaiņa un īpatnības var izraisīt krāsas laikapstākļu un arī klimata īpatnību svārstības gan gadu no gada, gan arī ilgādejā periodā.

Gaisa masu atkārtotības biežuma ģeogrāfiskās atšķirības Latvijas teritorijas robežās parāda, ka virzienā no rietumiem uz austrumiem sarūk okeānisko gaisa masu nozīme, valdošo ietekmi iegūst okeāniskas transformētas gaisa masas, bet kontinentālo gaisa masu biežums ir neliels (14%), šo gaisa masu atkārtotības palielinās virzienā no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem. Eiropas kontinenta vidienē vidējais platumu grādos par valdošo jeb klimatoloģiski vidējo gaisa masu kļūst transformēts okeāniskis gaiss. Šī robežšķirtne šķērso Latvijas teritoriju tās vidusdaļā, jo uz austrumiem no Sēlijas paugurvaļņa–Viduslatvijas nolaidenuma–Augstrozes paugurvaļņa transformētu okeānisku gaisa masu īpatsvars sāk pārsniegt 50%. Okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežuma attiecības jeb kontinentalitātes indeksu atšķirības Latvijas teritorijā (rietumu daļā 42 : 44 : 14 un austrumu daļā 29 : 55 : 16) liecina par lielu okeāniskas izcelsmes (okeānisku un transformētu okeānisku) gaisa masu ietekmi un globālā skatījumā — par nelielu klimata kontinentalitāti, kuras pieaugums notiek, palielinoties transformētu okeānisku gaisa masu biežumam.



6. att. Kontinentālo gaisa masu vidējais biežums Latvijā (1990.–2000. g.).

2.3. Reljefa un Baltijas jūras ietekme uz klimatiskajiem apstākļiem

Nozīmīgs faktors klimata atšķirību veidošanā ir reljefs. Latvijas reljefa iezīme ir lēzenu, zemu apvidu un paugurainu augstieņu mija, kas kopumā sekmē brīvu gaisa masu ieplūšanu gan no Atlantijas okeāna, gan arī no citiem gaisa masu veidošanās apgabaliem. Tā rezultātā var būt novērojamas straujas laikapstākļu maiņas.

Lai arī augstienes nav augstas, tās tomēr ietekmē gaisa temperatūru un nokrišņu sadalījumu. Reljefa ietekmē augstienēs gaisa temperatūra ir par 0,5–1,0 °C zemāka nekā apkārtējā līdzenumā, bet bezsala periods ir par 2 nedēļām īsāks. Viszemākās gada vidējās temperatūras ir novērojamas Vidzemes un Alūksnes augstienē.

Reljefa ietekme izpaužas arī nokrišņu sadalījumā. Nokrišņu daudzums un sniega segas biežums augstienēs ir lielāks, it īpaši rietumu nogāzēs. Savukārt aizvēja nogāzēs nokrišņu daudzums ir par 10–15% mazāks nekā uzvēja nogāzēs. Lielākais gada vidējais nokrišņu daudzums ir raksturīgs Vidzemes augstienes, Rietumkursas augstienes un Latgales augstienes rietumu uzvēja nogāzēm. Būtiski atzīmēt, ka reljefs var noteikt atsevišķu vietu mikroklimatisko apstākļu dažādību un kontrastainību pat nelielos attālumos.

Baltijas jūras tuvums un Rīgas līča ietekme piekrastes teritorijās samazina gaisa temperatūras svārstības, ziemas tur ir siltākas, vasaras vēsākas, rudens ir siltāks par pavasari un bezsala perioda ilgums ir par 3–4 nedēļām ilgāks nekā Latvijas austrumu daļā. Vasarā gaisa masas virs vēsākas ūdens virsmas iegūst noturīgu slāņojumu, tāpēc piekrastē ir lielāks skaidro dienu skaits un mazāks nokrišņu daudzums salīdzinājumā ar teritorijām, kas atrodas tālāk no jūras. Rudenī un ziemā gaisa masu stabilitāte virs jūras samazinās, un tas piekrastes teritorijās izraisa palielinātu mākoņu un nokrišņu daudzumu. Vēja ātrums piekrastes rajonos ir lielāks nekā iekšzemē, kur ziemas temperatūru sadalījums ir meridionāls.

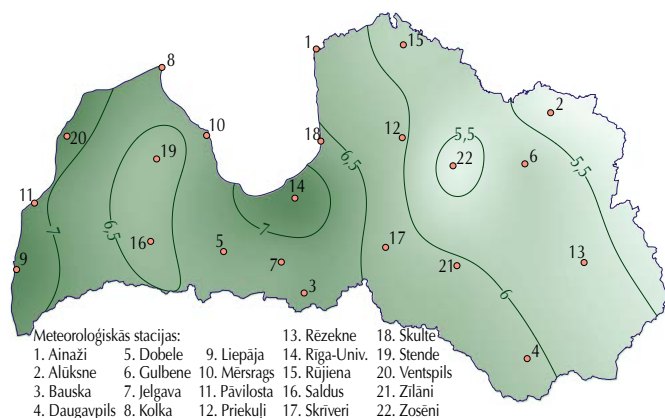
Rīgas līcī un Baltijas jūras piekrastē kontinenta un jūras mijiedarbības dēļ novērojamas brīzes. Dienās, kad uz sauszemes ir bezvējš vai viegls vējš, tas biežāk pūš no jūras puses, veidojot jūras brīzi, bet naktīs otrādi — veidojas krasta brīze. Brīzes Latvijas piekrastē novērojamas no aprīļa līdz septembrim, visbiežāk jūnijā un jūlijā. Gan jūras, gan krasta brīzes vidējais ātrums ir 2–4 m/s, bet atsevišķos gadījumos tas sasniedz 9 m/s.

3. Klimatisko rādītāju reģionālās atšķirības

3.1. Temperatūras režīms

Gaisa temperatūras režīmu un sadalījumu Latvijas teritorijā nosaka saņemtais Saules starojums, atmosfēras cirkulācijas īpatnības, kā arī Baltijas jūras, Rīgas līča un reljefa ietekme.

Kā jau tika minēts, relatīvi līdzenais reljefs ir cēlonis tam, ka virs Atlantijas okeāna izveidojušās siltās un mitrās jūras gaisa masas planetāro plūsmu ietekmē virzās no rietumiem uz austrumiem un iespiežas tālu Eiropas kontinentā. Tāpēc Latvijā

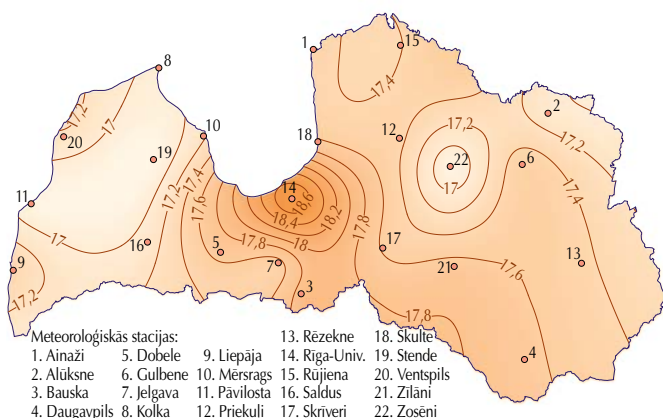


7. att. Gada vidējā gaisa temperatūra (°C) Latvijā (1981.–2010. g.).

gada vidējā temperatūra par 4–6 °C, bet ziemā pat par 9 °C pārsniedz mūsu platuma grādu vidējo temperatūru. Piekrastes rajonos temperatūras svārstības ir mazākas. Tā kā jūras ūdens vasarā ir uzkrājis lielu siltuma daudzumu, ziemas un rudenī te ir siltāki nekā dziļāk sauszemē. Savukārt pavasari un vasaras piekrastē ir vēsākas, jo jūrā ūdens sasilst lēnāk nekā sauszeme.

Gada vidējā gaisa temperatūra Latvijas teritorijā pēc ilglaicīgiem novērojumiem no 1950. līdz 2010. gadam ir bijusi 6,0 °C, bet pēdējo 30 gadu klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) tā ir pieaugusi līdz 6,4 °C. Kopumā vidējā gaisa temperatūra (1981.–2010. g.) Latvijas teritorijā ir mainījusies no 5,2 °C (Alūksnē) un 5,3 °C (Zosēnos) līdz 7,4 °C (Liepājā, Rīgā) un 7,3 °C (Ventspilī). Augstākas gada vidējās gaisa temperatūras ir saistītas ar Baltijas jūras ietekmi, bet reljefa ietekmē zemākās gaisa temperatūras ir Alūksnes augstienes un Vidzemes augstienes teritorijā. Izņēmums ir meteoroloģiskā stacija “Rīga-Universitāte”, kur temperatūras sadalījumā atspoguļojas Rīgas pilsētas ietekme.

Siltākais mēnesis (vidēji) Latvijas teritorijā ir jūlijs, kad vidējā gaisa temperatūra ir 16,9 °C (1950.–2010. g.), bet pēdējo 30 gadu periodā (1981.–2010. g.) tā ir pieaugusi līdz 17,4 °C. Jūlija vidējā gaisa temperatūra mainās robežās no +18,8 °C (Rīgā) līdz +16,8 °C (Stendē) un +16,9 °C (Zosēnos, Pāvilostā). Jūlijā gaisa temperatūra Latvijas rietumu daļā pazeminās virzienā no Baltijas jūras uz valsts centrālo daļu. Īpaši izceļas gaisa temperatūra Rīgā — tā ir paaugstināta, un tās pieaugums pēdējos gadu



8. att. Jūlija vidējā gaisa temperatūra (°C) Latvijā (1981.–2010. g.).

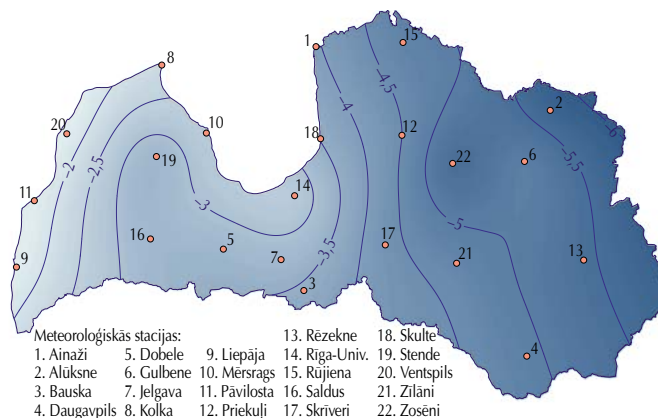
desmitos ir spilgts pilsētvides ietekmes un gaisa temperatūras sadalījuma piemērs. Savukārt Latvijas kontinentālākajā austrumu daļā gaisa temperatūra nedaudz pazeminās virzienā no dienvidiem uz ziemeļiem. Kopumā jūlija zemākās vidējās temperatūras ir novērotas Rietumlatvijas Piejūras zemienē un Vidzemes augstienē, un tas liecina par termiskā lauka sadalījumu Baltijas jūras un reljefa ietekmē.

Pēdējo 30 gadu klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) zemākā vidējā gaisa temperatūra Latvijas teritorijā visās novērojumu stacijās kopumā bija februārī (–3,6 °C). Savukārt ilglaicīgā periodā (1950.–2010. g.) Latvijas kontinentālākajā daļā (Zilānos, Gulbenē, Rēzeknē un Daugavpilī, Alūksnē) februāra vidējā gaisa temperatūra bija par 0,1–0,2 °C augstāka nekā janvāra vidējā gaisa temperatūra. Aukstākā mēneša gaisa temperatūras atšķirības Latvijas teritorijā ir lielākas nekā siltākā mēneša (jūlija) atšķirības. Pēdējo 30 gadu periodā (1981.–2010. g.) februārī tās ir no –1,6 °C (Pāvilostā, Ventspilī) līdz –5,8 °C (Alūksnē) un –5,4 °C (Zosēnos, Rēzeknē). Februāra gaisa temperatūru sadalījums ir tipiski meridionāls. Šāds termiskā lauka sadalījums sakrīt ar okeānisko gaisa masu īpatsvara samazināšanos virzienā no rietumiem uz austrumiem.

Absolūtais temperatūras maksimums Latvijā +37,8 °C tika fiksēts 2014. gada 8. augustā Ventspilī. Savukārt absolūtais minimums –43,2 °C novērots 1956. gada 8. februārī Daugavpilī, bet maksimālā gaisa temperatūra +36,4 °C tur tika fiksēta 1943. gada 4. augustā. Tādējādi Daugavpilī ekstremālo gaisa temperatūru amplitūda veido 79,6 °C. Mazākā gaisa temperatūras maksimālā amplitūda bijusi Baltijas jūras piekrastē Kolka, kur absolūtās maksimālās un minimālās gaisa temperatūras starpība ir 63,5 °C.

Diennakts temperatūras svārstības ir saistītas ar Saules radiācijas pieplūdi un vispārējo atmosfēras cirkulāciju. Diennakts gaisa temperatūrām ir izteikti divi galvenie ekstrēmi: diennakts temperatūras minimums rīta stundās (isi pirms saullēkta) un gaisa temperatūras diennakts maksimums pēc pusdienlaika. Gaisa temperatūrai Latvijas teritorijā ir raksturīga izteikta diennakts gaita, un lielākas diennakts gaisa temperatūras svārstības ir no maija līdz jūlijam (9–12 °C), mazākas diennakts gaisa temperatūras amplitūdas ir no novembra līdz janvārim (4–5 °C).

21. gs. pirmie desmit gadi (2001.–2010. g.) ar vidējo gaisa temperatūru +6,7 °C ir bijuši siltākie visā regulāru meteoroloģisko novērojumu vēsturē Latvijas teritorijā. Jāatzīmē arī, ka šī



9. att. Februāra vidējā gaisa temperatūra (°C) Latvijā (1981.–2010. g.).

temperatūra bijusi tikai par 0,1 °C augstāka nekā 20. gs. pēdējos desmit gados (1991.–2000. g.).

Temperatūras pieaugums nav novērojams vienmērīgi visa gada garumā, tam raksturīgas izteiktas sezonāla rakstura izmaiņas. Ilglaicīgā periodā no 1950. līdz 2010. gadam statistiski nozīmīgākais gaisa temperatūras pieaugums ir novērots gada vidējām temperatūrām. Aprēķinātā vidējā skaitliskā pieauguma vērtība gada vidējām temperatūrām ir 0,26 °C desmit gados. Lielākā vērtība 0,31 °C desmit gados ir iegūta Priekuļu novērojumu stacijā. Mēnešu griezumā statistiski nozīmīgākais pieaugums iegūts marta, aprīļa, augusta vidējām gaisa temperatūrām. Statistiski nozīmīgas temperatūras izmaiņas periodā no 1950. līdz 2010. gadam nav konstatētas oktobrī, novembrī un decembrī.

Ir būtiski atcerēties, ka, piemēram, gada vai mēneša vidējo temperatūru noteiktā reģionā raksturo vidējotās vērtības, savukārt laikapstākļi noteiktā posmā var būt saistīti ar neparasti augstu vai zemu temperatūru, kas cilvēku atmiņā biežāk saglabājas, un līdz ar to, piemēram, noteikta vasara šķietami bijusi “karsta”, “auksta un lietaina” u.tml., lai gan pēc vidējotām vērtībām (klimatiskajiem rādītājiem) ir citādi. Lai raksturotu klimatu, noteicošie ir tieši klimatiskie rādītāji, tie parāda klimata mainības raksturu un ļauj izvērtēt mainības tendences jeb trendus.

Tā kā klimatam raksturīga parametru, īpaši gaisa temperatūras un atmosfēras nokrišņu, liela mainība un noteiktu laikapstākļu veidu periodiska atkārtošana, ir svarīgi, lai klimatu raksturojošo parametru mainības raksturs (piem., diennakts temperatūras mainības cikls, temperatūras izmaiņas gada laikā)

4. tabula. Manna–Kendala testa un izmaiņu intensitātes vērtības mēneša un gada vidējām, maksimālajām un minimālajām temperatūrām, kas noteiktas pēc Sens metodes (1950.–2010. g.)

Novērojumu stacija	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Gada vid.
Ainaži	■ 2,08	1,47	■ 2,57	■ 2,11	■ 2,01	0,05	■ 2,37	■ 2,72	0,60	0,18	0,89	0,47	■ 3,32
Alūksne	■ 2,54	1,49	■ 2,84	■ 2,88	■ 1,92	0,03	■ 2,20	■ 2,09	1,16	0,45	1,20	0,55	■ 4,07
Bauska	■ 2,33	■ 1,69	■ 2,81	■ 2,77	■ 2,12	−0,27	■ 2,52	■ 2,70	1,32	0,19	1,18	0,61	■ 3,75
Daugavpils	■ 2,32	1,33	■ 2,85	■ 2,60	0,99	−1,18	0,92	1,17	0,57	−0,06	0,85	0,36	■ 3,07
Dobele	■ 2,48	■ 1,66	■ 2,61	■ 2,33	■ 2,54	0,22	■ 2,81	■ 2,96	1,44	−0,31	1,49	0,78	■ 4,00
Gulbene	■ 2,32	1,51	■ 2,90	■ 3,18	■ 1,80	−0,35	■ 2,41	■ 2,70	■ 1,71	0,85	1,49	0,37	■ 3,93
Jelgava	■ 2,30	1,61	■ 2,50	■ 2,12	■ 1,69	−1,03	■ 2,19	■ 1,91	0,74	−0,11	1,01	0,55	■ 3,37
Kolka	■ 2,30	1,61	■ 2,50	■ 2,12	■ 1,69	−1,03	■ 2,19	■ 1,91	0,74	−0,11	1,01	0,55	■ 3,37
Liepāja	■ 1,90	■ 1,73	■ 2,38	■ 2,73	■ 3,28	0,72	■ 2,30	■ 2,70	0,47	−0,43	0,72	0,58	■ 3,44
Mērsrags	■ 2,34	■ 1,84	■ 2,26	■ 2,42	■ 2,60	−0,30	■ 1,91	■ 2,42	0,97	−0,36	1,01	0,39	■ 3,25
Pāvilosta	■ 2,09	■ 1,90	■ 2,66	■ 2,67	■ 2,95	0,74	■ 2,39	■ 3,25	1,12	0,22	1,06	0,78	■ 3,95
Priekuļi	■ 2,50	1,64	■ 2,86	■ 2,66	■ 2,38	0,25	■ 2,85	■ 2,81	1,58	0,59	1,31	0,68	■ 4,21
Rēzekne	■ 2,54	1,59	■ 2,87	■ 2,96	■ 1,68	−0,37	■ 2,07	■ 2,07	1,17	0,52	1,24	0,47	■ 3,81
Rīga-Universitāte	■ 2,18	1,62	■ 2,61	■ 2,28	■ 1,82	−0,11	■ 2,91	■ 2,46	1,31	−0,21	1,25	0,39	■ 3,62
Rucava	■ 2,00	1,59	■ 2,33	■ 2,24	■ 2,63	0,30	■ 2,32	■ 2,43	0,89	−0,40	0,72	0,41	■ 3,30
Rūjiena	■ 2,43	1,44	■ 2,68	■ 2,60	■ 2,43	0,35	■ 3,06	■ 2,88	1,59	0,21	0,92	0,46	■ 4,03
Saldus	■ 2,23	■ 1,82	■ 2,48	■ 2,28	■ 2,28	−0,32	■ 2,43	■ 2,42	0,93	−0,18	1,08	0,57	■ 3,70
Skulte	■ 2,20	1,55	■ 2,98	■ 1,92	■ 1,94	0,19	■ 2,40	■ 2,81	0,91	0,34	1,17	0,57	■ 3,65
Skrīveri	■ 2,41	1,61	■ 2,67	■ 2,34	1,64	−0,54	■ 2,21	■ 2,15	1,25	0,40	1,10	0,54	■ 3,64
Stende	■ 2,25	1,55	■ 1,87	■ 2,02	■ 2,10	−0,50	■ 2,15	■ 2,35	0,92	−0,10	0,77	0,46	■ 3,16
Zosēni	■ 2,38	1,40	■ 2,68	■ 2,05	■ 1,91	0,22	■ 2,34	■ 2,37	1,04	0,25	1,19	0,55	■ 3,83
Zīlāni	■ 2,60	■ 1,72	■ 2,55	■ 2,71	■ 1,87	0,00	■ 2,54	■ 2,52	1,11	0,45	1,49	0,57	■ 3,88
Ventspils	■ 2,19	■ 1,89	■ 2,90	■ 2,73	■ 3,23	■ 1,66	■ 2,77	■ 3,85	1,43	0,42	1,43	0,93	■ 4,08
Mēneša un gada vidējais temperatūras pieaugums vai samazinājums, °C 10 gados (Sens metode)													
	0,61	0,48	0,56	0,35	0,25	−0,01	0,29	0,26	0,13	0,02	0,13	0,12	0,26
Mēneša un gada maksimālās temperatūras pieaugums, °C 10 gados (Sens metode)													
	0,77	0,57	0,67	0,46	0,36	0,16	0,38	0,36	0,21	0,11	0,22	0,19	0,31
Mēneša un gada minimālās temperatūras pieaugums/samazinājums, °C 10 gados (Sens metode)													
	0,47	0,41	0,42	0,27	0,14	−0,14	0,13	0,12	0,04	−0,05	0,08	0,07	0,20

■ Trends nozīmīgs ar būtiskuma līmeni $\alpha = 0,001$

■ Trends nozīmīgs ar būtiskuma līmeni $\alpha = 0,01$

■ Trends nozīmīgs ar būtiskuma līmeni $\alpha = 0,05$

■ Trends ticams ar būtiskuma līmeni $\alpha = 0,1$

būtu izvērtēts, izmantojot matemātiskās statistikas metodes. Visus procesus dabā ietekmē ļoti daudz dažādu faktoru, un pētnieki parasti vēlas noskaidrot tos, kuru ietekme uz pētāmo parādību ir visbūtiskākā. Mērījumu dati satur gan informāciju par pētniekus interesējošiem faktoriem, gan arī nejausās svārstības jeb “troksni”, ko rada visi pārējie faktori. Matemātiskās statistikas metodes ļauj noteikt un novērtēt pētniekus interesējošo faktoru ietekmi uz šī “trokšņa” fona. Ja faktora vai faktoru ietekmes vērtējums paceļas virs “trokšņa” līmeņa, t.i., pārsniedz noteikta statistiskā kritērija vērtību, tad faktora ietekme ar noteiktu varbūtību tiek uzskatīta par ticamu, turpreti, ja šis vērtējums neatšķiras no “trokšņa” jeb nesasniedz kritērija vērtību, faktora ietekme ir maz ticama.

Klimata mainības tendenču izvērtēšanai izmanto Manna-Kendala testu, kas ir īpaši izstrādāts klimatisko parametru mainības tendenču (trendu) izpētei. Manna-Kendala tests ļauj analizēt datu rindas pat tad, ja tajās ir iztrūkstošas vērtības (meteoroloģisko parametru novērojumi, piemēram, ir pārtraukti Pirmā pasaules kara un Otrā pasaules kara laikā), kā arī ļauj analizēt datu rindas ar netipiskām (ļoti augstām vai zemām) vērtībām. Manna-Kendala testa pamatā ir tā sauktais rangu jeb pāru princips, pēc kura salīdzina divas novērojumu vērtības. Šo testu var izmantot tādu datu rindām, kam ir sezonāls vai sērijuveida mainības raksturs, jo tas ļauj aprēķināt testa vērtības katram mēnesim atsevišķi. Pētāmā parametra mainības tendences ir statistiski būtiskas ($p = 0,05$), ja testa vērtība ir lielāka par 1,96 vai mazāka par -1,96.

Gaisa temperatūra ir klimata mainības indikators, kas visbiežāk tiek izmantots, lai raksturotu globālās sasilšanas procesu. Gaisa temperatūras mainība viegli un saprotami parāda, ka notiek gaisa temperatūras paaugstināšanās pēdējo gadu desmitu laikā. Gaisa temperatūras mainības raksturs Rīgā divu gadsimtu laikā parādīts 10. attēlā.

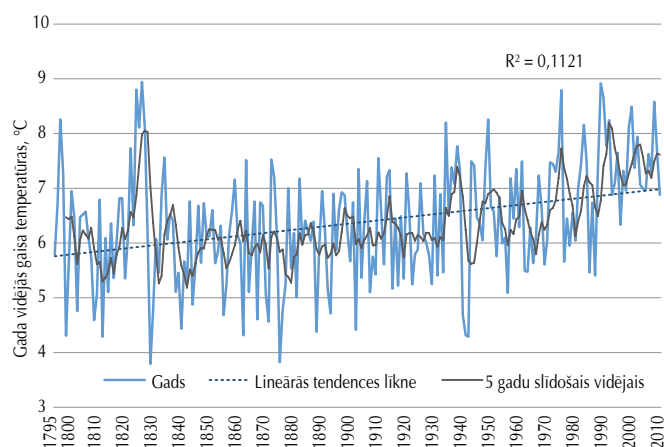
Gada vidējais temperatūras pieaugums Rīgā laika posmā no 1795. gada līdz 2010. gadam ir 1,3 °C, un augstākais temperatūras pieaugums ir pavasara mēnešos (maijā, aprīlī, martā), kā arī ziemas sākumā (decembrī). Gaisa temperatūrai Rīgā ir raksturīga liela mainības amplitūda — mēneša minimālā vidējā temperatūra (-17,1 °C) novērota 1803. gada janvārī, bet

maksimālā (+22,8 °C) — 1914. gada jūlijā. Temperatūras ilgtermiņa mainību raksturo izteiktas gada vidējo temperatūru fluktuācijas (svārstības), tomēr, analizējot liknes, ir acīmredzams, ka temperatūras mainībai kopš 20. gadsimta vidus raksturīga izteikta paaugstināšanās tendence. 2002., 2010. un 2011. gada vasaras ir bijušas vienas no siltākajām meteoroloģisko novērojumu vēsturē Latvijas teritorijā, vidējā gaisa temperatūra bijusi 19,2–19,9 °C. Pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” datiem, desmit aukstākās vasaras ar vidējo gaisa temperatūru 13,6–15,2 °C bijušas 19. gs., kā arī līdz 20. gs. vidum. Novērojama arī iezīme, ka vidējās minimālās gaisa temperatūras paaugstinās vairāk nekā vidējās maksimālās gaisa temperatūras, un tas ir galvenais temperatūras amplitūdas samazināšanās iemesls.

Gaisa temperatūras izmaiņas Rīgā attēlo klimata veidošanās procesu raksturu visai lielā reģionā, kā tas redzams 11. attēlā, salīdzinot gaisa temperatūras mainības raksturu Rīgā un Upsālā (520 km no Rīgas). Kaut arī Upsāla atrodas ievērojami tālāk uz ziemeļiem nekā Rīga un klimats šajā Zviedrijas pilsētā ir ievērojami aukstāks, gada vidējo temperatūru mainības raksturs kopumā ir līdzīgs.

Ilggadējā periodā minimālo un maksimālo gaisa temperatūru izmaiņas ir vērojamas arī parametru vidējo vērtību atkārtotāšanās biežuma sadalījumā. Salīdzinot diennakts maksimālo gaisa temperatūru (vasarās) un diennakts minimālo gaisa temperatūru (ziemās) atkārtotāšanās biežuma izmaiņas divos klimatiskās normas periodos (1901.–1930. g.; 1981.–2010. g.), tika konstatēts, ka šīs temperatūras vērtības ir kļuvušas ievērojami lielākas. Līdz ar to, salīdzinot 1901.–1930. gada un 1981.–2010. gada datus diennakts maksimālajam gaisa temperatūru sadalījumam vasaras sezonā, konstatēts, ka dienu skaits ar gaisa temperatūru zem apm. +20 °C ir samazinājies, bet dienu skaits ar maksimālo gaisa temperatūru virs +20 °C ir ievērojami palielinājies. Savukārt diennakts minimālās gaisa temperatūras sadalījumā izmaiņas vērojamas ap 0 °C atzimi: ziemā dienu skaits ar negatīvu minimālo gaisa temperatūru ir samazinājies, savukārt dienas ar pozitīvu diennakts minimālo gaisa temperatūru ir novērotas biežāk.

Pēc ilglaicīgiem novērojumiem, pētot gaisa temperatūras izmaiņas Latvijā, Lietuvā un Igaunijā (16 Latvijas meteoroloģisko



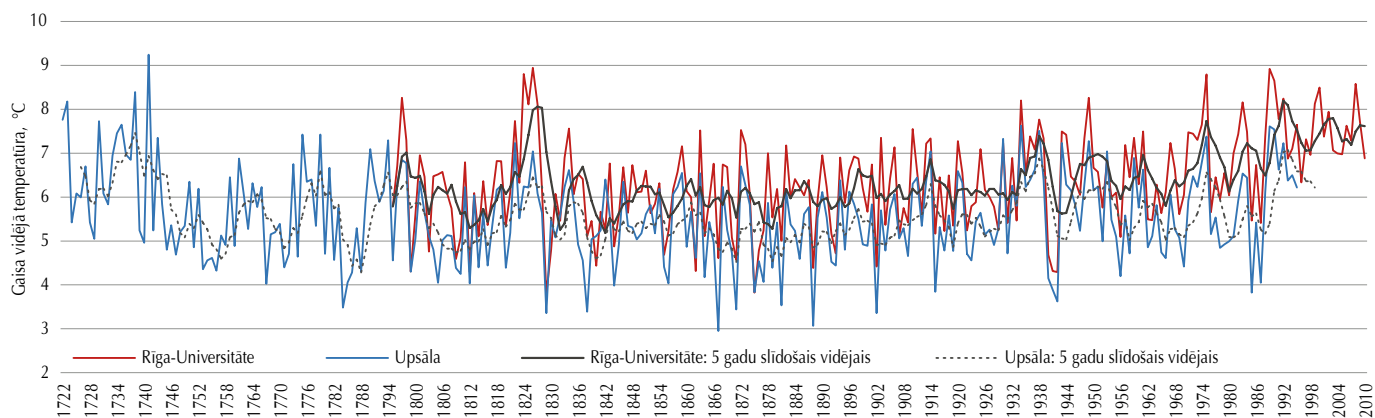
10. att. Gada vidējās gaisa temperatūras ilgtermiņa izmaiņas un lineārās tendences līkne pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” datiem (1795.–2010. g.).

5. tabula. Desmit siltākās un aukstākās vasaras pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” datu rindām (1795.–2012. g.)

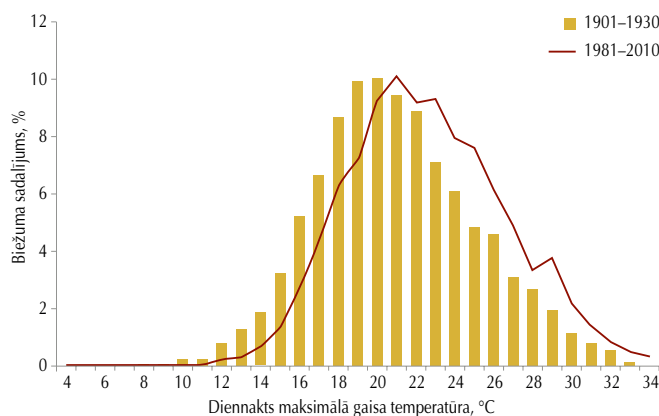
10 siltākās vasaras	Vidējā temperatūra siltākajās vasarās, °C	10 aukstākās vasaras	Vidējā temperatūra aukstākajās vasarās, °C
1826. g.	21,1	1874. g.	13,6
2010. g.	19,9	1873. g.	14,0
1798. g.	19,8	1928. g.	14,1
2002. g.	19,7	1962. g.	14,1
1939. g.	19,7	1821. g.	14,4
1972. g.	19,6	1902. g.	14,5
1834. g.	19,3	1904. g.	14,5
1868. g.	19,2	1844. g.	14,6
2011. g.	19,2	1830. g.	14,8
1973. g.	19,1	1849. g.	15,2

staciju novērojumu datu rindas veidoja trešo daļu informācijas, kas uzkrāta no 1951. līdz 2010. gadam), statistiski nozīmīgi pozitīvi trendi maksimālajām un minimālajām temperatūrām tika iegūti martam, aprīlim, maijam, jūlijam un augustam, kā arī gada vērtībām. Kopumā minimālo temperatūru ievērojams pieaugums raksturīgs ziemai, turpretim maksimālo temperatūru pieaugums — pavasarim.

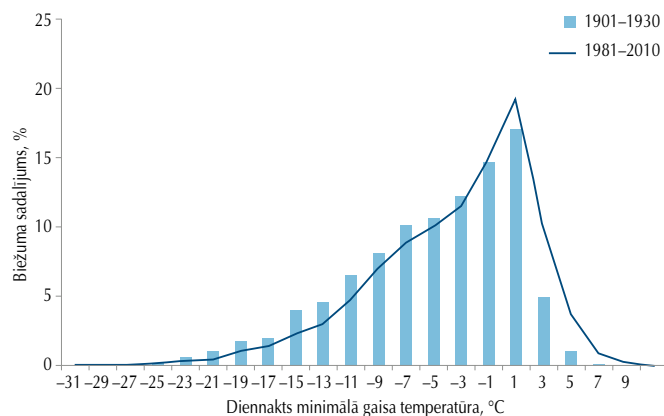
Pētījums apliecināja, ka kopumā klimata pasiltināšanās izteiktāka ir Baltijas valstu ziemeļdaļā, t.i., Igaunijas teritorijā. Starpība starp diennakts maksimālo un minimālo temperatūru maritimās (piejūras, okeāniskās) un kontinentālās stacijās ir lielāka periodā no aprīļa līdz augustam. Vismazākās diennakts temperatūras amplitūdas fiksētas izteikti maritimās novērojumu stacijās reģiona ziemeļdaļā.



11. att. Gaisa temperatūras mainības raksturs Rīgā un Upsālā Zviedrijā (1722.–2010. g.).

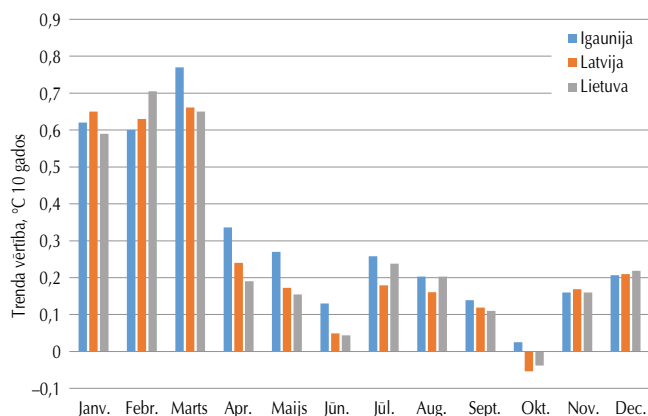


(a) diennakts maksimālās temperatūras atkārtotības biežums vasarā

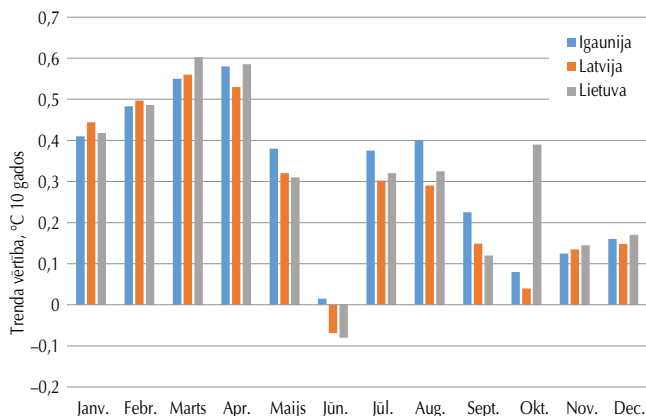


(b) diennakts minimālās temperatūras atkārtotības biežums ziemā

12. att. Diennakts maksimālās un minimālās temperatūras vērtību atkārtotības biežuma sadalījums Rīgā divos laika posmos (1901.–1930. g. un 1981.–2010. g.).



(a) ilglaicīgo izmaiņu tendence minimālajām gaisa temperatūrām



(b) ilglaicīgo izmaiņu tendence maksimālajām gaisa temperatūrām

13. att. Ilglaicīgo izmaiņu tendences jeb trendi vidējām minimālajām un vidējām maksimālajām gaisa temperatūrām Baltijas valstīs (1951.–2010. g.).

6. tabula. Ekstremālo sezonu ilggadējo izmaiņu tendences (Manna-Kendala testa vērtības) Latvijā 1923.–2012. gadā

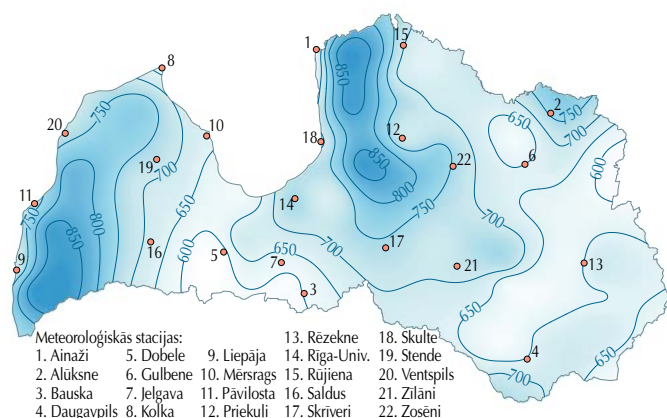
Minimālā gaisa temperatūra, °C				
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Aukstas sezonas	-2,06	0,01	-1,59	-2,3
Siltas sezonas	2,21	-0,26	0,97	2,69
Maksimālā gaisa temperatūra, °C				
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Aukstas sezonas	-1,82	-0,6	-1,48	-3,1
Siltas sezonas	2,49	0,77	1,05	1,86

Desmit meteoroloģisko staciju novērojumi laika posmā no 1923. līdz 2012. gadam parāda, ka Latvijā ir ievērojami samazināties ekstremāli aukstu vasaru un pavasaru skaits un savukārt palielināties ekstremāli siltu sezonu skaits. Šie rezultāti saskan ar līdzīgu klimata pārmaiņu novērtējuma un analīzes rezultātiem gan kaimiņvalstīs un Ziemeļeiropā, gan arī Eiropā un pasaulē.

3.2. Nokrišņu režīms

Nokrišņu daudzums Latvijā ir atkarīgs no atmosfēras liela mēroga cirkulācijas — rietumu planetārās plūsmas, kas vidējos platuma grādos novērojama troposfērā un stratosfērā. Tā nosaka mitro gaisa masu pārneši no Atlantijas okeāna pāri Baltijas jūrai galvenokārt cikloniskās darbības dēļ. Tāpēc Latvijas teritorijai ir pietiekami liels nokrišņu daudzums. Kaut arī Latvijas augstienes nav pārāk augstas, tās tomēr ietekmē temperatūras un nokrišņu sadalījumu vietējā mērogā.

Gada vidējais nokrišņu daudzuma sadalījumā dominē kopējās likumsakarības. Lielākais gada vidējais nokrišņu daudzums (760–870 mm) ir Vidzemes un Rietumkursas augstienes rietumu uzvērta nogāzēs. Vismazākais nokrišņu daudzums (580 mm) tiek novērots Zemgales līdzenumā, kā arī ieplakās, kas atrodas augstieņu aizvērta nogāzēs. Lielākie mēnešu nokrišņu daudzumi (> 80 mm mēnesī) tiek novēroti vasarā. Aukstajā gadalaikā

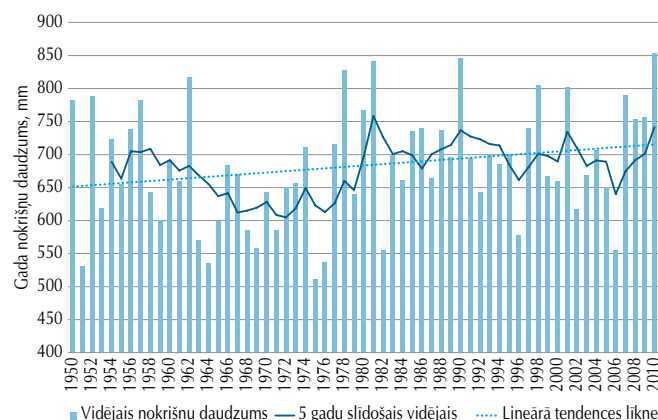


14. att. Gada vidējais nokrišņu daudzums (mm) Latvijā (1981.–2010. g.).

parasti nokrišņu daudzums ir ievērojami mazāks (apm. 20 mm mēnesī). Konvektīvo procesu rezultātā radušies nokrišņi, kas saistīti ar aktīvām atmosfēras frontēm un ietekmē lielus dienakts un mēneša nokrišņu daudzumus, ir iespējami visās sezonās visā Latvijas teritorijā. Vidējais nokrišņu daudzums periodā no 1950. līdz 2011. gadam, kas aprēķināts no 77 novērojumu stacijām Latvijas teritorijā, ir 683 mm, bet ilggadējā vidējā nokrišņu summas vērtība klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) ir 709 mm. Vidējais maksimālais nokrišņu daudzums 853 mm Latvijas teritorijā ir reģistrēts 2010. gadā, un tas bija nokrišņiem bagātākais gads ne tikai periodā no 1950. līdz 2010. gadam, bet arī 89 gadu meteoroloģisko novērojumu vēsturē. Taču ir reģistrēti vairāki gadi, kad vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā bija daudz zemāks, piemēram, tikai 531 mm (1951. g.) un 536 mm (1963. g.).

Nokrišņu gada gaita parāda, ka vislielākās nokrišņu summas tiek novērotas no jūnija līdz septembrim un oktobrim, kad gan vidējās, gan maksimālās vērtības visā novērojumu periodā ir visaugstākās. Šī likumsakarība ir spēkā ne tikai 7. tabulā atspoguļotajām stacijām, bet visās Latvijas novērojumu stacijās. Minimālo nokrišņu summas sadalījums liecina, ka mēneši bez nokrišņiem var būt gan gada aukstajā periodā, gan siltajā. Tajā pašā laikā visvairāk gadījumu, kad nokrišņi vispār nav izkrituši, kopumā ir reģistrēti tieši augustā.

Intensīvi un ļoti intensīvi nokrišņi galvenokārt raksturīgi siltajai sezonai (aprīlis–septembris). Klimatiskās normas periodā no 1981. līdz 2010. gadam siltajā periodā izkritušais nokrišņu daudzums variē no 332 līdz 441 mm, bet aukstajā sezonā (no oktobra līdz martam) — no 246 līdz 431 mm, un tas attiecīgi ir 47–60% un 40–53% no gada nokrišņu summas. Vislielākais reģistrētais diennakts nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā ir 160 mm (novērots Ventspilī 1973. gada 9. jūlijā). Viens no intensīvākajiem nokrišņu apjomiem pēdējo gadu laikā reģistrēts 2014. gada 29. jūlijā Siguldā, kad vienā stundā izkrita 83,9 mm nokrišņu, bet 6 stundās — 122,8 mm, kas ievērojami pārsniedz jūlija normu (99,9 mm). Vasaras lietusgāzes ik gadu Latvijā nodara lokālus postījumus, applūdinot apdzīvotas vietas, izskalojot ceļus, kā arī nodarot postījumus infrastruktūrai. Latvijas teritorijā vidējais dienu skaits ar diennakts nokrišņiem > 10 mm ir 12–21 dienas un > 20 mm tas ir 2–4 dienas gadā. Kopumā diennakts nokrišņi > 50 mm tiek novēroti reti.



15. att. Gada nokrišņu daudzums (mm) Latvijas teritorijā (1950.–2010. g.).

7. tabula. Mēnešu vidējās, maksimālās un minimālās nokrišņu summas piecās meteoroloģisko novērojumu stacijās

Novērojumu stacija	Nokrišņu summas	Periods	Janv.	Febr.	Marts	Apr.	Maijs	Jūn.	Jūl.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Apr.–nov.	Okt.–marts	Gadā
Alūksne	vid.	1981–2010	57	42	44	35	58	93	83	91	68	72	61	55	427	331	758
	maks.	1945–2010	110	76	96	104	136	233	183	209	170	146	127	95			
	minim.	1945–2010	8	8	11	4	1	11	8	2	12	15	3	14			
Daugavpils	vid.	1981–2010	43	36	39	33	55	84	71	74	64	57	50	49	380	275	655
	maks.	1898–2010	98	70	84	121	191	185	327	232	163	115	131	90			
	minim.	1898–2010	9	4	2	2	13	19	6	0	4	8	0	7			
Dobele	vid.	1981–2010	38	28	32	33	44	67	80	63	57	60	49	40	343	246	589
	maks.	1949–2010	78	59	60	115	112	126	177	210	126	178	99	69			
	minim.	1949–2010	6	2	4	3	11	7	1	0	14	8	9	8			
Liepāja	vid.	1981–2010	57	40	42	30	40	53	66	74	73	86	81	65	335	370	705
	maks.	1891–2010	134	86	83	115	136	155	173	281	195	224	202	171			
	minim.	1891–2010	7	7	1	2	4	5	2	0	12	9	13	8			
Zosēni	vid.	1981–2010	61	42	43	39	58	83	79	80	64	76	60	59	403	340	743
	maks.	1945–2010	130	100	98	126	155	165	193	203	186	165	117	111			
	minim.	1945–2010	13	9	9	4	6	8	5	1	9	7	6	15			

Par plūdu iespējamības indikatoru tiek uzskatīts maksimālais nokrišņu daudzums piecas diennaktis pēc kārtas, jo plašus un intensīvus plūdus parasti neizraisa, piemēram, vienreizējs pērkona negaiss ar stipriem un intensīviem nokrišņiem vienas diennakts laikā. Daudz biežāk plūdi tiek novēroti apstākļos, kad spēcīgi nokrišņi skar plašu teritoriju ilgstošā laika posmā. Maksimālās piecu diennakšu nokrišņu daudzuma vidējās vērtības Latvijā ir no 52,5 mm Zemgalē līdz 69,9 mm galējos dienvidrietumu rajonos. Vislielākais līdz šim reģistrētais piecu diennakšu nokrišņu daudzums Latvijā fiksēts 1973. gada jūlijā Ventspilī, kad līdz ar iepriekš aprakstītajiem rekordintensīvajiem vienas diennakts nokrišņiem piecu diennakšu laikā nolija 178,6 mm nokrišņu.

Līdzīgi gada nokrišņu ilgtermiņa gaitai, arī atmosfēras nokrišņu ekstrēmuma rādītājiem raksturīgas cikliskas svārstības,

kas visbiežāk ir spilgtāk izteiktas nekā lineārās pārmaiņas. Tomēr statistiskā testa rezultāti parādīja, ka gan dienu skaitam ar intensīviem nokrišņiem, gan dienu skaitam ar ļoti intensīviem nokrišņiem ir tendence palielināties un ka daudzos gadījumos izmaiņas ir statistiski nozīmīgas. Kopumā būtiski atzīmēt, ka nevienmērīgā telpiskā nokrišņu sadalījuma dēļ arī izmaiņu tendences ir teritoriāli atšķirīgas.

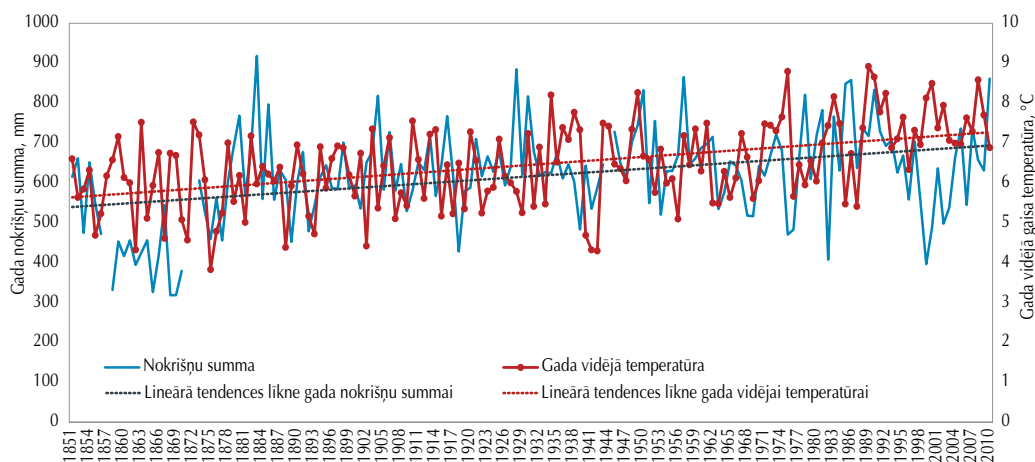
Atmosfēras nokrišņu daudzums un tā mainības raksturs ietekmē ekosistēmas, cilvēka dzīves vidi un daudzas saimnieciskās darbības jomas, piemēram, lauksaimniecību un enerģētiku, infrastruktūru un būvniecību. Būtisks ir ne tikai kopējais nokrišņu daudzums noteiktā laika posmā (gadā, mēnesī), bet arī tā sadalījums gada laikā (sezonālā mainība) un intensitāte. Piemēram, nokrišņu esamība un to izkrišanas raksturs būtiski ietekmē lauksaimniecības kultūru attīstību.

Atmosfēras nokrišņu intensitātes raksturošanai var izmantot intensitātes indeksu, kas atspoguļo vidējo nokrišņu intensitāti gada laikā dienās ar nokrišņu daudzumu ≥ 1 mm. LVĢMC veiktais pētījums par atmosfēras nokrišņu intensitāti parāda, ka Latvijā vidēji nokrišņi ir no 4,8–5 mm dienā teritorijas dienvidaustrumu daļā un Zemgales līdzenumā līdz 5,2–6 mm dienā Vidzemes un Kurzemes rietumu daļā. Teritoriāli visaugstākā atmosfēras nokrišņu intensitāte novērojama Kurzemes rietumos, kur to ietekmē gan teritoriju no rietumiem sasniegušās atmosfēras nokrišņu zonas, gan arī vasarai raksturīgā konvektīvo mākoņu joslu pārvietošanās no Centrāleiropas dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem. Latvijā nav novērojamas būtiskas nokrišņu intensitātes svārstības — tās pamatā tikai nedaudz variē ap 5 mm. Tomēr atsevišķos gados lokāli nokrišņu intensitāte var ievērojami pārsniegt valsts vidējās vērtības — piemēram, Kuldiņā 1988. gadā nokrišņu daudzums bija vidēji 8,6 mm dienā.

LVĢMC pētījuma rezultāti liecina, ka mūsdienās atmosfēras nokrišņu intensitāte Latvijā pārsvarā ir palielinājusies visās novērojumu stacijās (pētījuma periods 1961.–2010. g., izmantotas



16. att. Lielgraudu krusa, kas novērota spēcīga pērkona negaisa laikā Salacgrīvā 2017. gada 12. augustā.



17. att. Nokrišņu daudzuma un temperatūras mainības raksturs un tendence Rīgā (1851.–2010. g.).

48 novērojumu stacijas). Nokrišņu intensitātes palielināšanās tendences variē no statistiski vērā ņemamām (p vērtība $> 0,1$) līdz ļoti būtiskām (p vērtība $> 3,30$). Visnozīmīgākais nokrišņu intensitātes pieaugums ir konstatēts Rucavas, Rīgas, Rūjienas, Siguldas un Siļļu novērojumu stacijās. Piemēram, Rīgā pilsētas mikroklimats nosaka to, ka gan mākoņu daudzums, gan arī dienu skaits ar nokrišņiem ir augstāks nekā piepilsētās un Rīgas apkaimē. Pilsētas platības palielināšanās pēdējo piecdesmit gadu laikā un pilsētas mikroklimata veidošanās ietekmē nokrišņu daudzuma izmaiņu raksturu Rīgā, un tas atšķiras no citām Latvijas pilsētām. Ilggadēja laika posmā Latvijā novērotas būtiskas atmosfēras nokrišņu daudzuma izmaiņas, un galvenokārt — ziemā. Vienīgā sezona, kurā nokrišņu daudzums nedaudz samazinājies, ir rudens, savukārt pārējās sezonās nokrišņu daudzums ir palielinājies, un ziemā tas pieaudzis vidēji par 21,9 mm.

Latvijā, tāpat kā citās Ziemeļeiropas valstīs, pēdējā gadsimta laikā kopumā ir novērojams gan temperatūras, gan nokrišņu daudzuma pieaugums.

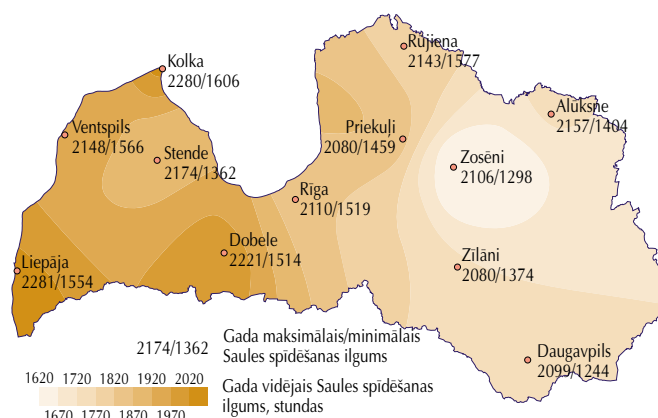
Desmit meteoroloģisko staciju novērojumi periodā no 1923. līdz 2012. gadam liecina, ka Latvijā vērojamas pārmaiņas arī ekstremālo nokrišņu sadalījumā pēc sezonas. Turklāt nozīmīgas izmaiņas konstatētas tikai ziemā — ekstremāli sausas ziemas kļuvušas retākas, bet ekstremāli mitru un nokrišņiem bagātu ziemu skaits ir ievērojami palielinājies.

Nokrišņu daudzums uz Zemes kopumā kopš 20. gadsimta sākuma ir pieaudzis aptuveni par 2%, kaut arī nokrišņu daudzuma pieauguma sadalījums nav vienmērīgs. Tiek vērtēts, ka gada nokrišņu daudzums Ziemeļeiropā 20. gadsimtā ir palielinājies par 10–40%, savukārt vairākos Dienvideiropas rajonos nokrišņu daudzums ir samazinājies par apmēram 20%. Nākotnes klimata prognožu modeļi paredz, ka līdz ar siltāku klimatu palielināsies ūdens piesātinājuma kapacitāte atmosfērā. Silts gaiss spēj uzturēt lielāku mitruma daudzumu nekā auksts gaiss, tāpēc

pastāv augsta ticamība, ka klimata pārmaiņu rezultātā ekstremālo nokrišņu gadījumu skaits un intensitāte turpinās palielināties arī nākotnē.

3.3. Saules spīdēšanas ilgums un mākoņainums

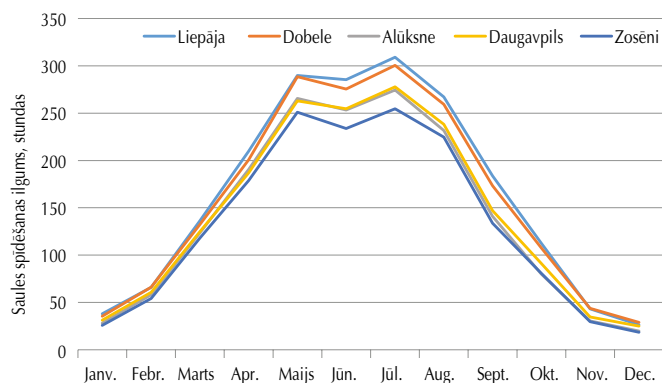
Saules spīdēšanas ilgums un apmākušos dienu skaits ir būtiski klimatu veidojoši faktori, un tie ir ļoti nozīmīgi arī tautsaimniecībā. Dienas gaismas daudzumu, gaisa un augšnes, ūdenstilpju sasilšanu lielā mērā ietekmē Saules spīdēšanas ilgums. Tāpat arī augu augšanas intensitāte palielinās, ja Saule spīd ilgāk. Kopumā Latvijas teritorijā vidēji Saule spīd 1790 stundas gadā (vidējais lielums aprēķināts periodam no 1950. līdz 2010. gadam pēc 12 meteoroloģisko staciju novērojumu rindām), variējot no 1600 līdz 1970 stundām. Saules spīdēšanas ilgums Baltijas jūras piekrastē (Kolkā, Ventspilī, Liepājā) ir 1840–1940 stundas gadā. Apmēram 1850 stundas gadā Saule spīd arī Zemgalē. Austrumu rajonos Saules spīdēšanas ilgums ir mazāks: 1670–1720 stundas gadā, bet Vidzemes augstienes rajonā — tikai 1580 stundas gadā. Kopumā vasarās piekrastes rajonos ir lielāks skaidro dienu skaits un mazāk nokrišņu nekā apvidos, kas atrodas tālāk no jūras.



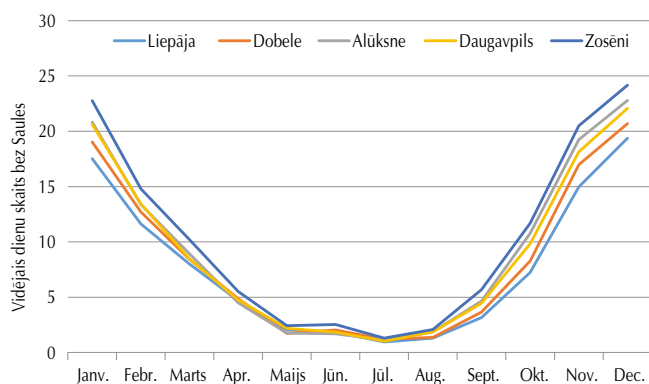
18. att. Vidējais Saules spīdēšanas ilgums (stundas gadā) (1950.–2010. g.).

8. tabula. Ekstremālo sezonu ilggadējo izmaiņu tendences (Manna–Kendala testa vērtības) Latvijā 1923.–2012. gadā

Atmosfēras nokrišņi				
	Vasara	Rudens	Ziema	Pavasaris
Mitrās sezonas	1,31	0,18	4,03	−0,17
Sausas sezonas	−0,14	−1,5	−3,08	−1,66



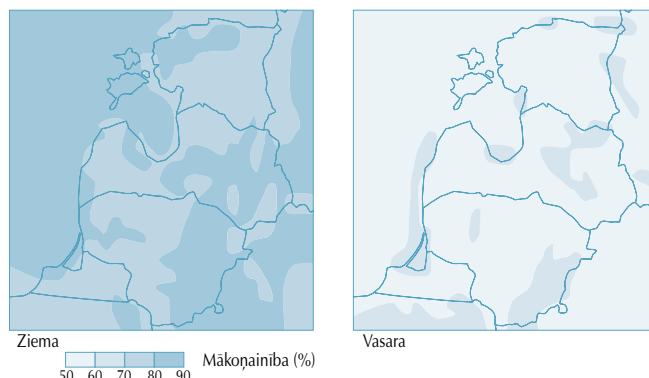
19. att. Saules spīdēšanas ilgums meteoroloģiskajās novērojumu stacijās (1981.–2010. g.).



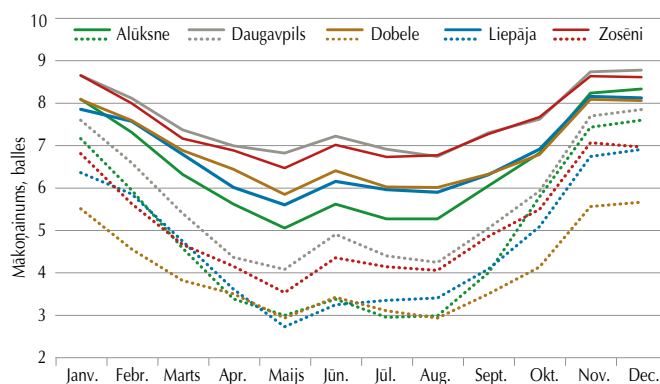
20. att. Vidējais dienu skaits bez Saules meteoroloģiskajās novērojumu stacijās (1981.–2010. g.).

Saules spīdēšanas ilgumu bez astronomiskajiem faktoriem lielā mērā nosaka arī mākoņu daudzums. Lielā mākoņainuma ietekmē Latvijas teritorijā kopumā Saule spīd nedaudz mazāk par pusi no iespējamā spīdēšanas ilguma. Ziemas mēnešos Latvijas teritorijā Saule spīd tikai 10–25% no iespējamā spīdēšanas laika. Pat vasarā kopumā vidēji Latvijā Saule spīd tikai 50–60% no iespējamā spīdēšanas ilguma. Astronomisko faktoru ietekmē visilgāk Saule spīd vasaras mēnešos (no maija līdz augustam), kad spīdēšanas ilgums vidēji ir 250–300 stundas mēnesī. Savukārt no novembra līdz janvārim Saule vidēji visā Latvijas teritorijā spīd mazāk nekā 50 stundas mēnesī.

Latvijas ģeogrāfiskais stāvoklis ar dominējošo rietumu gaisa masu plūdumu, ko nosaka atmosfēras cirkulācijas raksturs, ir galvenais iemesls mākoņainumam un apmākušos dienu skaitam. Salīdzinoši nelielais teritorijas izstiepums rietumu–austrumu virzienā, līdzenais reljefs, kā arī gaisa masu advekcija laikapstākļu un klimata veidošanā kopumā nosaka vienmērīgu mākoņainuma telpisko sadalījumu gada griezumā Latvijas teritorijā. Ilggadējais vidējais mākoņu daudzums Latvijā klimatiskās normas periodā 1971.–2000. gadā ir 7 balles (jeb 70%), un atsevišķos gados tas variē no 6,3 līdz 7,6 ballēm (63–70%). Kopumā gada aukstajā periodā (oktobrī–martā) ir lielāks mākoņu daudzums un arī zemāks to veidošanās augstums. Reģionāli zemāks mākoņu daudzums un mazāks apmākušos dienu skaits iezīmējas Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē.



21. att. Ilggadējais vidējais kopējais mākoņu daudzums ziemas un vasaras sezonā (1982.–2009. g.).



22. att. Kopējais (nepārtrauktā līnija) un zemo (pārtrauktā līnija) mākoņu daudzums pa mēnešiem piecās meteoroloģiskajās stacijās (1981.–2010. g.). Mākoņainuma 1 balle atbilst 10%.

Latvijas teritorijā vidēji gada laikā bez Saules ir 90–110 dienas, Vidzemes un Latgales augstienes rajonos 110–120 dienas. Ziemas mēnešos Saule nespīd vidēji vairāk nekā pusi no mēneša dienām. Vasaras mēnešos (jūnijā, jūlijā) visā Latvijas teritorijā vidēji ir tikai 1–2 dienas bez Saules.

Gada griezumā viszemākais kopējais un arī zemo mākoņu daudzums ir pavasarī, maijā. Kopējais mākoņu daudzums vidēji ir 5,5 balles (4,8–6,7) un zemo mākoņu daudzums — vidēji 3,1 (2,3–4,3) balles. Pavasarī mākoņu samazināšanās vienlaikus ir saistīta ar strauju Saules spīdēšanas ilguma palielināšanos, un par to uzskatāmi liecina tieši Baltijas jūras piekrastes novērojumu staciju dati.

Vasarā Latvijā raksturīgs salīdzinoši lielākais skaidru un saulainu dienu skaits, un tas saistīts arī ar vidēji visaugstāko Saules spīdēšanas ilgumu stundās. Vidējais mākoņu daudzums Latvijā vasarā ir no 55% (5,5 ballēm) Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes rajonos līdz 60–62% (6,0–6,2 ballēm) Vidzemes, Alūksnes un Latgales augstieņu rajonos. Vasaras mēnešos un maijā salīdzinājumā ar gada pārējiem mēnešiem ir mazāks zemo mākoņu īpatsvars, vidēji 23–50%.

Savukārt novembris, decembris un janvāris ir mēneši ar ilggadējo lielāko kopējo mākoņainumu — vidēji 8,1 un 8,0 balles ar svārstību amplitūdu visās novērojumu stacijās no 7,6 līdz 8,6 ballēm. Gan vēlā rudens, gan agras ziemas mēnešos ir ievērojams apmākušos dienu skaits — pat līdz 20–25, bet skaidras dienas ir 5–7.



23. att. Pērkona negaisa mākoņi virs Rundāles pils.



24. att. Virs purva izveidojies *Cumulonimbus* mākonis.

Decembrī Saules spīdēšanas ilgums pēc ilggadējiem vidējiem rādītājiem ir 23,7 stundas mēnesī jeb vidēji līdz 2–3 stundām dienās ar Sauli.

Mākoņainuma sadalījums pa mēnešiem gada griezumā klimatiskās normas periodā no 1981. līdz 2010. gadam ir atspoguļots piecu meteoroloģisko staciju piemērā (22. att.).

Sezonu griezumā kopējais mākoņainuma telpiskais sadalījums Latvijā ir salīdzinoši vienveidīgs. Ievērojami lielākas amplitūdas ir pa mēnešiem gada griezumā — vidēji no 48% aprīlī līdz 90% novembrī un decembrī.

3.4. Sniega sega

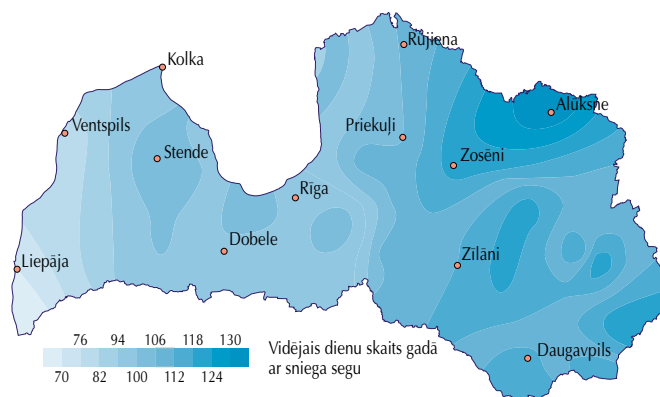
Klimata sistēmā nozīmīgi ir laikapstākļi ziemā un sniega segas izveidošanās. Aukstajā sezonā liela daļa nokrišņu izkrīt sniega veidā. Sezonālā sniega sega var saturēt lielu daudzumu ūdens, kas izkūstot ievērojami ietekmē gan virszemes, gan pazemes ūdeņu hidroloģisko režīmu. Ūdens saturs sniega segā lielā mērā ietekmē arī hidroenergoresursus, kā arī ir nozīmīgs raksturlielums plūdu riska paredzēšanai. Līdz ar to sniega sega ir būtiska ne tikai klimata mainības aspektā, bet arī no tautsaimniecības viedokļa. Sniega segas biezums, tās pastāvēšanas ilgums ir nozīmīgs daudzu augu, it īpaši lauksaimniecībā izmantojamo kultūru, izdzīvošanai un augšanai. Sniega segas pastāvēšana ir nozīmīga arī rekreācijai un ziemas sporta veidu attīstībai, ceļu uzturēšanai.

Sniega sega uzskatāma par jutīgu klimata izmaiņu rādītāju, jo tā ir tieši atkarīga no gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma. Kopumā sniega segai Latvijā raksturīga relatīvi liela dažādība. Tas attiecas gan uz dienu skaitu, kad izveidojas un eksistē pastāvīga sniega sega, gan arī uz sniega segas biezumu. Sniega sega veidojas gada aukstajā periodā, kad gaisa temperatūra pārsvarā ir zemāka par nulli, bet tās ikgadējais pastāvēšanas ilgums ir mainīgs. Reģionālo mainību nosaka gaisa temperatūru sadalījums. Jo tālāk no Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes, jo sniega segas pastāvēšanas ilgums un biezums ir lielāks, īpaši rajonos, kur zemes virsas augstums virs jūras līmeņa un novietojums pret valdošajiem vējiem sekmē gaisa masu augšupejošu

kustību. Ir pierādīts, ka Baltijas jūras ietekme skaidri izpaužas 30–100 km platā piekrastes joslā.

Pirmā sniega sega parādās laikā no 1. līdz 23. novembrim: Baltijas jūras piekrastē parasti tā pirmoreiz izveidojas tikai novembra trešajā dekādē, bet otrajā dekādē tā izveidojas Rīgas līča piekrastē un Zemgales līdzenumā, kā arī Kurzemes augstienēs. Visagrāk, jau novembra pirmajā dekādē, sniega sega izveidojas Vidzemes augstienē un rajonos uz ziemeļiem no tās, Austrumlatvijas zemienē un Latgales augstienē. Pēc ilggadējiem rādītājiem, Alūksnē sniega sega parasti izveidojas 1. novembrī, bet Dagdā un Zosēnos — 5. novembrī. Noturīga sniega sega Latvijā izveidojas vidēji 30–45 dienas pēc pirmās sniega segas parādīšanās, t.i., laikā no 6. decembra līdz 6. janvārim (Alūksnē un Ventspilī), bet lielākajā teritorijas daļā — decembra otrajā un trešajā dekādē.

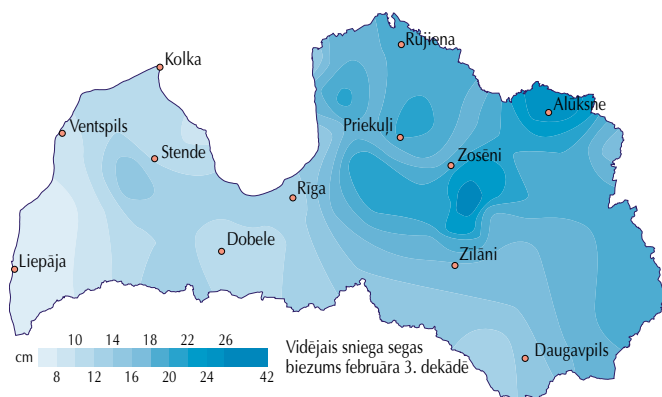
Par pastāvīgu jeb noturīgu sniega segu Latvijā tiek uzskatīta tāda, kas pastāv ne mazāk par 30 dienām, turklāt šai laikā sniega segas pastāvēšanas pārtraukums nav lielāks par 3 dienām pēc kārtas. Vienas dienas pārtraukumu ziemas sākumā var neņemt vērā, ja sniega sega pirms tam ir pastāvējusi 5 dienas. Līdzīgi var neņemt vērā 2–3 dienu pārtraukumu, ja pirms tam sniega sega ir pastāvējusi vismaz 10 dienas. Ja ziemas beigās ne vēlāk kā 3 dienu laikā pēc sniega segas izzušanas tā veidojas atkal no jauna un pastāv vismaz 10 dienas, tad sniega segu uzskata par pastāvīgu.



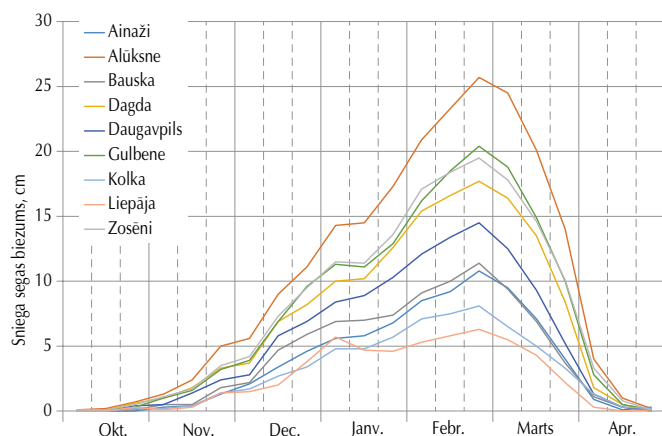
25. att. Vidējais dienu skaits ar sniega segu Latvijā (1950.–2010. g.).

Vidējais dienu skaits ar sniega segu ir tieši atkarīgs no novērojumu stacijas novietojuma (vietas augstuma virs jūras līmeņa), un šo dienu skaits palielinās virzienā no rietumiem uz teritorijas austrumu daļu — no 62 dienām Rucavā, Baltijas jūras piekrastē, līdz 133 dienām Alūksnes augstienē. Dienu skaits ar stabilu sniega segu attiecīgi ir no 50 (Rucavā) līdz 110 dienām (Alūksnes augstienē). Gadu no gada sniega segas raksturlielumos ir iespējamās ievērojamas svārstības. Ziemā bieža parādība ir atkušņi. Tiem parasti raksturīga maza intensitāte, kā arī īslaicīgums (vidēji 5–6 dienas). Samērā plašā Latvijas teritorijas daļā noturīga sniega sega dažkārt vispār neizveidojas vai izveidojas ļoti vēlu, savukārt valsts austrumu rajonos ļoti retas ir ziemas ar nenoturīgu sniega segu.

Vietas ģeogrāfiskais stāvoklis ietekmē ne tikai sniega segas pastāvēšanas ilgumu, bet arī sniega segas biezumu (gan sezonas vidējo, gan arī dekādes maksimumu). Tas ir uzskatāms par vienu no būtiskajiem sniega segas rādītājiem. Sniega segas vidējā biezuma izmaiņas ziemā Latvijā ir atspoguļotas 26. attēlā. Izvēlētajām stacijām Latvijas teritorijā raksturīgi atšķirīgi fizioģeogrāfiskie apstākļi (augstums virs jūras līmeņa un attālums no Baltijas jūras vai Rīgas līča). Visās stacijās sniega sega maksimuma biezumu sasniedz februāra trešajā dekādē. Sniega segas biezuma izmaiņas stacijās ir līdzīgas — sniegs pēc uzkrišanas uzkrājas pakāpeniski un vienmērīgi, līdz sniega sega februārī



26. att. Vidējais sniega segas biezums februāra trešajā dekādē Latvijā (1950.–2010. g.).



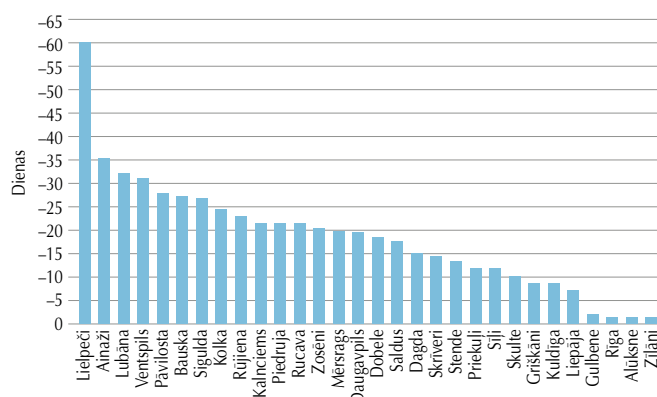
27. att. Vidējais sniega segas biezums Latvijā (1950.–2010. g.) pa dekādēm.

sasniedz savu maksimumu, turpretim sniega kušanas periods pēc maksimuma sasniegšanas notiek straujāk.

Vidēji visbiežākā sniega sega ziemā izveidojas februāra trešajā dekādē (no 7 cm teritorijas rietumu daļā līdz pat 42 cm centrālajā daļā). Visbiežākā novērojumu stacijās reģistrētā sniega sega ir bijusi 130 cm, tā reģistrēta Vidzemes augstienē, Gaiziņkalna apkārtnē, 1931. gada 16. martā.

Laika posmā no 1966. līdz 2009. gadam sniega segas pastāvēšanas ilgums Latvijā ir samazinājies no 1–2 dienām (Zilānos, Alūksnē, Rīgā un Gulbenē) līdz 30–35 dienām (Ainažos, Lubānā un Ventspilī), bet Lielpečos pat līdz 60 dienām. Manna–Kendala tests apliecina, ka statistiski būtiskas izmaiņas dienu skaitā ar sniega segu ir bijušas tikai Lielpečos. Turpretim izteikta samazinājuma tendence parādās arī Ainažos, Lubānā un Ventspilī.

Nemot vērā Manna–Kendala testa rezultātus un dienu skaitu ar sniega segu, var secināt, ka sniega segas režimam ir raksturīga liela mainība ikgadējā griezumā, kā arī zināms periodiskums — var izšķirt laika posmus ar ievērojami biežāku sniega segu, kā arī posmus, kuros dienu skaits ar sniega segu ir mazāks un sniega sega ir plāna. Noturīga sniega sega atsevišķās Baltijas jūras piekrastē esošās novērojumu stacijās var pat vispār neizveidoties. Kopumā pēdējos gadu desmitos sniega segai raksturīga noturīguma samazināšanās tendence.



28. att. Sniegoto dienu skaita samazinājums (1966.–2009. g.).



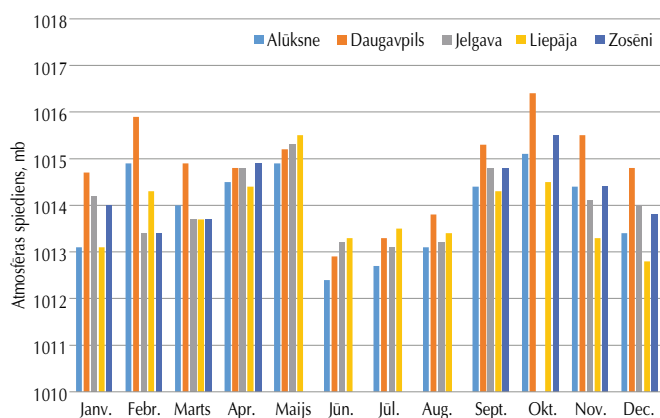
29. att. Stipras snigšanas rezultātā izveidojusies sniega sega 2009. gada 17. decembrī Kolkasragā.

3.5. Atmosfēras spiediens un vējš

Atmosfēras spiediena sadalījums, kas nosaka arī vēja raksturu, Latvijas teritorijā ir cieši saistīts ar atmosfēras cirkulācijas īpatnībām. Atmosfēras spiediena un vēja virziena reģionālās atšķirības neizpaužas tik spilgti kā vēja ātruma sadalījums. Atmosfēras spiediena izmaiņas gada gaitā ir atkarīgas no valdošajām bāriskajām sistēmām dažādās sezonās un no aktīvās virsmas sasilšanas un atdzišanas radiācijas bilances izmaiņu rezultātā. Visā Latvijas teritorijā atmosfēras spiediena gada sadalījumā spilgti izpaužas maksimumi februārī, maijā un oktobrī un minimumi janvārī, jūnijā un decembrī. Teritorijas kontinentālākajā daļā galvenais maksimums ir februārī, bet Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē tas ir maijā. Latvijā gada vidējā atmosfēras spiediena amplitūda ir salīdzinoši neliela, 3–5 mb, un to uzskatāmi parāda spiediena sadalījums gada griezumā reģionāli atšķirīgās novērojumu stacijās. Atšķirības spiediena vērtībās ir saistītas ar staciju atrašanos noteiktā augstumā virs jūras līmeņa, kas ietekmē barometra vai spiediena sensoru nolasījumus. Atsevišķos gados atkarībā no dažādu bārisko veidojumu intensitātes ir iespējamas lielas atmosfēras spiediena novirzes no ilggadējā vidējā rādītāja.

Vējš ir novērojams apstākļos, kad pastāv atšķirības atmosfēras spiediena horizontālās izplatības laukā, un vēja ātrums ir tieši proporcionāls atmosfēras spiediena gradientam. Vējš vienmēr pūš no augstāka spiediena apgabala uz zemāku spiediena apgabalu, tomēr Zemes rotācijas, Koriolisa un berzes spēka ietekmē šī gaisa plūsmas pārvietošanās nav taisnvirziena. Koriolisa spēks nosaka to, ka ziemeļu puslodē gaiss plūst apkārt augsta spiediena apgabalam pulksteņrādītāju virzienā, bet apkārt zema spiediena apgabalam — pretēji pulksteņrādītāju virzienam.

Kopumā pastāv trīs spēki, kas nosaka vēja virzienu un ātrumu, — spiediena gradienta spēks, Koriolisa spēks un berzes spēks. Jo lielākas būs atmosfēras spiediena horizontālās atšķirības, jo lielāks būs spiediena gradienta spēks un vēja ātrums. Berze samazina vēja ātrumu piezemes gaisa slānī, tas savukārt mazina Koriolisa spēka izpausmes, līdz ar to vējš piezemes slānī ir spirālveida plūsma, kas plūst no augsta spiediena apgabala uz zema spiediena apgabalu. Vēja ātrums un tā izmaiņas gada griezumā ir būtiski atkarīgas no atmosfēras kopējās cirkulācijas īpatnībām, kā arī no vietējiem apstākļiem.



30. att. Atmosfēras gaisa spiediena gada gaita novērojumu stacijās.



31. att. Vidējie gada dominējošie vēju virzieni Latvijā.

Lokāli ir novērojami vietējie vēji, kas atšķiras ar ātrumu, atkārtotības biežumu, virzienu un citām īpašībām, un to veidošanās parasti ir saistīta ar atmosfēras cirkulācijas īpatnībām virs konkrētā reģiona, ar reljefa raksturu un citiem faktoriem. Piemērs lokālu apstākļu izraisītiem vējiem Latvijā ir jūras un sauszemes brīzes Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē. Izteiktas brīzes vērojamas mierīgās, karstās vasaras dienās, kad pastāv lielāks gaisa temperatūras kontrasts starp gaisu virs jūras un sauszemes.

Kopumā gada griezumā Latvijā valdošie ir DR, R vēji, kā arī dienvidu kvadrantu vēji. Latvijas lielākajā daļā vējš gada laikā biežāk pūš no DR. Rīgas līča dienvidu un austrumu daļā ir izteiktāks D vēju īpatsvars, bet teritorijas austrumos (Daugavpils, Rēzekne, Alūksne) dominē R vēji.

Aukstajā gadalaikā galvenie bāriskie veidojumi, kas ietekmē Latvijas klimatiskos apstākļus, ir plašs stacionārs anticiklons virs Āzijas (Āzijas maksimums) un zema spiediena apgabals Atlantijas okeāna ziemeļu daļā (Islandes minimums). Ziemas periodā, padziļinoties Islandes minimumam un Āzijas maksimuma rietumu atzaram, izobāras ir vērstas virzienā no DR uz ZA, un tām ir raksturīgi lieli horizontālie bāriskie gradienti. Līdz ar to aukstajā gada laikā valda D un DR vēji, kas pūš ar mērenu vai stipru spēku.

Vasaras periodā notiek Āzijas anticiklona transformācija un izveidojas depresija, pavājinās Islandes minimums un Atlantijas okeānā virs Azoru salām aktivizējas plašs augsta spiediena



32. att. Valdošie vēju virzieni Latvijā vasarā un ziemā.

apgabals, un tāpēc bāriskie gradienti virs Latvijas teritorijas pavājinās. Ar to ir saistīta vēja ātruma samazināšanās, kā arī R un Z vēju īpatsvara palielināšanās.

Gada vidējais vēja ātrums ir apmēram 5 m/s Baltijas jūras piekrastē, bet valsts kontinentālajā daļā — ap 3–4 m/s. Vēja ātruma izplatībai Latvijas teritorijā raksturīga izteikta sezonālitate. Lielākie vidējie vēja ātrumi tiek reģistrēti novembrī un janvārī (piekrastes teritorijā 4–6 m/s, bet iekšzemē 3 m/s). Vismazākie vēja ātrumi tiek novēroti jūlijā un augustā (piekrastē 4 m/s, iekšzemē 2 m/s). Atsevišķos īpaši vējainos gados aukstajā periodā vēja ātrums vidēji Latvijā var sasniegt pat 5,9 m/s, savukārt rāmos gados vasarā tas var nepārsniegt 2,1 m/s. Kopumā vislielākā vēja ātruma variabilitāte ir novērojama tieši gada aukstajā pusē (no septembra līdz martam), kad vēja ātrums ir būtiski atkarīgs no reģionu sasniegušo ciklonu un vētru biežuma un kustības trajektorijas. Savukārt no aprīļa līdz septembrim, kad ciklonu aktivitāte ir mazāka, arī vēja ātruma ikgadējo vērtību mainība ir mazāka.

Svarīgs vēja ātruma parametrs ir vēja ātrums brāzmās, kas ir ievērojami lielāks nekā vidējais vēja ātrums. Vētru laikā tieši vēja brāzmas izraisa lielākos postījumus. Pēc Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta izstrādātās definēto laika parādību klasifikācijas, stipras vētras apstākļiem atbilst vētras ar vēja ātrumu brāzmās virs 25 m/s. Visspēcīgākās vēja brāzmas novērotas 1967., 1969. un 2005. gadā, kad fiksētas līdz šim spēcīgākās valstī piedzīvotās vētras. Visspēcīgākā reģistrētā bijusi 1967. gada 17.–18. oktobra vētra. Tai bija raksturīgi lieli maksimālie ātrumi vēja brāzmās. Liepājā 1967. gada 18. oktobrī tika reģistrēts līdz šim vislielākais Latvijā novērotais vēja brāzmu ātrums — 48 m/s. Savukārt 40 m/s stipras brāzmas bija Rucavā un Bauskā. Otra spēcīgākā vētra Latvijā novērota 1969. gada 1.–4. novembrī, un tās laikā maksimālais vēja brāzmu ātrums fiksēts Daugavpilī — 44 m/s. Trešā spēcīgākā vētra no 1966. līdz 2010. gadam Latvijā novērota 21. gadsimta sākumā — 2005. gada 8.–9. janvārī. Šīs vētras laikā maksimālās vēja brāzmas Latvijas lielākajā daļā bija 30 m/s un vairāk, bet vislielākais vēja ātrums — 40 m/s — tika reģistrēts Ventspilī.

Vēja ātrums brāzmās 20 m/s Latvijas teritorijā ir iespējams visās vietās un visās sezonās. Novembrī Baltijas jūras piekrastē vētru atkārtotās biežums ir reizi 10–15 gados. Tomēr ļoti spēcīgi vēji ar ātrumu brāzmās līdz 30 m/s ir iespējami arī vasarā



33. att. 2005. gada 7.–8. janvāra vētra Ziemeļvidzemē.

Latvijas iekšzemes teritorijās. Vasarās virpuļviesuļi var veidoties visā teritorijā.

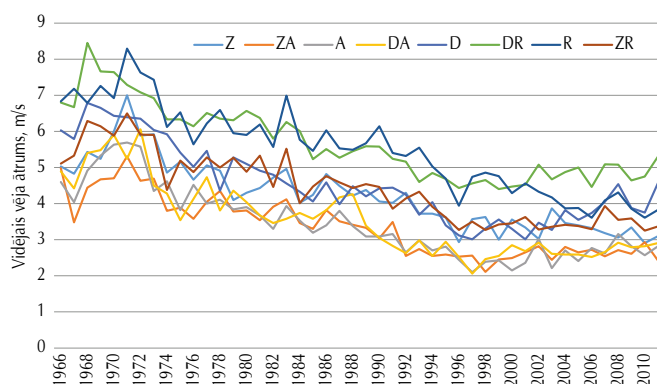
Bezvēja apstākļi, kad diennakts vidējais vēja ātrums nepārsniedz 2 m/s, reģionos stipri atšķiras. Kopumā Latvijā no 1966. līdz 2011. gadam vidēji novērojamas 23–149 bezvēja dienas gadā. Teritoriāli vismazākais bezvēja dienu skaits ir piekrastes teritorijās, bet vislielākais — valsts austrumos, īpaši augstieņu apgabalos, kur vairāk nekā vienu trešo daļu gada dienu var klasificēt kā bezvēja dienas. Laika posmā no septembra līdz martam bezvēja apstākļi Latvijas teritorijā tiek reģistrēti vidēji 1–15% novērojumu, periodā no aprīļa līdz augustam — 2–24%.

Lai izvērtētu vēja izmaiņu raksturu, ir analizētas piekrastes novērojumu staciju fiksētās ilggadējās novērojumu rindas. Iegūtie rezultāti apstiprina — no 1966. līdz 2011. gadam Liepājā, Pāvilostā, Mērsragā, Skultē, Ainažos novērojama būtiska vidējā un maksimālā vēja ātruma samazināšanās visu virzienu vējiem. To apstiprina Manna–Kendala testa rezultāti un uzskatāmi parāda Liepājas novērojumu stacijas dati, kas redzami 34. attēlā.

LVĢMC ilggadējo izmaiņu tendenču izpēte atklāja, ka pieaug dominējošā R vēja novērojumu biežums, kā arī to gadījumu skaits, kad šī virziena vējš sasniedz diennakts maksimālo vēja ātrumu. Turklāt novērotās R vēja īpatsvara palielināšanās tendences saskan ar konstatētajām izmaiņām citos klimatiskajos parametros, piemēram, ar atmosfēras nokrišņu un gaisa

9. tabula. Gada vidējā un maksimālā vēja ātruma izmaiņas (1966.–2011. g.). Manna–Kendala (MK) testa rezultāti

Meteoroloģisko novērojumu stacija	MK testa vērtība		p vērtība
	vidējam vēja ātrumam	maksimālajam vēja ātrumam	
Liepāja	–7,43	–7,11	0,00
Pāvilosta	–7,89	–6,13	0,00
Ventspils	–1,07	–0,54	0,59
Kolka	–1,56	–0,96	0,34
Mērsrags	–6,05	–4,76	0,00
Skulte	–6,30	–4,10	0,00
Ainaži	–5,31	–4,23	0,00



34. att. Gada vidējā vēja ātruma ilggadējās izmaiņas Liepājā (1966.–2011. g.).



35. att. Virpuļviesuļa radītie postījumi Jūdažu ciema apkaimē 2017. gada 20. jūnijā. Vēja ātrums brāzmās > 50 m/s.



temperatūras ilggadējo izmaiņu tendencēm. Palielināta R vēju dominance Latvijā ir raksturīga ziemas periodam, kad teritoriju sasniedz cikloni no Atlantijas okeāna. Šādos apstākļos bieži pūš R vēji, kas sev līdzī nes siltāka un mitrāka gaisa masas. Līdz ar to novērotā gaisa temperatūras paaugstināšanās, atmosfēras nokrišņu daudzuma un R vēju īpatsvara palielināšanās varētu liecināt par izmaiņām arī ciklonu aktivitātē virs mūsu reģiona.

3.6. Augsnes temperatūras režīms

Saules radiāciju, kas nonāk līdz zemes virsai, absorbē augšējie augsnes slāņi, un rezultātā veidojas noteikts augsnes profila termiskais režīms. Liela nozīme augsnes temperatūru sadalījumā, augsnes sasilšanā un atdzišanās ir ne tikai uz virsmas nonākušajam radiācijas daudzumam, bet arī augsnes īpašībām. Augsnes mehāniskais sastāvs, mitrums, struktūra, tās virsma un apaugums vasarā un sniega sega ziemā ir faktoru kopums, kas ietekmē augsnes temperatūru dažādā dziļumā — tā var būt atšķirīga pat nelielos attālumos.

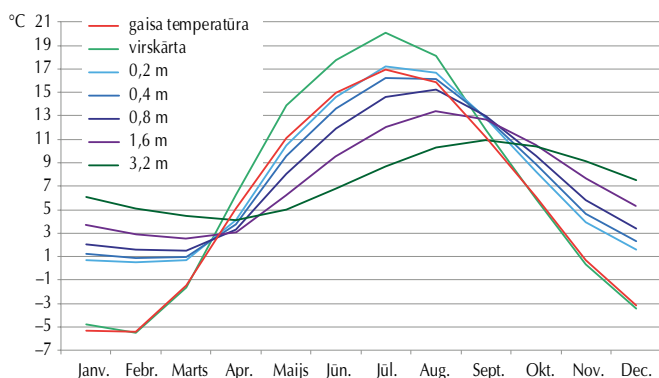
Gada vidējā augsnes temperatūra dažādā dziļumā Latvijā ir par apmēram 1,5–2,5 °C zemāka nekā gaisa temperatūra 2 m augstumā no zemes virsas, savukārt augsnes virskārtas gada vidējā temperatūra ir par 0,5–1,5 °C augstāka nekā gaisa

temperatūra. Līdzīgi kā gaisa temperatūrai, arī termiskajam režīmam augsnē ir izteikta gada gaita. Tomēr laiks, kad dažādos dziļumos temperatūras ir augstākās un zemākās, atšķiras. Virskārtā un līdz 0,4 m augsnē temperatūras gada gaita ir līdzīga gaisa temperatūrai — maksimālās vērtības tā sasniedz jūlijā, minimālās — februārī. Nedaudz dziļāk temperatūras tiek reģistrētas ar viena mēneša nobīdi — maksimālā temperatūra 0,8 m dziļumā fiksēta augustā un minimālā temperatūra 1,6 m dziļumā — martā. Savukārt 3,2 m dziļumā vissiltākā temperatūra novērota septembrī, bet aukstākā — aprīlī.

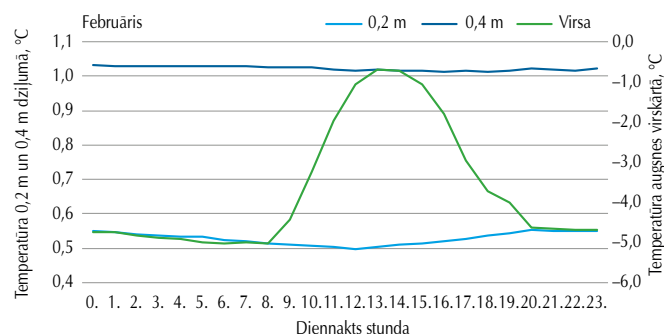
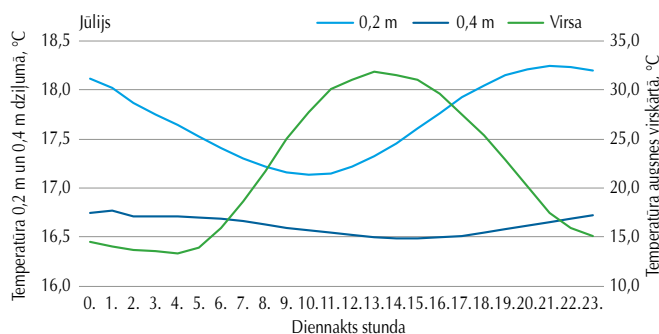
Vidējā augsnes virskārtas temperatūra no septembra līdz aprīlim maz atšķiras no gaisa temperatūras. Vasaras mēnešos līdz ar intensīvu zemes virsas sasilšanu augsnes virskārta ir vidēji par 2–3 °C siltāka par gaisu 2 m augstumā. Vasaras vidū atsevišķās dienās, kad zemes virskārta intensīvi sasilst, tās temperatūra var sasniegt pat 50–60 °C, un starpība starp gaisu un augsnes virskārtas temperatūru var būt 20–30 °C. Savukārt ziemas periodā virskārtas temperatūra atsevišķās dienās var pazemināties līdz –40 °C un zemāk. Aukstajā sezonā no oktobra līdz martam situācija ir pretēja — temperatūra augsnes zemākajos slāņos ir augstāka nekā virskārtā un 2 m augstumā no zemes virsas. Kopumā gada vidējā temperatūra zemes slāņi no 0,2 m līdz 3,2 m ir ļoti līdzīga, atšķiras tikai vidēji par 0,2 °C. Augsnes virskārtā visu mēnešu vidējo gaisa temperatūru amplitūda ir 25–30 °C, bet zemākos augsnes slāņos tā pakāpeniski samazinās un 3,2 m dziļumā ir tikai 6–8 °C.

Augsnes virskārtā, līdzīgi kā 2 m augstumā no zemes virsas, ir labi izteikta diennakts temperatūras gaita visās sezonās — ar maksimumu pusdienlaikā un minimumu ap saullēktu. Jau 0,2 m dziļumā raksturīgā diennakts temperatūras gaita ir vērojama tikai siltajā sezonā, un temperatūras vislielākās amplitūdas ir ap 1–1,5 °C jūlijā. Diennakts gaitā minimums un maksimums 0,2 m dziļumā tiek novērots 6–8 stundas vēlāk nekā augsnes virskārtā, bet 0,4 m dziļumā un dziļāk starpība starp diennakts maksimālo un minimālo temperatūru ir neliela visās sezonās.

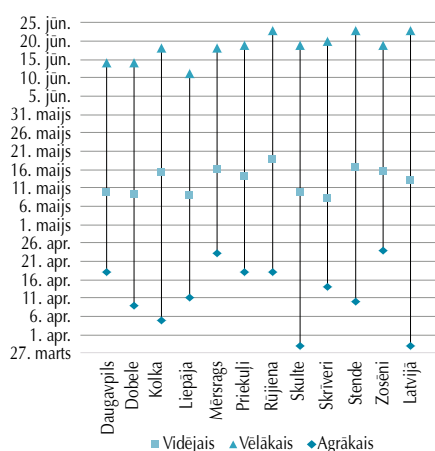
Īpaša nozīme veģetācijas attīstībā ir augsnes virskārtas temperatūrai. Ja tā veģetācijas periodā pazeminās zem 0 °C, tas var negatīvi ietekmēt augu attīstību vai pat izraisīt to bojāeju. Vēlās pavasara salnas Latvijā tiek reģistrētas vidēji maija pirmajā dekādē. Tomēr atsevišķos gados temperatūra augsnes virskārtā var īslaicīgi noslīdēt zem 0 °C vēl pat līdz jūnija vidum un



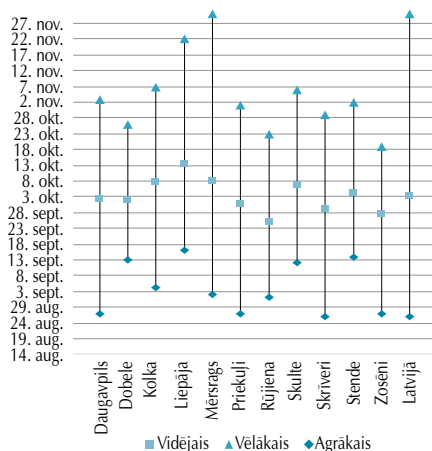
36. att. Vidējā temperatūra augsnes virskārtā un dažādos dziļumos Priekule novērojumu stacijā (1981.–2010. g.).



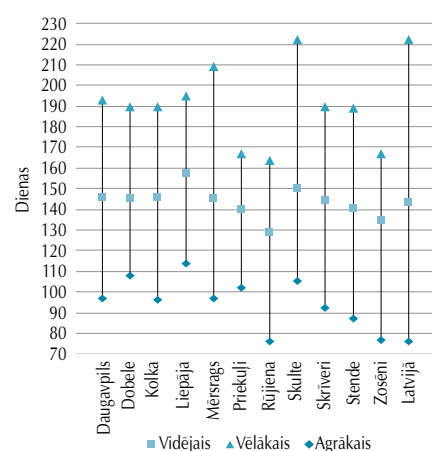
37. att. Vidējās temperatūras augšnes virskārtā, 0,2 m un 0,4 m dziļumā pa stundām Stendes novērojumu stacijā jūlijā un februārī (2004.–2012. g.).



(a) vidējie (1981.–2010. g.), agrākie un vēlākie (1945.–2016. g.) datumi, kad augšnes virskārtā reģistrēta pēdējā salna (temperatūra pazeminājusies zem 0 °C)



(b) vidējie (1981.–2010. g.), agrākie un vēlākie (1945.–2016. g.) datumi, kad augšnes virskārtā reģistrēta pirmā salna (temperatūra pazeminājusies zem 0 °C pēc 1. jūlija)



(c) vidējais (1981.–2010. g.), garākais un īsākais (1945.–2016. g.) bezsala perioda ilgums uz augšnes virskārtas

38. att. Augšnes virskārtas salnu un bezsala perioda raksturīgie dati Latvijas novērojumu stacijās (1981.–2010. g. un 1945.–2016. g.).

beigām. Piemēram, 23. jūnijā negatīvas temperatūras reģistrētas 1977. gadā Stendē un 1992. gadā Rūjienā.

Pirmās rudens salnas uz augšnes virskārtas tiek reģistrētas vidēji septembra beigās un oktobra sākumā. Atsevišķos gados, īpaši Latvijas austrumu daļā, agrās rudens salnas var būt jau augusta trešajā dekādē. Piemēram, 1949. gada 26. augustā pirmā rudens salna uz augšnes virskārtas reģistrēta Skrīveru novērojumu stacijā. Savukārt 1984. gada 27. augustā salnas uz augšnes virskārtas tika novērotas Daugavpilī, Skrīveros, Priekulā un Zosēnos. Zāles virskārtā 2 cm augstumā virs dabiskās veģetācijas temperatūras pazemināšanās zem 0 °C iespējama visu vasaru, dažkārt pat vairākas dienas mēnesī vai vairākas dienas pēc kārtas. Piemēram, 2006. gada jūlijā negatīva temperatūra zāles virskārtā reģistrēta Skrīveros (26. un 27. jūlijā), Zosēnos (17. un 28. jūlijā) un Stendē (16. un 20. jūlijā). 2001. gadā negatīva temperatūra zāles virskārtā Skrīveros fiksēta jau 3. augustā. 2015. gadā augusta otrajā pusē (no 16. augusta līdz 20. augustam) ilgstoša anticiklona ietekmes rezultātā salnas zāles augstumā vairākas dienas tika reģistrētas Zosēnos, Skrīveros, Daugavpilī un Alūksnē.

Kopumā vidējais perioda garums, kad uz augšnes netiek novērotas negatīvas temperatūras, ir no 130 dienām Latvijas ziemeļu daļā un Vidzemes augstienē līdz 160 dienām Baltijas

jūras Kurzemes piekrastē. Atsevišķos gados bezsala perioda ilgums uz augšnes var ilgt no 170 dienām Vidzemes augstienē līdz 220 dienām piekrastes teritorijās. Savukārt novērotie īsākie periodi, kad temperatūra uz augšnes nav pazeminājusies zem 0 °C, ir 80–100 dienas. Klimata pārmaiņu ietekmē kopš 20. gs. vidus Latvijā vidēji bezsala perioda ilgums uz augšnes ir kļuvis garāks apmēram par vienu mēnesi — no 10 dienām Baltijas jūras piekrastē līdz pat 50 dienām valsts dienvidaustrumos.

Nozīmīgs augšnes termiskā režīma raksturotājs ir augšnes ikgadējais sasalšanas un atkuššanas cikls. Tas var būtiski iespaidot augšnes fizikālās īpašības un ir saistīts ar ūdens un siltuma bilanci. Pētījums par augšnes sasalšanas dziļumu 7 meteoroloģisko novērojumu stacijās (Dobelē, Priekulā, Stendē, Daugavpilī, Rūjienā, Gulbenē, Zosēnos) par laika posmu no 1966. līdz 2015. gadam atklāja, ka pēdējo 30 gadu laikā augšnes sasaluma dziļums lielākajā daļā gadu nepārsniedz 20 cm atzīmi. Stacijas, kur novērots vislielākais to mēnešu īpatsvars, kad šī atzīme pārsniegta, ir "Daugavpils" un "Zosēni", kur zemes virskārtu veido smilšainas augšnes. Nozīmīgs faktors, kas ietekmē sasaluma sezonas ilgumu, ir attālums līdz Baltijas jūrai vai Rīgas līcim. Ilglaicīgie maksimālie augšnes sasaluma dziļumi ir būtiski samazinājušies Daugavpilī, Gulbenē un Dobeles novērojumu stacijās galvenokārt februārī un martā.

4. Klimatisko sezonu raksturojums

Nevienmērīgs Saules radiācijas sadalījums gada griezumā vidējo platuma grādu teritorijās, kur atrodas arī Latvija, ir galvenais iemesls auksto un silto sezonu regulārai mijai, un tā ir viena no raksturīgākajām šo teritoriju klimata iezīmēm. Savukārt laikapstākļu sezonālitate būtiski ietekmē gadskārtējus periodisku pārmaiņu ciklus dzīvajā dabā.

Praksē tiek nodalītas dažāda veida sezonas vai gadalaiki: kalendārie, astronomiskie, klimatiskie, fenoloģiskie, sinoptiskie, biometeoroloģiskie. Viens no plaši lietotiem paņēmieniem ir gada dalīšana četrās sezonās (katra ilgst trīs mēnešus), un, piemēram, Zemes ziemeļu puslodē ziema ilgst no decembra līdz februārim, pavasaris — no marta līdz maijam, vasara — no jūnija līdz augustam un rudens — no septembra līdz novembrim. Līdz ar to gadu no gada sezonas garums ir nemainīgs. Klimatoloģijas praksē bieži par termālo jeb klimatisko sezonu uzskata laika posmu, kurā ilggadējā diennakts vidējā gaisa temperatūra ir augstāka vai zemāka par noteiktu robežlielumu. Šādi definēti sezonu sākuma, beigu datumi un sezonas ilgums gadu no gada variē un pat var būt ar ļoti lielām novirzēm no ilggadējā vidējā rādītāja.

Ziema vidējos platuma grādos iestājas, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra ir stabili zemāka par 0 °C. Par pavasari tiek uzskatīts laiks, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra ir augstāka par 0 °C, bet zemāka par 10 °C (Skandināvijas valstīs), 13 °C (Igaunijā), 15 °C (Polijā, Čehijā, arī Latvijā). Savukārt vasarā diennakts vidējā gaisa temperatūra ir augstāka par minētajiem robežlielumiem. Par rudens sākumu tiek pieņemts datums, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra ir zemāka par 10–15 °C, bet augstāka par 0 °C. Dažkārt rudenim un pavasarim tiek nodalītas starpsezonas — agrs pavasaris, vēls rudens (diennakts vidējā gaisa temperatūra 0–5 °C), pavasaris un rudens (diennakts vidējā gaisa temperatūra 5–10 °C), vēls pavasaris un agrs rudens (diennakts vidējā gaisa temperatūra 15(13)–10 °C). Dažādās valstīs termisko sezonu iedalījums pēc vidējās diennakts gaisa temperatūras kritērija atšķiras un ir tieši saistīts ar klimatisko apstākļu īpatnībām šajās teritorijās.

4.1. Ziema

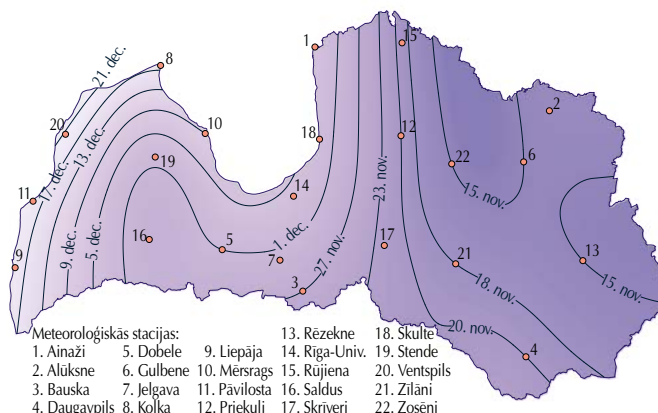
Ziema ar stabili vidējās ilggadējās diennakts gaisa temperatūras pazemināšanos zem 0 °C visagrāk (novembra vidū) iestājas Latvijas ziemeļaustrumu un austrumu daļā, Vidzemes un Alūksnes augstienē. Baltijas jūras Latvijas rietumu piekrastē ziema sākas mēnesi vēlāk — 18.–20. decembrī. Šajā laikā ir vairāk iespējams, ka izkritīs cietie nokrišņi un sāks veidoties sniega sega, kas daudziem asociējas ar ziemu. Spriežot pēc vidējiem ilggadējiem datiem, apmēram divas nedēļas pēc stabili negatīvu gaisa temperatūru pieturēšanās teritorijā jau var izveidoties stabila sniega sega, sākas augsnes un grunts sasaldšana, aizsalst ūdenskrātuves. Visagrāk, 10. martā, ziema beidzas Baltijas jūras piekrastes teritorijās, bet visvēlāk, 22.–23. martā, tā beidzas Alūksnes un Vidzemes augstienē.

Ziema ilgst vidēji no 80 dienām Baltijas jūras Kurzemes piekrastē līdz 120–130 dienām augstienēs Latvijas austrumu

daļā. Vidējā ziemas gaisa temperatūra ir no –1 °C Baltijas jūras piekrastē līdz –4 °C austrumu daļā un Vidzemes augstienē. Klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) zemākās diennakts vidējās gaisa temperatūras variē no –2 °C Baltijas jūras piekrastē līdz –6 °C kontinentālākajā austrumu daļā, turklāt aukstākais laiks pēc ilggadējiem vidējiem rādītājiem ir februāra pirmās dekādes beigās un otrās dekādes sākumā.

Raksturīga Latvijas klimatiskās ziemas iezīme ir liela sezonas sākuma un beigu laika novirze no ilggadējā vidējā rādītāja atsevišķos gados, kā arī termiskā režīma variācijas. Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē ziemā dažkārt norisinās vairāk kārtēja vidējās diennakts gaisa temperatūras paaugstināšanās virs 0 °C un arī pazemināšanās, un faktiski stabila termālā ziema var nesākties. Siltās ziemās (piem., pēdējos gados tādas ir bijušas 1988./1989., 1989./1990., 1991./1992., 2007./2008. gada ziema) jūras piekrastē tikai 20–25 dienas ir bijušas ar negatīvu diennakts vidējo gaisa temperatūru un stabili noturīgi sala apstākļi neiestājas. Savukārt aukstu ziemu laikā (piem., 1984./1985., 1995./1996. gadā) pat jūras piekrastē ir bijis vairāk par 100 ziemas dienām.

Lai gan sezonas vidējās gaisa temperatūras ir mērenas, diennakts minimālās temperatūras var ievērojami noslidēt zem 0 °C atzīmes visā Latvijas teritorijā. Sevišķi bīstami ir ilgstoši sala periodi jeb aukstuma vilņi, kad ilgāku laiku pieturas zema gaisa temperatūra (–25 °C un zemāka). Aukstuma vispārdraudētākie ir augstieņu rajoni un teritorijas, kas atrodas lielākā attālumā no Baltijas jūras un Rīgas līča. Gaisa temperatūra zemāka par –25 °C lielākajā Latvijas daļā tiek reģistrēta laikā no decembra beigām līdz marta sākumam. Dažkārt Latvijas austrumu daļā šāda zema gaisa temperatūra novērojama no decembra sākuma līdz pat marta beigām. Gaisa temperatūra zemāka par –30 °C Latvijas austrumu daļā var būt laikā no decembra vidus līdz marta vidum. Baltijas jūras piekrastē šādas zemas temperatūras reģistrētas tikai pašā aukstākajā laikā — no janvāra beigām līdz februāra sākumam. Tomēr jāņem vērā, ka piekrastes rajonos termālo aukstuma efektu pastiprina lielāks vēja ātrums, un tad salīdzinoši siltākas gaisa temperatūras laikā aukstuma sajūta ir vairāk izteikta un apsaldēšanās risks var būt pat lielāks nekā zemākā gaisa temperatūrā bezvēja apstākļos.



39. att. Ziemas iestāšanās laiks jeb ilggadējās vidējās diennakts gaisa temperatūras pazemināšanās zem 0 °C (1981.–2010. g.).

Atšķirībā no citām sezonām tieši ziemas laikā Latvijas teritorijā ir iespējamās lielākas termiskā režīma svārstības gadu no gada. Vidējo diennakts gaisa temperatūru standartnovirzes vidējā vērtība (1981.–2010. g.) janvārī un februārī ir 5–7 °C, atsevišķās dienās sasniedzot pat 7–9 °C. Savukārt mēneša vidējo gaisa temperatūru standartnovirze janvārī un februārī ir 3–4 °C. Termiskā režīma ievērojamās variācijas ziemā uzskatāmi apliecina daži ekstremāli aukstu un siltu ziemu piemēri.

Pēc Latvijas meteoroloģisko staciju novērojumu datiem, kopš 20. gs. sākuma visaukstākā ir bijusi 1941./1942. gada ziema, kad stabils sals turējās 4,5 mēnešus. Sniega sega austrumu daļā izveidojās oktobra otrajā dekādē, Rīgā — oktobra trešajā dekādē un, tā kā ziemas laikā atkušņu nebija, saglabājās līdz aprīļa vidum. Ziemas gaitā minimālās gaisa temperatūras sasniedza –30...–36 °C. Rīgas līcis vairāk nekā 3 mēnešus bija klāts ar ledus segu. Ledus biezums sasniedza 80–90 cm. Upes pārkļāvās ar ledus segu jau novembra pirmajā pusē un atbrīvojās no tās tikai aprīļa sākumā. Pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” vēsturiskajiem (kopš 1795. g.) datiem, visaukstākā ir bijusi 1798./1799. gada ziema, kad gandrīz nepārtraukta sala periods ilga no 19. novembra līdz 6. aprīlim un februāra sākumā diennakts vidējā gaisa temperatūra 10 dienas pēc kārtas pieturējās zemāka par –20 °C; 1799. gada 15. februārī diennakts vidējā gaisa temperatūra sasniedza –30,7 °C, kas ir zemākā diennakts vidējā temperatūra Rīgā. Savukārt viszemākā līdz šim reģistrētā diennakts vidējā gaisa temperatūra Latvijā bijusi 1978. gada 31. decembrī Latvijas austrumu daļā Gaujienā, kur diennakts vidējā gaisa temperatūra bija –37,2 °C. Dienā termometra stabiņš tur nepakāpās augstāk par –31,5 °C, bet nakti noslidēja līdz –42,7 °C.

Visiltākās ziemas Latvijas teritorijā kopš 20. gs. 20. gadiem bija 1924./1925. gada un 2007./2008. gada ziema. Vidējā gaisa temperatūra decembrī–februārī 2007./2008. gada ziemā Latvijas teritorijā bija pozitīva 0,8 °C, kas par apmēram 4 °C pārsniedz klimatiskās normas rādītāju, un stabils ilgstoša sala periods neiestājās pat Latvijas austrumu daļā. Tomēr arī šajā siltajā ziemā janvāra pirmajā dekādē īslaicīgi valdīja auksts laiks, bet pārējā periodā vidējās gaisa temperatūras bija augstākas par normu un lielākoties pozitīvas. Pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” vēsturiskajiem datiem, vissiltākā bijusi 1823./1824. gada ziema, kad visu sezonu pārsvarā bija pozitīvas gaisa temperatūras, bet nepārtraukts periods ar negatīvu gaisa temperatūru nepārsniedza 5 dienas.

Ziemā pakāpeniski līdz ar negatīvajām gaisa temperatūrām sasalst grunts. Vislielākais vidējais grunts sasaluma dziļums tiek novērots februārī. Latvijas austrumu daļā tas ir vidēji 40–70 cm, bet Baltijas jūras piekrastē 20–30 cm. Reti, apmēram reizi 100 gados, Latvijas teritorijā ziemā grunts sasaluma dziļums var sasniegt 120–135 cm. 1972. gada martā Dagdā reģistrētais grunts sasaluma dziļums bija 150 cm.

Līdzās ilgstošiem aukstuma viļņu periodiem viena no ļoti bīstamām parādībām ziemā ir kailsals. Latvijas teritorijā gandrīz katru gadu var rasties situācija, kad gaisa temperatūra īsāku vai ilgāku laiku pieturas zema un sniega segas nav vai tās biezums ir neliels (kailsals). 21. gadsimtā ilgstošākie kailsala apstākļi tika novēroti 2002. gada decembrī, kad gandrīz mēnesi ar nelieliem pārtraukumiem lielā teritorijas daļā valdīja zema gaisa temperatūra (līdz –10...–20 °C) un sniega segas biezums

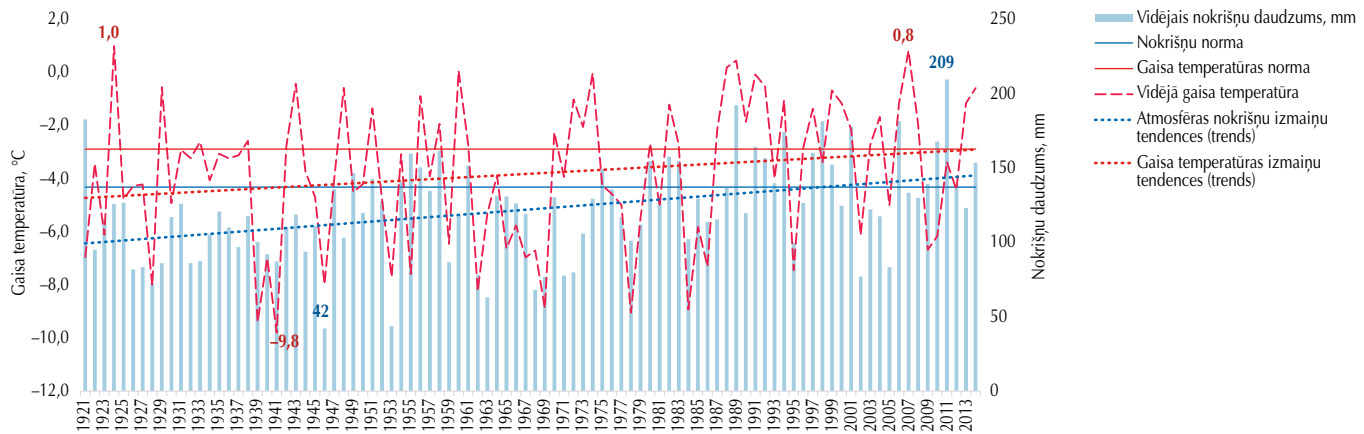
bija tikai daži centimetri. Līdzīgi laikapstākļi pieturējās arī 2006. gada janvārī un februārī, kad Latvijas austrumu daļā naktis gaisa temperatūra noslidēja līdz –20...–30 °C un sniega segas biezums bija niecīgs. Dažkārt kailsala apstākļi skar tikai daļu no Latvijas teritorijas. Tā tas bija 2011. gada februāra otrajā pusē, kad visā Latvijas teritorijā pusi no mēneša pieturējās zema gaisa temperatūra (līdz pat –20...–25 °C). Šajā periodā Latvijas austrumu daļu klāja bieža sniega sega, kas Alūksnē sasniedza pat 50 cm biezumu, savukārt Latvijas rietumu daļā sniega segas biezums bija vien 1–2 cm. Arī 2012. gadā janvāra beigās un februāra sākumā apmēram divas nedēļas diennakts gaisa temperatūra bija līdz –20...–30 °C un Latvijas rietumu daļā sniega segas biezums bija tikai 2–5 cm, bet Latgales augstienē sniega sega šajos bargajos laikapstākļos sasniedza 30 cm.

Raksturīga Latvijas ziemas iezīme ir atkusnis — parādība, kad laikā ar stabilu diennakts gaisa temperatūru zem 0 °C īsāku vai garāku laika posmu pieturas pozitīva gaisa temperatūra, kas nereti izraisa sniega segas samazināšanos un augsnes virskārtas atkušanu. Gandrīz katru gadu ziemā vienu vai 3–5 reizes no dažām dienām līdz vienai nedēļai gaisa temperatūra Baltijas jūras piekrastē ir pozitīva. Latvijas austrumu daļā atkusnis novērojams retāk. Pēc ilggadējiem statistiskiem rādītājiem, apmēram katru trešo gadu noturīga sala periods tur var pieturēties bez atkušņiem. Tomēr klimata pasiltināšanās rezultātā, kad straujākas gaisa temperatūras izmaiņas tiek novērotas tieši aukstajā gada laikā, atkušņi kļūst biežāka parādība arī Latvijas austrumu daļā. Turklāt atkušņi kļūst ilgāki — tie var ilgt pat līdz divām nedēļām visā Latvijas teritorijā.

Ziemā valdošie ir dienvidu vēji (DA, D, DR) ar vidējo ātrumu 3–4 m/s iekšzemes teritorijās un 4–6 m/s Baltijas jūras piekrastē. Dažkārt ziemā maksimālās vēja brāzmas visā Latvijas teritorijā var sasniegt 30–40 m/s. Lai gan vētrains laiks raksturīgs lielākoties rudenim, arī ziemā tas nav retums. Vienu no spēcīgākajām ziemas vētrām Latvija piedzīvoja 2005. gada 8.–9. janvārī, kad vēja ātrums brāzmās sasniedza 40 m/s, bet vidējais vēja ātrums 10 minūšu laikā bija lielāks par 20 m/s.

Ziemas mēnešos Saules spīdēšanas ilgums ir mazāks, un to ietekmē gan astronomiskie faktori, gan lielais mākoņu daudzums. No novembra līdz janvārim vidējais kopējo mākoņu diennakts daudzums ir 8–9 balles, februārī 7–8 balles, bet martā 6–7 balles. No novembra līdz janvārim visā Latvijas teritorijā ir lielākais dienu skaits bez Saules — 15–24 dienas mēnesī. Ziemas sākumā dienās ar Sauli tā spīd vidēji līdz 3 stundām, decembra beigās — vidēji tikai 2 stundas. Ziemas beigās, martā, Saule spīd jau vidēji 21–23 dienas mēnesī; tās vidējais spīdēšanas ilgums ir 6–7 stundas.

Ziemā nokrišņi vidēji izkrīt reizi 1,5 dienās ziemas sākumā un reizi 2–2,5 dienās ziemas beigās. Kopējais nokrišņu daudzums ir no vidēji 40–70 mm mēnesī ziemas sākumā līdz 35 mm ziemas beigās. Kopumā sezonas trīs mēnešu (decembris–februāris) kopējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā ir ap 140 mm, un tas klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) ir no 105 mm valsts vidienē līdz 170 mm rietumu daļā. Ar nokrišņiem visbagātākie ziemas trīs mēneši ir bijuši 2011./2012. gada sezonā, kad vidēji Latvijā izkrita ap 210 mm nokrišņu. Savukārt ar nokrišņiem visnabadzīgākā ir bijusi 1946./1947. gada ziema — tad vidējais nokrišņu daudzums trijos ziemas mēnešos bijis tikai nedaudz virs 40 mm.



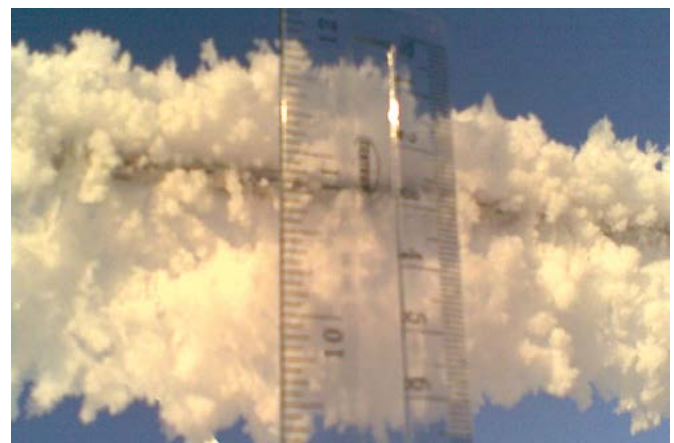
40. att. Vidējā gaisa temperatūra un vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā ziemas mēnešos (decembris–februāris). Klimatiskā norma aprēķināta 1981.–2010. gadam. Ar cipariem atzīmēta vidējā gaisa temperatūra siltākajā un aukstākajā sezonā (sarkanā krāsā) un vidējais nokrišņu daudzums mitrākajā un sausākajā sezonā (zilā krāsā).

Ziemā ir maza nokrišņu intensitāte. Dienā ar nokrišņiem vidēji izkrīt 2–4 mm nokrišņu, bet novērotais diennakts maksimālais nokrišņu daudzums visbiežāk ir 20–30 mm diennaktī. Dažkārt ziemas sākumā un beigās diennakts maksimālais nokrišņu daudzums var sasniegt 70 mm, bet ziemas sezonas vidū — 50 mm diennaktī. 2009. gada 16.–17. decembrī intensīvi snīga Kurzemes ziemeļu daļā, maksimums tika sasniegts Kolkā. Kolkas novērojumu stacijā nepilnu divu diennakšu sniega nokrišņu daudzums bija ap 80 mm. Ziemas sākumā apmēram 50% no visiem nokrišņiem izkrīt sniega veidā, bet ziemas vidū sniega nokrišņu ir vairāk par 80% Latvijas austrumu daļā un 60–70% Baltijas jūras piekrastē. Klimata pārmaiņu ietekmē gaisa temperatūrai paaugstinoties, šķidro nokrišņu īpatsvars arvien vairāk pieaug.

Ja sniegs snieg vējainā laikā (parasti, kad vēja ātrums ir 6–10 m/s), atsevišķās dienās tiek novērots putenis. Dažkārt nesablīvējies sniegs vēja darbības rezultātā tiek pūsts un nedaudz pacelts no zemes virsas, veidojas zems putenis un sniegvilksnis. Pēc ilggadējo novērojumu datiem (1945.–2010. g.), ziemas sezonā visbiežāk, vidēji 20–24 dienas, putenis un sniegvilksnis ir Latvijas augstieņu rajonos un kontinentālākajā ziemeļu daļā.

Viduslatvijas zemienē putenis ir visretāk, vidēji 10–13 dienas sezonā, jo tur ir mazāks vēja ātrums. Arī Baltijas jūras piekrastē dienu skaits ar puteni ir mazāks (vidēji 15–16 dienas sezonā), un tā iemesls savukārt ir retāki nokrišņi sniega veidā un biežāki atkušņi. Labvēlīgos apstākļos sezonā putenis var pūst 50–60 dienas, un tā maksimālais ilgums var būt līdz pat divām diennaktīm. Tā 1953. gada sākumā Stendē tika reģistrēts putenis 59 stundas bez pārtraukuma. Pēdējos gadu desmitos līdz ar ziemas sezonas pasiltināšanos un sniega nokrišņu samazināšanos arī putenis kļūst retāka parādība. Visbiežāk putenis tiek reģistrēts janvārī un februārī, taču dažkārt tas tiek novērots jau oktobrī un pat vēl maijā.

Zemās gaisa temperatūras un paaugstinātais mitrums ziemā ir labvēlīgi nosacījumi vienai no skaistākajām ziemas sezonas parādībām — sarmai. Visbiežāk sarma veidojas Austrumlatvijas augstieņu rajonos, kur tā vidēji ir 20 un vairāk dienas sezonā, dažkārt pat 50–60 dienas. Ievērojami retāk, tikai vidēji 5–6 dienas sezonā, sarmu var vērot Baltijas jūras piekrastē. Lai gan sarma uz koku zariem un vadiem ir vizuāli skaista parādība, nogulumiem sasniedzot ievērojamu biezumu, tā līdzīgi apledojumam var būt bīstama. Viens no biežākajiem sarmas



41. att. Ziemas sezona un sarma, kas ir raksturīga atmosfēras parādība aukstam laikam. 2010. gada 14. janvārī Alūksnē novērotās sarmas diametrs sasniedza 53 mm.

nogulumiem Latvijā reģistrēts 1953. gada decembrī Gaiziņkalnā, tas sasniedzis 84 mm.

Bīstama ziemas parādība ir apledojs, kas var izveidoties kā uz zemes, tā arī uz priekšmetiem, koku zariem un vadiem. Apledojums visvairāk veidojas decembrī un janvārī, kad to vidēji var novērot no 1 dienas Baltijas jūras piekrastē līdz 4 dienām mēnesī Latgales augstienē. Dažkārt Latvijas austrumu daļā apledojums var būt pat līdz 50 dienām sezonā. Savukārt rietumos, Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē, atsevišķās sezonās maksimāli reģistrētas 10–15 dienas ar apledojumu. Visilgākais apledojuma periods — 41 diena — ir bijis no 1996. gada 4. decembra līdz 1997. gada 13. janvārim Gaiziņkalnā. 1953. gada 2. janvārī Rēzeknē sarmas un apledojuma nogulumu biezums sasniedza pat 138 mm.

Viena no pēdējo gadu dramatiskākajām situācijām izveidojās 2010./2011. gada ziemā, kad atkalas, apledojuma un biežās sniega segas dēļ tika liekti un laužti koku zari un pat veseli koki, tika nodarīti ievērojami bojājumi elektropārvades līnijām, īpaši Latvijas austrumu daļā. Šo bīstamo dabas parādību dēļ tika traucēta elektroapgāde desmitiem tūkstošu māsaimniecību, 40 novados tika izsludināta ārkārtas situācija.

Ziemas sākumā (novembrī un decembrī) ievērojami biežāk nekā citā gada laikā lielā daļā Latvijas teritorijas veidojas miglas. Latgales augstienē ziemas sākumā miglas vidēji ir katru 3.–4. dienu, Kursas augstienē — katru 4.–5. dienu.

Lai gan reta, tomēr iespējama parādība ziemā ir pārkoņa negaiss, kas ilggadējā laika posmā ir reģistrēts faktiski visā Latvijas teritorijā un visos ziemas mēnešos. Pārkoņa negaiss ziemā gan tiek novērots ne biežāk kā reizi mēnesī (maksimāli).

4.2. Pavasaris

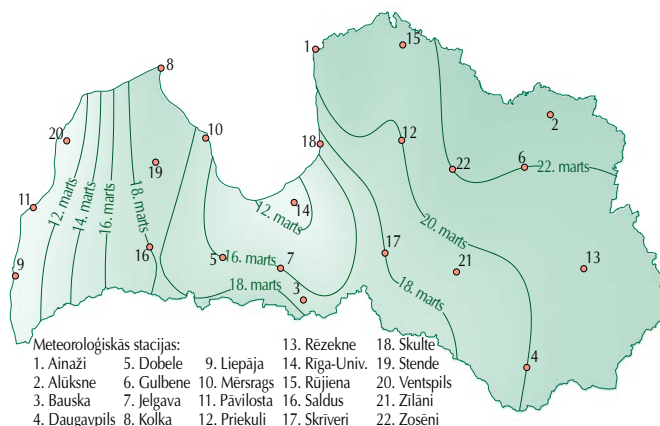
Līdz ar vidējās diennakts gaisa temperatūras paaugstināšanos virs 0 °C marta pirmās dekādes beigās un otrās dekādes sākumā Baltijas jūras piekrastes teritorijā un marta trešās dekādes sākumā Latvijas austrumu daļā iestājas pavasaris. Veģetācijas periods, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra ir augstāka par +5 °C, lielākajā Latvijas teritorijas daļā sākas aprīļa otrajā dekādē, bet Baltijas jūras piekrastes ziemeļu daļā — aprīļa trešās dekādes sākumā. Diennakts vidējā gaisa temperatūra augstāka par +10 °C (aktīva veģetācijas perioda sākums) lielākajā daļā valsts teritorijas vidēji kļūst maija pirmajā dekādē, jūras piekrastē — maija vidū. Pavasara pāreja vasarā, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra stabili kļūst augstāka par 15 °C, visagrāk notiek Latvijas dienvidu un dienvidaustrumu daļā — jūnija pirmajā dekādē, bet Baltijas jūras piekrastē — jūnija beigās. Vidējā pavasara gaisa temperatūra Latvijas teritorijā ir no +8 °C līdz +9 °C, un sezonas ilgums ir vidēji no 80 līdz 110 dienām. Visisākais pavasara periods ir Latvijas dienvidaustrumu daļā, bet visgarākais — Baltijas jūras piekrastē.

Pavasaris un rudens ir gadalaiki, kad notiek visstraujākās gaisa temperatūras izmaiņas. Tiklīdz gaisa temperatūra stabili paaugstinās virs 0 °C atzīmes, ilggadējās vidējās diennakts gaisa temperatūras martā un aprīlī paaugstinās vidēji par 0,20–0,25 °C diennaktī lielākajā Latvijas daļā un par 0,15–0,20 °C diennaktī jūras piekrastē.

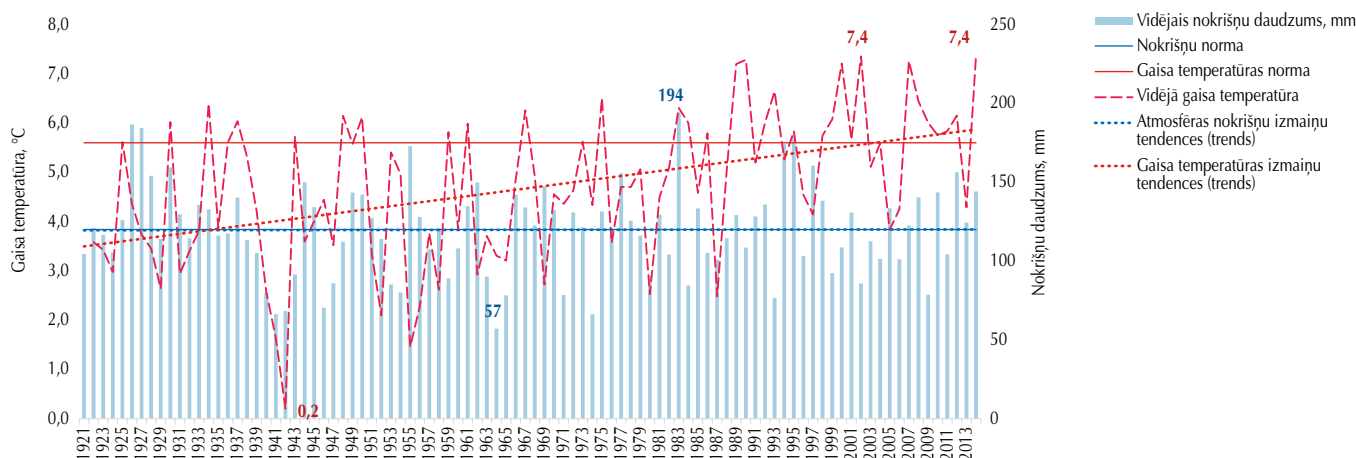
Atšķirībā no ziemas pavasarī iespējamo termiskā režīma svārstību amplitūda gadu no gada samazinās. Vidējo diennakts gaisa temperatūru standartnovirzes vidējā vērtība (1981.–2010. g.) martā, aprīlī un maijā ir 2,5–4,0 °C, un atsevišķās dienās martā tā var sasniegt pat 4,5–6,5 °C. Savukārt mēneša vidējā gaisa temperatūru standartnovirze martā ir 2,0–2,5 °C, bet maijā un jūnijā — tikai 1,0–1,5 °C.

Lai gan klimatiskās normas periodā vērojamas mazākas termiskā režīma svārstības, pavasarī iespējamās lielas nobīdes no vidējiem klimatiskās sezonas datumiem, kā arī sezonas ar ievērojami maigākiem vai bargākiem laikapstākļiem salīdzinājumā ar normu. Piemēram, 1989. gadā visā Latvijā un 2008. gadā galvenokārt valsts rietumu daļā klimatiskā pavasara sezona ar stabilu pozitīvu diennakts vidējo gaisa temperatūru sākās jau janvāra sākumā. Kurzemē kļāvās un bērzos sākās sulu cirkulācija, ziedēja sniegpulkstenītes, upenēm sāka raisties lapas. Turpretī 2006. gadā visā Latvijā pavasaris sākās tikai marta beigās — 27.–28. martā; vēl marta trešās dekādes beigās lielākā daļa Latvijas bija klāta ar sniegu un austrumu rajonos sniega segas biezums bija virs 30 cm. Līdzīgi arī 1996. gadā valsts teritorijā meteoroloģiskais pavasaris sākās tikai aprīļa pirmajās dienās.

Pēc ilggadējo novērojumu datiem visā Latvijas teritorijā, arī Rīgā, vairāk nekā 200 gadu novērojumu periodā vieni no siltākajiem pavasara trīs mēnešiem (marts, aprīlis, maijs) ir bijuši 2002. un 2014. gadā. Meteoroloģiskā pavasara sezona 2014. gadā visā Latvijā sākās jau februāra pirmajos datumos, un kopumā līdz maija beigām gaisa temperatūra bija augstāka par normu. Jau maija otrajā pusē diennakts vidējā gaisa temperatūra pakāpās augstāk par +15 °C, atsevišķās dienās maksimālā gaisa temperatūra pārsniedza +30 °C un laiks pieturējās kā karstās vasaras dienās. Savukārt vēsākie pavasara trīs mēneši kopš 20. gs. sākuma bijuši 1917. gadā (Rīgā) un 1942. gadā (visā Latvijas teritorijā). Pēc ekstremāli aukstās ziemas 1942. gadā diennakts vidējā gaisa temperatūra virs 0 °C pacēlās tikai 6.–7. aprīlī, un visus trīs pavasara mēnešus tā kopumā bija zemāka par klimatisko normu. Vēl marta vidū minimālā gaisa temperatūra noslīdēja zemāk par –25...–30 °C. Kopumā minimālās diennakts gaisa temperatūras pieturējās negatīvas līdz pat 10.–11. maijam lielākajā Latvijas daļā. Tomēr ilggadējā laika posmā ir raksturīga pavasara pasiltināšanās.



42. att. Pavasara iestāšanās laiks — ilggadējās vidējās diennakts gaisa temperatūras paaugstināšanās virs 0 °C (1981.–2010. g.).



43. att. Vidējā gaisa temperatūra un vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā pavasara mēnešos (marts–maijs). Klimatiskā norma aprēķināta 1981.–2010. gadam. Ar cipariem atzīmēta vidējā gaisa temperatūra siltākajā un aukstākajā sezonā (sarkanā krāsā) un vidējais nokrišņu daudzums mitrākajā un sausākajā sezonā (zilā krāsā).

Pakāpeniski paaugstinoties gaisa temperatūrai, pavasara sākumā visā Latvijas teritorijā izzūd stabila sniega sega. Tomēr dažkārt vēl aprīlī sniega segas biezums var būt 60–90 cm augstieņu rajonos, bet maijā var sasniegt 10 cm biezumu. Visvēlākā sniega sega pavasarī reģistrēta 1953. gada 29. maijā, kad naktī Kazdangā sniga un no rīta sniega segas biezums bija 5 cm. Kad izzūd sniega sega, paaugstinās gaisa temperatūra un radiācijas daudzums, ko saņem zemes virsa, pakāpeniski atkūst grunts un paaugstinās arī zemes virskārtas temperatūra. Vidējā zemes virskārtas temperatūra maijā sasniedz 10–15 °C, bet pavasara beigās jau 15–20 °C. Atsevišķās saulainās dienās zemes virskārtas temperatūra jau martā var pārsniegt +20 °C, bet pavasara beigās +50 °C. Nelabvēlīga un bistama parādība pavasarī ir salnas gaisā un uz zemes, īpaši pēc stabila veģetācijas perioda sākšanās. Pēdējās pavasara salnas uz augsnes virskārtas (lai arī ne katru gadu) tiek novērotas maijā un vēl jūnija otrajā pusē.

Pavasari dominējošais vēja virziens nav tik spilgti izteikts kā ziemā, ir vērojamas lielākas teritoriālās atšķirības. Martā dominē D, DR un DA vēji. Aprīlī un maijā dominējošie vēji ir mazāk izteikti. Baltijas jūras Kurzemes piekrastē un centrālajā Latvijas

daļā biežāk pūš Z vēji, Kurzemes centrālajos rajonos un Austrumlatvijā dominējošo vēju diapazons ir visai plašs, sākot no A vēja un dienvidu kvadranta (DA, D, DR) vējiem līdz pat vējiem no rietumiem. Vēja vidējais ātrums ir 3–5 m/s pavasara sākumā un 2–4 m/s sezonas beigās. Dažādu sinoptisko situāciju ietekmē, saskaroties krasi atšķirīgām gaisa masām, visā Latvijas teritorijā arī pavasarī ir iespējamas vēja brāzmas, kad vēja ātrums ievērojami pieaug, un vējš var sasniegt stipra vēja spēku (8–11 m/s). Lai gan retāk, tomēr arī pavasara mēnešos iespējami vētraiņi laikpatačkļi, kad vidējais vēja ātrums sasniedz 20 m/s. Ventspilī 1961. gada 26. un 30. martā tika reģistrēta ļoti reta parādība — vēja brāzmas, kas sasniedza orkāna spēku — 40 m/s. Maijā līdz šim vislielākais vēja brāzmu ātrums ir novērots 2006. gadā 14. maijā Dobelē, kad zem gubu lietusmākoņiem minūtes laikā vējš brāzmās no 9 m/s paaugstinājās līdz 29 m/s, vēl minūti tas brāzmās saglabājās virs 20 m/s, tad tikpat strauji norima.

Raksturīgā pavasara iezīme — relatīvi skaidrs, saulains un sauss laiks. Maijā Latvijā ir vismazākais mākoņainums, kopējo mākoņu daudzums ir vidēji 5–7 balles, zemie mākoņi tikai 2–4 balles. Pakāpeniski palielinās saulaino dienu skaits un



44. att. Pavasaris dabā. Daugava pēc pavasara plūdiem. Fenoloģiskais pavasaris Latvijā iestājas līdz ar lazdas ziedēšanu.

Saules spīdēšanas ilgums diennaktī. Martā Saule nespīd vidēji 8–10 dienas, bet jūnijā — jau tikai 1–2 dienas. Vidējais Saules spīdēšanas ilgums diennaktī mainās no 6–7 stundām martā līdz 9–11 stundām jūnijā.

Nokrišņi pavasarī pārsvarā izkrīt lietūs veidā, tomēr dažkārt vēl maijā iespējama snigšana visā Latvijas teritorijā. Nokrišņi ir vidēji katru otro trešo dienu. Pakāpeniski pieaug to intensitāte. Dienā ar nokrišņiem pavasarī diennaktī vidēji izkrīt 2–3 mm martā un 4–6 mm maijā un jūnijā. Atsevišķās dienās diennakts nokrišņu daudzums martā var būt lielāks par 40 mm, bet maijā un jūnijā — par 90–100 mm. Pavasarī kopējais nokrišņu daudzums ir mazākais no visām sezonām. Vidējā trīs pavasara mēnešu nokrišņu summa klimatiskās normas periodā ir 120 mm. Vissausākais pavasaris bijis 1964. gadā, bet nokrišņiem bagātākais — 1984. gadā. Atšķirībā no gaisa temperatūras ilggadējā laika posmā vidējais pavasara sezonas nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā nav būtiski mainījies.

Pavasari tiek novērotas gan ziemeļos, gan vasarai raksturīgās atmosfēras parādības. Martā, aprīlī un pat maija sākumā vēl var veidoties apledojuums, galvenokārt Latvijas austrumu daļā. Ļoti reta atmosfēras parādība — slapja sniega apledojuums — tika novērota 1980. gada 4.–5. maijā Madonā; apledojuma diametrs ap vadiem sasniedza 72 mm. Pavasara sākumā un vidū dažkārt tiek novērots putenis. 1944. gada maijā dažādās vietās Latvijā tika reģistrēts putenis, kas ir vēlākais šīs atmosfēras parādības laiks. No marta līdz jūnijam biežāki kļūst pērkona negaisi. Dažkārt maijā tie var būt pat 10–15 dienas. Veidojas arī migla, bet retāk nekā ziemā. Maijā un jūnijā migla lielākajā daļā Latvijas vidēji ir 1–4 reizes mēnesī, bet Baltijas jūras piekrastē 5–6 dienas mēnesī. Martā reti, galvenokārt Latvijas vidusdaļā, var izkrist krusa. Kruzas iespējamība līdz ar pavasara atnākšanu pakāpeniski palielinās, un aprīlī jau visā Latvijas teritorijā maksimāli var būt 1–2 dienas ar krusu, bet maijā un jūnijā — 1–4 dienas ar krusu.

4.3. Vasara

Klimatiskā vasara, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra paaugstinās virs $+15^{\circ}\text{C}$, visagrāk — jūnija otrās dekādes sākumā — sākas Latvijas vidusdaļā un dienvidaustrumu daļā, bet Baltijas jūras piekrastē un augstieņu rajonos tā sākas jūnija trešās dekādes vidū. Dažkārt par vasaras sezonas sākumu tiek pieņemts brīdis, kad vidējā gaisa temperatūra paaugstinās virs $+14^{\circ}\text{C}$ vai $+13^{\circ}\text{C}$, un tas parasti notiek nedēļu vai divas nedēļas ātrāk Baltijas jūras piekrastē, bet Latvijas vidienē un austrumu daļā — divas vai trīs nedēļas ātrāk.

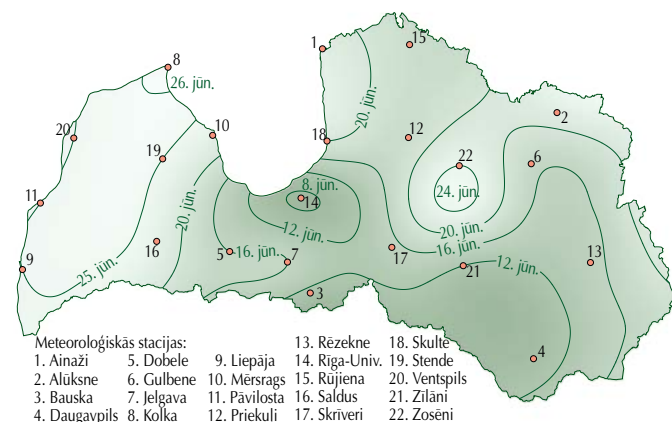
Klimatiskā vasara Latvijā ir visīsākā sezona, un tā ilgst vidēji no 55 dienām Vidzemes augstienē līdz 80 dienām Latvijas dienvidu un dienvidaustrumu daļā. Vasaras vidējās gaisa temperatūras atšķirības Latvijas teritorijā ir salīdzinoši nelielas — diennakts vidējā gaisa temperatūra ir galvenokārt $16,5\text{--}17,0^{\circ}\text{C}$ robežās. Visaugstākā temperatūra ($17\text{--}18^{\circ}\text{C}$) ir jūlija beigās, augusta sākumā, un tas ir tikai nedaudz vairāk par sezonas vidējo diennakts gaisa temperatūru. Raksturīgs izņēmums vasaras ilguma un gaisa temperatūru ziņā ir Rīga, kur šie rādītāji atšķiras no pārējās Latvijas teritorijas. Piemēram, galvaspilsētā

klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) vasara ar vidējo diennakts gaisa temperatūru augstāku par $+15^{\circ}\text{C}$ ilgst vairāk nekā 90 dienas un augstākās diennakts vidējās gaisa temperatūras jūlija beigās un augusta sākumā pārsniedz $+19^{\circ}\text{C}$. Šāda gaisa temperatūras atšķirība ir skaidrojama galvenokārt ar pilsētvides ietekmi uz teritorijas termisko režīmu, un tas visspilgtāk izpaužas tieši siltajā sezonā (sk. vairāk nodaļā “Urbānais klimats”).

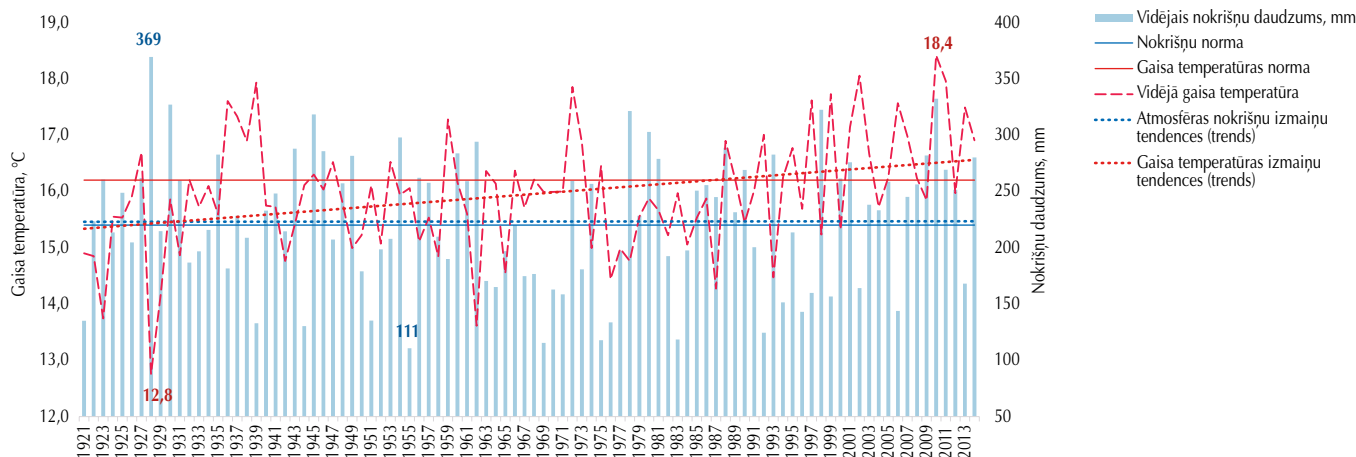
Vasara ir sezona, kurā termiskā režīma svārstības ir vismazākās. Vidējās diennakts gaisa temperatūras standartnovirzes vidējā vērtība (1981.–2010. g.) ir 2–3 $^{\circ}\text{C}$, atsevišķās dienās līdz 3–4 $^{\circ}\text{C}$. Savukārt mēneša vidējās gaisa temperatūras standartnovirze vasaras mēnešos jūnijā, jūlijā un augustā ir tikai 1,0–1,8 $^{\circ}\text{C}$.

Vēsturiskie dati liecina arī par meteoroloģiskās vasaras ilguma un termiskā režīma rakstura atšķirībām. Atsevišķos gadus vasaras sākums var ievērojami atšķirties no ilggadējā vidējā rādītāja. Piemēram, 1979. un 2013. gadā vasara ir sākusies jau maija vidū, bet 1996. gadā — tikai jūlija otrajā dekādē (24. jūlijā). Latvijas vēsturē ir bijuši gadi, kad vasara beidzas jau jūlija beigās, laikā, kad parasti tiek reģistrēta visaugstākā gaisa temperatūra. Tā 1987. gadā meteoroloģiskā vasara noslēdzās jau 25. jūlijā, bet 1976. un 1964. gadā — 29.–30. jūlijā. Turpreti 2002., 2006. un 2009. gadā vasaras siltums ilga vēl līdz 7.–10. septembrim.

Paši siltākie vasaras mēneši (jūnijs–augusts) Latvijā kopš 20. gs. sākuma ir bijuši 2010., 2002. un 2011. gadā. 2010. gada vasarā no jūlija līdz augusta sākumam bija ļoti karsts laiks, vairākas dienas un naktis tika novērota ekstremāli augsta gaisa temperatūra un ilgstošs karstums. Daudzās novērojumu stacijās tika pārspēti ilggadējie diennakts maksimālo gaisa temperatūru rekordi. Šajā vasarā atsevišķos rajonos maksimālā diennakts gaisa temperatūra augstāka par $+25^{\circ}\text{C}$ tika fiksēta 15 dienas pēc kārtas. Visās novērojumu stacijās Latvijas teritorijā tika reģistrēta vismaz viena diena ar gaisa temperatūru augstāku par $+30^{\circ}\text{C}$, bet teritorijas dienvidaustrumu daļā tika reģistrētas pat 15–17 dienas ar šādu temperatūru. 2010. gada vasarai bija raksturīgs stabils karstums. No 24. jūnija gaisa temperatūra bija augstāka par klimatisko normu vairāk nekā divus mēnešus. 2010. gada 13. jūlijs bija viskarstākā diena, kad maksimālā reģistrētā gaisa temperatūra sasniedza $+34,8^{\circ}\text{C}$. Savukārt 2014. gada augustā Ventspilī tika fiksēts jauns Latvijas gaisa temperatūras karstuma rekords $+37,8^{\circ}\text{C}$. Pēc novērojumu



45. att. Vasaras iestāšanās laiks — ilggadējās vidējās diennakts gaisa temperatūras paaugstināšanās virs 15°C (1981.–2010. g.).



46. att. Vidējā gaisa temperatūra un vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā vasaras mēnešos (jūnijs–augusts). Klimatiskā norma aprēķināta 1981.–2010. gadam. Ar cipariem atzīmēta vidējā gaisa temperatūra siltākajā un aukstākajā sezonā (sarkanā krāsā) un vidējais nokrišņu daudzums mitrākajā un sausākajā sezonā (zilā krāsā).

stacijas “Rīga-Universitāte” datiem, kopš 1795. gada siltāka par šo ir bijusi tikai tālā 1826. gada vasara.

Visvēsākās vasaras Latvijas meteoroloģisko novērojumu vēsturē bijušas 1928. un 1962. gadā, kad lielākajā Latvijas daļā trīs vasaras mēnešu laikā (jūnijā–augustā) diennakts vidējā gaisa temperatūra augstāka par +15 °C bija tikai 15–20 dienas un gandrīz visus kalendāros vasaras mēnešus saglabājās pavasarim un rudenim raksturīgas gaisa temperatūras 12–14 °C robežās. Savukārt karstā 2002. gada vasara ilga 107 dienas — no 27. maija līdz 10. septembrim. Ilggadējā periodā arī vasarām raksturīga pasliktināšanās tendence, un par to galvenokārt liecina kopš 21. gs. sākuma pieredzētās īpaši siltās vasaras.

Vasaras mēnešos absolūtā maksimālā gaisa temperatūra visā Latvijas teritorijā var būt augstāka par +30 °C. Savukārt jūnijā un augustā absolūtā minimālā gaisa temperatūra var būt negatīva, bet jūlijā (Vidzemes augstienē) tā var noslidēt līdz +1 °C.

Vasaras mēnešos valdošie ir DR, R vēji ar gadā vismazāko vidējo vēja ātrumu 2–3 m/s, jūras piekrastē 4–5 m/s. Tomēr dažādu sinoptisko situāciju ietekmē vēja ātrums brāzmās var pastiprināties līdz 30 m/s un vairāk visā Latvijas teritorijā. Siltajā sezonā, kad veidojas intensīvi gubu lietusmākoņi, vēja

pastiprināšanās bieži vien ir īslaicīga un ļoti lokāla parādība. Dažkārt, kad saskaras termiskā un mitruma ziņā ļoti atšķirīgas gaisa masas, var veidoties virpuļstabi, kam raksturīga neilga un lokāla vēja ātruma pastiprināšanās brāzmās, vai pat virpuļvētras. 2002. gada 4. jūlijā virpuļvētra, kurā fiksētās maksimālās vēja brāzmas sasniedza 33 m/s, plosījās Latvijas centrālajā daļā, savukārt 2010. gada 8. augustā vējš īslaicīgi, bet ļoti strauji pastiprinājās austrumu daļā. Šajā pašā dienā Madonā tika novērots visstiprākais vēja ātrums brāzmās (33 m/s), kāds vien reģistrēts novērojumu stacijās.

Jūlijā un augustā Saule nespīd vidēji tikai 1–2 dienas mēnesī un vidējais Saules spīdēšanas ilgums ir 8–10 stundas dienā. Lai gan kopējo mākoņu daudzums ir tikai nedaudz mazāks nekā pārējās sezonās (vidēji 5–7 balles mēnesi), vasarā ir mazāks zemo mākoņu īpatsvars (vidēji 3–5 balles). Paaugstinātais Saules radiācijas daudzums un salīdzinoši nelielais mākoņu daudzums vasaras mēnešos ietekmē ultravioletās radiācijas daudzuma nonākšanu līdz zemes virsmai, un šo radiācijas līmeni raksturo globālais UVI. No novembra līdz decembrim maksimālās UVI vērtības Latvijas teritorijā ir 0,5–1, bet no maija līdz augustam maksimālās vērtības ir 6–8. Parasti visaugstākā



47. att. Vasaras sezona. Skats pie Alauksta ezera un Kaltenes jūrmala.

ultravioletā radiācija tiek reģistrēta jūnijā un jūlijā Rucavas novērojumu stacijā. 2015. gada jūlijā UVI sasniedza 7,9 atzīmi, savukārt 2016. gada jūnijā tika fiksēta UVI vērtība 8,4, un tas atbilst ļoti augstam līmenim.

Ilgāks Saules spīdēšanas ilgums un mazāks mākoņu daudzums ietekmē arī to, ka zemes virsma saņem lielu tiešās Saules enerģijas daudzumu, kas savukārt nosaka zemes virsmas ievērojamu sasilšanu. Augsnes virskārtas vidējā temperatūra jūlijā ir visaugstākā, vidēji 19–22 °C, savukārt augsnes virskārtas maksimālā temperatūra visā Latvijas teritorijā var pārsniegt 50 °C. Lai gan jūlijs ir vienīgais mēnesis gadā bez salnām gaisā (2 m augstumā no zemes), augsnes virskārtā minimālā gaisa temperatūra arī jūlijā var noslidēt līdz nullei, bet zāles virskārtā, kur minimālā temperatūra parasti ir viszemākā, arī gada visiltākajā mēnesī naktī uz rīta pusi ir iespējama temperatūras pazemināšanās zem nulles un īslaicīgi var tikt novērotas salnas. 2009. gada 6. jūlijā temperatūra zāles augstumā dažviet Latvijā bija negatīva, Skrīveros tā noslidēja pat līdz –4,2 °C. Vasaras izskaņā augustā jau visā Latvijas teritorijā ir iespējamās pirmās salnas, kad augsnes virskārtā gaisa temperatūra pazeminās līdz 0 °C un zemāk.

Vasarā ir visvairāk nokrišņu, tie ir salīdzinoši īslaicīgāki un intensīvāki un vidēji izkrīt katru otro trešo dienu. Dienās ar nokrišņiem vidējais diennakts nokrišņu daudzums ir 5–6 mm. Sezonas diennakts maksimālais novērotais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā visbiežāk ir 70–90 mm diennaktī, atsevišķās dienās diennakts nokrišņu summa var pārsniegt 100 mm diennaktī. Vislielākais Latvijā reģistrētais diennakts nokrišņu daudzums ir bijis 160 mm, kas novērots jūlijā Ventspilī. Jūnija, jūlija un augusta kopējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā vidēji ir 220 mm. Kopš 20. gs. 20. gadiem nokrišņiem bagātākā ir bijusi 1928. gada vasara, vissausākā — 1955. gadā. Vasaras sezonai nav raksturīgs būtisks kopējo nokrišņu daudzuma pieaugums ilggadējā periodā.

Intensīvas lietusgāzes nereti ir kopā ar pērkona negaisu. Piekrastes un rietumu rajonos vasarā pērkona negaiss novērojams vidēji 8–12 dienas, teritorijas austrumu rajonos — biežāk, atsevišķos gados pat katru otro trešo vasaras dienu. Sevišķi intensīvi gubu lietusmākoņi var saturēt arī krusas graudus. Krusa nav bieža parādība, visbiežāk tā ir jūlijā: vidēji 2–4 reizes 10 gados, maksimāli 2–3 dienas mēnesī. Dažkārt krusas graudi var sasniegt ievērojamu izmēru. 1959. gada 13. jūlijā Kolkā izkritušās krusas graudi bija līdz 4–5 cm.

Kalendārās vasaras vidējais nokrišņu daudzums vidēji Latvijā ir 220 mm ar teritoriālām svārstībām no 185–200 mm Kurzemes Baltijas jūras piekrastē un Rīgas līča austrumu daļā līdz 250–270 mm Vidzemes iekšzemes rajonos. Latvijas meteoroloģisko novērojumu vēsturē ar nokrišņiem visbagātākā (vidēji 370 mm, kas ir 165% no normas) ir bijusi visaukstākā Latvijas vasara 1928. gadā. Turpretī vissausākajā 1955. gada vasarā vidējais nokrišņu daudzums kopumā Latvijā bija tikai puse no normas — 111 mm.

Naktīs, kad ir neliels vēja ātrums un maz mākoņu, sasilusi zemes virskārta strauji atdziest un notiek gaisā esošo ūdens tvaiku kondensēšanās, veidojas rasa un zemā migla, kas ir raksturīga vasaras rīta atmosfēras parādība. Vasarā miglu vidēji 5–6 dienas mēnesī novēro Kurzemes augstienē, pārējā Latvijas teritorijā tā ir 1–4 dienas mēnesī.

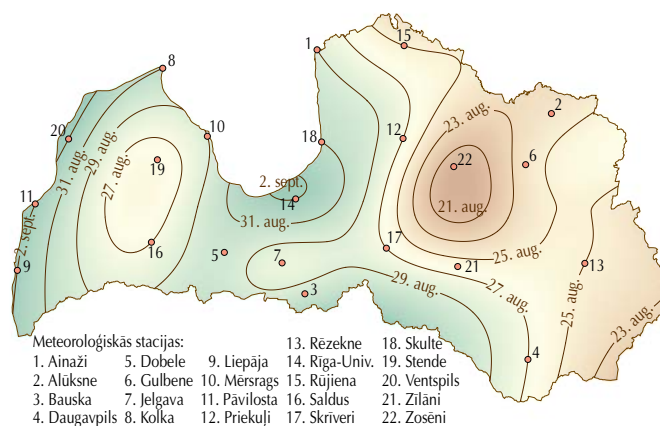
4.4. Rudens

Rudens sākums (no augusta pēdējās dekādes līdz septembra sākumam) Latvijā apmēram sakrīt ar pirmo rudens salnu perioda iestāšanos. Septembra otrajā pusē lielākajā Latvijas daļā un oktobra sākumā Baltijas jūras piekrastē diennakts vidējā gaisa temperatūra nokrīt zemāk par 10 °C, savukārt apmēram mēnesi vēlāk beidzas veģetācijas periods un diennakts vidējā gaisa temperatūra kļūst zemāka par 5 °C. Kopumā rudens sezona ilgst no vidēji 80 dienām Latvijas austrumu daļā līdz 110 dienām Baltijas jūras Kurzemes piekrastē, un sezonas vidējā gaisa temperatūra visā Latvijas teritorijā ir ap 7 °C.

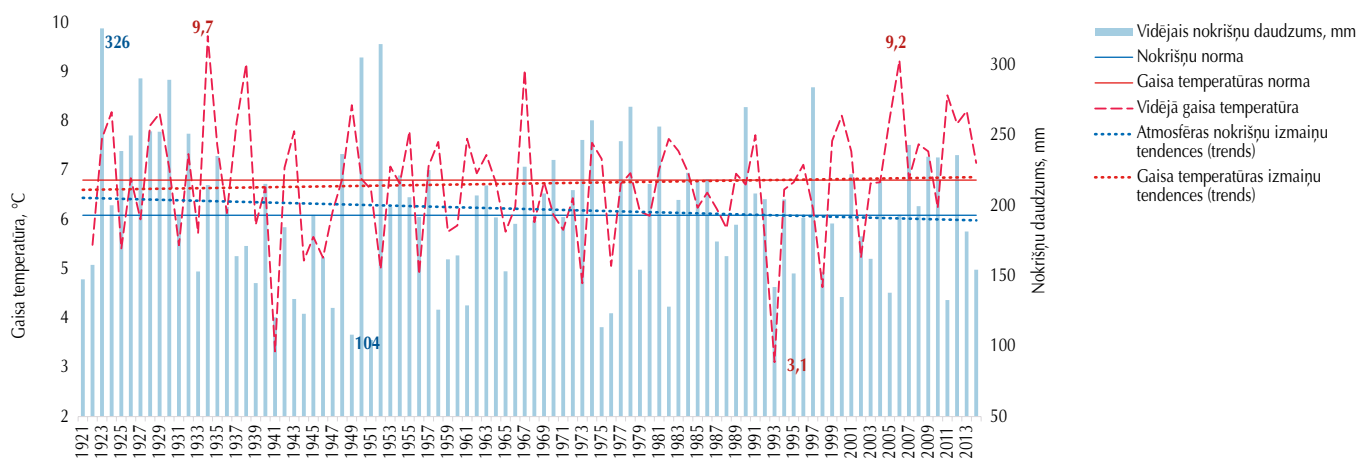
Septembra sākumā diennakts maksimālā gaisa temperatūra dienā var pacelties līdz pat 30 °C, oktobrī sasniegt 20–25 °C, bet novembrī var būt 15–17 °C. Savukārt absolūtā minimālā gaisa temperatūra septembrī var pazemināties jau līdz –7 °C, bet novembrī lielākajā daļā Latvijas sasniegt –20...–25 °C.

Līdzīgi kā pavasarī, arī rudenī iespējamās gaisa temperatūras svārstības ir mazākas nekā ziemā, bet lielākas nekā vasarā. Diennakts vidējo gaisa temperatūru standartnovirzes (1981.–2010. g.) vidējās vērtības ir 2,5–3,5 °C, bet mēnešu vidējo gaisa temperatūru standartnovirzes ir galvenokārt 1,5–2 °C septembrī, oktobrī un 2–2,5 °C novembrī.

Rudens sākuma datumi, sezonas ilgums un termiskais režīms var atšķirties gadu no gada. Piemēram, 1956., 1987. gadā rudenim raksturīgas gaisa temperatūras iestājās jau no jūlija beigām. Gandrīz visu jūliju un augustu rudenīgi auksts bija arī 1962. gadā. Vissiltākie trīs rudens mēneši (septembris–novembris) Latvijas meteoroloģisko novērojumu vēsturē ir bijuši 1934. gadā un 2006. gadā, kad rudens mēnešu vidējā gaisa temperatūra bija 9,7 un 9,2 °C. 2006. gada septembrī vasarīgi siltas dienas ar diennakts vidējo gaisa temperatūru 15 °C un augstāk lielākajā Latvijas daļā tika reģistrētas līdz septembra beigām, bet novembra beigās un decembra sākumā diennakts vidējās gaisa temperatūras bija līdz 7–10 °C, kas pārsniedza klimatisko normu par 7–10 °C. Stabila ziemas sezona sākās tikai 2007. gada janvāra otrajā pusē. Savukārt visaukstākais rudens reģistrēts 1993. gadā — rudens mēnešu vidējā gaisa temperatūra bija tikai 3 °C un gandrīz visu rudens sezonu gaisa temperatūras bija



48. att. Rudens sezonas iestāšanās laiks — ilggadējās vidējās diennakts gaisa temperatūras pazemināšanās zem 15 °C (1981.–2010. g.).



49. att. Vidējā gaisa temperatūra un vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā rudens mēnešos (septembris–novembris). Klimatiskā norma aprēķināta 1981.–2010. gadam. Ar cipariem atzīmēta vidējā gaisa temperatūra siltākajā un aukstākajā sezonā (sarkanā krāsā) un vidējais nokrišņu daudzums mitrākajā un sausākajā sezonā (zilā krāsā).

zemākas par normu. Atšķirībā no pārējām sezonām vienīgi rudenī ilggadējā laika posmā nav raksturīga vidējās gaisa temperatūras būtiska paaugstināšanās.

Rudenī valdošie ir dienvidu kvadranta vēji (pārsvarā DR, D). Vēja ātrums rudens mēnešos ir 2–3 m/s iekšzemes teritorijās un 4–5 m/s atklātajās piekrastes teritorijās. Jau sākot ar septembri, reizi 20 gados, bet oktobrī un novembrī reizi 10–15 gados iespējamas vētras. Tieši rudens periodā tika fiksētas līdz šim divas stiprākās vētras Latvijas meteoroloģisko novērojumu vēsturē, kad maksimālās vēja brāzmas sasniedza orkāna spēku: 1967. gada 17.–18. oktobrī — 48 m/s un 1969. gada 1.–4. novembrī — 44 m/s.

Rudenī pieaug mākoņu daudzums un līdz ar dienas pakāpenisku saīsināšanos samazinās arī saulaino dienu skaits un Saules spīdēšanas ilgums. Septembrī Saule spīd vidēji 26–27 dienas mēnesī un tās spīdēšanas ilgums diennaktī ir vidēji 6 stundas. Novembrī un decembrī Saule uzspīd vairs tikai katru otro ceturto dienu un tās spīdēšanas ilgums vidēji ir 2–3 stundas dienā. Laikā no septembra līdz novembrim strauji palielinās mākoņu daudzums. Kopējo mākoņu daudzums mainās no vidēji 6–7 ballēm septembrī līdz 8–9 ballēm novembrī un decembrī,

attiecīgi pieaug arī zemo mākoņu daudzums: no 4–5 ballēm līdz 6–8 ballēm.

Rudenī biežāk tiek novēroti nokrišņi. Septembrī nokrišņi izkrīt vidēji 14–17 dienas mēnesī, bet novembrī un decembrī 16–20 dienas. Pakāpeniski samazinās nokrišņu intensitāte, tie kļūst ilgstošāki. Dienās ar nokrišņiem rudens sākumā vidēji izkrīt 4–5 mm nokrišņu, bet rudens beigās 3–4 mm. Septembrī Latvijas teritorijā visbiežāk reģistrētais maksimālais diennakts nokrišņu daudzums ir 40–60 mm diennaktī, bet oktobrī un novembrī 30–40 mm. (2009. gadā Krāslavas novada Piedrujas pagastā 16. septembra pēcpusdienā un naktī uz 17. septembri deviņu stundu laikā nolija 104,5 mm nokrišņu; maksimālais diennakts nokrišņu daudzums oktobrī ir bijis 74 mm, bet novembrī 58 mm.) Rudenī nokrišņi ir galvenokārt lietus veidā, tomēr jau septembra beigās kā ļoti reta parādība var izkrist sniegs.

Visagrāk sniega sega tika reģistrēta 1973. gada 23. septembrī Rēzeknē, un tās biezums sasniedza 3 cm. Sniegs septembrī novērots arī 1966. gada 28. septembrī Alūksnē (5 cm), 1986. gada 26. septembrī Rīgā (īsai cīga snigšana), 2013. gada 26. septembrī Griškānos (sniega graudi) un 30. septembrī Lielpečos (slapjš sniegs). Oktobra pirmajā pusē sniegu var novērot jau visā Latvijā



50. att. Skaistais Latvijas rudens Kokneses apkārtnes dabas takās un raksturīgā rudens atmosfēras parādība — salna.

un var veidoties sniega sega. Parasti tā ir īslaicīga — no atsevišķām dienām līdz pāris nedēļām. Tomēr dažkārt sniega segas biezums oktobrī vietām var sasniegt 20–30 cm un vairāk. Atsevišķos aukstos rudenos Latvijas austrumu daļā jau oktobra beigās izveidojas noturīga sniega sega (1992. gada 23. oktobrī Alūksnē un Rēzeknē).

Ja ir atbilstīgi meteoroloģiskie apstākļi, sākot no septembra reti (dažviet Latvijas austrumu daļā), bet oktobrī jau visā Latvijas teritorijā var veidoties apledījums. Novembrī tas var būt vidēji 1–3 dienas mēnesī, bet decembrī 2–4 dienas mēnesī. Dažkārt novembrī un decembrī var būt 10–17 dienas ar apledījumu.

Rudenī pakāpeniski samazinās pērkona negaisa un krusas biežums. Septembrī valsts teritorijā ir vidēji 1–2 dienas ar pērkona negaisu, maksimāli 3–9 dienas. Savukārt novembrī tikai dažkārt novēro pērkona negaisu, maksimāli 1–3 dienas mēnesī. Septembrī krusa maksimāli reģistrēta 1–5 reizes mēnesī, bet rudens beigās tā ir ļoti reta parādība un to nomaina līdzīga izskata parādība — sniega un ledus graudi.

Rudenī Latvijas kontinentālajos rajonos biežāk veidojas migla. Novembrī un decembrī (mēneši, kuru laikā kontinentālajos rajonos ir vislielākais dienu skaits ar miglu) tā vidēji ir 6–9 dienas, bet maksimāli — ap 20 dienām mēnesī. Piekrastes rajonos migla visbiežāk ir pavasarī.

Jau oktobrī ir sastopamas tādas ziemai raksturīgas atmosfēras parādības kā putenis, sarma un slapja sniega nogulums. Šīs parādības parasti vispirms ir novērojamas Latvijas austrumu daļā — Alūksnes un Vidzemes augstienē.

5. Veģetācijas periods un augšanas sezona

Gaisa temperatūras režīms ir viens no rādītājiem, lai raksturotu veģetācijas jeb augšanas sezonu. Visbiežāk Latvijā par veģetācijas perioda sākumu pieņem laiku, kad diennakts vidējā temperatūra pārsniedz 5°C vismaz 5 dienas pēc kārtas. Pasaulē eksistē arī citas veģetācijas perioda definīcijas. Piemēram, veģetācijas periods tiek definēts arī kā gada periods, kurā augšanas apstākļi gan vietējiem, gan kultivētajiem augiem ir visizdevīgākie: vidējā temperatūra ir virs temperatūras sliekšņa, kad kultūra izdīgst un turpina augšanu (ši temperatūra ir atkarīga no attiecīgās kultūras); veģetācijas periods ir bezsala dienu skaits jeb dienu skaits starp pēdējo pavasara salnu un pirmo rudens vai ziemas salnu.

Eiropas mērogā veiktie pētījumi liecina, ka izmaiņas vidējā veģetācijas perioda sākumā Eiropā kopš 1989. gada labi korelē ar vidējām gaisa temperatūras izmaiņām no februāra līdz aprīlim. No 1969. līdz 1988. gadam un no 1989. līdz 1998. gadam pavasara vidējā temperatūra Eiropā pieauga par $0,8^{\circ}\text{C}$, vidējais veģetācijas perioda sākums iestājās par 8 dienām ātrāk. Atšķirība starp vidējo gaisa temperatūru un veģetācijas perioda sākumu ir nozīmīga, ja $p < 0,05$.

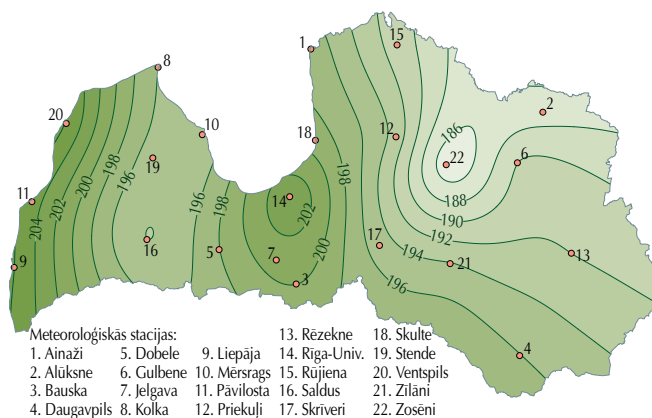
Par veģetācijas perioda izmaiņām var spriest, nosakot dienas ar augšanai labvēlīgu temperatūru. Veiktie pētījumi, izmantojot meteostacijas “Rīga-Universitāte” novērojumus, apliecina, ka kopumā visā 211 gadu novērojumu periodā (1795.–2006. g.)

rādītājs “augšanas grādu dienas” (diennakts gaisa temperatūru summa dienās, kad gaisa temperatūra ir augstāka par 4°C) ir pieaudzis par 183°C , bet laika posmā no 1901. līdz 2006. gadam — par 367°C . Pētījumā tika konstatēts, ka pastāv cieša korelācija starp augšanas grādu dienām un vidējo gaisa temperatūru aprīli–oktobrī. Tas liecina, ka nākotnē, paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai, ir paredzams arī augšanas grādu dienu pieaugums. Pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” datiem ir konstatēts, ka straujākās augšanas sezonas izmaiņas notikušas 20. gs., kad augšanas sezona pakāpeniski iestājusies agrāk un beigusies vēlāk. Augšanas sezonas garums 20. gs. laikā ir palielinājies par 25,9 dienām.

Latvijā kopumā veģetācijas perioda vidējais ilgums atšķiras vairāk nekā par trīs nedēļām atkarībā no atrašanās vietas, no augstuma virs jūras līmeņa un reljefa. Baltijas jūras piekrastē novērojams vidēji garākais veģetācijas periods. Arī Rīgā, pēc novērojumu stacijas “Rīga-Universitāte” ilglaicīgajiem datiem, ir viens no garākajiem veģetācijas periodiem, ko nosaka ne tikai tās ģeogrāfiskais stāvoklis, bet arī pilsētas centra “siltuma sala”. Galvenais faktors, kas ietekmē augstāku gaisa temperatūru Rīgā salīdzinājumā ar teritorijām ārpus pilsētas, ir aktīvo virsmu absorbēšanas spēja. Kurzemes piekrastes novērojumu stacijās, kā arī Bauskā un Dobelē ir salīdzinoši garāks veģetācijas periods, un tas saistāms ar to atrašanos līdzenuma teritorijās, kur ir viens no lielākajiem Saules spīdēšanas ilgumiem Latvijā. Mazākais veģetācijas periods ir Latvijas austrumos un ziemeļaustrumos, īpaši augstienēs. Statistiski nozīmīgas izmaiņas veģetācijas perioda ilgumā ir iegūtas Latvijas austrumu un ziemeļaustrumu daļās novērojumu stacijās.

Laika posmā no 1981. līdz 2010. gadam visagrākā veģetācijas perioda iestāšanās fiksēta Rīgā — vidēji 8. aprīlī, kas ir par 6 dienām agrāk nekā vidēji šajā laikā Latvijā. Agrā veģetācijas perioda iestāšanās konstatēta arī Bauskas, Skrīveru un Zilānu novērojumu stacijā — vidēji 10. aprīlī. Visvēlāk veģetācijas periods iestājas Kolkā — vidēji 24. aprīlī.

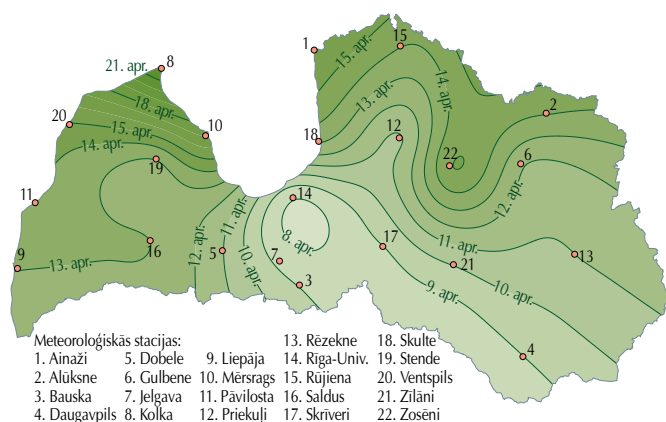
Statistiski nozīmīgas veģetācijas perioda iestāšanās laika izmaiņas visā pētāmajā periodā tika konstatētas 9 no 21 novērojumu stacijās — Stendē, Rēzeknē, Alūksnē, Ventspilī, Pāvilostā, Ainažos, Kolkā, Mērsragā un Saldū. Visās šajās stacijās tendences vērtība ir negatīva, kas norāda uz arvien agrāku veģetācijas perioda iestāšanos.



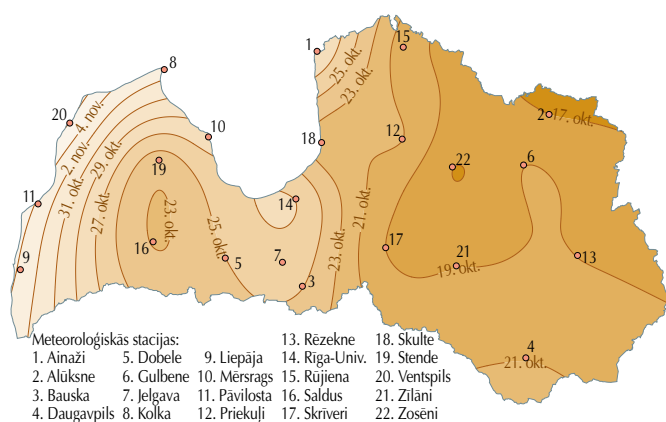
51. att. Veģetācijas perioda garums dienās (1981.–2010. g.).

Laika posmā no 1981. līdz 2010. gadam vidējais veģetācijas perioda iestāšanās laiks Latvijā ir 13. aprīlis, kaut arī atsevišķos gados tas izteikti variē. Piemēram, 1990. gadā vidēji visās novērojumu stacijās veģetācijas periods iestājās jau 6. martā, un tas ir par 39 dienām agrāk nekā vidēji. Savukārt, ja aplūko katru novērojumu staciju atsevišķi, tad ir redzams, ka veģetācijas periods Kolkas, Liepājas, Ventspils, Mērsraga un Stendes stacijā 1990. gadā ir iestājies jau 20. februārī. 1990. gada februāris ne tikai Latvijā, bet arī visā Eiropā iezīmējās ar neparasti agru pavasara sākumu. Turpretim visvēlākais veģetācijas perioda iestāšanās laiks Latvijā datēts 1981. un 1985. gadā, kad vidēji tas ir iestājies 3. maijā jeb 19 dienas vēlāk par normas perioda vidējo vērtību.

Arī veģetācijas perioda beigu datumos iezīmējas reģionālās atšķirības. Kontinentālākajā centrālajā un ziemeļaustrumu daļā, īpaši augstieņu teritorijās, veģetācijas periods beidzas agrāk. No visām novērojumu stacijām visagrāk — oktobra otrajā dekādē (15.–16. oktobris) — tas beidzas Zosēnos un Alūksnē. Savukārt visvēlāk veģetācijas periods beidzas piekrastes teritorijās, īpaši Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē. To nosaka siltajā gada laikā jūrā uzkrātais siltuma daudzums un tā atdošana rudens sezonas laikā. Kolkā, Liepājā, Pāvilostā un Ventspilī veģetācijas periods, pēc ilggadējiem vidējiem datiem, beidzas novembra pirmās dekādes sākumā. Manna–Kendala iegūtās testa vērtības nav statistiski būtiskas, un tas liecina, ka ilgākā laika posmā (1981.–2010. g.) nav notikušas nozīmīgas izmaiņas veģetācijas perioda beigu datumos.



52. att. Veģetācijas perioda iestāšanās laiks (1981.–2010. g.).



53. att. Veģetācijas perioda beigas (1981.–2010. g.).

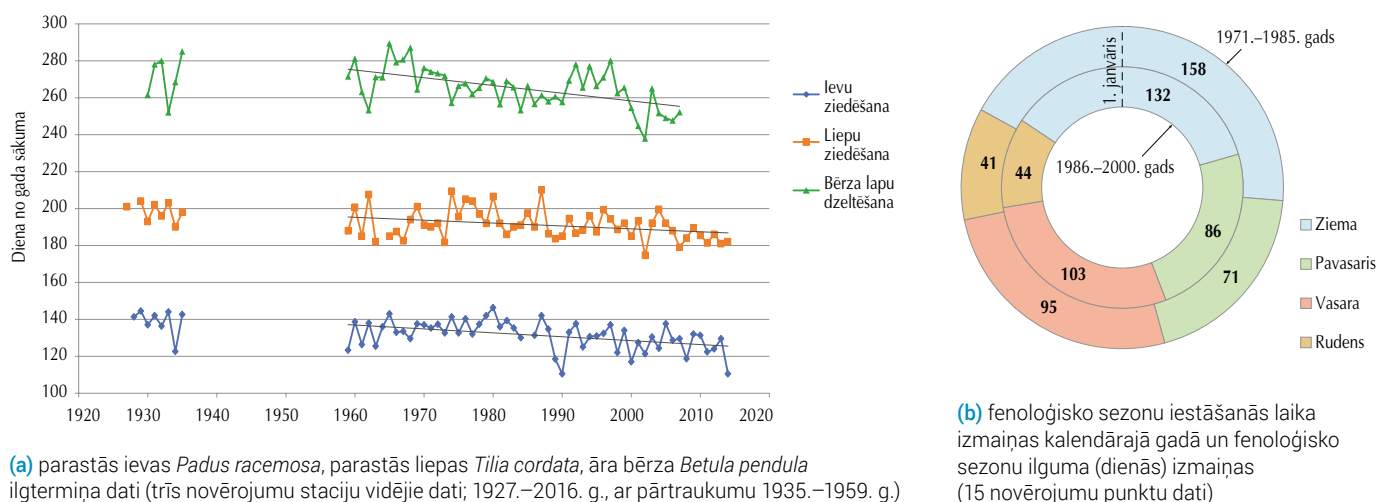
6. Fenoloģisko parādību raksturs un izmaiņu tendences

Fenoloģija ir zinātne par sezonālajām norisēm dabā. Pirmā mālēpe agrā pavasarī, putnu migrācija, ogu nogatavošanās laiks, lapkritis (tā iestāšanās laiks un to ietekmējošie faktori) — tie ir fenoloģijas izpētes objekti. Fenoloģijas nozīme un izpētes metodes 21. gs. ir būtiski mainījušās: dabas ritmu jeb dabas procesu norises datus izmanto klimata mainības prognozēšanā un modelēšanā (jo augi un dzīvnieki visjutīgāk reaģē uz izmaiņām apkārtējā vidē), vielas un enerģijas aprites ciklu pētniecībā, piemēram, analizējot CO₂ sezonālās izmaiņas mežos. Klasiski novērojumus ir veikuši brīvprātīgie novērotāji lauksaimniecības vajadzībām. Mūsdienās novērojumus globālā mērogā veic satelīti (ļauj analizēt augšanas sezonas sākumu un beigu izmaiņas), ainavas mērogā notiek fotomonitorings (automātiska ikdienas fotoattēlu uzņemšana), pētījumi tiek veikti agrometeoroloģiskajās stacijās, fenoloģiskajos dārzos.

Fenoloģiju var uzskatīt par vienu no vecākajām zinātnu nozarēm pasaulē, jo daudzu tautu kalendāri balstījās uz sezonālajiem notikumiem dabā, arī seno latviešu kalendārs veidots pēc norisēm dabā: lapu mēnesis — maijs; sulu mēnesis — aprīlis. Pēdējos 100 gados ir fiksētas būtiskas fenoloģisko fāžu iestāšanās laika izmaiņas. Izanalizējot vairāk nekā 100 000 fenoloģisko datu rindu Eiropā (iekļauti arī Latvijas dati), secināts, ka gan lapu plaukšana (78% gadījumu), gan ziedēšana (31% gadījumu) augiem iestājas agrāk. Savukārt rudenī 48% datu rindu uzrādīja pozitīvu tendenci, t.i., rudens fāzes (piem., lapu krāsošanās) iestājas vēlāk, un 52% — negatīvu tendenci (lapu krišana iestājas agrāk). Augļu nogatavošanās pirms 100 gadiem (un arī mūsdienās salīdzinājumā ar iepriekšējiem periodiem) tika novērota agrāk (galvenokārt tas attiecas uz lauksaimniecības kultūrām, nevis uz savvaļas augiem). Latvijas ilgtermiņa (1927.–2016. g.) fenoloģisko datu rezultāti liecina, ka pavasara fāzes, kā lapu plaukšana, ziedēšanas sākums, iestājas agrāk nekā 20. gs. vidū.

Zīmīgi — jo agrāka ir fenoloģiskā fāze, jo būtiskākas izmaiņas ir notikušas fāzes iestāšanās laikā, piemēram, parastās lazdas *Corylus avellana* un baltalkšņa *Alnus incana* ziedēšanas sākums, kas iezīmē fenoloģiskā pavasara sākumu, mainījies pat mēneša intervālā. Kopumā vasaras fenoloģiskajām fāzēm ir tendence iestāties agrāk, savukārt rudens fāžu iestāšanās laiks nav būtiski mainījies. Tomēr jāatzīmē, ka ir izteiktas lokālas atšķirības — atsevišķās teritorijās rudens fāzes (kā lapu krāsošanās bērziem un kļavām) iestājas vidēji agrāk, un tas ir pretstatā ar citur Eiropā novērotajiem pētījumiem. Tendenci fenoloģiskajām fāzēm iestāties agrāk apliecina arī, piemēram, parastā ieva *Padus racemosa*, kas Latvijā vidēji ziedējusi 13. maijā, taču pēdējos gados tās ziedēšana novērota jau maijā sākumā; liepa *Tilia cordata* ziedējusi 11. jūlijā, savukārt pēdējos 15 gados — 5. jūlijā.

Fenoloģiskais pavasaris, ko iezīmē parastās lazdas *Corylus avellana* ziedēšana (vidēji 24. marts), Latvijas teritorijā iestājas virzienā no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem. Agrāk lazdas zied Baltijas jūras piekrastē (Nīcā, Rucavā — marta otrajā nedēļā), vēlāk — Vidzemes augstienē (aprīļa sākumā) un Kurzemes ziemeļos — Kolkas apkārtnē. Fenoloģiskā pavasara ilgums Latvijā ir 78 dienas. Visgarākā fenoloģiskā pavasara sezona ir



54. att. Fenoloģiskās izmaiņas Latvijā.

fiksēta 1989. gadā un 1990. gadā (112 dienas). 1990. gads ir bijis rekordgads — visas pavasarī un vasaras sākumā novērotās fāzes iestājušās netipiski agri (arī Eiropas teritorijā); Latvijā lazdas un baltalkšņi sākuši ziedēt jau janvāra beigās. Agri lazdas ziedējušas arī 2007. un 2008. gadā, kad Ukros un Varakļānos lazdu ziedēšana atzīmēta jau decembra beigās.

Fenoloģisko vasaru Latvijā iezīmē meža avenes ziedēšanas sākums, kas vidēji Latvijā fiksēts 11. jūnijā. Fenoloģiskās vasaras ilgums vidēji ir 99 dienas, kas gadu no gadu būtiski variē: isākā vasaras sezona ir bijusi 83 dienas (vidējie dati), savukārt garākā vasara bijusi 116 dienas.

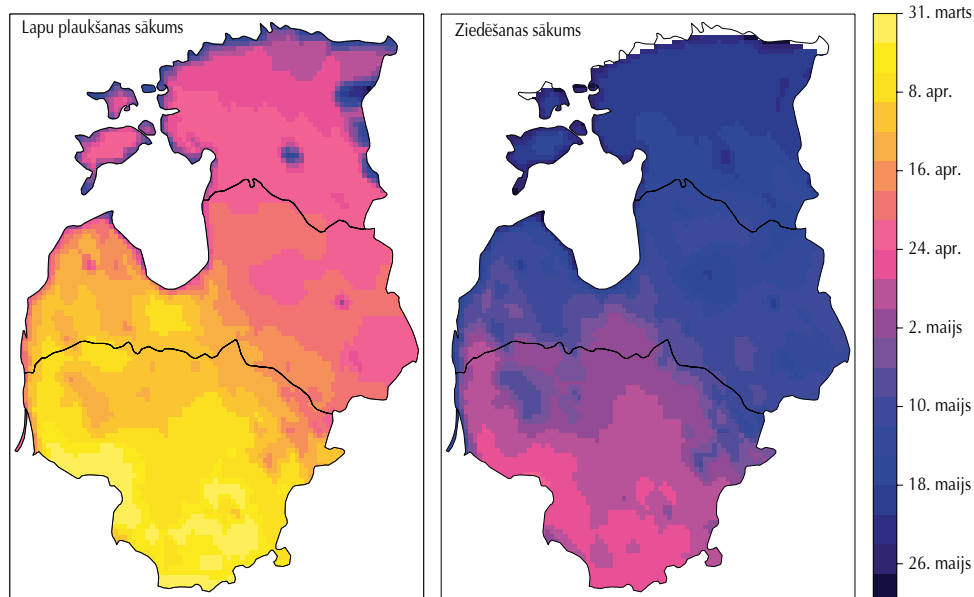
Fenoloģiskais rudens Latvijā iestājas 18. septembrī, kad vidēji tiek novērota bērza lapu dzeltēšana. Par fenoloģiskā rudens beigu un ziemas sākumu tiek uzskatīta diena ar pirmo sniegu. Pirmais sniegš Latvijas teritorijā, pēc brīvprātīgo novērotāju datiem, vidēji fiksēts 31. oktobrī: visagrāk Alūksnes augstienē, savukārt visvēlāk Baltijas jūras piekrastes punktos, Rucavā un

Nīcā vidēji pēc 8. novembra. Fenoloģiskā rudens ilgums Latvijas teritorijā ir 43 dienas ar lielām reģionālām atšķirībām. Garākā fenoloģiskā rudens sezona ir Rucavā (66 dienas) un Nīcā (60 dienas), īss fenoloģiskais rudens ir Dagdā (23 dienas) un Dobelē (31 diena).

Visgarākā fenoloģiskā sezona ir ziema, otra — vasara. Pēdējos gados būtiski mainījies fenoloģiskā pavasara ilgums, un to var skaidrot ar vēlāku pirmā sniega parādīšanos un agrāku augu attīstību pavasarī klimata pārmaiņu rezultātā. Turklāt, ja pavasaris ir agrs (iestājas agrāk nekā vidēji), fenoloģisko fāžu attīstība notiek ilgāk, t.i., sezonas garums pieaug. Savukārt, ja pavasaris iestājas vēlu, tad attīstība notiek straujāk un intensīvāk. Līdzīgu sakarību var novērot arī vasaras fāzēm.

Vēlos pavasaros pieaug mikroklimatisko un lokālo faktoru ietekme, tad arī reģionālās atšķirības Latvijas teritorijā ir izteiktākas nekā agros pavasaros, kad fāzes iestājas visā teritorijā vienmērīgi.

55. att. Parastās ievas *Padus racemosa* lapu plaukšanas un ziedēšanas sākuma reģionālās izmaiņas (2014. gads; modelēti dati; aprēķinos izmantotas aktīvo temperatūru summas).



7. Urbānais klimats

Urbānais klimats ir pilsētas videi raksturīgi, no ārpuspilsētas teritorijām atšķirīgi klimatiskie apstākļi, ko ietekmē pilsētas atrašanās vieta, apbūves īpatnības, izmantotie būvmateriāli, ielu izkārtojums, satiksmes intensitāte, parku un ūdenstilpju platība un novietojums u.c. apstākļi. Šie faktori nosaka klimatisko parametru atšķirību no piepilsētas neapbūvētajām teritorijām, kā arī vairāk vai mazāk izteiktas atšķirības pilsētas iekšienē. Galvenā nozīme urbānā klimata iezīmju veidošanā ir aktīvo virsmu īpatnībām (zāliens, asfalts, betons u.c.) un daudzveidībai, kas nevienādi absorbē un atstaro Saules radiāciju. Pilsētas apstākļos albedo lielums var variēt no 10–20% (tumša asfalta virsma) līdz 70–75% (balti krāsota virsma) vai pat 85–90% (svaigs sniegs).

Ikvienā pilsētā veidojas raksturīgas klimatisko apstākļu īpatnības. Latvijā vairāk pētīts ir galvaspilsētas Rīgas klimats, tā iekšējās atšķirības un kontrasti. Ir noskaidrots, ka Rīgas centrālajā daļā tiešās Saules radiācijas daudzums ir par 6–7% mazāks nekā piepilsētā, savukārt summārās Saules radiācijas daudzums — par 13–15% mazāks, un tas skaidrojams ar lielāku atmosfēras piesārņojumu. Tādēļ noteicošais faktors, kas ietekmē paaugstinātu gaisa temperatūru pilsētās salīdzinājumā ar teritorijām ārpus tām, ir aktīvo virsmu Saules radiācijas absorbēšanas spēja.

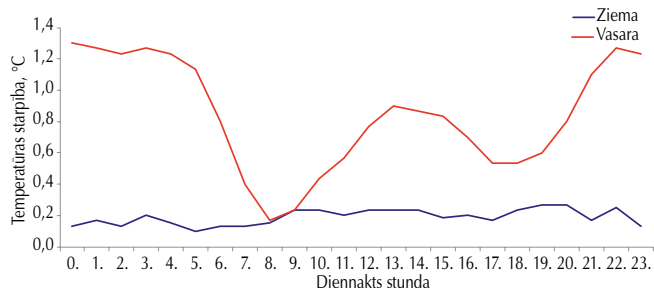
Viena no raksturīgākajām urbānā klimata iezīmēm ir pilsētas siltuma sala. Tā ir pozitīva temperatūras anomālija starp pilsētas apbūvēto daļu un apkārtnējo neapbūvēto teritoriju. Šī parādība tiek novērota daudzās pilsētās. Pilsētas siltuma salas intensitāti var noteikt, aprēķinot temperatūru starpību starp pilsētas un piepilsētas zonu. Arī Rīgā visu gadu ir raksturīga pilsētas siltuma sala — augstāka gaisa temperatūra pilsētas centrālajā daļā salīdzinājumā ar apkārtnējo teritoriju. Rīgas siltuma salu vislabāk raksturo diennakts minimālo gaisa temperatūru starpība. Diennakts vidējā minimālā gaisa temperatūra pilsētas centrālajā daļā salīdzinājumā ar teritoriju ārpus pilsētas ir par 1,4–1,7 °C augstāka vasaras periodā un par 0,5–0,6 °C augstāka ziemas periodā. Pilsētas ietekme uz maksimālajām gaisa temperatūrām ir mazāka nekā uz minimālajām gaisa temperatūrām. Vispilgtāk pilsētas siltuma salas izpausmes vērojamas vasarā un pavasarī, bet rudenī un ziemā tās ir mazāk izteiktas. Atsevišķos gadījumos pilsētas centrālajā daļā gaisa temperatūra var būt pat par 10–12 °C augstāka nekā piepilsētas teritorijā. Vislielākās

gaisa temperatūras starpības tiek novērotas pavasarī, un to galvenokārt ietekmē sniega segas izplatības atšķirības pilsētā un teritorijā ārpus tās un ar to saistītās radiācijas bilances atšķirības.

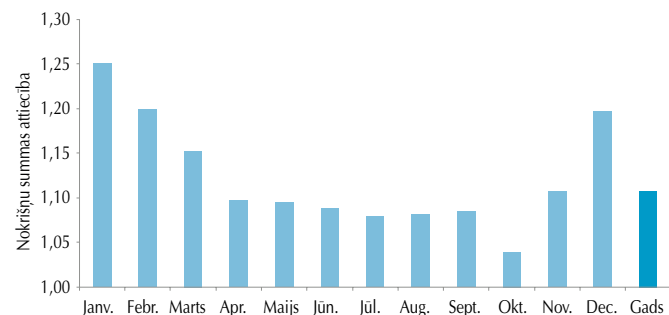
Tomēr ne vienmēr pilsētas centrālajā daļā gaisa temperatūra ir augstāka. Atsevišķos gadījumos, lai arī ne bieži, tiek novērotas negatīvas gaisa temperatūras starpības starp blīvi apbūvēto pilsētas centru un perifēriju. Viens šāda gaisa temperatūras sadalījuma cēlonis ir apbūves īpatnības un ar tām saistītais ēnas efekts noteiktā novērojumu vietā. Otrs ir saistīts ar gadījumiem, kad nokrišņi izkrīt ļoti lokālā teritorijā, un tas var izraisīt strauju gaisa temperatūras pazemināšanos. Visbiežāk zemāka gaisa temperatūra pilsētas centrālajā daļā pastāv ļoti īsu laika posmā, no stundas līdz dažām stundām. Liela pozitīvu un negatīvu gaisa temperatūru starpība tiek novērota reti, mazāk nekā 1% no kopējo novērojumu skaita. Visbiežāk gaisa temperatūras atšķirības ir pozitīvas, līdz +3 °C. Siltajā sezonā gaisa temperatūras atšķirībām starp pilsētas centrālo daļu un piepilsētas teritoriju ir labi izteikta diennakts gaita ar diviem diennakts maksimumiem un minimumiem. Ziemas sezonā spilgti izteiktas diennakts gaisa temperatūru starpību atšķirības netiek novērotas.

Palielinātais piesārņojums un paaugstinātais kondensācijas kodolu daudzums atmosfērā pilsētās, kā arī apbūve, kas veicina gaisa masu augšupejošu kustību attīstību, ir labvēlīgi apstākļi lielākam nokrišņu daudzumam pilsētās salīdzinājumā ar apkārtnējo teritorijām. Rīgas centrālajā daļā kopumā gada laikā izkrīt par apmēram 10–15% vairāk nokrišņu nekā teritorijās ar mazāk blīvu un zemāku apbūvi. Turklāt ziemas periodā pilsētas centrālajā daļā nokrišņu vidēji ir par 20–25% vairāk, bet vasarā par 8–9% vairāk. Pilsētas centrālajā daļā vērojama arī lielāka nokrišņu intensitāte, īpaši ziemas sezonā.

Pilsēta ar savu blīvo apbūvi darbojas arī kā gaisa masas bremzējošs faktors. Gadā kopumā vidējais vēja ātrums Rīgas līča tuvumā ir lielāks nekā pilsētas iekšējā teritorijā, un visbiežāk vēja ātrums atšķiras par 1–3 m/s. Tomēr atsevišķos gadījumos vēja ātruma starpība var sasniegt pat 10–15 m/s. Ja vēja ātrums ir salīdzinoši liels (9 m/s un vairāk), tad visbiežāk pilsētas iekšienē gaisa masu plūsmu ātrums ir mazāks. Savukārt, ja vēja ātrums ir mazs un pilsētas iekšienē dažādās apbūves un zaļās zonas teritorijās pastāv lielas gaisa temperatūras atšķirības, var veidoties iekšpilsētu termālās brīzes jeb lokālas vēju sistēmas, un tādā gadījumā vēja ātrums pilsētas iekšienē var būt lielāks nekā ārpuspilsētas teritorijās.



56. att. Vidējās gaisa temperatūras starpības Rīgas centrālajā daļā (novērojumu stacija "Rīga-Universitāte") un perifērijā (novērojumu stacija "Rīga-Spilve") dažādās diennakts stundās ziemā (decembrī–februārī) un vasarā (jūnijā–augustā).



57. att. Gada un mēnešu nokrišņu vidējo summu (1961.–1990. g.) attiecības starp pilsētas centrālo daļu (novērojumu stacija "Rīga-Universitāte") un perifēriju (novērojumu stacija "Rīga-Spilve").

8. Ekstremālās un bīstamās atmosfēras parādības

Ekstremālās klimatiskās un bīstamās hidrometeoroloģiskās parādības jeb, vienkāršāk sakot, ekstremālās un bīstamās atmosfēras parādības var būtiski ietekmēt cilvēku veselību, kā arī spēj radīt lielus materiālus zaudējumus, tādēļ to pieaugošā intensitāte un norišu biežums cilvēkus un ekosistēmas ietekmē daudz vairāk nekā klimatisko rādītāju vidējo vērtību izmaiņas. Turklāt jutīgākas pret šīm parādībām un to biežuma un intensitātes izmaiņām ir tieši blīvi apdzīvotās teritorijas un aizvien augošās pilsētu aglomerācijas.

Lai raksturotu un novērtētu ekstremālu un bīstamu atmosfēras parādību izplatību un atgadišanās iespējamību kādā noteiktā teritorijā, ir būtiski izprast atšķirības starp šiem terminiem un to ietverto atmosfēras parādību atkārtojamības un intensitātes raksturojumu.

Par bīstamām tiek uzskatītas tās meteoroloģiskās parādības, kas, sasniedzot noteiktu intensitātes līmeni, var radīt postījumus vai apdraudējumu cilvēku veselībai un dzīvībai. Šādu parādību identifikācija katrā reģionā vai valstī ir atkarīga gan no konkrētās teritorijas klimatiskajiem apstākļiem, gan arī no sabiedrības un infrastruktūras sagatavotības attiecīgās parādības radītajai slodzei. Latvijā, savstarpēji sadarbojoties nacionālajam meteoroloģiskajam dienestam (Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs), ir civilās aizsardzības dienestam (Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienests), ir identificētas tās meteoroloģiskās parādības, kas mūsu valstī var radīt apdraudējumu un postījumus. Līdz ar to Latvijā par bīstamām tiek uzskatītas šādas hidrometeoroloģiskās parādības: karstums, sals, stiprs un ļoti stiprs lietus, stiprs un ļoti stiprs sniegs, spēcīgas vēja brāzmas, bīstami augsts ūdens līmenis Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes rajonos un lielākajās Latvijas upēs, ugunsbīstamība mežos, redzamības pasliktināšanās miglas vai intensīvu nokrišņu laikā, intensīva apledojuma, slapja sniega noguluma vai sarmas veidošanās, ilgstošs putenis, intensīvs pērkona negaiss.

Šīs bīstamās parādības tiek iedalītas četrās bīstamības klasēs (tām piešķirti īpaši krāsu apzīmējumi) atkarībā no šo parādību intensitātes un iespējamā apdraudējuma iedzīvotājiem, to īpašumam, infrastruktūrai vai videi kopumā.

Zaļajam bīstamības līmenim atbilst tādas bīstamo parādību intensitātes vērtības, kas nevar radīt būtisku apdraudējumu, dzeltenā bīstamības līmeņa parādības var radīt lokālus postījumus, oranžā bīstamības līmeņa parādības ir saistītas ar plašāk izplatītām negatīvām ietekmēm, savukārt sarkanā bīstamības parādības potenciāli var radīt plašus postījumus un apdraudējumu. Tādējādi, piemēram, spēcīgu vēja brāzmu bīstamības līmeņi ir šādi: dzeltenais bīstamības līmenis ietver vēja brāzmas ar spēku 20–24 m/s, oranžā bīstamības līmeņa brāzmas var sasniegt 25–32 m/s, savukārt sarkanais bīstamības līmenis ir, kad vēja brāzmas sasniedz vismaz 33 m/s (orkāna spēks) un radītais apdraudējums ir sevišķi augsts un teritoriāli plaši izplatīts. Tomēr tikai dažas no definētajām bīstamajām parādībām Latvijā var sasniegt sarkanā bīstamības līmeņa vērtības. Būtiskākā negatīvā ietekme Latvijā ir saistīta ar spēcīgu vēja brāzmu ietekmi, ūdens līmeņa paaugstināšanos upēs un jūras piekrastē, kā arī ar spēcīgiem pērkona negaisiem.

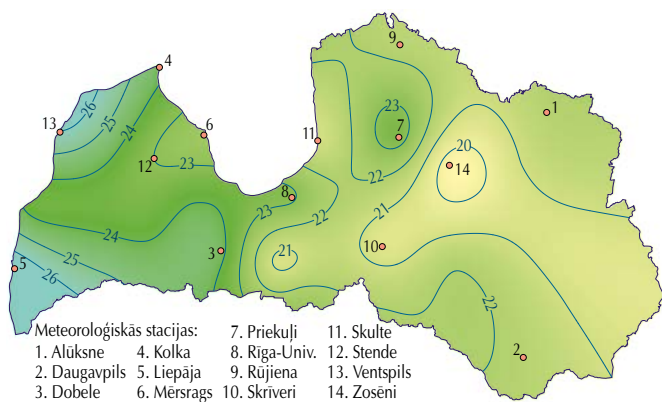
10. tabula. Hidrometeoroloģisko parādību bīstamības klases

Krāsa	Skaidrojums
Zaļa 	Parādība nav bīstama.
Dzeltena 	Potenciāli bīstami laikapstākļi. Parādība nav bīstama, bet iedzīvotājiem jābūt uzmanīgiem, plānojot aktivitātes, kuras var ietekmēt meteoroloģiskie apstākļi. Ieteikums — sekot līdzi gaidāmajām laikapstākļu izmaiņām.
Oranža 	Bīstami laikapstākļi. Tiek prognozētas vai novērotas parādības, kas konkrētā reģionā tiek novērotas salīdzinoši reti. Var tikt radīti postījumi un zaudējumi. Ieteikums — sekot līdzi informācijai, ko sniedz atbildīgās institūcijas (piem., glābšanas dienests vai pašvaldības), un apzināties iespējamos riskus.
Sarkana 	Ļoti bīstami laikapstākļi. Tiek prognozēta vai novērota ļoti intensīva parādība. Paredzami ievērojami postījumi plašās teritorijās, kā arī nelaimes gadījumi, kas apdraud dzīvību. Ieteikums — regulāri interesēties un detalizēti iepazīties ar gaidāmajām laikapstākļu izmaiņām, jebkuros apstākļos sekot līdzi informācijai un norādījumiem, ko sniedz atbildīgās institūcijas, kā arī būt gataviem ārkārtas pasākumiem.

Spēcīgas vēja brāzmas ir bīstama parādība, un tās Latvijā tiek novērotas ik gadu, jo valsts atrodas aktīvu rudens–ziemas ciklonu pārvietošanās ceļā. Vējš ir gaisa masu pārvietošanās, ko izraisa atšķirības atmosfēras spiediena horizontālajā sadalījumā. Jo lielākas ir šīs atšķirības, jo intensīvāka ir gaisa masu pārvietošanās no augsta spiediena apgabaliem uz zema spiediena apgabaliem un vēja ātrums ir lielāks. Tieši virs zemes vēja plūsmu ietekmē arī zemes virsmas raksturs, tās nevienlīdzība rada turbulentas plūsmas un vēja brāzmainumu. Vēja brāzmu spēks ir ievērojami lielāks nekā vidējais vēja ātrums, līdz ar to vētru laikā tieši vēja brāzmas izraisa lielākos postījumus. Latvijā vidēji ik gadu maksimālās vēja brāzmas sasniedz ātrumu 20–26 m/s, kas atbilst dzeltenā un oranžā bīstamības līmeņa vērtībām. Visbiežāk vēja brāzmu postošajai ietekmei ir pakļauti Latvijas piekrastes rajoni. Ekstremāls vēja ātrums ir tiešs drauds cilvēku dzīvībai un materiālajām vērtībām, bet liels vēja ātrums var radīt arī netiešu ietekmi, piemēram, augstus viļņus, vējuzplūdus, kā arī piekrastes eroziju.



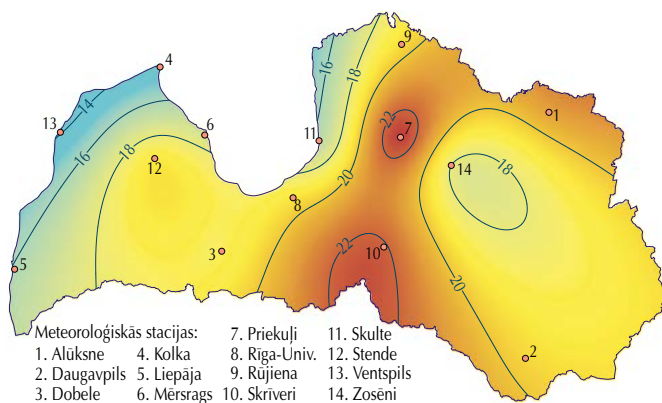
58. att. Ledus sastrēgums Ogres upē pie Ogres pilsētas 2013. gada pavasara palu laikā.



59. att. Vidējās maksimālās vēja brāzmas (m/s) Latvijā (1966.–2010. g.).

Bīstamākā atmosfēras parādība Latvijā vasaras sezonā ir pērkona negaiss. Pērkona negaisi veidojas konvekcijas procesu rezultātā, kad nevienmērīgas zemes virsmas sasilšanas rezultātā mitrais gaiss no atmosfēras piezemes slāņa strauji ceļas uz augšu un, nonākot augstākos atmosfēras slāņos, kur gaisa temperatūra ir zemāka, kondensējas, veidojot augstus gubu lietusmākoņus. Pērkona negaisa laikā vērojamas straujas lēcienveida izmaiņas meteoroloģisko elementu vērtībās, to bieži pavada arī citas bīstamas atmosfēras parādības, kā, piemēram, stipras lietusgāzes, krusa un krasas vēja brāzmas, nereti arī virpuļviesuļi. Līdz ar to pērkona negaiss var būt vairāku bīstamu parādību komplekss.

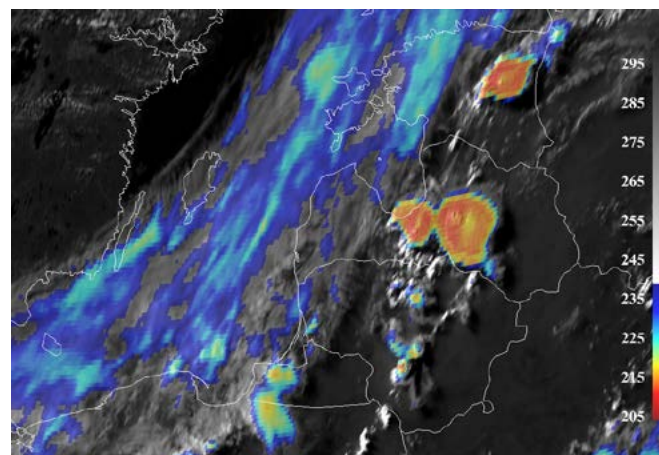
Pērkona negaisi Latvijā ir vidēji 14–23 dienas gadā, atsevišķos gados pat 40–46 dienas gadā, un teritoriāli biežāk tie tiek novēroti valsts centrālajā un austrumu daļā, retāk — piekrastes rajonos. Lai gan 70–85% pērkona negaisu Latvijā nav bīstami, ik gadu valstī tiek reģistrēti lokāli to radīti postījumi. Negaisa bīstamību pastiprina tiem raksturīgā ļoti lokālā teritoriālā izplatība, kā arī straujā attīstība, īsa dzīves cikls, un tieši tāpēc ir apgrūtināta negaisu novērošana, savlaicīga prognozēšana un sabiedrības brīdināšanas iespējas. Tā kā mūsdienās pērkona negaisu attīstības prognozēšana ar skaitlisko laikapstākļu prognožu modeļu palīdzību aizvien vēl nesniedz vēlamos rezultātus, liela nozīme negaisu identifikācijā un attīstības monitoringā ir attālināto meteoroloģisko novērojumu sniegtajai informācijai, kas ļauj sekot līdzi gan negaisu teritoriālajai izplatībai, gan arī straujai attīstībai.



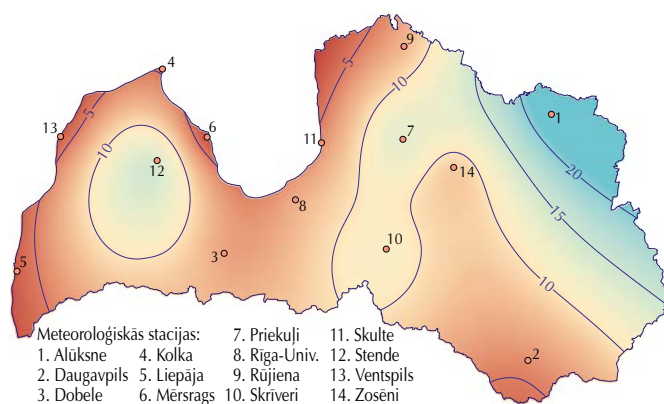
60. att. Vidējais dienu skaits gadā ar pērkona negaisu (1961.–2010. g.).

Ik gadu Latvijā tiek novērotas arī citas bīstamas parādības — gan vasarā, gan ziemā ir iespējamas bīstamas gaisa temperatūras vērtības vai stipri atmosfēras nokrišņi. Vasaras sezonā karstums var apdraudēt cilvēku veselību, radīt bīstamus apstākļus zemkopībā un lopkopībā, kā arī līdz ar ilgstoša sausuma saglabāšanos ievērojami paaugstināt ugunsbīstamību mežos. Savukārt ziemā gan tiešu, gan netiešu apdraudējumu cilvēku veselībai un dzīvībai, tāpat arī infrastruktūrai var radīt stiprs sals. Zemkopībai un augļkopībai īpaši bīstams ir kailsals. Stipru atmosfēras nokrišņu ietekme ir atkarīga no tā, kāds ir šo nokrišņu veids. Stiprs lietus galvenokārt ir saistīts ar lokālu plūdu risku, savukārt stipra sniega gadījumā ievērojami tiek apgrūtināti braukšanas apstākļi, kā arī tā akumulācijas rezultātā var būtiski pieaugt sniega segas radītā slodze uz būvēm un konstrukcijām, tādējādi apdraudot to stabilitāti.

Tāpat ziemas sezonā nokrišņi var būt saistīti ar apledojuuma veidošanos. Apledojums ir meteoroloģiska parādība, kad zemes un ārtelpu priekšmetu virsa tiek pārklāta ar plānu, blīvu ledus slāni. Apledojums var veidoties, piemēram, ja atmosfēras piezemes slānī gaisa temperatūra ir no 0 līdz -7°C , bet augstumā, kur veidojas mākoņi, tā ir no -5 līdz $+5^{\circ}\text{C}$. Šādos apstākļos nokrišņi mākoņos veidojas lietus pilienu veidā, un tie, kritot cauri ievērojami vēsāka gaisa slānim piezemē, sasniedz zemes virsu pārdzesēta, sasalstoša lietus veidā, kas, saskaroties ar aukstiem priekšmetiem, pārklāj tos ar ledus kārtiņu. Latvijā apledojums nav ļoti bieža parādība — lielākajā valsts daļā tas tiek novērots vidēji 3–14 dienas gadā, bet valsts galējos austrumu rajonos dienu skaits ar apledojumu sasniedz vidēji 23 dienas gadā. Apledojuma veidošanās sasalstošu nokrišņu izkrišanas rezultātā tiek uzskatīta par vienu no bīstamākajām apledojuma formām, kas var izraisīt teritoriāli plaši izplatītus koku un krūmu, elektropārvades un telekomunikāciju līniju bojājumus, kā arī radīt bīstamus apstākļus uz autoceļiem. Turklāt apledojums var veidoties ne tikai sasalstošu nokrišņu, bet arī miglas apstākļos. Migla ir redzama miniatūru ūdens pilieniņu vai ledus kristālu koncentrēšanās atmosfērā tuvu zemes



61. att. Pērkona negaisa mākoņi, kas radīja lokālus postījumus Skaistkalnē 2015. gada 12. augustā. *Meteosat SEVIRI* uzņemtā redzamās gaismas un infrasarkanā spektra kompozīttēlā ir iekrāsots mākoņa virsmas temperatūras vērtības (pēc Kelvina skalas). Izteiktā riņķveida struktūra (angl. *doughnut structure*) šādos satelītattēlos ir indikators augstas intensitātes pērkona negaisu iespējamībai.



62. att. Vidējais dienu skaits gadā ar apledojuumu (1961.–2010. g.).

virsmā, un tās laikā horizontālā redzamība ir mazāka par 1 km. Latvijā migla tiek novērota salīdzinoši bieži — vidēji 21–61 dienu gadā, un tā var veidoties jebkurā gadalaikā. Pasliktinātas redzamības apstākļi miglas vai nokrišņu laikā negatīvi ietekmē sauszemes, gaisa un kuģu satiksmi.

Apskatītās bīstamās hidrometeoroloģiskās parādības relatīvi bieži rada potenciāli bīstamus apstākļus Latvijas sabiedrībai, videi un tautsaimniecības nozarēm. Ne vienmēr laikapstākļi, kas izraisījuši šīs parādības, ir saistīti ar ievērojamu novirzi no klimatiskās normas, un to ietekme lielā mērā ir atkarīga no dažādiem apstākļiem, piemēram, no cilvēku jutības, adaptācijas

stāvokļa un iespējām adaptēties. Savukārt klimata pārmaiņu kontekstā bieži vien tiek lietots termins “ekstremālās klimatiskās parādības”, un ar to apzīmē retas un īpaši intensīvas hidrometeoroloģiskās parādības. Lai parādību definētu kā ekstremālu, tai galvenokārt jāatbilst diviem kritērijiem. Pirmais kritērijs ir — parādība ir reta. Savukārt otrs kritērijs ir parādības intensitāte — par ekstremālām tiek uzskatītas tādas klimatiskās parādības, kurām ir ļoti augstas vai zemas vērtības. Tomēr ne visas intensīvas parādības ir arī retas. Līdz ar to kopumā ekstremālas ir tās parādības, kam raksturīga liela novirze no konkrētās teritorijas klimatiskās normas, — parādības ir retas, sevišķi intensīvas konkrētai teritorijai vai sezonai neraksturīgas.

Lai gan ekstremālās parādības ne vienmēr rada postījumus vai izvēršas par vides katastrofu, ir ļoti iespējams, ka klimata pārmaiņu apstākļos sistemātiskas ekstremālo klimatisko rādītāju izmaiņas modificēs to ietekmes raksturu. Līdz ar to, lai apzinātos ekstremālo klimatisko parādību līdzšinējo un nākotnē sagaidāmo ietekmi, starptautiska klimata pārmaiņu un indeksu ekspertu grupa ir izstrādājusi klimatisko parādību indeksus, ar kuru palīdzību var raksturot klimata pārmaiņu procesus un izvērtēt iespējamo klimata pārmaiņu ietekmi uz dažādiem sociālajiem un ekonomiskajiem rādītājiem. Ekstremālo klimatisko parādību indeksi veidoti ar nolūku raksturot tās ekstremālās parādības, kas nav unikāli klimatiski gadījumi, bet kas atkārtojas relatīvi bieži un ko var izmantot, lai analizētu ilggadējās ekstremālo parādību izmaiņas. Viena no pamata pieejām šo indeksu izstrādē ir noteikt to dienu skaitu gadā, kad tiek pārsniegta

11. tabula. Ekstremālo un bīstamo atmosfēras parādību ilggadējo izmaiņu tendences Latvijā (1961.–2010. g.)

Ekstremāla vai bīstama parādība	Meteoroloģisko novērojumu stacija													
	Alūksne	Daugavpils	Dobeļe	Kolka	Liepāja	Mērsrags	Priekule	Rīga	Rūjiena	Skrīveri	Skulte	Stende	Ventspils	Zosēni
Vasaras dienu (TX > +25 °C) skaits			■											
Tropisko nakšu (TN > +20 °C) skaits		■		■	■		■	■	■		■		■	
Sala dienu (TN ≤ 0 °C) skaits	■		■	■			■	■	■	■	■		■	■
Dienu skaits bez atkušņa (TX ≤ 0 °C)	■		■				■	■	■	■	■		■	
Dienu skaits ar stipriem atmosfēras nokrišņiem (RR ≥ 10 mm)	■			■		■		■	■	■	■	■	■	
Dienu skaits ar ļoti stipriem atmosfēras nokrišņiem (RR ≥ 20 mm)				■				■				■		
Maksimālās vēja brāzmas (m/s)		■			■			■						
Dienu skaits ar pērkona negaisu		■		■				■	■	■	■			■
Dienu skaits ar krusu	■	■				■	■	■	■					
Dienu skaits ar apledojumu			■		■	■		■	■				■	■
Dienu skaits ar miglu	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Ekstremālo un bīstamo atmosfēras parādību ilggadējo izmaiņu tendenču noteikšanai izmantots neparametriskais Manna–Kendala tests.

■ **Nozīmīga pozitīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≥ 1,96 ($p = 0,05$)

■ **Būtiska pozitīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≥ 2,6 ($p = 0,01$)

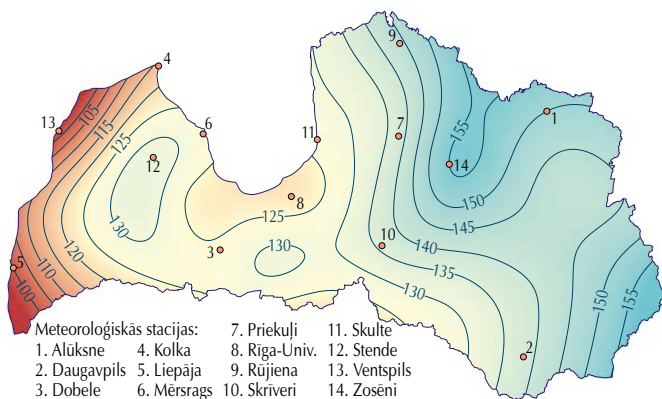
■ **Ļoti būtiska pozitīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≥ 3,3 ($p = 0,001$)

■ **Nozīmīga negatīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≤ -1,96 ($p = 0,05$)

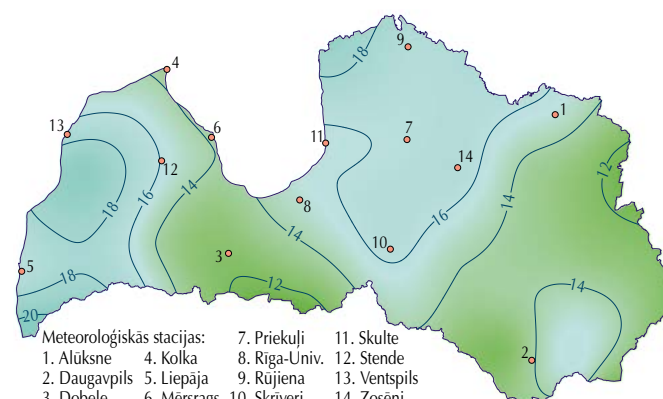
■ **Būtiska negatīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≤ -2,6 ($p = 0,01$)

■ **Ļoti būtiska negatīva tendence**
Manna–Kendala testa vērtība ≤ -3,3 ($p = 0,001$)

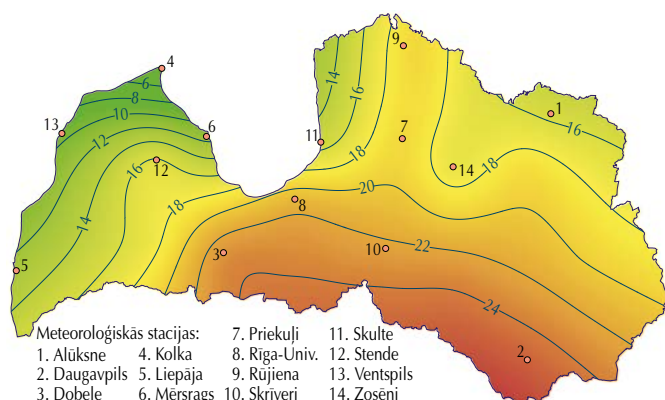
TX — diennakts maksimālā gaisa temperatūra, TN — diennakts minimālā gaisa temperatūra, RR — diennakts atmosfēras nokrišņu daudzums.



63. att. Vidējais sala dienu (minimālā gaisa temperatūra < 0 °C) skaits Latvijā (1961.–2010. g.).



65. att. Vidējais dienu skaits ar stipriem nokrišņiem (diennakts nokrišņu daudzums sasniedz vismaz 10 mm) Latvijā (1961.–2010. g.).



64. att. Vidējais vasaras dienu (maksimālā gaisa temperatūra > +25 °C) skaits Latvijā (1961.–2010. g.).

parametra robežvērtība, piemēram, tiek aprēķināts ilggadējais dienu skaits ar ļoti augstām vai zemām gaisa temperatūras vērtībām, sausuma periodu ilgums, dienu skaits ar stipriem nokrišņiem u.c. Šāda veida rādītāju analīze sniedz vispusīgu un reprezentatīvu informāciju par līdzšinējo klimata pārmaiņu izpausmēm, kā arī šos rādītājus ir iespējams izmantot nākotnes pārmaiņu apzināšanā un prognozēšanā. Analizējot vēsturisko ekstremālo un bīstamo atmosfēras parādību izplatību un atkārtotanos Latvijā, ir noskaidrots, ka līdzšinējo klimata pārmaiņu apstākļos ir notikušas būtiskas izmaiņas.

Gaisa temperatūra ir viens no plašāk pētītajiem meteoroloģiskajiem parametriem, jo tās ekstremālās vērtības būtiski ietekmē cilvēka veselību un dzīvību. Izmaiņas gaisa temperatūras ekstremālajās vērtībās var ietekmēt cilvēka aktivitātes daudz ievērojamāk nekā izmaiņas vidējā temperatūrā. Līdzšinējie pētījumi liecina, ka pēdējos 50 gados pasaulē arvien biežāk konstatējamas ekstremālo gaisa temperatūru izmaiņas: aukstas dienas un nakts, kā arī dienas ar gaisa temperatūru zem 0 °C atzīmes ir kļuvušas retākas, savukārt karstas dienas un karstuma viļņi novērojami biežāk. Līdzīgi ir arī Baltijas valstīs un Latvijā — ilggadējie novērojumi liecina, ka paaugstinās gaisa temperatūras vidējās, minimālās un maksimālās vērtības, bet samazinās ekstremāli aukstu dienu skaits un palielinās ekstremāli karstu dienu skaits.

Savukārt atmosfēras nokrišņu intensitātes un atkārtotamības izmaiņas teritoriāli atšķiras. Lielākajā daļā valstu, kur novērota mēneša vai sezonālā nokrišņu daudzuma ievērojama palielināšanās vai samazināšanās, vienlaikus konstatējamas arī izmaiņas nokrišņu daudzumā, kas izkrit stipru un ļoti stipru nokrišņu gadījumā. Kopumā stipru nokrišņu gadījumu skaits ziemas periodā palielinās Eiropas centrālajā un ziemeļu daļā, turpretī dienvidu daļā tas samazinās. Savukārt stipru vasaras nokrišņu gadījumu skaits palielinās Eiropas ziemeļaustrumos, bet samazinās dienvidos. Latvijā līdzīgi kā Eiropā ir palielinājies dienu skaits ar stipriem nokrišņiem, turklāt atsevišķās vietās Rīgas līča piekrastē ir palielinājies ļoti stipru nokrišņu gadījumu skaits.

Ilggadējā laika posmā būtiski mainījies arī bīstamo meteoroloģisko parādību biežums un intensitāte. Piemēram, kopš pagājušā gadsimta 60. gadiem visā Latvijā ievērojami retāka ir kļuvusi migla. Citviet pasaulē veikti pētījumi liecina, ka šādas izmaiņas varētu būt saistītas ar gaisa kvalitātes uzlabošanu: efektīvu gaisa kvalitātes uzlabošanas pasākumu rezultātā pat intensīvas rūpnieciskās darbības un strauji augošu pilsētu aglomerāciju apstākļos miglas kļūst aizvien retākas. Latvijā būtiski samazinājies ir arī apledošanas biežums (līdzīga tendence novērota arī citviet Eiropā, kur līdz ar gaisa temperatūras vērtību paaugstināšanos novērota apledošanas un sarmas biežuma samazināšanās). Izmaiņas skārušas arī pērkonu negaisu biežumu — ilggadējā laika posmā pērkonu negaisu skaits Latvijā ir samazinājies, tomēr atsevišķi indikatori, piemēram, vietām pieaugošs krasu vēja brāzmu un krusas novērojumu biežums, norāda uz iespējamu pērkonu negaisu intensitātes palielināšanos.

9. Klimatiskie resursi

Atmosfēras vai klimata resursi ir nozīmīga dabas resursu grupa. Latvijā klimata resursi tiek izmantoti gan kā atjaunīgie energoresursi, gan kā lauksaimniecības, tūrisma un rekreācijas resursi, un tiem ir liels potenciāls nākotnē.

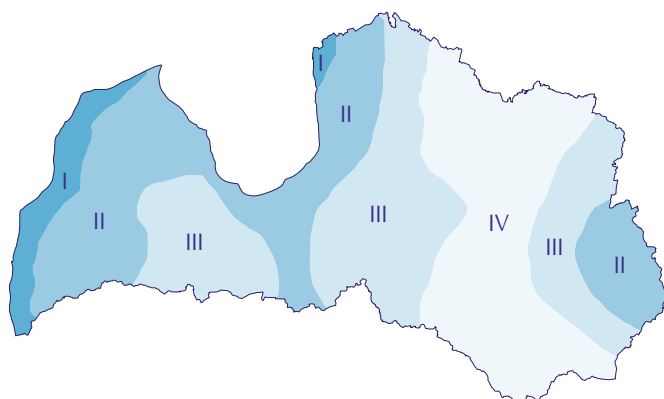
Viens no būtiskiem atjaunīgajiem enerģētiskajiem resursiem Latvijā ir vēja enerģija, kuras potenciāls ir atkarīgs galvenokārt no vēja ātruma. Gadā vislielākais vidējais vēja ātrums

ir novērojams Baltijas jūras Kurzemes piekrastē apmēram 10–30 km platā joslā no jūras krasta un Ainažu apkārtnē apmēram 15 km platā joslā no liča. Tāpēc šīm teritorijām ir lielākais potenciāls vēja enerģijas ražošanā. Gada vidējais vēja ātrums līdz 50 m virs zemes šajā zonā ir 4–5 m/s, savukārt 100 m un augstāk tas pārsniedz 6 m/s.

Šaurā piekrastes zonā notiek straujas vēja ātruma izmaiņas. Uz sauszemes vislielākais vēja ātrums ir pašā piekrastē, un virzienā uz kontinentālo daļu tas krasi samazinās. Līdzīgi tam — vēja ātrums strauji palielinās, attālinoties no krasta jūras virzienā. Atklātās jūras un liča teritorijā gada vidējais vēja ātrums var sasniegt 6–8 m/s 10 m augstumā no ūdens virsas un 8–9 m/s 100 m augstumā no ūdens virsas.

Līdzīgi kā uz sauszemes, arī atklātā jūrā vēja ātrumi sezonāli atšķiras — ziemā tie ir lielāki nekā vasarā. Aprēķināts, ka Baltijas jūras krasta zonā gada vidējais vēja enerģijas blīvums 100 m augstumā pārsniedz 600 W/m², savukārt atklātā jūrā tas ir lielāks par 700 W/m². Iekšzemes teritorijā vēja ātrums ir mazāks, un vēja enerģijas izmantošanai vispiemērotākās ir atklātas vietas Kurzemes augstienēs.

Latvijas ģeogrāfiskais stāvoklis un klimatiskie apstākļi ir labvēlīgi, lai enerģijas ražošanā izmantotu arī Saules starojumu. Lai gan teritorijai raksturīgs ievērojams mākoņu daudzums (īpaši rudens–ziemas sezonā) un neliels Saules spīdēšanas ilgums, tomēr vasarā salīdzinoši nelielais mākoņainums un Saules staru intensitāte nodrošina ievērojamu enerģijas resursu potenciālu. Turklāt Saules enerģiju var izmantot arī tad, kad ir apmācies, jo zemes virsma saņem globālo starojumu, kas ir tiešs un izkliedēts radiācijas kopējais daudzums.



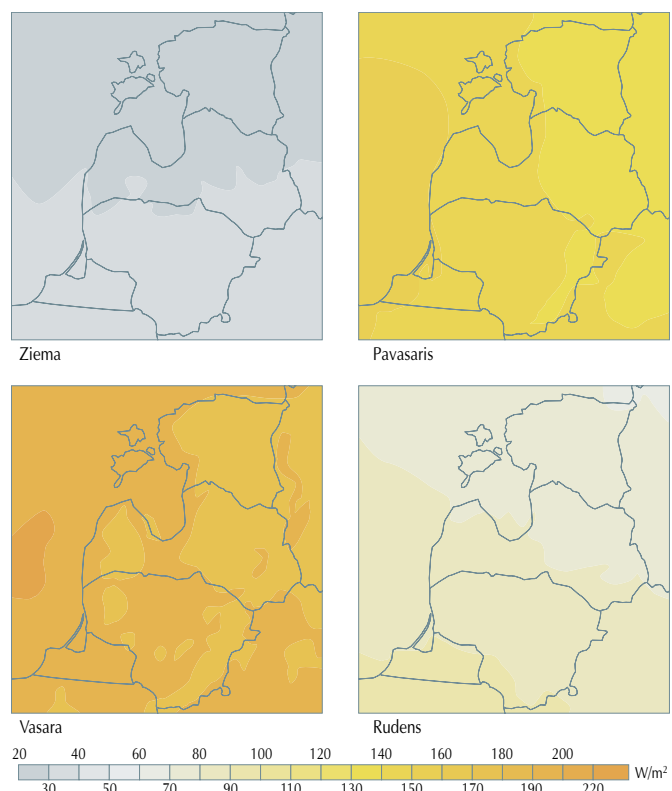
66. att. Vēja ātruma zonas, kas noteiktas Latvijas teritorijā.

12. tabula. Gada vidējais vēja ātrums (m/s) dažādos augstumos vēja ātruma zonās

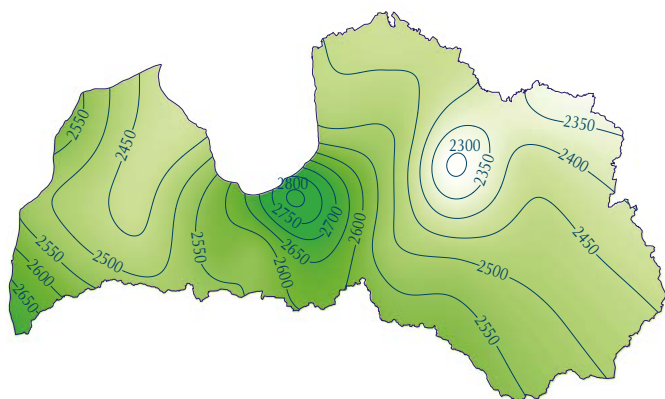
Zona	Augstums, m					
	30	50	100	120	140	160
I	3,6	4,6	6,3	6,8	7,3	7,7
II	3,5	4,5	5,7	5,9	6,3	6,8
III	3,4	4,0	4,9	5,2	5,5	5,7
IV	3,2	3,8	4,7	4,9	5,2	5,4

Potenciālais Saules enerģijas daudzums variē atkarībā no sezonas, kā arī ir vērojamas nelielas teritoriālas atšķirības. Latvijā globālā starojuma intensitāte ziemas periodā vidēji ir 10–30 W/m², pavasarī 140–170 W/m², vasarā tā ir vislielākā 200–230 W/m², savukārt rudenī paaugstinātā mākoņainuma dēļ tā ir 50–70 W/m². Būtiski, ka saulainākos gados ziemā globālā starojuma intensitāte var sasniegt vidēji 20–40 W/m², vasarā — līdz pat 270 W/m², bet mākoņainākajos gados ziemā tā var būt zemāka par 10 W/m². Mēnešu skatījumā vislielākā globālā starojuma intensitāte ir jūnijā, kad tā maksimālās vērtības atsevišķos gados Latvijas rietumu daļā var pārsniegt 300 W/m². Kopumā Latvijas teritorijā izmantojamās Saules enerģijas potenciāls vidēji ir 900–1100 kWh/m² gada globālās radiācijas summas uz horizontālas virsmas un 1100–1300 kWh/m² gada globālās radiācijas summas uz stariem perpendikulāras virsmas.

Viens no svarīgākajiem faktoriem, kas ietekmē dažādu lauksaimniecības kultūru augšanu un attīstību, ir nodrošinājums ar siltumu un mitrumu. Katrai kultūrai ir noteikta temperatūra, kādā sākas/beidzas tās attīstība. Bāzes optimālā temperatūra ir temperatūra, kādā attīstības tempi ir visstraujākie, savukārt kritiskā optimālā temperatūra — virs kuras augu attīstība apstājas. Ļoti nozīmīgs rādītājs ir diennakts vidējo akumulo to temperatūru summa, kas pārsniedz noteiktu bāzes lielumu (0 °C, 5 °C, 10 °C vai citu atkarībā no kultūrauga). Šis rādītājs ļauj spriest par lauksaimniecības kultūru nodrošinājumu ar siltumu veģetācijas periodā. Aktīvo temperatūru summa veidojas no tām diennakts vidējām temperatūrām, kas ir augstākas par bāzes lielumu. Augu prasības pēc siltuma raksturo arī ar efektīvās temperatūras summām. Tās iegūst, summējot diennakšu



67. att. Ilggadējā vidējā globālā Saules radiācija (W/m²) piezēmē (1991.–2014. g.).



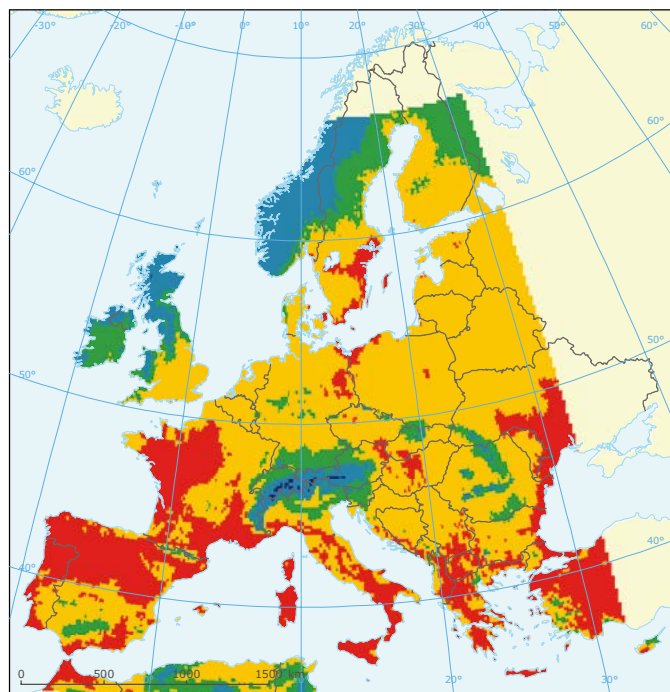
68. att. Aktīvo temperatūru (> 5 °C) summas (1981.–2010. g.).

vidējās temperatūras, no kurām atņemts bioloģiskais temperatūras minimums (temperatūra, kuru sasniedzot sākas attiecīgās kultūras, šķirnes vai hibrīda attīstība). Aprēķinot efektīvās temperatūras summas, no diennakts vidējās temperatūras ikreiz atņem bāzes temperatūras lielumu un atlikumu saskaīta. Vidējo aktīvo temperatūru (augstākas par bāzes lielumu 5 °C) summa Latvijas teritorijā klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) ir no 2300 °C Vidzemes augstienē līdz 2650 °C Latvijas dienvidu daļā. Rīgā pilsētas vides ietekmē vidējo aktīvo temperatūru summa ir ap 2800 °C. Siltās sezonās aktīvo temperatūru summa var pārsniegt vidējos lielumus par 300 °C un vairāk. Savukārt aukstās sezonās aktīvo temperatūru summa var būt pat 500 °C mazāka par klimatiskās normas rādītāju. Rīgā 2011. gada karstajā sezonā aktīvo temperatūru summa sasniedza 3100 °C,

savukārt Vidzemes augstienē, Zosēnos, 1978. gadā aktīvo temperatūru summa bija tikai 1850 °C. Savukārt vidējo aktīvo temperatūru, kas augstākas par bāzes lielumu 10 °C, summa Latvijas teritorijā klimatiskās normas periodā (1981.–2010. g.) vidēji ir 2100 °C, variējot no 1890 °C Vidzemes augstienē līdz apmēram 2460 °C Rīgā. Savukārt efektīvo temperatūru (> 10 °C) summa variē no 570 °C Vidzemes augstienē līdz 880 °C Rīgā.

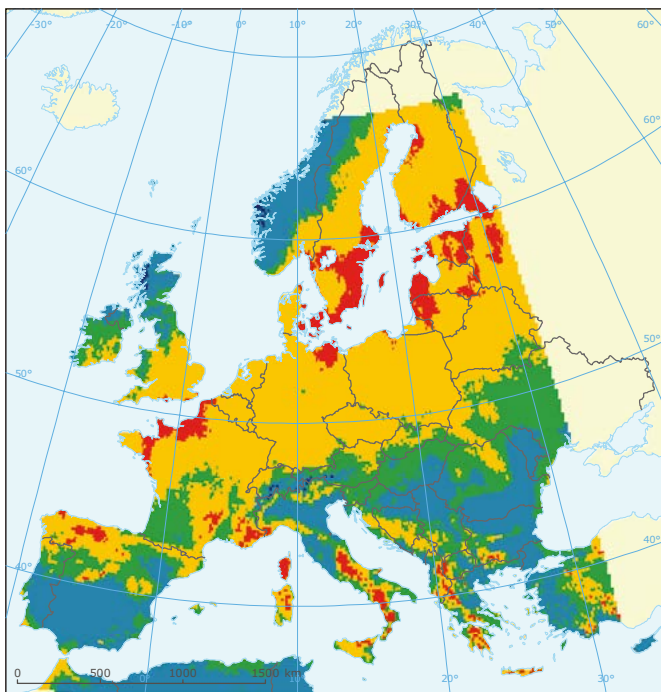
Latvijas klimatiskie apstākļi ir nozīmīgs resurss arī tūrismam un rekreācijai. Negatīvās gaisa temperatūras ziemā un sniega segas veidošanās ļauj ziemās nodarboties ar distanču slēpošanu, kalnu slēpošanu, slidošanu, zemledus makšķerēšanu, peldēšanu, medībām u.c. ziemas aktivitātēm. Optimāla slēpošana dabiska sniega apstākļos var notikt, ja sniega segas biezums sasniedz vismaz 10 cm un ir atbilstoši sala apstākļi. Kopumā šie nosacījumi atbilst Latvijas klimatiskajiem apstākļiem (sk. 3.4. nodaļu par sniega segu un 4.1. nodaļu par ziemas sezonu). Tomēr klimata pārmaiņu ietekmē, kad viena no raksturīgākajām pazīmēm ziemā ir gaisa temperatūras paaugstināšanās, labvēlīgi apstākļi ziemas sportam un atpūtai kļūst arvien nepastāvīgāki. Nākotnē, ziemām kļūstot siltākām, arvien retāk būs iespējams dabiskos apstākļos baudīt ziemas priekus. Tas savukārt var mazināt ziemas tūrisma un atpūtas nozares attīstību.

Siltais un saulainais laiks vasarā ir labvēlīgs tūrismam un atpūtai. Lai salīdzinātu tūrisma un rekreācijas potenciālu, tiek noteikts tūrisma komforta indeksa rādītājs. To aprēķina pēc gaisa temperatūras, mitruma, Saules spīdēšanas ilguma, lietus, vēja, un tas atspoguļo bioklimatiskos komforta apstākļus reģionā. Latvijā tūrisma komforta indeksa vērtība vasaras sezonā, pēc 1961.–1990. gada novērojumu datiem, ir 70–80, kas atbilst ļoti labiem tūrisma apstākļiem. Tiek prognozēts, ka



1961.–1990. gads

Tūrisma komforta indeksa: ■ nelabvēlīgi ■ pieņemami ■ labi ■ ļoti labi ■ izcili



2071.–2100. gads

69. att. Tūrisma komforta indeksa prognozējamās vērtību izmaiņas vasaras sezonā Eiropā 1961.–1990. gadā salīdzinājumā ar nākotni 2071.–2100. gadā.

nākotnē (2071.–2100. g.) klimata pārmaiņu rezultātā šie apstākļi daļā Latvijas teritorijas kļūs pat lieliski un tūrisma komforta indeksa vērtība sasniegs 80–100. Līdz ar to Latvijas vasaras klimatiskie apstākļi tūrismam un rekreācijai var būt pat labvēlīgāki nekā šodien Eiropas dienvidu reģionos.

10. Adaptācija klimata pārmaiņām

Klimata pārmaiņas notiek, un laikapstākļi, kurus nosaka klimata dabiskā mainība, var kļūt par būtisku risku cēloni. Mūs apdraud ne tikai cilvēka darbības izraisītās klimata pārmaiņas, bet arī dabiskais, cilvēka neietekmētais klimats, kura neizbēgams elements ir dabisko procesu radītas ekstremālas klimatiskās parādības. Sausums un intensīvi nokrišņi, karstuma viļņi un neparasts aukstums, vētras, plūdi, virpuļviesuļi, krusa u.tml. ir klimatiskās parādības, kuru cēlonis var būt dabiski klimatiskie procesi un, protams, šādas parādības ir pastāvējušas un būs arī nākotnē. Lai nodrošinātu kvalitatīvu dzīves vidi un mazinātu bīstamu klimatisko parādību radīto ietekmi, ir svarīgi tām piemēroties: adaptēties klimata pārmaiņām, klimata dabiskajai mainībai.

Adaptācijas pirmais solis ir politisku lēmumu pieņemšana (Latvijas, Eiropas Savienības, starptautisku), tomēr tā ir jauna politika, kas atrodas izstrādes stadijā. Savukārt adaptācijas mērķis ir konkrētu darbību veikšana, rīcības, lai nodrošinātu cilvēku, tautsaimniecības un dabas vides aizsardzību no klimata pārmaiņu riskiem. Adaptācijas politika un rīcības programmas ir viens no ilgtspējīgas attīstības politikas elementiem. Adaptāciju var definēt kā dabas vai cilvēka radītu sistēmu pielāgošanu tam, lai mazinātu potenciālu kaitējumu vai izmanto tu iespējamus ieguvumus, ko rada klimata pārmaiņas vai klimata dabiska variabilitāte.

Ir iespējams izšķirt vairākus adaptācijas veidus gan atkarībā no tā, kā notiek reakcija uz klimata pārmaiņu riskiem, gan atkarībā no rīcībām, kas nodrošina piemērošanos. Izšķir autonomo adaptāciju, plānoto adaptāciju, *post factum* adaptāciju, preventīvo adaptāciju.

Adaptācijas uzdevumu sasniegšanai var izmantot dažādu pasākumu kombināciju, kuru mērķis ir samazināt jutīgumu pret klimata pārmaiņām, nodrošināt klimata risku pārvaldību vai mērķtiecīgi veikt risku mazināšanu. Šie pasākumi ir: sociālās vides un vides aizsardzības pasākumi; infrastruktūras pilnveidošana; tehnoloģiskie risinājumi; integrēta dabas resursu pārvaldība; institucionālās sistēmas, izglītošanas vai izturēšanās veida izmaiņas; finanšu pakalpojumu nodrošināšana, ieskaitot risku pārnēsi; informācijas sistēmu izveide, lai nodrošinātu agrīnu brīdināšanu.

Kaut arī klimata riski ir daudzveidīgi, tieši tāpat kā situācijas, kurās var būt nepieciešams mazināt to ietekmi, tomēr ir iespējams izvirzīt jautājumus, kuriem jāpievērš īpaša vērība, izstrādājot risinājumus piemērošanās pasākumiem. Latvijas Republikas klimata pārmaiņu adaptācijas politikas nepieciešamību reglamentē Eiropas Savienības adaptācijas stratēģijas prasības, ES Plūdu direktīvas, Ūdeņu struktūrdirektīvas un citu ES līmeņa politisko dokumentu prasības, kas nosaka valsts

atbildību ne tikai stratēģiju izstrādē, bet arī rīcības programmu izstrādē un ieviešanā. Šo uzdevumu izpildē ievērojamo palīdzību sniedz citas Baltijas jūras reģiona valstis, bet īpaši Vācija un Norvēģija, kā arī ļoti nozīmīga ir Latvijas zinātnieku aktīva iesaistīšanās starptautiskās sadarbības tīklos.

Adaptācijas politika valstī nepieciešama tās ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai, un klimata pārmaiņu aspektam jābūt integrētam tālākās attīstības plānošanā Latvijā gan valsts līmenī (Nacionālās attīstības plāns), gan sektoru attīstības plānojumos. Klimata pārmaiņu adaptācijas jautājumus nepieciešams ņemt vērā, veicot novērtējumu par ekonomiskās attīstības ietekmi uz vidi gan teritoriju plānojumos, gan upju baseinu apsaimniekošanas plānos, gan attīstības stratēģiju un sektoru plānu izstrādē. Ir kritiski svarīgi politikas līmenī līdztekus citiem par līdzvērtīgiem atzīt, novērtēt un, ievērojot visus riska vadības principus, sistēmā iekļaut ar klimata pārmaiņām saistītos vides riskus un to iespējamo ietekmi gan uz ekosistēmām, gan uz cilvēku radīto vidi, gan uz pašiem cilvēkiem (viņu veselību un labklājību). Valsts adaptācijas politikas nozīmīgs elements ir klimata adaptācijas finansēšanas instrumentu izstrāde, nepaļaujoties tikai uz ES finansējumu. Turklāt ir svarīgi lēmumu pieņemšanā finansējumu piešķirt prioritāriem pasākumiem, kam ir lielākā nozīme problēmas risināšanā. Nozīmīgs adaptācijas politikas elements ir klimata risku apdrošināšana, bet privātā kapitāla kompānijas, ņemot vērā augsto riska pakāpi, ir maz ieinteresētas risku apdrošināšanas programmu izstrādē un piedāvājuma radīšanā. Līdz ar to valsts ieguldījums klimata risku apdrošināšanā īpaši būtiskās riska jomās (piem., plūdu risks, ražas apdrošināšana utt.) ir nozīmīgs valsts adaptācijas sistēmas elements. Uzmanība īpaši jāpievērš klimata pārmaiņu riskiem un ietekmei uz cilvēka veselību.

Valstiskā līmenī nepieciešams risināt jautājumus par plūdu risku mazināšanu, t.sk. par hidrotehnisko būvju izveidi un apsaimniekošanu, ja pastāv draudi iedzīvotājiem vai var tikt apdraudēti valstiski nozīmīgi resursi, turklāt ir svarīgi ņemt vērā tādus faktoros kā ūdens pieejamība cilvēkiem, dabisko ūdeņu ģeomorfoloģiskā un ģeoloģiskā struktūra (cieša saistība ar piesārņojumu un infekcijas izplatīšanās draudiem). Valsts tieša atbildība ir izstrādāt normatīvos aktus, kas regulē valsts, pašvaldību un privātīpašnieku rīcību katastrofu situācijās, nosakot institucionālo atbildību. Valstiskā līmenī nepieciešams risināt jautājumus par prognozēšanas un agrīnās brīdināšanas sistēmas izveidi.

	Autonomā adaptācija	Plānotā adaptācija
Post factum adaptācija	Adaptācija notiek, reaģējot uz notikušām izmaiņām klimatā	Adaptācija notiek, reaģējot uz notikušām klimata pārmaiņu ietekmēm, piemēram, pretplūdu pasākumi tiek īstenoti pēc plūdiem
Preventīvā adaptācija		Adaptācija notiek, pirms klimata parādības izpaužas, turklāt saskaņā ar pieņemtiem lēmumiem, programmām utt., tā novēršot vai samazinot riskus

70. att. Adaptācijas veidi atkarībā no izmantotajām pieejām.

Varbūt ne prioritāri, tomēr nozīmīgi ir jautājumi par erozijas un jūras krastu noskalošanas risku pārvaldību situācijās, kad ir nepieciešama nenovēršamā riska joslā esošu objektu vai īpašumu aizsardzība vai pārcelšana tālāk no krasta. Nepieciešams izstrādāt normatīvos aktus, kas regulētu valsts, pašvaldības un privātpašnieku rīcību jūras krastu katastrofālas noskalošanas gadījumos.

Lai sasniegtu izvirzītos uzdevumus, ir svarīgi veikt ekonomiskās pārvaldības pasākumus, piemēram, izstrādāt metodiku vētru laikā noskaloto mežu, lauksaimniecības zemju, īpaši aizsargājamo dabas teritoriju un apdzīvoto vietu apbūves platību zaudējumu aprēķināšanai.

Adaptācijas stratēģijas, rīcības plānojumu un ieviešanas priekšnosacījums ir izpratne par to, ko nepieciešams darīt, kā tas darāms un sabiedrības atbalsts tam, respektīvi, sabiedrības (ieskaitot politiķus un lēmumu pieņēmējus) izpratne par klimata pārmaiņām. Līdz ar to ir pamats apgalvot, ka adaptācijas (tāpat kā vides politikas) ieviešanas priekšnosacījums ir sabiedrības izpratnes izveidošana, lai zinātniski korekti, bez pārspīlējumiem novērtētu klimata pārmaiņu riskus, apzinātu to iespējamo ietekmi un nepieciešamās atbalsta rīcības un novērstu vai mazinātu zaudējumus nākotnē. Tas sasniedzams, integrējot izglītību par klimata pārmaiņām visos izglītības sistēmas līmeņos.

Lielākā daļa Latvijas un citu attīstīto valstu iedzīvotāju dzīvo pilsētās. Tajās pastāv noteikts komforta līmenis, tomēr klimata mainības vai pārmaiņu ietekme pilsētvidē var būt īpaši katastrofāla (piem., plūdi). Pilsētās koncentrējas ne tikai iedzīvotāji, bet arī lielas kultūras un materiālās vērtības, pilsētās notiek liela daļa no rūpnieciskās ražošanas un tirdzniecības. Līdz ar to adaptācijas risinājumiem pilsētvidē nepieciešams pievērst īpašu vērību. Adaptācija pilsētvidē ir cieši saistīta ar pilsētu attīstību. Plānošanā un projektēšanā ir svarīgi orientēties uz nākotnes, nevis pašreizējo situāciju, tādējādi veidojot teritorijas un ēkas, kurās iedzīvotāji ir pakļauti lielākam komfortam un mazākam riskam, ko rada klimata mainība. Ēkām paredzētais mūžs parasti ir 40–100 gadu, bet apdzīvotas vietas veidols pastāv vēl ilgāk. Tādēļ plānošanā un būvniecībā klimata pārmaiņas ir aktuālais, nevis nākotnes jautājums. Pielāgojot ne tikai ēkas, bet arī ārtelpu un infrastruktūru paredzamajām izmaiņām un tādējādi ņemot vērā iedzīvotāju potenciālās vajadzības, tiks veidoti vērtīgi īpašumi, samazināts risks veselībai un apdrošināšanas izmaksas.

Pilsētās īpaši bīstama ir plūdu ietekme, un tāpēc ir svarīgi veikt plūdu kartēšanu, respektīvi, apzināt teritorijas, kuras var apdraudēt gan lietusūdeņu un vēja sadzinuma izraisīti plūdi, gan upju pārplūšana dažādu cēloņu rezultātā. Šim nolūkam var izmantot informāciju par ūdens līmeņa celšanās tendencēm, vējuzplūdiem un plūdu riskiem dažādos gada periodos. Latvijā un Rīgā šāds plūdu kartējums ir veikts, un tas ļauj izvērtēt paaugstināta riska teritorijas Rīgā, sekmējot pretplūdu risinājumu izstrādi un nodrošinot adaptāciju plūdu risku mazināšanai. Vienlaikus plūdu kartējuma izstrāde ir tikai pirmais solis, lai piemērotos plūdu radītajiem riskiem.

Lai mazinātu plūdu risku, ir svarīgi veidot ūdenscaurlaidīgus zemes segumus. Tāpat plūdu risku var ievērojami samazināt, parkos un zaļajās zonās plānojot dabisku ūdenstilpju pielāgošanu (vai mākslīgu ūdenstilpju izveidi) lietus ūdens

uztveršanai un infiltrēšanai, kā arī nodrošinot plūdu aizturi (paredzot ūdens uzkrāšanās vietas) plūdu laikā, lai samazinātu maksimālo ūdens līmeņa augstumu. Tas ietver plūdu aiztures baseinu un “ziedojamu” teritoriju (sporta laukumu, autostāvvietu) izveidi, kurās plūdu laikā uzkrātos ūdens. Lai mazinātu slodzi notekūdeņu novadīšanas sistēmai, spēcīgu lietusgāžu laikā ir iespējams izmantot zaļos jumtus un īpašas teritorijas ūdens aizturēšanai un infiltrācijai.

Nozīmīgs adaptācijas uzdevumu kopums saistīts ar ekstremāla nokrišņu daudzuma izmantošanu un ūdens resursu taupīgas izmantošanas sekmēšanu garākos sausuma periodos vasarā, un to var panākt, savācot un izmantojot lietusūdeni, piemēram, apstādījumu laistīšanai. Sausuma seku mazināšanai ieteicams izstrādāt risinājumus, kas ļauj attīrīt māsaimniecībā mazgāšanai izlietoto ūdeni un izmantot to saimnieciskām vajadzībām, arī zaļo zonu laistīšanai vai tualetēs. Pilsētu zaļās zonas plānošanā apstādījumiem ieteicams izvēlēties sausumizturīgus augus.

Tieši pilsētvidē vispirms ir aktuāls jautājums par cilvēku aizsardzību ekstremāla aukstuma vai karstuma gadījumā, īpaši pret karstuma viļņiem. Lauku teritorijās šādas ietekmes ir mazāk jūtamas. Plānojot cilvēka veselības aizsardzību pret klimatiskiem ekstrēmiem pilsētvidē, uzmanība pirmām kārtām jāpievērš cilvēkiem no riska grupām. Klimatisko ekstrēmu ietekmju riskam vispirms ir pakļauti veci cilvēki, sociāli nelabvēlīgā vidē dzīvojoši, sociāli izolēti iedzīvotāji, smaga darba strādnieki. Tāpēc arī adaptācijas programmām ir jābūt orientētām vispirms uz šo iedzīvotāju aizsardzību, paredzot to izolētības mazināšanu, informācijas un palīdzības nodrošināšanu un citas darbības.

Pilsētvidē ir svarīgi izstrādāt risinājumus augstas temperatūras negatīvo seku mazināšanai vasarā. Adaptācijas uzdevumi prasa nodrošināt kvalitatīvas zaļās zonas gan pie ēkām, gan to apkaimē. Zaļie koridori, nelielas atklātas teritorijas, koki ielās, kā arī zaļie jumti un sienas būtiski ļauj izjust iztvaikošanas atvēsinošo ietekmi.

Klimata izmaiņas teritorijas plānotājiem, arhitektiem un attīstītājiem dod milzīgas iespējas veidot vai pārveidot pilsētu ēkas un ārtelpas atbilstoši kvalitatīvai dzīves videi saskaņā ar notiekošajām un paredzamajām klimata pārmaiņām. Telpiskās plānošanas mērķis klimata jomā ir ūdens, atklāto teritoriju un apbūvētās vides integrācija, izmantojot zaļo un ūdens teritoriju attīstības stratēģijas. Vienlaikus, attīstot būvniecības standartus, ir iespējams plānot patikamu mikroklimatu ēkās karstākos vasaras mēnešos, minimizējot enerģijas patēriņu dzesēšanai.

Telpiskās plānošanas gaitā ir jāparedz drošības pasākumi pret Baltijas jūras krasta noskalošanu un upju krastu eroziju. To var panākt, erozijas apdraudētajos krasta posmos (t.sk. apdzīvotajās vietās) nepieļaujot jaunas valstij vai pašvaldībām svarīgas infrastruktūras attīstību un jaunu nekustamo īpašumu rašanos, īstenojot preterozijas pasākumus krasta posmu aizsardzībai, riska karšu izveidē (vides risku pārvaldībā, teritoriālajā plānošanā un attīstībā) plašāk izmantojot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas, kā arī izmantojot vēsturisko pieredzi un izvērtējot poldeņu apbūves lietderību.

Lauksaimniecība, mežsaimniecība, medību saimniecība, zivkopība un arī citas nozares ir ļoti atkarīgas no klimatiskajiem

apstākļiem, un adaptācijas plānojuma izstrāde ir atkarīga no klimata pārmaiņām, tāpēc tās ir nepieciešams apzināt un izprast. Vairāki ieteikumi, kā rīkoties, ir izstrādāti klimata adaptācijas risinājumiem tieši Latvijā. Lauksaimniecisko ražošanu vispirms var ietekmēt nokrišņu režīma izmaiņas, īpaši — sausuma periodi, un risinājumi šādas ietekmes mazināšanai var būt gan pret sausumu mazāk jutīgu kultūraugu izvēle, gan augu audzēšana apūdeņojamās platībās. Savukārt lauksaimniecības kultūraugu izslikšanu siltās, slapjās ziemās var novērst, lauksaimniecības zemēs uzturot meliorācijas sistēmas, ja nepieciešams, renovējot tās un papildinot lauksaimniecības zemes ar mitrziem vai sedimentācijas dīķiem. Nav šaubu, ka audzējamo kultūru un lauksaimnieciskās prakses izpēti un priekšlikumu izstrāde ir viens no aktuālākajiem uzdevumiem pētniekiem. Vienlaikus ar lauksaimniecības tehnoloģisko risinājumu pilnveidošanu ir nepieciešams rūpēties par to, lai samazinātu augsnes eroziju, augu aizsardzības līdzekļu un augu barības elementu noplūdi virszemes ūdeņos, un to var panākt, izveidojot mitrzymes, sedimentācijas dīķus vai niedrājus. Piesārņojuma noplūdes samazināšanai iespējams veidot zaļās platības ziemā, piemēram, izmantot ziemājus vai rudenī sētas starpkultūras (zaļmēslojuma augus vai tauriņziežus), kā arī ievērot labu lauksaimniecības praksi.

Mežsaimniecībā galvenais jautājums ir par koku sekas, mežu kopšanas tehnoloģisko risinājumu izvēli, tomēr arī mežu kopšanai ir liela nozīme. Pamata ieteikums ir izvairīties no kailcirtēm, kā arī no cirmām aizvēkt koku atliekas, lai samazinātu mineralizācijai pakļauto biomasas apjomu. Līdzīgi svarīgi ir ievērot mežizstrādes darbības paņēmienus, kas piemēroti mitruma un nesasalušas augsnes apstākļiem, t.sk. ievērot labas ciršanas praksi ūdensteču tuvumā attiecīgos reljefa apstākļos, ņemot vērā sezonalitāti (ciršana būtu jāveic, kad ir mazāka notece). Tāpat ir svarīgi izbūvēt un pareizi ekspluatēt meža ceļus.

Emisiju tirdzniecības sektorā būtiski ir palielināt koksnes izmantošanu siltumenerģijas ražošanā, bet ārpus emisiju tirdzniecības sektora jāparedz izmantot visu pārējo biomasu, ko var iegūt no lauksaimnieciskās darbības, gan siltuma un elektroenerģijas ražošanai, gan biodeģvielas iegūšanai autotransportam.

Zivsaimniecībā nepieciešams samazināt upju aizaugumu, ierobežojot augu barības elementu noplūdi, kā arī rekultivēt lašveidīgajām zivīm nozīmīgās upes. Dabisko populāciju atbilstībai svarīgi ir samazināt augu barības elementu noplūdi un punktveida piesārņojumu. Dīksaimniecībā ieteicams orientēties uz siltumu mīlošām sugām. Lai atjaunotu dabiskās dzīvotnes, ir svarīgi cīnīties pret pastiprinātu upju aizaugšanu, novērst upju aizaugumu.

Klimata pārmaiņas var ietekmēt gan ūdens resursu apjomu, gan to kvalitāti. Līdz ar to pasākumi ūdens resursu apsaimniekošanā ietver konkrētus risinājumus un arī konceptuālus ūdens resursu saudzēšanas plānus. Piemēram, nepieciešams izveidot kanalizācijas tīklu un būves ekstrēmu lietusgāžu novadīšanai, kā arī nodrošināt notekūdeņu attīrīšanas iekārtu augstu efektivitāti mainīga klimata apstākļos, īpašu uzmanību pievēršot notekūdeņu izplūdei atkarībā no sezonas un no mazūdens vai daudzūdens perioda. Ūdens apgādes sistēmas būtu jāveido tādas, kas spēj darboties mazūdens periodā, kā arī jāparedz regulēt pazemes ūdens resursu izmantošanu sausuma apstākļos.

11. Atmosfēras gaisa kvalitāte un to ietekmējošie faktori

Gaisa kvalitāte ir nozīmīgs cilvēka dzīves kvalitātes elements. Par piesārņojumu uzskata tādu vielu daudzuma nokļūšanu atmosfērā, kas būtiski pārsniedz šo parametru cilvēka neietekmētā vidē vai rada nelabvēlīgu ietekmi uz cilvēku, dzīvnieku veselību vai augu stāvokli. Slikta atmosfēras gaisa kvalitāte var ietekmēt gan mūsu nākamo paaudžu veselību, gan arī citus dzīvus organismus, biosfēru, atmosfēru. Tā kā atmosfēra atrodas nepārtrauktā kustībā, piesārņojums, kas tiek producēts vienā zemeslodes reģionā, var tikt transportēts uz citiem reģioniem, un līdz ar to atmosfēras gaisa kvalitāti, piemēram, Latvijā, var ietekmēt piesārņojuma avoti, kas atrodas simtiem kilometru attālumā. Tā tas, piemēram, notika Černobiļas kodolspēkstacijas avārijas gadījumā. Pat mikrodaudzums toksisko vielu, ja tās tiek uzņemtas ilgāku laiku, var ievērojami ietekmēt cilvēka veselību.

Gaisa piesārņojuma nozīmīgākie avoti ir enerģētika un apkure, transports, rūpnieciskā ražošana, lauksaimniecība, nekontrolētas degšanas procesi (piem., mežu ugunsgrēki, kā arī sadzīves atkritumu dedzināšana), dabiski noritoši procesi (piem., vulkānu izvirdumi). Savukārt nozīmīgākās gaisa vidi piesārņošās vielas ir sēra un slāpekļa savienojumi, ozons, oglekļa savienojumi, gaistošas organiskās vielas, metāli un toksiski mikroelementi, aerosoli un putekļi (t.sk. ziedputekšņi), radioaktīvie elementi. Ja vairāku piesārņojumu avotu iedarbība kombinējas, kā tas, piemēram, ir pilsētvidē vai arī dažāda veida avāriju gadījumā, gaisa piesārņojuma ietekme var kļūt kritiska.

Pilsētās gaisa kvalitāti ietekmē būtiski citādi procesi nekā lauku reģionos un mazpilsētās, un tā pamatā ir gan ievērojami augstāka rūpniecības uzņēmumu koncentrācija, gan arī tikai pilsētvidei raksturīgi procesi. Atkarībā no ražošanas specifikas gaisa piesārņojuma situācija Latvijas pilsētās var ievērojami atšķirties. Piemēram, Ventspilī gaisa kvalitāti ietekmē tranzīta kravas. Rīgā gaisa kvalitāte ievērojami atšķiras no citām Latvijas pilsētām, turklāt dažādos Rīgas rajonos tā var atšķirties.

Sēra savienojumu (sēra dioksīds, sērskābe u.c.) un slāpekļa savienojumu (slāpekļa oksīdi, amonjaks, slāpekļskābe) nozīmīgākais avots atmosfērā mūsdienās ir saimnieciskā darbība. Galvenie procesi, kuru rezultātā sēra savienojumi nokļūst atmosfērā, ir fosilā kurināmā (ogles, nafta, kūdra) sadedzināšana. **Sēra dioksīda** piesārņojuma galvenais avots ir siltumenerģētikas uzņēmumi, privātmāju kurtuves un katli, kuros tiek sadedzināts sēru saturošs kurināmais; piesārņojuma avots ir arī transportlīdzekļi, kas izmanto dīzeldegvielu. Tāpēc sēra dioksīda koncentrācija gaisā ir atkarīga no sezonas — apkures sezonas laikā tā koncentrācija vienmēr ir lielāka. Sēra dioksīda izmeši var tikt aiznesti tālu no to izcelšanās vietas.

Sēra un slāpekļa savienojumu koncentrācija atmosfēras gaisā ir atkarīga arī no piesārņojuma avotu tuvuma, un līdz ar to šo vielu paaugstināta koncentrācija raksturīga pilsētu teritorijās, bet lauku apvidos šie savienojumi nokļūst ar gaisa pārnesi no industriāliem reģioniem. Sēra un slāpekļa savienojumu izmešu daudzums Latvijas teritorijā pēdējos gadu desmitos ir būtiski samazinājies, jo kopš 90. gadu otrās puses ir ievērojami samazinājušies rūpnieciskās ražošanas apjomi, kā arī tiek īstenoti gaisa vides aizsardzības pasākumi. Turklāt tuvāko gadu

desmitu laikā netiek prognozēts šo savienojumu emisiju apjoma būtisks pieaugums. Vienlaikus pilsētvidē, respektīvi, tur, kur šīs vielas galvenokārt veidojas, sēra un slāpekļa savienojumu koncentrācija var būt paaugstināta un nelabvēlīgi ietekmēt cilvēka veselību.

Sēra dioksīda koncentrācija Rīgā nepārsniedz noteiktos robežlielumus. Gada vidējā koncentrācija 2015. gadā Rīgas gaisā bija 2–10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Slāpekļa savienojumu emisija un gaisa vides piesārņojums ar tiem Eiropā ir viena no nozīmīgākajām vides piesārņojuma problēmām. Tā kā slāpekļa oksīdi veidojas automobiļu dzinēju darbības rezultātā, kā arī degšanas procesos, paaugstināta to koncentrācija gaisā pilsētvidē novērojama atkarībā no autotransporta kustības intensitātes. Līdz ar to no rīta un pēcpusdienās slāpekļa oksīdu koncentrācija ir visaugstākā, savukārt brīvdienās tā ir ievērojami zemāka nekā darbdienās.

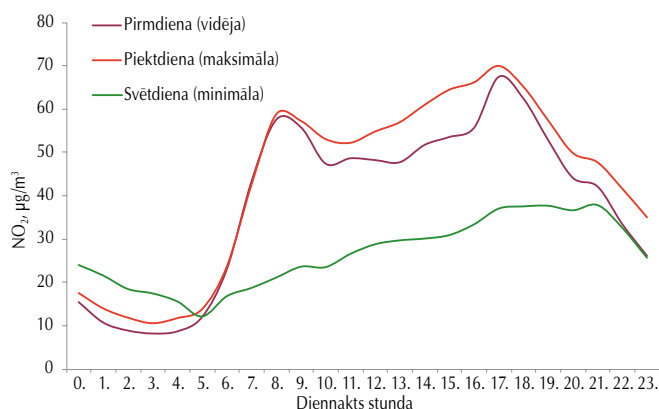
Slāpekļa oksīdu izmešu galvenais avots ir siltumenerģētikas uzņēmumu un privātmāju apkures krāsnis, automašīnu iekšdedzes dzinēji. Degšanas procesā augstās temperatūrās (virs 650 °C) slāpekļi, savienojoties ar skābekli, veido dažādus oksīdus, no kuriem nozīmīgākais gaisa piesārņotājs ir slāpekļa dioksīds (NO_2). Tā galvenais avots apkārtējā gaisā pilsētās ir transports, kas rada apmēram 60–85% no NO_2 piesārņojuma atkarībā no dienas (darbdiena, brīvdiena), diennakts laika, sezonas, meteoroloģiskiem apstākļiem. Atmosfēras gaisa kvalitātes monitoringa rezultāti (73. attēls) liecina, ka paaugstināta slāpekļa oksīdu koncentrācija Rīgā konstatējama ielās, kurās ir intensīva autotransporta kustība. Lai uzlabotu gaisa kvalitāti, ir nepieciešami tehnoloģiski uzlabojumi (piem., jāpaplašina elektrotansporta izmantošana) vai jāveic pārvaldības risinājumi (piem., transporta plūsmu intensitātes izmaiņas). Citās Latvijas pilsētās gaisa piesārņojums ar šīm vielām ir ievērojami zemākā līmenī un var pārsniegt pieļaujamo normu tikai piesārņojuma avota tiešā tuvumā.

Kad sēra un slāpekļa savienojumi nokļūst atmosfērā, tie oksidējas un, reaģējot ar gaisā esošajiem ūdens tvaikiem, veido skābes (slāpekļskābi, sērskābi). Tās, izkristot ar nokrišņiem, rada nokrišņu pH reakcijas samazināšanos — tā sauktos **skābos nokrišņus**. Arī Latvijas teritorijā 20. gs. 60.–80. gados bija vērojama atmosfēras nokrišņu paskābināšanās, to pH reakcija sasniedza pat pH 3,5, turklāt nokrišņu paskābināšanās avots bija

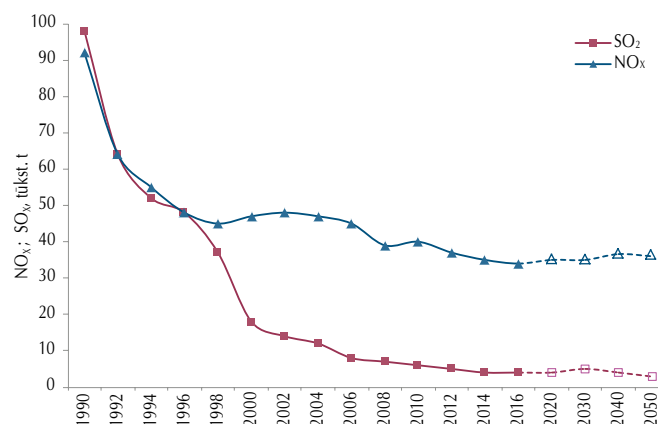
zemas kvalitātes akmeņogļu izmantošana Centrāleiropas valstīs, degakmens izmantošana par kurināmo Igaunijā un citi piesārņojuma avoti ārpus Latvijas teritorijas. Tomēr mūsdienās pastāv stingras prasības tiem ražošanas procesiem, kuru darbības rezultātā var veidoties skābie nokrišņi, un nokrišņu pH reakcija Latvijas teritorijā nav uzskatāma par tādu, kas varētu apdraudēt cilvēkus, dabu vai ēkas (tipiski tā ir lielāka par pH 5,6, bet nereti ir neitrāla vai pat bāziska).

Atmosfēras gaisa kvalitāti nozīmīgi ietekmē ozons. Atmosfēras augšējos slāņos (stratosfērā) ozons ir būtiski nepieciešams, jo tas nodrošina Saules un kosmiskās telpas starojuma saistīšanu, savukārt zemākos atmosfēras slāņos, īpaši pilsētvidē, ozona klātbūtne gaisā ir nevēlama, respektīvi, pilsētvidē un darba telpās ozons ir tipiska piesārņojošā viela. Ozona kaitīgā iedarbība ir saistīta ar to, ka tas ir ļoti spēcīgs oksidētājs. Tāpēc tas iedarbojas kairinoši, var izraisīt astmu un ietekmēt plaušu darbību, paātrināt polimēru materiālu (arī gumijas) sabrukšanas procesu. Ir pierādīta ozona paaugstinātas koncentrācijas negatīvā iedarbība uz augiem. Diemžēl arī Latvijas pilsētu gaisā, īpaši ielās ar intensīvu satiksmi, novērojama relatīvi augsta ozona koncentrācija. Piemēram, Rīgā paaugstināta ozona koncentrācija tiek reģistrēta saulainu dienu rītos, sevišķi pavasarī. Ozona veidošanos ietekmē autotransporta izplūdes gāzes, turklāt ozons veidojas reakcijās Saules starojuma ietekmē, un līdz ar to paaugstināta ozona koncentrācija konstatējama smoga (smaceņa) laikā.

Par **smogu** (smaceni) sauc gaisa piesārņojumu, kas rodas, kad piesārņojošās vielas, kas radušās cilvēka darbības rezultātā, nokļūst nelabvēlīgos meteoroloģiskos apstākļos. Izšķir smogu, ko izraisa transporta izplūdes gāzu fotoķīmiskās transformācijas reakcijas (Losandželosas smogs), un smogu, kas dažādu fotoķīmisko procesu rezultātā rodas atmosfēras piesārņojuma dēļ (tas veidojas skaidrā, saulainā laikā, ja ir zems gaisa mitrums, un tas atgādina zilganu dūmaku vai miglu). Fotoķīmiskais smogs kairina gļotādu un augšējos elpceļus, kā arī nelabvēlīgi ietekmē augus un dzīvniekus. Galvenie faktori, kas nosaka šī smoga izveidošanos, ir gaisa piesārņojums ar slāpekļa oksīdiem un oglekļa dioksīdu intensīva ultravioletā starojuma klātbūtnē. Pilsētvides gaisā galvenais slāpekļa oksīdu un oglekļa dioksīda avots ir autotransporta izplūdes gāzes.



71. att. Slāpekļa(IV) oksīda (NO_2) stundas vidējā koncentrācija nedēļas laikā (Rīga, Brīvības iela, 2012. g.).



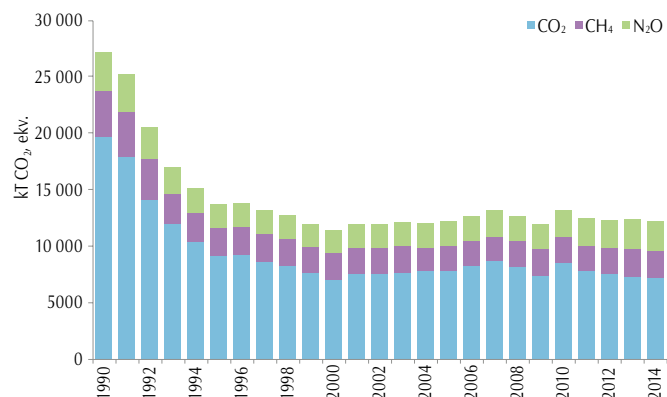
72. att. Sēra un slāpekļa oksīdu emisija Latvijā (novērotā un prognozētā).

Gaisu piesārņo arī **siltumnīcefekta gāzes**, un galvenā no tām ir ogļskābā gāze CO_2 . Nozīmīgākā šo vielu iedarbība ir to spēja ietekmēt Zemes klimatu, un tāpēc šo vielu emisijas samazināšanai tiek pievērsta liela vērība. Galvenais **siltumnīcefekta gāzu** antropogēnās emisijas avots ir fosilā kurināmā sadedzināšana, tomēr pastāv arī citi emisijas avoti, kuru nozīme kopējā ogļskābes bilancē ir daudz mazāk apzināta. Piemēram, dabisko augšņu kultivēšanas rezultātā augsnes organiskās vielas intensīvi oksidējas par CO_2 .

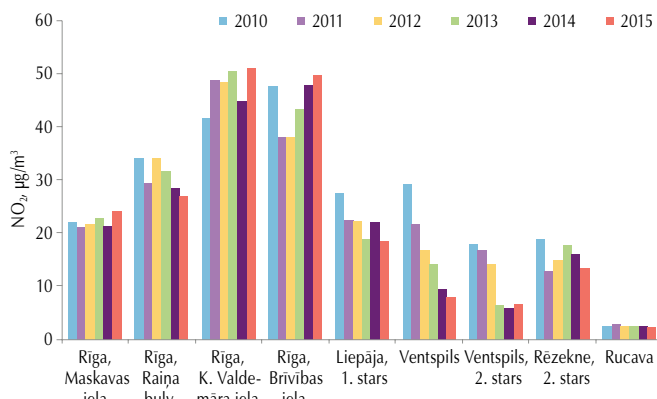
Latvijā CO_2 izmešu daudzums kopš 90. gadiem ir būtiski samazinājies un mūsdienās tas ir relatīvi niecīgs, to lielā mērā noteicis rūpnieciskās ražošanas apstākļi. Tomēr CO_2 faktiskā emisija atkarībā no procesu rakstura tautsaimniecībā var pieaugt. Savukārt metāna un slāpekļa(I) oksīda emisija (to avots ir lauksaimniecība) ir praktiski nemainīga. Tiek prognozēts, ka nākotnē, pieaugot rūpnieciskai ražošanai un lauksaimniecībai, siltumnīcefekta gāzu emisijas apjoms var palielināties.

Viena no būtiskām gaisa kvalitātes problēmām ir saistīta ar **putekļu un aerosolu** klātbūtni gaisā. Par īpaši bīstamiem uzskatāmi smalki (sīkdispersi) putekļi, kuru daļiņu izmērs ir mazāks par $10\ \mu\text{m}$ un $2,5\ \mu\text{m}$ (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$), jo, šīs suspendētās daļiņas ieelpojot, tās tiek aizturētas plaušās. Smalko putekļu avots var būt būvmateriālu ražošana (cementa, ģipša, kaļķakmens, šķembu ražošana), koksnes pārstrāde, kravu transports

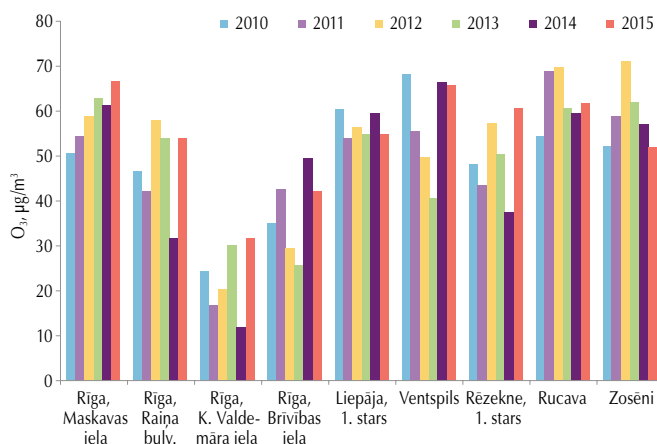
(īpaši akmeņogļu un kālija sāls pārkraušana), autotransports, lauksaimniecība u.c. Latvijā gaisa piesārņojums ar putekļiem un aerosoliem ir aktuāls tieši ražošanas uzņēmumu tuvumā, pie transporta maģistrālēm, kā arī pilsētās, kurās var izpausties visas minētās ietekmes uz gaisa kvalitāti. Gaisa piesārņojums Rīgā regulāri pārsniedz putekļu pieļaujamo robežkoncentrāciju, it īpaši pavasarī.



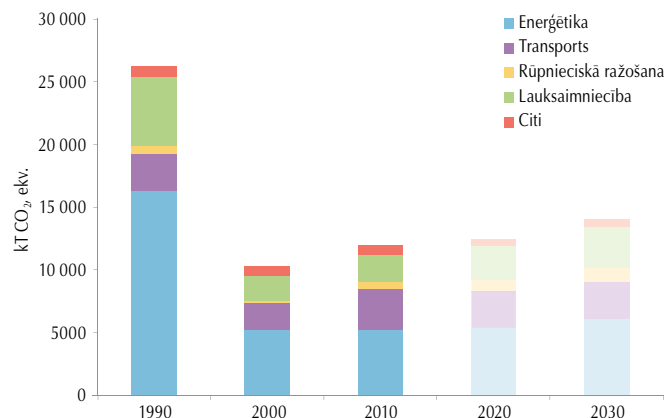
75. att. Nozīmīgāko siltumnīcefekta gāzu (CO_2 , CH_4 , N_2O) emisija Latvijā.



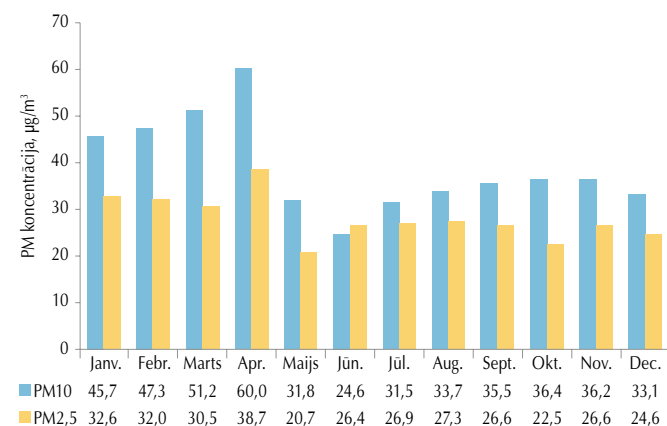
73. att. Slāpekļa(IV) oksīda gada vidējā koncentrācija Latvijas pilsētu gaisā.



74. att. Ozona gada vidējā koncentrācija Latvijas pilsētu gaisā.



76. att. Nozīmīgāko siltumnīcefekta gāzu (CO_2 , CH_4 , N_2O) emisijas avoti Latvijā (esošie un prognozētie).



77. att. Putekļu ($\text{PM}_{2,5}$ un PM_{10}) vidējā koncentrācija mēnesī Rīgas gaisā (Brīvības iela, 2009. g.).

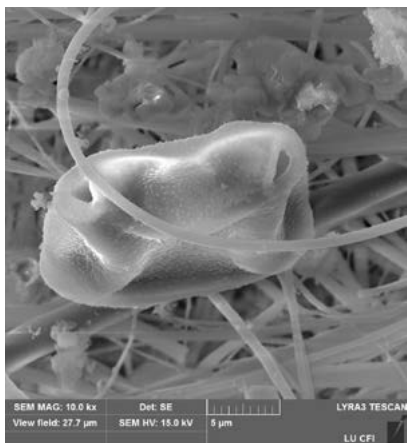


78. att. Sāls izgulsnējumi uz ielas (Rīga, Brīvības iela, 2015. gads, aprīlis).

Ir izstrādāti pasākumi putekļu $PM_{2,5}$, PM_{10} koncentrācijas samazināšanai gaisā, tomēr gaisa kvalitātes nodrošināšana, īpaši Rīgā, ir un tuvākajos gadu desmitos būs aktuāls jautājums. Galvenais daļiņu (putekļu) PM_{10} izmešu avots Latvijas pilsētās ir autotransports (izplūdes gāzes, riteņu saceltie putekļi). Savukārt dažādi celtniecības darbi, birstošu kravu transports un pārkraušana (akmeņogles, minerālmēsli), zaru un lapu dedzināšana privātmāju dārzos pavasarī un rudenī, kā arī kūlas dedzināšana pavasarī Rīgas apkārtnē palielina piesārņojumu ar putekļiem.

Gaisa piesārņojumu ar putekļiem veicina arī sāls (nātrija hlorīds vai citi sāļi) un sāls-grants maisījuma izmantošana ziemas sezonā, kad sāļi tiek izmantoti kā pretslīdes līdzekļi, lai uz autoceļiem neveidotos ledus. Pavasarī tie izgulsnējas uz autoceļu virsas un tad nokļūst gaisā kā putekļi.

Par īpašu aerosolu grupu var uzskatīt **ziedputekšņus**, koksnēs, miltu un citu organisku vielu putekļus. Tā kā šīs vielas ir organiskas, to sastāvs ievērojami atšķiras no tradicionālo putekļu sastāva, bet tās var ietekmēt cilvēka veselību, izraisot alerģijas. Piemēram, alkšņa putekšņi kopā ar lazdas putekšņiem ir pirmie, kas parādās gaisā pavasarī un var izraisīt alerģiju. Pirms alkšņa (lazdas, bērza utt.) ziedēšanas to putekšņi var būt atpūsti no dienvidu rajoniem, jo tie spēj ceļot pat līdz 1000 km tālu. Speciālisti to ņem vērā, sastādot putekšņu prognozes, kas ir nepieciešamas savlaicīgas terapijas uzsākšanai. Kopumā no



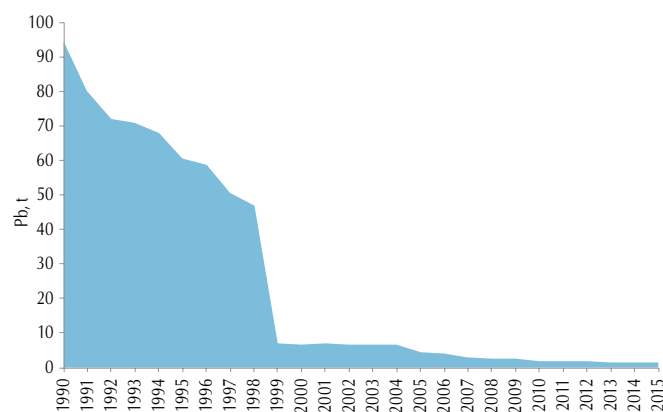
79. att. Alkšņa ziedputekšņa attēls elektronu mikroskopā.

polinozes jeb putekšņu alerģijas cieš ap 25% Eiropas iedzīvotāju, un tas ievērojami ietekmē sociālekonomisko situāciju, jo vairākas nedēļas gadā gandrīz ceturtdaļa Eiropas iedzīvotāju nav darbspējīgi.

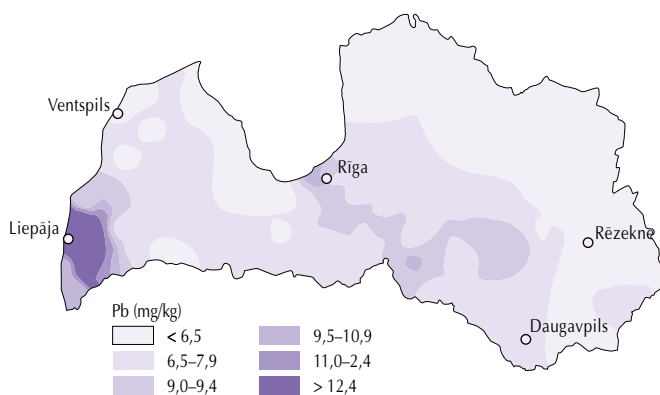
Latvijas platuma grādos polinozi izraisa galvenokārt lazdas, alkšņa, bērza, graudzāļu (īpaši timotiņa), nātres, skābenes, vībotnes putekšņi. Latvijā putekšņi atrodas gaisā no februāra beigām līdz septembra beigām. To monitorings notiek kopš 2003. gada, un alerģiju izraisīto augu ziedēšanas laikā tiek regulāri veidotas prognozes par putekšņu koncentrāciju gaisā. Pēdējā laikā, apzinoties putekšņu ietekmes nozīmi, Latvijā un pasaulē tiek veidoti lokālie, reģionālie un globālie prognostiskie modeļi ar lielu precizitāti, kas ļauj prognozēt putekšņu koncentrāciju, balstoties uz meteoroloģiskās prognozes datiem.

Vēl pilsētas gaisu var piesārņot **ogļūdeņraži**, piemēram, benzols, toluols, ksilols, formaldehīds, halogēnorganiskas un citas vielas. Galvenais benzola izmešu avots ir transports, kas izmanto benzīnu, kā arī naftas produktu pārkraušanas operācijas uzņēmumos. Benzolam ir viens robežlielums — gada vidējā koncentrācija, tā nedrīkst pārsniegt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un Latvijas pilsētu gaisā tā arī netiek pārsniegta. Toluols tāpat kā benzols ietilpst naftas produktu sastāvā, un tā avots ir automašīnu izplūdes gāzes un degvielas izgarojumi.

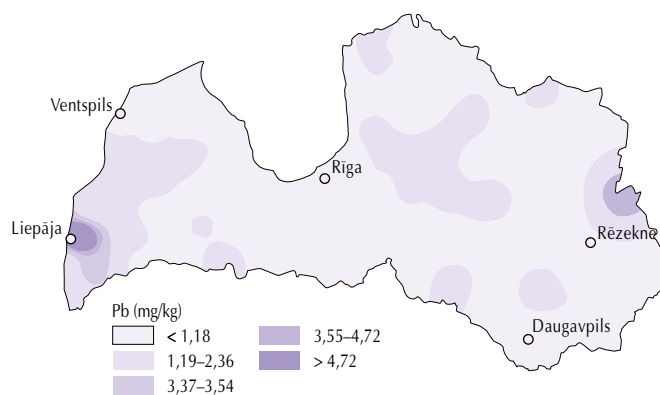
Nozīmīga gaisu piesārņojošo vielu grupa ir **metāli**, bet īpaši bīstami ir tā sauktie smagie metāli, piemēram, svins, kadmījs, varš, hroms un citi. Dažādu smago metālu emisijas apjoms ir atšķirīgs. Piemēram, Latvijas apstākļos galvenais avots piesārņojumam ar svinu ir autotransports, bet ar kadmiju — ogļu sadedzināšana. Vides piesārņojumu ar smagajiem metāliem ietekmē katra metāla izmantošanas iespējas. No tā ir atkarīgs, kāds ir faktiskais metāla emisijas apjoms un kāda vide galvenokārt tiek apdraudēta. Nozīmīga gaisu piesārņojoša viela ir svins. Svins atmosfērā lielā mērā nokļūst aerosolu un putekļu daļiņu veidā. Īpaši aktuāls ir jautājums par lokālo piesārņojumu ar svinu tā emisijas avotu, piemēram, intensīvi izmantotu autoceļu, tiešā tuvumā. 20. gadsimta otrajā pusē svins tika plaši izmantots kā antidetonators degvielās (piedeva, kas ļauj paaugstināt degvielas oktānskaitli un līdz ar to — dzinēja darbības efektivitāti), un lielākā daļa no degvielai pievienotā svina, degvielai sadegot, tika izkļiedēta atmosfērā. Šāda pieeja radīja būtisku vides piesārņojumu. Mūsdienās svina savienojumus kā piedevu degvielai Eiropas Savienībā vairs neizmanto, un līdz ar to Latvijā svina



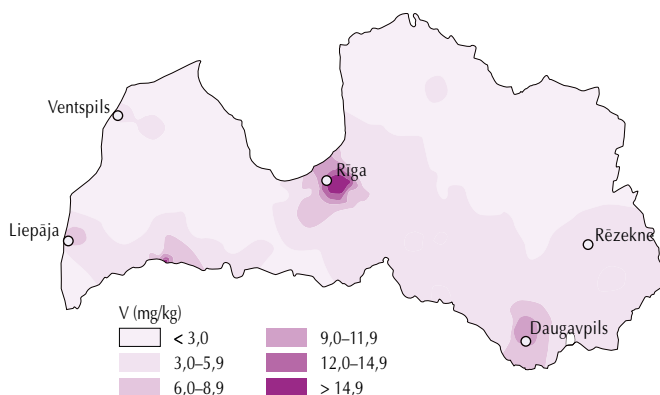
80. att. Svina emisijas apjoms Latvijā.



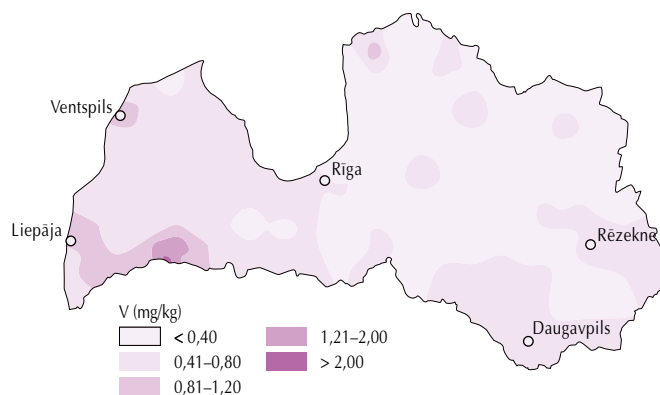
(a) svina saturs Šrēbera rūsainē 1995. gadā



(b) svina saturs Šrēbera rūsainē 2015. gadā



(c) vanādijs saturs Šrēbera rūsainē 1995. gadā



(d) vanādijs saturs Šrēbera rūsainē 2015. gadā

81. att. Svina un vanādijs saturs gaisa piesārņojuma bioindikatorā — sūnās Šrēbera rūsainē *Pleurozium schreberi* 1995. un 2015. gadā.

emisijas apjoms ir ievērojami sarucis. Gaisu ar svinu var piesārņot arī lokāli piesārņojuma avoti, piemēram, metālapstrādes rūpnīcas, kā arī fosilā kurināmā izmantošana.

Atmosfēras piesārņojuma izpētē bieži tiek izmantotas bioindikācijas metodes. Izpētot meža sūnas — Šrēbera rūsaini *Pleurozium schreberi* —, ir konstatēts, ka kopš Latvijas neatkarības atgūšanas atmosfēras piesārņojums Latvijā ir būtiski samazinājies. Pagājušā gadsimta otrajā pusē atmosfēras piesārņojums Latvijā bija saistīts ar lielajiem rūpniecības uzņēmumiem, katlu mājām, kas apkurē izmantoja dažādu fosilo kurināmo (akmeņogles, mazutu, gāzi), autotransportu un pārrobežu piesārņojuma pārnesei no Eiropas. Kā redzams 81. attēlā, 1995. gadā

piesārņojums ar svinu bija raksturīgs Latvijas rietumu daļā, kur gaisa piesārņojums no Latvijas lielākā metalurģijas uzņēmuma Liepājā pārklājās ar gaisa piesārņojumu no kaimiņvalstīm. 2015. gadā salīdzinājumā ar 1995. gadu svina koncentrācija atmosfērā ir būtiski samazinājusies. Līdzīga gaisa piesārņojuma pārmaiņu tendence pēdējos gadu desmitos konstatēta arī saistībā ar vanādiju (tipiski tā piesārņojuma avoti ir katlu mājas, kurās dedzina mazutu, un naftas pārstrāde). Piesārņojums ar vanādiju 2015. gadā ir ievērojami zemāks nekā divdesmit gadus iepriekš, bet vienlaikus ir pieaugusi pārrobežu piesārņojuma pārnese, un šī vanādijs piesārņojuma avots ir naftas pārstrādes un cementa ražošanas uzņēmumi Lietuvas ziemeļdaļā.